

TEXTE

34/2026

Abschlussbericht

SymbiotiQ

Symbiotische Gewerbegebiete: Nachhaltige Ansätze, Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte Quartiere

von:

Dirk Jepsen, Till Zimmermann und Fynn Hauschke
Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

Veronika Wolf, Thiemo Wolf und Roman Wolf
Zero Emission GmbH, Ratingen

Marius Angstmann und Stefan Gärtner
IAT - Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 34/2026

Ressortforschungsplanes Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3719 15 101 0

FB001947

Abschlussbericht

SymbiotiQ

Symbiotische Gewerbegebiete: Nachhaltige Ansätze,
Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie
Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf
nutzungsgemischte Quartiere

Von

Dirk Jepsen, Till Zimmermann und Fynn Hauschke
Ökopool - Institut für Ökologie und Politik GmbH, Ham-
burg

Veronika Wolf, Thiemo Wolf und Roman Wolf
Zero Emission GmbH, Ratingen

Marius Angstmann und Stefan Gärtner
IAT - Institut Arbeit und Technik, Gelsenkirchen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH
Nernstweg 32-34
22765 Hamburg

Abschlussdatum:

Dezember 2024

Redaktion:

Fachgebiet I 2.5 Nachhaltige Raumentwicklung, Umweltprüfungen
Ulrike von Schlippenbach

DOI:

<https://doi.org/10.60810/openumwelt-8176>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, März 2026

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: SymbiotiQ

Im Rahmen des interdisziplinären Forschungsvorhabens „SymbiotiQ - Symbiotische Gewerbegebiete“ wurden symbiotische Vernetzungen in Gewerbegebieten mit ihren Umwelteffekten (Materialströme (einschl. Abfälle), Energieströme und Flächeninanspruchnahme) systematisch analysiert.

In der wissenschaftlichen Debatte wird überbetrieblichen Symbiosen, also der wechselseitigen Nutzung von Nebenprodukten – einschließlich Energie, Materialien, Wasser oder andere betriebliche Ressourcen – durch ein oder mehrere andere benachbarte Unternehmen ein hohes Potential zur Steigerung der Gesamteffizienz überbetrieblicher Kooperationen zugesprochen. In Deutschland sind in der Praxis gemischter (Bestands-) Gewerbegebiete derartige „symbiotische“ Verknüpfungen benachbarter Betriebe allerdings nur sehr selten vorzufinden.

In der zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse kann konstatiert werden, dass überbetriebliche Symbiosen in Gewerbe- und Industriegebieten ein relevantes Potential zur Verbesserung der Ressourceneffizienz (einschließlich Energie, Wasser, Fläche, Materialien oder andere betriebliche Ressourcen) und damit zur Stärkung von Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz in Gewerbegebieten und der Nachhaltigkeit der beteiligten Unternehmen bzw. ihres Standortes aufweisen. Ungeachtet dieses Potentials und entsprechender Diskussionen in der Fachwissenschaft führt das Thema überbetrieblicher Symbiosen in der Praxis der Gewerbeentwicklung in Deutschland bislang aber eher ein Nischendasein.

Gegen diese Ausgangslage hat das Forschungsvorhaben eine begriffliche Klärung sowie eine umweltbezogene Typisierung und Strukturierung der relevanten Wirkmechanismen von symbiotischen Beziehungen zwischen Betrieben in Gewerbegebieten vorgenommen. Basierend auf einer breit angelegten Status-quo-Analyse wurden Hemmnisse und Erfolgsfaktoren identifiziert und geeignete wirtschaftliche, administrative und planerische Rahmenbedingungen für eine breite Umsetzung dieser Konzepte diskutiert. Darüber hinaus wurde untersucht, welche Potentiale Symbiosen in Gewerbegebieten für die Unterstützung eines nachhaltigen, vorausschauenden Strukturwandels in Braunkohlefolgeregionen haben bzw. haben können und welche konzeptionellen Ansätze und Fördermechanismen hier zur Unterstützung geeignet wären. Ein weiterer Aspekt war die Frage, ob sich das Konzept der zwischenbetrieblichen Symbiosen auch auf Nutzungsgemischte städtische Quartiere übertragen lässt.

Zentrale Ergebnisse und Empfehlungen aus dem Vorhaben wurden sowohl in dem vorliegenden Forschungsbericht als auch in zwei gesonderten Dokumenten für verschiedene Akteursgruppen aufbereitet. Das Empfehlungspapier richtet sich an politische Entscheidungsträger in Regionen, die vom Kohleausstieg und damit vom Strukturwandel betroffen sind. Zum andere wurde ein Leitfaden für die Praxis entwickelt, der die Akteure in Bestands-Gewerbegebieten dabei unterstützt, Potentiale für symbiotische Beziehungen zu identifizieren und zu erschließen.

Abstract: SymbiotiQ – Symbiotic Commercial Areas

The research project “SymbiotiQ – Symbiotic Commercial Areas” (funding code FKZ 3719 15 101 0) was conducted from 2019 to 2024 and systematically analysed various aspects of symbiotic interconnections in commercial and industrial areas.

In academic discourse, symbioses between companies — defined as the mutual use of by-products such as energy, materials, water, or other operational resources by neighbouring businesses

— is recognized as having significant potential to enhance overall efficiency in intercompany cooperation. However, in practice, such symbiotic connections among neighbouring businesses are still rare in commercial areas across Germany.

To address this gap, the project aimed to clarify definitions, develop typologies, and structure the key mechanisms that underpin symbiotic relationships between companies within commercial areas. Through a comprehensive analysis of the current situation, the project identified key barriers and success factors while exploring the necessary economic, administrative, and planning frameworks required to facilitate the broader implementation of these concepts.

Furthermore, the project investigated the potential of symbiotic networks in commercial areas to support structural transformation in former lignite mining regions, examining which funding mechanisms could best aid this process. It also looked into whether the concept of intercompany symbiosis could be applied in mixed-use urban neighbourhoods.

The key findings and recommendations from the project are summarized in this research report and are further elaborated in two practical guides tailored for different stakeholder groups.

On the one hand, this is a recommendation paper for political decision-makers in regions affected by the coal phase-out and the necessary structural change. On the other hand, a guide has been developed to help stakeholders in existing commercial areas identify and tap into potential for symbiotic relationships.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	12
Tabellenverzeichnis.....	13
Abkürzungsverzeichnis.....	15
Zusammenfassung.....	16
Summary.....	35
1 Einführung.....	52
2 Arbeitspaket 1: Status quo-Recherche.....	54
2.1 Aufgabe und Vorgehen.....	54
2.2 Begriffsdiskussion.....	54
2.2.1 Industrial Ecology und die industrielle Symbiose.....	54
2.2.2 Charakteristiken von symbiotischen Gewerbegebieten.....	56
2.2.2.1 Akteure.....	56
2.2.2.2 Raumbezug.....	57
2.2.2.3 Zielsetzung.....	57
2.2.2.4 Handlungsfelder.....	58
2.2.2.5 Organisation.....	58
2.2.2.6 Zusammenfassung.....	59
2.3 Bestandsaufnahme: Ansätze für symbiotische Gewerbegebiete in Deutschland.....	59
2.3.1 Literatur- und Datenbankrecherche.....	59
2.3.2 Zusammenfassung symbiotischer Ansätze in Gewerbegebieten von 1980 bis 2019.....	61
2.3.3 Typisierung der Ansätze hinsichtlich ihrer Symbiosedynamik.....	65
2.4 Analyse I: Implementation und Charakterisierung der praktischen Ansätze.....	68
2.4.1 Kategorienbildung.....	68
2.4.2 Ergebnisse der Kategorisierung.....	72
2.4.3 Zusammenfassung.....	76
2.5 Analyse II: Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Implementation.....	77
2.5.1 Expert*inneninterviews und qualitative Inhaltsanalyse.....	77
2.5.2 Ergebnisse der qualitative Inhaltsanalyse.....	78
2.5.2.1 Kommune.....	78
2.5.2.2 Unternehmen.....	80
2.5.2.3 Gewerbegebiet.....	81
2.6 Zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfrage.....	85

3	Arbeitspaket 2: Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete und Ermittlung entsprechender Umwelteffekte	89
3.1	Ziele des Arbeitspaketes	89
3.2	Konzeptionelle Überlegungen zu einer umweltbezogenen Typisierung	89
3.2.1	Differenzierung nach Wirkmechanismen	90
3.2.2	Unterscheidung des qualitativen Niveaus der Vernetzung	93
3.2.3	Archetypen von symbiotischen Beziehungen in Gewerbegebiete	95
3.3	Konzeptionelle Überlegungen zur Bewertung der Umwelteffekte symbiotische Beziehungen in Gewerbegebieten.....	97
3.3.1	Grundlagen zur Umweltbewertungen von Gewerbegebieten	98
3.3.2	Vereinfachende Betrachtungen.....	100
3.3.2.1	Komparativer Vergleich auf der Ebene des Gesamtgebietes	101
3.3.2.2	Bewertung auf der Ebene der einzelnen symbiotischen Prozesse und Maßnahmen	102
3.3.3	Datensammlung und Berechnung	102
3.3.3.1	Berechnungslogik und Datenbanken.....	103
3.3.3.2	Modellierung und unterstützende Tools.....	104
3.3.4	Bewertung der Umweltwirkungen	106
3.3.4.1	Mögliche Fokussierung auf ausgewählte Wirkungskategorien.....	107
3.3.4.2	Nachvollziehbare Ergebnisaufbereitung.....	108
4	Arbeitspaket 3: Wirtschaftliche, administrative und planerische Rahmenbedingungen	109
4.1	Bestandsaufnahme	109
4.1.1	Bestehende Geschäftsmodelle in nachhaltigen und symbiotischen Gewerbegebieten	109
4.1.1.1	Fallbeispiel: Gewerbegebiet Lister Damm/Am Listholze, Hannover: Finanzierung des Parkmanagements durch die kommunale Wirtschaftsförderung	109
4.1.1.2	Fallbeispiel GET.MIN: Öffentlich finanzierte Parkranger.....	112
4.1.1.3	Fallbeispiel Naturcampus Technopark Sauerlach: Finanzierung über Anmietung gemeinschaftlich nutzbarer Ressourcen.....	113
4.1.1.4	Fallbeispiel UnternehmensNetzwerk Motzener Straße: Finanzierungsverbund im Verein.....	113
4.1.1.5	Fallbeispiel Standortinitiative Frankfurter Osten: Finanzierung durch die kommunale Wirtschaftsförderung	114
4.1.1.6	Fallbeispiel Niederlande: Parkmanagement-Erfahrungen aus Flandern.....	115
4.1.2	Bestehende Organisationsformen in nachhaltigen und symbiotischen Gewerbegebieten	115
4.1.2.1	Direkte Zusammenarbeit zwischen einzelnen Unternehmen am Standort	116

4.1.2.2	Institutionalisierte Standortgemeinschaft.....	116
4.1.2.3	Städtisches Gebietsmanagement	116
4.1.2.4	Management durch Forschungseinrichtung oder Dienstleister im Rahmen eines Forschungsprojekts.....	116
4.1.3	Überblick über planungsrechtliche Anforderungen	117
4.1.3.1	Rechtsgrundlagen Baurecht.....	117
4.2	Analyse der Potentiale	119
4.2.1	Rechtliche Rahmenbedingungen für Symbiosen im Bebauungsplan	119
4.2.1.1	Bebauungsplanverfahren.....	119
4.2.1.2	Rechtliche Rahmenbedingungen für Symbiosen in bestehenden Gewerbegebieten	120
4.2.2	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Symbiosen	123
4.2.2.1	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für flächenbezogene organisatorische Symbiosen.....	123
4.2.2.2	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für unternehmensübergreifende Symbiosen	124
4.2.3	Planerische Rahmenbedingungen für Symbiosen	125
4.2.4	Fazit.....	125
4.2.4.1	Beantwortung der Leitfrage 1: „Welche Hemmnisse bestehen im Hinblick auf die Realisierung „symbiotischer“ gemeinschaftliche Nutzungen und Kooperationen?“ .	125
4.2.4.2	Beantwortung Leitfrage 2: „Sind Anpassungen im Planungsrecht nötig oder ist das aktuelle Recht grundsätzlich ausreichend?“.....	128
4.3	Stakeholderanalyse und Rollenprofile von Akteuren	130
4.3.1	Ziele.....	130
4.3.2	Begriffsdefinition und Einleitung	130
4.3.3	Stakeholderanalyse.....	131
4.3.4	Rollenprofile.....	135
4.4	Stärken-Schwächen Analyse zum Einfluss der Digitalisierung auf symbiotische Gewerbegebiete.....	136
4.4.1	Digitalisierung als Enabler für Symbiosen.....	137
4.4.2	Plattformen.....	137
4.4.3	Digitale Technologien als Teil der Symbiose.....	139
4.4.3.1	Abwärmennutzung	139
4.4.3.2	Additive Technologie	139
4.4.4	Wechselwirkungen der Digitalisierung mit zentralen Faktoren zur Etablierung von Symbiosen in Gewerbegebieten	139
4.4.4.1	Unterstützung verschiedener Ansätze durch digitale Technologie.....	139
4.4.4.2	Digitalisierung und zentrale Hemmnisse	140

4.4.5	Stärken und Schwächenanalyse (SWOT)	141
5	Arbeitspaket 4: Strukturpolitische Potentiale durch symbiotische Gewerbegebiete.....	143
5.1	Revierspezifische Betrachtung auf Makroebene	143
5.1.1	Eingrenzung der Untersuchungsräume	143
5.1.2	Betrachtung der revierspezifischen Situation.....	144
5.1.2.1	Helmstedter Revier	144
5.1.2.2	Rheinisches Revier	146
5.1.2.3	Lausitzer Revier.....	147
5.1.2.4	Mitteldeutsches Revier.....	149
5.1.3	Gegenüberstellung der Reviere anhand verschiedener Kennziffern.....	150
5.1.3.1	Gemeindestruktur und Versorgung in den Regionen.....	151
5.1.3.2	Unternehmensstruktur und Sektoren	153
5.1.3.3	Wirtschaft und Erwerbstätige.....	154
5.1.3.4	Zusammenfassung	159
5.2	Bestandsaufnahme der Gewerbegebiete in den Braunkohlefolgeregionen	159
5.2.1	Datenbasierte sektoral-räumliche Analyse auf Meso- und Mikroebene.....	160
5.2.1.1	Datengrundlage, Bereinigung und Vorgehen	160
5.2.1.2	Ergebnisse der Betrachtung der Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen auf Grundlage von Geodaten	162
5.2.2	Interviews zur Erfassung der aktuellen Gewerbesituation in den Regionen sowie künftiger Potentiale	172
5.2.3	Typisierung und Gegenüberstellung der Gewerbeflächensituation in den Revieren	184
5.3	Exemplarische Betrachtung auf Gebietsebene.....	185
5.3.1	Vorgehensbeschreibung	186
5.3.2	Ergebnisse anhand der untersuchten Gewerbegebietstypen	186
5.4	Potentialanalyse für symbiotisches Wirtschaften in den Regionen	198
5.4.1	Zentrale Themen der Fokusgruppe I: Symbiotische Gewerbegebiete – Vernetzung als Grundlage für zukunftsfeste Gewerbegebiete?!	199
5.4.2	Zentrale Themen der Fokusgruppe II: Industrielle Symbiosen in Strukturwandelregionen – Anknüpfungspunkte, Herausforderungen und strukturpolitische Chancen.....	199
5.5	Synthese.....	200
5.5.1	Übersicht über die durchgeführten Arbeiten	200
5.5.2	Ergebnisse zu Anknüpfungspunkten zu Symbiosen in Industrie- und Gewerbe in den Regionen	201

5.5.3	Ergebnisse zur Frage von Fördermechanismen und strukturpolitischen Empfehlungen.....	204
6	Arbeitspaket 5: Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte städtische Quartiere: Potentiale und Hemmnisse.....	205
6.1	Mischgenutzte Quartiere: Rahmenbedingungen für symbiotische Nutzungen in typisierten Quartieren gemischter Nutzung.....	205
6.1.1	Urbane Symbiose - Definition und Forschungsstand.....	205
6.1.2	Mischgenutzte Quartiere in der deutschen Planungspraxis.....	206
6.1.3	Gegenüberstellung der einzelnen Gebietskategorien.....	208
6.1.4	Exkurs: Das urbane Gebiet.....	209
6.2	Analyse der Umsetzbarkeit symbiotischer Ansätze.....	214
6.2.1	Übertragung der Wirkmechanismen gewerblicher Symbiose auf Nutzungsgemischten Strukturen.....	215
6.2.2	Differenzierung nach Wirkmechanismen.....	215
6.2.2.1	Wirkmechanismus I: Verkopplung von Material- und Energieströmen.....	216
6.2.2.2	Wirkmechanismus II a: Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen.....	216
6.2.2.3	Wirkmechanismus II b: Gemeinschaftliche Nutzung öffentlicher Ressourcen.....	216
6.2.2.4	Wirkmechanismus III: Kooperative Bündelung von Kompetenzen und Möglichkeiten.....	216
6.2.3	Analyse von zwei relevanten Wirkmechanismen.....	217
6.2.3.1	Verkopplung von Material- und Energieströmen (Wirkmechanismus I).....	217
6.2.3.2	Kooperative Bündelung von Kompetenzen und Möglichkeiten (Wirkmechanismus III).....	218
6.3	Möglichkeiten einer symbiotischen Flächennutzung.....	219
6.3.1	Ansätze einer symbiotischen Flächennutzung.....	219
6.3.1.1	Von der Nutzungsmischung zur symbiotischen Flächennutzung in Mischgebieten....	219
6.3.2	Ansätze zur Förderung von symbiotischen Flächennutzungen.....	222
6.3.2.1	Multikodierung.....	222
6.3.2.2	Matchmaking zur Förderung von Space Sharing.....	222
6.4	Synthese.....	223
7	Arbeitspaket 6: Fazit und Empfehlungen.....	225
7.1	Fazit.....	225
7.2	Empfehlungen.....	227
8	Literaturverzeichnis.....	231
A	Anhänge.....	241

A.1	Ausgewählte Definitionen zu industrieller Symbiose, Eco Industrial Parks und nachhaltige Gewerbegebiete.....	241
A.2	Liste erhobene Ansätze.....	245
A.3	Interviewleitfaden zu AP 1.5.....	247
A.4	Interviewpartner*innen zu AP 1.5.....	249
A.5	Im Rahmen des AP 4 geführte Interviews (anonymisiert).....	249
A.6	Überblick über die im Rahmen von AP 5 exemplarisch betrachteten Bebauungspläne und Entwürfe.....	250
B	Dokumentation der Fokusgruppen-Workshops (im AP 4.4).....	252
B.1	Virtueller Workshop I: Symbiotische Gewerbegebiete – Vernetzung als Grundlage für zukunftsfeste Gewerbegebiete?!.....	252
B.1.1	Agenda (01.09.2021 (14:00-16:30 Uhr via Zoom).....	252
B.1.2	Dokumentation.....	253
B.2	Virtueller Workshop II: Industrielle Symbiosen in Strukturwandelregionen – Anknüpfungspunkte, Herausforderungen und strukturpolitische Chancen.....	258
B.2.1	Agenda (02.09.2021 (14:00-16:30 Uhr via Zoom).....	258
B.2.2	Dokumentation.....	258

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Illustration braunkohlewirtschaftsnaher Industrieller Symbiosen..	27
Abbildung 2:	Schematisches Beispiel für die Vernetzung von Materialströmen	89
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der Vorteile symbiotischer Gewerbegebiete.....	90
Abbildung 4:	Darstellung der Besetzung eines Gewerbegebietes mit typisierten Symbiosen (Fiktives Beispiel 1)	96
Abbildung 5:	Darstellung der Besetzung eines Gewerbegebietes mit typisierten Symbiosen (Fiktives Beispiel 2)	96
Abbildung 6:	Phasen der Ökobilanzierung nach ISO 14040.....	98
Abbildung 7:	Schematische Darstellung der „Verbindung“ mit der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen.....	100
Abbildung 8:	Zusammenhang zwischen den veränderten symbiotischen Prozessen und der sich verändernden Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen (schematisch)	103
Abbildung 9:	Beispiel für ein unterstützendes Bewertungstools: ESTEM	105
Abbildung 10:	Beispiel für Ergebnisdarstellung der Umweltbewertung: Spinnennetz	108
Abbildung 11:	Logo des Unternehmensnetzwerks KlimaList Hannover.....	111
Abbildung 12:	Webseite „Marktplatz KlimaList“ Hannover.....	112
Abbildung 13:	Masterplan + emission-o-meter NeMo, Berlin.....	114
Abbildung 14:	Grünes Kraftwerk Fechenheim-Nord/Seckbach.....	115
Abbildung 15:	Informations- und -Vernetzungstool mit 3D-Darstellung des Gewerbegebiets ..	122

Abbildung 16:	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Fechenheim-Nord/Seckbach, Frankfurt	125
Abbildung 17:	Begehbarer Leitungsgang Markkleeberg	127
Abbildung 18:	Typische Stakeholder in einem Gewerbegebiet	131
Abbildung 19:	Stakeholder-Rollenprofile	136
Abbildung 20:	Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in den Regionen	155
Abbildung 21:	Entwicklung der Erwerbstätigkeit in den Regionen	156
Abbildung 22:	Bruttowertschöpfung in den Regionen	157
Abbildung 23:	Erwerbstätige je Wirtschaftsbereich	158
Abbildung 24:	Untersuchungsraum und Betrachtungsebenen	162
Abbildung 25:	Mittlere Flächengröße in den Revieren	164
Abbildung 26:	Einordnung der Gewerbeflächen nach Lage im Raum	165
Abbildung 27:	Einordnung der Gewerbeflächen nach Gemeinden	166
Abbildung 28:	Anbindung an Verkehrsnetze und Knotenpunkte	169
Abbildung 29:	Flächen nach Pendlersituation	171
Abbildung 30:	Schematische Illustration braunkohlewirtschaftsnaher industrieller Symbiosen	203

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Überblick über zentrale Hemmnisse und Erfolgsfaktoren	19
Tabelle 2:	Vorschlag für ein Basis-Set an Archetypen für die Projektarbeit	21
Tabelle 3:	Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in den analysierten Strukturwandelregionen	25
Tabelle 4:	Chancen und Herausforderungen durch symbiotische Flächennutzung in urbanen Gebieten	29
Tabelle 5:	Suchraster Symbiotische Gewerbegebiete	60
Tabelle 6:	Einteilung der ermittelten Ansätze nach Symbiosedynamiken (Boons, et al., 2016)	67
Tabelle 7:	Kategorien und Merkmalsausprägungen	71
Tabelle 8:	Überblick Akteure, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse	87
Tabelle 9:	Bewertung des qualitativen Niveaus der symbiotischen Beziehungen der verschiedenen Wirkmechanismen und Ansätze	93
Tabelle 10:	Qualitative Einschätzung des Umsetzungsgrades symbiotischer Ansätze	94
Tabelle 11:	Vorschlag für ein Basis-Set an Archetypen für die Projektarbeit	95
Tabelle 12:	Ermittlung des gewichteten Symbiose Wertes für zwei fiktive Gewerbegebiete	97
Tabelle 13:	CO ₂ -Bilanz des Gewerbegebietes Listerdamm	110
Tabelle 14:	Organisationsformen von Symbiosen	116
Tabelle 15:	Rechtsgrundlagen der räumlichen Planung	117
Tabelle 16:	Wünschenswerte Festlegungen zur Unterstützung von Symbiosen in Gewerbegebieten	128
Tabelle 17:	Stakeholder, Einfluss und Motivation	134
Tabelle 18:	Austauschplattformen für Sekundärmaterialien und Reststoffe [*Zugriff in 2022 fehlerhaft]	138

Tabelle 19:	SWOT-Analyse von Digitalisierungen im Umfeld symbiotischer Gewerbegebiete	142
Tabelle 20:	Kreise und Kreisfreie Städte des Untersuchungsraums	144
Tabelle 21:	Ausgewählte Kennziffern: Fläche, Bevölkerung und Braunkohlebeschäftigte	151
Tabelle 22:	Gemeindestruktur (Stadt und Gemeindetypen)	152
Tabelle 23:	Gemeindestruktur (Zentren)	152
Tabelle 24:	Versorgungsfunktionen in den Untersuchungsregionen	153
Tabelle 25:	Unternehmensstruktur nach sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (2018)	153
Tabelle 26:	Gewerbeanzeigenstatistik	154
Tabelle 27:	Datengrundlage für die sektoral-räumliche Analyse AS 4.2.....	160
Tabelle 28:	Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen	163
Tabelle 29:	Verteilung der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen nach Gemeindetyp	167
Tabelle 30:	Verkehrsanbindung der Industrie- und Gewerbeflächen (arithmetisches Mittel)	168
Tabelle 31:	Zentrale Arbeitsschritte zur Bestandsaufnahme.....	200
Tabelle 32:	Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in den Regionen	201
Tabelle 33:	Zulässige Nutzungen nach BauNVO §§ 6 - 8.....	208
Tabelle 34:	Gegenüberstellung der Symbiose-Ziele in Gewerbe- und Mischgebiet.....	215
Tabelle 35:	Nutzungsmuster und deren Merkmale	220
Tabelle 36:	Chancen und Herausforderungen durch symbiotische Flächennutzung	221

Abkürzungsverzeichnis

ADP	Verbrauch Abiotischer-Ressourcen
AHKW	Abfallheizkraftwerk
AP	Arbeitspaket
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BBSR	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
BMJV	Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
CO₂	Kohlendioxid
EIP	Eco Industrial Parks
ESTEM-Tool	Tool zur Ermittlung eingesparter Treibhausgas-Emissionen des VDI ZRE
F&E	Forschung und Entwicklung
KEA	Kumulierter Energieaufwand
IS	Industrielle Symbiose
LCA	Lebenszyklusanalyse / Life Cycle Assessment
NEMo	Null-Emission-Motzener Straße
RIK	Regionales Investitionskonzept
SVB	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
SWOT	Stärken und Schwächen-Analyse
THG	Treibhausgas(e)
UBA	Umweltbundesamt
VDI ZRE	Kompetenzzentrum für zirkuläre Wirtschaft und Ressourceneffizienz

Zusammenfassung

In der wissenschaftlichen Debatte wird industriellen Symbiosen, also der Nutzung von Nebenprodukten – einschließlich Energie, Wasser, Fläche, Materialien oder andere betriebliche Ressourcen – durch ein oder mehrere andere benachbarte Unternehmen ein hohes Potential zur Steigerung der Gesamteffizienz entsprechender überbetrieblicher Kooperationen zugesprochen. Im industriellen Bereich, beispielsweise in Chemieparks, aber auch an den Standorten großer konventioneller Kraftwerke, sind häufiger entsprechende vernetzte Anlagen vorzufinden. **In branchengemischten Gewerbegebieten sind** derartige „symbiotische“ Verknüpfungen **benachbarter Betriebe** bislang dagegen **eher eine Ausnahme**.

Vor dem Hintergrund der Dringlichkeit einer klima- und ressourcenschonenden Transformation der produzierenden Wirtschaft, dem zunehmend verbreiteten Wunsch nach einer Steigerung der Standort-Qualität in Bestandsgewerbegebieten und begrenzten Flächenverfügbarkeiten für Gebietsneuausweisungen rückt die Thematik derartiger symbiotischer Beziehungen in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus der Diskussion um die nachhaltige Gewerbegebietsgestaltung. Zudem ergibt sich aus dem aktuellen Erneuerungsbedarf vieler Bestandsgewerbegebiete **aktuell ein besonderes Zeitfenster für die Umsetzung symbiotischer Ansätze und damit zur Stärkung von Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutz in Gewerbegebieten**.

Da es bislang an einer **systematischen Bestandsaufnahme**, den unterschiedlichen Vernetzungstypen und Umweltwirkungen, ihren Vor- und Nachteilen sowie auch den fördernden und hemmenden Rahmenbedingungen von industriellen und gewerblichen Symbiosen fehlt, beauftragte das Umweltbundesamt im Rahmen des Ressortforschungsplanes eine entsprechende wissenschaftliche Untersuchung. Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden in 5 inhaltlichen Arbeitspaketen (AP) verschiedenste Aspekte symbiotischen Gewerbegebiete in den Fokus genommen:

1. Im AP 1 „**Status quo-Recherche**“ wurde basierend auf einer operationalisierbaren Definition „symbiotischer Gewerbegebiete“ eine strukturierte Bestandsaufnahme zu theoretischen Konzeptionen und praktischen Umsetzungen von Symbiosen in Gewerbegebieten durchgeführt.
2. Im AP 2 „**Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete und entsprechender Umwelteffekte**“ wurde ausgehend von den verschiedenen Arten der wechselseitigen Verknüpfung der beteiligten Unternehmen und deren verschiedenartiger Intensität eine Typisierung solcher symbiotischen Beziehungen in Gewerbegebieten entwickelt. Weiterhin wurden Konzepte diskutiert, wie eine sachgerechte, aber pragmatische Bewertung der Umwelteffekte symbiotischer Beziehungen in Gewerbegebieten erfolgen kann.
3. Im AP 3 „**Wirtschaftliche, administrative und planerische Rahmenbedingungen**“ wurden geeignete Rahmensetzungen, die für eine Realisierung von symbiotischen Gewerbegebieten förderlich sind, abgeleitet. In diesem Kontext wurden auch prototypische Rollenprofile für die beteiligten Kernakteure bei Transformationsprozessen in Gewerbegebieten entwickelt.
4. Das AP 4 „**Strukturpolitische Potentiale durch symbiotische Gewerbegebiete**“ zielte darauf ab, zu prüfen, inwieweit die Konzeption symbiotischer Gewerbegebiete auf Regionen übertragbar ist, die im Rahmen des Kohleausstiegs von einem Strukturwandel betroffen sind. Insbesondere die Fragen, inwiefern bestehende Symbiosen weiterbestehen oder ausgebaut werden können, sich hieraus positive Umwelteffekte ergeben und ob diese Regionen durch diese für ansiedlungswillige Unternehmen attraktiver werden und damit ein Beitrag zur Stabilisierung von Wertschöpfung und Arbeitsplätzen erreicht werden kann, standen dabei im Mittelpunkt.

5. Im AP 5 „**Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte städtische Quartiere: Potentiale und Hemmnisse**“ wurde die Hypothese geprüft, dass auch mischgenutzte urbane Quartiere von symbiotischen Ansätzen - wie sie in Gewerbegebieten verfolgt werden- profitieren können. Hierzu wurden verschiedene Ansätze zusammengetragen und vor dem Hintergrund des deutschen Planungssystems diskutiert.
6. In AP 6 „**Fazit und Empfehlungen**“ wurden die Ergebnisse zusammengeführt, in adressatengerechte Empfehlungen überführt und im Rahmen eines Fachgesprächs gespiegelt:
 - ▶ Empfehlungen, wie die Reviere bei der Gestaltung eines nachhaltigen, proaktiven Strukturwandels und insbesondere beim Aufbau symbiotischer Gewerbegebiete unterstützt werden können. Sie richten sich vorrangig an die Akteure aus Bund, Ländern und Kommunen, die mit der Bewältigung der strukturpolitischen Herausforderungen des Kohleausstieges befasst sind.
 - ▶ Leitfaden, der Gewerbetreibende und andere Akteure vor Ort wie etwa Gewerbegebietsmanagende oder kommunale Wirtschaftsfördernde darüber informiert, welche Ansätze es für symbiotische Beziehungen in Gewerbegebieten gibt, welche Potentiale mit diesen Ansätzen verbunden sind und wie eine praktische Umsetzung solcher Ansätze unterstützt werden kann.

Im Folgenden werden zentrale Ergebnisse des Vorhabens zusammengefasst:

Status quo-Recherchen (AP 1)

Die Status quo-Recherche im AP 1 untersuchte die Fragestellung: „Gibt es bereits innovative symbiotische Ansätze für Gewerbegebiete und – falls ja – wie wurden diese implementiert, was waren die Erfolgsfaktoren und wo lagen ggf. Hemmnisse?“.

Da bislang ein einheitliches Begriffsverständnis zum grundlegenden Konzept der industriellen Symbiose fehlt, wurden im ersten Schritt relevante Teilaspekte der industriellen Symbiose anhand ausgewählter theoretischer Ansätze und praktischer Umsetzungen identifiziert und als Kernelemente des Untersuchungsgegenstandes „Symbiotische Gewerbegebiete“ festgelegt:

- ▶ Überbetriebliche Kooperation zwischen mehreren Unternehmen aus verschiedenen Branchen, die üblicherweise keine Berührungspunkte aufweisen,
- ▶ In lokalen und heterogen strukturierten Agglomerationsräumen von Unternehmen, die in einem räumlich abgegrenzten Bereich ansässig sind,
- ▶ Mit ökonomisch-ökologischer Zielsetzung und dabei ggfs. mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung nachhaltig orientiert,
- ▶ Typische Schwerpunkte sind physische Austauschbeziehungen von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten, aber auch gemeinsam in Anspruch genommene Dienstleistungen, gemeinsam genutzte Infrastruktur, Wissenstransfer und menschliche Ressourcen,
- ▶ Bottom-up oder top-down initiiert über verschiedene Organisationsformen mit tendenziell eher langfristigem Charakter, teilweise unter Beteiligung von Vermittlern.

Mit dieser konzeptionellen Rahmung wurden eine breit angelegte systematische Internet- und Datenbankrecherche sowie vertiefende Expert*inneninterviews zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen durchgeführt.

Die Rechercheergebnisse bestätigen die These, dass das Konzept der industriellen Symbiose in deutschen Gewerbegebieten kaum verbreitet ist. Dennoch konnten insgesamt 62 Ansätze in Deutschland identifiziert werden, die mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung zumindest Elemente der branchenübergreifenden Kooperation in Gewerbegebieten zur Ressourcenschonung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit enthielten.

Die Vernetzung der ansässigen Betriebe in den Gewerbegebieten untereinander, als eine Grundvoraussetzung für eine überbetriebliche „symbiotische“ Zusammenarbeit, ist in der Regel (noch) wenig ausgeprägt. Auf bestehende Kommunikations- und Kooperationsstrukturen, wie z. B. Standortgemeinschaften, konnte nur in den wenigsten Fällen zurückgegriffen werden.

Fast alle Ansätze befinden sich im Stadium von Modellvorhaben oder der theoretischen Planung. Für die meisten Akteure stellt das Thema überbetriebliche Zusammenarbeit in Gewerbegebieten weiterhin Neuland dar. Die identifizierten Projekte fokussierten sich meist darauf, Potentiale und Handlungsmöglichkeiten für überbetriebliche Kooperationen zu erheben, und konnten im Bereich des Netzwerkaufbaus einige Erkenntnisse erlangen und auch Erfolge vorweisen. Der Weg zur Umsetzung von im Sinne des Ressourcenschutzes wirksamen Maßnahmen blieb vielerorts unklar.

Die Maßnahmenumsetzung beschränkt sich derzeit fast vollständig auf niederschwellige organisatorische Maßnahmen und oberflächliche Austauschbeziehungen. Trotz vielversprechender Potentiale konnten nur wenige höherschwellige technisch-bauliche Maßnahmen als realisiert ermittelte werden.

Übergreifend ist allerdings anzumerken, dass auch nach mehreren Jahren in keinem der ermittelten Fälle eine Evaluation der Projekte durchgeführt wurde. Aus diesem Grund fehlen leider größtenteils aussagekräftige Daten zur Wirksamkeit der impulsgebenden Projekte und zum Umsetzungsstand der daraus abgeleiteten Maßnahmenvorschläge.

Eine Analyse der erhobenen Ansätze in Bezug auf die zugrundeliegende Symbiosedynamik nach Boons et. al. (2016) zeigte, dass etwa die Hälfte dieser Ansätze durch eine öffentliche oder dritte Partei in den Gewerbegebieten initiiert wurde, um eine beispielhafte Entwicklung zu erproben und die Erfahrungen an andere Standorte zu übertragen (Pilotprojekte). Die andere Hälfte der ermittelten Ansätze wurde ebenfalls von einer öffentlichen oder dritten Partei initiiert. Hierbei war die Entstehung von Symbiosen in einen kollektiven Lernprozess eingebunden, in dem Unternehmen und die dritte Partei bestrebt waren ein symbiotisches Netzwerk zu entwickeln (Kollektives Lernen). Eine flächendeckende Unterstützungsstruktur für symbiotische Ansätze in Gewerbegebieten ist in Deutschland nicht vorhanden. Dementsprechend spielen Dynamiken wie „Ermöglichung durch Vermittler“, „Staatliche Planung“ oder „Öko-Cluster Entwicklung“ derzeit keine oder nur eine untergeordnete Rolle bei der Implementation von Symbiose in deutschen Gewerbegebieten.

In den vertiefenden Expert*inneninterviews zeigte sich, dass sich an einigen Standorten durchaus auch Austauschbeziehungen entwickelten, die von den Unternehmen selbst initiiert wurden. Bei dieser „Selbstorganisation“ erkennen Betriebe Vorteile durch symbiotische Austauschbeziehungen mit einem anderen benachbarten Partner und setzen diese ohne zusätzliche Beteiligte bilateral oder multilateral um. Derartige organisch gewachsene Kooperationen ergaben sich stellenweise im Anschluss an die von den öffentlichen oder dritten Akteuren initiierten Ansätzen, die die Akteure erstmalig zusammenbrachte. Hierbei kam es zu Austauschbeziehungen, die in den top-down implementierten Projekten eigentlich nicht intendiert waren. Solche organisch gewachsenen Kooperationen sind meist wenig institutionalisiert, blieben oft weitgehend unerkannt und konnten auch im Rahmen der breit angelegten Internetrecherche im ersten Analyseschritt nicht systematisch entdeckt werden.

Mithilfe der Expert*inneninterviews wurden sowohl hemmende als auch fördernde Faktoren in Bezug auf Ausgangssituation und Prozessverläufe bei der Implementation von symbiotischen Gewerbegebieten für ausgewählte Fallbeispiele identifiziert. Die Ergebnisse liefern Hinweise darauf, welche Standort- und Unternehmenseigenschaften überbetriebliche Kooperationen fördern oder hemmen können (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Überblick über zentrale Hemmnisse und Erfolgsfaktoren

Ebene	Hemmnisse	Erfolgsfaktoren
Kommunale Ebene	Fehlendes Wissen über Gewerbegebiete & Bedarfe lokaler Unternehmen	Aktive Bestandspflege und Initiierung von Kooperationen (Gewerbegebietsmanagement)
Kommunale Ebene	Hohe Erwartungshaltung, dass Betriebe in vernachlässigten Standorten zu Klima- und Ressourcenschutz beitragen werden.	Bereitschaft dazu, Standortprobleme in vernachlässigten Gewerbegebieten anzugehen
Kommunale Ebene	Fehlende Kommunikationsstrukturen	Regelmäßige Dialogformate mit den gebietsansässigen Unternehmen
Kommunale Ebene	Geringe personelle Kapazitäten der Kommunen	Ressortübergreifendes Vorgehen sowie Beteiligung und Aktivierung von weiteren Akteuren vor Ort
Gebietsebene	Bestands-Gewerbegebiete, die als vernachlässigte Standorte wahrgenommen werden	Gemeinsame Problemlagen der Unternehmen, die als verbindendes Element gemeinsame Initiativen initiieren.
Gebietsebene	Fehlendes Wissen über benachbarte Betriebe in weitgehend anonymen breit gemischten Gewerbegebieten	Standortgemeinschaft und/oder bestehende bilaterale Kooperationen
Gebietsebene	Fokus der ansässigen Betriebe aufs eigene Kerngeschäft und fehlende personelle Kapazitäten für überbetriebliche Ansätze	Flexibler Beteiligungsprozess und Arbeit mit „Willigen“
Gebietsebene	Fehlendes Vertrauen in die Umsetzung wenig formalisierter Kooperationen	Erproben von Kooperation bei niedrigschwelligen initialen Vorhaben
Gebietsebene	Fehlendes Wissen und schlechte Datenlage zu Energie- und Ressourcenverbrauch	Externe praxisnahe Expertise
Gebietsebene	Branchenvielfalt als Herausforderung: Vielfalt an Bedarfen	Branchenvielfalt als Chance: Matching von spezifischen lokalen In- und Outputs
Betriebliche Ebene	Filialbetriebe mit standortfernen Entscheidungsstrukturen	Ortsverbundene / Inhabergeführte Unternehmen
Betriebliche Ebene	Innerbetriebliche Beharrungskräfte	Offene Firmenkultur; Zurückgreifen auf erfolgreiche Best-Practice-Beispiele

Ebene	Hemmnisse	Erfolgsfaktoren
Betriebliche Ebene	Fehlende Anreize und Investitionsmittel	Kurze Amortisationszeiten sowie Betonung nichtmonetärer Mehrwerte, wie z. B. CO ₂ -Einsparungen

Quelle: eigene Darstellung nach Angstmann, Jepsen & Wolf 2023 (Ökopool).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Feld der überbetrieblichen Kooperation in Gewerbegebieten zur Ressourcenschonung und Verbesserung der Standortqualität derzeit noch eher ein Nischenthema darstellt. In dem Bereich verfügen weder Kommunen noch Unternehmen vollumfänglich über das notwendige Wissen und die entsprechenden Ressourcen. Insbesondere was die Umsetzung technisch aber auch vertraglich komplexer Austauschbeziehungen betrifft, fehlt es akteursübergreifend an Ressourcen, Know-How und etablierten Verfahren. Die Unternehmen zeigen sich an identifizierten, potentiellen Möglichkeiten zwar oft interessiert, agieren aber abwartend bei der Umsetzung, wenn schnelle „einfache“ Lösungen zur Erschließung dieser Potentiale nicht unmittelbar erkennbar sind.

Der insgesamt eher als anekdotisch, experimentell zu bezeichnende Stand des Wissens und ein Fehlen von plakativen Erfolgsgeschichten und gezielten und fachkundigen Unterstützungsangeboten stehen einer größeren Verbreitung von symbiotischen Gewerbegebieten derzeit im Weg.

Das größte Hemmnis für überbetriebliche Zusammenarbeiten stellt dabei sicherlich der Fakt dar, dass Gewerbegebiete als betriebsübergreifende Handlungsräume lange Zeit nicht beachtet wurden. Dadurch bestehen in heterogen strukturierten Gewerbegebieten vielfach weder von Dritten organisierte noch bottom-up gewachsene Kommunikations- und Organisationsstrukturen, die den Betrieben einen Raum für Austausch, Vertrauensaufbau und Zusammenarbeit bieten. Folglich haben die Betriebe auch meist keinerlei Erfahrung in der Kooperation mit benachbarten Unternehmen. Hier konnten in einzelnen Modellprojekten vielversprechende Strategien aufgezeigt werden, wie Impulse für unternehmensübergreifende Kooperationen gesetzt werden können. Insbesondere der Aufbau von Standortgemeinschaften und eine kontinuierliche Begleitung durch ein Gewerbegebietsmanagement wird von Expert*innen übergreifend empfohlen.

Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete und Ermittlung entsprechender Umwelteffekte (AP 2)

Aufgabe des AP 2 war es ausgehend von den Ergebnissen der Status quo-Aufnahme eine Typisierung symbiotischer Beziehungen in Gewerbegebieten zu entwickeln.

Zu diesem Zweck nahmen die Gutachter*innen eine Unterteilung der identifizierten symbiotischen Beziehungen in Hinblick auf die drei unterschiedlichen Wirkungsmechanismen

- i. Verkopplung von Material- und Energieströmen
- ii. Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen
- iii. Bündelung unternehmerischer Kompetenzen und Möglichkeiten

vor.

Zwischen den unterschiedlichen Symbiose-Maßnahmen innerhalb dieser drei Wirkungsbereiche lassen sich jeweils Maßnahmen mit einer niedrigeren bzw. einer höheren Intensität der Verkopplung bzw. einem niedrigerem/höherem Grad an resultierender Verbindlichkeit/Abhängigkeit identifizieren. Diese Symbiose-Niveaus können als charakterisierendes Merkmal genutzt werden. Dazu kommt, dass praktische Umsetzungen von Symbiose auf den unterschiedlichen Niveaus innerhalb der drei Wirkungsmechanismen derzeit deutlich unterschiedlich verbreitet sind. Auch dieser Realisierungsgrad stellt ein charakterisierendes Merkmal dar.

Werden diese Merkmale Symbiose-Niveau und Realisierungsgrad gemeinsam herangezogen, so können die folgenden fünf Archetypen „symbiotischer Gewerbegebiete definiert werden.

Tabelle 2: Vorschlag für ein Basis-Set an Archetypen für die Projektarbeit.

Archetypen	Erreichtes Symbiose Niveau (nach Wirkmechanismen)		
	Wirkmechanismus I (Verkopplung von Stoff und Energieströmen)	Wirkmechanismus II (gemeinsch. Nutzung betriebl. Ressourcen)	Wirkmechanismus III (Bündelung unternehmerischer Kompetenz)
Typ 0 „nicht symbiotisch“	nicht ¹	nicht	nicht
Typ 1 „Basis“	niedrig	niedrig	nicht
Typ 2 „gute Praxis“	niedrig	hoch	niedrig
Typ 3 „ambitioniert“	hoch	hoch	niedrig
Typ 4 „innovativ“	hoch	hoch	hoch

Quelle: eigene Darstellung (Ökopol).

Die Verteilung dieser Symbiose-Typen lässt sich für den Unternehmensbestand in konkreten Gewerbegebieten analysieren. Die so ermittelte symbiotische Qualität der verschiedenen Gebiete kann dann sowohl grafisch aufbereitet, als auch in einem qualitativen Faktorwert dargestellt werden.

Neben der vorstehend beschriebenen Typisierung waren im Rahmen des AP 2 auch geeignete Konzepte für eine sachgerechte, praktische Bewertung der Umwelteffekte symbiotischer Beziehungen in Gewerbegebieten zu diskutieren.

Grundsätzlich können symbiotische Gewerbegebiete in ihrer Gesamtheit zum Gegenstand „vollständiger“ Ökobilanzierungen gemäß ISO 14040 in Verbindung mit DIN ISO 14044 gemacht werden. Derartige Ökobilanzierungen auf der Ebene der Gesamtgebiete sind angesichts der schiereren Mengen an zu betrachtenden Prozessen und benötigten Daten allerdings überkomplex und damit praktisch kaum umsetzbar. Deshalb stand im Zentrum der im Vorhaben durchgeführten Analysen die Fragen, wie eine pragmatische Vereinfachung der Umweltbewertung erfolgen kann.

Derartige Vereinfachungen sollten sich sachgerechter Weise aus der Zielstellung der Bewertung ergeben. Also der Antwort auf die Frage „Wozu wird eine („ökobilanzierende“) Umweltbewertung benötigt?“ bzw. zur Beantwortung welcher Fragestellung. Im Kontext des hier vorliegenden Vorhabens lautet die zentrale Fragestellung: „Wie hoch ist der Umweltvorteil, der sich aus (verschiedenartigen) symbiotischen Beziehungen in einem Gewerbegebiet ergibt?“

Als erste Vereinfachung bietet es sich hier an, eine komparative bzw. vergleichende Umweltbewertung durchzuführen. Dabei wird dann „nur“ das durch die etablierten Symbiosen verursachte Delta zwischen den realen Energie-, Material, Produkt- und Verkehrsströmen sowie ggf. Veränderungen in der Flächeninanspruchnahme für die Sachbilanz herangezogen. Dieses Delta ist gedanklich wieder an der Systemgrenze des zu betrachtenden Gewerbegebietes und der umgebenden „Außenwelt“ zu bestimmen.

¹ „nicht“ bedeutet hier jeweils, dass keine symbiotischen Ansätze umgesetzt wurden/werden.

Alle anderen Aspekte, die in beiden Situationen unverändert bleiben, werden nicht mit betrachtet. Dieses Nicht-Betrachten nicht relevanter (da in beiden Zuständen – vor und nach der Durchführung der Maßnahme – unveränderter) Stoff- und/oder Energieströme entspricht auch den Vorgaben der einschlägigen ISO-Normen zur Ökobilanzierung (ISO 14040 und 14044) in Hinblick auf den Vergleich zweier (Produkt²-)Systeme.

Diese Reduktion der Betrachtung beim komparativen Umweltvergleich ist allerdings nur unter der Voraussetzung sachgerecht, dass die beiden zu vergleichenden „Systeme“ (hier Gewerbegebiete mit und ohne bzw. mit unterschiedlichen Grad symbiotischer Beziehungen) jeweils den gleichen „Nutzen“ erbringen. Als geeignete Referenzgröße für die Nutzengleichheit bietet sich hier der „Korb der vom Gewerbegebiet nach Außen gelieferten Waren/Serviceleistungen“ an. Dieser „Warenkorb“ muss bei den zu vergleichenden Gewerbegebieten also gleichartig sein.³

Die Frage nach den Effekten von symbiotischen Beziehungen zwischen unterschiedlichen Betrieben im Gewerbegebiet lässt sich neben dem komparativen Vergleich der gesamten Gewerbegebiete allerdings auch beantworten, in dem die Effekte der Veränderungen durch die einzelnen symbiotischen Maßnahmen / Prozessumstellungen einzeln bilanziert und bewertet und diese Effekte (Umweltwirkungen) dann für das gesamte Gebiet aufaddiert werden.

Diese Herangehensweise ist in der Praxis deutlich einfacher umsetzbar, da sie u. a.:

- ▶ der üblichen Perspektive der an den verschiedenen Maßnahmen jeweils beteiligten Akteuren (Betriebe, Planer, Anlagenbauer etc.) entspricht.
- ▶ auf dieser Ebene entweder aus der Planung und/oder aus der Umsetzung/Prüfung der Maßnahmen fast immer die für die Sachbilanzierung benötigten Betriebsdaten (Mengenströme etc.) und die Daten für die Anlagenveränderung bzw. zusätzliche Anlagen (wie etwa eine Rohleitung für die Übertragung von Wärme o. ä.) unmittelbar vor liegen.
- ▶ für derartige (Umwelt-) Bewertungen von Einzelprozessen/-maßnahmen neben einer Vielzahl von praktischen Erfahrungen, publizierten Referenzbeispielen u. ä. einschlägige unterstützende IT-Tools verfügbar sind.

Nur z.T. direkt mit der Abgrenzung des Sachgegenstandes verknüpft ist die Frage der Ermittlung der Daten für die Sachbilanzierung. Hier sollte nach Möglichkeit auf spezifische Informationen aus entsprechenden Datenerhebungen „vor-Ort“ zurückgegriffen werden. Sind die Symbiosen noch nicht realisiert, ist allerdings ersatzweise auf entsprechende Planungs- oder Auslegungsdaten zurückzugreifen.

Während dann nachfolgend im Rahmen der Wirkungsanalyse für direkte Entnahmen aus der Umwelt oder Emissionen in die Umwelt im Gewerbegebiet auch auf primäre (Mess-)Daten zurückgegriffen werden kann und sollte, sind die Wirkungen der vor- und nachgelagerten Beschaffungs-, Behandlungs- und Lieferketten dagegen regelmäßig auf Grundlage von Datensätzen aus entsprechenden Ökobilanzdatenbanken zu ermitteln. Hier kann auf etablierte Ökobilanzierungstools zurückgegriffen werden, die allerdings meist kostenpflichtig sind und die zu ihrer korrekten Anwendung regelmäßig entsprechende Fachkenntnisse erfordern.

² Die referenzierten Normen zu Ökobilanzierung sind ursprünglich für Produkt-Ökobilanzen entwickelt worden. Dies wird zum Teil in den Begrifflichkeiten deutlich. Faktisch ist aber auch die Anwendung auf andere „Systeme“ möglich und zulässig.

³ Dies bedeutet auch, dass wenn z. B. durch die Umsetzung einer symbiotischen Verknüpfung innerhalb des Gewerbegebietes aus einem Abfall ein zusätzliches Produkt erzeugt und „ausgeliefert“ wird, die Produktion dieses zusätzlichen Nutzens im Referenzgebiet ohne Symbiose als zusätzlicher Prozess (mit dem entsprechenden Material und Energieverbrauch etc.) zu „ergänzen“ ist.

Um auch in diesem Bereich Komplexität und Aufwand zu reduzieren, wird von den Autoren mit entsprechenden Begründungen vorgeschlagen, für die Wirkungsanalyse „nur“ den Wirkungspaarparameter „THG-Potential“ heranzuziehen und diesen gezielt durch Proxis für andere Wirkungsbereiche zu ergänzen, und zwar mit einer Betrachtung der KEA-Werte für veränderte Vor-Produkt- und Materialströme, mit Werten für die (zusätzliche) Verkehrsintensität sowie mit der (zusätzlichen) Flächeninanspruchnahme/Flächenversiegelung und ggf. weiteren qualitativen Beschreibungen zu den Auswirkungen auf die Biodiversität und die Klima-Resilienz.

Wirtschaftliche, administrative und planerische Rahmenbedingungen (AP 3)

Ergänzend zu den vorstehend beschriebenen Analysen in AP 1 und AP 2 wurden im Arbeitspaket 3 wirtschaftliche, administrative, rechtliche und planerische Rahmenbedingungen geprüft, die Ansätze zur Realisierung von symbiotischen Gewerbegebieten unterstützen können. Ziel war es zu ermitteln, wie der ökologisch vorteilhafte Ansatz der überbetrieblichen Vernetzung in wirtschaftlicher und planungsrechtlicher Hinsicht unterstützt werden kann. Dabei wurde von jenen hemmenden Faktoren ausgegangen, die im Rahmen der Bestandsaufnahme identifiziert worden waren.

Wirtschaftlich können Symbiosen durch gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen Kosten senken und die Wettbewerbsfähigkeit steigern. Allerdings besteht (fast) immer die Hürde der Finanzierung der Anbahnung und der vorlaufenden Planung solcher symbiotischer Vernetzungen. Der Aufbau eines Nachbarschafts-Netzwerks oder eines Gewerbegebietsmanagements können hier als unterstützende Ansätze erachtet werden. Eine Finanzierung insbesondere dauerhafter Gebietsmanagement-Strukturen kann über Gebühren oder Fördermittel erfolgen. Im Erfolgsfall übernehmen Unternehmen langfristig die finanzielle Unterstützung des Managements, wenn wirtschaftliche Vorteile sichtbar werden.

Für eine fundierte technisch-ökonomische Planung und Beurteilung symbiotischer Vernetzungen müssen regelmäßig umfangreiche, teilweise sensible einzelbetriebliche Daten erhoben werden. Der Widerstand gegenüber einer vorlaufenden Offenlegung derartiger unternehmensbezogener Daten stellt eine Hürde für eine sachgerechte Prüfung der Potentiale von unternehmensübergreifenden Symbiosen dar. Eine Einbindung unabhängiger, zur Vertraulichkeit verpflichteter Dritter (z. B. im Rahmen eines Gebietsmanagements) kann hier „Brücken bauen“.

Im Rahmen der Realisierung zwischenbetrieblicher Verknüpfung von Stoff- oder Energieströmen bedarf es vielfach der Überwindung planerischer Hürden in Form notwendiger Genehmigungen gerade für die Querung öffentlicher Straßen, Wege und Flächen mit Kabeltrassen, Rohbündeln oder auch lediglich Abfalltransporten.

Bei der Neuplanung von Gewerbegebieten kann die Kommune durch entsprechende Festlegungen in Bebauungsplänen, wie beispielsweise für lokale Wärme- oder Stromnetze für Einspeisepunkte größerer PV-Anlagen o. ä. eine spätere Erschließung von Symbiosepotenzialen deutlich erleichtern. Weitere Anpassungen im Planungsrecht könnten nötig sein, um Symbiosen aktiver zu fördern, etwa durch Ausnahmegenehmigungen im Bebauungsplan oder zusätzliche städtebauliche Verträge.

In bestehenden Gebieten stellt sich die Situation häufig etwas schwieriger dar. Zum einen bedarf es hier ggf. der nachträglichen Anpassung von Planungsvorgaben bzw. entsprechender Sondererlaubnisse und zum anderen sind bestehende Ver- und Versorgungsstrukturen vielfach auch technisch nicht ohne Weiteres an die zusätzlichen Anforderungen gebietsinterner Vernetzungen anpassbar. Eine enge Einbindung der kommunalen bzw. regionalen Genehmigungsbehörden in (an-)laufende Prüf- und Planungsprozesse zu Symbiosepotenzialen in den Gewerbegebieten

kann hier nachlaufende Umsetzungshürden verringern und bestehende Lösungsansätze für Genehmigungs- und Realisierungsschritte aufzeigen. Bei einer derartigen frühzeitigen Einbindung können stärker formalisierte Managementstrukturen in den betroffenen Gebieten hilfreich sein.

In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit illustrieren Fallbeispiele erfolgreiche Modelle der überbetrieblichen Zusammenarbeit, die durch öffentliche Finanzierungen, kollektive Geschäftsmodelle oder durch institutionelle Träger organisiert wurden. Nachhaltigkeits- oder Klimaschutzinitiativen spielen hierbei eine zunehmend wichtige Rolle, wie die Erfolge in den Projekten „KlimaList“ in Hannover, „GET.MIN“ in Nordrhein-Westfalen und das „Unternehmensnetzwerk Motzener Straße“ in Berlin zeigen. Diese Modelle demonstrieren, wie unterschiedliche Organisationsformen und Finanzierungsmodelle zur erfolgreichen Implementierung von Symbiosen in Gewerbegebieten beitragen können.

Eine im Forschungsvorhaben durchgeführte Stakeholderanalyse identifizierte relevante Akteure wie Unternehmenseigentümer, Flächenbesitzer, Beschäftigte, Ver- und Entsorger, Kunden, Anwohnende, Politik, Wirtschaftsförderung sowie Forschungseinrichtungen. Jeder dieser Akteure hat eigene Interessen und Einflussmöglichkeiten auf den Transformationsprozess. Unternehmenseigentümer und Management sind entscheidende Schlüsselfiguren für die erfolgreiche Initiierung und Implementierung von Symbiosen in den Betrieben, während Lieferanten, Abnehmer und Dienstleister durch eigene Informationen und Daten aber auch perspektivische Erwartungen zur Verbreiterung der Informationsbasis beitragen können. Politik und Wirtschaftsförderung spielen mittels gesetzliche Rahmensetzungen und Anreize eine wichtige flankierende Rolle. Forschungs- und Beratungseinrichtungen können durch systematische Analysen und strukturierte Maßnahmenplanungen wichtige Unterstützung leisten.

In einem letzten Schritt wurden die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Digitalisierung im Kontext symbiotischer Gewerbegebiete untersucht. Die Digitalisierung kann das Matching von Bedarfen und Angeboten sowie die Initiierung und Koordination von überbetrieblichen Kooperationen vereinfachen. Digitale Plattformen ermöglichen den Austausch von Informationen und Ressourcen und unterstützen damit die Vernetzung von Unternehmen. Zudem können digitale Technologien selbst Bestandteil von Symbiosen werden, etwa durch die Nutzung von Abwärme aus Rechenzentren oder die Anwendung additiver Fertigungstechnologien, um Ressourcen effizienter zu nutzen. Gleichzeitig bringt die Digitalisierung Herausforderungen mit sich, wie den erhöhten Energie- und Ressourcenbedarf. Probleme im Bereich der IT-Sicherheit, des Datenschutzes und der wechselseitigen Kompatibilität bestehender betrieblichen IT-Strukturen bilden hier z.T. aber auch bedeutende Hürden. Wie andere technische Aspekte sind deshalb auch IT-Fragen frühzeitig in die Prüf- und Planungsprozesse überbetrieblicher Vernetzungen einzubeziehen.

Strukturpolitische Potentiale durch symbiotische Gewerbegebiete (AP 4)

Das Arbeitspaket zielte darauf ab, symbiotische Beziehungen in den bestehenden (vier) Braunkohlerevieren zu erfassen. Der Fokus lag hier auf den strukturpolitischen Potentialen des Ansatzes der industriellen Symbiose. Bei den Analysen wurden schrittweise vorgegangen. Nachdem im ersten Schritt eine charakterisierende Gegenüberstellung der vier Reviere erfolgte, wurde in einem zweiten Schritt die Gewerbeflächensituation innerhalb der vier Regionen auf Basis einer Geodatenanalyse ausgewertet und diese Ergebnisse durch Interviews mit Expert*innen eingeordnet und validiert. Anschließend erfolgte eine Betrachtung von exemplarischen Gewerbegebietstypen sowie die Ermittlung lokaler bzw. regionaler Potentiale für zukünftiges symbiotisches Wirtschaften. Diese Arbeiten wurden durch Interviews sowie im Rahmen fokussierter Gruppengespräche mit Akteuren aus den Regionen realisiert.

Anknüpfend an die Ergebnisse der Status quo-Recherche (AP 1) wurde bei der Analyse der untersuchten Strukturwandel-Regionen ersichtlich, dass nur wenige zwischenbetriebliche Verknüpfungen in den analysierten Gewerbegebieten bekannt sind, die auf einer symbiotischen Nutzung von Neben- oder Beiprodukten, gemeinsamer Infrastruktur, oder dem gemeinsamen Bezug von Dienstleistungen beruhen. Die bereits im AP 1 identifizierten Hemmnisse gegenüber der Implementierung derartiger symbiotischer Beziehungen zwischen Gewerbebetrieben konnten somit auch bei der Untersuchung der Reviere bestätigt werden.

Die Betrachtung von Chemie-, Industrieparks und Kraftwerksstandorten zeigte jedoch, dass es innerhalb der Braunkohleregionen und insbesondere in der Lausitz und Mitteldeutschland eine Vielzahl an Betrieben gibt, die derzeit an Industriestandorten (noch) symbiotisch wirtschaften. Hier bilden meist Kraftwerke einen zentralen Ankerpunkt, wie dies auch am vielfach zitierten Paradebeispiel der industriellen Symbiose im dänischen Kalundborg der Fall ist. Insbesondere Unternehmen- und Stoffströme der Braunkohleförderung und der entsprechenden Energieerzeugung sind neuralgische Punkte in den jeweiligen lokalen Stoffstrom- und Energienetzwerken. Die nachstehende Tabelle listet beispielhaft verschiedene im Rahmen der Studie identifizierte Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in Industrie- und Gewerbegebieten auf.

Tabelle 3: Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in den analysierten Strukturwandelregionen

Standorte	Branche / Unternehmen / Produkt	Erklärung	Klassifizierung
BASF Schwarzheide	Stoffverbund: Querverbindungen im Bereich Energie, Dampf, Ressourcen.	Zentral organisiert; Ansiedlungsmanagement durch BASF	energetisch & stofflich ¹
Chemiepark Zeitz	Ansässige Unternehmen	Nachfrage parkseitig angebotener Dienstleistungen (insbes. Abwasser- aufbereitung)	Dienstleistung ¹
Chemiepark Bitterfeld-Wolfen	Ansässige Unternehmen	Nachfrage parkseitig angebotener Dienstleistungen	Dienstleistung ¹
Guben	Recycling; zentrale Bereitstellung von Dienstleistungen;	Carbonrecycling; Dienstleistungen durch Parkbetreiber	Energetisch & stofflich ²
Schwarze Pumpe ²	Ethanol; Gips/Anhydritproduktion Papierindustrie;	Papierfabrik mittlerweile energieautark durch AHKW; Synergie zwischen Papier & Gipsindustrie (Gipskarton)	energetisch & stofflich
Boxberg ²	Gewächshausbetrieb; Gips/Anhydritproduktion; Porenbeton; Klärschlammverbrennung	REA-Gipsproduktion im ersten Lock-down stark eingeschränkt (1.Mio. t./pa).	energetisch & stofflich
Industrie- und Gewerbegebiet Laut ²	Eisenoxid	Gewinnung aus Tagebauwasseraufbereitung als Grundlage für Biogasanlagen	stofflich
Buschhaus ²	Klärschlammverbrennung	Errichtung von Monoverbrennungsanlage/ AHKW an ehemaligem BKKW-Standort	energetisch & stofflich
Neuenrath ²	Gewächshaus	Gemüse- zucht mit Abwärme/CO ₂ aus dem Kraftwerk	energetisch

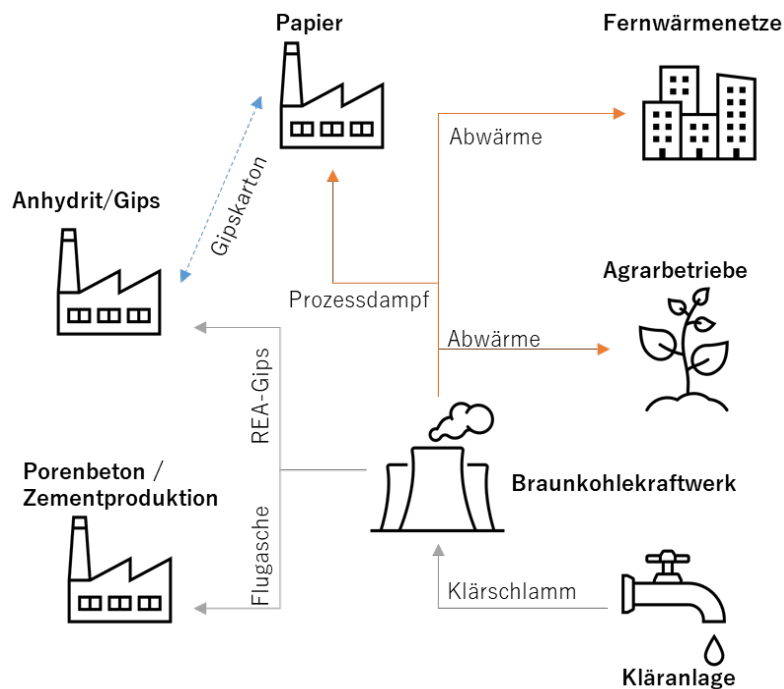
Standorte	Branche / Unternehmen / Produkt	Erklärung	Klassifizierung
Böhlen-Lippendorf ²	Gips; Prozessdampf / Abwärme		energetisch & stofflich
Gewerbegebiet Hansestraße-Ost (Braunschweig) ³	Instrumentenbau & Lackiererei	Klavierbauer nutzt Lackierstraße einer benachbarten Autolackiererei	Produktion & Infrastruktur
Aachen ³	Ehem. Reifenhersteller	Prozesswärme wurde innerhalb des Unternehmens selbst genutzt	energetisch
Heinrich-der-Löwe-Kaserne (Braunschweig) ⁴	Datencenter	Heizung von Wohnimmobilien durch Abwärme	energetisch; urbane Symbiose
Hohenmölsen ⁴	Nah- und Fernwärme	Beheizung der Siedlungen durch Abwärme aus dem Industriekraftwerk Wühlitz	energetisch; urbane Symbiose

¹Chemiepark; ²Kraftwerks-/Tagebaustandort oder Industriepark; ³Gewerbegebiet, ⁴Wohn- & Mischgebiet
Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Während sich diese Vernetzungen an den unterschiedlichen Standorten hinsichtlich des Branchenbesatzes, Umfangs an Austauschbeziehungen und Verbindungen (von bilateralen Austauschbeziehungen hin zu Netzwerken) verschiedenartigen ausgestalten, kreieren all diese Wertschöpfungsnetzwerke insbesondere in periphereren Lagen wichtige Arbeitsplätze.

Mit dem Wegfall der Braunkohlewirtschaft sind somit insbesondere an Orten mit ansonsten geringer industrieller Diversität auch der Wegfall weiterer Arbeitsplätze in den auf der Veredelung von Nebenprodukten basierenden Betrieben ein relevanter Faktor, den es neben der Frage der zukünftigen Energieversorgung von Industrieunternehmen vor Ort zu berücksichtigen gilt. Insbesondere im Bereich der Grundstoffindustrie und Bauwirtschaft ergeben sich somit weitere Herausforderungen. Beispielhaft sei hier der Wegfall von Nebenprodukten wie z. B. REA-Gips genannt. Deutschlandweit wurden 2017 6,42 Millionen Tonnen REA-Gips in Stein- und Braunkohlekraftwerken produziert. Demgegenüber stehen 4,55 Mio. Tonnen Naturgips, die 2018 durch Bergbau in Steinbrüchen und Bergwerken gewonnen wurden (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2019, S. 46).

Abbildung 1: Schematische Illustration braunkohlewirtschaftsnaher Industrieller Symbiosen



Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Die wegfallenden Kraftwerksstandorte bieten allerdings nicht nur Herausforderungen für die Gestaltung des Strukturwandels, sondern möglicherweise auch Ansatzpunkte für die Gestaltung neuer Symbiose-Netzwerke. So gilt es in Zukunft zu überlegen, ob auch (dezentrale) kleinere produzierende Unternehmen Abwärme in Nah- und Fernwärmenetze einleiten können⁴. Gerade den (ehemaligen) Kraftwerksstandorten als Standorten die sowohl über entsprechende Vernetzungsinfrastrukturen als auch über gelebte Kooperationserfahrungen aller Akteure verfügen kommt damit eine zentrale Rolle in der Transformation regionaler Wirtschaftssysteme zu. Bei der Weiterentwicklung dieser Standorte können und sollten Überlegungen zur Fortführung bzw. zur Neuausrichtung von zwischenbetrieblichen Symbiosen, basierend auf dem bestehenden Wissen über die Kopplung verschiedener Wirtschaftszweige (z. B. Energie- und Bauwirtschaft) gezielt genutzt werden.

Von bestehenden Symbiosen und weiteren Anknüpfungspunkten zum symbiotischen Wirtschaften in Industrie- und Chemieparks lassen sich dabei auch relevante Erkenntnisse zur Gestaltung symbiotischer Gewerbegebiete ableiten. So weisen Industrie- wie auch Chemieparks zumeist ein zentrales Ansiedlungsmanagement auf, welches gleichzeitig als Anbieter für verschiedene industriennahe Dienstleistungen (z. B. Werksfeuerwehr, Schienenbahnbetrieb, Rohrbrücken, Abwasseraufbereitung, Sicherheits- und Havarie Services) agiert. Die Nachfrage nach Flächen in Industrieparks in vielen Fällen im Kern auf die Möglichkeit zurückzuführen, dort kontinuierlich und im Rahmen der Gebietstyp typischen erhöhten Emissionsgrenzwerte zu produzieren. Die vorstehend benannten Dienstleistungen stellen hingegen eher ergänzende Anreize für die Ansiedlung dar, da die Unternehmen für die Durchführung der Funktionen keine eigenen Ressourcen vorhalten müssen.

⁴ Dies entspricht den Vorgaben zur Umsetzung des Wärmeplanungsgesetzes (WPG), unvermeidbare Abwärme in der strategischen Wärmeplanung der Kommunen zu berücksichtigen, da sie als elementarer Bestandteil der verpflichtenden Dekarbonisierung der Wärmenetze verstanden wird.

Anknüpfend an die Idee einer „Facilitated Industrial Symbiosis“, in der Mittler die Entstehung von überbetrieblichen Synergien ermöglichen, bieten sich die zentrale Organisation, das zentrale Management und die zentrale Beschaffung oder zur Verfügung Stellung von Dienstleistung somit auch als eine Möglichkeit an, gemischte Gewerbegebiete für ansiedlungsinteressierte Unternehmen attraktiver zu machen.

Übertragung aufutzungsgemischte städtische Quartiere (AP 5)

Die durchgeführten Analysen zeigten, dass der Begriff der „urbanen Symbiose“ zwar im internationalen wissenschaftlichen Diskurs verbreitet ist, hierbei jedoch das gesamte Stadtgebiet und vornehmlich Symbiosen im Bereich der Abwasser- und Abfallentsorgung betrachtet werden. Kleiner skalierte, quartiersbezogene Symbiosen, die Abseits von Industrie und Gewerbe auch weitere Nutzungen miteinbeziehen, sind in der Literatur wenig aufzufinden. Analog zur industriellen Symbiose spielt das Konzept in der deutschsprachigen Forschung und Planungspraxis nur bedingt eine Rolle. Dennoch lassen sich bei genauerer Analyse Einzelfälle finden, die als Symbiosen in Mischgebieten oder zumindest Symbiosen zwischen Gewerbe und weiteren Nutzungen angesehen werden können, häufig jedoch nicht unter dem Begriff auffindbar sind.

Die Untersuchung der Gebietskategorie des „urbanen Gebiets“ zeigt, dass in der anwendungsorientierten Forschung vorliegende Zweifel am Beitrag der Gebietskategorie zur stärkeren Mischung möglicher Nutzungen berechtigt sind und die Kategorie insbesondere zur Mischung von Wohnen und Handel sowie Büronutzungen beiträgt. Die Neuordnung von Gemengelagen in Form von urbanen Gebieten bietet prinzipiell die Möglichkeit, Wohnen und Gewerbe innerhalb einer Überplanung zusammen zu denken.

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass die Wohnnutzung einen Vorrang in Urbanen Gebieten aufweist, während ergänzende Dienstleistungen, Büronutzungen und Nahversorgungsfunktionen den gewerblichen Anteil in den Gebieten abbilden. Vor diesem Hintergrund dient die Kategorie somit eher der räumlichen Abgrenzung von Wohnquartieren zu benachbarten Gewerbegebieten sowie der Ermöglichung von Handel und Dienstleistungen auf Erdgeschosebene. Im Kontext der in den letzten Jahren renditenstarken Entwicklung von Wohnraum zielt sie jedoch weniger auf eine echte Nutzungsmischung, die auch kleinere produzierende Gewerbe- oder Handwerksbetriebe umfasst, ab. Auch spielt die Gleichgewichtigkeit verschiedener Lösungen kaum eine Rolle.

Somit bilden urbane Gebiete keine belastbare Grundlage für die Ansiedlung größerer produzierender Betriebe, die (zumindest als einer von vielen Erzeugern) z. B. in ein lokales Wärmenetz einspeisen könnten. Während die Gebietskategorie in der Theorie also die Grundlage für wirkungsvolle Symbiosen in nutzungsgemischten Quartieren legen könnte, trägt das urbane Gebiet in der Praxis nur wenig zur Schaffung innovativer Lösungen in diesem Feld bei. Mischgenutzte Gebiete allgemein können jedoch als Ausgangspunkt für verschiedenste Symbiosen im Bereich der Energie- und Flächeneffizienz dienen, wenn vorliegende Nutzungen kombiniert bzw. zusammengebracht werden.

Während sich für energetische Symbiosen praktische Beispiele insbesondere aus der Wärmeversorgung finden, die von klassischen Nah- und Fernwärmenetzen bis hin zu dezentralen Lösungen reichen, bietet die Literatur zu nutzungsgemischten Flächen eher Vorschläge für flächeneffiziente Lösungen, die unterschiedliche Nutzungen kombinieren. Wie auch im Fall der symbiotischen Gewerbegebiete sind hier jedoch bei der Etablierung von Lösungen im Bestand die vorliegende Kombination sowie Eigenheiten des Quartiers maßgeblich zur Umsetzung.

Von einer Nutzungssymbiose kann gesprochen werden, wenn die Nutzungen sich gegenseitig bereichern und ergänzen und somit Vorteile über die effizientere Ausnutzung von Flächen und Räumen ein Mehrwert für alle Nutzungen entsteht (teamwerk-architekten, o.J.). Dabei zeigt sich,

dass die Chancen (Einsparung von finanziellen Mitteln oder Flächenneuanspruchnahme) gegenüber den Herausforderungen dominieren (vergl. Dazu auch Tabelle 36).

Tabelle 4: Chancen und Herausforderungen durch symbiotische Flächennutzung in urbanen Gebieten

Zuordnung	Chancen	Herausforderungen
Wirtschaftliche Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> - Höherer Anteil an Laufkundschaft durch Nutzungsmischung - Zwischenmiete als Vorteil für Betriebe in der Gründungsphase - Resilienz durch Nutzungsmischung im Falle des Wegfalls einzelner Nutzungsarten & Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedlichkeit der Bedürfnisse verschiedener Akteure als Konfliktfaktor - Begrenzte Expansionsmöglichkeiten und begrenzte (zeitliche) Flexibilität für Betriebe & andere Nutzende - Verdrängung bestimmter Nutzungen durch lukrativere Nutzungen möglich (z. B. Industrial Gentrification)
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch zentrale Lage als Vorteil bei der Fachkräftegewinnung (Auszubildende etc.) - Sicherheit und Schutz vor Vandalismus durch ganztägig belebte Standorte - Sicherung von Angeboten (Handwerk, Reparatur etc.) im Quartier 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Abstimmungsaufwand verschiedener Nutzungen bei infrastrukturellen Veränderungen
Energie-, Ressourcen und Flächeneffizienz	<ul style="list-style-type: none"> - Höhere Ressourcen- und Energieeffizienz durch Mehrfachnutzung von Flächen und Gebäuden - Gleichmäßigere Auslastung von Verkehrs- und Parkflächen im Tagesverlauf (Flächeneinsparungen) - Multifunktionale Gebäude und Flächen als Grundlage für weitere Symbiosen (Abwärmenutzung etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Konkurrenz um Verkehrsflächen

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

In Bezug auf energetische Symbiosen sind in Nutzungsgemischten Quartieren die folgenden Aspekte von Bedeutung: Größer skalierte thermische Verwertungsanlagen für Reststoffe sind aufgrund der Belastungen mit und des Risikos von unerwünschten Schadstoffemissionen weitgehend ungeeignet. Gleichzeitig ist die Ansiedlung produzierender Unternehmen, die ein gleichmäßiges Angebot von Abwärme für andere Nutzungsformen gewährleisten können, insbesondere aufgrund der Einschränkungen für den Betrieb im Rahmen nichtstörender Wirtschaftsformen in urbanen Gebieten sowie Mischgebieten nur bedingt realisierbar. Gerade im Fall produzierender Unternehmen ist aber eine durchgängige Produktion notwendig, um eine direkte Versorgung der Abnehmer mit Abwärme zu jeder Zeit zu gewährleisten. Da diese Formen des Drei-Schicht-Betriebs allerdings Industrie- und speziellen Sondergebieten vorbehalten sind, sind solche Lösungen nur in Kombination mit entsprechenden Speicherlösungen oder aber über lange Distanzen, mit Ansiedlung der Unternehmen außerhalb der Nutzungsgemischten Quartiere denkbar.

Praxisbeispiele, wie z. B. die aktuelle Entwicklung des Gebiets „Heinrich der Löwe-Kaserne“ in Braunschweig und Studien aus der IT-Branche zeigen jedoch, dass sich insbesondere Rechen-

zentren von IT-Dienstleistern für die Einbindung in die Wärmenetze von Wohnstandorten anbieten. Zudem wird im Rahmen experimenteller Projekte aktuell erprobt, inwiefern solche Lösungen auch in kleiner skaliert Form weitergedacht werden könnten. Somit bieten insbesondere Mischgebiete und urbane Gebiete denkbare Anknüpfungspunkte für urbane Symbiosen im energetischen Bereich. Gleiches gilt für an Wohnbebauung angrenzende Gewerbegebiete.

Abschließend lässt sich attestieren, dass bestimmte Wirkmechanismen der Symbiose aus der Forschung zu Gewerbequartieren zwar auch für Nutzungsgemischte Quartiere denkbar sind, hier jedoch kaum umgesetzte Praxisbeispiele bekannt sind.

Im Kontext der Nutzungsgemischten Quartiere mangelt es derzeit somit an Praxisbeispielen für industrielle Symbiosen jenseits der bereits etablierten Mechanismen in der Abfall- und Wasserwirtschaft in Deutschland. Dennoch zeigen sich insbesondere drei Ansätze, die es weiter zu untersuchen gilt:

- ▶ Als erstes ist hier das **Matching- und Pooling von Ressourcen auf Quartiersebene** (wie in Kapitel 3 für Gewerbegebiete beschrieben) als Ansatz zu nennen. In Nutzungsgemischten Quartieren hängt es hierbei jedoch von der Mischung aus Wohngebäuden, Handel, Dienstleistung, produzierendem Gewerbe und Handwerk ab, ob ressourcenbasierte Symbiosen möglich sind, oder ob Lösungen eher auf gesamtstädtischer oder regionaler Ebene „gedacht“ werden müssten, um genügend ressourcenbereitstellende und nachfragende Akteure zu integrieren.
- ▶ Einen zweiten Ansatz bilden im Rahmen von **energetischen Symbiosen** Ansätze der (Nah-)Wärmeversorgung, anknüpfend an die o.g. Beispiele in diesem Bereich. Sie sind insbesondere im Kontext der aktuellen Diskussion über die kommunale Wärmeplanung vielversprechend, müssen aber insgesamt in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit, ihren Beitrag zur Versorgungssicherheit und mögliche Zielkonflikte weiter erforscht werden.
- ▶ Einen dritten Ansatz bilden **Nutzungssymbiosen**, also symbiotische Flächennutzungen oder als Vorstufe auch Mehrfachnutzungen, wie sie im Kontext von Neuplanungen bereits häufig eine Rolle spielen, z. B. die Bereitstellung von Retentionsflächen als Aufenthaltsflächen. Sie können in gewisser Weise ebenfalls als eine Symbiose zwischen verschiedenen Nutzungen angesehen werden und bieten als solche Vorteile für verschiedene Akteure im Quartier. Hier gibt es bereits vielversprechende Ansätze, die neben Flächeneinsparungen auch die Grundlage für weitere Symbiosen bilden können.

Fazit und Empfehlungen (AP 6)

In einer zusammenfassenden Betrachtung kann konstatiert werden, dass überbetriebliche Symbiosen in Gewerbe- und Industriegebieten ein relevantes Potential zur Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz (einschließlich Wasser, Fläche, Materialien oder andere betriebliche Ressourcen) und damit zur Steigerung der Nachhaltigkeit der beteiligten Unternehmen bzw. ihres Standortes besitzen. Ungeachtet dieses Potentials und entsprechender Diskussionen in Wissenschaft und Politik führen derartige überbetriebliche Verknüpfungen in der Praxis deutscher Gewerbegebiete auch heute eher ein Nischendasein. Beispiele finden sich meist nur in gezielt auf die Vernetzung hin geplanten Gebieten. Dies sind bislang in der Regel Chemieparcs, mit einem entsprechend engen Branchenspektrum der ansässigen Betriebe, wie z. B. im Industriepark Höchst oder dem Chemiepark Bitterfeld-Wolfen. Daneben finden sich überbetriebliche Ver-

knüpfungen vielfach auch an den Standorten konventioneller Großkraftwerke, wo deren Nebenprodukte wie Abwärme oder beispielsweise REA-Gips aus der Rauchgasreinigung einer gezielten weiteren Nutzung in benachbarten Betrieben zugeführt werden.

In gemischten Bestands-Gewerbegebieten beschränken sich die Austauschbeziehungen zwischen benachbarten Unternehmen dagegen eher auf klassische Geschäftsbeziehungen bei denen „auf dem Markt“ Produkte oder Dienstleistungen gehandelt werden oder auf recht niedrigschwellige Kooperation wie beispielsweise eine gemeinsame Nutzung von Parkplatzflächen o. ä. In Anbetracht der in 2019 mehr als 62.000 Gewerbegebiete in Deutschland (Deutscher Bundestag 2019) besteht hier unzweifelhaft noch „Luft nach oben“ für eine Stärkung des Aufbaus direkter Verkopplungen und Symbiosen.

Auch an Kraftwerksstandorte in Strukturwandelregionen bieten sich – trotz des laufenden Ausstiegs aus der Kohleverstromung – weiterhin Potential für stoffliche und energetische Symbiosen (Wirkmechanismus 1: Verkopplung von Material- und Energieströmen). Die (noch) bestehenden Infrastrukturen dieser Standorte können als Ausgangspunkt für neue Lösungen dienen. Es kann hier bedeutsam sein, bestehende thermische und stoffliche Verbindungen bei der Transformation dieser Standorte zu berücksichtigen und diese in zukünftige Planungen zu integrieren.

In Industriegebieten, die eine hohe Dichte industrienaher Akteure aufweisen, bieten sich verstärkt Möglichkeiten, stoffliche Austausche zu erproben und zu etablieren (Wirkmechanismus 1: Verkopplung von Material- und Energieströmen). Hier kann auch die Digitalisierung eine entscheidende Rolle spielen, indem sie die Vermittlung von Input- und Output-Ressourcen effizienter gestaltet und Transparenz über vorhandene Sekundärressourcen schafft (z. B. durch Matching-Plattformen). Ein unterstützender gesetzlicher Rahmen ist jedoch essenziell, um die Weiterverwertung von Sekundärrohstoffen zu erleichtern und bestehende Hemmnisse zu überwinden.

Urbane Symbiosen können in einer Integration neuer (gewerblicher) Akteure in bestehende Wärmenetze des lokalen Wohngebäudebestandes bestehen. Zudem könnten Strategien wie ein Urban Mining gezielt um die Betrachtung der Abfallprodukt-Ströme ansässiger Gewerbegebiete ergänzt werden, einschließlich lokaler Verwertung als Sekundärbaustoffe, um Umweltauswirkungen im Bauwesen zu reduzieren. Ein weiterer wichtiger Symbioseaspekt sind Nutzungssymbiosen und Mehrfachnutzung von Flächen durch Unternehmen und Stadtgesellschaft, was nicht nur Ressourcen spart, sondern auch zur Bewältigung städtischer Herausforderungen, wie der Flächenwende oder der Klimafolgenanpassung, beiträgt. Das Konzept der „Urban Factory“ nimmt solche Aspekte bewusst auf und zielt mit der Stärkung der Verknüpfung von Anwohnenden und Betrieben (auch) auf die Stärkung der Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgebende und als Stätten der Kreativität, in denen neue, zukunftsfähige Geschäftsideen entwickelt und umgesetzt werden können (Wirkmechanismus 3).

Um eine solche Stärkung zu erreichen haben die Autoren*innen der vorliegenden Studie für unterschiedliche Handlungsebenen Empfehlungen und Hinweise erarbeitet:

Auf der Ebene von Bund und Ländern sollten überbetriebliche Symbiosen deutlich stärker als bislang wahrgenommen werden.

- ▶ als Beitrag zur Umsetzung der Programmatik von Bund und Ländern zur Steigerung der Ressourceneffizienz der deutschen Wirtschaft (Programm für Ressourceneffizienz - ProgResS) verstanden,
- ▶ als konkrete Umsetzungen eines zirkulären Wirtschaftens im Sinne der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung (NKWS) und

- ▶ als Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen (wie Wasser, Fläche etc.) im Sinne der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS).

Wesentliche Schritte hierfür wären:

1. Umweltrelevante Symbiosen in Förderprogrammen aufgreifen

Im Rahmen von Förderprogrammen, die sich auf die Entwicklung oder Weiterentwicklung von nachhaltigen/grünen Gewerbeflächen beziehen, gilt es, die Idee der Symbiose und der Vorzüge betriebsübergreifender Lösungen und einer Multicodierung (von bspw. Flächen) stärker zu verankern, um neue Lösungsansätze im Bereich der Energie-, Ressourcen und Flächeneffizienz sowie Klimaanpassung, Regenwassermanagement oder der Entwicklung von Grün- und Freiflächen anzureizen. Der Fokus hierbei sollte einerseits auf der Weiterentwicklung bestehender Initiativen und Verbünde, andererseits aber insbesondere auch auf der Förderung einer initialen Bedarfsermittlung (Phase 0) in Bestandsgebieten liegen.

2. Finanzielle Förderung von umweltrelevanten Symbiosen bereitstellen

Möglichkeiten zur finanziellen Förderung und Unterstützung entsprechender Umsetzungsprojekte sollten im Kontext dieser Programmatiken entwickelt werden. Wichtig ist hierbei, dass auch der zur erfolgreichen Anbahnung der überbetrieblichen Kooperationen notwendige Vorlauf zum Netzwerkaufbau und für systematischen Potentialanalyse eine entsprechende Förderfähigkeit erhält.

3. Erprobung von konkreten symbiotischen Lösungen in Bestandsgewerbegebieten ermöglichen

Im deutschen Förderkontext fehlt es bisher an konkreten und zielgerichteten Programmen und Vorhaben, die eine Etablierung langfristiger lokaler Synergien oder betriebsübergreifender Symbiosen in Gewerbegebieten im Rahmen von Pilot- und Leuchtturmprojekten ermöglichen und derartige Ansätze sichtbar machen. Maßnahmen zur Steigerung von Energie- und Ressourceneffizienz sind zumeist auf betrieblicher Ebene angesiedelt. Recyclingsysteme zielen auf die Rückgewinnung von Wertstoffen aus Produkten am Ende des Lebenszyklus ab. Die Weiterverwertung von im Prozess entstehenden Neben- und Beiprodukten hingegen wird kaum überbetrieblich mitgedacht. Gleiches gilt für die Nutzung von Flächen: Gewerbetreibende betrachten hierbei meist den individuellen Bedarf für Nutzungen, wie z. B. Parkplätze, flächeneffizientere, kooperative Lösungen über die Betriebsgrenzen hinaus werden wenig vorangetrieben.

4. Gute Beispiele für überbetriebliche Symbiosen aufbereiten und verbreiten

Weiterhin wäre es für zur Unterstützung der Bewerbung des Konzeptes der Symbiosen sinnvoll im Rahmen der übergreifenden Umsetzung der benannten Programmatiken bei geeigneten Multiplikationsstellen eine Zusammenführung und Aufbereitung erfolgreicher Umsetzungen überbetrieblicher Symbiosen zu organisieren und diese Interessenten aus der Wirtschaft und der (Gewerbe-)Gebietsentwicklung verfügbar zu machen.

Die Darstellungen derartiger Praxisbeispiele sollten dabei u. a. folgenden Aspekte umfassen:

- ▶ Eine konkrete (technisch-organisatorische) Beschreibung der Art der realisierten Austauschbeziehungen (mit Rückgriff auf die verschiedenen in der hier vorgelegten Studie strukturierten Wirkmechanismen).

- ▶ Informationen zur Genese der jeweiligen Verknüpfung einschließlich einer Beschreibung der jeweils fördernden und hemmenden Aspekte und der Art und Weise wie die Hürden erfolgreich überwunden werden konnten.
- ▶ Die Art und soweit möglich die Quantität der erreichten Umweltentlastungen.
- ▶ Die realisierten ökonomischen Wirkungen. Hierbei sollten auch eher indirekte Wirkungen wie etwa eine gesteigerte Attraktivität der Unternehmen und der Standorte für potentielle Bewerbende oder aber die erhöhte unternehmerische Flexibilität und damit die Resilienz der Netzwerkpartner in Hinblick auf Wandel und Umbrüche im jeweiligen (Markt-)Umfeld benannt werden.

Werden (planungs-)rechtliche Probleme identifiziert, die einer Realisierung von überbetrieblichen Vernetzungen entgegenstehen, so sollten diese beispielsweise im Rahmen der geplanten Plattform für Kreislaufwirtschaft thematisiert werden, um sie in enger Abstimmung zwischen Bund, Ländern und Wirtschaftsakteuren einer Lösung zuzuführen.

Auf **regionaler und kommunaler Ebene** sollten Symbiosen stärker Eingang in relevante Fachplanungen finden. Wesentliche Aspekte hierbei sind:

1. Wirkmechanismen und möglichen Umsetzungsformen von Symbiosen berücksichtigen

In den relevanten Planungsprozessen zur Etablierung „nachhaltiger“ oder „umwelt- und klimafreundlicher“ Gewerbegebiete ist eine regelhafte Integration der Prüfung überbetrieblicher Verknüpfungen anzustreben. Dabei sollten derartige Prüfungen nicht auf die 1-zu-1 Replikation von Modellen komplexer wechselseitiger Stoffstrom-Verkopplungen (wie im vielzitierten Beispiel aus dem dänischen Kalundborg) abzielen, sondern vielmehr sollte alle verschiedenen Wirkmechanismen und möglichen Umsetzungsformen von Symbiosen berücksichtigt werden.

Mit Blick auf den recht breit gestreuten Kreis staatlicher (bzw. staatlich unterstützter) Stellen die vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Zuständigkeiten mit derartigen Bestandsaufnahmen befasst sein können (beispielsweise von der Wirtschaftsförderung, über ein (kommunales) Klimamanagement bis hin zu einer dezidierten Nachhaltigkeitsberatung) erscheint der Hinweis notwendig, dass es aus Sicht der Akzeptanz bei den Unternehmen wichtig ist, dass hier ein abgestimmtes und einheitliches Vorgehen erfolgt (z. B. Vermeidung von wiederholten Abfragen aus verschiedenen Perspektiven).

2. Aufbau und Förderung von Netzwerken zu thematischen Symbiose-Ansätzen

Ein weiterer eng mit dem Vorstehenden verknüpfter Aspekt ist die Frage des Netzwerkaufbaus. Wie alle Analysen und Diskussionen im Kontext des durchgeführten Vorhabens zeigen, sind gegenseitiges Kennen und Vertrauen zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Anbahnung und Umsetzung von wechselseitigen Verknüpfungen zwischen benachbarten Betrieben. Informelle oder formalisierte Netzwerke an den Gewerbestandorten bilden den Raum, in dem diese nachbarschaftlichen Beziehungen entstehen (können). Sie sind eine notwendige Voraussetzung für Symbiosen, die über reine Austauschbeziehungen am „anonymen Markt“ hinausgehen. Allerdings benötigen Kennenlernen und Vertrauensaufbau Zeit und Gelegenheit. Eine stabile mittel- bis langfristige Perspektive (geförderter) thematischer Netzwerke ist deshalb ein zentraler Aspekt, der bei allen Planungen von Projekten oder aber Stellenplanungen zum Gewerbegebietsmanagement unbedingt beachtet werden muss.

3. Zentrale Bedeutung der Schnittstelle zwischen Wirtschaftsakteuren und Verwaltung

Mit Blick auf eine pragmatische Überwindung planungs- oder genehmigungsrechtlicher Herausforderungen, die im konkreten Einzelfall einer konkreten Realisierung angestrebter überbetrieblichen Vernetzungen im Wege stehen, sollte nach Möglichkeit wiederum eine zentrale Stelle die Schnittstelle zwischen den beteiligten Wirtschaftsakteuren zu den zuständigen Verwaltungseinheiten bilden.

Weiterführende Ergebnisaufbereitung

Über diesen Abschlussbericht hinaus wurden auf Grundlage der Forschungsergebnisse folgende Empfehlungen und Handreichungen entwickelt, die in Fokusworkshops und Fachgesprächen mit Akteuren aus Politik und Praxis gespiegelt wurden:

- a) „Empfehlungen zur Förderung nachhaltiger Gewerbegebiete in Strukturwandelregionen“ an die Akteure der Strukturpolitik von Bund, Ländern und Kommunen:

Das Empfehlungspapier legt dar, wie die Reviere bei der Gestaltung eines nachhaltigen Strukturwandels und insbesondere beim Aufbau symbiotischer Gewerbegebiete unterstützt werden können. Als Grundlage für einen proaktiven Strukturwandel werden kurz-, mittel- und langfristige Dimensionen berücksichtigt. Ergänzend werden Eckpunkte für die Konzeption von Programmen zur Förderung nachhaltiger symbiotischer Gewerbeentwicklung vorgestellt. Im Zentrum steht die Weiterentwicklung oder Neuausweisung von Gewerbegebieten und die Potentiale von Symbiosen im Kontext der Nachhaltigkeitsziele, wie bspw. der Ziele einer höheren Flächen- und Ressourceneffizienz. Gleichzeitig sind bei der Schaffung von Arbeitsplätzen an neuen und bestehenden Wirtschaftsstandorten ökonomische, ökologische und soziale Nachhaltigkeit als zentrale Faktoren für die Regionalentwicklung mitzudenken.

- b) Der „Leitfaden für die Entwicklung von Symbiosen in Bestands-Gewerbegebieten“ informiert dagegen die Praktiker „vor Ort“ darüber, welche Ansätze es für symbiotische Beziehungen in Gewerbegebieten gibt, welche Potentiale mit diesen Ansätzen verbunden sind und wie eine praktische Umsetzung dieser Ansätze unterstützt werden kann.

Summary

In academic discourse, industrial symbioses — i.e., the use of by-products such as energy, , water, space, materials, or other operational resources — by one or more neighbouring companies are considered to hold significant potential for increasing the overall efficiency of inter-company cooperation. In the industrial sector, such as in chemical parks or at the sites of large conventional power plants, interconnected systems are more commonly found. In contrast, **such "symbiotic" links between neighbouring businesses remain rare in mixed-use industrial and commercial areas.**

Given the growing urgency of transitioning the manufacturing sector toward more resource-efficient practices, and the widespread interest in improving the quality of existing industrial locations, the topic of such symbiotic relationships has increasingly come to the fore in recent years in the discussion on sustainable industrial area development. In addition, the current need to modernise many existing commercial areas **currently presents a special window of opportunity for implementing symbiotic approaches.**

Because there has been a lack of **systematic documentation** on this subject—particularly regarding the different types of linkages, their advantages and disadvantages, and the enabling and constraining conditions—the German Environment Agency commissioned a corresponding scientific study in 2019.

This research project focused on a variety of aspects related to symbiotic industrial areas across five work packages (WPs):

1. **WP1 – Status quo-Research:** A structured inventory of theoretical concepts and practical implementations of industrial symbioses was developed, based on an operationalizable definition of "symbiotic industrial areas."
2. **WP2 – Typology and Environmental Impacts:** Different types of symbiotic relationships were defined according to the nature and intensity of linkages between businesses. Furthermore, concepts were discussed on how to carry out an appropriate but pragmatic assessment of the environmental effects of symbiotic relationships in industrial parks. .
3. **WP3 – Economic, Administrative, and Planning Frameworks:** This package identified suitable conditions for enabling symbiotic industrial areas and developed prototypical role profiles for key actors involved in the transformation of industrial areas.
4. **WP4 – Structural Policy Potentials:** This work package examined the transferability of the symbiotic industrial area concept to regions undergoing structural change due to coal phase-out. Key questions included whether existing symbioses could be maintained or expanded and whether such approaches could help stabilize value creation and employment by making these regions more attractive to companies.
5. **WP5 – Transferability to Mixed-Use Urban Districts:** This package explored the hypothesis that symbiotic approaches from industrial areas might also benefit mixed-use urban neighbourhoods. To this end, various approaches were compiled and discussed within the context of the German planning system.
6. **WP6 – Conclusions and Recommendations** results were synthesized, translated into target group-specific recommendations, and reflected in an expert discussion . Two practical outputs were created:

- ▶ A paper with recommendations for tapping sustainable potentials in structural transition regions, aimed primarily at federal, state, and municipal actors involved in managing the coal phase-out.
- ▶ A guideline for businesses and other local actors (e.g., industrial area managers, municipal economic developers), outlining possible approaches for symbiotic relationships, their potentials, and how their implementation can be supported in practice.

Summary of Key Findings – Status quo-Research (WP1)

WP1 addressed the question: “Are there already innovative symbiotic approaches in industrial areas—and if so, how were they implemented, what were the success factors, and what obstacles emerged?”

Given the lack of a consistent definition of industrial symbiosis, the first step was to identify relevant core aspects based on selected theoretical and practical models. These core elements were defined as:

- ▶ Inter-company cooperation among companies from various sectors that usually do not interact;
- ▶ Located in local, heterogeneously structured clusters of businesses within a geographically bounded area;
- ▶ With an economic-environmental orientation, possibly with varying emphasis on sustainability;
- ▶ Typical focus areas include physical exchanges of materials, energy, water, and by-products, but also shared services, infrastructure, knowledge transfer, and human resources;
- ▶ Initiated through bottom-up or top-down processes via various organizational models, generally with a long-term perspective, and sometimes involving intermediaries.

Using this conceptual framework, a wide-ranging internet and database search, complemented by expert interviews on success factors and barriers was carried out. The results confirmed that the concept of industrial symbiosis remains largely underdeveloped in German industrial areas. Nonetheless, 62 initiatives were identified that incorporated elements of inter-sectoral cooperation aimed at resource efficiency and competitiveness.

In most cases, there is still limited networking among local businesses—a key prerequisite for symbiotic cooperation. Existing communication and cooperation structures, such as site communities, were rarely present.

Almost all initiatives were in the pilot or planning stages. For most stakeholders, inter-company cooperation in industrial zones remains new territory. These projects mainly aimed to identify potentials and explore cooperation options. While some progress was made in network-building, implementation of impactful resource-saving measures remained unclear.

Most activities focused on low-threshold organizational actions or superficial exchanges. Despite promising potential, few technically or infrastructurally complex measures had been realized. It is also noteworthy that none of the identified cases had undergone formal evaluation, even after

several years. As a result, there is little robust data on the effectiveness of these projects or the implementation of their recommendations.

An analysis using Boons et al. (2016)'s symbiosis dynamics model showed that about half of the identified initiatives were launched by public or third-party actors as pilots to generate transferable knowledge. The other half involved collective learning processes between companies and public actors. However, Germany still lacks a comprehensive support structure for symbiotic approaches in industrial areas. Mechanisms like “facilitator enablement,” “state planning,” or “eco-cluster development” currently play little to no role.

Expert interviews revealed that in some locations, exchange relationships developed organically through self-organization—i.e., companies recognizing mutual benefits and initiating bilateral or multilateral exchanges without third-party facilitation. These organically grown symbioses sometimes emerged as unintended results of top-down initiatives. They are often not institutionalized, remain under the radar, and could not be detected through the initial internet search.

The interviews also identified factors that enable or hinder symbiotic cooperation, both in terms of initial conditions and process dynamics. The findings provide insights into which location and company characteristics can foster or obstruct inter-company collaboration (see Table 1).

Table 1: Overview of Key Barriers and Success Factors

Level	Barriers	Success Factors
Municipal Level	Lack of knowledge about industrial areas and the needs of local businesses	Active maintenance of existing networks and initiation of cooperation (industrial area management)
Municipal Level	High expectations that businesses in neglected locations will contribute to climate and resource protection	Willingness to address location-specific problems in neglected industrial areas
Municipal Level	Lack of communication structures	Regular dialogue formats with businesses located in the area
Municipal Level	Limited personnel capacity within municipalities	Cross-departmental approaches as well as involvement and activation of additional local stakeholders
Area Level	Existing industrial areas perceived as neglected sites	Shared challenges among companies that serve as a unifying basis for joint initiatives
Area Level	Lack of knowledge about neighbouring businesses in largely anonymous and diverse areas	Site-based associations and/or existing bilateral cooperation
Area Level	Companies focusing on their core business and lacking personnel capacity for inter-company initiatives	Flexible participation processes and work with “willing” actors
Area Level	Lack of trust in the implementation of informal cooperation	Testing cooperation through low-threshold initial projects
Area Level	Lack of knowledge and poor data availability regarding energy and resource consumption	External, practice-oriented expertise

Level	Barriers	Success Factors
Area Level	Sectoral diversity as a challenge: diversity of needs	Sectoral diversity as an opportunity: matching of specific local inputs and outputs
Company Level	Branch businesses with centralized decision-making structures	Locally rooted / owner-managed businesses
Company Level	Internal resistance to change	Open corporate culture; reference to successful best-practice examples
Company Level	Lack of incentives and investment funds	Short payback periods and emphasis on non-monetary benefits such as CO ₂ savings

Source: Own illustration based on Angstmann, Jepsen, Wolf (2023).

In summary, inter-company cooperation in industrial areas aiming at resource conservation and improving location quality remains a niche topic. Neither municipalities nor businesses currently possess the comprehensive knowledge or resources required in this field. Particularly regarding the implementation of technically and contractually complex exchange relationships, there is a cross-actor lack of resources, know-how, and established procedures.

Although companies often show interest in the identified potential, they tend to act with caution when no immediate, simple solutions for tapping into these potentials are apparent. The current state of knowledge can largely be described as anecdotal and experimental. A lack of compelling success stories and targeted, expert support services continues to hinder the broader adoption of symbiotic industrial areas.

The greatest barrier to inter-company collaboration is undoubtedly the long-standing neglect of industrial areas as cross-business action spaces. As a result, heterogeneous industrial areas often lack both externally organized and organically grown communication and organizational structures that could provide businesses with a framework for exchange, trust-building, and cooperation. Consequently, companies generally have no experience in collaborating with neighbouring firms.

However, different pilot projects have demonstrated promising strategies for initiating inter-company cooperation. In particular, the establishment of local business associations and continuous support through professional industrial area management are widely recommended by experts.

Typology of Symbiotic Industrial Areas and Assessment of Environmental Effects (Work Package 2)

The objective of WP 2 was to develop a typology of symbiotic relationships in industrial areas based on the findings of the Status quo analysis. For this purpose, the project team categorized the identified symbiotic relationships according to three distinct mechanisms of impact:

- i. Coupling of material and energy flows
- ii. Shared use of operational resources
- iii. Pooling of entrepreneurial competencies and capabilities

Within each of these three mechanisms, measures can be differentiated by the intensity of coupling and the resulting level of commitment or interdependence. These levels of symbiosis can be used as a distinguishing feature. Additionally, the practical implementation of symbiosis

across these levels currently varies significantly. The degree of realization thus also represents a key characteristic.

Combining the two criteria — symbiosis level and degree of realization — the following five archetypes of “symbiotic industrial areas” can be defined:

Table 2: Proposed Set of Archetypes of “symbiotic industrial areas”

Archetype	Achieved Level of Symbiosis (by Mechanism)		
	Mechanism I (Coupling of material and energy flows)	Mechanism II (Shared use of operational resources)	Mechanism III (Pooling of entrepreneurial competencies and capabilities)
Type 0 “non-symbiotic”	none	none	none
Type 1 “basic”	low	low	none
Type 2 “good practice”	low	high	low
Type 3 “ambitious”	high	high	low
Type 4 “innovative”	high	high	high

Source: Own depiction, (Ökopol).

The distribution of these types of symbiosis can be analysed for the existing companies in specific industrial areas. The resulting symbiotic quality of these areas can then be visualized and represented as a qualitative indicator or index value.

In addition to the typology described above, WP 2 also involved discussing suitable concepts for the practical and appropriate assessment of the environmental impacts of symbiotic relationships in industrial areas.

In principle, symbiotic industrial areas can be the subject of comprehensive life cycle assessments (LCAs) according to ISO 14040 / 14044. However, full-scale LCAs at the level of entire industrial areas are highly complex and practically unfeasible due to the sheer number of processes and required data. Therefore, the project focused on how the environmental evaluation could be pragmatically simplified.

Such simplifications should be derived appropriately from the purpose of the evaluation — in other words, the question: “*What is the environmental assessment (e.g., LCA) needed for?*” In the context of this project, the central question is: “*What is the environmental benefit resulting from (different types of) symbiotic relationships within an industrial area?*”

As a first simplification, a comparative environmental assessment can be performed. Here, the environmental evaluation focuses solely on the “delta” — the difference caused by the implemented symbioses — in terms of energy, material, product, and traffic flows, as well as potential changes in land use. This delta is determined relative to the system boundary of the industrial area and its surrounding external environment.

All aspects that remain unchanged in both the pre- and post-implementation states are excluded from the assessment. This exclusion of non-relevant (i.e., unchanged) material and/or energy

flows is in line with ISO 14040/14044 standards for the comparative assessment of two (product) systems.

However, this reduction in scope is only appropriate under the condition that both systems (here: industrial areas with and without or with different degrees of symbiotic relationships) deliver the same “functional unit”. An appropriate reference unit is the “basket of goods/services provided by the industrial area to the outside world”, which must be equivalent for the areas being compared.

Alternatively, the environmental impacts of symbiotic relationships can also be assessed at the level of individual measures/process adjustments, with the results then aggregated for the entire area.

This approach is far more practical, as it:

- ▶ Reflects the common perspective of stakeholders involved in such measures (businesses, planners, facility engineers, etc.)
- ▶ Typically allows access to the required operational data (material and energy flows, equipment data, etc.) directly from planning or implementation processes
- ▶ Benefits from a wide range of practical experiences, reference cases, and supporting software tools for assessing individual measures

The issue of data collection for the inventory analysis is only partially tied to system boundaries. Ideally, specific local data should be used. Where symbiotic measures have not yet been implemented, planning or design data must be substituted.

For the impact assessment, direct primary data (e.g., measurements) can and should be used for emissions and resource consumption within the area. However, upstream and downstream effects (e.g., supply chains, treatment processes, deliveries) must be evaluated using datasets from established LCA databases. These LCA tools are often proprietary and require appropriate expertise to use properly.

To reduce complexity and effort in this area as well, the authors propose — with corresponding justification — to focus the impact analysis primarily on the climate change impact category (greenhouse gas potential), and to supplement this selectively with proxy indicators for other impact categories. Specifically, this includes:

- ▶ Cumulative energy demand (CED) for changes in upstream product/material flows and process routes
- ▶ Traffic intensity (additional transport)
- ▶ Land use / land sealing
- ▶ And, where applicable, qualitative descriptions of impacts on biodiversity and climate resilience

Economic, Administrative, and Planning Framework Conditions (Work Package 3)

In addition to the analyses described above in WP 1 and WP 2, WP 3 examined economic, administrative, legal, and planning framework conditions that can support the realization of symbiotic

industrial areas. The aim was to determine how the environmentally beneficial approach of inter-company cooperation can be supported from an economic and land-use planning perspective. The analysis started from the barriers identified in the Status quo assessment.

Economically, symbioses can reduce costs through shared use of resources and increase competitiveness. However, there is (almost always) the hurdle of financing the initiation and preliminary planning of such symbiotic networks. Building neighbourhood networks or area management structures can be considered as supportive approaches. Financing, especially of permanent management structures, can be covered by fees or subsidies. If successful, companies may assume long-term financial responsibility for the management once economic benefits become evident.

For solid technical and economic planning and assessment of symbiotic connections, comprehensive and sometimes sensitive company-specific data must be collected. Resistance to disclosing such sensitive corporate information in advance presents a barrier to properly evaluating the potential of inter-company symbioses. Involving independent third parties bound to confidentiality (e.g., as part of area management) can serve as a “bridge” in this context.

Realizing inter-company material or energy exchanges often requires overcoming planning-related hurdles, particularly obtaining approvals for infrastructure (e.g., cable routes, pipe bundles, or even simple waste transports) that cross public roads, paths, or land.

In the planning of new industrial zones, municipalities can significantly facilitate the future realization of symbiotic potentials through appropriate specifications in development plans — for example, by designating local heat or power grid infrastructure or feed-in points for large photovoltaic systems. Further adjustments to planning law may be necessary to actively promote symbioses, such as permitting exceptions in development plans or concluding additional urban development contracts.

In existing industrial areas, the situation is often more complex. On the one hand, it may require retroactive adjustments to planning requirements or the issuance of special permits. On the other hand, existing supply and disposal infrastructures are often not technically adaptable to the additional demands of internal networking within the area. Close involvement of local or regional permitting authorities in ongoing evaluations and planning processes regarding symbiotic potentials in industrial zones can reduce later implementation hurdles and help identify existing solutions for approval and implementation steps. In this context, more formalized management structures in the affected areas can be beneficial.

In terms of economic viability, case studies illustrate successful models of inter-company collaboration organized through public funding, collective business models, or institutional sponsors. Sustainability and climate protection initiatives are playing an increasingly important role in this regard, as demonstrated by the success of projects such as “KlimaList” in Hanover, “GET.MIN” in North Rhine-Westphalia, and the “Motzener Straße Business Network” in Berlin. These models show how different organizational and financing approaches can contribute to the successful implementation of symbioses in industrial areas.

A stakeholder analysis conducted as part of the research project identified relevant actors such as business owners, landowners, employees, utility and waste management companies, customers, residents, policymakers, economic development agencies, and research institutions. Each of these actors has their own interests and degrees of influence on the transformation process. Business owners and managers are key figures for the successful initiation and implementation of symbioses within companies, while suppliers, buyers, and service providers can contribute to broadening the information base through their data and future expectations. Policymakers and

economic development agencies play an important supporting role through legal frameworks and incentives. Research and consulting institutions can provide vital support through systematic analyses and structured action planning.

In the final step, the strengths, weaknesses, opportunities, and risks of digitalization in the context of symbiotic industrial zones were examined. Digitalization can facilitate the matching of supply and demand, as well as the initiation and coordination of inter-company cooperation. Digital platforms enable the exchange of information and resources, thus supporting business networking. Moreover, digital technologies can become part of the symbiosis itself — for example, by utilizing waste heat from data centers or applying additive manufacturing technologies to use resources more efficiently. At the same time, digitalization also introduces challenges, such as increased energy and resource consumption. Issues around IT security, data protection, and compatibility between existing enterprise IT systems can pose significant hurdles. As with other technical aspects, IT-related questions should therefore be integrated early into the assessment and planning processes for inter-company networking.

Structural Policy Potentials of Symbiotic Industrial Areas (Work Package 4)

This work package aimed at identifying symbiotic relationships within the four existing lignite mining regions in Germany. The focus was on exploring the structural policy potential of the industrial symbiosis approach. The analyses followed a step-by-step methodology. In the first step, a comparative overview of the four regions was conducted. In the second step, the industrial and commercial area situation in each of the four regions was evaluated based on geospatial data analysis. These findings were then contextualized and validated through expert interviews. Subsequently, exemplary types of industrial/ commercial areas were examined, and local and regional potentials for future symbiotic economies were identified. This work was carried out through interviews and focused group discussions with stakeholders from the respective regions. The results of an expert discussion involving the BMUV and the UBA were also incorporated into the working results.

Building on the findings of the Status quo analysis (WP 1), it became evident that only a few inter-company connections exist in the industrial areas studied that are based on the symbiotic use of by-products or co-products, shared infrastructure, or the joint procurement of services. The barriers to implementing such symbiotic connections between companies, which had already been identified in WP 1, were confirmed by the investigation of the regions.

However, the examination of chemical parks, industrial parks, and power plant sites revealed that within the lignite mining regions—particularly in Lusatia and Central Germany—there is a considerable number of companies that (still) operate symbiotically at industrial sites. In most of these cases, power plants form the central anchor, as is also the case in the frequently cited flagship example of industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark. In particular, companies and material flows related to lignite mining and the corresponding energy generation represent critical nodes in the local material and energy networks.

The table below lists examples of various connection points for symbiotic operations identified during the study in industrial and commercial areas.

Table 3: Identified Examples of Symbiotic Practices in Industrial and Commercial Areas

Location	Sector / Company / Product	Explanation	Classification
BASF Schwarzheide	Material network: cross-connections in energy, steam, resources	Centrally organized; site management by BASF	Energetic & Material ¹
Chemiepark Zeitz	Resident companies	Demand for services offered by the park (especially wastewater treatment)	Service ¹
Chemiepark Bitterfeld-Wolfen	Resident companies	Demand for services offered by the park	Service ¹
Guben	Recycling; centralized provision of services	Carbon recycling; services provided by park operator	Energetic & Material ²
Schwarze Pumpe ²	Ethanol; gypsum/anhydrite production; paper industry	Paper factory now energy self-sufficient via waste-to-energy plant; synergy between paper and gypsum industries (gypsum board)	Energetic & Material
Boxberg ²	Greenhouse operation; gypsum/anhydrite production; aerated concrete; sewage sludge incineration	FGD gypsum production heavily restricted during first COVID lockdown (1 million t/year)	Energetic & Material
Industrial and Commercial Area Laut ²	Iron oxide	Extracted from mine water treatment for use in biogas plants	Material
Buschhaus ²	Sewage sludge incineration	Construction of mono-incineration plant/waste-to-energy plant at former power plant site	Energetic & Material
Neurath ²	Greenhouse	Vegetable cultivation using waste heat/CO ₂ from power plant	Energetic
Böhlen-Lippendorf ²	Gypsum; process steam / waste heat	—	Energetic & Material
Industrial Area Hansestraße-Ost (Braunschweig) ³	Instrument making & paint shop	Piano manufacturer uses car paint facility of neighbouring auto body shop	Production & Infrastructure
Aachen ³	Former tire manufacturer	Process heat used internally within the company	Energetic
Heinrich-der-Löwe Barracks (Braunschweig) ⁴	Data center	Heating of residential buildings using waste heat	Energetic; Urban Symbiosis
Hohenmölsen ⁴	District heating	Residential heating via waste heat from the Wühlitz industrial power plant	Energetic; Urban Symbiosis

Legend

¹ Chemical park

² Power plant / open-cast mining site or industrial park

³ Commercial area

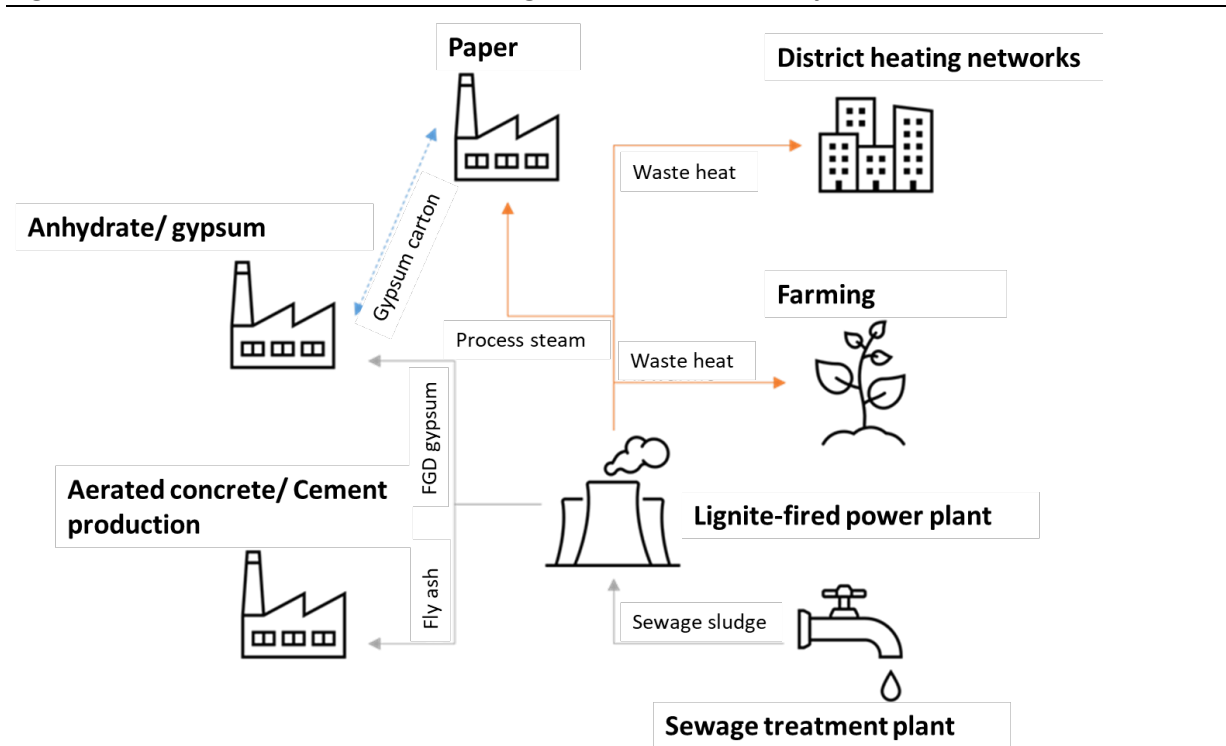
⁴ Residential & mixed-use area

Source: Own compilation (IAT).

While these inter-company connections differ significantly across the various locations—in terms of sectoral composition, the extent of exchange relationships, and whether these are bilateral or embedded in broader networks—all of these value-creation networks play a key role in securing employment, particularly in more peripheral areas.

With the phasing out of the lignite industry, there is not only the direct loss of jobs in energy production but also the risk of job losses in industries that depend on by-products of lignite processing. This is particularly relevant in regions with low industrial diversity. In addition to the central question of how to secure future energy supply for local industry, this structural dependency presents further challenges, especially for basic materials and construction sectors. One example is the anticipated decline in the availability of FGD (flue-gas desulfurization) gypsum. In 2017, German coal and lignite power plants produced 6.42 million tonnes of FGD gypsum, compared to 4.55 million tonnes of natural gypsum extracted in 2018 from quarries and mines (see Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2019, p. 46).

Figure 1: Schematic Illustration of Lignite-Based Industrial Symbioses



Source: Own depiction (IAT).

While the phase-out of lignite power plant sites poses structural challenges, it also opens up new opportunities for the development of future symbiotic networks. A central question for the future will be whether decentralized, smaller manufacturing enterprises can also feed waste heat into local or district heating networks. Former power plant locations, equipped with established infrastructure and a track record of cooperative practices among various actors, are well positioned to play a pivotal role in transforming regional economic systems. When repurposing these sites, existing knowledge of inter-sectoral coupling—such as that between the energy and construction industries—can and should be deliberately harnessed to support the continuation or reorientation of industrial symbioses.

Insights from existing symbioses and further potential for symbiotic practices in industrial and chemical parks can also inform the development of commercial and mixed-use industrial areas. Industrial and chemical parks typically feature centralized site management, which also provides industry-related services such as fire safety, rail operations, pipe bridges, wastewater treatment, and emergency services. While the demand for space in industrial parks is often driven by the opportunity to operate continuously within the park’s specific (and often elevated) emission thresholds, the availability of shared services is also a strong incentive for companies, as it reduces the need to maintain such capacities in-house.

Building on the concept of *Facilitated Industrial Symbiosis*, where intermediaries enable the development of inter-company synergies, central coordination, centralized procurement, and the provision of services represent promising mechanisms to increase the attractiveness of mixed-use industrial zones for prospective businesses. These centralized structures can lower the threshold for participation in symbiotic networks and support the long-term viability of such practices.

Transfer to Mixed-Use Urban Areas (WP5)

The conducted analyses showed that while the term “urban symbiosis” is widely used in the international academic discourse, it generally refers to the entire urban area and primarily focuses on symbioses in the fields of wastewater and waste management. Smaller-scale, district-level symbioses that involve not only industrial and commercial uses but also other types of uses are scarcely addressed in the literature. As with industrial symbiosis, the concept plays only a limited role in German-language research and planning practice. Nevertheless, closer analysis reveals isolated cases that can be interpreted as symbioses in mixed-use areas, or at least as symbioses between commercial and other types of uses—although these are often not identified under the term “symbiosis.”

An examination of the zoning category of “urban areas” shows that concerns raised in applied research about this category’s contribution to stronger land-use mixing are valid. In practice, this category mainly supports the co-location of residential, retail, and office uses. The restructuring of mixed-use areas in the form of urban zones theoretically allows for integrated planning of residential and commercial uses.

However, in practice, residential use is prioritized in urban zones, while complementary services, office uses, and amenities make up the commercial component. In this context, the zoning category primarily serves to spatially delineate residential areas from adjacent commercial zones and to allow for retail and services at ground level. Given the high profitability of residential development in recent years, the focus has not been on genuine mixed-use development that also includes small-scale manufacturing or artisan businesses. Furthermore, balanced consideration of different solutions rarely plays a role.

As such, urban areas do not provide a solid foundation for the settlement of larger manufacturing companies, which—at least as one of several producers—could feed into a local heating network. While the zoning category could theoretically support effective symbioses in mixed-use districts, it contributes little in practice to the creation of innovative solutions in this field. Nonetheless, mixed-use areas in general can serve as a starting point for various symbioses aimed at energy and land-use efficiency when existing uses are combined or coordinated. The term symbiotic use can be applied if the uses enrich and complement each other, creating added value for all uses through more efficient use of space and areas (teamwerk-architekten, n.d.), showcasing that the opportunities (savings in financial resources or new land use) outweigh the challenges (Table 35).

Table 4: Opportunities and challenges arising from symbiotic land use in urban areas

Function	Opportunities	Challenges
Economic advantages	<ul style="list-style-type: none"> - Higher proportion of walk-in customers due to mixed use - Interim tenancy as an advantage for businesses in the start-up phase - Resilience through mixed use in the event of the loss of individual types of use and industries 	<ul style="list-style-type: none"> - Differing needs of various stakeholders as a source of conflict - Limited expansion opportunities and limited (temporal) flexibility for businesses and other users - Displacement of certain uses by more lucrative uses possible (e.g. industrial gentrification)
Infrastructure	<ul style="list-style-type: none"> - Good accessibility of the workplace thanks to its central location, which is an advantage when recruiting skilled workers (trainees, etc.) - Security and protection against vandalism thanks to locations that are busy all day long - Securing services (crafts, repairs, etc.) in the neighbourhood 	<ul style="list-style-type: none"> - High coordination effort for different uses in the event of infrastructural changes
Energy, resource and space efficiency	<ul style="list-style-type: none"> - Greater resource and energy efficiency through multiple use of space and buildings - More even utilisation of transport and parking areas throughout the day (space savings) - Multifunctional buildings and spaces as a basis for further symbiosis (waste heat utilisation, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Competition for traffic space

Source: Own compilation (IAT).

For energy symbioses, practical examples are particularly found in the field of heat supply, ranging from traditional district heating systems to decentralized solutions. Literature on mixed-use areas offers more suggestions for land-efficient solutions that combine different uses. As in the case of symbiotic commercial areas, the specific combination and characteristics of a district are key factors for implementation in existing developments.

For energy symbioses in mixed-use areas, the following aspects are of particular relevance: Large-scale thermal treatment plants for residual materials are generally unsuitable due to their environmental burdens and the risk of harmful emissions. The settlement of manufacturing companies that could ensure a consistent supply of waste heat for other uses is only partially feasible, primarily because of operational restrictions in urban and mixed-use areas that prohibit disruptive activities. Yet continuous production is essential to ensure a reliable supply of waste heat. Since such operations are typically limited to industrial and specially zoned areas, these solutions are only conceivable if combined with appropriate storage systems or if companies are located at a distance outside the mixed-use areas.

Practical examples—such as the current redevelopment of the “Heinrich der Löwe” barracks area in Braunschweig and studies from the IT sector—show that data centers operated by IT

service providers are particularly well suited for integration into residential heating networks. Experimental projects are currently exploring whether such solutions can also be scaled down. Thus, mixed-use and urban zones in particular offer potential touchpoints for urban symbioses in the energy sector. The same applies to commercial areas adjacent to residential zones.

In conclusion, while certain symbiotic mechanisms from research on commercial areas are theoretically applicable to mixed-use districts, very few practical examples currently exist.

In the context of mixed-use areas, there is currently a lack of practical examples of industrial symbioses beyond the already established mechanisms in the German waste and water sectors. However, three promising approaches emerge that warrant further investigation:

- ▶ First, the **matching and pooling of resources at the district level** (as described in Chapter 3 for commercial areas). In mixed-use districts, the feasibility of resource-based symbioses depends on the local mix of residential buildings, retail, services, manufacturing, and trades. Otherwise, solutions may need to be conceptualized at the citywide or regional scale to integrate a sufficient number of supplying and demanding actors.
- ▶ Second, **approaches to (district) heat supply**, building on the aforementioned examples. These are particularly promising in the context of current debates on municipal heat planning but require further research regarding their economic viability, contribution to energy security, and potential goal conflicts.
- ▶ Third, **symbiotic use**, i.e. symbiotic land use or, as a preliminary stage, **multiple use**, which are already often implemented in new developments—such as provision of retention areas that double as recreational spaces. These can also be seen as a form of symbiosis between different land uses, offering benefits for multiple stakeholders in a district. Promising approaches already exist that not only reduce land consumption but can also lay the foundation for further symbiotic relationships.

Conclusion and Recommendations (WP6)

In summary, inter-company symbioses in commercial and industrial areas hold significant potential for improving energy and resource efficiency and thereby enhancing the sustainability of the involved companies and their locations. Despite this potential and related discussions in science and policy, such inter-company linkages remain niche phenomena in German industrial parks. Most examples are found in areas specifically planned for networking, such as chemical parks with a narrow industrial focus—e.g., Industriepark Höchst or Chemiepark Bitterfeld-Wolfen. In addition, many inter-company connections exist at conventional power plant sites, where by-products such as waste heat or FGD gypsum from flue gas cleaning are deliberately utilized by neighbouring businesses.

In conventional mixed-use commercial areas, however, exchanges between neighbouring companies tend to remain limited to traditional market transactions for goods and services or low-threshold cooperation such as shared parking. Considering that, according to the federal government, there were over 62,000 commercial areas in Germany in 2019 (Deutscher Bundestag 2019), there is clearly ample room for strengthening direct connections and symbiotic practices.

Despite the ongoing phase-out of coal-fired power generation, power plant sites in regions undergoing structural change continue to offer potential for material and energy symbioses (mechanism 1: coupling of material and energy flows). The (still) existing infrastructure at these sites can serve as a starting point for new solutions. It may be important here to take existing thermal

and material connections into account when transforming these sites and to integrate them into future planning.

In industrial areas with a high density of industry-related actors, there are increased opportunities to test and establish material exchanges (mechanism 1: coupling of material and energy flows). Digitalisation can also play a decisive role here by making the allocation of input and output resources more efficient and creating transparency about available secondary resources (e.g. through matching platforms). However, a supportive legal framework is essential to facilitate the reuse of secondary raw materials and overcome existing barriers.

Urban symbioses can consist of integrating new (commercial) players into existing heating networks in local residential buildings. In addition, strategies such as urban mining could be specifically supplemented by considering waste product streams from local industrial estates, including local recycling as secondary building materials, in order to reduce the environmental impact of construction. Another important aspect of symbiosis is the shared use and multiple use of space by businesses and urban society, which not only saves resources but also helps to tackle urban challenges such as land use conversion and climate change adaptation. The ‘urban factory’ concept deliberately addresses these aspects and, by strengthening the links between residents and businesses, also aims to enhance the attractiveness of companies as employers and as places of creativity where new, sustainable business ideas can be developed and implemented (mechanism 3).

To facilitate such strengthening, the authors of this study have developed recommendations and guidance for different levels of action:

At the federal and state levels, inter-company symbioses should be:

- ▶ Recognized more strongly as a means of implementing the federal and state programs for enhancing resource efficiency in the German economy (such as the “ProgResS” program),
- ▶ Perceived as concrete forms of circular economy practices under the Federal Circular Economy Strategy (NKWS).
- ▶ Understood as contribution to the conservation of natural resources (such as water, land, etc.) in line with the German Sustainability Strategy (DNS).

Opportunities for financial support and promotion of corresponding implementation projects should be developed within the framework of these programs. It is crucial that the preparatory work required for initiating inter-company cooperation—such as network building and systematic potential analyses—also be eligible for funding.

Furthermore, it would be helpful to promote the concept of symbiosis by compiling and disseminating successful implementation examples via suitable multiplier organizations as part of these broader programmatic efforts. The presentation of such best practices should include:

- ▶ A detailed (technical and organizational) description of the exchange connections (referencing the symbiotic mechanisms structured in this study),
- ▶ Information on how the connections came about, including enabling and hindering factors and how challenges were overcome,
- ▶ The type and—where possible—magnitude of environmental benefits achieved,

- ▶ The realized economic impacts, including indirect effects such as improved business attractiveness for potential employees or increased entrepreneurial flexibility and resilience in times of change.

Key steps in this direction would be:

1. Addressing environmentally relevant symbioses in funding programmes

Within funding programmes relating to the development of sustainable/green commercial sites, it is important to anchor the idea of symbiosis and the advantages of cross-company solutions and multi-coding (e.g. of land) more firmly in order to stimulate new approaches in the areas of energy, resource and land efficiency, climate adaptation, rainwater management or the development of green and open spaces. The focus should be on further developing existing initiatives and networks, and in particular on promoting an initial needs assessment (phase 0) in existing areas.

2. Provide financial support for environmentally relevant symbioses

Opportunities for financial support and assistance for relevant implementation-oriented projects should be developed in the context of these programmes. For successful initiation of inter-company cooperation sufficient timing for network building and systematic potential analysis are required, as well as appropriate funding.

3. Enable testing of concrete symbiotic solutions in existing commercial areas

In the German funding context, there is currently a lack of concrete and targeted programmes and projects that enable the establishment of long-term local synergies or cross-company symbioses in commercial areas within the framework of pilot and flagship projects and make such approaches visible. Measures to increase energy and resource efficiency are mostly implemented at the company level. Recycling systems aim to recover valuable materials from products at the end of their life cycle. However, the reuse of by-products and co-products arising during the process is hardly ever considered at an inter-company level. The same applies to the use of land: businesses usually consider their individual needs for uses such as parking spaces, and space-efficient, cooperative solutions beyond company boundaries are rarely pursued.

4. Prepare and disseminate good examples of inter-company symbioses

In order to support the promotion of the concept of symbioses, it would be useful to organise the compilation and preparation of successful implementations of inter-company symbioses at suitable multiplier locations as part of the comprehensive implementation of the aforementioned programmes and to make these available to interested parties from industry and (commercial) area development.

The descriptions of such practical examples should include the following aspects:

- ▶ A concrete (technical and organisational) description of the type of exchange relationships established (with reference to the various mechanisms of action as classified in the study presented).
- ▶ Information on the genesis of the respective cooperation, including a description of the respective promoting and inhibiting aspects and how obstacles were successfully overcome.
- ▶ The type and, as far as possible, the quantity of environmental benefits achieved.

- ▶ The economic effects achieved. This should also include indirect effects such as enhanced appeal of the companies and locations for potential applicants or increased entrepreneurial flexibility and thus the resilience of the network partners with regard to change and upheavals in the respective (market) environment.

If legal or planning barriers are identified that prevent the realisation of inter-company networks, these should be addressed, for example, within the framework of the planned platform for circular economy, , to enable coordinated problem-solving between federal and state governments and economic actors.

At **regional and municipal level**, symbioses should be incorporated more closely into relevant expert planning. Key aspects include:

1. Consider the mechanisms of action and possible forms of implementation of symbioses

In relevant planning processes for establishing ‘sustainable’ or ‘environmentally and climate-friendly’ industrial parks, the regular integration of inter-company cooperation should be sought. Such assessments should not aim to replicate complex interlinked material flows (as in the much-cited example from Kalundborg in Denmark) on a one-to-one basis, but rather take into account all the different mechanisms and possible forms of implementation of symbioses.

In view of the rather broad range of government (or government-supported) agencies that may be involved in such assessments within the scope of their respective responsibilities (e.g. from economic development agencies, via (municipal) climate management to dedicated sustainability consulting), it is crucial to foster the acceptance by companies, via a closely coordinated and uniform approach (e.g. avoiding repeated queries from different perspectives).

2. Establishment and promotion of networks for thematic symbiosis approaches

Another focal aspect is the building of networks. As all analyses and discussions in the context show, mutual knowledge and trust are central prerequisites for the successful initiation and implementation of linkages between neighbouring businesses. Informal or formalised networks at business locations provide the space in which these neighbourly relationships can develop. They are a necessary prerequisite for symbioses that go beyond mere exchange relationships in the ‘anonymous market’. However, getting to know each other and building trust takes time and opportunity. A stable medium to long-term perspective for (subsidised) thematic networks is therefore a key aspect that must be taken into account in all project planning or staffing plans for commercial area management.

3. Central importance of the interface between economic actors and administration

With a view to pragmatically overcoming planning or approval challenges standing in the way of the concrete realisation of inter-company networking in specific cases, a central body should, where possible, form the interface between the economic actors involved and the relevant administrative units.

Further processing of results

In addition to this final report, the following recommendations and guidelines were developed on the basis of the research results and reflected in focus workshops and expert discussions with stakeholders from politics and practice:

- c) ‘Recommendations for promoting sustainable industrial parks in regions undergoing structural change’ for structural policy stakeholders at federal, state and local level: The recommendation paper outlines how regions can be supported in shaping sustainable structural change and, in particular, in establishing symbiotic industrial parks. Short-, medium- and

long-term dimensions are taken into account as a basis for proactive structural change. In addition, key points for the design of programmes to promote sustainable symbiotic industrial development are presented.

- d) The 'Guidelines for the Development of Symbioses in Existing Commercial Areas', on the other hand, inform practitioners 'on the ground' about the approaches available for symbiotic relationships in commercial areas, the potential associated with these approaches and how their practical implementation can be supported.

1 Einführung

Bei industriellen Symbiose nutzt ein Unternehmen Nebenprodukte – einschließlich Energie, Materialien, Wasser, Fläche, Logistik oder andere betriebliche Ressourcen eines anderen benachbarten Unternehmens. Solchen überbetrieblichen Verknüpfungen werden große Potentiale zur Steigerung der Ressourceneffizienz und zum nachhaltigeren Wirtschaften zugeschrieben (Chertow et al., 2015). Werden bisher ungenutzte Ressourcen als Input verwendet, schont dies den Einsatz von natürlichen Ressourcen und reduziert schädliche Umweltauswirkungen. Gleichzeitig können solche Kooperationen auch wirtschaftliche Vorteile bedeuten. Und zwar dann, wenn Kosten für Ressourcen und Entsorgung eingespart werden oder neue Verwertungsmodelle für ungenutzte bzw. untergenutzte Ressourcen entstehen und der Mehraufwand für die Organisation der überbetrieblichen Kooperation die Einsparungen nicht übertrifft. Ein bekanntes Beispiel für diese, für beide Seiten nutzbringenden, Austauschbeziehungen ist die Nutzung von Prozesswärme als Input für andere Produktionsprozesse oder die Gebäudeheizung. Eine kürzlich für Nordrhein-Westfalen veröffentlichte Potentialstudie kommt beispielsweise zu dem Ergebnis, dass durch eine konsequente Nutzung der Abwärme aus industriellen Energie- und Produktionsprozessen jährlich bis zu 48 Terawattstunden Wärme für Heizzwecke und Produktionsprozesse genutzt werden könnte. Das übertrifft deutlich die rund 30 Terawattstunden, die derzeit jährlich durch überwiegend fossile Energieträger in den dortigen Nah- und Fernwärmenetzen bereitgestellt werden (Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen 2019).

Die industrielle Symbiose ist somit hervorragend geeignet, zur Umsetzung der zentralen Leitideen und Zielsetzungen des Deutschen Ressourceneffizienzprogramm II (BMUB, 2016). und der Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategien (BMUV, 2024) beizutragen - insbesondere die Kreislaufwirtschaft weiterzuentwickeln und auszubauen, ökologische Notwendigkeiten mit ökonomischen Chancen, Innovationsorientierung und sozialer Verantwortung zu verbinden sowie die Wirtschafts- und Produktionsweisen schrittweise von Primärrohstoffen unabhängiger zu machen.

Obwohl das Thema der industriellen Symbiose in Wissenschaft und Politik schon seit geraumer Zeit diskutiert wird, sind aus der Praxis in Deutschland nur wenige umgesetzte Fälle aus Industrie- oder Gewerbegebieten bekannt. Beispiele beschränken sich in der Regel auf Chemieparks mit einer engen meist brancheninternen stofflichen Vernetzung der einzelnen Betriebe am Standort, wie z. B. im Industriepark Höchst (Infraserv o. J.) oder dem Chemiapark Bitterfeld-Wolfen (Chemiapark Bitterfeld-Wolfen GmbH o. J.). In klassisch gemischten Industrie- und Gewerbegebieten spielen solche synergetischen Konzepte in der bundesweiten Praxis derzeit eine untergeordnete Rolle. Dabei gäbe es möglicherweise ein großes Potential - 2019 zählte die Bundesregierung allein 62.074 Gewerbegebiete in Deutschland (Deutscher Bundestag 2019).

Auf den ersten Blick sind Gewerbegebiete prädestiniert für überbetriebliche Kooperationen zwischen den angesiedelten Unternehmen: an den Standorten wirtschaften oft bis zu mehrere hundert Betriebe aus unterschiedlichen Branchen in direkter Nachbarschaft. Mit der Produktion von Waren oder der Erbringung von Dienstleistungen geht meist ein hoher Energie- und Ressourcenverbrauch einher, der hier räumlich konzentriert auftritt. Beispielhafte Untersuchungen in bestehenden Gewerbegebieten zeigen, dass je nach Branchenzusammensetzung, z. B. mehrere hundert Megawattstunden Strom oder Wärme verbraucht werden. Gleichzeitig entsteht durch die Wirtschaftsaktivitäten ein hohes Verkehrsaufkommen, das in der Regel über Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren abgewickelt wird. Kooperationen in bestehenden Gewerbegebieten beschränken sich erfahrungsgemäß auf wenige klassische Geschäftsbeziehungen bei denen Produkte oder Dienstleistungen ausgetauscht werden (Zero Emission GmbH 2016a; Zero Emission

GmbH 2016c; Zero Emission GmbH 2019). Zusammenarbeiten zwischen Unternehmen mit dem Ziel, Nebenprodukte des einen als Rohstoffe in den Produktionsprozess des anderen einfließen zu lassen, wurden selten systematisch untersucht und beschränken sich auf wenige Modellvorhaben.

In der Praxis sind die „vergessenen“ und unorganisierten Stadträume dabei oft weitgehend isoliert vom Umfeld und bleiben sich planerisch weitgehend selbst überlassen (BBSR im BBR 2019). Interaktionen mit dem räumlichen Umfeld von bestehenden Gewerbegebieten beschränken sich in der Regel auf negative Effekte, wie Nutzungskonflikte, Verkehrsbelastungen oder Emissionen. Mit einer Erweiterung der industriellen Symbiose auf nicht-gewerbliche Akteure könnten die Wirtschaftsstandorte allerdings auch einen potentiellen Mehrwert für ihr Umfeld bieten. Nämlich dann, wenn synergetische Austauschbeziehungen zwischen den bisher getrennt betrachteten Nutzungen etabliert werden. Dies bietet die Chance, Raum- und Siedlungsstrukturen verstärkt unter Berücksichtigung von Ressourceneffizienzaspekten weiterzuentwickeln und eine funktionelle Durchmischung der Stadtstrukturen nach dem Leitbild der nachhaltigen europäischen Stadt zu fördern (BMUB 2007).

Die Studie ist in das Gesamtvorhaben SymbiotiQ eingebunden, in dem die Potentiale symbiotischer Gewerbegebiete zur Umweltentlastung analysiert, ihre Übertragbarkeit auf andere Flächennutzungstypen geprüft sowie ihre Eignung zur ökonomischen und ökologischen Aufwertung von Regionen des Strukturwandels untersucht wird.

2 Arbeitspaket 1: Status quo-Recherche

2.1 Aufgabe und Vorgehen

Vor dem vorstehend skizzierten Hintergrund folgen die Untersuchungen im Rahmen des Arbeitspaketes 1 der Forschungsfrage:

Gibt es bereits symbiotische Ansätze für Gewerbegebiete in Deutschland und –falls ja- wie wurden diese implementiert, was waren Erfolgsfaktoren und Hemmnisse?

Als Ausgangspunkt für diese Recherche erfolgte im ersten Schritt eine Begriffsklärung. Um den Status quo von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten in Deutschland zu erfassen sowie Erkenntnisse über deren Implementation zu erlangen, wurde darauf aufbauend von September 2019 bis März 2020 eine Querschnittsanalyse durchgeführt. Die ermittelten praktischen Ansätze wurden anschließend hinsichtlich ihrer Implementation, der inhaltlichen Ausrichtung und der Art der überbetrieblichen Kooperation untersucht. Dazu wurden Kriterien für die Einteilung und Bewertung der verschiedenen Ansätze entwickelt. Um Erfahrungen über reale Hemmnisse und Erfolgsfaktoren aus der Implementation von symbiotischen Gewerbegebieten aufzunehmen, erfolgte im Weiteren eine vertiefende Betrachtung von ausgewählten Fallbeispielen. Der Fokus lag hierbei auf Beispielen, die über verallgemeinerbare Erfahrungen in Bezug auf Symbiose in Gewerbegebieten verfügen und Empfehlungen für die Konzeption und Umsetzung geben können. Dazu wurden teilstandardisierte Leitfadenterviews mit ausgewählten Akteuren aus den als am vielversprechendsten identifizierten Fallbeispielen durchgeführt.

Die Ergebnisse des Arbeitspaketes 1 bilden auch die Arbeitsgrundlage für die weiteren Arbeitspakete zur archetypischen Konzeption von symbiotischen Gewerbegebieten sowie für die Erarbeitung von Handlungs- und Politikempfehlungen.

2.2 Begriffsdiskussion

Vor dem Hintergrund einer breiten Vielfalt an Ansätzen zur Nutzung von Synergieeffekten durch überbetriebliche Zusammenarbeit ist zuerst die Frage zu klären, was „Symbiose“ in Gewerbegebieten rein definitorisch bedeutet. Ein einheitliches Begriffsverständnis für industrielle Symbiose und damit auch für „symbiotische Gewerbegebiete“ fehlt bislang (Chertow et al. 2015). Deshalb erfolgten im ersten Schritt eine Begriffsklärung und die Identifikation von möglichen Teilaspekten von symbiotischen Beziehungen in Gewerbegebieten anhand ausgewählter Grundlagenliteratur.

2.2.1 Industrial Ecology und die industrielle Symbiose

Symbiotische Ansätze zur Ressourcenschonung in Industrie und Gewerbe finden ihre Ursprünge in der „Industrial Ecology“. Das relativ junge Forschungsfeld ist von dem Gedanken geprägt, die aus traditioneller Perspektive als widersprüchlich geltenden Bereiche Wirtschaft und Ökologie unter dem Leitbild der industriellen Ökologie miteinander zu versöhnen. Erklärtes Ziel ist es, das Wirtschaftswachstum vom zunehmenden Ressourcenverbrauch zu entkoppeln. Dafür setzt die industrielle Ökologie auf eine Wirtschaftsweise, die nach dem Vorbild von Ökosystemen in Kreisläufen organisiert ist (Isenmann et al. 2007).

In der Diskussion um nachhaltige Entwicklung nach der Veröffentlichung des Brundtland Berichts warben die Autoren Frosch und Gallopoulos erstmals 1989 für eine solche kreislauforientierte Neuausrichtung der Wirtschaft. Sie argumentierten, dass ein hoher Lebensstandard und

dem damit einhergehendem hohem Ressourcenverbrauch vor dem Hintergrund des rasant zunehmenden Bevölkerungswachstums ein fundamentales Umdenken erfordert. In ihrem vielbeachteten Artikel (Frosch et al. 1989), der als Grundstein der Industrial Ecology gilt, skizzierten sie ihre Überlegungen für eine neue Form des Wirtschaftens. Sie warben dafür, das traditionelle Modell der industriellen Produktion, bei der Unternehmen Rohstoffe einsetzen, Produkte für den Markt herstellen und Abfall erzeugen, in ein industrielles Ökosystem zu überführen. In einem solchen System fließen bei der Produktion anfallende Nebenprodukte in einen anderen Industrieprozess ein und dienen dort als Rohstoff. Das verringert das Abfallaufkommen auf der einen, sowie den Energie- und Ressourceneinsatz auf der anderen Seite. Die Autoren sahen in dieser Kreislaufwirtschaft die Möglichkeit, die negativen Auswirkungen des Wirtschaftens auf die Umwelt zu reduzieren und so die Sicherung des Lebensstandards auch bei zunehmender Bevölkerung langfristig zu gewährleisten.

Aus dieser in Grundzügen skizzierten Idee entwickelten sich ab den 1990er Jahre zahlreiche Konzepte, die auf das Prinzip der Kreislaufwirtschaft der industriellen Ökologie setzten - sowohl innerhalb der Unternehmen, betriebsübergreifend zwischen mehreren Unternehmen, als auch auf nationaler und globaler Ebene. Innerhalb der Betriebe stehen Ökodesign, Vermeidung von Umweltbelastungen und grüne Buchführung im Fokus. Auf der zwischenbetrieblichen Ebene geht es um symbiotische Austauschbeziehungen zwischen mehreren Betrieben in Form der industriellen Symbiose oder auch Symbiosenetzwerken, die in verschiedenen Ländern als sogenannte Eco Industrial Parks (EIP) umgesetzt werden. Zusätzlich werden Fragen nach dem Produktlebenszyklus und Industriesektor-Initiativen entlang der Wertschöpfungskette betrachtet. Die regionale und globale Ebene adressieren großflächige Energie- und Stoffströme sowie Kreisläufe (Chertow 2000).

Während Industrial Ecology die grundsätzliche Idee beschreibt, fokussiert sich die industrielle Symbiose also auf ein beobachtbares Phänomen. Der Begriff Symbiose hat seinen Ursprung im Bereich der Biologie. Dort bezeichnet der Begriff eine „enge Form der Vergesellschaftung zwischen zwei Organismenarten, die für beide Partner von Nutzen ist und i. d. R. zu einer dauerhaften Lebensgemeinschaft führt“ (Spektrum Akademischer Verlag 2001).

Im gewerblichen und industriellen Kontext tauchte der Begriff Anfang der 1990er Jahre auf. Zu dieser Zeit entdeckte man in der Stadt Kalundborg ein beeindruckendes Netz aus betriebsübergreifenden Kooperationen, die wirtschaftliche Vorteile für die Beteiligten bedeuteten und gleichzeitig negative Umwelteffekte reduzierten. In der dänischen Stadt hatten sich über mehrere Jahrzehnte weitgehend unbemerkt Kooperationen zwischen mehreren Akteuren entwickelt, die sich auf den Austausch von Ressourcen konzentrieren. Was 1961 mit einer unkonventionellen Kooperation zwischen der Kommune und einer Öl-Raffinerie zur Bereitstellung von Kühlwasser aus einem See begann, entwickelte sich in den folgenden Jahrzehnten zu dem weltweit bekanntesten Musterbeispiel für industrielle Symbiose. So siedelte sich z. B. 1972 eine Gipskartonfabrik an und nutzte zuvor ungenutztes Gas aus der Raffinerie zur Trocknung ihrer Produkte. Später wurden Wege gefunden, Schlacke aus der Raffinerie als Düngemittel für nahegelegene Farmen zu nutzen sowie Wohnquartiere mit Abwärme zur Heizung zu versorgen. Anfang der 1990er beleuchteten verschiedene Zeitungsartikel das beobachtete Phänomen und trugen das organisch gewachsene Konstrukt in die Öffentlichkeit. Inzwischen feierte die weltweit großflächigste industrielle Symbiose ihr 40-jähriges Bestehen (Christensen o. J.). Durch die synergetischen Verknüpfungen spart man in Kalundborg jährlich ca. 2,9 Millionen Tonnen Material, der Wasserverbrauch reduzierte sich um 25 Prozent und 5.000 Haushalte werden mit Fernwärme versorgt. Hinzu kommen weitere weniger greifbare Vorteile, die sich auf den Austausch von Wissen, Personal und Ausrüstung beziehen (Chertow 2007).

Gemeinsam dem oben zitierten Artikel von Frosch und Galoupolus bildet das Praxisbeispiel Kalundborg die theoretischen und praktischen Grundpfeiler der industriellen Symbiose. Unter dem Ansatz lassen sich verschiedene Konzepte zusammenfassen, die in Wissenschaft und Praxis unterschiedlich ausgelegt werden. Neben den beiden genannten Fixpunkten, existiert eine große Bandbreite von Experimenten, die Aspekte der industriellen Symbiose beinhalten. Während in den Anfängen eher die technischen Aspekte der symbiotischen Beziehungen ins Auge gefasst wurden, wird das Phänomen inzwischen verstärkt aus sozialwissenschaftlicher Perspektive betrachtet und Netzwerkaspekte in den Fokus genommen. Mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung beschäftigen sich sowohl Naturwissenschaftler, Ingenieurwissenschaftler, Ökonomen als auch Sozialwissenschaftler mit dem Konstrukt der industriellen Symbiose (Chertow und Park 2017). Dementsprechend vielfältig sind die Beschreibungen des Phänomens. Auch nach zwei Dekaden der Erforschung der industriellen Symbiose herrscht kein einheitliches Begriffsverständnis und die Definitionen sind im wissenschaftlichen Diskurs weiterhin umstritten (Deutz 2014).

2.2.2 Charakteristiken von symbiotischen Gewerbegebieten

Da ein einheitliches Begriffsverständnis fehlt, werden im Folgenden relevante Teilaspekte der industriellen Symbiose anhand ausgewählter theoretischer Ansätze und praktischer Umsetzungen diskutiert und in Bezug auf ihre Charakteristiken analysiert, um ein Suchraster für die anschließende Status quo-Recherche zu bilden (s. Anhang A.1). Auf die Festlegung einer konkreten Definition wird an dieser Stelle dagegen bewusst verzichtet. Ziel der Arbeiten ist es vielmehr, relevante Teilaspekte von symbiotischen Ansätzen zu identifizieren und damit einen konzeptionellen Rahmen für symbiotische Austauschbeziehungen in Gewerbegebieten abzustecken. Dieser begriffliche Rahmen ermöglicht es, die Vielfalt der komplexen Konstruktionen, die auf überbetrieblicher Zusammenarbeit aufbauen und auf Ressourcenschonung in Gewerbegebieten abzielen, erfassen und auswerten zu können.

2.2.2.1 Akteure

Wenig überraschend stehen quellenübergreifend gewerbliche Akteure im Fokus. Darunter sind sowohl produzierende Betriebe als auch Dienstleistungsunternehmen zu verstehen. Stellenweise wird hervorgehoben, dass es sich um Kooperationen zwischen Unternehmen handelt, die traditionell keine Berührungspunkte aufweisen (Chertow 2000). Das unterscheidet diese Symbiosenetze z. B. von Branchenclustern, die klassischerweise entlang von Wertschöpfungsketten organisiert sind.

Bei den Akteurskonstellationen unterscheidet man zwischen Anker-Mieter Konstruktionen, die von einem einzelnen Akteur dominiert werden, wie beispielsweise einem Kraftwerk oder Chemiepark), und Austauschbeziehungen zwischen vielen verschiedenen Branchen (Chertow 2000). Einzelne Ansätze verzichten auf die Benennung von Gewerbe und Industrie als zentrale Akteure und verwenden Begriffe wie Instanzen (Deutz 2014), Netzwerk (Boons et al. 2014) oder unterschiedliche Organisationen (Lombardi et al. 2012). Dies lässt Spielraum für die Beteiligung von weiteren nicht-gewerblichen Akteuren an industrieller Symbiose erkennen. Das können sowohl Umfeldnutzungen, als auch andere Organisationen sein, die die Symbiosen unterstützen und z. B. als Vermittler zwischen den einzelnen Betrieben auftreten.

In Bezug auf die Anzahl der Teilnehmenden an solchen Symbioseprozessen zeigt sich ebenfalls ein heterogenes Bild. In früheren Ansätzen betrachtete man auch bilaterale Kooperationen zwischen zwei Akteuren als industrielle Symbiose (Côté et al. 1998). Neue Konzepte betonen, dass ein Symbiosenetzwerk einen gewissen Komplexitätsgrad aufweisen und mindestens drei Akteure beteiligt sein müssen, um Symbiose von herkömmlichen Austauschprozessen abgrenzen

zu können (Chertow 2007; Boons et al. 2016). Nichtsdestotrotz spielen auch bilaterale Austauschbeziehungen in diesen Ansätzen eine wichtige Rolle und werden im Weiteren ebenfalls miteinbezogen, da sie wichtige Vorstufen auf dem Weg zu komplexeren Symbiosenetzwerken sein können (Chertow 2007; Boons et al. 2016).

2.2.2.2 Raumbezug

Grundsätzlich bezieht sich das Prinzip der industriellen Symbiose auf verschiedene räumliche Ebenen. Chertow unterscheidet zwischen drei überbetrieblichen Typen in Bezug auf industrielle Symbiose: Austauschbeziehungen zwischen verschiedenen benachbarten Unternehmen in einem definierten Park, zwischen lokalen Firmen, die allerdings nicht benachbart sind, und zwischen Unternehmen, die weiter auseinander liegen und nur virtuell miteinander verbunden sind (Chertow 2000).

Die verschiedenen Maßstäbe des Untersuchungsraums spiegeln sich auch in den anderen Konzepten wider. Während manche der ausgewählten Definitionen gänzlich ohne Raumbezug auskommen (Deutz 2014), spielt in der Mehrzahl der untersuchten Ansätze die räumliche Komponente eine zentrale Rolle. Einige Ansätze beziehen sich auf regionale Systeme (Boons et al. 2014; Mirata et al. 2005), während andere räumliche Nähe als eine Grundvoraussetzung für symbiotische Austauschbeziehungen zwischen Unternehmen betrachten (Chertow 2000). Hier wird konkret auf lokale Räume (Lowe 2001) oder Parks (Côté, et al., 1995; United Nations Industrial Development Organization 2017) Bezug genommen.

Befürworter von regionaler Kreislaufwirtschaft betonen, dass sich Stoffkreisläufe in einem weiter gefassten Wirtschaftsraum aufgrund der größeren Anzahl potentieller Abnehmer eher schließen lassen. Demgegenüber wird lokalen Konstrukten nachgesagt, dass sie den Aufbau von Vertrauen und Kooperationen zwischen den Unternehmen erleichtern und damit den Grundstein für tiefergehende Austauschbeziehungen legen (Sterr et al. 2004).

Aufgrund der Aufgabenstellung liegt der Schwerpunkt der folgenden Bestandsaufnahme und Analyse auf lokalen Agglomerationsräumen von Unternehmen, die in einem räumlich abgegrenzten Bereich wirtschaften. Wie Erfahrungen aus der Praxis zeigen, setzen sich diese Agglomerationsräume oft aus verschiedenen Baugebietsarten nach der Baunutzungsverordnung zusammen. Hier sind insbesondere die Baugebietsarten Gewerbegebiet ohne erheblich belästigende Betriebe (BauNVO § 8) und Industriegebiet (BauNVO § 9) vorherrschend (BMJV 2017). Im Weiteren werden diese Agglomerationsräume zusammenfassend als Gewerbegebiete bezeichnet.

2.2.2.3 Zielsetzung

Der Zweck der überbetrieblichen Kooperation wird aus unterschiedlichen Blickrichtungen beschrieben. Grundsätzliches Ziel der symbiotischen Austauschbeziehungen sind ökologische und ökonomische Gewinne. Schließlich ist Wirtschaften nach dem Vorbild von Ökosystemen das wesentliche Merkmal der industriellen Ökologie. Durch die ökologische Zielsetzung grenzen sich Symbiosenetzwerke von herkömmlichen Wirtschaftsklustern ab, die klassischerweise auf ökonomische Gewinne fokussiert sind. Je nach Schwerpunktsetzung überwiegt allerdings die ökonomische oder ökologische Komponente in den Konzepten. Wiederkehrende zentrale Motive sind die Erzielung von Wettbewerbsvorteilen (Chertow 2000; Christensen o. J.), die Steigerung der Ressourceneffizienz (Deutz, 2014; Jensen, et al., 2011) und die Vermeidung von Umweltbelastungen (Mirata et al. 2005; Christensen o. J.). Andere verweisen mehr oder weniger direkt auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung – also eine Ausgewogenheit von Wirtschaftlichkeit, ökologischen Zielsetzungen und sozialen Aspekten (Côté et al. 1995; Lowe 2001; Müller-Christ et al. 2010; United Nations Industrial Development Organization 2017; Wolf 2010).

Erklärtes Ziel der Zusammenarbeit unter dem Banner der industriellen Symbiose in Eco Industrial Parks ist, dass der kollektive Nutzen der Symbiose größer ist als die Summe der individuellen Vorteile, die die Unternehmen erzielen könnten, wenn sie nur ihre individuellen Prozesse optimieren würden (Lowe et al. 1995). Im Fokus der weiteren Analyse stehen demnach Konzepte, die sich auf eine ökologisch-ökonomische Zielsetzung berufen oder eine ganzheitlich nachhaltige Zielsetzung verfolgen. Insofern sie im Rahmen dieser Analyse identifiziert werden können, werden ebenfalls organisch gewachsene bottom-up Prozesse miteinbezogen, die ohne entsprechend kommuniziertes „Branding“ operieren (s. späte Entdeckung des Beispiels Kalundborg).

2.2.2.4 Handlungsfelder

Die industrielle Symbiose kann sich über verschiedene thematische Bereiche erstrecken. Schwerpunkt bilden physische Austauschbeziehungen zwischen den Akteuren. Hier werden Stoffströme durch den Austausch von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten optimiert und im Idealfall in Kreisläufe überführt (Chertow 2000; Deutz 2014; Boons et al. 2014).

Neben den klassischen Ressourcen beziehen Ansätze in lokalen Räumen und Parks auch die gemeinschaftliche Inanspruchnahme von Dienstleistungen oder geteilte Infrastrukturen mit ein (United Nations Industrial Development Organization 2017). Vor dem Hintergrund des hohen Flächenverbrauchs durch Siedlungs- und Verkehrsflächen und der Flächensparziele der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von 2021 wird bei der Bestandsaufnahme auch ein Blick auf die Ressource Fläche gelegt, um Ansätze für eine gemeinsame Flächennutzung durch mehrere Akteure zu ermitteln.

Weitere Kooperationsfelder umfassen den Wissenstransfer sowie den Austausch von menschlichen Ressourcen im Symbiosenetzwerk (Mirata et al. 2005), diese sind in dieser Studie allerdings nachgelagert.

2.2.2.5 Organisation

Bei der Frage, wie die Austauschbeziehungen organisiert sind, zeigt sich ebenfalls kein einheitliches Bild in den untersuchten Konstruktionen. Die meisten Ansätze verwenden eher unbestimmte und offene Beschreibungen, die den sozialen Aspekt der Zusammenarbeit aufgreifen. Begriffe wie Gemeinschaft (Lowe et al. 1995), Ansammlung von langfristigen Beziehungen (Mirata et al. 2005) oder kollektiver Ansatz (Chertow 2000) lassen offen, in welcher Form die Zusammenarbeit konkret organisiert ist. Demgegenüber verwenden andere Konstruktionen Begriffe, die expliziter auf Wirtschaftsbeziehungen verweisen. Hier sind die Austauschbeziehungen in Form von engen Arbeitsvereinbarungen (Jensen et al. 2011) oder Mitgliedschaften (Lowe 2001) organisiert.

Unabhängig von ihrer Organisationsform besitzen sämtliche untersuchte Konstrukte einen eher langfristigen Charakter und beschreiben keine einmaligen Interaktionen. Bei der Entwicklung und Aufrechterhaltung von symbiotischen Austauschbeziehungen spielen oft auch Vermittler zwischen den Symbiosepartnern eine große Rolle. Sie helfen dabei, Potentiale zu identifizieren und die Akteure miteinander zu vernetzen (Boons et al. 2016). Bei der Betrachtung der Akteure ist ebenfalls zu berücksichtigen, ob eine übergeordnete Instanz die Austauschbeziehungen initiiert hat oder diese organisch aus Eigeninteresse zwischen den Unternehmen gewachsen sind (bottom-up) (Chertow et al. 2015). Im Gegensatz zu Chemie- oder Logistikparks, in denen die Flächen in der Regel einem Eigentümer gehören und Kooperationen von einer Betreiber-gesellschaft organisiert werden (VCI 2015), sind klassische Gewerbegebiete organisch gewachsen und weisen eine heterogene Eigentumsstruktur auf (BBSR im BBR 2019).

2.2.2.6 Zusammenfassung

Charakteristiken von symbiotischen Gewerbegebieten

Akteure:	Überbetriebliche Kooperation zwischen mehreren Unternehmen aus verschiedenen Branchen, die üblicherweise keine Berührungspunkte aufweisen, wobei auch die Einbeziehung von weiteren Akteuren wie z. B. umliegenden Nutzungen möglich ist
Raumbezug:	Lokale und heterogen strukturierte Agglomerationsräume von Unternehmen, die in einem räumlich abgegrenzten Bereich ansässig sind
Zielsetzung:	Ökonomisch-ökologisch ggfs. mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung oder nachhaltig orientiert
Handlungsfelder:	Schwerpunkte sind physische Austauschbeziehungen von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten, aber auch gemeinsam in Anspruch genommene Dienstleistungen, gemeinsam genutzte Infrastruktur, Wissenstransfer und menschliche Ressourcen sind relevant.
Organisation:	Bottom-up oder top-down über verschiedene Organisationsformen mit tendenziell eher langfristigem Charakter, teilweise unter Beteiligung von Vermittlern.
Charakteristik:	mehrfache Interaktionen, Komplexitätsgrad, mehr als zwei Beteiligte

2.3 Bestandsaufnahme: Ansätze für symbiotische Gewerbegebiete in Deutschland

Aufbauend auf der begrifflichen Abgrenzung wurde ermittelt, ob bereits innovative symbiotische Ansätze für Gewerbegebiete in Deutschland existieren. Dazu wurde von Oktober 2019 bis März 2020 eine systematische Internet- und Datenbankrecherche durchgeführt sowie Literatur ausgewertet. Ergänzend wurden Ergebnisse aus eigenen Projekten der Zero Emission GmbH mit einbezogen. Ziel der qualitativen Querschnittsanalyse war es, einen Überblick über symbiotische Ansätze in bestehenden Gewerbegebieten zu erhalten, um diese in Bezug auf ihre Implementation zu evaluieren.

2.3.1 Literatur- und Datenbankrecherche

Im Rahmen der Begriffsdiskussion wurde deutlich, dass in der internationalen Literatur eine Vielzahl theoretischer Konstrukte existiert, die ökonomisch oder ökologisch motivierte, überbetriebliche Kooperation in Gewerbegebieten beschreiben. Dementsprechend groß ist die Vielfalt der verwendeten Begriffe und Definitionen in diesem Themenbereich. Um dennoch möglichst viele Ansätze aus der Praxis in Gewerbegebieten in Deutschland identifizieren zu können, wurde ein breit angelegtes Suchraster für die Desktop-Recherche gewählt. Der breite Rechercheansatz sollte die Chance erhöhen, auch schwierig auffindbare bottom-up-Konstrukte zu identifizieren, die nicht unter dem Label industrielle Symbiose agieren. Schließlich ist aus der Literatur bekannt, dass insbesondere von Unternehmen initiierte industrielle Symbiosen von den beteiligten Akteuren oft nicht als solche erkannt und bezeichnet werden. In der Regel werden diese organisch gewachsenen Konstrukte erst später durch Dritte aufgedeckt und in die Öffentlichkeit getragen (Chertow 2007).

Das detaillierte Suchraster zielte darauf ab, die Vielfalt der Ansätze zu erfassen, die überbetriebliche, branchenübergreifende Kooperation zur Erzielung ökonomischer und ökologischer Vorteile in bestehenden Gewerbegebieten umfassen. Insgesamt wurden 33 Begriffe als relevant für die Suche zu dem Konstrukt „symbiotische Gewerbegebiete“ erachtet. Diese waren in Kernbegriffe, Synonyme, Oberbegriffe, Unterbegriffe und verwandte Begriffe eingeteilt. Ergänzt wurde das Suchraster um zwölf Beispiele aus der Literatur, die ebenfalls als Suchbegriffe dienten.

Tabelle 5: Suchraster Symbiotische Gewerbegebiete

Thema		
Symbiotische Gewerbegebiete		
	Inhaltliche Dimension	Raum- und akteursbezogene Dimension
Kernbegriffe	Symbiose (Symbio*)	Gewerbegebiet (Gewerbe*) Industriegebiet
Synonyme	Industrielle Symbiose Kooperation Zusammenarbeit Sharing Teilen Synergien	Gewerbepark Gewerbeareal Büropark Technologiepark Wissenschaftspark
Oberbegriffe	Industrial Ecology Ökosystem Kreislaufwirtschaft Ressourcen*	Wirtschaft Standort
Unterbegriffe	Gemeinsam nutzen Stoffkreislauf Stoffstrom	Nachbarschaft räumliche Nähe überbetrieblich zwischenbetrieblich betriebsübergreifend Branchenübergreifend Standortbezogen lokal
Verwandte Begriffe	Umweltschutz Nachhaltiges Wirtschaften	
Beispiele/Phänomene	Gewerbegebietsmanagement, Eco Industrial Park, Zero Emission Park, Ressourceneffizientes Gewerbegebiet, Verwertungsnetzwerk, Ökoindustrielle Netzwerke, nachhaltige Gewerbegebiete, Unternehmensnetzwerk, Standortgemeinschaft, Unternehmenszusammenschluss, Urbane Stoffströme	

Quelle: Eigene Darstellung, ZeroEmission

Die einzelnen Suchanfragen bei der Internetrecherche bestanden stets aus Kombinationen von inhaltlichen mit raum- bzw. akteursbezogenen Suchbegriffen, wie z. B. „Stoffkreislauf + Gewerbegebiet“ oder „Symbiose + betriebsübergreifend“, um die beiden Kernelemente des Konstrukts „symbiotische Gewerbegebiete“ angemessen abzubilden.

Im Detail wurden im Rahmen der Internetrecherche über eine online-Suchmaschine:

- ▶ alle inhaltlichen Begriffe, von Kernbegriffen über Synonyme, Oberbegriffe, Unterbegriffe bis hin zu verwandten Begriffen, mit den Kernbegriffen Industriegebiet und Gewerbegebiet kombiniert,
- ▶ sämtliche raum- und akteursbezogene Begriffe mit dem inhaltlichen Kernbegriff Symbiose (bzw. Symbio*) und zugehörigen Synonymen kombiniert,
- ▶ sowie zusätzlich die in der Begriffsdiskussion identifizierten Beispiele und Phänomene als Suchbegriffe verwendet.

Zusätzlich wurden relevante Datenbanken unter Angabe der Kernbegriffe ausgewertet:

- ▶ Förderkatalog des Bundes
- ▶ Datenbanken des Umweltbundesamtes (OPAC, ULIDAT, UFORDAT)
- ▶ Best-Practice Datenbank mit von Unternehmen umgesetzten Ressourceneffizienzprojekten der Effizienzagentur NRW

Darüber hinaus wurden die Abschlussberichte von relevanten Forschungsprojekten ausgewertet

- ▶ GewerbeExWoSt Forschungsfeld
- ▶ RegioRess – Hemmnisse und Potentiale zur Ressourceneffizienzsteigerung durch Optimierung regionaler und lokaler Stoffkreisläufe und Stoffströme
- ▶ RekonGent – Regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung.

Mit dieser Methode wurden insgesamt 62 Ansätze identifiziert, die überbetriebliche Kooperation zur Erzielung ökonomischer und ökologischer Vorteile in bestehenden Gewerbegebieten in Deutschland umfassen. Neuplanungen sowie Projekte außerhalb Deutschlands wurden auf Grund der unterschiedlichen Rahmenbedingungen und damit fehlender Vergleichbarkeit nicht aufgenommen.

2.3.2 Zusammenfassung symbiotischer Ansätze in Gewerbegebieten von 1980 bis 2019

Die Rechercheergebnisse bestätigen die in der Aufgabenstellung formulierte These, dass das Konzept der industriellen Symbiose in deutschen Gewerbegebieten kaum verbreitet scheint. So erschienen im gesamten Zeitraum von 1995-2014 weniger als fünf wissenschaftliche Veröffentlichungen (peer-reviewed), die das Thema industrielle Symbiose aufgriffen (Chertow et al. 2015). Auch in der Praxis fanden sich wenige Ansätze, die unter diesem Begriff in Deutschland operieren. Aufgrund des breiten Suchrasters konnten jedoch einige Projekte identifiziert werden, die zumindest Elemente der branchenübergreifenden Kooperation in Gewerbegebieten zur Ressourcenschonung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit enthielten.

Die ersten Projekte zur Weiterentwicklung bestehender Gewerbegebiete in Deutschland konzentrierten sich Ende der 1980er Jahre auf städtebauliche Aspekte. Stadterneuerung und Gewerbeumfeldverbesserung waren die Stichworte, unter denen öffentliche Akteure eine Modernisierung der Stadträume anstrebten. Eine Betreuung und Vernetzung der ansässigen Unternehmen vor Ort erfolgte hierbei im Stil von klassischen, städtebaulichen Beteiligungsverfahren und Beratungen (Freudenau et al. 2014).

Die ersten Versuche Stoffströme zwischen voneinander unabhängigen Unternehmen in Gewerbegebieten zu optimieren, wurden schließlich Ende der 1990er Jahre in Deutschland unternommen. Im Verwertungsnetzwerk Pfaffengrund wurde die Integration eines zwischenbetrieblichen Abfallmanagements erprobt. Hier wurden die Abfallströme der beteiligten Unternehmen analysiert und untersucht, welche Abfallarten als Inputstoffe relevant sind. Mit dem eingeführten zwischenbetrieblichen Informationsnetzwerk konnten Entsorgungswege durch koordinierte Abfallentsorgung, ein Ringverkehrssystem für Paletten sowie ein Entsorgungszwischenlager optimiert werden und stellenweise zwischenbetriebliche Input-Output-Beziehungen auf Produzentenebene für Polyethylen aufgebaut werden, die allerdings nicht von Dauer waren (Sterr 2003).

Während man sich in Pfaffengrund auf Optimierung der Abfallströme konzentrierte, wurden ab 1997 im schleswig-holsteinischen Gewerbegebiet Henstedt-Ulzburg/Kaltenkirchen mit Unterstützung durch das Ökopol-Institut in einem umfassenderen Ansatz überbetriebliche Vernetzungsmöglichkeiten für betriebliche Stoff- und Energieströme analysiert. Angeregt durch die ermittelten Kooperationspotenziale errichteten die ansässigen Unternehmen eine gemeinsame Kommunikationsplattform zur Koordination eines gemeinsamen Einkaufs sowie eine Logistikbörse. Zusätzlich konnte in einem Fall die Abfallentsorgung direkt benachbarter Betriebe zusammengelegt werden (Sturm 2003).

Die beiden Modellprojekte zeigten die Potentiale der überbetrieblichen Kooperation zur Ressourcenschonung in bestehenden Gewerbegebieten auf, konnten aber letztlich wenig konkrete Ressourceneinsparungen realisieren.

Aufbauend auf den identifizierten Potentialen des schleswig-holsteinischen Modellprojekts wurde das Gewerbegebietsmanagement zur Bestandspflege Teil der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundeslandes und ein Berufsbild für Gewerbegebietsmanager entwickelt. Als überbetriebliche Potentiale wurden dort der gemeinsame Einkauf und die gemeinsame Logistik, gemeinsames Stoffstrommanagement und Werbeaktivitäten genannt (Landesregierung Schleswig-Holstein 2004). Obwohl diese Projekte zum Gewerbegebietsmanagement von den Verantwortlichen offensichtlich als vielversprechend eingestuft wurden, ist nicht bekannt, ob der ambitionierte Ansatz des Prozesses weitergeführt wurde. Bekannt aus Schleswig-Holstein wurde im Weiteren ein Projekt zur Vernetzung von Stormarner Handwerksbetrieben im Gewerbegebiet Grootkoppel der Stadt Reinfeld, das über mehr Umweltschutz eine bessere Wirtschaftlichkeit erreichen wollte und die Vernetzung der Betriebe umfasste. Innerhalb der, allerdings brancheninternen, Kooperation wurden z. B. eine gemeinsame Beschaffung von Büromaterial und eine gemeinsame Abfallsammlung realisiert sowie eine mobile Brikettpresse angeschafft (Kreis Stormarn o. J.).

2004 rief das Umweltministerium Nordrhein-Westfalen (NRW) schließlich die Initiative „Nachhaltige Gewerbeflächenentwicklung NRW“ aus. Insgesamt beteiligten sich bis zum Jahr 2010 Projekte aus elf Kommunen in NRW, von denen zwei in bestehenden Gebieten stattfanden (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen 2010). Im Rahmen des ganzheitlichen Ansatzes zur nachhaltigen Entwicklung wurden erstmalig 2004 Kriterien formuliert, die ökologische, ökonomische und soziale Ziele umfassten und überbetriebliche Kooperation explizit als Methode nannten. Neben einem standortbezogenen Planungsansatz der die Handlungsfelder Fläche, Energie, Wasser, Abfall und Verkehrs umfasste, waren ebenso die Aktivierung von Synergiepotenzialen zwischen den Unternehmen und die Entwicklung lokaler Wertschöpfungsketten Teil der Kriterien. Die Modellvorhaben waren hinsichtlich der Gebietsstruktur und ihrer Zielsetzung allerdings sehr unterschiedlich und bildeten die gesamte Bandbreite der Gewerbeflächenentwicklung mit Neuausweisungen, Nachnutzungen und Bestandsentwicklungen ab (Wolf 2007).

Eines der Modellvorhaben wurde schließlich im Rahmen des interdisziplinären ExWoSt-Modellvorhabens (Experimenteller Wohnungs- und Städtebau) „Zero Emission Park- länderübergreifendes Modellprojekt zur Entwicklung von nachhaltigen Gewerbegebieten“ weitergeführt. Das Gewerbegebiet Kruppwald & Knippenburg in Bottrop gilt als eines der interessantesten und erfolgreicheren Projekte der nachhaltigen Entwicklung von Gewerbegebieten im Bestand (Freudenau et al. 2014). Zero Emission bedeutet dabei, alle schädlichen Nebenwirkungen des Wirtschaftens soweit wie möglich zu reduzieren - seien es ökologische, ökonomische oder soziale. Das interdisziplinäre Team mit mehreren beteiligten Forschungseinrichtungen des Projekts „Zero Emission Park“ formulierte damit erstmalig ein Vorgehensmodell für die systematische und ganzheitliche Weiterentwicklung in einem kooperativen Ansatz mit der Kommune und den ansässigen Unternehmen. Insbesondere die umfassende Betrachtung aller relevanten Handlungsfelder machte die Potentiale der nachhaltigen Gebietsentwicklung deutlich. So wurden Energie, Verkehr, Mobilität, Gebäudestrukturen, Flächenmanagement, Sozialstrukturen sowie infrastrukturelle und städtebauliche Anforderungen für Industrie- und Gewerbegebiete und deren Integration in die Stadtentwicklung untersucht (Zero Emission Park Projektwebseite). Aus den Erfahrungen des Modellprojektes gründete sich die Zero Emission GmbH, die das Konzept anschließend an weiteren Standorten in Deutschland umsetzte (Umweltbundesamt 2018).

Die Erkenntnisse aus dem Zero Emission Park Modellprojekt bildeten ebenfalls die Grundlage für die Ausgestaltung einer bundesweiten Förderstruktur für Klimaschutzmaßnahmen im Unternehmensverbund (Paar et al. 2012). Das Bundesumweltministerium stellte in diesem Rahmen fest, dass einzelbetrieblich vielerorts bereits zu Klimaschutz und nachhaltigem Wirtschaften beigetragen wird, aber diesbezügliche Kooperationspotenziale vor Ort selten genutzt werden.

Im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative wurde daraufhin 2013 der Förderbaustein „Klimaschutz in Industrie- und Gewerbegebieten“ veröffentlicht, der überbetriebliche Potentiale adressierte und den interdisziplinären Ansatz aufgriff. In der Folge wurde die Erstellung von Klimaschutzteilkonzepten in Industrie- und Gewerbegebieten und die anschließende Einrichtung eines Klimaschutzmanagements für die Umsetzung des Konzepts sowie eine ausgewählte investive Klimaschutzmaßnahme mit Zuschüssen gefördert (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2013).

Im Rahmen der integrierten Betrachtungsweise konnten damit erstmals deutschlandweit gewerbegebietsbezogene überbetriebliche Potentiale in den Bereichen Energieeffizienz und Energieeinsparung, Einsatz erneuerbarer Energien, Ressourceneffizienz und Ressourcenschutz, nachhaltige Mobilität aber auch Städtebau und Freiraumgestaltung, soziale Infrastrukturen sowie Unternehmenskooperation ermittelt und zugehörige Handlungsoptionen entwickelt werden. Allerdings waren die Zuschüsse gedeckelt und an die Anzahl der dort beschäftigten Mitarbeitenden gebunden. Die zuwendungsfähigen Brutto-Ausgaben lagen bei maximal 50.000 Euro für Industrie- und Gewerbegebiete mit über 5.000 Beschäftigten. Die überbetrieblichen Maßnahmenvorschläge umfassten dabei sowohl organisatorische als auch bauliche Maßnahmen. Hierbei waren explizit auch Unternehmenszusammenschlüsse aus Gewerbegebieten antragsberechtigt (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit 2013). Oftmals kamen die ansässigen Unternehmen allerdings erst im Rahmen der prozessbegleitenden Akteursbeteiligung bei der Konzepterstellung erstmalig miteinander in Kontakt. Teilweise wurden parallel zur Konzepterstellung bereits erste überbetriebliche Projekte wie gemeinsamer Bezug von grünem Strom, Sammelbestellungen vergünstigter Firmentickets für Bus und Bahn, Pflanzaktionen oder Anpassungen des Angebotes von öffentlichem Nahverkehr an die Schichtzeiten der Unternehmen organisiert (Zero Emission GmbH 2016b; Zero Emission GmbH 2016c).

Insgesamt wurden bis zur Neustrukturierung der Förderkulisse zwischen 2013 und 2019 24 Klimaschutzteilkonzepte erstellt. Davon befinden sich 2021 vier mit einem Klimaschutzmanagement in Umsetzung. Bei anderen ebenfalls geförderten Teilkonzepten, wie z. B. Liegenschaftskonzepten, wird die Anschlussförderung durch ein Management in geringerem Umfang in Anspruch genommen (Interview 9_Absatz 26). Nach der Umstrukturierung der Förderrichtlinie der Nationalen Klimaschutzinitiative sind Klimaschutzteilkonzepte, also auch solche für Industrie- und Gewerbegebiete, nicht mehr Teil der Förderkulisse.

Die Neustrukturierung der Förderkulisse mit thematischer Fokussierung auf Teilbereiche löst den breiteren interdisziplinären Ansatz der Klimaschutzteilkonzepte ab. Eine tiefere Evaluation der geförderten Projekte hinsichtlich ihrer Wirkung hat nicht stattgefunden (Interview 9_Absatz 44). Derzeit können in der neugestalteten Förderstruktur für überbetriebliche Kooperationen in Gewerbegebieten lediglich Mittel für die Erstellung von Potentialstudien für die Nutzung von Abwärme aus Industrie und Gewerbe oder Investitionen und Optimierungsdienstleistungen in Rechenzentren beantragt werden. Effizienzsteigerung in Rechenzentren mit Sektorenkopplung (Wärmeplanung) ist ebenfalls ein Schwerpunkt der umweltpolitischen Digitalagenda des Bundesumweltministeriums (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2020). Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass energieintensive Rechenzentren in Gewerbegebieten z. B. fast 90 % des Stroms eines 185 ha großen auch industriell genutzten Gewerbegebietes mit 368 ansässigen Unternehmen verbrauchen. Dies bietet große Potentiale für energetische Austauschbeziehungen mit dem Umfeld der Rechenzentren z. B. durch Abwärmenutzung in benachbarten Betrieben oder Wohnnutzungen, Photovoltaik-Gemeinschaftsanlagen auf umliegenden Dachflächen zur Versorgung des Rechenzentrums oder indirekte Kühlung über oberflächennahe Geothermie auf Parkflächen der Nachbargrundstücke (Zero Emission GmbH 2019).

Parallel zum Aufbau der Förderstruktur des Bundesumweltministeriums wurde auch der städtebauliche Ansatz des Zero Emission Park Projekts im Rahmen des ExWoSt.-Programmes weitergeführt. 2013 wurden in einer Vorstudie wesentliche Rahmenbedingungen für den Aufbau eines ExWoSt-Forschungsfeldes zur nachhaltigen Weiterentwicklung von Gewerbegebieten festgelegt. 2016 starteten schließlich in neun Kommunen aus Deutschland Modellvorhaben zur Erneuerung der „in die Jahre gekommen Stadträume“. Die Modellvorhaben unterlagen einer städtebaulichen Zielsetzung und erprobten städtebauliche Konzepte und Verfahren, waren allerdings in Bezug auf die ansässigen Unternehmen durchgehend integrativ ausgerichtet. Gewerbegebietsmanagement und die Vernetzung der ansässigen Betriebe gehörten in unterschiedlicher Ausprägung bei allen Vorhaben dazu. Einzelne Vorhaben verfolgten explizit auch ressourcenbezogene bzw. nachhaltige Zielsetzungen bei der Weiterentwicklung der Standorte (BBSR im BBR 2019). Der zusammenfassende Abschlussbericht der ExWoSt.-Modellvorhaben lag zum Zeitpunkt dieser Recherche noch nicht vor.

Neben den zwei Bundesprogrammen Gewerbe ExWoSt. und Klimaschutz in Industrie- und Gewerbegebieten, die explizit bestehende Gewerbegebiete adressierten, befassten sich verschiedene Modellprojekte ebenfalls mit Aspekten der überbetrieblichen Kooperation in Gewerbegebieten. Diese waren tendenziell eher sektoral ausgerichtet und fokussierten sich auf einzelne Handlungsfelder, wie z. B. die überbetriebliche Abwärmenutzung (GET.MIN, HEATLOOP, INTERFLEX) oder die Stärkung der Gebietsidentität, Freiraumstruktur und gegen den Stadtklimawandel (Grün statt grau - Gewerbegebiete im Wandel im Rahmen des FONA-Programms: nachhaltige Transformation urbaner Räume). Hervorzuheben ist hier das mit EU-Mitteln geförderte (Europäischer Fonds für regionale Entwicklung) Projekt Ressourceneffiziente Gewerbegebiete. Hier wurden von 2016-2019 in zehn Gewerbegebieten in der Metropolregion Ruhr ein „Kümmerer“ als

Gebietsmanagement eingesetzt sowie Ressourceneinsparpotenziale in den Hebeln Abfall, Fläche, Wasser und Energie identifiziert und zugehörige Maßnahmen entwickelt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zahlreiche Ansätze in bestehenden Gewerbegebieten ermittelt werden konnten, die symbiotische Ansätze enthalten. Hier sind zum einen ambitionierte Ansätze zu nennen, die explizit ressourcenbezogene Austauschbeziehungen zwischen ansässigen Betrieben in Gewerbegebieten etablieren wollen. Zum anderen beinhalten auch städtebauliche Infrastrukturprojekte zur Weiterentwicklung der „in die Jahre gekommenen“ Stadträume eine meist erstmalige Vernetzung der Betriebe am Standort, aus denen überbetriebliche Kooperationen entstanden sind. Beide Ansätze befinden sich allerdings überwiegend im Stadium von Modellvorhaben oder theoretischen Planungen. Die Vernetzung der Betriebe untereinander befindet sich in der Regel erst am Anfang. Die Maßnahmenumsetzung beschränkt sich folgerichtig derzeit fast vollständig auf niederschwellige organisatorische Maßnahmen. Trotz der vielversprechenden Potentiale konnten nur wenige realisierte höherschwellige, technisch-bauliche Maßnahmen ermittelt werden.

Zusätzlich finden sich Industriesymbiosen in anderen inhaltlichen Zusammenhängen oder Akteurskonstellationen. Ein bekanntes Beispiel sind Kooperationen in Chemieparks, die im Gegensatz zu klassisch gewachsenen Gewerbegebieten von einer Betreibergesellschaft organisiert werden (Isenmann 2014). In Logistikparks, die sich in der Regel auch in der Hand eines Eigentümers befinden, wird die Infrastruktur zwar gemeinschaftlich genutzt, dies bezieht sich in der Regel aber lediglich auf die Zufahrtswege. Beide Ansätze widmen sich brancheninternen Kooperationen und unterscheiden sich dahingehend von dem branchenübergreifenden Ansatz der symbiotischen Gewerbegebiete. In Technologieparks steht den ansässigen Betrieben eine gemeinsam genutzte Infrastruktur zur Verfügung. Diese Einrichtungen zur Ansiedlung technologie- und forschungsintensiver Unternehmen sind zwar meist branchenübergreifend strukturiert und beinhalten einen starken Kooperationsgedanken, werden allerdings von einem öffentlich-rechtlichen oder privatwirtschaftlichen Träger bewirtschaftet (Haas 2018). Die genannten Ansätze können demnach aufgrund der unterschiedlichen Ausgangsbedingungen, insbesondere was die Eigentums- und Organisationsstruktur betrifft, im weiteren Projektverlauf nicht als übertragbare Beispiele für die heterogen strukturierten Gewerbegebiete dienen.

Darüber hinaus existieren mittlerweile zahlreiche Konzepte, die ein überregionales, regionales oder gesamtstädtisches Stoffstrommanagement beinhalten (Umweltbundesamt 2018). So hat sich der Ansatz der Verwertungsnetzwerke auf regionaler Ebene vor allem in Form von Recyclingnetzwerken etabliert und mündete in zahlreichen Praxisbeispielen, wie Region Mittleres Ruhrgebiet, Verwertungsnetzwerk Oldenburger Münsterland oder Technologie Region Karlsruhe (Isenmann 2014).

Ein weiteres verwandtes Phänomen, das hier nicht in Gänze dargestellt werden kann, sind Aktivitäten branchenübergreifender Unternehmensnetzwerke. Diese agieren teilweise auch standortbezogen, weisen aber in den wenigsten Fällen einen ökologischen Bezug auf. Diesen Standortgemeinschaften könnte dennoch eine wichtige Rolle bei der Verbreitung von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten zukommen, da sie bereits Kommunikationsstrukturen und teilweise sogar Kooperationsmechanismen etabliert haben.

2.3.3 Typisierung der Ansätze hinsichtlich ihrer Symbiosedynamik

Die ermittelten Ansätze wurden im weiteren Gang der Analyse in Bezug auf die zugrundeliegende Symbiosedynamik eingeordnet. Das Konzept der Symbiosedynamik basiert auf einem Artikel des englischsprachigen Fachmagazins *Journal of Industrial Ecology* aus dem Jahr 2016. In dem Artikel widmen sich Wissenschaftler aus Nordamerika, Europa und Asien gemeinsam dem

Problem der Äquivalenz von industrieller Symbiose. Vor dem Hintergrund der Vielzahl der tradierten Ansätze wollten sie in einem kooperativen Ansatz ihr Wissen bündeln, um industrielle Symbiose auch in unterschiedlichen Kontexten vergleichbar zu machen. Dazu entwickelten sie relevante Vergleichsdimensionen und bildeten Typen in Form von Symbiosedynamiken, die auf inhaltlichen Sinnzusammenhängen aufbauen (Boons et al. 2016).

Die Symbiosedynamiken bilden demnach die bislang in der Literatur bekannten wiederkehrenden Typen und Verfahrensabläufe von industrieller Symbiose ab. Die Einordnung der erhobenen Ansätze zeigt, welche Typen von Symbiose in Gewerbegebieten in Deutschland am meisten verbreitet sind. Dabei wird die Einteilung nach der zum Zeitpunkt der Implementation vorherrschenden Symbiosedynamik vorgenommen.

Tabelle 6: Einteilung der ermittelten Ansätze nach Symbiosedynamiken (Boons, et al., 2016)

Symbiose-Dynamik	Beschreibung	Anteil der erhobenen Ansätze (n=62)
Pilotprojekte	Initiiert durch eine öffentliche oder private dritte Partei: eine beispielhafte Entwicklung wird an einem Standort umgesetzt und die Erfahrungen an andere Standorte übertragen.	52 %
Ermöglichung durch kollektives Lernen	Initiiert durch eine öffentliche oder private dritte Partei: die Entstehung von Symbiose ist in einen kollektiven Lernprozess eingebunden, in dem Unternehmen und die dritte Partei ein symbiotisches Netzwerk entwickeln.	48 %
Selbstorganisation	Initiiert durch Unternehmen: Betriebe erhoffen sich Vorteile durch symbiotische Austauschbeziehungen mit einem anderen Partner und setzen diese ohne zusätzliche Beteiligte bilateral oder multilateral um.	-
Organisatorische Umstrukturierung	Initiiert durch Unternehmen: ein betrieblicher Strategiewechsel (Outsourcing) führt zu Unternehmensaufspaltung, aber zuvor innerbetriebliche Verbindungen bleiben bestehen und werden dadurch überbetrieblich.	-
Ermöglichung durch Vermittler	Initiiert durch öffentliche/private dritte Partei: Vorteile der Kooperation werden durch Aktivitäten von Vermittlern aufgezeigt, die aktiv darauf abzielen, Chancen von überbetrieblicher Zusammenarbeit aufzudecken und über einen Marktmechanismus abzuwickeln. Das Engagement der Vermittler ergibt sich oft zur Vermeidung von Abwanderung der Unternehmen	-
Staatliche Anreize	Initiiert durch staatliche Akteure: die Entstehung von überbetrieblicher Kooperation basiert nicht auf Geschäftsmöglichkeiten (Business Opportunities) sondern auf planvollem Wirken von staatlichen Akteuren durch Anreize und Zwang.	-
Öko-Cluster Entwicklung	Initiiert durch staatliche Akteure und/oder Unternehmen: die Entstehung von überbetrieblicher Kooperation ereignet sich als Teil einer breiteren regionalen Strategie zur Wirtschaftsentwicklung, meist durch Wirtschaftsförderungsmittel gefördert.	-

Quelle: eigene Darstellung (Zero Emission).

Die Einordnung auf Basis der Bestandaufnahme zeigt eine deutliche Dominanz der zwei Symbiosedynamiken „Pilotprojekte“ und „Ermöglichung durch kollektives Lernen“ in Gewerbegebieten. Hinweise auf andere Symbiosedynamiken in Gewerbegebieten fanden sich unter den ermittelten Ansätzen nicht.

Anzumerken ist hierbei jedoch, dass die Dynamiken an einem Standort über einen längeren Zeitraum wechseln können. Für die oben dargestellte Typisierung wurde der Zeitpunkt der Implementation als Ausgangspunkt für die Einteilung gewählt. Demnach könnten im weiteren Verlauf der Entwicklung weitere Symbiosedynamiken aus den beiden oben genannten hervorgegangen sein.

Die Expert*inneninterviews im späteren Projektverlauf lieferten Hinweise darauf, dass Unternehmen, nachdem sie im Rahmen von „Pilotprojekten“ erstmalig miteinander in Kontakt gebracht wurden, stellenweise selbstständig überbetriebliche Kooperationen mit den Nachbarn

eingingen. Diese fanden allerdings meist außerhalb des Projektrahmens statt und wurden von den beteiligten Unternehmen in der Regel nicht öffentlich gemacht. Diese privatwirtschaftlichen bottom-up Aktivitäten können demnach nur schwer erfasst werden. Das betrifft die Dynamiken „Selbstorganisation“ oder „Organisatorische Umstrukturierung“. Es ist davon auszugehen, dass diese in Gewerbegebieten in Deutschland möglicherweise deutlich häufiger vertreten sind, als es auf Basis der durchgeführten Bestandsaufnahme den Anschein hat.

Zusätzlich ist anzumerken, dass sich die Bestandsaufnahme auf Gewerbegebiete bezieht. Andere Ebenen der industriellen Symbiose wie zwischen lokalen Firmen, die allerdings nicht benachbart sind oder zwischen Unternehmen, die weiter auseinander liegen und nur virtuell miteinander verbunden sind, waren nicht Teil dieser Untersuchung. Ebenso wenig wurden Kooperationen an Sonderstandorten oder brancheninterne Ansätze erfasst, die z. B. wie Chemieparcs in der Regel auf der Symbiosedynamik „Organisatorische Umstrukturierung“ beruhen.

Nichtsdestotrotz vermittelt die Typisierung der ermittelten Ansätze einen Überblick über die derzeit wohl weit verbreitetsten Dynamiken bzw. macht deutlich, dass Dynamiken wie „Ermöglichung durch Vermittler“, „Staatliche Planung“ oder „Öko-Cluster Entwicklung“ derzeit keine oder nur eine untergeordnete Rolle bei der Implementation von industrieller Symbiose in deutschen Gewerbegebieten spielen. Fördermittel und Anreize fehlen dazu derzeit.

2.4 Analyse I: Implementation und Charakterisierung der praktischen Ansätze

Die Status quo-Recherche zeigte deutlich, dass symbiotische Ansätze in Gewerbegebieten in Deutschland bereits seit über 20 Jahren erprobt werden. Im Folgenden wird der Frage nachgegangen, wie diese Ansätze implementiert wurden. Da der Fokus auf der Evaluation von in der Praxis implementierten Ansätze in bestehenden Gewerbegebieten lag, wurden übergeordnete Ansätze sowie Projekte, über die keine ausreichenden Daten vorlagen, nicht weitergehend ausgewertet. Dadurch reduzierte sich die Zahl der Ansätze in dem Analyseschritt von 62 auf 54. Diese 54 Ansätze wurden hinsichtlich ihrer Implementation, inhaltlichen Ausrichtung und Art der überbetrieblichen Kooperation untersucht (siehe dazu A.2 Liste erhobener Ansätze im Anhang). Dazu wurden zehn Kategorien entwickelt, anhand derer die Ansätze eingeteilt und bewertet wurden.

2.4.1 Kategorienbildung

Im Laufe des Erhebungsprozesses wurden anhand des vorliegenden Datenmaterials und theoretischem Vorwissen relevante Vergleichsdimensionen von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten identifiziert und zugehörige Kategorien entwickelt. Die Kategorisierung dient dazu, die Implementation und Charakteristik der Ansätze möglichst umfassend und systematisch abzubilden, um anschließend Ähnlichkeiten und Unterschiede bestimmen zu können. Insgesamt wurden zehn Kategorien entwickelt, die sowohl inhaltliche als auch organisatorische Aspekte beinhalten:

1. Zeitraum:

Es erfolgte eine Einordnung hinsichtlich des Start-Zeitpunkts der Bearbeitung des Projekts oder Ansatzes, um den grundsätzlichen zeitlichen Kontext zu berücksichtigen und auch Zusammenhänge zu Rahmenbedingungen herstellen zu können. Als Orientierungspunkt für die Einteilung der Ansätze gilt das Jahr 2010. Im Laufe der 2000er Jahre erschienen die ersten Grundlagenpublikationen zur Industrial Ecology im deutschsprachigen Raum und seit Ende der 1990er Jahre wurden auch die ersten praktischen Erfahrungen gesammelt. 2010 wurde als Fixpunkt gewählt, da hier das vielzitierte Zero Emission

Park Projekt abgeschlossen wurde. Mit dem Projektabschluss lag erstmalig ein übertragbares interdisziplinäres Vorgehensmodell vor, das auf überbetrieblicher Kooperation beruhte und Empfehlungen für die Standortanalyse, Entwicklung von Maßnahmenvorschlägen sowie zur Bildung von Nachhaltigkeitsnetzwerken in bestehenden Industrie- und Gewerbegebieten in Deutschland formulierte. Bei der Einteilung wird zwischen Ansätzen unterschieden, die vor der Veröffentlichung der Projektergebnisse gestartet sind (*Pionier*) und Ansätzen, die entwickelt wurden, nachdem das Vorgehensmodell vorlag (*Vertiefung und Anwendung*).

2. Innovationsgrad:

Hier wird bewertet, wie innovativ der ermittelte Ansatz zum Zeitpunkt der Implementation ist. Werden neue Verfahren erprobt (*innovativ*) oder beruht das Vorgehen auf bereits bekannten und weitgehend etablierten Verfahren (*etabliert*).

3. Status:

Die Einteilung hinsichtlich des derzeitigen Status ermöglicht die Einschätzung hinsichtlich der Relevanz des Ansatzes. Befindet sich der Ansatz noch in Umsetzung (*noch nicht umgesetzt*) oder wurden die Ziele innerhalb der Projektlaufzeit erreicht (*umgesetzt*). Ob ein Anschlussprojekt am Standort vorhanden ist, die überbetriebliche Vernetzung institutionalisiert wurde (z. B. in einer Standortgemeinschaft) oder der neu konzipierte Ansatz eines Modellprojekts in der Folge in die Breitenanwendung übergegangen ist (*umgesetzt und weitergeführt*), liefert Hinweise zur potentiellen Übertragbarkeit und Wirktiefe des Ansatzes.

4. Finanzierung

Hier wird unterschieden, ob für die Umsetzung des Ansatzes Fördermittel in Anspruch genommen wurden (*gefördert*) oder diese eigenfinanziert wurde (*eigenfinanziert*). Ob die Umsetzung des Ansatzes die Inanspruchnahme von Fördermitteln beinhaltet, kann ein Hinweis darauf geben, ob der symbiotische Ansatz marktfähig scheint oder staatliche Unterstützung bei der Implementation benötigt wird.

5. Initiator

Ein wichtiges Kriterium befasst sich mit der Frage, wer den Ansatz in Gewerbegebieten initiiert hat. Der Impuls zur überbetrieblichen Vernetzung kann von privatwirtschaftlichen Akteuren, öffentlichen Akteuren oder Forschungsinstitutionen ausgehen. Symbiotische Prozesse können sowohl organisch gewachsen (*bottom-up*), als auch durch übergeordnete und in der Regel staatliche Akteure angeregt werden (*top-down*). Mögliche Impulsgeber aus dem Wirtschaftsbereich können Unternehmen am Standort (*Unternehmen intern*), externe privatwirtschaftliche Anbieter (*Unternehmen extern*) oder eine bestehende Standortgemeinschaft mit einer eingetragenen Rechtsform sein (*Standortgemeinschaft*). Hinzu kommen Initiativen, die von Akteuren aus dem angrenzenden Umfeld des Standorts ausgehen, wie z. B. Wohnnutzungen (*Umfeldnutzung*). Diese Konstellationen sind als bottom-up Prozesse einzustufen. Demgegenüber können auch öffentliche Akteure (*öffentliche Akteure*), Forschungsinstitutionen (*Forschung*) oder auch übergeordnete Verbände (*übergeordnete Verbände*), wie z. B. lokale oder überregionale Gewerbevereine oder Berufsgenossenschaften, die Vernetzung in einem top-down Prozess initiieren. Die Analyse hinsichtlich des impulsgebenden Akteurs liefert wichtige Informationen

über den originären Charakter des symbiotischen Ansatzes und ist vor allem für die Definition von Handlungsempfehlungen zur Förderung von erfolgversprechenden Ansätzen im späteren Projektverlauf relevant.

6. Hauptmotiv

Ebenso wichtig wie die Identifikation des Initiators ist die Frage nach der überwiegenden Motivation des Ansatzes. Diese kann anhand der Analyse der formulierten Zielstellung des Ansatzes näherungsweise ermittelt werden. Ist diese nicht eindeutig, können Hinweise auf die Motivation aus der Akteurskonstellation abgeleitet werden. Hier können *ökonomische* oder *ökologische* Zielsetzungen überwiegen, *ökonomisch-ökologische* Motive gleichwertig vorhanden sein oder auch ganzheitlich nachhaltige Konzepte (*nachhaltig*) angestrebt werden. Gleichzeitig sind symbiotische Aktivitäten denkbar, die *nicht eindeutig zuordenbar* sind.

7. Kooperationspartner

Da symbiotische Prozesse aufgrund ihrer Komplexität mehrere Akteure umfassen, die oft auch aus verschiedenen Akteursgruppen stammen, werden an dieser Stelle die Kooperationspartner der Initiatoren betrachtet. Hier sind Akteure genannt, die Ressourcen eingesetzt haben, um einen Beitrag zum Gelingen des Ansatzes zu leisten. Der Grad der Einbindung von weiteren Akteuren liefert wichtige Erkenntnisse über den Grad der Interdisziplinarität und den partizipativen Charakter des Ansatzes. Als Kooperationspartner können sämtliche Akteure fungieren, die auch als Initiator in Frage kommen (s.o.).

8. Koordination der Kooperation

Überbetriebliche Vernetzung erfordert einen gewissen Koordinationsaufwand auf Seiten aller Beteiligten. An dieser Stelle wird analysiert, welcher Akteur die überbetriebliche Kommunikation bzw. Kooperation im Gewerbegebiet hauptsächlich organisiert und koordiniert. Diese Aufgabe kann intern durch die kooperierenden Unternehmen selbst geleistet werden (*Unternehmen intern*) oder auch in Form einer *Standortgemeinschaft* erfolgen. Alternativ können auch externe privatwirtschaftliche Dienstleister (*Unternehmen extern*), *öffentliche Akteure* oder *Forschung* die Organisation übernehmen.

9. Kooperationsgrad

Der Kooperationsgrad zeigt die Tiefe der überbetrieblichen Austauschbeziehungen im Gewerbegebiet für den jeweils implementierten Ansatz. Das niedrigste Niveau der Kooperation stellt der Austausch von Informationen dar, hier kommen Unternehmen erstmals miteinander in Kontakt (*1. Informationsaustausch*). Die zweite Stufe beinhaltet den themenbezogenen Austausch von Erfahrungen zwischen voneinander unabhängigen Betrieben am Standort (*2. Erfahrungsaustausch*). Geht dieser Erfahrungsaustausch in die ergebnisorientierte Planung von gemeinschaftlichen Aktivitäten über, ist Stufe 3 erreicht (*3. Planung überbetrieblicher Zusammenarbeit*). Die höher gelegenen Kooperationsgrade umfassen die Umsetzung von gemeinsamen Aktivitäten durch ansässige Unternehmen, entweder überbetriebliche organisatorische (*4. Umsetzung organisatorischer Maßnahme*) oder technisch-bauliche Maßnahmen (*5. Umsetzung technisch-baulicher Maßnahme*). Mit der Einteilung nach dem hier entwickelten Kooperationsgrad kann die Intensität der überbetrieblichen Vernetzung an den Standorten verlässlich bestimmt werden.

10. Handlungsfelder

Neben den prozessualen und organisatorischen Elementen der Kooperation spielt die inhaltliche Dimension der Zusammenarbeit eine wichtige Rolle. Hier wird deutlich gemacht, in welchen thematischen Handlungsfeldern die überbetrieblichen Austauschbeziehungen geplant oder umgesetzt wurden. Neben dem Austausch von Ressourcen, wie *Materialien, Energie, Wasser, sonstige Nebenprodukte* aus Produktionsprozessen, können *gemeinsam genutzte Infrastrukturen* (inkl. Grün- und Verkehrsflächen) oder *beauftragte Dienstleistungen* dazu gehören. Der Austausch von *menschlichen oder technischen Ressourcen* sowie *Wissenstransfer* kann ebenfalls Teil von symbiotischen Austauschbeziehungen sein.

Die Einteilung der Ansätze in die zehn Kategorien anhand ihrer Eigenschaften erlaubt eine tiefergehende Analyse der ermittelten symbiotischen Ansätze in Bezug auf den Charakter und den Implementationsprozess.

Tabelle 7: Kategorien und Merkmalsausprägungen

Kategorie	Merkmalsausprägungen
Zeitraum	Pionier, Vertiefung und Anwendung
Innovationsgrad	innovativ, etabliert
Status	Noch nicht umgesetzt, umgesetzt, umgesetzt und weitergeführt
Initiator	Unternehmen intern, Standortgemeinschaft, Unternehmen extern, öffentliche Akteure, Forschung, Umfeldnutzung, übergeordnete Verbände
Finanzierung	eigenfinanziert, gefördert
Hauptmotiv	ökonomisch, ökologisch, ökonomisch-ökologisch, nachhaltig
Kooperationspartner	Standortgemeinschaft, Unternehmen extern, öffentliche Akteure, Forschung, Umfeldnutzung, übergeordnete Verbände
Koordination	Unternehmen intern, Standortgemeinschaft, Unternehmen extern, öffentliche Akteure, Forschung, Umfeldnutzung, übergeordnete Verbände
Kooperationsgrad	Informationsaustausch, Erfahrungsaustausch, Planung überbetriebliche Koop., Umsetzung organisatorische Maßnahme, Umsetzung technisch-bauliche Maßnahme
Handlungsfelder	Materialien, Energie, Wasser, sonstige Nebenprodukte, Dienstleistungen, Infrastruktur, Wissenstransfer, menschliche Ressourcen

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

2.4.2 Ergebnisse der Kategorisierung

Die Auswertung der Kategorisierung der erhobenen 54 implementierten Ansätze zeigt:

1. Zeitraum

- ▶ 13 % starteten vor 2010
- ▶ 87 % starteten nach 2010

Die Kategorisierung hinsichtlich des Zeitraums zeigt eine deutliche Zunahme von Ansätzen nach 2010.

2. Innovationsgrad

- ▶ 52 % Modellprojekte
- ▶ 48 % beruhten auf weitgehend erprobten Verfahren

Rund die Hälfte der ermittelten Ansätze entwickelten als Modellvorhaben neue Verfahren vor Ort. Die andere Hälfte baute auf weitgehend etablierten Verfahren auf. Diese Projekte gehören fast alle zum Förderbaustein der nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesumweltministeriums. In den vertiefenden Expert*inneninterviews zeigte sich, dass allerdings auch die Klimaschutzteilkonzepte für Gewerbegebiete aufgrund der schwierigeren Aufgabenstellung eher ein „modellhaftes und sehr spezifisches Feld im Klimaschutz“ sind und damit durchaus auch vergleichsweise innovativ sind (Interview 9_Absatz 46).

3. Status

- ▶ 48 % umgesetzt
- ▶ 33 % umgesetzt und weitergeführt
- ▶ 19 % noch nicht umgesetzt

Vier Fünftel der Ansätze wurde bereits implementiert, während sich ein Fünftel derzeit noch in Umsetzung befindet. In 41 % der bereits implementierten Ansätze (noch nicht umgesetzte Klimaschutzinitiative ausgenommen) wurde am Standort ein Folgeprojekt gestartet, die überbetriebliche Zusammenarbeit vor Ort anschließend verstetigt oder der modellhafte Ansatz in einem anderen Zusammenhang (z. B. an einem anderen Standort oder durch Ausweitung auf die regionale Ebene) weitergeführt. Allerdings muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass bei keinem der analysierten Projekte („Ansätze“) eine nachlaufende Evaluation erfolgte, so dass keine belastbaren Aussagen zur Dauerhaftigkeit der Verstetigungsbestrebungen gemacht werden können.⁵

4. Initiator

- ▶ 72 % Öffentliche Akteure
- ▶ 13 % Forschung

⁵ In der Praxis kann zum einen häufiger beobachtet werden, dass durch „Modell-Vorhaben“ o.ä. initiierte Vernetzungsansätze nach dem Fortfall eines durch Dritte finanzierten „Kümmers“ versanden. Zum anderen gibt es aber auch Beispiele, wo insbesondere auf bilateraler Arbeitsebene Aktivitäten ohne große öffentliche Bekanntmachung („im Stillen“) fortgeführt werden.

- ▶ 7 % Standortgemeinschaft
- ▶ 7 % nicht eindeutig zuordbar

Fast drei Viertel der Ansätze wurden von öffentlichen Akteuren implementiert. Zentrale Akteure sind dabei entweder direkt in der kommunalen Verwaltung angesiedelt oder in städtischen Eigenbetrieben organisiert. Hier sind vor allem die Arbeitsbereiche Wirtschaftsförderung und Umweltschutz vertreten. In 13 % der Ansätze wurden Forschungsinstitutionen als Initiator identifiziert. Lediglich in 7 % der Fälle initiierten ansässige Unternehmen in Form einer Standortgemeinschaft den Ansatz. Bei den verbliebenen 7 % konnte der Initiator nicht zugeordnet werden. Ausgehend von der Projektstruktur könnten hier auch übergeordnete Verbände oder angrenzende Nutzungen eine entscheidende Rolle bei der Implementation gespielt haben.

5. Finanzierung

- ▶ 93 % gefördert
- ▶ 6 % eigenfinanziert
- ▶ 2 % nicht eindeutig

93 % der erhobenen Ansätze wurden mit Zuschüssen über Bundes- oder Landesprogramme unterstützt. Drei Fälle wurden ohne die Inanspruchnahme von Fördermitteln realisiert. Zwei davon sind allerdings ebenfalls mit öffentlichen Geldern aus dem städtischen Haushalt finanziert. Lediglich ein Ansatz wurde erkennbar ohne öffentliche Gelder initiiert. Bei einem weiteren Fall konnte die Finanzierung nicht eindeutig zugeordnet werden.

Ausgehend von der Annahme, dass der Initiator (s.o.) auch den Eigenanteil bei geförderten Ansätzen übernommen hat, zeigt sich auch hier die starke finanzielle Beteiligung von öffentlichen Akteuren. Denn in 76 % der geförderten Fälle hat ein öffentlicher Akteur den Eigenanteil getragen. Lediglich in 4 % der geförderten Fälle wurde der Eigenanteil von Standortgemeinschaften bestehend aus ansässigen Unternehmen erbracht. Bei 14 % der geförderten Ansätze wurden die Eigenanteile von Forschungsinstitutionen übernommen – sofern in diesen Fällen keine 100 prozentige Förderung vorlag.

Anzumerken ist jedoch, dass sich stellenweise Kooperationen nach der Anschubfinanzierung durch öffentliche Gelder mit Ressourcen der ansässigen Unternehmerschaft verstetigt haben.

6. Hauptmotiv

- ▶ 46 % Ökologisch
- ▶ 24 % Ökonomisch-ökologisch
- ▶ 20 % Ökonomisch
- ▶ 9 % Nachhaltig

Fast die Hälfte der erhobenen Ansätze verfolgt eine überwiegend ökologische Zielsetzung. Die meisten der vorwiegend ökologisch orientierten Ansätze befassen sich mit Klimaschutz und stehen im Kontext der nationalen Klimaschutzinitiative. Bei einem Viertel sind ökonomische und ökologische Motive gleichrangig vertreten. 20 % der Ansätze sind ökonomisch orientiert, enthalten aber zu einem gewissen Teil auch ökologische Aspekte. Hier sind vor allem städtebauliche Revitalisierungen oder die Bestandssicherung der bestehenden Gewerbegebiete im Rahmen der

ExWoSt.-Modellvorhaben zu nennen, die meist ohne stärkeren ökologischen Bezug agieren. 9 % sind ganzheitlich motiviert und können als nachhaltig bezeichnet werden.

7. Kooperationspartner

- ▶ 89 % mit Beteiligung von öffentlichen Akteuren
- ▶ 52 % mit Beteiligung von externen Unternehmen
- ▶ 26 % mit Beteiligung von Forschung
- ▶ 17 % mit Beteiligung von übergeordneten Verbänden
- ▶ 4 % mit Beteiligung einer Standortgemeinschaft
- ▶ 4 % mit Beteiligung einer Umfeldnutzung

Sämtliche Ansätze wurden mit weiteren Akteuren abseits der kooperierenden Unternehmen implementiert. Es war mindestens ein weiterer Akteur beteiligt. Bei interdisziplinären Forschungsprojekten arbeiteten teilweise bis zu zehn unterschiedliche Institutionen mit den ansässigen Unternehmen zusammen.

Die wichtigsten Kooperationspartner bei der Implementation der Ansätze sind öffentliche Akteure und externe Dienstleister. In neun von zehn Fällen waren öffentliche Akteure als Kooperationspartner beteiligt. Wenn das Projekt von einem öffentlichen Akteur initiiert wurde, wurde in 87 % der Fälle mit mindestens einem weiteren öffentlichen Akteur kooperiert. Diese starke ressortübergreifende Zusammenarbeit spiegelt den interdisziplinären Charakter der Ansätze wieder. Bei von Kommunen initiierten Projekten wurde in 79 % der Fälle auf externen Sachverstand durch Dienstleister oder Forschung zurückgegriffen.

Bezogen auf alle Fälle war in rund der Hälfte ein externer Dienstleister beteiligt. In 26 % der Fälle wurde eine Kooperation mit Forschungsinstitutionen eingegangen. Übergeordnete Verbände waren in 17 % der Fälle beteiligt. Standortgemeinschaften und Umfeldnutzungen spielten als Kooperationspartner mit jeweils 4 % eine untergeordnete Rolle.

8. Koordination der Kooperation

- ▶ 44 % öffentliche Akteure
- ▶ 17 % Forschung
- ▶ 13 % externe Dienstleister
- ▶ 13 % unbekannt
- ▶ 11 % Standortgemeinschaft
- ▶ 2 % übergeordnete Verbände

Die Kommunikation bzw. Kooperation im Gewerbegebiet wurde in 44 % der Fälle hauptsächlich von öffentlichen Akteuren organisiert und koordiniert. Meist bildeten hierbei die lokalen Wirtschaftsförderungen die Schnittstelle zwischen dem Projekt und den ansässigen Unternehmen. In 17 % der Fälle wurde das Management von Forschungsinstitutionen oder Dienstleistern im Rahmen von Forschungsprojekten übernommen. Externe Dienstleister wurden in 13 % der Fälle mit

der Koordination beauftragt und in 11 % der Fälle koordinierte die Standortgemeinschaft die Entwicklung vor Ort. 13 % der Fälle konnten nicht zugeordnet werden. In einem Fall wurde das Management vor Ort von einem übergeordneten Wirtschaftsverband übernommen.

9. Kooperationsgrad

- ▶ 0 % Stufe 1. Informationsaustausch
- ▶ 0 % Stufe 2. Erfahrungsaustausch
- ▶ 54 % Stufe 3. Planung überbetrieblicher Zusammenarbeit
- ▶ 43 % Stufe 4. Umsetzung einer oder mehrerer überbetrieblicher organisatorischer Maßnahme(n)
- ▶ 4 % Stufe 5. Umsetzung eines oder mehrerer überbetrieblich technisch-baulicher Maßnahme(n)

In jedem der untersuchten Fälle gingen aus dem Informations- und Erfahrungsaustausch zwischen ansässigen Unternehmen konkrete Planungen für überbetriebliche Zusammenarbeit hervor. Keiner der Ansätze blieb demnach im Stadium des Informations- und Erfahrungsaustausches. In rund der Hälfte der Fälle wurden geplante Aktivitäten zum derzeitigen Zeitpunkt umgesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass zum Zeitpunkt der Erhebung ein Fünftel der Ansätze noch nicht abgeschlossen waren. 43 % der Ansätze mündeten in der Umsetzung von einer oder mehreren organisatorischen Maßnahmen, wie die gemeinsame Beschaffung von Gebrauchsgütern, Energieeinkaufsgemeinschaften, Ausbildungskooperationen, Pflanzaktion, Breitbandinitiativen, Sammelbestellung vergünstigter Firmentickets, virtuelles Kraftwerk erneuerbarer Energieanlagen, Logistikkörbe, koordinierte Abfallentsorgung, Marketingmaßnahmen, Flächentausch oder der Institutionalisierung der überbetrieblichen Zusammenarbeit in einer Standortgemeinschaft.

Höhererschwellige baulich-technische Maßnahmen mit mehreren beteiligten Unternehmen konnten dahingehend nur in 4 % der Fälle identifiziert werden. Hier konnten eine gemeinsame Regenwasserversickerung, eine gemeinsame LKW-Tankstelle sowie eine gemeinsame mobile Briquettpresse als umgesetzte Maßnahmen in zwei Gebieten identifiziert werden.

Es ist jedoch möglich, dass in den Gebieten durchaus auch technische Maßnahmen umgesetzt wurden, die mit dem angewendeten Suchraster der online Recherche nicht ermittelt werden konnten. Da ein Großteil der untersuchten Ansätze die erstmalige Vernetzung der Betriebe und eine Planung von überbetrieblichen Maßnahmen umfasste, ist es durchaus realistisch, dass anschließend Maßnahmen von Betrieben außerhalb des Projektzusammenhangs umgesetzt wurden und dies ohne größere Öffentlichkeitsarbeit oder Veröffentlichungen erfolgte.

10. Handlungsfelder

- ▶ 100 % Wissenstransfer
- ▶ 85 % gemeinsam genutzte Infrastrukturen
- ▶ 76 % Energie
- ▶ 63 % gemeinschaftlich in Anspruch genommene Dienstleistungen
- ▶ 35 % Wasser

- ▶ 11 % Materialien
- ▶ 11 % Nebenprodukte
- ▶ 9 % menschliche Ressourcen

Wissenstransfer findet durch den Informations- und Erfahrungsaustausch in jedem der untersuchten Ansätze statt. Weitere Schwerpunkte der umgesetzten oder geplanten Austauschbeziehungen sind überbetriebliche Energiekooperationen oder gemeinschaftlich genutzte Dienstleistungen und Infrastruktur vor allem in Bezug auf Mobilität und Flächennutzung, sowie Wasser. Materialien und Nebenprodukte sowie menschliche Ressourcen sind demgegenüber nur selten Teil der ermittelten Kooperationen.

2.4.3 Zusammenfassung

- ▶ Erste Forschungsprojekte wurden im Zeitraum von Ende der 1990er bis 2010 realisiert. Die überwiegende Mehrzahl der erfassten Ansätze ist allerdings erst in den zehn Jahren danach implementiert worden. Die meisten Ansätze weisen einen hohen Innovationsgrad auf und sind eher modellhaft als etabliert einzuschätzen.
- ▶ Die Vielzahl der beteiligten Akteure und der interdisziplinäre, ressortübergreifende Ansatz bei der Zusammenarbeit zeigen deutlich die Komplexität bei der Implementation von Symbiose in Gewerbegebieten. Gebietsentwicklungen beinhalten oft eine umfangreiche Datenerhebung an den Standorten, die meist lange Zeit benötigt. Erfolgversprechende Gebietsentwicklungen bestehen in der Regel aus mehreren Teilprojekten an einem Standort, die über viele Jahre laufen.
- ▶ In 41 % der abgeschlossenen Ansätze wurde am Standort ein Folgeprojekt gestartet, die überbetriebliche Zusammenarbeit vor Ort anschließend verstetigt⁶ oder der modellhaft erprobte Ansatz an anderer Stelle weitergeführt.
- ▶ Die erhobenen Ansätze sind in 72 % der Fälle von Kommunen initiiert. In 90 % der Fälle sind Kommunen als Kooperationspartner an den Projekten beteiligt und auch bei der Kooperation vor Ort spielen sie insbesondere in Form von Wirtschaftsförderungen eine zentrale Rolle. Bis auf wenige Ausnahmen konnten kaum Standortgemeinschaften in bestehenden Gewerbegebieten erfasst werden, die sich systematisch mit der überbetrieblichen Vernetzung zur Erzielung von ökologischen und wirtschaftlichen Vorteilen am Standort befassen.
- ▶ Insgesamt wurden neun von zehn ermittelten Ansätzen mit Fördermitteln implementiert. Solche geförderten Projekte werden stellenweise nach dem Ende der Förderperiode von Unternehmen weitergeführt.
- ▶ Zwar konnten kaum privatwirtschaftliche Initiativen ermittelt werden, dennoch scheint das Thema der überbetrieblichen Kooperation interessant für Unternehmen zu sein. Keiner der

⁶ Wie weiter oben bereits ausgeführt, bezieht sich diese Aussage nur darauf dass Verstetigungsansätze etabliert wurden. Ob diese Ansätze der Verstetigung tatsächlich dauerhaft erfolgreich sind oder waren kann aufgrund des systematischen Fehlens nachlaufender Evaluationen (d.h. nach mehreren Monaten und Jahren) nicht beantwortet werden.

erhobenen Ansätze verblieb im anfänglichen Stadium des Informations- und Erfahrungsaustausches. In allen Projekten, in denen benachbarte Unternehmen zusammengebracht wurden, haben sich diese an der Planung von überbetrieblichen Kooperationen beteiligt - stellenweise auch in Themenbereichen, die ursprünglich vom Projektinitiator gar nicht intendiert waren. In fast der Hälfte der untersuchten Fälle wurden überbetriebliche Maßnahmen von den Betrieben umgesetzt, obwohl die Initiative zur Kooperation in der Regel von einer anderen Stelle ausging und damit top-down initiiert war.

- ▶ In den meisten Fällen war externer Sachverstand durch Dienstleister oder Forschungseinrichtungen gefragt, um Potentiale aufzuzeigen, Vorgehenskonzepte zu erarbeiten und/oder die Kooperation vor Ort zu initiieren und zu organisieren.
- ▶ Nur in 20 % der ermittelten Ansätze überwiegen ökonomische Motive. In den anderen 80 % sind ökologische Zielsetzungen stärker vertreten. Lediglich 9 % verfolgen einen nachvollziehbaren ganzheitlich nachhaltigen Ansatz. Hier ist zu berücksichtigen, dass die meisten der erhobenen Ansätze geförderte Modellprojekte waren, die naturgemäß einem gemeinwohlorientierten Ansatz folgen. In den anschließenden vertiefenden Interviews zeigte sich deutlich, dass auf Seiten der ansässigen Betriebe, ökonomische Motive wie Kostenvorteile durch Synergieeffekte für die meisten Unternehmen wesentlich relevanter sind.
- ▶ Wenn es nach der Maßnahmenplanung zur Umsetzung kommt, sind es zu 92 % organisatorische Maßnahmen, die umgesetzt werden. Obwohl vielerorts geplant, wurden überbetriebliche technisch-bauliche Maßnahmen nur in Ausnahmefällen realisiert. Dabei stehen Austauschbeziehungen mit Alltagsgegenständen oder im Bereich von Querschnittstechnologien und Standortthemen im Fokus, die keinen direkten Bezug zum Kerngeschäft aufweisen.
- ▶ Symbiose in Gewerbegebieten fokussiert sich vor allem auf gemeinsam genutzte Infrastrukturen, Energiekooperationen und gemeinschaftlich in Anspruch genommene Dienstleistungen. Austauschbeziehungen mit Stoffen, Materialien und nicht energetischen Nebenprodukten oder mit menschlichen Ressourcen werden kaum geplant oder umgesetzt.

2.5 Analyse II: Hemmnisse und Erfolgsfaktoren bei der Implementation

Um die jeweils treibenden und hemmenden Faktoren für überbetriebliche Kooperationen in Gewerbegebieten zu ermitteln, erfolgte eine vertiefende Betrachtung von ausgewählten Fallbeispielen.

2.5.1 Expert*inneninterviews und qualitative Inhaltsanalyse

Zur weitergehenden Analyse wurden mit zehn ausgewählten Akteuren aus den vielversprechendsten Fallbeispielen Expert*inneninterviews auf Basis eines teilstandardisierte Gesprächsleitfadens durchgeführt (vergl. Interviewleitfaden im Anhang A1).

Als vielversprechend wurden Ansätze bewertet, die über umfassende Erfahrung in Bezug auf die Implementation von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten verfügen. Betrachtet wurden

- ▶ Ansätze, die einen hohen Kooperationsgrad bei der überbetrieblichen Zusammenarbeit erzielten,

- ▶ Ansätze, die von ansässigen Unternehmen im Gebiet initiiert wurden, oder
- ▶ Standorte, in denen mehrere verschiedene Ansätze über einen längeren Zeitraum implementiert wurden.

Dabei wurden sowohl Fälle untersucht, die unmittelbar auf überbetriebliche Kooperation abzielen, als auch Gebietserneuerungsprozesse, die eine intensive Vernetzung der Betriebe beinhalten, aus der zum Teil weitergehende überbetriebliche Kooperationen hervorgingen.

Um die Akteursvielfalt und unterschiedliche Perspektiven abbilden zu können, wurden Akteure aus Wirtschaft, Kommunen und Forschung interviewt. Ergänzend wurde je ein Vertreter des Bereichs „Klimaschutz in Gewerbe- und Industriegebieten“ des Bundesumweltministeriums und der Begleitforschung des Gewerbe-ExWoSt-Forschungsfeldes des BBSR befragt. Somit kamen sowohl Akteure zu Wort, die sich vor Ort um die Implementation gekümmert haben, als auch Akteure, die sich übergeordnet mit dem Thema befassen (für die Liste der befragten Akteure siehe Anhang A2).

Nach einem Pretest des Interviewleitfadens wurden die Expert*inneninterviews mithilfe einer Videokonferenzsoftware aufgezeichnet und mittels einer Computersoftware vereinfacht transkribiert. Ausgewertet wurden die Befragungsergebnisse mittels der qualitativen und inhaltlich strukturierenden Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2012).

Folgende Schritte wurden durchgeführt, um die Interviewergebnisse zu systematisieren:

- ▶ Entwicklung von Hauptkategorien anhand eines Interviews
- ▶ Codierung sämtlicher Interviews
- ▶ Zusammenstellen aller mit der gleichen Hauptkategorie codierten Textstellen
- ▶ Induktive Bestimmung von Subkategorien anhand der Textstellen
- ▶ Codierung des gesamten Materials mit dem ausdifferenzierten Kategoriensystem
- ▶ Auswertung und Zusammenfassung

2.5.2 Ergebnisse der qualitative Inhaltsanalyse

Die Auswertung der Expert*inneninterviews ermittelte jeweils treibende und hemmende Faktoren für unternehmensübergreifende Kooperationen in Gewerbegebieten. Dabei wurden sowohl Ausgangssituationen und Prozessverläufe auf Ebene der Kommunen, Unternehmen und in Gewerbegebieten betrachtet. Die folgenden Ergebnisse liefern einen Hinweis darauf, welche Standort- und Unternehmenseigenschaften überbetriebliche Kooperationen fördern oder hemmen können, als auch konkrete Hinweise zum Prozessverlauf bei der Implementation von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten. Im Rahmen der Interviews erhobene Hinweise zu wirtschaftlichen, administrativen, rechtlichen und planerischen Rahmenbedingungen für symbiotische Gewerbegebiete fließen in das Arbeitspaket 3 ein.

2.5.2.1 Kommune

Kommunen sind derzeit als Impulsgeber zentrale Akteure für die überbetriebliche Zusammenarbeit in Gewerbegebieten. Sie können Türöffner für Initiativen in Gewerbegebieten sein und spielen bei der Ansprache der ansässigen Betriebe eine wichtige Rolle. Hier ist es von Vorteil, wenn innerhalb der Wirtschaftsförderung und Verwaltung bereits gute Kontakte zu den ansässigen

Unternehmen bestehen. Die Interviews machten allerdings deutlich, dass eine aktive gebietsbezogene Bestandspflege in der Vergangenheit nicht immer eine hohe Priorität innerhalb der Kommunen erhielt.

Das Wissen über die Standorte und das Bewusstsein für die Anforderungen der Unternehmen in den Gewerbegebieten ist in den Kommunen teilweise sehr gering. Stellenweise sei in den Kommunen gar nicht bekannt, wer derzeit überhaupt an den Standorten wirtschaftet (Interview 2, Absatz 14-15). Demgegenüber existieren natürlich auch sehr aktive Wirtschaftsförderungen mit guten Kontakten in die Gewerbegebiete. Die gängige Praxis wurde allerdings von einem Kommunalvertreter mit den Worten beschrieben, „normalerweise habe ich in Deutschland ein Gewerbegebiet gebaut und dann wird's erstmal vergessen. Es wird nicht mehr gepflegt, es wird nicht mehr investiert, also von der öffentlichen Hand, von den Unternehmen vor Ort schon, aber von der öffentlichen Hand wird es im Prinzip vergessen“ (Interview 3, Absatz 85).

Insbesondere an Standorten mit einer „in die Jahre gekommenen“ Infrastruktur ist der Aspekt der bislang geringen Betreuungsintensität durch die Kommune bei der strategischen Ausrichtung in der Zusammenarbeit mit den Unternehmen nicht zu unterschätzen. Dies sollte in der Ansprache berücksichtigt werden. An solchen Standorten sollte sensibel auf die Unternehmen zugegangen und deren Interessen besondere Berücksichtigung finden. Eine hohe Erwartungshaltung auf Seiten der Kommune, dass diese Betriebe in den vernachlässigten Standorten nun zu Klima- oder Ressourcenschutzbeitragen sollen, kann starke Abwehrhaltungen provozieren.

Zielführender ist es laut der Expert*innen, einen „Raum zu schaffen“ (Interview 1, Absatz 31), in dem die Unternehmen auch Standortprobleme erstmalig adressieren können, diese offen diskutiert werden und auf Seiten der Kommune eine Bereitschaft besteht, diese Probleme zumindest ergebnisoffen anzugehen. Bei diesem problemlösungsorientierten Ansatz ist es für einen erfolgreichen Projektverlauf entscheidend, dass auf Seiten der Kommune auch Investitionsmittel bereitgehalten werden, um die Perspektive bieten zu können, dass unstrittige infrastrukturelle Problemlagen auch angegangen werden (Interview 5, Absatz 25).

Eine regelmäßige und transparente Kommunikation und ein vorbildhaftes Vorgehen der Kommune bei der Maßnahmenumsetzung können aktivierend auf die Mitwirkungsbereitschaft der Unternehmen wirken. So kann beispielsweise die Umsetzung von kleineren Maßnahmen wie z. B. eine neue Beschilderung oder Umrüstung der Straßenbeleuchtung auf energieeffiziente Leuchten Betriebe motivieren, eigene infrastrukturelle Maßnahmen umzusetzen und helfen, Zeiträume zu überbrücken, in denen größere städtische Infrastrukturmaßnahmen geplant werden (Interview 1, Absatz 73).

Eine geringe Mittelverfügbarkeit stellt in Kombination mit geringen personellen Kapazitäten ein großes Hemmnis für eine aktive Bestandspflege der Gewerbegebiete dar. Hier wurde in einem Interview angemerkt, dass ein stärkerer Rückfluss der erzielten Gewerbesteuer in die Gewerbegebiete erfolgen könnte, um die Gebiete zu pflegen und aktiver mit Personal zu begleiten: „wenn sie das machen in einem gewissen Prozentsatz, dann passiert alles andere automatisch, weil sie dann Verantwortlichkeiten haben, jemand fühlt sich zuständig und hat auch ein Interesse, das Gebiet weiter zu entwickeln“ (Interview 3, Absatz 87).

Die Einbindung von verschiedenen städtischen Fachbereichen ist nach Expert*innenmeinung anlassbezogen sinnvoll. Eine ressortübergreifende Zusammenarbeit zwischen Wirtschaftsförderung, Stadtplanungsamt, Bauordnungsamt, Tiefbauamt, Umweltamt, Ordnungsamt und/oder Stadtwerken ist insbesondere bei ganzheitlichen Entwicklungsansätzen förderlich. Eine klar definierte Aufgabenstellung durch z. B. einen Ratsbeschluss sowie eine regelmäßig tagende fachübergreifende Projektgruppe können zu einem konsistenten und effizienten Vorgehen innerhalb der Verwaltung beitragen.

Von verschiedenen Expert*innen wurde der Vorschlag eingebracht, dass Symbioseaspekte auch bei der kommunalen Ansiedlungspolitik berücksichtigt werden könnten. Hier könnten für potentielle Austauschbeziehungen günstige Voraussetzungen geschaffen werden. So wäre es sinnvoll, wenn beispielsweise bei Grundstücksverkäufen der Kommunen mögliche Symbiosebeziehungen in der Nachbarschaft bereits mitgedacht werden. Hierbei sind die Wirtschaftsförderungen meist ein guter Partner. So könnte die Ansiedlung von Betrieben fokussiert werden, die im Sinne eines Input-Output-Matching voneinander profitieren können. Eine weitere genannte Möglichkeit betrifft die Bereitstellung von Infrastruktur für Symbiosebeziehungen, wie z. B. ein Nahwärmenetz für den Wärmeaustausch in der Straße zu verlegen (Interview 10, Absatz 56).

2.5.2.2 Unternehmen

Unternehmen sind die Zielgruppe der Ansätze zu symbiotischen Gewerbegebieten. Sie entscheiden über die Umsetzung von überbetrieblichen Kooperationen. Ein erfolgsversprechendes Vorgehen beinhaltet, im ersten Schritt mit denen zu arbeiten, die willig sind, auch wenn es im Verhältnis zu den gesamtansässigen Unternehmen erst einmal wenige sind. Mit diesen können dann positive Beispiele geschaffen werden, die wiederum andere am Standort motivieren können. Die Auswertung der Interviews zeigte, dass dabei insbesondere Unternehmen aktiv sind, die über eine gewisse Ortsverbundenheit und einen Standortbezug verfügen. Hervorzuheben sind hier insbesondere selbstnutzende Eigentümer an den Standorten. Mit diesen Unternehmen, bei denen die Entscheidungsfindung direkt am Standort erfolgt, ist die Chance größer, etwas umzusetzen.

Demgegenüber stehen Niederlassungen von Betrieben, die ihren Hauptsitz an anderer Stelle haben und an lokalen Kooperationen in der Regel weniger Interesse haben. Hier gibt es allerdings auch Ausnahmen, so wurde aus einem Unternehmensnetzwerk auch von einem weltweit tätigen Unternehmen aus Schweden berichtet, die einen „ganz anderen Umgang damit haben, die das sogar gut finden, diese lokalen Vernetzungen“ (Interview 6, Absatz 93).

Die Firmenphilosophie und allgemeine Betriebskultur scheinen demnach noch wichtigere Einflussfaktoren zu sein. Betriebe, die generell einem Vernetzungsgedanken in anderen Zusammenhängen folgen und „über den Tellerrand drüber schauen“ (Interview 3, Absatz, 47) sind hier grundsätzlich offener. Gleiches gilt für Betriebe, die sich bereits mit dem Thema Nachhaltigkeit befassen und z. B. eine etablierte Umweltschutz- bzw. Klimaschutzstrategie betreiben. Diese können im Prozessverlauf als wichtige Multiplikatoren dienen und sollten als Best-Practice Beispiele einbezogen werden, da sie innerhalb der peer-group größeres Mobilisierungspotenzial entfalten als Impulse, die von außerhalb an den Standort herangetragen werden. Von ihren Erfahrungen können andere Betriebe im Kooperationsraum Gewerbegebiet profitieren.

Das betrifft vor allem kleinere Unternehmen, die meist mit dem Kerngeschäft ausgelastet sind und wenig Kapazitäten haben, sich mit weitergehenden Themen längerfristig zu befassen. Hier ist es hilfreich, einen offenen Beteiligungsprozess im Gewerbegebiet zu gestalten, der die Betriebe nicht über Gebühr belastet und an dem sie je nach Interessenslage und betrieblicher Situation flexibel teilnehmen können (Interview 2, Absatz 59). Andererseits können gewisse Verbindlichkeiten und klare Zuständigkeiten z. B. in Arbeitsgruppen auch förderlich wirken (Interview 6, Absatz, 73). Dies muss aber nicht zwangsläufig einen Widerspruch bedeuten, macht jedoch deutlich, wie wichtig eine hohe Prozessqualität und ein flexibles Vorgehen bei der Organisation von Projekten mit einer Vielzahl von Beteiligten ist. Erfahrungen aus einem Forschungsprojekt zeigen, dass insbesondere bei Beteiligungsformaten z. B. Termine angeboten werden sollten, die außerhalb der Kernarbeitszeit liegen, idealerweise bevor die Teilnehmer mit dem Tagesgeschäft begonnen haben (Interview 8, Absatz 2).

Laut den Expert*innen profitieren allerdings insbesondere diese kleinen und mittleren Unternehmen von Synergieeffekten durch überbetriebliche Kooperation in Gewerbegebieten. Das betrifft zum einen die Interessenvertretung oder auch die Marktmacht. Diese ist bei einer gemeinsamen Beschaffung in einer Standortgemeinschaft deutlich größer, als wenn die Betriebe einzeln agieren würden. Zum anderen können diese Betriebe im Verbund Angelegenheiten angehen, die sie einzeln nicht bedienen könnten und die bei größeren Betrieben intern geregelt werden können, wie z. B. die Mittagsversorgung oder ein Betriebskindergarten (Interview 4, Absatz 50 u. 53).

Grundsätzlich sind fehlende Ressourcen in Form von Wissen, Zeit, Personal und/oder Investitionsmitteln die größten Hemmnisse für überbetriebliche Kooperationen – wobei Zeit und Personal über den gesamten Zeitraum als wichtigste Ressource anzusehen ist. Ein weiteres Hemmnis stellt die oft schlechte Datenlage zum Energie- und Ressourcenverbrauch oder Abfallaufkommen in den Betrieben dar. Folgerichtig besteht oft kein ausgeprägtes Bewusstsein über Einsparpotenziale oder es fehlt das Wissen, welche Maßnahmen wie umgesetzt werden können. Hier kann externe Expertise in Form von Analysen, Beratungsangeboten und Fachveranstaltungen oder zum Beispiel auch konkrete Messungen zum Abwärmeaufkommen helfen, Potentiale besser einzuschätzen und die Maßnahmenumsetzung zu befördern (Interview 8, Absatz 57). Hier sind die Wirtschaftsförderungen aber auch die Ver- und Entsorger gefragt. Bei Hemmungen, betriebliche Daten an externe Vermittler oder benachbarte Unternehmen weiterzugeben, können Datenschutzvereinbarungen helfen.

Bei der Auswahl der Expert*innen ist darauf zu achten, dass diese möglichst praxisnah agieren und ein großes Verständnis für unternehmerische Belange mitbringen. Insbesondere gegenüber Forschungsinstitutionen wurde teilweise von großen Vorbehalten in den Betrieben berichtet. Da Unternehmen zeitnah funktionierende Lösungen benötigen und das Wesen der Forschung das Erproben und Scheitern beinhaltet (8, Absatz 29), ist es bei innovativen Prozessen eine besondere Herausforderung diese beiden Systeme zusammenzubringen.

Insbesondere bei größeren Betrieben sind vielfach kurze ökonomische Amortisationszeiten von unter zwei Jahren bei Investitionen gefordert. Bei Maßnahmen, die diesen Ansprüchen nicht gerecht werden, kann es hilfreich sein, weitere Mehrwerte, wie z. B. CO₂-Einsparungen oder Vorteile in der Fachkräftegewinnung darzustellen, um Betriebe zur Umsetzung zu motivieren (Interview 8, Absatz 25 u. 33).

Stellenweise hemmen bestehende Strukturen innerhalb der Betriebe überbetriebliche Veränderungsprozesse. Das kann zum Beispiel ein bestehender hoher Umweltstandard durch Audits o. ä. sein oder auch vorhandene Energielieferverträge betreffen, die über einen längeren Zeitraum festgeschrieben sind (Interview 7, Absatz 12). Zusätzlich können generelle Beharrungskräfte wirken, bestehende und im Prinzip für die Betriebe grundsätzlich funktionierende Strukturen zu verändern und damit das Risiko einer Verschlechterung einzugehen, auch wenn die Veränderung Mehrwerte versprechen (Interview 8, Absatz 33).

2.5.2.3 Gewerbegebiet

In Bezug auf eine symbioseförderliche Branchenstruktur in Gewerbegebieten ließen sich über Interviews keine Erkenntnisse gewinnen. An verschiedenen Stellen wurde die Diversität der Standorte mit mehreren hundert ansässigen Betrieben und die dort vorherrschende Branchenvielfalt betont: „Das typische Gewerbegebiet, das mehr oder weniger immer die gleiche Infrastruktur an Firmen hat, gibts eigentlich gar nicht“ (Interview 8, Absatz 1). Vereinzelt wurden größere Betriebe hervorgehoben, die einen hohen Ressourcenverbrauch kennzeichnen und damit als relevante Key-Stakeholder für ressourcenbezogene Austauschbeziehungen identifiziert

wurden, wie z. B. ein Zementwerk oder auch ein Rechenzentrum (Interview 9, Absatz 16 u. Interview 7, Absatz 40-42). Eine Herausforderung der Branchenvielfalt sei es, dass die diverse Struktur, ein Agieren der unterschiedlichen Betriebe auf Augenhöhe erschwere und es schwierig sei, alle „unter einen Hut“ zu bringen. Demgegenüber stehen die Vorteile, dass eine Vielzahl von unterschiedlichen Betrieben, die Chance für ein passendes Input-Output-Matching in Bezug auf Ressourcenkooperationen erhöht. Ein individuelles Vorgehen bei der Akteursbeteiligung z. B. durch eine Stakeholderanalyse und eine ortsspezifische Bestandsaufnahme sind hilfreich, um konkrete Symbiosepotenziale zu ermitteln und Akteure für die Mitwirkung zu gewinnen.

In den meisten Gewerbegebieten existieren bislang keine Kooperations- oder Kommunikationsstrukturen. Die Interviews zeigten deutlich, dass sich die Unternehmensvertreter in der Regel untereinander nicht kennen und teilweise auch nicht genau wissen, welche Branchen überhaupt am Standort vertreten sind (z. B. Interview 2, Absatz 9). Damit fehlen in vielen Gewerbegebieten die Grundvoraussetzungen für Überlegungen zu überbetrieblicher Kooperation. Eine bestehende Standortgemeinschaft aus ansässigen Betrieben kann demgegenüber als Plattform für tiefergehende unternehmensübergreifende Initiativen dienen.

Erfahrungen aus den Fallbeispielen zeigen, dass wenn man die Betriebe im Gewerbegebiet zusammenbringt, ihnen einen Raum zum Austausch bietet, Unternehmen diese Möglichkeit nutzen und Kooperationen teilweise automatisch entstehen, sich auf Basis gemeinsamer Interessen organisch entwickeln. Das betrifft nicht nur das Entstehen von Geschäftsbeziehungen mit der Nachbarschaft, die eine Ausgangsmotivation darstellen können, an solchen Vernetzungsinitiativen teilzunehmen (Interview 10, Absatz 28).

Oftmals entstehen Kooperationen sogar in Bereichen, die ursprünglich vom Projektinitiator gar nicht intendiert waren. In den Interviews wurden Flächentausch, gemeinsame Nutzung einer Lkw-Waage, Einrichtung eines Arbeitskreises, Hilfe im Personalbereich oder auch gemeinsame Beschaffung als Beispiele für von den Betrieben bottom-up entwickelte Kooperationen genannt (Interview 2, Absatz 9-10; Interview 10, Absatz 10; Interview 8, Absatz 1, 4 u. 6). Die grundsätzliche Initiative etwas im Gewerbegebiet zu tun, kam in diesen Fällen meist von städtischer Seite aber die ersten Kooperationen kamen dann durch die Betriebe untereinander zustande, die diese Gelegenheit in dem Vernetzungsprozess für sich genutzt haben. Diese oft bilateralen Austauschbeziehungen finden in der Regel auf Vertrauensbasis statt und werden ohne festgeschriebene Vereinbarungen umgesetzt (Interview 7, 34-36). Da diese Kooperationen meist auf persönlicher Ebene und nicht im größeren Projektkontext stattfinden, bleiben diese Kooperationen teilweise unentdeckt. Regelmäßige Evaluationen, welche Kooperationen entstanden sind oder welche einzelbetrieblichen Maßnahmen umgesetzt werden, gehörten in keinem der untersuchten Beispiele zur Praxis.

Ein Hemmnis für weitergehende überbetriebliche Kooperationen besteht oftmals darin, dass zwar Potentiale der Zusammenarbeit an verschiedenen Stellen ermittelt wurden, der Weg zur Realisierung allerdings oft noch mit vielen Fragen verbunden ist und Erfahrungswerte fehlen. Dies macht es für Unternehmen schwierig eine realitätsnahe Kosten-Nutzen-Abschätzung bei weitreichenden Kooperationsprojekten vorzunehmen (Interview 5, Absatz 17). Weitere Forschung sowie Unterstützung durch von Betrieben anerkannte Expert*innen und Fördermittel für umwelt- und klimaschützende Lösungen oder auch Rechtsberatung können die Betriebe hier entlasten und Kooperationen befördern.

Grundsätzlich ist es die Erfahrung, dass je näher es an die Geschäftsprozesse geht, desto weniger ist die Kooperationsneigung ausgeprägt. Grund hierfür ist, dass auf Seite der Betriebe befürchtet wird, dass sich Rückschlüsse auf Betriebsprozesse und ihr Kerngeschäft ziehen lassen (Interview 9, Absatz 28). Allerdings zeigte sich wohl auch, dass diese Bedenken eher im Vorfeld ein

Hemmnis darstellten, wurde die Arbeitsebene erreicht, spielten diese Bedenken keine Rolle mehr (Interview 8, Absatz 4).

Bei tiefergehenden Austauschbeziehungen, die das Kerngeschäft betreffen und nicht einfach ersetzt werden können, bestehen zusätzliche Sorgen in ein Abhängigkeitsverhältnis zu geraten. Insbesondere bei Abwärmelieferungen herrscht die Sorge, dass die Versorgung durch das benachbarte Unternehmen nicht durchgehend gewährleistet werden kann und man zu stark von der betrieblichen Situation des Kooperationspartners abhängig ist. Würde dort die Produktion heruntergefahren, wäre die Wärmeversorgung nicht mehr gewährleistet. Hier können zwar Back-Up Systeme wie ein Heizkessel o. ä. integriert werden, die bei Versorgungsunterbrechung einspringen könnten, diese doppelten Systeme machen die Maßnahme aber oft unwirtschaftlich (Interview 8, Absatz 43).

Je geringer der Aufwand für die Realisierung ist, desto eher sind Unternehmen bereit, Kooperationen mit dem Nachbarn einzugehen. Nach Aussage der Expert*innen ist es deshalb am erfolgversprechendsten, mit wenig zeitintensiven Maßnahmen anzufangen und Austauschbeziehungen mit Alltagsgegenständen oder Kooperationen im Bereich von Querschnittstechnologien wie Beleuchtung oder Belüftung zu beginnen, die meist keinen unmittelbaren Bezug zum Kerngeschäft und der Produktionstechnik aufweisen. Auch gemeinsame Standortprobleme wie eine schlechte Verkehrsinfrastruktur, Schäden durch Extremwetterereignisse, fehlende Breitbandanbindung oder auch Fachkräftemangel in den vernachlässigten Stadträumen können unter den ansässigen Unternehmen, die ansonsten oft wenig Berührungspunkte aufweisen, durchaus integrativ und gemeinschaftsbildend wirken.

Verschiedene Expert*innen betonten, dass ein gemeinsames Problem die Unternehmerschaft zusammenschweißen und die Bildung einer Standortgemeinschaft fördern kann, wenn sich die Unternehmen Chancen ausmalen, die Probleme durch Kooperation lösen zu können (Interview 1, Absatz 7-9; Interview 2, Absatz 9-11; Interview 6, Absatz 75). Insbesondere bei top-down initiierten Prozessen ist es wichtig, drängende Standortprobleme von städtischer Seite zu adressieren. Ansonsten ist die Mitwirkungsbereitschaft der Unternehmen bei Projekten zur nachhaltigen Entwicklung oder ähnlichen eher gemeinwohlorientierten Zielsetzungen äußerst gering, wenn auf Probleme vor Ort nicht eingegangen wird: „Wenn es Probleme gibt am Standort, und die gibt es in jedem und diese Probleme sind nicht gelöst und die Unternehmen sind frustriert weil irgendwas überhaupt nicht klappt, hat man auch mit einer nachhaltigen Entwicklung und Kooperation nicht viele Chancen“ (Interview 2, Absatz 33).

Bei überbetrieblicher Zusammenarbeit entsteht ein erhöhter Organisations- und Koordinationsaufwand. Da ansässige Unternehmen sich auf ihr Kerngeschäft konzentrieren müssen, fehlen hier oft Kapazitäten für tiefergehende, kontinuierliche und längerfristige Kooperationen mit der Nachbarschaft. Sämtliche interviewten Expert*innen waren sich einig, dass der Einsatz eines „Kümmerers“ in den Gewerbegebieten maßgeblich für den dortigen Erfolg von Symbiose. Allerdings gehört ein solches Gewerbegebietsmanagement bislang nicht zur standardmäßigen Ausstattung der Standorte. Lediglich an einzelnen Modellstandorten wurde im Rahmen von Förderprojekten ein Management vor Ort installiert.

Das Gebietsmanagement kann „Kontinuität in kooperatives Handeln bringen“ (Interview 5, Absatz 23). Es vernetzt die Betriebe untereinander, organisiert Austauschformate, vermittelt Kontakte zu Fachleuten, hält die Kommunikation aufrecht und kümmert sich für die Betriebe um die Umsetzung einzelner überbetrieblicher Themen. Gleichzeitig kann es die Koordination zwischen Verwaltung und Betrieben übernehmen. Regelmäßige Standortkonferenzen mit allen relevanten kommunalen Akteuren und den Betrieben können den Dialog und das gegenseitige Verständnis fördern (Interview 6, Absatz 141).

Für einen erfolgreichen Kooperationsprozess ist es entscheidend, dass das Management als Netzwerker in der Lage ist, verschiedene Parteien zusammenzuführen und sich sowohl in die Lage der Unternehmen hineinversetzen kann, als auch die Belange der Kommune kennt. Wichtig für ein erfolgreiches Management ist darüber hinaus eine gewisse Nähe zu den ansässigen Unternehmen und eine Vertrauensbasis. Ein Standortbüro vor Ort kann dabei hilfreich sein. Dadurch wird eine zentrale Anlaufstelle für den Austausch geschaffen und es erleichtert in den Alltag der Unternehmen hineinzukommen. Grundsätzlich sollte sich das Management als Dienstleister für das Gewerbegebiet verstehen und idealerweise bei den Unternehmen angestellt sein. Ein städtisches Gewerbegebietsmanagement birgt die Gefahr von Interessenkonflikten und kann zu Hemmungen gegenüber einer Kooperation bei der Unternehmerschaft führen, wenn Akteure, die hoheitliche Aufgaben vertreten, gleichzeitig als Netzwerker fungieren sollen (Interview 2, Absatz 33 u. 75 – 79).

Wichtig sei eine kontinuierliche Begleitung durch das Management. Kommt es zu einem Betreuungslöcher, schlafen viele Kooperationen wieder ein, da der Kümmerer wegfällt. Wenn es gelingt den Betrieben den Mehrwert des Gewerbegebietsmanagements deutlich zu machen und positive Erfahrungen mit dem Management gemacht wurden, zeigten Unternehmen in verschiedenen Projekten auch die Bereitschaft, sich an dem Management zum Teil auch finanziell zu beteiligen. Dies sei aber in der Anfangszeit eines Vernetzungsprozesses illusorisch und erst nach positiven Erfahrungen möglich (Interview 3, Absatz 43).

Eine theoretische Betrachtung in einem Modellprojekt zeigte, dass sich ein Management auch von den Einsparungen durch Synergieeffekte selbst finanzieren könnte. Bei konsequenter Umsetzung der überbetrieblichen Kooperationen könnte sich sowohl die Maßnahmenumsetzung für die einzelnen Betriebe wirtschaftlich rechnen, als auch der Aufwand des Managements finanziert werden. Trotz der Berechnung waren die Betriebe „zu dem Stand, wo wir das Projekt abgegeben haben oder wo es zu Ende war noch nicht bereit, so jemanden zu finanzieren.“ (Interview 10, Absatz 60)

2.6 Zusammenfassende Beantwortung der Forschungsfrage

Die Status quo-Recherche im AP 1 untersuchte die Fragestellung: „Gibt es bereits innovative symbiotische Ansätze für Gewerbegebiete und – falls ja – wie wurden diese implementiert, was waren die Erfolgsfaktoren und wo lagen ggf. Hemmnisse“?

Da ein einheitliches Begriffsverständnis zum grundlegenden Konzept der industriellen Symbiose fehlt, wurden im ersten Schritt relevante Teilaspekte der industriellen Symbiose anhand ausgewählter theoretischer Ansätze und praktischer Umsetzungen identifiziert. Als Kernelemente des Untersuchungsgegenstandes „symbiotische Gewerbegebiete“ wurden zu Beginn der Untersuchung festgelegt:

- ▶ Überbetriebliche Kooperation zwischen mehreren Unternehmen aus verschiedenen Branchen, die üblicherweise keine Berührungspunkte aufweisen,
- ▶ In lokalen und heterogen strukturierten Agglomerationsräumen von Unternehmen, die in einem räumlich abgegrenzten Bereich ansässig sind,
- ▶ mit ökonomisch-ökologischer Zielsetzung ggfs. mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung oder nachhaltig orientiert,
- ▶ Schwerpunkte sind physische Austauschbeziehungen von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten, aber auch gemeinsam in Anspruch genommene Dienstleistungen, gemeinsam genutzte Infrastruktur, Wissenstransfer und menschliche Ressourcen,
- ▶ Bottom-up oder top-down initiiert über verschiedene Organisationsformen mit tendenziell eher langfristigem Charakter, teilweise unter Beteiligung von Vermittlern.

Mit diesem konzeptionellen Rahmen wurde eine breit angelegte systematische Internet- und Datenbankrecherche sowie anschließend vertiefende Expert*inneninterviews zu Erfolgsfaktoren und Hemmnissen durchgeführt. Die Rechercheergebnisse bestätigen die in der Aufgabenstellung formulierte These, dass das Konzept der industriellen Symbiose in deutschen Gewerbegebieten kaum verbreitet scheint. Dennoch konnten insgesamt 62 Ansätze in Deutschland identifiziert werden, die mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung zumindest Elemente der branchenübergreifenden Kooperation in Gewerbegebieten zur Ressourcenschonung und Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit enthielten.

Hier konnten zum einen ambitionierte Ansätze ermittelt werden, die explizit ressourcenbezogene Austauschbeziehungen zwischen ansässigen Betrieben in Gewerbegebieten etablieren wollen, vor allem im Energie- und Klimaschutzbereich. Zum anderen beinhalten auch viele städtebauliche Infrastrukturprojekte zur Weiterentwicklung der „in die Jahre gekommenen“ Stadträume eine erstmalige Vernetzung der Betriebe am Standort, aus denen in der Folge teilweise außerhalb des Projektrahmens überbetriebliche Kooperationen organisch erwachsen sind.

Die Vernetzung der ansässigen Betriebe in den Gewerbegebieten untereinander, als eine Grundvoraussetzung für überbetriebliche Zusammenarbeit, ist in der Regel wenig ausgeprägt. Auf bestehende Kommunikations- und Kooperationsstrukturen, wie z. B. Standortgemeinschaften, konnte nur in den wenigsten Fällen zurückgegriffen werden.

Fast alle Ansätze befinden sich im Stadium von Modellvorhaben oder der theoretischen Planung. Für die meisten Akteure stellt das Thema überbetriebliche Zusammenarbeit in Gewerbegebieten weiterhin Neuland dar. Die erfassten Projekte fokussierten sich meist darauf Potentiale und

Handlungsmöglichkeiten für überbetriebliche Kooperationen zu erheben und konnten im Bereich des Netzwerkaufbaus einige Erkenntnisse erlangen und auch Erfolge vorweisen. Der Weg zur Umsetzung der im Sinne des Ressourcenschutzes aussichtsreichsten Maßnahmen, blieb vielerorts unklar.

Die Maßnahmenumsetzung beschränkt sich folgerichtig derzeit fast vollständig auf niederschwellige organisatorische Maßnahmen und oberflächliche Austauschbeziehungen. Trotz der vielversprechenden Potentiale konnten nur wenige realisierte, höherschwellige technisch-bauliche Maßnahmen ermittelt werden. Allerdings ist anzumerken, dass auch nach mehreren Jahren in keinem der ermittelten Fälle eine Evaluation der Projekte durchgeführt wurde. Aus diesem Grund fehlen größtenteils aussagekräftige Daten zur Wirksamkeit der impulsgebenden Projekte und zum Umsetzungsstand der daraus abgeleiteten Maßnahmenvorschläge.

Die Analyse der erhobenen Ansätze in Bezug auf die zugrundeliegende Symbiosedynamik nach Boons et. al. (2016) zeigte, dass etwa die Hälfte der Ansätze durch eine öffentliche oder dritte Partei in den Gewerbegebieten initiiert wurde, um eine beispielhafte Entwicklung zu erproben und die Erfahrungen an andere Standorte zu übertragen (Pilotprojekte). Die andere Hälfte der ermittelten Ansätze wurde ebenfalls von einer öffentlichen oder dritten Partei initiiert. Hierbei war die Entstehung von Symbiose in einen kollektiven Lernprozess eingebunden, in dem Unternehmen und die dritte Partei ein symbiotisches Netzwerk entwickelten (Kollektives Lernen). Eine flächendeckende Unterstützungsstruktur für symbiotische Ansätze in Gewerbegebieten ist in Deutschland nicht vorhanden. Dementsprechend spielen Symbiosedynamiken wie „Ermöglichung durch Vermittler“, „Staatliche Planung“ oder „Öko-Cluster Entwicklung“ derzeit keine oder nur eine untergeordnete Rolle bei der Implementation von industrieller Symbiose in deutschen Gewerbegebieten.

In den späteren vertiefenden Expert*inneninterviews stellte sich heraus, dass sich an einigen Standorten in der Folge durchaus auch Austauschbeziehungen entwickelten, die von den Unternehmen initiiert wurden. Bei der Symbiosedynamik „Selbstorganisation“ erhoffen sich Betriebe Vorteile durch symbiotische Austauschbeziehungen mit einem anderen Partner und setzen diese ohne zusätzliche Beteiligte bilateral oder multilateral um. Diese organisch gewachsenen Kooperationen ergaben sich stellenweise im Anschluss an die von den öffentlichen oder dritten Akteuren initiierten Ansätzen, die die Akteure erstmalig zusammenbrachte. Hierbei kam es zu Austauschbeziehungen, die in den top-down implementierten Projekten eigentlich nicht intendiert gewesen waren. Diese organisch gewachsenen Kooperationen sind meist wenig institutionalisiert, blieben oft weitgehend unerkannt und wurden auch im Rahmen der breit angelegten Internetrecherche im ersten Schritt nicht entdeckt.

Mithilfe von Expert*inneninterviews konnten sowohl hemmende als auch fördernde Faktoren in Bezug auf Ausgangssituation und Prozessverläufe bei der Implementation von symbiotischen Gewerbegebieten für ausgewählte Fallbeispielen identifiziert werden. Die Ergebnisse liefern Hinweise darauf, welche Standort- und Unternehmenseigenschaften überbetriebliche Kooperationen fördern oder hemmen können, als auch konkrete Hinweise zum Prozessverlauf bei der Implementation von symbiotischen Ansätzen in Gewerbegebieten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Feld der überbetrieblichen Kooperation in Gewerbegebieten zur Ressourcenschonung und Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit derzeit ein Nischenthema darstellt. In dem Bereich verfügen weder Kommunen noch Unternehmen vollumfänglich über das notwendige Wissen und Ressourcen. Insbesondere was die Umsetzung der teilweise hochkomplexen Austauschbeziehungen betrifft, fehlt es akteursübergreifend, aber vor allem in den Betrieben, an Ressourcen, Know-How und etablierten Verfahren. Die Unternehmen zeigen sich an den theoretischen Potentialen zwar oft interessiert, agieren aber abwartend bei

der Umsetzung, die für sie oftmals mit zu vielen Fragezeichen verbunden ist. Der experimentelle Stand des Wissens und das Fehlen von Unterstützungsangeboten stehen einer größeren Verbreitung von symbiotischen Gewerbegebieten derzeit im Weg.

Das größte Hemmnis für überbetriebliche Zusammenarbeit stellte dabei sicherlich der Faktor da, dass Gewerbegebiete als Handlungsräume lange Zeit nicht beachtet wurden. Dadurch bestehen in den heterogen strukturierten Gewerbegebieten keine Kommunikations- und Organisationsstrukturen, die den Betrieben einen Raum für Kommunikation und Zusammenarbeit bieten. Folglich haben die Betriebe auch keine Erfahrung in der Kooperation mit den benachbarten Unternehmen.

Hier konnten in Modellprojekten vielversprechende Strategien aufgezeigt werden, um Impulse für unternehmensübergreifende Kooperationen zu setzen. Insbesondere der Aufbau von Standortgemeinschaften und die kontinuierliche Begleitung eines Gewerbegebietsmanagements wird von Expert*innen übergreifend empfohlen. Diese können die Vernetzung der Betriebe untereinander fördern und die Organisation von überbetrieblichen Aktivitäten am Standort übernehmen. Ebenso hat es sich bewährt, den Aufbau eines Kooperationsprozesses mit wenig zeitintensiven, aber vertrauensbildenden Maßnahmen anzufangen.

Tabelle 8: Überblick Akteure, Erfolgsfaktoren und Hemmnisse

Akteur	Erfolgsfaktoren	Hemmnisse
Kommune, Stadtplanung, Umwelt- und Naturschutzbehörden	Aktive strategische Rolle und Initiierung von Kooperationen durch Kommune	Geringes Wissen über Gewerbegebiete und Anforderungen der Unternehmen bei Kommunen
Wirtschaftsförderung	Bereitschaft Standortprobleme in vernachlässigten Gewerbegebieten anzugehen	Hohe Erwartungshaltung, dass Betriebe in vernachlässigten Standorten zu Klima- und Ressourcenschutz beitragen sollen
Kommune	Geteilte Problemlagen der einzelnen Unternehmen als verbindendes Element	Vernachlässigte Stadtteile/fehlendes kommunales Engagement
Kommune, Wirtschaftsförderung, Verbände, IHK, HWK	Räume zum Austausch über Dialogformate schaffen sowie regelmäßige und transparente Kommunikation zwischen den Unternehmen ermöglichen	Fehlende Kommunikationsstrukturen
Wirtschaftsförderung	Standortgemeinschaft und/oder bestehende bilaterale Kooperationen	Fehlende Kooperationsstrukturen
Kommune, Land, Bund	Investitionsmittel für Maßnahmen	Fehlende Mittelverfügbarkeit
Kommune, Stadtplanung, Umwelt- und Naturschutzbehörden, Wirtschaftsförderung	Ressortübergreifendes Vorgehen der Kommunen und Anpassung des Vorgehens an möglichen Zeit- und Mitteleinsatz der Unternehmen	Geringe personelle Kapazitäten in den Kommunen
Wirtschaftsförderung, Kommune	Ortsverbundene Unternehmen	Unternehmen, bei denen Entscheidungen nicht am Standort getroffen werden (Filialbetriebe)

Akteur	Erfolgsfaktoren	Hemmnisse
Gewerbegebietsmanagement/Nachhaltigkeitsmanagement	Flexibler Beteiligungsprozess und Arbeit mit „Willigen“	Fokus auf Kerngeschäft und fehlende Kapazitäten
Unternehmen am Standort	Offene Firmenphilosophie und Betriebskultur, nachhaltigkeitsorientierte Betriebe als Best-Practice Beispiele	Beharrungskräfte bestehende Strukturen zu verändern
Gewerbegebietsmanagement / Unternehmen	Erlernen von Kooperation mit wenig zeitintensiven Maßnahmen oder Alltagsgegenständen	Fehlende Erfahrungen mit der Umsetzung von Kooperationsprojekten
Ver- und Entsorger, Kommune, Netzbetreiber	Externe praxisnahe Expertise	Fehlendes Wissen und schlechte Datenlage zu Energie- und Ressourcenverbrauch
Gewerbegebietsmanagement	Verbindlichkeiten und klare Zuständigkeiten	Fehlendes Personal oder ungeklärte Zuständigkeiten
Gewerbegebietsmanagement, Unternehmen, Externe Expertise	Kurze Amortisationszeiten sowie Betonung nicht finanzieller Mehrwerte wie CO ₂ -Einsparungen	Fehlende Anreize und Investitionsmittel
Wirtschaftsförderung	Branchenvielfalt (Chance: Matching der In- und Outputströme)	Branchenvielfalt (Herausforderung: alle „unter einen Hut kriegen“)
Externe Expertise, Fachberatung	Absicherung durch doppelte Systeme	Abhängigkeitsverhältnis zu Kooperationspartner
Kommune, Wirtschaftsförderung, Verein, Genossenschaft etc	Kümmerer vor Ort in Form eines Gewerbegebietsmanagements	Finanzierung
Kommune, Wirtschaftsförderung, Verein, Genossenschaft etc	Kontinuierliche Standortbetreuung, idealerweise mit einem Standortbüro	Betreuungsloch

Quelle: eigene Darstellung (Zero Emission).

3 Arbeitspaket 2: Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete und Ermittlung entsprechender Umwelteffekte

3.1 Ziele des Arbeitspaketes

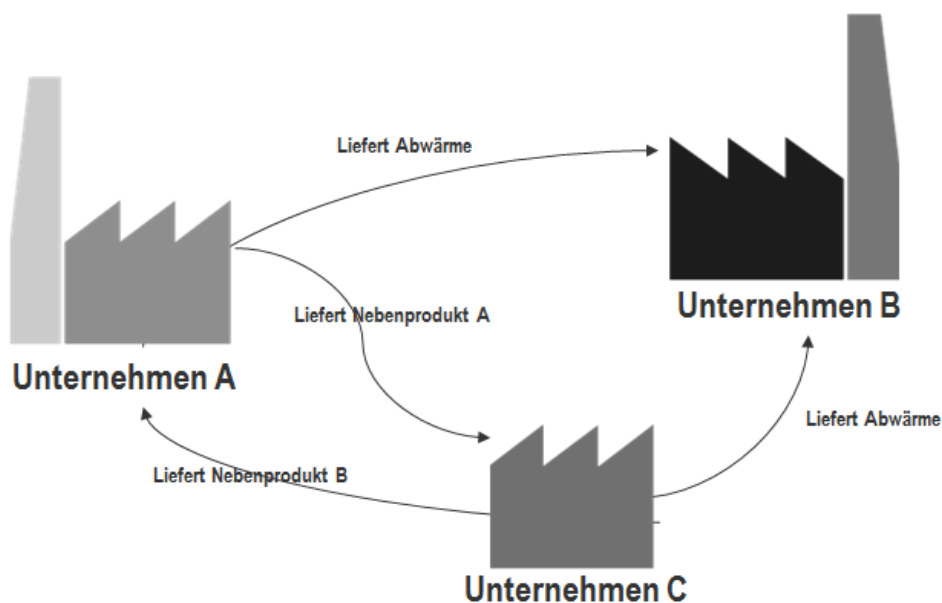
Ziel der Arbeiten im Rahmen des AP 2 ist es archetypische Ansätzen symbiotischer Gewerbegebiete zu entwickeln und zu diskutieren, wie für diese Ansätze die möglichen Umweltentlastungspotenziale gegenüber einem „klassisch“ nicht-symbiotischen Gebiet bestimmt werden können. Damit sollen zum einen Archetypen identifiziert werden, die unter Umweltaspekten über relevante Entlastungspotenziale verfügen. Zum anderen soll prototypisch ein Vorgehen entwickelt werden, wie für konkrete Anwendungsfälle eine quantitative Ermittlung der Umweltentlastungseffekte erfolgen kann.

3.2 Konzeptionelle Überlegungen zu einer umweltbezogenen Typisierung

In symbiotischen Gewerbegebieten kommt es – wie im Abschnitt 1 bereits beschrieben – zur Kollaboration mehrerer Unternehmen bzw. Akteure mit den Zielen, sowohl die Wettbewerbsfähigkeit und die Anpassungsfähigkeit der beteiligten Unternehmen zu erhöhen als auch insbesondere die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen zu reduzieren.

In der Diskussion um die Entlastungseffekte bei der Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen steht dabei meist die Vernetzung der Energie- und Materialströme im Vordergrund.

Abbildung 2: Schematisches Beispiel für die Vernetzung von Materialströmen



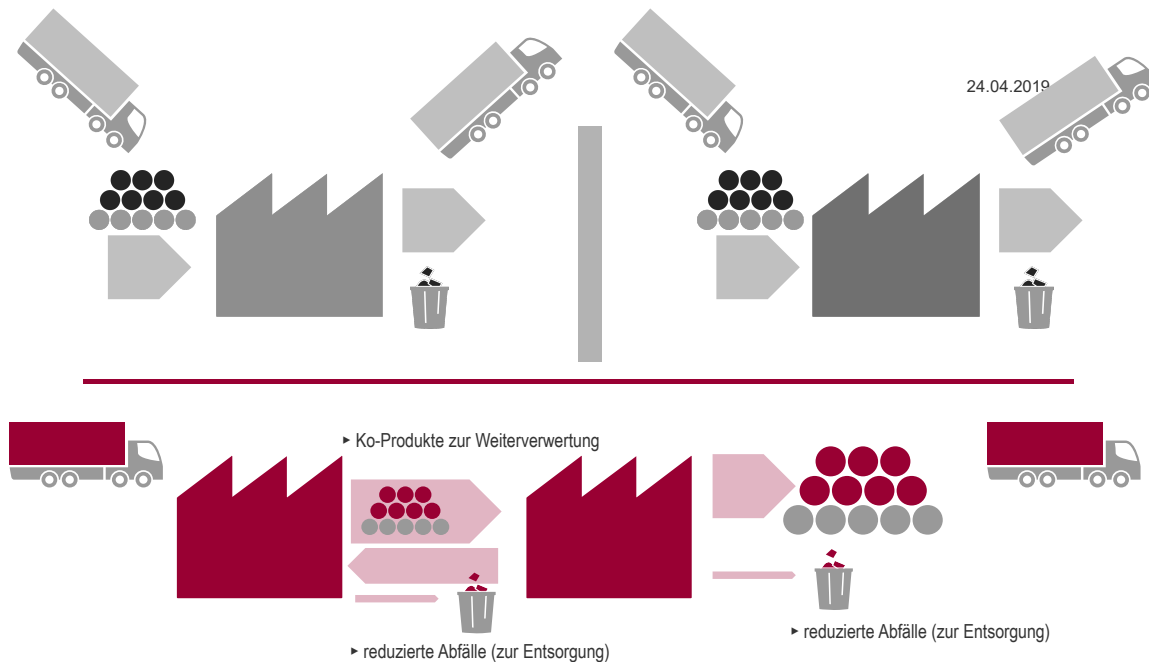
Quelle: eigene Abbildung (Ökopool).

Statt mehrerer einzelner Akteure, die jeweils (unabhängig voneinander) Inputmaterialien beziehen und Abfälle (und Abwärme) erzeugen und entsorgen, kommt es im Idealbild eines symbiotischen Gewerbegebietes zu einer gezielten weiteren Nutzung der erzeugten Abfälle (und verfügbarer Abwärme), die hierdurch keine Abfälle (Verlustwärme) mehr sind, sondern Co-Produkte zur lokalen Weiterverarbeitung darstellen,

Kann dieses Prinzip realisiert werden, so reduzieren sich bei gleichem Out-Put an Fertigwaren sowohl der Gesamt-Vormaterialeinsatz (bzw. der Gesamt-Energiebedarf) als auch die Menge der zu entsorgenden Abfälle (bzw. der in die Umwelt freigesetzten Abwärme) des Gewerbegebietes. Neben dem so direkt verminderten Ressourcenbedarf (zur Erzeugung/Gewinnung der Vormaterialien und/oder Energieträger) sinken dabei auch der Transportbedarf und die mit solchen Transporten verbundenen Umweltbelastungen.

Die folgende Grafik zeigt diese Wirkungsweise in einem vereinfachten Schaubild:

Abbildung 3: Schematische Darstellung der Vorteile symbiotischer Gewerbegebiete



Quelle: eigene Abbildung (Ökopol).

3.2.1 Differenzierung nach Wirkmechanismen

Basierend auf den langjährigen Praxiserfahrungen aus der Optimierungsberatung von produzierenden Gewerbebetrieben durch das Ökopol Institut sind in der Realität die möglichen symbiotischen Verknüpfungen zwischen benachbarten Betrieben und die daraus resultierenden positiven Effekten allerdings noch deutlich vielschichtiger.

Sie können prinzipiell aus den drei im Nachfolgenden benannten Wirkmechanismen symbiotischer Vernetzungen resultieren, die jeweils wiederum eine Reihe unterschiedlicher konkreter Ansätze umfassen:

I. Verkopplung von Material- und Energieströmen

Dieser Mechanismus umfasst die folgenden Ansätze:

- ▶ die „einfache“ Nutzung überschüssiger Energien
Also Betrieb B nutzt Abwärme von Betrieb A, bspw. für die Unterstützung der Beheizung der Betriebsgebäude.
- ▶ die kaskadenartige Nutzung von hochwertigen Prozessenergieströmen/-potenzialen
Also Betrieb B nutzt überschüssigen Heißdampf des Betriebes A, für den Betrieb eigener energieintensiver Produktionsprozesse

- ▶ die Weiterverarbeitung von Produkt-/ Nebenproduktströmen.
Also Betrieb X nutzt Neben- oder Abfallprodukt von Betrieb Y als Inputmaterial für die eigene Produktion, wie bspw. metallische Rückstände aus Strahlprozessen als Ausgangsmaterial für Herstellung von Sinterprodukte
- ▶ die Verarbeitung/Veredelung von (Vor-)Produkten
Also Betrieb N ist Vorlieferant von Betrieb M, in dem bspw. die beim N lasergeschnittene Plattenmaterialien als Vormaterial für den Bau von Gehäusen zum Einsatz kommen.

Die dabei resultierenden Effekte der Ressourceneinsparung und der weitergehenden Vermeidung negativer Umweltwirkungen sind jeweils direkt ersichtlich.

II. Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen

Hier gibt es eine breite Palette systematischer verschiedenartiger Ansätze, deren Ressourcen- und Umweltentlastungseffekte z.T. nicht unmittelbar erkennbar sind und die deshalb im Folgenden ebenfalls benannt werden:

- ▶ Eine gemeinsame Auslastung von Produktionsaggregaten
Also Betrieb 1 und Betrieb 2 teilen sich die Nutzung und/oder Beschaffung einer Produktionsanlage.
Dabei resultieren (Ressourcen-)Effizienzgewinne aufgrund zweier Effekte:
 - i) Durch eine erhöhte Auslastung werden stillstandsbedingte Betriebsmittel-, Energie- und Materialverbräuche gesenkt z. B. durch Energieeinsparungen aufgrund vermiedener Aufheizprozesse entsprechender Prozessbäder, durch vermiedener Verluste an Lacken- und Lösemitteln aufgrund durchgehender Nutzung einer Lackieranlage oder durch verbesserte Nutzungen von Bädern/Betriebsmittelfüllungen, die (sonst) aufgrund von Alterungsprozesse „rein“ standzeitbedingt gewechselt werden müssen.
 - ii) Durch die erhöhte Auslastung können (ressourcen-)effizientere Produktionsanlagen beschafft und betrieben werden
Beispielhaft kann es sich hierbei um
 - farbverlustvermeidende, verrohrte Farbmischanlagen oder Pulverbeschichtungsanlagen bzw. Laserschneideanlagen, die wirksam Verschnitt und Betriebsmittelverbräuche vermeiden, oder um
 - komplexe Anlagen zur Gewinnung erneuerbarer Energie wie Verbundsysteme aus Kraft-Wärmekopplung, Photovoltaik/Wärmepumpen und thermischen oder elektrischen Speichern, die den Primärenergiebedarf deutlich senkenhandeln.
- ▶ Eine gemeinsame Nutzung sonstiger betrieblicher Ressourcen,
Also Betrieb A und Betrieb B teilen sich die bspw. die Nutzung von Logistikflächen, Lagerflächen, Büroflächen oder weitere Büro-Infrastruktur (von Serversystemen, über Empfang oder seltener genutzte Besprechungs- und Tagungsräumlichkeiten bis hin zu Kantinen u. ä.)
Hierdurch kann etwa der Flächenbedarf reduziert und/oder die Nutzungseffizienz temperierter/klimatisierter bzw. beleuchteter Flächen/Räume erhöht werden.

- ▶ Die verkehrsvermeidende Koordination von An- und Auslieferverkehren
Also die Betriebe a – f koordinieren bspw. ihre Anliefertouren von regionalen Vormaterial-Großhändlern oder aber Ausliefertouren zu regionalen Logistik-Zentren/-Hubs u.ä.
Durch die so verbesserte Auslastung der entsprechenden Lieferfahrzeuge sinken der spezifischen Energieverbrauch und die entsprechenden Emissionen, aber durch die vermiedenen Fahrten werden auch Lärmemissionen und Verkehrsflächenbedarf reduziert.
- ▶ Die abgestimmte Inanspruchnahme von Serviceleistungen
Also die benachbarten Betriebe nehmen abgestimmt die Leistungen nicht im Gewerbegebiet ansässiger Dienstleister z. B. für Büroreinigung, für die Pflege von Grünanlagen oder der Abfallentsorgung in Anspruch.
Dadurch reduzieren sich wiederum die Anfahrten dieser „externen“ Dienstleister und es treten in entsprechendem Umfang die vorgenannten umweltentlastenden Effekte ein.
- ▶ Gemeinsame Initiierung/Unterstützung von Angeboten des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) für Mitarbeitende und Kundinnen/Kunden durch derartige gemeinsam initiierten und ggf. auch co-finanzierten Angeboten des ÖPNV kann – je nach Attraktivität der jeweiligen Verbindungen - die Zahl der Anfahrten des Gewerbegebietes im Individualverkehr (insbesondere PKW) ggf. deutlich reduziert werden, mit ebenfalls den vorgenannten Verkehrs- und umweltentlastenden Effekten

III. Bündelung unternehmerischer Kompetenzen und Möglichkeiten

Ein noch über die Abwicklung des bestehenden Tagesgeschäftes hinausgehendes symbiotisches Zusammenarbeiten zwischen den ansässigen Betrieben kann noch weitergehende Potentiale erschließen wie bspw. die folgenden Ansätze:

- ▶ Die betriebsübergreifende Entwicklung von einfachen Produkt- oder Serviceangeboten Also das Zusammenwirken verschiedener ansässiger Handwerks-/Gewerbebetriebe bspw. beim Angebot von umfassender Bauserviceleistungen oder bei der Fertigung kompletter Anlagenbauteile o. ä.
- ▶ Kooperative Einführung grundlegend neuartiger Produktionskonzepte also etwa additiver Fertigungsverfahren, mit der Möglichkeit zu einer sehr flexiblen und ressourcenschonenden Einzel- und Kleinstserienfertigung
- ▶ Gemeinsame Entwicklung und Vermarktung neuer innovativer Produkte auf der Basis neuer Produktionskonzepte
Also bspw. die Nutzung additiv gefertigter Komponenten der Betriebe A und B in den Baugruppen die Betrieb C am Markt anbietet.
- ▶ Eine Umstellung auf umfassende z.T. dematerialisierte Produkt-Servicekonzepte
Also bspw. Internet- und/oder Geodaten gestützte Reparatur oder Instandhaltungs-Services im Zusammenspiel zwischen benachbarten IT- Expert*innen und Geräte-Herstellern o. ä.

Diese Ansätze mit ihren Ausrichtungen auf eine grundlegende Transformation bisheriger Produktionsmuster bieten sowohl vielversprechende ökonomische Potentiale aber auch weitreichende Potentiale zur Umweltentlastung.

3.2.2 Unterscheidung des qualitativen Niveaus der Vernetzung

In der Praxis lässt sich in Bezug auf das Niveau (oder auch die Intensität) der symbiotischen Beziehungen im Bereich aller drei Wirkmechanismen jeweils eine qualitative Differenzierung darstellen. Dieses „Symbiose-Niveau“ bezieht sich vorrangig auf den von den an der Symbiose beteiligten Unternehmensakteuren einzugehenden Grad der Verbindlichkeit. Dieser korrespondiert vielfach direkt auch mit der „Höhe“ der bei der Umsetzung der jeweiligen Ansätze zu überwindenden Hürden sowie tendenziell auch mit der Höhe der zu erschließenden umweltbezogenen Potentiale.

Im Bereich des Mechanismus I „Verkopplung von Materialströmen“ ist z. B. eine direkte Weiterverarbeitung der Produkte eines ansässigen Unternehmens in einem anderen ansässigen Unternehmen seit Jahrzehnten das erklärte Ziel clusterartig strukturierter Gewerbeansiedlungen und in vielen Bereichen z. B. in den Automobilzulieferregionen in Südwest-Deutschland durchaus auch eine etablierte Praxis. Kurze Transportentfernungen und die niedrigschwelligen Möglichkeiten zur flexiblen Vereinbarung von Produktionsabsprachen bieten hier unmittelbar ökonomische Vorteile. Da die beteiligten Unternehmen aufgrund der allgemein, marktüblichen Lieferanten-Abnehmerbeziehung⁷ ohne übermäßige Belastungen sowohl den Produktabsatz als auch die Beschaffung vergleichsweise kurzfristig anderweitig organisieren können, ist der Grad der Bindung/der Verbindlichkeit hier eher niedrig.

Anders sieht es z. B. bei einer direkten Nutzung von Heißdampf mit definiertem Energiegehalt aus einer benachbarten Anlage aus. Hier sind Ausweichaktivitäten kaum bzw. nur mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf möglich, d.h. die Verbindlichkeit/Abhängigkeit ist hoch.

Analog zu diesem Beispiel lässt sich eine solche qualitative Differenzierung konkreter Symbiose-Ansätze auch für die anderen Wirkmechanismen vornehmen.

Die folgende Tabelle zeigt Beispiele einer derartigen Zuordnung von Symbiose-Niveaus zu verschiedenen Ansätzen innerhalb der drei Wirkmechanismen.

Tabelle 9: Bewertung des qualitativen Niveaus der symbiotischen Beziehungen der verschiedenen Wirkmechanismen und Ansätze

Wirkmechanismus der Symbiose	Qualitatives Symbiose-Niveau	Beispielhafte Zuordnung von Ansätzen
I Verkopplung von Material-/Energiströmen	niedrig	Weiterverarbeitung von Produkten eines ansässigen Unternehmens in einem anderen Betrieb Nutzung von Abwärme auf niedrigem Niveau (Raumheizung)
	hoch	Nutzung von Abfällen/Nebenprodukten zur Weiterverwendung auf (hohem) Veredelungsniveau (z. B. als Sinterrohstoff) Mehrstufige (kaskadierte) Nutzung von Prozess(ab)Wärme (z. B. Heißdampf)
	niedrig	Gemeinschaftliche Nutzung von (Service-)Dienstleistungen

⁷ Denn hier werden üblicherweise marktconforme Produkte auf Basis klarer technischer Spezifikationen entsprechender Produktnormen ausgetauscht

Wirkmechanismus der Symbiose	Qualitatives Symbiose-Niveau	Beispielhafte Zuordnung von Ansätzen
II Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen	hoch	Initiierung gemeinschaftlicher Nahverkehrsanbindungen Gemeinschaftliche Beschaffung hochwertiger Produktionsanlagen
	niedrig	Gemeinschaftliche Entwicklung von Service-Produkten
III Bündelung unternehmerischer Kompetenz	Hoch	Kooperative Einführung neuartiger Produktionstechnologie und entsprechend innovativer Produkte

Quelle: eigene Darstellung (Ökopool).

Werden derzeit Gewerbegebiete betrachtet, in denen Ansätze („symbiotischen“) Zusammenwirkens etabliert wurden, so zeigen sich in Hinblick auf den bisherigen Umsetzungsgrad ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Ansätzen innerhalb der drei grundlegenden Wirkmechanismen symbiotischen Zusammenwirkens (vergl. dazu auch die entsprechenden Ausführungen im AP 1).

Die folgende tabellarische Aufstellung zeigt eine entsprechende gutachterliche Einschätzung nach dem Kenntnisstand der Autoren. Die Bewertung erfolgt dabei auf einer qualitativen Skala (von -- = sehr geringe Umsetzung bis ++ = sehr hohe Umsetzung)

Tabelle 10: Qualitative Einschätzung des Umsetzungsgrades symbiotischer Ansätze

Wirkmechanismus der Symbiose	Qualitatives Niveau	Grad der Umsetzung
I Verkopplung von Materialströmen	niedrig	+
	hoch	-
I Verkopplung von Energieströmen	niedrig	+
	hoch	0
II Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen	niedrig	++
	hoch	-
III Kooperative Bündelung unternehmerischer Kompetenz	niedrig	+
	hoch	--

Quelle: eigene Darstellung (Ökopool).

3.2.3 Archetypen von symbiotischen Beziehungen in Gewerbegebiete

Das vorstehend skizzierte Konzept der Bewertung des Umsetzungsgrades und des „symbiotischen Niveaus“ unterschiedlichster praktischer Vernetzungsansätze im Bereich der drei grundlegenden Wirkmechanismen bietet die Grundlage für eine systematische „Typisierung“.

Basierend auf den gutachterlichen Einschätzungen zum derzeitigen Umsetzungsgrad unterschiedlicher Ansätze (vergl. Tabelle 10) und unter Berücksichtigung der entsprechenden „Symbiose Niveaus“ bei der Umsetzung gerade auch in Bestandsgebieten (vergl. Tabelle 10), schlagen wir vor für die Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete das nachstehenden Set an Archetypen zu verwenden.

Tabelle 11: Vorschlag für ein Basis-Set an Archetypen für die Projektarbeit.

Archetypen	Erreichtes Symbiose Niveau (nach Wirkmechanismen)		
	Wirkmechanismus I (Verkopplung von Stoff und Energieströmen)	Wirkmechanismus II (Gemeinsch. Nutzung betriebl. Ressourcen)	Wirkmechanismus III (Bündelung unternehmerischer Kompetenz)
Typ 0 „nicht symbiotisch“	nicht ⁸	nicht	nicht
Typ 1 „Basis“	niedrig	niedrig	nicht
Typ 2 „gute Praxis“	niedrig	hoch	niedrig
Typ 3 „ambitioniert“	hoch	hoch	niedrig
Typ 4 „innovativ“	hoch	hoch	hoch

Quelle: eigene Darstellung (Ökopol).

Mit dem so definierten Basis-Set an Archetypen lässt sich nach den Erfahrungen der Autoren bereits ein Großteil der praktischen realisierten Umsetzungen bzw. der geplanten Entwicklungen von betrieblichen Symbiosen in Gewerbegebiete erfassen und qualitativ bewerten.

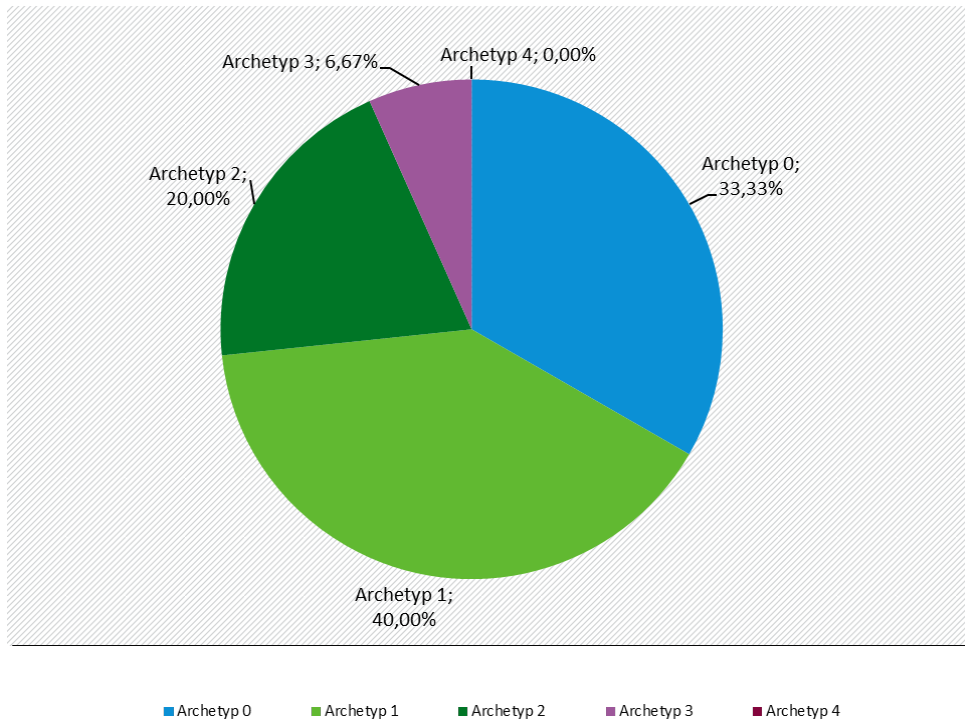
Eine spätere weitere Ausdifferenzierung dieses Basis-Sets auf weitere Archetypen aufgrund konkreter Bedingungen oder neuer empirischer Befunde ist dabei methodisch jederzeit möglich.

Soll nicht „nur“ die Qualität von einzelnen symbiotischen Beziehungen „beschrieben“ werden, sondern die Gesamtheit der Beziehungen in einem Gewerbegebiet, so bietet es sich an, die vorgeschlagenen Archetypen mit dem Anteil der Betriebe zu „gewichten“, die auf der Ebene dieses Archetypus mit anderen ansässigen Betrieben verbunden sind.

Eine derartige qualitative Auswertung auf Ebene der gesamten Gewerbegebiete lässt sich dann in entsprechenden Diagrammen darstellen, wie die folgenden beispielhaften grafischen Auswertungen für zwei unterschiedliche, mit zwischenbetrieblichen Symbiosen besetzten Gebiete zeigt:

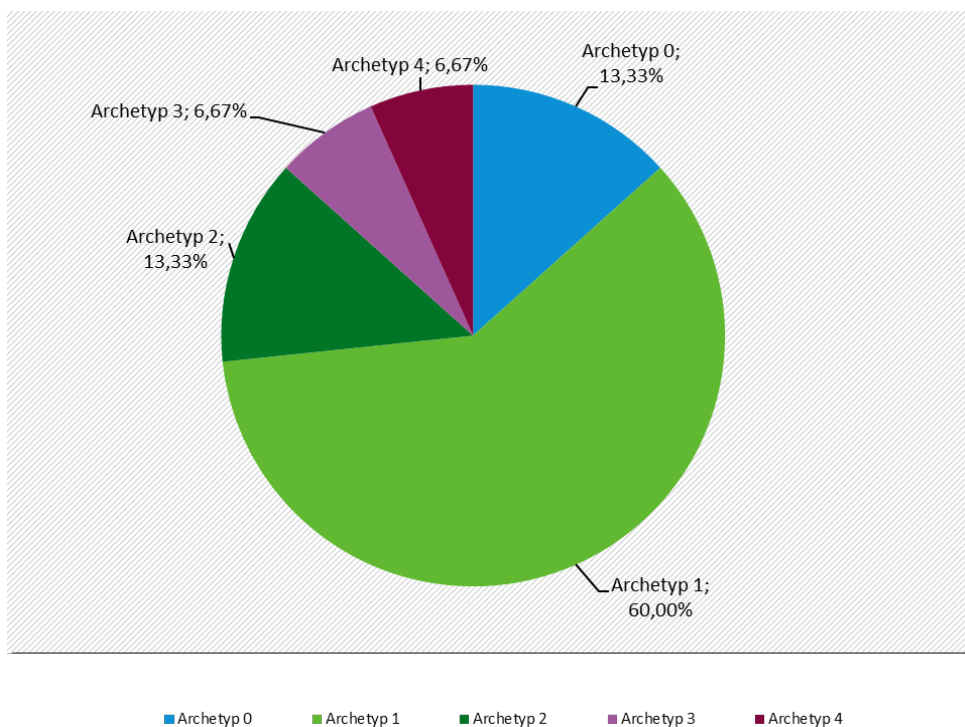
⁸ „nicht“ bedeutet hier jeweils, dass keine symbiotischen Ansätze umgesetzt wurden/werden

Abbildung 4: Darstellung der Besetzung eines Gewerbegebietes mit typisierten Symbiosen (Fiktives Beispiel 1)



Quelle: eigene Darstellung (Ökopol).

Abbildung 5: Darstellung der Besetzung eines Gewerbegebietes mit typisierten Symbiosen (Fiktives Beispiel 2)



Quelle: eigene Darstellung (Ökopol).

Neben einer derartigen grafischen Auswertung kann über die anteilmäßige Gewichtung der verschiedenen Typen der symbiotischen Beziehungen auch ein „gewichteter Symbiose Wert“ für das jeweilige Gewerbegebiet berechnet werden. Die folgende Tabelle zeigt für die beiden bereits vorstehend dargestellten fiktiven Besetzungen von Gewerbegebieten die entsprechende Ermittlung dieses Symbiose-Wertes.

Tabelle 12: Ermittlung des gewichteten Symbiose Wertes für zwei fiktive Gewerbegebiete

Gebiet	Archetyp	Anzahl	Anteil	Gewichteter Wert
1	0	10	33,3 %	0
	1	12	40,0 %	0,4
	2	6	20,0 %	0,4
	3	2	6,7 %	0,2
	4	0	0,0 %	0
	Summe	30	100 %	1,00
2	0	4	13,3 %	0,00
	1	18	60,0 %	0,60
	2	4	13,3 %	0,27
	3	2	6,7 %	0,20
	4	2	6,7 %	0,27
	Summe	30	100 %	1,33

Quelle: eigene Darstellung (Ökopol).

Die gewichteten Symbiosewerte - hier „1,00“ sowie „1,33“ - können bei dieser Methodik im Extremfall zwischen „0,00“ (keinerlei Symbiosen) und „4,00“ (ausschließlich innovative Symbiosen) liegen und erlauben eine einfache Orientierung beim schnellen Vergleich unterschiedlicher Gebiete.

Allerdings muss bei derartigen „qualitativen“ Bewertungen - zumal in einer wie hier vorgenommenen durch Aggregation und Gewichtung sehr verdichteten Form - vor einer Überinterpretation der numerischen Auswertung gewarnt werden. Sie ist am Ende „nur“ als eine „qualitative“ Einordnung des unterschiedlichen Symbiosegrades der verschiedenen Gebiete zu verstehen - nicht mehr und nicht weniger.

3.3 Konzeptionelle Überlegungen zur Bewertung der Umwelteffekte symbiotische Beziehungen in Gewerbegebieten

Im Rahmen des Arbeitspaketes 2 waren neben der vorstehend beschriebenen Typisierung symbiotischer Gewerbegebiete auch geeignete Konzepte für eine sachgerechte, praktische Bewertung der Umwelteffekte solcher Symbiosen in Gewerbegebieten zu diskutieren.

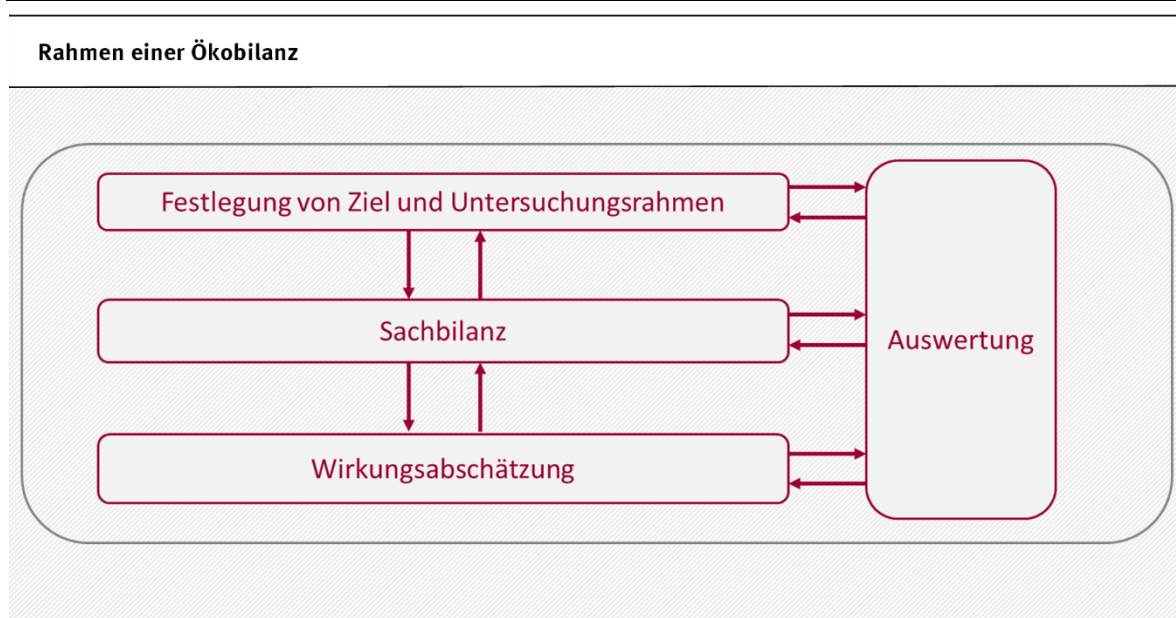
Zu diesem Zweck wird im Folgenden zunächst behandelt, mit welcher Methodik eine sachgerechte Umweltbewertung eines symbiotischen Gewerbegebietes bzw. der umweltbezogene Vergleich eines Gewerbegebietes mit und ohne entsprechende symbiotische Beziehungen zwischen den Betrieben erfolgen kann.

Da solche Umweltbewertungen der Gesamtgebiete erfahrungsgemäß recht aufwändig und komplex sind und vielfach relevante Daten fehlen, werden nachfolgend in einem zweiten Schritt jeweils Vereinfachungen der Betrachtung vorgeschlagen und deren Möglichkeiten und Grenzen benannt.

3.3.1 Grundlagen zur Umweltbewertungen von Gewerbegebieten

Prinzipiell handelt es sich bei einer „vollständigen“ Umweltbewertung eines („symbiotischen“) Gewerbegebietes um eine Ökobilanz oder ökobilanzierende Bewertung gemäß ISO 14040 in Verbindung mit ISO 14044. ISO 14040 gliedert den Rahmen einer Ökobilanz in vier iterative Phasen, wobei die erste die Festlegung von Ziel und Untersuchungsrahmen umfasst (hier die Beantwortung der Frage „Wie hoch ist der Umweltvorteil, der sich aus (verschiedenartigen) Symbiosen in Gewerbegebieten ergibt?“ (vgl. Abschnitt 3.3.2).

Abbildung 6: Phasen der Ökobilanzierung nach ISO 14040



Quelle: eigene Abbildung nach ISO 14040 (Ökopol).

Ökobilanzen untersuchen „Produktsysteme“, womit die Gesamtheit der relevanten Prozessmodulen mit den zugehörigen Elementar- und Produktflüssen⁹, gemeint ist. Die einzelnen Prozessmodule sind miteinander durch Flüsse von Zwischenprodukten und/oder Abfällen zur Behandlung, mit anderen Produktsystemen durch Produktflüsse und mit der Umgebung durch Elementarflüsse verbunden. Die Unterteilung eines Produktsystems in die in ihm enthaltenen Prozessmodule erleichtert es, die Inputs und Outputs des Produktsystems zu identifizieren. In vielen

⁹ Definitionen nach ISO 14040:

Produktfluss: Produkte, die von einem anderen Produktsystem zugeführt oder an ein anderes Produktsystem abgegeben werden.
 Elementarfluss: Stoff oder Energie, der bzw. die dem untersuchten System zugeführt wird und der Umwelt ohne vorherige Behandlung durch den Menschen entnommen wurde, oder Stoff oder Energie, der bzw. die das untersuchte System verlässt und ohne anschließende Behandlung durch den Menschen an die Umwelt abgegeben wird.

Fällen werden einige der Inputs zu Bestandteilen des Output-Produktes, während andere (Betriebsstoff-Inputs) innerhalb eines Prozessmoduls verwendet werden, aber kein Teil des Output-Produktes sind. Als Ergebnis seiner Aktivitäten erzeugt ein Prozessmodul auch andere Outputs (Elementarflüsse und/oder Produkte).

Ziel der Betrachtung des Produktsystems ist schließlich die Erstellung eines Inventars (Gebäude, Maschinen aber auch die beanspruchte Fläche etc.) in diesem Produktsystem (bzw. hier (Gewerbe-) Gebiet) sowie die Quantifizierung der Energie-, Material- und Produktströme (der Produktflüsse und schließlich der Elementarflüsse) die zur Aufrechterhaltung der gewerblichen Aktivitäten in diesem Gebiet notwendig sind, als **Gegenstand** für die weitere Bewertung.

Die Phase der Sachbilanzierung umfasst diese Zusammenstellung und Quantifizierung von Inputs und Outputs des Produktsystems bzw. Gebietes. Auf der Ebene der **Sachbilanz** sind demnach zu betrachten:

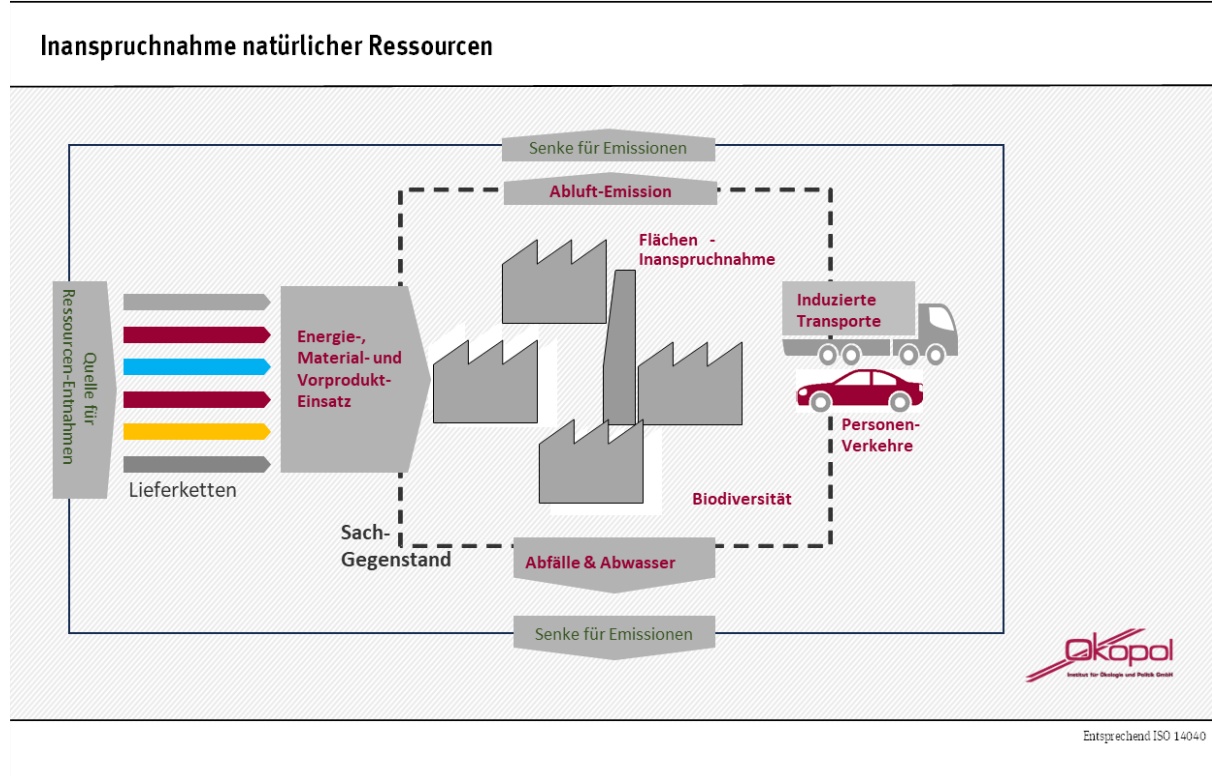
- ▶ Alle Gebäude, Produktionsanlagen sowie die gesamte weitere installierte Infrastruktur (also alle festen und beweglichen Sachgegenstände),
- ▶ Alle ein- und aus-gehenden Material-, Vorprodukt- und Energieströme,
- ▶ Alle durch das Gewerbegebiet induzierten Liefer- und Personenverkehre,
- ▶ Alle entstehenden (direkten) Emissionen, Abfälle und Abwässer,
- ▶ Die Flächeninanspruchnahme und Flächenqualität (innerhalb) des Gewerbegebietes.

Das Gewerbegebiet ist dafür methodisch von seinem Umfeld „freizuschneiden“ um seine Wechselwirkung mit der Umwelt also letztlich mit den natürlichen Ressourcen zu ermitteln.

Im Rahmen der **Wirkungsabschätzung** (vgl. ISO 14040) sind aufbauend auf dieser Sachbilanz die Inanspruchnahme der jeweils „dahinterliegenden“ natürlicher Ressourcen in Bezug auf ihre Quellen- und Senken-Funktion zu ermitteln bzw. die Größe der entsprechenden Umweltwirkungen (in den verschiedene „Umweltwirkungskategorien“) zu bestimmen. Hierzu werden die einzelnen quantifizierten Elementarflüsse bezüglich ihres jeweiligen spezifischen Beitrags den verschiedenen betrachteten Umweltwirkungskategorien (bspw. Klimawandel, stratosphärischer Ozonabbau, Versauerung, Eutrophierung, Naturraumbeanspruchung, Ressourcenbeanspruchung etc.) zugeordnet (vgl. Heijungs 1992).

Die folgende Abbildung zeigt diese Zusammenhänge nochmals schematisch:

Abbildung 7: Schematische Darstellung der „Verbindung“ mit der Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen



Quelle: eigene Abbildung (Ökopol).

Es erschließt sich unmittelbar, dass ein derart umfassendes Ökobilanzierungsvorhaben aufgrund der schiereren Fülle der benötigten Daten schon auf der Ebene der Sachbilanz nicht realisierbar ist. Bereits bei einem kleineren Gewerbegebiet mit 20-30 Betrieben dürfte es sich nach groben Schätzungen sehr schnell um deutlich mehr als 100.000 Sachbilanzdatensätze handeln, die benötigt würden.¹⁰

Die gemeinsame Betrachtung und Interpretation der wie dargestellt potentiell komplexen und umfangreichen Ergebnisse von Sachbilanz und Wirkungsabschätzung ist Gegenstand der Auswertungsphase. Diese soll Ergebnisse liefern, die mit dem festgelegten Ziel und Untersuchungsrahmen übereinstimmen und die zur Ableitung von Schlussfolgerungen, Erläuterung von Einschränkungen und zum Aussprechen von Empfehlungen dienen (ISO 14040). Bei einem entsprechend komplexen System kann dies ohne geeignete Vereinfachungen eine nicht zu unterschätzende Herausforderung darstellen.

3.3.2 Vereinfachende Betrachtungen

Vor diesem Hintergrund ist es notwendig Vereinfachungen für die Umweltbewertung vorzunehmen. Derartige Vereinfachungen sollten sich sachgerechterweise aus der Zielstellung der Bewertung ergeben. Also der Antwort auf die Frage „Wozu wird eine („ökobilanzierende“) Umweltbewertung benötigt?“ bzw. zur Beantwortung welcher Fragestellung. ISO 14044 führt diesbezüglich aus, dass der Untersuchungsrahmen einer Ökobilanz, einschließlich der Systemgrenze und

¹⁰ Bereits die Inventarliste eines mittelständischen Gewerbebetriebes enthält oft einige 10.000 Einträge

des Detaillierungsgrades, „[...] vom Untersuchungsgegenstand und von der vorgesehenen Anwendung der Studie“ abhängen, wobei Tiefe und Breite der Studie je nach der Zielsetzung beträchtlich variieren können (ISO 14044).

Im Kontext mit dem Forschungsgegenstand des hier vorliegenden Vorhabens – dem IST-Stand und der weiteren Umsetzung Symbiotischer Gewerbegebiete - lautet die zentrale Fragestellung „Wie hoch ist der Umweltvorteil, der sich aus (verschiedenartigen) Symbiosen in Gewerbegebieten ergibt?“.

3.3.2.1 Komparativer Vergleich auf der Ebene des Gesamtgebietes

Soll die klassische (nicht-symbiotische) Situation im Gewerbegebiet mit der symbiotischen Situation umweltseitig verglichen werden, so könnten auch dazu selbstverständlich beide Gebietssituationen vollständig bilanziert und dann miteinander verglichen werden.

Als erste Vereinfachung bietet es sich hier an, eine komparative bzw. „vergleichende“ Umweltbewertung durchzuführen. Dabei wird nur das durch die etablierten Symbiosen verursachte Delta zwischen den realen Energie-, Material, Produkt- und Verkehrsströme sowie ggf. Veränderungen in der Flächeninanspruchnahme für die Sachbilanz herangezogen, während alle Aspekte, die in beiden Situationen unverändert bleiben nicht mit betrachtet werden.

Also werden hier faktisch „nur“ die Information zu den folgenden Fragen benötigt:

- ▶ Welche Reduktion von Materialströmen (einschl. Abfälle) resultiert aus der Symbiose?
- ▶ Welche Reduktion von Energieströmen reduziert aus der Symbiose?
- ▶ Welche Reduktion der Flächeninanspruchnahme resultiert aus der Symbiose?
- ▶ Welche Reduktion von Verkehrsleistungen resultiert aus der Symbiose?

Dieses Delta ist gedanklich wieder an der Systemgrenze des zu betrachtenden Gewerbegebietes und der umgebenden „Außenwelt“ zu bestimmen.

Die praktische Umsetzung der Bewertung ist dadurch deutlich einfacher, dass eben keine Bewertung des Gesamtsystems „Gewerbegebiet“ erfolgen muss, sondern eine Fokussierung „nur“ auf die durch die konkrete symbiotische Maßnahme veränderten Aspekte erfolgt. Konkret kann dies z. B. bedeuten, dass bei Maßnahmen, die sich ausschließlich auf die Energienutzung beziehen, bspw. die Nutzung bislang ungenutzter Abwärme von Betrieb A durch Betrieb B mit entsprechender Reduktion zusätzlicher Brennstoffinputs, keinerlei Berücksichtigung der in diesem Fall unveränderten Stoffströmen erfolgen muss.

Dieses Nicht-Betrachten nicht relevanter (da in beiden Zuständen – vor und nach der Durchführung der Maßnahme – unveränderter) Stoff- und/oder Energieströme entspricht auch den Vorgaben der einschlägigen ISO-Normen zur Ökobilanzierung (ISO 14040 und 14044) in Hinblick auf den Vergleich zweier (Produkt-)Systeme.

Diese Reduktion der Betrachtung beim komparativen Umweltvergleich ist allerdings nur unter der Voraussetzung sachgerecht, dass die beiden zu vergleichenden Systeme (hier Gewerbegebiete mit und ohne bzw. mit unterschiedlichen Grad symbiotischer Beziehungen) jeweils den gleichen „Nutzen“ erbringen. Als geeignete Referenzgröße für die Nutzengleichheit bietet sich hier der „Korb der vom Gewerbegebiet nach Außen gelieferten Waren/Serviceleistungen“ an. Dieser „Warenkorb“ muss bei den zu vergleichenden Gewerbegebieten also gleichartig sein.¹¹

¹¹ Dies bedeutet auch, dass wenn z. B. durch die Umsetzung einer symbiotischen Verknüpfung innerhalb des Gewerbegebietes aus einem Abfall ein zusätzliches Produkt erzeugt und „ausgeliefert“ wird, die Produktion dieses zusätzlichen Nutzens im Referenzgebiet

3.3.2.2 Bewertung auf der Ebene der einzelnen symbiotischen Prozesse und Maßnahmen

Die eingangs formulierte Frage nach den Effekten von symbiotischen Beziehungen zwischen unterschiedlichen Betrieben im Gewerbegebiet lässt sich neben dem komparativen Vergleich der gesamten Gewerbegebiete auch beantworten, in dem die Effekte der einzelnen symbiotischen Maßnahmen/Prozessveränderungen einzeln bilanziert und bewertet und diese Effekte (Umweltwirkungen) dann über das gesamte Gebiet aufaddiert werden.

Diese Herangehensweise ist in der Praxis deutlich einfacher umsetzbar, denn:

- ▶ Sie trägt der Tatsache Rechnung, dass es sich bei den meisten der derzeit in der Praxis vorfindbaren symbiotischen Beziehungen (vergl. Arbeitspaket 1) faktisch um bilaterale oder tri-laterale Verknüpfungen von betrieblichen Kern-Prozessen (z. B. kaskadierte Wärmenutzung oder gemeinschaftliche Nutzung von Produktionsaggregaten) handelt oder aber um symbio-tisch/kooperativ durchgeführte Neben- oder Hilfsprozesse (gemeinsame Inanspruchnahme von Servicedienstleistern o. ä.). Damit bleiben die Veränderungen im Gesamtsystem jeweils auf kleine und damit abgegrenzt zu betrachtende Teilbereiche begrenzt,
- ▶ sie entspricht der üblichen Perspektive der an den verschiedenen Maßnahmen jeweils betei-ligten Akteuren (Betriebe, Planer, Anlagenbauer etc.),
- ▶ auf dieser Ebene liegen entweder aus der Planung und/oder aus der Umsetzung/Prüfung der Maßnahmen fast immer die für die Sachbilanzierung benötigten Betriebsdaten (Mengen-ströme etc.) und die Daten für die Anlagenveränderung bzw. zusätzliche Anlagen (wie etwa eine Rohleitung für die Übertragung von Wärme o. ä.) unmittelbar vor.
- ▶ für derartige (Umwelt-) Bewertungen von Einzelprozessen/-maßnahmen sind neben einer Vielzahl von praktischen Erfahrungen, publizierten Referenzbeispielen u.ä. insbesondere auch einschlägige unterstützende IT-Tools verfügbar (vergl. Abschnitt 3.3.3.2),
- ▶ hier muss methodisch nicht (gedanklich) aus einem sehr komplexen Gesamtsystem freige-schnitten werden, sondern es können schrittweise meist gut überschaubare Einzelsysteme betrachtet und in Hinblick auf die sich hier jeweils verändernden Parameter bewertet wer-den.

3.3.3 Datensammlung und Berechnung

Die vorstehend beschriebenen Vereinfachungen des umweltseitig zu bewertenden Systems kön-nen signifikant zur Reduzierung der Anzahl der in der Sachbilanzierung zu erfassenden Daten beitragen. Es sind jeweils nur die durch die symbiotischen Beziehungen/Maßnahmen veränder-ten Produkt-, Material- oder Energieströme, Flächenbedarfe, Emissionen und Anlagen-Infra-strukturen zu erfassen.

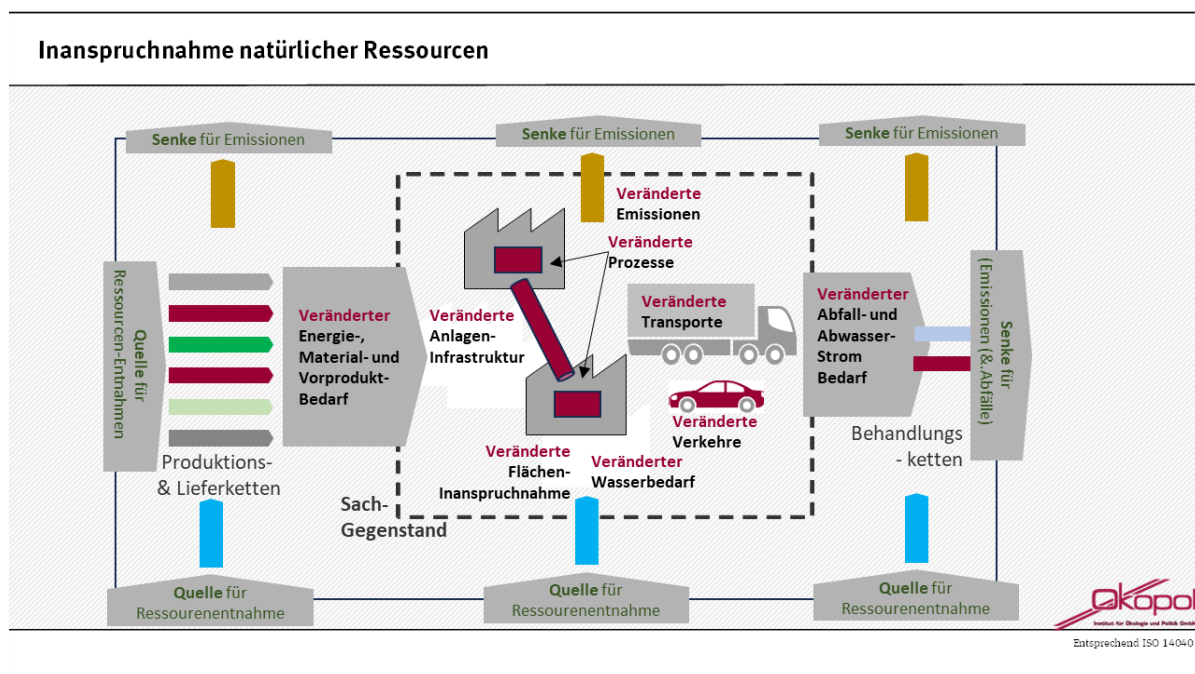
Diese Daten sind nach Möglichkeit durch direkte Messungen, Zählungen oder anderer Erfas-sungsformen als „spezifische IST-Daten der jeweiligen Prozesssituation zu ermitteln. Erfolgt die Bewertung zu einem Zeitpunkt, an dem die symbiotische Beziehung noch in der Planung ist, ist für Teile der Daten naturgemäß auf „PLAN-Daten“ zurückzugreifen.

ohne Symbiose als zusätzlicher Prozess (mit dem entsprechenden Material und Energieverbrauch etc.) zu „ergänzen“ ist. (vgl. ISO 14044 Abschnitt 4.2.3.2)

Um die Verbindung zwischen diesen aufgrund der Symbiose veränderten Sachbilanzdaten und den resultierenden Umweltwirkungen herstellen zu können, ist bei einer ökobilanzierenden Betrachtung zu bestimmen, auf welche Art und Weise und in welchem Ausmaß jeweils die natürlichen Ressourcen in Anspruch genommen werden. Diese Inanspruchnahme kann dabei entweder als „Quelle“ (z. B. für die Entnahme von Rohstoffen) oder aber als „Senke“ (z. B. für die Aufnahme von Emissionen oder Schadstoffen u. ä.) erfolgen.

Während veränderte Emissionen aus den betrachteten Prozessen oder z. B. ein sich verändernder Bedarf an direkt gefördertem Grundwasser unmittelbare Umweltwirkungen darstellen, resultieren die meisten weiteren Umweltwirkungen aus der Vielzahl der Prozesse in den vor- und nachgelagerten Produktions-, Liefer- und Behandlungsketten. Ändert sich durch die symbiotische Maßnahme bspw. der Bedarf an Stahlblech, so treten die entsprechenden Veränderungen an der Schnittstelle zu den natürlichen Ressourcen in Form von Emissionen und Rohstoffentnahme meist räumlich und zeitlich völlig getrennt von dem konkreten Gewerbegebiet auf. Die folgende Grafik zeigt diese Zusammenhänge nochmals schematisch.

Abbildung 8: Zusammenhang zwischen den veränderten symbiotischen Prozessen und der sich verändernden Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen (schematisch)



Quelle: eigene Abbildung (Ökopool).

Dieser „Transfer“ von den direkten Veränderungen im betrachteten Gewerbegebiet zu den Umweltwirkungen in den verschiedensten Teilen der Welt ist eine weitere Herausforderung der Umweltbewertung.

3.3.3.1 Berechnungslogik und Datenbanken

Bereits bei der Ermittlung der direkten Emissionen aus den betrachteten Prozessen ist zwischen verschiedenen Datenarten und Berechnungswegen zu unterscheiden. Herangezogen werden, können die folgenden Daten (vgl. Klöpffer 2009):

1. *Direkte Emissionsdaten*. Diese werden mittels direkter Messungen quantifiziert. Solche Daten können beispielsweise in Verbrennungsanlagen durch entsprechende Messsysteme geliefert werden. In der Praxis liegen solche Emissionsdaten bei Gewerbebetrieben allerdings nur selten vor, da die Bestimmung dieser recht aufwändig ist.
2. *Aktivitätsdaten* sind ein quantitatives Maß für eine Aktivität, bei der Emissionen entstehen. Dies können beispielsweise Massenangaben eingekaufter Brennstoffe, Energieverbräuche der Produktionsmaschinen oder auch Transportdistanzen sein.
3. *Emissionsfaktoren* bemessen die Emissionen je Einheit einer entsprechenden Aktivitätsgröße. Sie werden zur Berechnung der Emissionen mit Aktivitätsdaten multipliziert. Ein klassischer Emissionsfaktor ist beispielsweise die Emissions-Intensität von Transporten in der Einheit kg CO_{2e}/km damit (siehe bspw. Biemann et al. 2024).

Zur Ermittlung der direkten Emissionen bestehen prinzipiell zwei Möglichkeiten:

1. Die direkte Messung
2. Die Berechnung der Emissionen aus Aktivitätsdaten und Emissionsfaktoren (i.d.R. über Multiplikation)

Auch in Bezug auf fremdbezogene Vormaterialien bzw. die zur Abfallbehandlung abgegebenen Rückstände gilt im Prinzip das gleiche Konzept an Datenarten und Berechnungsmethoden, nur dass es sich hier um z.T. sehr lange Prozessketten mit vielen Zwischenschritten und Verkopplungen zu anderen Prozessketten handelt (vgl. Saavedra-Rubio et al. 2022; Bicalho et al. 2017; Weidema und Wesnæs 1996).

In der Praxis kann meist weder auf direkt ermittelte primäre Daten zurückgegriffen werden, noch können für jeden Bewertungsfall die jeweils notwendigen komplexen Berechnungen zur Verteilung der Lasten auf die verschiedenen verkoppelten Produktionsströme wieder durchgeführt werden.

Aus diesem Grund wird hier üblicherweise auf sekundäre also aus anderen Datenermittlungen stammende sogenannte „generische“ Daten zurückgegriffen, die die weltweite Umweltinanspruchnahme bspw. aus den komplexen Herstellungs- und Transportketten für die Lieferung einer Mengeneinheit Stahlblech o. ä. abbilden (vgl. Saavedra-Rubio et al. 2022; Bicalho et al. 2017). Diese Ökobilanzdaten sind in entsprechenden Ökobilanzdatenbanken wie etwa (z. B. Probas, ecoinvent oder GaBi Databases) hinterlegt.

3.3.3.2 Modellierung und unterstützende Tools

Zum konkreten Vorgehen wird bei der umweltseitigen Bewertung der wie vorstehend ausgeführt „freigeschnittenen“ Teile des Systems „symbiotisches Gewerbegebiet“ oder der entsprechenden durch die Symbiose veränderten Energie-, Produkt- und Materialströme meist analog zur Darstellung in der Abbildung 8 ein entsprechendes Modell gebildet und basierend auf den ermittelten Daten zu Art und Umfang der verschiedenen Ströme bzw. Input- und Outputwerte in dieses Modell die Umweltinanspruchnahme bestimmt.

Hierfür stellen softwarebasierte Ökobilanz-Tools eine sinnvolle Unterstützung dar. Auch wenn die meisten der verfügbaren Tools primär auf die Modellierung von Produkten und ihres Lebenszyklus ausgerichtet sind, lassen sie sich in der Regel auch flexibel für die Bewertung von Systemen wie hier in einem Gewerbegebiet anwenden. Jedoch sind sie in der Anwendung wenig niedrigschwellig und eher für erfahrene Nutzer*innen praktikabel einsetzbar.

Etablierte Ökobilanzierungstools sind insbesondere, jedoch nicht ausschließlich:

- ▶ openLCA (GreenDelta GmbH, Deutschland) (openLCA 2024),
- ▶ GaBi (Sphera Solutions GmbH, Deutschland) (sphera 2024),
- ▶ Umberto LCA+ (iPoint-systems GmbH, Deutschland) (iPoint 2024),
- ▶ Sima Pro (PRé Sustainability B.V., Niederlande) (SimaPro 2024).

Diese Ökobilanz-Tools müssen in der Regel für nicht unerhebliche Preise erworben werden und ihre korrekte Benutzung erfordert zu erlernendes Spezialwissen. Darüber hinaus funktionieren diese Ökobilanz-Tools in der Regel nur im Zusammenspiel mit entsprechenden Ökobilanzdatenbanken (z. B. ecoinvent oder GaBi Databases), deren Benutzung ebenfalls kostenpflichtig ist.

Neben diesen sehr vielseitig und breit einsetzbaren Werkzeugen zur Ökobilanzierung gibt es auch Tools, die vereinfachte Betrachtungen unterstützen.

Ein Tool, welches dem avisierten Einsatzzweck nach besonders gut zum hier diskutierten Anwendungsfall (Bewertung eines Systems vor und nach der Durchführung einer symbiotischen Maßnahme) passt, ist das ESTEM-Tool (VDI ZRE 2024), welches im Auftrag verschiedener Landesämter für Umwelt entwickelt wurde. ESTEM steht dabei für „Einfache standardisierte Vorgehensweise zur Ermittlung eingesparter Treibhausgas-Emissionen (THG-Emissionen) von Projekten zur Materialeffizienz“ und fokussiert entsprechend ausschließlich auf die Bewertung der Höhe der THG-Emissionen.

Für die Bereiche „Menge der für die Produkte bezogenen Materialien“, „Menge oder Zusammensetzung für benötigte Betriebsstoffe“, „Materielle Kapital- bzw. Investitionsgüter“, „Energieerzeugung am Standort“, „Direkte aus Prozessen resultierende THG-Emissionen“, „Bezogene Energie“ und „Abfallmenge und Entsorgungsarten“ können die Art der Stoffe und Energieträger bei diesem Tool über Drop-Down-Menüs ausgewählt und quantitative Angaben über die erzielten Einsparungen gemacht werden. Über im Modell hinterlegte Faktoren werden die THG-Emissionen berechnet (s. VDI ZRE 2024).

Abbildung 9: Beispiel für ein unterstützendes Bewertungstools: ESTEM

Berechnung der Einsparung von THG-Emissionen

Alle Maßnahmen und errechneten Emissionen werden auf ein Jahr bezogen.

Allgemeine Angaben, die für mehrere Berechnungsschritte relevant sind

Handelt es sich um eine einmalige oder kontinuierliche Einsparung? **bitte wählen**

Verteilungsfaktor bei einmaligen Einsparungen: **3 Jahre**

Abschreibungsdauer bei Investitionen, Standard = 3: **3 Jahre**

Bei langsam drehenden Produkten Nutzungskalierungsfaktor = 3 wählen: **3 Jahre**

I) Verändert sich die Menge der für die Produkte bezogenen Materialien (z. B. weniger Material, Materialsubstitution, Einsatz von Sekundärmaterialien, biogene Stoffe anstatt fossiler)? (Scope 3.1 / 3.4)

The screenshot shows a flow diagram on the left with stages: 'Bereitstellung von Ressourcen und Gütern', 'Unternehmen im Fokus', 'Nutzung des Produkts', and 'Entsorgung des Produkts'. It also shows 'THG-Emissionen' and 'CO₂e' outputs. To the right is a table with columns: 'Werkstoff [t]', 'Eingesparte Menge pro Jahr (positiv) / Zusätzliche Mengen (negativ)', 'THG-Emissionsfaktor Vorkette', 'Verteilungsfaktor bei einmaligen Einsparungen', 'THG-Emissionen Vorkette', 'Typisches Transportmittel für Anlieferung', 'Typische Transportentfernung', and 'THG-Emissionen (Transport)'. The table lists materials like 1,2-Dichlorethan, 1,3-Butadien, 1-Butanol, Acetylen, Adipinsäure, Altpapierstoff, Aluminium, Gusstegierung, Aluminium, Knettegierung, Aluminium, primär, Aluminium, sekundär, Aluminiumblech, primär, and Aluminiumblech, sekundär. The sum of emissions is 0,00.

II) Verändert sich die Menge oder Zusammensetzung für im Unternehmen benötigte Betriebsstoffe (z. B. Öle, Reinigungsmittel etc.)? (Scope 3.1 / 3.4)

The second part of the screenshot shows a similar table structure for operational materials, with columns for 'Eingesparte Menge pro Jahr (positiv) / Zusätzliche Mengen (negativ)', 'THG-Emissionsfaktor Vorkette', 'Verteilungsfaktor bei einmaligen Einsparungen', 'THG-Emissionen Vorkette', 'Typisches Transportmittel für Anlieferung', 'Typische Transportentfernung', and 'THG-Emissionen (Transport)'.

Quelle: Screenshot aus dem ESTEM Tool (VDI ZRE 2024).

3.3.4 Bewertung der Umweltwirkungen

Wie vorstehend bereits ausgeführt erfolgt im Rahmen der Wirkungsanalyse einer ökobilanzierenden Betrachtung eine Bewertung der Umweltwirkungen der zuvor ermittelten Sachbilanz-Effekte (ISO 14040/14044).

Je nachdem, ob die Quellen-Funktion oder die Senken-Funktion der natürlichen Ressourcen in Anspruch genommen wird, werden bei einer vollständigen Wirkungsanalyse die folgenden Wirkungskategorien unterschieden (Klöpffer 2009)

- ▶ Input-bezogene (Input in das betrachtete System)
- ▶ Output-bezogene (Output aus dem betrachteten System)

Wirkungen sowie darüber hinaus die

- ▶ Toxizitätsbezogene Wirkungen

Die **Input-bezogenen Wirkungskategorien** umfassen dabei

- ▶ den Verbrauch Abiotischer-Ressourcen (ADP)
- ▶ den Verbrauch Biotischer Ressourcen
- ▶ die Naturraumbeanspruchung;

Die **Output-bezogenen Wirkungskategorien** beinhalten das

- ▶ Treibhauspotenzial (auch Global Warming Potential- GWP) bemessen mit dem Indikator der CO₂-Äquivalente
- ▶ Ozonabbaupotenzial in der Stratosphäre, (auch Ozone Depletion Potential -ODP), bemessen mit dem Indikator der R11-Äquivalent;
- ▶ bodennahe Ozonbildungspotenzial, (auch Photochemical Ozone Creation Potential- POCP) bemessen mit dem Indikator C₂H₄-Äquivalent;
- ▶ Versauerungspotenzial (auch Acidification Potential - AP) bemessen mit dem Indikator SO₂-Äquivalent;
- ▶ Eutrophierungspotenzial (auch Eutrication Potential – EP) Bemessen mit dem Indikator PO₄³⁻-Äquivalent.

Die **Kategorien der Toxizitätsbezogenen Wirkung** sind die

- ▶ Humantoxizität und
- ▶ Ökotoxizität.

Schon die Leistung dieser „Standard-Wirkungskategorien“ einer vollständigen Ökobilanz gemäß ISO 14040 in Verbindung mit DIN ISO 14044 zeigt, dass die Wirkungsanalyse keineswegs einfach ist (vgl. auch Heijungs 1992). Ihre korrekte Durchführung und die sachgerechte Interpretation der sehr vielschichtigen Ergebnisse erfordert ein hohes Maß an methodischen und fachlichen Kenntnissen. Vor diesem Hintergrund kann zur Senkung des (Ressourcen-) Aufwandes

auch in Hinblick auf die betrachteten Wirkungskategorien eine weitergehende Fokussierung sinnvoll sein, wenn die Umweltwirkung symbiotischer Verknüpfungen betrachtet werden sollen. Im Folgenden werden vor diesem Hintergrund entsprechende Fokussierungen auf ausgewählte Wirkungskategorien diskutiert:

3.3.4.1 Mögliche Fokussierung auf ausgewählte Wirkungskategorien

Als Bewertungskategorie in jedem Fall zu berücksichtigen ist die Klimawirkung (Global Warming Potential gemessen in CO₂-Äquivalente). Zum einen ist die Klimawirkung bzw. der Beitrag zum Treibhauseffekt sicherlich die derzeit im gesellschaftlichen und politischen Raum meist diskutierte Umweltwirkung. Diese Wirkungskategorie erlaubt es auch besonders gut, die in der Praxis relevanten symbiotischen Veränderungen im Bereich der Energienutzung sowie auch im Liefer- und Personenverkehr abzubilden (vgl. auch Lütje und Wohlgemuth 2020). Darüber hinaus korrelieren die CO₂-Emissionen (bzw. Emission von CO₂-Äquivalenten) in vielen Fällen mit anderen Umweltwirkungen wie Versauerungspotential, Humantoxizitätspotential, Ressourcenverbrauch oder Eutrophierung (Laurent et al. 2012).

Ergänzend bietet sich eine Betrachtung des kumulierten Energieaufwands (KEA) an. Streng genommen ist dies zwar ein Sachbilanzindikator und keine Wirkungskategorie, er wird jedoch häufig als solche herangezogen und diskutiert.

Der KEA liefert insbesondere für symbiotische Konzepte, die zu einer verbesserten Ausnutzung der Input-Materialien führen, deutlich „robustere“ Ergebnisse als der Bezug auf die „eigentlichen“ in den Abbauregionen der Rohstoffe eintretenden, also z. B. den Wirkungen in den Kategorien wie „Ressource depletion“, „Land-Use Change“, „Fresh Water Depletion“, „Biodiversity Loss“ etc. (Lütje und Wohlgemuth 2020). Dies liegt zum einen darin begründet, dass die Qualität der entsprechenden „LCA-Faktorwerte“ für diese Wirkungskategorien bei vielen Materialien lückenhaft, veraltet und/oder von begrenzter Belastbarkeit ist. Zum anderen erfordert die sachgerechte Interpretation der entsprechend mehrdimensionalen Wirkungskategorie-Werte immer ein recht hohes Maß an Fachexpertise. Einschlägige Untersuchungen zeigen darüber hinaus, dass KEA gerade bei technischen Materialströmen eine recht gute Korrelation mit solch aufwändigeren Umweltwirkungsbetrachtungen aufweist.

Während CO₂-Emissionen und die genannten korrelierenden Umweltwirkungen (Eutrophierung, Versauerung) eher globale und überregionale Umweltwirkungen darstellen, kann es Sinn machen, ergänzend auch Wirkungskategorien heranzuziehen, die lokale Umweltproblem adressieren. Hier sind insbesondere Lärm und Geruchsemissionen zu nennen. Für eine einzelgebietsunabhängige „typisierte“ Umweltbewertung gibt es jedoch keinen methodischen Ansatz zur Beurteilung von Lärmemissionen. Hier ist es zielführender bzw. praktikabler, die Reduktion des Verkehrsaufkommens (oder Reduktion anderer reduzierter lärmintensiver Aktivitäten) als Proxy für die Umweltwirkung Lärm heranzuziehen (Rohde-Lütje 2022).

Auch die Flächeninanspruchnahme (bzw. die Inanspruchnahme natürlicher Böden) stellt eine grundsätzlich relevante Bewertungskategorie bei der Betrachtung dar. Die Quantifizierung des lokal reduzierten Flächenverbrauchs ergibt sich direkt aus der vorherigen Sachbilanzierung. Eine weiterführende Ausdifferenzierung in unterschiedliche Bodenqualitätsklassen ist modellbasiert dagegen kaum sinnvoll möglich, da dies in hohem Maß vom Standort des jeweiligen Gebietes abhängig ist (Rohde-Lütje 2022).

Eine weitere, im Kontext mit den übergreifenden umweltpolitischen Diskussionen auch mit Blick auf nachhaltige Gewerbegebiete relevante Umweltwirkung ist die biologische Qualität bzw. die Biodiversität. Die kausale Verknüpfung von Ansätzen der symbiotischen Gestaltung mit dem Zustand der Biodiversität ist allerdings methodisch nicht einfach, wenn belastbare Ergebnisse

erreicht werden sollen. Wirklich belastbar lassen sich Effekte in diesem Bereich nur durch systematische Bestandsaufnahmen vor – und nach einer Veränderung im Gebiet ermitteln und beschreiben.

Als weitere Umwelteffekte von Veränderungen in einem Gewerbegebiet können auch die Klimaresilienz bzw. die Klimaanpassung zunehmend Relevanz erhalten. Hierbei handelt es sich allerdings nicht um Umweltwirkungskategorien, sehr wohl aber um relevante Effekte auf die Umwelt vor Ort. Durch mögliche Bestandteile umgestalteter symbiotischer Gewerbegebiete wie Begrünungen, Nutzung von Abwärme zu Heizung und Kühlung etc., können vor Ort Effekte generiert werden, die die Vulnerabilität gegenüber Auswirkungen des Klimawandels reduzieren. Eine quantitative Bewertung dieser Effekte ist ortsunabhängig allerdings nicht sinnvoll umsetzbar. Hier ist deshalb eher eine qualitative Beschreibung der Effekte zielführend soweit sie Teil der betrachteten symbiotischen Veränderungen sind.

3.3.4.2 Nachvollziehbare Ergebnisaufbereitung

Für die gemeinsame Betrachtung verschiedener Umweltwirkungskategorien gibt es keine wissenschaftlich akzeptierte Methodik zur weiteren Aggregation/Verdichtung z. B. auf einen übergreifenden Leitindikator o. ä. Aus diesem Grund stellt die abschließende Interpretation des Ergebnisses einer vergleichenden Umweltbewertung immer eine Hausforderung dar.

Unabhängig von der konkreten Auswahl der einzelnen betrachteten Umweltwirkungsparameter bietet nach den Erfahrungen der Autoren beim komparativen Vergleich verschiedener (symbiotischer) Alternativen die gemeinsame Darstellung der verschiedenen Umwelteffekte in Form sogenannter „Tannenbaum-Grafiken“ oder „Spinnennetz-Grafiken“ dar (siehe Beispiel in Abbildung 10). Diese machen es auf für Laien der Umweltbewertung deutlich einfacher, die erreichten „relativen Umweltvorteile“ nachzuvollziehen. Außerdem werden in diesen Darstellungen ggf. kontraproduktive (d.h. zusätzlich umweltbelastende) Effekte der unterschiedlichen Symbiose-Alternativen sehr gut erkennbar.

Abbildung 10: Beispiel für Ergebnisdarstellung der Umweltbewertung: Spinnennetz

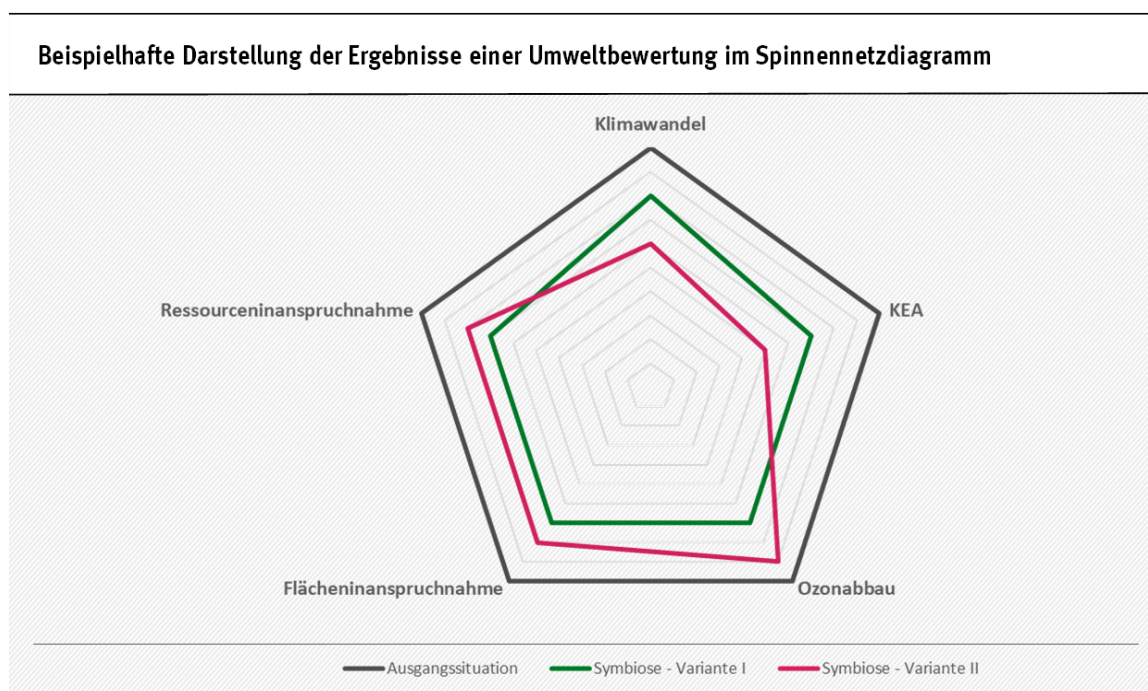


Abbildung: Ökopol.

4 Arbeitspaket 3: Wirtschaftliche, administrative und planerische Rahmenbedingungen

Ergänzend zu den Ergebnissen von AP 1 und AP 2 werden im Arbeitspaket 3 wirtschaftliche, administrative, rechtliche und planerische Rahmenbedingungen geprüft, die Ansätze zur Realisierung von symbiotischen Gewerbegebieten unterstützen können. Ziel ist es, die ökologisch vorteilhaften Ansätze inhaltlich zu unterfüttern, ggf. eine wirtschaftliche Tragfähigkeit nachzuweisen sowie rechtliche Rahmenbedingungen darzustellen.

4.1 Bestandsaufnahme

4.1.1 Bestehende Geschäftsmodelle in nachhaltigen und symbiotischen Gewerbegebieten

Die Interviews sowie die Rechercheergebnisse des AP 1 zeigen, dass das Feld der überbetrieblichen Kooperation in Gewerbegebieten derzeit ein Nischenthema darstellt. Vor einer Umsetzung müssen zur Identifizierung der Potentiale zahlreiche, teilweise sensible Daten gesammelt und ausgewertet werden. Betriebswirtschaftliche Vorteile müssen berechnet und mit möglichen Risiken abgewogen werden, um das Interesse an Kooperationen zu wecken. Sind erfolgversprechende Projekte initiiert, besteht im nächsten Schritt ein hoher Koordinierungs- und Entwicklungsaufwand, da konkrete Umsetzungsmaßnahmen meist individuell erprobt werden müssen. Viele der untersuchten Ansätze befinden sich im Status von Modellprojekten, marktfähige Lösungen, etablierte Verfahren und selbsttragende Geschäftsmodelle für Kooperationen fehlen überwiegend. Insgesamt verfügen in Deutschland weder Kommunen noch Unternehmen in der Breite über das notwendige Wissen und die Ressourcen zur erfolgreichen Umsetzung von Symbiosen. In Tab. 7 wurden dazu die ermittelten Erfolgsfaktoren und Hemmnisse sowie die Akteure benannt, die die Implementationen von Symbiosen fördern können.

Trotzdem haben sich in den vergangenen Jahren viele gute Ansätze für Kooperation und Symbiosen an Gewerbestandorten entwickelt, einige arbeiten bereits mehr als zehn Jahre erfolgreich zusammen. Dabei unterscheiden sich die Vorgehen oft deutlich voneinander – im Ergebnis stehen aber immer Energie- und Ressourceneinsparung, Innovationen, eine erhöhte funktionale Qualität des Standortes, mehr Umweltschutz, gewachsenes gegenseitiges Vertrauen und eine gestärkte Gemeinschaft.

Zum Beginn einer Gewerbegebietsentwicklung wird oft ein Gewerbegebiets- oder Parkmanagement vor Ort eingerichtet. Dieses kann Daten zu Inputs und Outputs der Unternehmen sammeln, anonymisiert aufbereiten und wieder an die Akteure im Gewerbegebiet kommunizieren. So wird ein erster Schritt hin zur Findung von geeigneten Partnerschaften zwischen Unternehmen gemacht, die einen Überblick über mögliche Verwendungen von Zwischen- oder Endprodukten in ihrem Umfeld erhalten. Nach einer erfahrungsgemäß oft notwendigen Phase öffentlicher Finanzierung bzw. Förderung kann das Parkmanagement als Koordinierungs- und Planungsstelle perspektivisch auch von den Unternehmen vor Ort finanziell getragen werden, wenn für die Unternehmen ein dem Aufwand entsprechender finanzieller Nutzen aus den sichtbar gewordenen Symbiose Potentialen entsteht.

4.1.1.1 Fallbeispiel: Gewerbegebiet Lister Damm/Am Listholze, Hannover: Finanzierung des Parkmanagements durch die kommunale Wirtschaftsförderung

Das Gewerbegebiet Lister Damm/ Am Listholze wird seit 2014 von der kommunalen Wirtschaftsförderung kontinuierlich zu einem klimafreundlichen Standort entwickelt. Im Rahmen

der Entwicklung eines Klimaschutz-Teilkonzeptes für das Gewerbegebiet Lister Damm/Am Listholze, Hannover (86 ha, 330 Unternehmen, 5.100 Beschäftigte, 3.000 Bewohner) wurde durch die damit beauftragte Zero Emission GmbH zusätzlich auch das Standort-Management während der Laufzeit von einem Jahr übernommen. Nach einer intensiven Bestandsaufnahme der Standort-Daten in den Handlungsfeldern

- ▶ Energie
- ▶ Ressourceneffizienz und Ressourcenschutz
- ▶ Nachhaltige Mobilität
- ▶ Städtebau und Freiraumgestaltung
- ▶ Soziale Infrastruktur
- ▶ Unternehmenskooperation

wurde ein umfangreicher Maßnahmenkatalog erarbeitet und mit allen Akteuren (Unternehmen, Wirtschaftsförderung, Energieversorgern, Kammern, Politik, Verbänden, etc.) abgestimmt.

Um das von der Stadt Hannover gesetzte Ziel, eine 40 prozentige CO₂-Reduktion bis 2030 zu erreichen, wurde eine CO₂-Bilanz und ein Szenario erstellt, das in einzelnen Handlungsfeldern die erreichbaren Ziele, Maßnahmen und Zeitabläufe beschrieb. Da die Standort-Analyse die Energieversorgung mit einem Anteil von 87 % an den CO₂-Emissionen des Standortes beteiligt war, wurden die jeweiligen Anwendungsbereiche untersucht und festgestellt, dass der Energieeinsatz für Raumwärme und Warmwasser sowie für die Beleuchtung fast 50 % der CO₂-Emissionen ausmachte.

Tabelle 13: CO₂-Bilanz des Gewerbegebietes Listerdamm

Anwendungsbereich	CO ₂ eq [t/a]	CO ₂ eq [%]
Raumwärme und Warmwasser	6.919	29,5 %
Beleuchtung	4.873	20,8 %
Mechanische Energie	4.294	18,3 %
Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)	2.220	9,5 %
Prozesswärme	1.482	6,3 %
Prozesskälte	1.117	4,8 %
Klimakälte	300	1,3 %

Quelle: eigene Daten (ZeroEmission).

Folgerichtig lag der Schwerpunkt auf Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauches, die bereits mit den Unternehmen während der laufenden Erarbeitung des Konzeptes in mehreren Standortkonferenzen (Teilnehmer bis zu 90 Unternehmen) abgestimmt wurden. Als erste Maßnahme wurde vorgeschlagen, den Strom gemeinsam einzukaufen und durch Kostenvorteile der Bündelung auf regenerativen Strom umzusteigen und damit eine sofortige, deutliche CO₂-Einsparung vorzunehmen. Die Idee war es, in Zukunft das Gewerbegebiet als einen einzigen Groß-Abnehmer zu betrachten und damit Kostenvorteile und Umweltwirkungen für alle angesiedelten

Unternehmen zu erzielen. Nach Verhandlungen lagen zwei Angebote von Versorgern vor, die jedoch nicht zum gemeinsamen Umstieg führten, da die meisten Unternehmen langfristige Verträge mit ihren Energieversorgern eingegangen waren und den Wechsel nicht mitmachen konnten. Trotzdem stellten einige Unternehmen daraufhin ihre eigene Stromversorgung auf regenerativen Strom um, sodass bereits bei Fertigstellung des Konzeptes 40 % CO₂ der Beleuchtungsenergie eingespart wurde.

Dagegen gelang das ebenfalls initiierte Projekt zur gemeinsamen Beschaffung eines Mobilitäts-Tickets für alle Mitarbeitenden des Gewerbe-Standortes reibungsloser. Hintergrund war es, dass bis dahin ausschließlich Unternehmen mit mehr als 50 Mitarbeitenden verbilligte Tickets beim ÖPNV-Betreiber abrufen konnten, viele Unternehmen daher leer ausgingen. Mit der Deklaration des „Groß-Abnehmers Gewerbegebiet“ konnten (unter Einrichtung einer zentralen Erfassungsstelle) alle Unternehmen und Mitarbeitenden die vergünstigten Tickets erhalten.

Mit allen Stakeholdern wurden vor Fertigstellung des Konzeptes die Maßnahmen priorisiert, in eine Vision „KlimaList, Bildungsquartier für integriertes und nachhaltiges Wirtschaften“ überführt und in Broschüren und Faltblättern veröffentlicht (Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Lister Damm/Am Listholze, Hannover, Zero Emission GmbH 2016a). Parallel wurde das „UnternehmensNetzwerk KlimaList“ gegründet und ein eigenes Logo entwickelt. Das UnternehmensNetzwerk wird auch derzeit von zwei Geschäftsführerinnen zweier ansässiger Unternehmen geleitet.

Abbildung 11: Logo des Unternehmensnetzwerks KlimaList Hannover



Quelle: Abbildung KlimaList-Logo (KlimaList - MT-Medien GmbH & Co.KG).

Um die gut gestartete Zusammenarbeit weiter zu unterstützen, schuf die Wirtschaftsförderung Hannover im Anschluss daran unter dem Titel „Klimaschutzmanagement KlimaList“ eine zunächst auf drei Jahre (2017-2020) befristete Stelle für eine Klimaschutzmanagerin. Aufgabenschwerpunkte waren das Initiieren von Prozessen und Projekten aus dem Klimaschutz-Teilkonzept, die Vernetzung wichtiger Akteurinnen und Akteure sowie die Kommunikation nach innen und außen. Ziel war es, nach einer initialen Phase öffentlicher Finanzierung die Stelle durch das Unternehmensnetzwerk im Gewerbegebiet weiter betreiben zu lassen. Obwohl dieses Ziel innerhalb der gesetzten Frist nicht erreicht werden konnte, wurden mehrere gemeinsame Projekte umgesetzt (Anschaffung von Lastenfahrrädern, Energieberatung, Umrüstung auf LED- Raumbelichtung, Austausch alter Heizungsanlagen etc.), für die die Wirtschaftsförderung ein eigenes Förderprogramm aufgesetzt hatte. Großen Wert wurde auch auf gemeinsame Veranstaltungen gelegt, Hoffeste und ein Filmabend an der Kulisse des vorhandenen Bunkers belebten jeweils die Diskussion.

Die Corona-Pandemie machte die etablierten Netzwerk-Treffen unmöglich, sodass sich die Wirtschaftsförderung Hannover entschloss, einen virtuellen Treffpunkt für den Standort zu schaffen.

Im Dezember 2020 startete der virtuelle „Marktplatz KlimaList“, der sich schnell als Erfolgsfaktor erwies, da eine Kommunikation der klimafreundlichen Dienstleistungen und Projekte in die breitere Öffentlichkeit ermöglicht wurde. Mit der Erarbeitung des digitalen Marktplatzes sowie der Unterstützung des Netzwerks wurde wiederum die Zero Emission GmbH beauftragt. Die bereits etablierten monatlichen Netzwerk-Mittagstische wurden ab 2020 per Zoom-Konferenz abgehalten, in den Sommermonaten im Restaurant-Garten des Gewerbegebietes. Der so entstandene Kommunikationsrahmen innerhalb der Unternehmerschaft bildet erfahrungsgemäß die Grundlage zur Aufdeckung von Symbiosepotenzialen und sich daraus ergebenden verstetigten Geschäfts- und Austauschbeziehungen. Trotz der Pandemie wurde ein gemeinsamer Modellprojekt-Antrag „Urban-Lab“ gestellt (der leider nicht bewilligt wurde), eine Initiative zur Baumscheibenbepflanzung gestartet und eine Kooperation mit „Nextbike“ eingegangen, unter anderem können nun Leihfahrräder kostenlos im Gewerbegebiet zurückgegeben werden. Derzeit wird mit dem UnternehmensNetzwerk ein „Zukunfts-Konzept“ für das Netzwerk erarbeitet.

Das Fallbeispiel KlimaList Hannover zeigt eindrücklich, dass ein über viele Jahre verstetigter, intensiver Management-Prozess für die Entwicklung von Netzwerk und Symbiosen erforderlich ist, um kleine Erfolge zu erzielen. Trotz großen Engagements der Netzwerk-Sprecherinnen sind diese natürlich nicht in der Lage, das Management für einen solchen Gewerbe-Standort zu übernehmen – allein der Wechsel des Managements von der externen Dienstleisterin (2016) zur Klimaschutz-Managerin (2017 bis 2020) und wiederum der Wechsel zur externen Dienstleisterin (bis Ende 2021), hat bereits bei ehemals stark engagierten Unternehmen zur deutlichen Zurückhaltung der Beteiligung geführt.

Abbildung 12: Webseite „Marktplatz KlimaList“ Hannover



Quelle: Screenshot der o. g. Webseite (KlimaList - MT-Medien GmbH & Co.KG).

4.1.1.2 Fallbeispiel GET.MIN: Öffentlich finanzierte Parkranger

Ziel im Projekt GET.MIN war es, unternehmensübergreifende Energieeffizienz- und CO₂-Minderungspotenziale von Gewerbegebieten in Nordrhein-Westfalen zu identifizieren. Dafür wurden während einer Projektlaufzeit von 36 Monaten in vier ausgewählten Gewerbegebieten gemeinsam mit den Unternehmen Strategien entwickelt und erprobt, um die Energieeffizienz zu stei-

gern. Das Projekt wurde durch die Finanzierung der Nationalen Klimaschutzinitiative ermöglicht. Zentraler Bestandteil war die Entwicklung eines Online-Tools, das die Einordnung und Erschließung der CO₂-Minderungspotenziale bei den Unternehmen ermöglicht.

Für die fortlaufende Begleitung vor Ort wurden sogenannte „Parkranger“ für Energie als Kümmerer eingesetzt. Sie standen als Ansprechpartner*innen für Fragen zum effizienten Energieeinsatz und sämtlichen energierelevanten Themen zur Verfügung. Diese für den Projektzeitraum vor Ort tätigen Expert*innen bildeten die Grundlage für weiteren Austausch. Erreicht wurde insgesamt eine Lokalisierung von energetischen Synergien zwischen den Unternehmen dieses Gewerbeparks vor dem Hintergrund der Übertragbarkeit auf ähnlich aufgebaute Gewerbeparks. Das Tool hat keine Nachfrage ausgelöst, da der Parkmanager die Funktion übernommen hat.

4.1.1.3 Fallbeispiel Naturcampus Technopark Sauerlach: Finanzierung über Anmietung gemeinschaftlich nutzbarer Ressourcen

Seit Sommer 2020 wird der Naturcampus Technopark Sauerlach als gemeinsames Kooperationsprojekt gestaltet. Dort werden die Gestaltungsprinzipien der Permakultur genutzt, um Pflanzen, Menschen und Tiere auf dem Außenbereich des Technoparks zu verbinden und Kreisläufe zu schaffen. Der Naturcampus im Technopark Sauerlach ist ein Permakultur-Projekt zur Herstellung von Symbiosen zwischen kleinen und mittleren Unternehmen. Dort gibt es Büros, Hallenfläche für Produktion und Lagerung, sowie die Permakultur-Projekte als sozialen Bestandteil und als Lernort für die Unternehmen. Der Technopark Sauerlach finanziert sich über die Vermietung von flexibel teilbaren Flächen in einem großen Gewerbeobjekt mit insgesamt circa 4.600 qm vermietbarer Fläche. Direkt anliegend sind zahlreiche gemeinsam nutzbare Flächen und Services angesiedelt. So gibt es mehrere Meetingräume für verschiedene Meeting-Charaktere (z. B. Konferenz, Stand-Up Meeting, Workshops, etc.). Des Weiteren gibt es Freizeiträume für gemeinsame Mittagspausen sowie diverse Präsentationsflächen für Kundenveranstaltungen.

Diese Art der Symbiose ist aufgrund des zentralen Managements und der klaren Eigentums- und Haftungsstruktur verhältnismäßig einfach herzustellen und zu betreiben. Eine über die Vermietung von gemeinschaftlich nutzbaren Ressourcen hinausgehende Symbiose wird hier zwar nicht angestrebt, die gebildete Organisationsstruktur ist jedoch als Kristallisationspunkt weitergehender überbetrieblicher Zusammenarbeit durchaus denkbar.

4.1.1.4 Fallbeispiel UnternehmensNetzwerk Motzener Straße: Finanzierungsverbund im Verein

Das UnternehmensNetzwerk Motzener Straße e. V. „NEMo -Null Emission Motzener Straße“ in Berlin-Marienfelde ist eine seit 2005 bestehende Initiative von Unternehmen mit dem Ziel, die Kräfte zu bündeln und zielgerichtet für die Weiterentwicklung des Standortes und der Wettbewerbsfähigkeit einzusetzen. Am Standort Motzener Straße arbeiten rund 5.000 Beschäftigte in 200 Betrieben, weitere tausende von Arbeitsplätzen bestehen in den unmittelbar angrenzenden Gebieten. Erklärtes Ziel des Netzwerks ist es, bis 2050 CO₂-Neutralität am Standort herzustellen.

Das Unternehmensnetzwerk finanziert sich als eingetragener Verein von den Beiträgen seiner rund 80 Mitglieder, die jeweils zwischen 600 € und 1.200 € pro Unternehmen beitragen. Der Verein betreibt davon seit 2005 eine eigene Geschäftsstelle mit einer Geschäftsstellen-Leiterin, er richtet Sommerfeste aus, bietet ein monatlich stattfindendes Unternehmenstreffen an und initiiert Standortaufwertungen, u. a. einen eigenen Kindergarten mit betriebsnahen Öffnungszeiten sowie Kooperationen zwischen Schulen und Ausbildungsbetrieben. 2018 gab der Verein aus eigenen Mitteln und Fördermitteln der Nationalen Klimaschutz-Initiative ein Klimaschutz-Teilkonzept für das Gewerbegebiet „NeMo Null-Emission Motzener Straße“ in Auftrag, das nach eingehender Analyse die Maßnahmen für die Erreichung des Zieles der Klima-Neutralität be-

schreibt (Zero Emission GmbH 2016a). Mit umfangreichen Öffentlichkeitsmaßnahmen (Workshops, Unternehmens-Begehungen, Presseartikel, Flyer, Banner im Gewerbegebiet, Entwicklung eines „emission-o-meters“, dass die Einsparung der Standort-Emissionen vor Ort anzeigen soll, wurde die Erstellung des Konzeptes und eines Masterplans begleitet und der Öffentlichkeit 2016 vorgestellt. Herzstück ist der umfangreiche Maßnahmenkatalog verbunden mit der Strategie, wie der Standort CO₂-Neutralität erreichen kann.

Abbildung 13: Masterplan + emission-o-meter NeMo, Berlin



Quelle: Zero Emission GmbH 2016a.

Das bis heute sehr engagierte Netzwerk hat zur Vermeidung von Datenschutzkonflikten und um den Austausch der Mitglieder untereinander zu erleichtern, einen „Ehrenkodex“ für den Umgang miteinander entwickelt. Durch die lange Zusammenarbeit im Unternehmensnetzwerk und dem kontinuierlichen Management durch die Geschäftsstellenleiterin haben sich zahlreiche Kooperationen zwischen den Unternehmen entwickelt.

4.1.1.5 Fallbeispiel Standortinitiative Frankfurter Osten: Finanzierung durch die kommunale Wirtschaftsförderung

Die im Gewerbegebiet Fechenheim-Nord/Seckbach in Frankfurt gegründete Standortinitiative FFN e.V. (FrankFurter Osten Nachhaltig) setzt sich dafür ein, einen echten Mehrwert für die Unternehmen, deren Mitarbeitende, Kunden und Lieferanten zu schaffen. Dabei arbeitet die Initiative, die im Mai 2018 offiziell von 30 Gründungsmitgliedern ins Leben gerufen wurde, eng mit dem Standort- und Klimaschutzmanagement zusammen. Hierzu wurde ein eigenes Standortbüro im Gebiet etabliert. Das Standortbüro mit drei Mitarbeitenden wird von der Stadt Frankfurt, der Wirtschaftsförderung und dem Energiereferat getragen, zusätzlich existiert eine eigene Stelle im Stadtplanungsamt. Die Wirtschaftsförderung Frankfurt ließ 2019 ebenfalls ein Klimaschutz-Teilkonzept für das „Nachhaltige Gewerbegebiet“ entwickeln – dieses ist auch hier Grundlage für umfangreiche Maßnahmen und Symbiosen im Gewerbegebiet, die vom Standortbüro umgesetzt werden (Zero Emission GmbH 2019).

Eine der zentralen Maßnahmen ist die von den Unternehmen favorisierte Entwicklung „Grünes Kraftwerk“. Die Unternehmen wollen im Ergebnis den Strombedarf des Standortes selbst decken. Dazu wurde im Rahmen einer intensiven Standortanalyse u. a. der Strombedarf ermittelt, vorhandene Erzeugungsanlagen (z. B. PV-Anlagen) kartiert, PV-Potentiale der Betriebsdächer berechnet und alle Daten in eine digitale Plattform „Grünes Kraftwerk“ überführt. Hier wird nun digital angezeigt, welche Unternehmen sich mit ihren „Stromquellen“ mit wieviel Leistung anschließen und wie jeweils der aktuelle Stand zum gesamten Verbrauch des Standortes ist. Die Unternehmen erhalten jeweils eine Urkunde für ihre Einspeisung – als Dank und Motivation. Das virtuelle Kraftwerk steht auf der Webseite des Standortes zur Verfügung. Im Sommer 2021 verfügt die Standortinitiative über 52 Mitglieder.

Abbildung 14: Grünes Kraftwerk Fechenheim-Nord/Seckbach



Quelle: Zero Emission GmbH 2019.

4.1.1.6 Fallbeispiel Niederlande: Parkmanagement-Erfahrungen aus Flandern

In den Niederlanden wurde mit dem Programm „Mooi Nederland“ ein staatlich gesteuerter und geförderter Prozess in Gang gebracht, zunächst vor allem mit dem Ziel, den Flächenverbrauch zu minimieren, das Interesse der Unternehmen daran zu wecken und Public-Private-Partnerships zu etablieren. Im Anschluss daran wurde seit 2010 die „Samenwerkingsagenda Mooi Nederland 2010-2020“, ein mit 6,3 Mrd. Euro gefördertes Programm aufgelegt, in dessen Fokus vor allem die nachhaltige Revitalisierung von älteren Bestandsgebieten stand. Zunächst schließen sich dort Unternehmen als rechtssichere und gemeinnützige Unternehmensvereinigungen zusammen. Gemeinsam regeln Kommunen und Unternehmen Zuständig- und Verantwortlichkeiten und richten das Parkmanagement ein (Co-Finanzierung), mit der Aufgabe zur Revitalisierung und zum Nachhaltigkeitsmanagement. Dieses Parkmanagement ist gerade in älteren Bestandsgebieten mit zersplitterter Eigentümerstruktur aufgrund sonst fehlender Ansprechpartner*innen von enormer Bedeutung.

4.1.2 Bestehende Organisationsformen in nachhaltigen und symbiotischen Gewerbegebieten

Die in den betrachteten Gewerbegebieten vorhandenen Kooperationsformen lassen sich in vier Kategorien zusammenfassen:

4.1.2.1 Direkte Zusammenarbeit zwischen einzelnen Unternehmen am Standort

Eine unmittelbare Zusammenarbeit zwischen zwei oder mehr Unternehmen stellt die wohl häufigste Form der Kooperation in Industrie- und Gewerbegebieten dar. Dies kann zum Beispiel die gemeinsame Nutzung von Park- oder Lagerflächen, gemeinsam gebuchte Fortbildungen oder eine Sammelbestellung beinhalten. Die Zusammenarbeit erfolgt dabei ohne eigene Institution direkt zwischen den Unternehmen.

Diese Art der Kooperation entsteht meist spontan, ist zeitlich begrenzt und an eine bestimmte Tätigkeit oder Ressource gebunden. Akteure sind die Unternehmen direkt vor Ort, grundlegend für diese Kooperationsform ist oft eine bereits vorher bestehende persönliche Bekanntheit oder eine branchenbezogene Nähe der Unternehmen zueinander.

4.1.2.2 Institutionalisierte Standortgemeinschaft

In vielen Gewerbegebieten existiert ein institutioneller Rahmen für die Kooperation im Sinne einer Standortgemeinschaft. Prägendes Charakteristikum dieser Kooperationsform ist die Einrichtung einer Institution, die die weitere Entwicklung managt, unterstützt und verstetigt und die dabei von den Unternehmen vor Ort aktiv mitgetragen und gestaltet wird. Dies kann zum Beispiel in Form eines Unternehmensnetzwerks, mit der Gründung eines Standortvereins oder mit der Einrichtung einer Klimaschutzmanagerstelle realisiert werden.

Standortgemeinschaften bestehen oft über mehrere Jahre, vereinen auch externe Stakeholder wie Fachplaner, städtische Einrichtungen oder Anwohnende mit den Unternehmern und geben sich feste Rahmenbedingungen für die Zusammenarbeit.

4.1.2.3 Städtisches Gebietsmanagement

Die meisten Gebiete fallen in die Kategorie des städtischen Gebietsmanagements. Prägend ist hier die Organisation durch öffentliche Akteure, zum Beispiel Wirtschaftsförderung oder Kommune, oft im Rahmen eines Modellprojekts oder der Entwicklung eines Standortkonzeptes. Auch öffentlich geförderte Klimaschutzmanager betreiben ein städtisches Gebietsmanagement. Ermöglicht werden die Kooperationen durch öffentliche Investitionen oder Förderprogramme. Es gibt festgelegte Zielvorstellungen und im Laufe der Projekte werden Handlungsempfehlungen und Maßnahmenvorschläge entwickelt, die eine Verstetigung des Prozesses auch nach Auslaufen der Förderung sicherstellen sollen.

4.1.2.4 Management durch Forschungseinrichtung oder Dienstleister im Rahmen eines Forschungsprojekts

In Forschungs- und Modellprojekten wird die Organisation der Kooperation oft von externen Forschungseinrichtungen wie Universitäten oder von Fachunternehmen übernommen. Diese stellen dem Prozess ein hohes Maß an Kompetenz zur Verfügung und haben oft bereits Erfahrungen im Umgang mit Gewerbegebieten gesammelt. Nachteilhaft wirkt sich oft der zeitlich begrenzte Rahmen des Forschungsprojektes sowie der meist fehlende persönliche Bezug des Managers zu den Unternehmen vor Ort aus.

Die Zusammenarbeit erfolgt über regelmäßig stattfindende Treffen, mit Hilfe von Online-Tools und Workshops beziehungsweise Informationsveranstaltungen.

Tabelle 14: Organisationsformen von Symbiosen

Organisationsform	Bestimmende Charakteristik
Direkte Zusammenarbeit	Individuell, ohne feste Organisation, flexibel

Organisationsform	Bestimmende Charakteristik
Institutionalisierte Standortgemeinschaft	Einrichtung einer Institution: Verein, Verband, Unternehmensnetzwerk, Stelle für Klimaschutzmanager, etc.
Städtisches Gebietsmanagement	Organisation durch öffentliche Akteure z. B. Wirtschaftsförderung, Kommune, oft in Verbindung mit Modellprojekten oder Standortkonzepten
Management durch Forschungseinrichtung	In Forschungs- und Modellprojekten wird die Organisation oft von Universitäten oder Fachunternehmen übernommen

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

4.1.3 Überblick über planungsrechtliche Anforderungen

4.1.3.1 Rechtsgrundlagen Baurecht

In Bezug auf die Analyse der Rechtsgrundlagen des Baurechtes ist es sinnvoll, die Frage zu beantworten, ob und wo das bestehende Baurecht derzeit Symbiosen hemmt, ermöglicht oder sogar unterstützen kann.

Das öffentliche Baurecht teilt sich in Bauplanungsrecht (Bund) und Bauordnungsrecht (Länder), Quellen sind das Baugesetzbuch (BauGB) und die Baunutzungsverordnung (BNO). Das Bauplanungsrecht beschäftigt sich mit der Planung der Bodennutzung und der Bebauung der Grundstücke. Ziel ist es, die Zulässigkeit und die planerischen Voraussetzungen für die Bebauung und Nutzung zu schaffen. Das Bauordnungsrecht regelt das Verfahren zur Erteilung von Baugenehmigungen und dient der vorbeugenden Abwehr von Gefahren. Die Raumordnung (RO) ist dem übergeordnet und sorgt überörtlich und fachübergreifend für einen Ausgleich der vielfältigen Nutzungen und Funktionen des Gesamtraums der Bundesrepublik Deutschland und seiner Teilräume. Gesetzliche Leitvorstellung der Raumordnung ist eine nachhaltige Raumentwicklung, die die sozialen und wirtschaftlichen Ansprüche an den Raum mit seinen ökologischen Funktionen in Einklang bringt und zu einer dauerhaften, großräumig ausgewogenen Ordnung mit gleichwertigen Lebensverhältnissen führt (Quelle: Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB), www.bmwsb.bund.de).

Auf der Basis des Raumordnungsgesetzes (ROG) des Bundes und der Baunutzungsverordnung (BauNO) werden in den Ländern Raumordnungs- und Landesentwicklungspläne erarbeitet. Die Flächennutzungs- und Bebauungspläne („Bauleitplanung“) der Städte und Gemeinden werden hier eingebunden und regeln, wie ein Plangebiet bebaut werden darf.

Tabelle 15: Rechtsgrundlagen der räumlichen Planung

Regelungsebene	Rechtsgrundlagen
Bund	Raumordnungsgesetz Baugesetzbuch Baunutzungsverordnung
Länder „Bauordnungsrecht“	Landesplanungsgesetz Landesentwicklungspläne
Regionalplanung	Bindeglied zwischen Landesplanung und Bauleitplanung der Kommune Regionalpläne

Regelungsebene	Rechtsgrundlagen
Städte und Gemeinden, Bauleitplanung“	Flächennutzungspläne (gesamte Gemeinde, vorbereitend 10-15 Jahre) Bebauungspläne (verbindlich)

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

Um den Schutz von Natur, Umwelt und Klima zu gewährleisten, werden Industrie- und Gewerbegebiete (Oberbegriff: Gewerbegebiete) in Landesentwicklungsplänen in Absprachen mit den Kommunen in Größe und Art der Nutzung festgelegt. Gewerbegebiete sind lt. Baunutzungsverordnung „Gebiete, die für die Unterbringung nicht erheblich störender Betriebe zugelassen sind. Industriegebiete dienen vorwiegend der Unterbringung von Betrieben, die in anderen Gebieten nicht zugelassen werden (u. a. höherer zugelassener Lärmpegel)“. Beide werden von den Gemeinden im Flächennutzungsplan ausgewiesen (vorbereitend) und im Rahmen der Bauleitplanung dem kommunalen Bebauungsplanverfahren unterworfen.

In Deutschland existieren mehr als 62.000 Gewerbegebiete.

Bebauungsplan

Soll eine Fläche für Gewerbe oder Wohnen ausgewiesen werden, so werden in rechtsverbindlichen Bebauungsplanverfahren für eine festgelegte Fläche die rechtlich verbindlichen Festsetzungen nach § 1 Baunutzungsverordnung getroffen. Mindestens ist dabei zu regeln:

- a) die Art der baulichen Nutzung;
- b) das Maß der baulichen Nutzung und seine Berechnung;
- c) die Bauweise sowie die überbaubaren und die nicht überbaubaren Grundstücksflächen;
- d) die Mindestgröße der Baugrundstücke;
- e) die in den Baugebieten zulässigen baulichen und sonstigen Anlagen;
- f) die Verkehrsflächen

Das Baugesetzbuch regelt das formelle Beteiligungsverfahren (§ 3-4 BauGB) sowie das Verfahren der „Umweltprüfung bzw. -bericht“ (§ 2a BauGB). Neuplanungen von Gewerbegebieten durchlaufen daher einen intensiven Planungs- und Abstimmungsprozess (Offenlagen etc.) von i.d.R. 20-24 Monaten.

Über die gesetzlichen Vorgaben hinaus sind jedoch auch im Bebauungsplan weitere Festsetzungen möglich, die u. a. in einem vorlaufenden Verfahren eines inoffiziellen „Städtebaulichen Rahmenplanes“ entwickelt werden können.

Städtebaulicher Rahmenplan

Da das Bebauungsplanverfahren strikten Vorgaben auch der Beteiligung öffentlicher Belange folgt und zeitaufwändig ist, sind viele Kommunen dazu übergegangen, vorab einen „Städtebaulichen Rahmenplan“ zu erstellen, der die Entwicklungspotenziale der Fläche, die Restriktionen und zukünftige Nutzungen (meist in Varianten) untersucht und mit der Öffentlichkeit und Träger öffentlicher Belange abstimmt. Die Möglichkeit der öffentlichen Beteiligung an diesem informellen Planungsinstrument erlaubt eine frühzeitige Kenntnis- und Einflussnahme aller Gruppen auf die Planung und führt meist zu höherer Akzeptanz – gerade die Planung von Gewerbegebieten entwickelt sich oft in den Kommunen zu einem umstrittenen Verfahren. Bei der Entwicklung eines städtebaulichen Rahmenplans können ebenfalls die Fragen nach zusätzlichen Festlegungen in Bezug auf Umwelt- und Klimaschutz beantwortet werden, die als Grundlagen für spätere

umweltrelevante Symbiosen innerhalb der Unternehmerschaft dienen können. Diese Festlegungen können im Bebauungsplan sowie darüberhinausgehend auch in Satzungen zur Ergänzung des Bebauungsplanes verbindlich geregelt werden.

4.2 Analyse der Potentiale

4.2.1 Rechtliche Rahmenbedingungen für Symbiosen im Bebauungsplan

Die jeweils von den Kommunen formulierten rechtlichen Festsetzungen im Bebauungsplan werden nach Beendigung des Bebauungsplanverfahrens wirksam. Wurden keine Festsetzungen getroffen, die Potentiale zur Bildung von Symbiosen berücksichtigen oder sogar hemmen (z. B. das Bestehen eines Anschluss- und Benutzungszwangs an das Strom- und Gasnetz), sind diese später nur in aufwändigen Verfahren anzupassen. Ob allerdings die vom Gesetzgeber derzeit geforderten rechtlichen Festsetzungen gute Voraussetzungen für Symbiosen bieten und welche Festsetzungen dafür geeignet wären, soll hier untersucht werden.

4.2.1.1 Bebauungsplanverfahren

Nach abgeschlossenem Bebauungsplanverfahren wird i.d.R. von der Kommune die Erschließungsplanung (Straßen und Wegenetz, Ver- und Entsorgung, soziale Infrastruktur) ausgeschrieben und einem Erschließungsträger übergeben, viele Städte und Gemeinden übernehmen diese Aufgaben aber auch selbst. Um zu untersuchen, ob die rechtlichen Rahmenbedingungen in Gewerbegebieten für die Bildung von Symbiosen oder Kooperationen ausreichend sind, ob durch rechtliche Rahmenbedingungen Symbiosen unterstützt werden oder welche Hemmnisse bestehen, ist nach der Art der Gewerbegebiete in *Neugebiete* und *Bestandsgebiete* zu unterteilen

Rechtliche Rahmenbedingungen für Symbiosen bei der Neuplanung von Gewerbegebieten

Wie oben beschrieben, beginnt nach dem abgeschlossenen Bebauungsplanverfahren die Erschließung des Baugebietes. Die Planung der Anschlüsse an das öffentliche Straßen- und Wegenetz sowie an das Ver- und Entsorgungsnetz obliegt der Kommune und wird im Bebauungsplan geregelt. Die technische Erschließung regelt die Energieversorgung, die Ver- und Entsorgung von Wasser und Abwasser, die Verkehrserschließung sowie die Telekommunikation und Breitbandanschlüsse. Sollen also hierfür klima- oder umweltrelevante Vorgaben gemacht oder sogar Symbiosen gefördert werden, so müssen diese im Bebauungsplan festgeschrieben sein z. B. durch Festlegung einer Fläche für alternative Energieversorgung, Ausschluss der Versorgung mit fossilen Energieträgern, Bau eines Nahwärmenetzes, Vorschriften für die Installation von PV- oder Solaranlagen, Begrünung von Dächern oder Fassaden usw.

Ohne dass nun die Kommune weiß, wieviel und welche Unternehmen sich im Gewerbegebiet ansiedeln werden und wieviel z. B. Energie überhaupt benötigt wird, werden die Straßen und die Ver- und Entsorgungsleitungen im Plangebiet gebaut und bis zu den einzelnen Gewerbe-Grundstücken geführt, die neuen Grundstückseigentümer schließen sich dann jeweils an die bestehenden Leitungen an. Damit dies wirtschaftlich ist, kann die Kommune für die Versorgung mit Strom und Wärme einen „Anschluss- und Benutzungszwang“ aussprechen, sodass alle Grundstücke z. B. an die Lieferung von Gas oder Fernwärme angeschlossen werden, eine andere Versorgungsart ist dann individuell nicht mehr möglich. Neben der Energieträgerversorgung betrifft dies meist auch Trinkwasserversorgung, Abwasser- und Regenwasserentsorgung. Nach § 17 und 18 Energiewirtschaftsgesetz besteht eine generelle Pflicht des Anschlusses an das deutsche Stromnetz, Ausnahmen für eine ‚Insellösung‘ (Eigenerzeugung und Speicherung) können nach Begründung erteilt werden (EnWG, § 17 Ermächtigngsverordnung).

Symbiosen in neu geplanten Gewerbegebieten

Neu zu planende Gewerbegebiete bieten prinzipiell eine gute Plattform für verschiedene Arten von Symbiosen, die sich zum einen auf die Fläche beziehen, zum anderen auf die inneren Unternehmensprozesse - aus beiden lassen sich Potentiale zur Umweltentlastung entwickeln.

Flächenbezogene Symbiosen lassen sich bei der Planung berücksichtigen, wie beispielsweise:

- ▶ die gemeinsame Nutzung von Flächen (Parkhäuser, Restauration, Kinderbetreuung),
- ▶ die gemeinsame Organisation (Parkmanagement),
- ▶ die gemeinsame, dezentrale Versorgung (Strom, Wärme, Kälte),
- ▶ das gemeinsame Abfallmanagement,
- ▶ das gemeinsame Regenwasser-Management (Löschteich, Versickerung, Nutzung in Produktionsprozessen oder z. B. Waschstraße für LKW),
- ▶ die gemeinsame Nutzung von Dienstleistungen (Bewachung, Pflege Grünflächen, Schneeräumung, handwerkliche Dienstleistungen, Server etc.).

Unternehmensbezogene Symbiosen wie beispielsweise:

- ▶ der Austausch von Wärme/Kälte,
- ▶ die Nutzung von Non-Product-Output oder
- ▶ die gemeinsame Nutzung von Betriebs- oder Lagerflächen

sind zum Zeitpunkt der Bebauungsplanung unbekannt. Damit aber trotzdem Symbiosen gelingen, können bei der Neuplanung eines Gewerbegebietes Rahmenbedingungen geschaffen werden, die die Symbiosebildung unterstützen. Da die Nachfrage nach den Bauflächen in der Regel zum Zeitpunkt der Erstellung des B-Planes unbekannt ist und es oberstes Ziel für die Kommune ist, später flexibel auf Nachfragen reagieren zu können, könnte die - heute meist abschnittsweise - Erschließung nach neuen Kriterien durchgeführt werden. Z. B. könnte eine Strukturierung der Fläche nach unterschiedlichen Nutzungsarten (Büro, Produktion, Handel, Dienstleistung, Service etc.) sowie Versorgungsarten (z. B. Eigenversorgung über PV-Anlagen, Geothermie, Solaranlagen, KWK-Anlagen, Wärmepumpen, BHKW und Speicher) oder die Ausweisung eines Nahwärmenetzes die Grundlage für Symbiosen deutlich verbessern.

4.2.1.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für Symbiosen in bestehenden Gewerbegebieten

Theoretisch bedeutend einfacher stellen sich unternehmensbezogene Symbiosen in bestehenden Gewerbegebieten dar, da die Unternehmen und ihre Wirtschaftsweise bekannt sind. Die rechtlichen Rahmenbedingungen in bestehenden Gewerbegebieten beruhen auf bereits bestehenden Bebauungsplänen, die oft im Laufe der Zeit Anpassungen erfahren haben und dessen Festlegungen auch innerhalb eines Gewerbegebietes deutlich variieren können.

Die folgenden faktisch zumindest temporär festgelegten Aspekte zeichnen ein bestehendes Gewerbegebiet aus:

- ▶ Die technische Erschließung ist abgeschlossen,

- ▶ die Unternehmen verfügen i.d.R. über einen unterirdischen Anschluss an das überörtliche Stromnetz, in den meisten Fällen gibt es einen Anschluss an das örtliche Gas- oder Fernwärmenetz, geregelt über einen Anschluss- und Benutzungszwang für das gesamte Gewerbegebiet,
- ▶ die Verkehrswege sind ausgebaut,
- ▶ Parkraum ausgewiesen,
- ▶ Grünflächen sind bewirtschaftet,
- ▶ zentrale Abwasserleitung gelegt,
- ▶ Regenwasser wird entweder in den Abwasserkanal geleitet oder es besteht ein Regenwasserkanal. Vermehrt wird eine Abkopplung vom Regenwasserkanal erlaubt, hier steht die Nutzung des Regenwassers für die Betriebe sowie dezentrale Regenwasserversickerung auf den Grundstücksflächen (auch zur Einsparung von Regenwassergebühren) im Vordergrund,
- ▶ die rechtlichen Vorgaben bezogen auf Art und Maß der baulichen Nutzung ist ebenfalls festgelegt, Änderungsverfahren zum Bebauungsplan können mehrere Jahre in Anspruch nehmen.

Die rechtlich planerischen Rahmenbedingungen führen dazu, dass

- ▶ **flächenbezogene Symbiosen** wie die technische Ausstattung und Infrastruktur in Bestandsgewerbegebieten deutlich schwieriger zu realisieren und nur mit Unterstützung der Kommune sowie der Ver- und Entsorgungsunternehmen umzusetzen sind (Haftung),
- ▶ **unternehmensübergreifende Symbiosen**, die der Erzielung von Wettbewerbsvorteilen durch den Austausch von Materialien, Energie, Wasser oder Non Product-Output dienen, können von den bebauungsplanrechtlichen Vorschriften abweichen, was eine Umsetzung erschwert,
- ▶ **flächenbezogene organisatorische Symbiosen** (Dienstleistungen, Parkmanagement, soziale Infrastruktur, Einkaufsgesellschaften, Service etc.) einfacher zu realisieren sind, da die Unternehmen sich meist schon kennen und ihre Bedarfe konkret formulieren können. Die Erzielung wirtschaftlicher, administrativer, verbunden mit umweltrelevanten Vorteilen erbringt bei diesen Symbioseformen i.d.R. eine hohe Akzeptanz bei den Unternehmen.

Beispiel: Trotz der sehr engen Festlegungen in bestehenden Gewerbegebieten in Bebauungsplänen hat sich das Projekt „*REGEKO, Ressourcenoptimiertes Gewerbeflächenmanagement durch Kooperation im Gewerbequartier Grünwinkel, Karlsruhe*“, (hier: Analyse Projekt 22) zur Aufgabe gesetzt, die rechtlichen Rahmenbedingungen im Gewerbegebiet Grünwinkel (Erst-Erschließung: 1920) einer eingehenden Prüfung zu unterziehen und sich daraus ableitende Veränderungspotenziale zur Entwicklung von zusätzlicher Siedlungsfläche zu finden und festzusetzen.

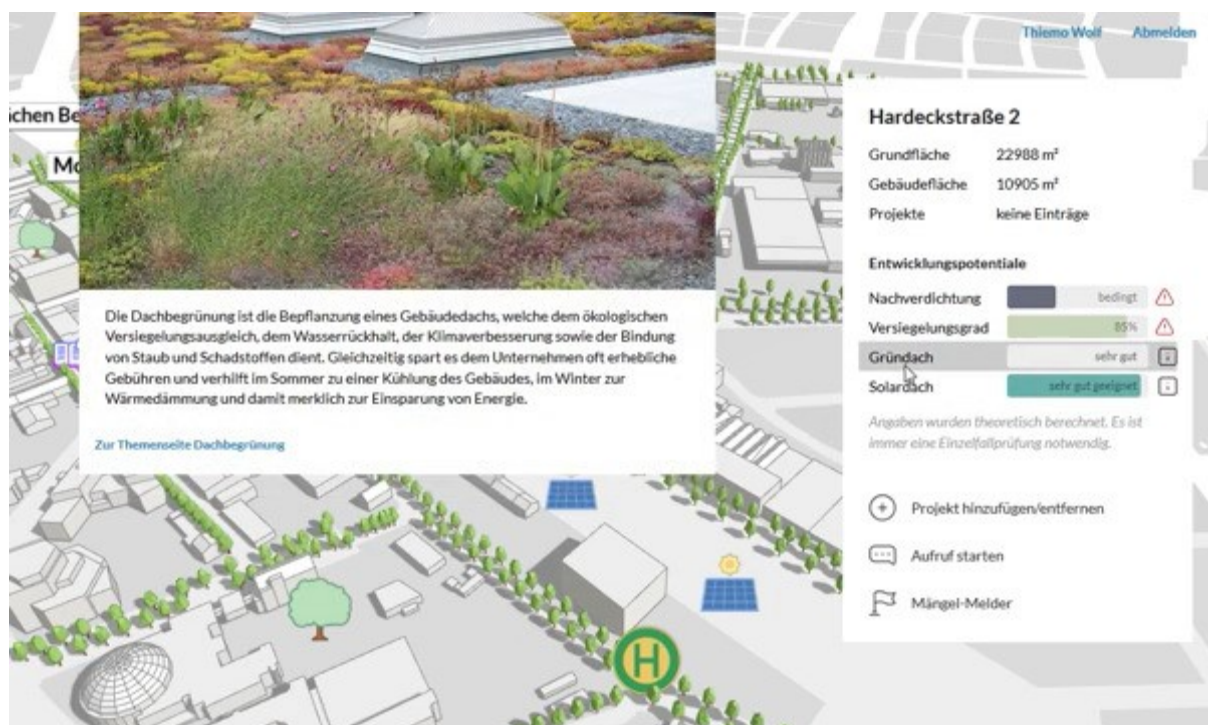
Da sich die Flächen allesamt in privater Hand befinden, hoffte man mit Hilfe eines Gewerbeparkmanagements durch Kooperation mit und zwischen den Unternehmen neue Flächen durch Belegung un- und untergenutzter Flächen bzw. Erweiterung der Gebäudeflächen zu gewinnen und gleichzeitig öffentliche Freiräume für Radwege und Grün zu schaffen.

Dazu wurden die vorhandenen Bebauungspläne systematisch untersucht, die bestehende Bebauung mit den Vorgaben abgeglichen und eine intensive Kommunikation mit den Unternehmen eingegangen, um herauszufinden, welche Flächenbedarfe angesiedelte Unternehmen haben und ob andererseits Flächeninhaber bereit sind, Flächen zu teilen, umzunutzen, funktionelle Verbesserungen vorzunehmen oder Gebäudeflächen zu erweitern. Insgesamt wurde ein ungenutztes Flächenpotenzial von 240 % ermittelt.

Aus den Daten wurde in Zusammenarbeit mit den Unternehmen und der mit dem Gewerbegebiets-Management beauftragten Zero Emission GmbH ein Masterplan und IT-Tool („REGEKO-Management-Tool“, Zero Emission GmbH, 2019) entwickelt, das den Beteiligten die Flächenpotenziale im Gewerbegebiet aufzeigt, Vorschläge unterbreitet (baulich, stadtplanerisch und ökologisch) und mit Wissen über die umweltrelevanten Wirkungen hinterlegt. Zur besseren Information und Motivation finden sich auf einer Zeitschiene die Veränderungen in Jahren.

Tatsächlich konnten im Projekt verschiedene Kooperationen und Synergien zwischen den Unternehmen geschlossen werden, die zu Erweiterung von Gebäuden, Tausch von Grundstücken, einer neuen Radwegerschließung und Gewinnung zusätzlicher Flächen geführt haben. *Quelle: Abschlussbericht REGEKO, Zero Emission GmbH, 2019.* Die Bebauungspläne werden derzeit nach den Absprachen mit den Unternehmen überarbeitet.

Abbildung 15: Informations- und -Vernetzungstool mit 3D-Darstellung des Gewerbegebiets



Quelle: eigene Darstellung (Zero Emission).

Ohne in den Bebauungsplan einzugreifen, lässt sich von der Kommune eine „Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme“ initiieren, die besondere Entwicklungs- und Neuordnungspotenziale zulässt lt. §§ 165-171 Baugesetzbuch (BauGB). Die Besonderheit dieser Entwicklungsmaßnahme liegt in der Möglichkeit, die Grundstücke mit Hilfe eines „Zwischenerwerbes“ für die Zeit der Entwicklung zu erwerben. Dieser Durchgangserwerb der Gemeinde erleichtert eine zügige Bodenordnung. Auch können mit der vertraglichen Bauverpflichtung weitere Vereinbarungen zur Umsetzung der Entwicklungsziele getroffen werden. „Schließlich bildet der Durchgangserwerb

der Gemeinde auch die Basis für das Finanzierungsmodell bei städtebaulichen Entwicklungsmaßnahmen. Die Wertdifferenz zwischen dem entwicklungsrechtlichen Anfangswert, zu dem erworben wird, und dem Veräußerungspreis kann zur Finanzierung der Maßnahmen genutzt werden. Soweit ausnahmsweise auf den Grunderwerb durch die Gemeinde verzichtet wird, haben die Eigentümer der Grundstücke einen Ausgleichsbetrag in Höhe der entwicklungsbedingten Bodenwertsteigerung zu leisten“ (Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme, Akademie für Raumordnung und Landesplanung, Arno Bunzel, 2008).

4.2.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für Symbiosen

Das Konzept der industriellen Symbiose in Gewerbegebieten kann einerseits betrieblich-stofflicher Art (Austausch von Material, Wärme, Wiederverwendung von Beiprodukten) wie andererseits organisatorischer Art (betriebsübergreifende Flächen- und Servicenutzung) sein.

Die Infrastruktur wird für Neuentwicklungen von Gewerbegebieten grundsätzlich von der Kommune oder vom Erschließungsträger geplant und finanziert. Auch in Bestandsgebieten gehören die öffentlichen Flächen im Gewerbegebiet den Kommunen, lediglich die Grundstücke wurden an die Gewerbetreibenden jeweils veräußert. Infolgedessen ist die Pflege und Instandsetzung der Infrastruktur in öffentlicher Hand bzw. der Strom- und Wärmeversorgung in Hand der Energieversorger, die Belieferung mit Wasser, Abwasser- und das Regenwassermanagement bei dem entsprechenden Wasserversorger. Auch die Abfallentsorgung entfällt auf die Kommune, die Sondermüllentsorgung etc. wird meist von privaten Entsorgungsunternehmen übernommen. Für alle diese infrastrukturellen Einrichtungen bestehen i.d.R. ein Anschluss und Benutzerzwang. Die Kosten werden den Gewerbetreibenden als Gebühren in Rechnung gestellt.

Sollen demnach **flächenbezogene Symbiosen** entwickelt werden z. B. eine dezentrale Strom- oder Wärmeversorgung im Bestandsgebiet, so ist dieses unter Einbezug der Kommune bzw. deren Beauftragte möglich. Meist ergibt sich die Chance auf Revitalisierung oder Neuausrichtung, wenn sich die ursprünglich angelegte Infrastruktur amortisiert hat oder größere Sanierungen anstehen.

Andererseits besteht auch für die angesiedelten Unternehmen im Gewerbegebiet die Möglichkeit, städtebauliche und infrastrukturelle Maßnahmen zu entwickeln. Hierfür kann zusammen mit der Kommune eine „Immobilien-Standortgemeinschaft“ gegründet und Ziele für das entsprechende Gebiet festgelegt werden (Gesetz über Immobilien-Standortgemeinschaften (ISGG) nach § 171 BauBG). Die Kommune erlässt eine Satzung, steuert den Prozess und erhebt von den beteiligten Unternehmen Abgaben, die dann durch die ISG für die Umsetzung der Maßnahmen eingesetzt werden. Voraussetzung für die Gründung einer Immobilien-Standortgemeinschaft ist die Zustimmung von mind. 15 % der im Gebiet liegenden Eigentümer. Die ISG ist für innerstädtische Handelszonen bereits ein beliebtes Instrument, in Gewerbegebieten bislang kaum genutzt.

4.2.2.1 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für flächenbezogene organisatorische Symbiosen

Wie schon bei den rechtlichen Rahmenbedingungen erwähnt, bieten flächenbezogene, organisatorische Symbiosen den Unternehmen wirtschaftlichen Vorteil durch Kostensenkung, verbessern die Wettbewerbsfähigkeit, steigern die Attraktivität des Standortes und führen gleichzeitig zu umweltrelevanten Verbesserungen (gemeinsamer Auftritt, Dienstleistungen, Sharing-Angebote, soziale Infrastruktur, Fachkräftegewinnung, Abfallentsorgung, Regenwassermanagement etc). Um solche Symbiosen zu etablieren, bedarf es eines Netzwerkes bzw. eines Managements im Gewerbegebiet. Die Beispiele aus AP 1 zeigen, dass das Zusammenfinden der Unternehmen in einem Verein, einem Unternehmensnetzwerk oder einem von der Kommune eingesetzten „Kümmerer“ notwendig ist, um organisatorische Symbiosen zu etablieren – nur selten finden sich

Standort-Unternehmen, die solche Aufgaben zusätzlich übernehmen. Die Finanzierung der Organisationseinheit wird über Gebühren, Spenden oder öffentliche Fördermittel gewährleistet - bei Wegfall der Fördermittel fällt dann oft auch der „Kümmerer“ weg. Damit die Unternehmen überhaupt einen monetären Beitrag zum Standort-Management leisten, ist der vorherige Aufbau eines Netzwerkes unabdingbar. Dieses ist i.d.R. ein über mehrere Jahre laufender Prozess.

4.2.2.2 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen für unternehmensübergreifende Symbiosen

Der firmenübergreifende Austausch industrieller Nebenprodukte zur Erreichung von Wettbewerbsvorteilen unterliegt dem eigentlichen Konzept der „Industriellen Symbiose“. Durch das gegenseitige Nutzen der Neben- oder Abfallprodukte entstehen wirtschaftliche Vorteile durch Kosteneinsparungen für Rohstoffe oder Energie, es erschließen sich neue Märkte und Wettbewerbsvorteile. Grundlage für unternehmensübergreifende Symbiosen sind die Analysen der unternehmenseigenen Ressourcen- und Energieströme, die in die Symbiose einfließen sollen. Dazu ist es i.d.R. erforderlich, die unternehmensbezogenen Daten zu ermitteln (was für sich bereits oft schon zu Einspareffekten beiträgt) und dem Netzwerk bzw. den Symbiose-Partnern zur Verfügung zu stellen, was zu einer deutlichen Hemmung der Bereitschaft führt. Gelingt es, diese Hemmung zu überwinden, besteht die Chance auf Innovationen. Lombardi und Laybourn berichten, dass eine Studie im National Industrial Symbiosis Programm (NISP) in 154 Projekten gezeigt hat, dass 70 % der umgesetzten Symbiosen Innovationen beinhalteten, 19 % führten zu neuen technologischen Entwicklungen (Lombardi und Laybourn 2012).

Grundsätzlich sollten die Unternehmen in der Lage sein, solche z. B. nachbarschaftlichen Symbiosen zu ihrem wirtschaftlichen Nutzen selbst zu entwickeln. Das trifft aber in den seltensten Fällen zu – erst durch die Analysen der innerbetrieblichen oder/und standortbezogenen Ressourcenströme werden i.d.R. die Unternehmen aufmerksam gemacht, Chancen und Risiken ermittelt und oft mit Fördermitteln umgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt solcher Analysen in Gewerbegebieten lag im Förderprogramm der Nationalen Klimaschutzstrategie für Gewerbegebiete. Die hier entwickelten Konzepte bieten den Unternehmen reichlich Anknüpfungspunkte für unternehmensübergreifende wie standortbezogene Symbiosen.

Beispiel: Im Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Fechenheim-Nord / Seckbach, Frankfurt (Zero Emission GmbH, 2019) wurden in der Ressourcenanalyse ein hoher Wärmebedarf in einem Segment des Gewerbegebietes gefunden. Die städtebauliche Untersuchung zeigte, dass sich in dem Raum zwischen zwei Straßenzügen eine alte, ungenutzte Bahntrasse befindet. Mit den Unternehmen wurde der Vorschlag erarbeitet, ein Biomasseheizkraftwerk anzusiedeln und die Unternehmen rückwärtig an das Nahwärmenetz anzuschließen. Die künftige „Nahwärmetrasse“ bietet darüber hinaus die Möglichkeit, eine Grünfläche zu entwickeln und den Mitarbeitenden einen grünen Freiraum für ihre Pausen zur Verfügung zu stellen.

Abbildung 16: Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Fechenheim-Nord/Seckbach, Frankfurt



Abbildung 34: Prinzipskizze Hot-Spot 2 Grüne Wärmeder

Quelle: Zero Emission GmbH 2019.

Die Förderung der Teilkonzepte für Gewerbegebiete wurde von der Nationalen Klimaschutzinitiative 2018 eingestellt (s. Interview Dr. Adrian Saupe, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit). Ziel muss es sein, aus den durch die Symbiosen erzielten Einsparungen die Kosten für das Gewerbegebietsmanagement zu tragen.

4.2.3 Planerische Rahmenbedingungen für Symbiosen

Bei der Neuentwicklung eines Gewerbegebietes kann die Bebauungsplanung bzw. die vorgelagerte Rahmenplanung die Grundlage für symbiotische Beziehungen legen. Nach § 1 Abs. 4 bis 10 BauNVO können bestimmte Nutzungen und Regelungen ausnahmsweise zugelassen werden, wenn besondere städtebauliche Gründe dies erfordern - ein „Symbiotisches Gewerbegebiet“ könnte als eine solche Ausnahme festgeschrieben werden.

Unabhängig vom Bebauungsplan können in städtebaulichen Verträgen nach § 11 BauBG weitere verbindliche Festsetzungen getroffen werden, die über die Möglichkeiten des B-Plans hinausgehen (z. B. besondere energetische Qualität der Gebäude). Diese städtebaulichen Festsetzungen unterstützen nachhaltig eine Kooperation der angesiedelten Unternehmen und können im Ergebnis zur vereinfachten Symbiosebildung zwischenbetrieblicher Art führen.

Eine Zusammenfassung von möglichen Festsetzungen für die Entwicklung eines „Symbiotischen Gewerbegebietes“ im Neubau finden sich in Kap. 3.4 Anpassungen.

4.2.4 Fazit

4.2.4.1 Beantwortung der Leitfrage 1: „Welche Hemmnisse bestehen im Hinblick auf die Realisierung „symbiotischer“ gemeinschaftliche Nutzungen und Kooperationen?“

Gewerbegebiete sind sehr heterogen, pauschale Aussagen zu Hemmnissen sind schwer zu treffen – oftmals hängen diese Hemmnisse aber mit schlechten Erfahrungen einzelner Unternehmer mit der kommunalen Administration oder - in den meisten Fällen - mit Problemen in der Funkti-

onalität der Gewerbegebiete zusammen. Mehrfach wurde in Gewerbegebiets- und Klimaschutzprojekten der Zero Emission GmbH von den Unternehmen gefordert, dass zuerst die Funktionalität im Gewerbegebiet hergestellt werden müsse, bevor man überhaupt an eine Zusammenarbeit denken würde.

Eine **Zusammenfassung von Hemmnissen** für die Bildung von Symbiosen, die von Unternehmen in Gewerbegebieten formuliert wurden:

- ▶ **Bauliche Hindernisse Anordnung und Lage der Betriebe im Gewerbegebiet**, die Kooperation eingehen wollen, können erhebliche Wirkung zeigen. Gut integrierte, zentral liegende Geschäftsgebäude steigern den Bekanntheitsgrad unterhalb der Nachbarn, offene und gepflegte Betriebsgelände fördern die Kontaktaufnahme
- ▶ **Wahrung der Geschäftsgeheimnisse**
- ▶ **Verwaltungsabläufe**
- ▶ **Datenverwaltung** (schwierige Geheimhaltungsabkommen s. Get min)
- ▶ **Versteuerung** (z. B. bei Wärmelieferung)
- ▶ **Kontinuierliche und verlässliche Zusammenarbeit** unterhalb der Unternehmen
- ▶ **Fehlende Fachkunde der Gewerbegebietsmanager**
- ▶ **Konsistenz der Betreuung**
- ▶ **Stromerzeugung** – Aufbau eines eigenen Stromnetzes nötig, Anschlusszwang ans öffentliche Netz bleibt
- ▶ **Abhängigkeit von der Ressource des Nachbarn**
- ▶ **Laufende Verträge mit Ver- und Entsorgern**
- ▶ **Personalwechsel** in Unternehmen
- ▶ **Unternehmen werden geschlossen oder verlagert**
- ▶ **Sorge vor Anlagendefekten**

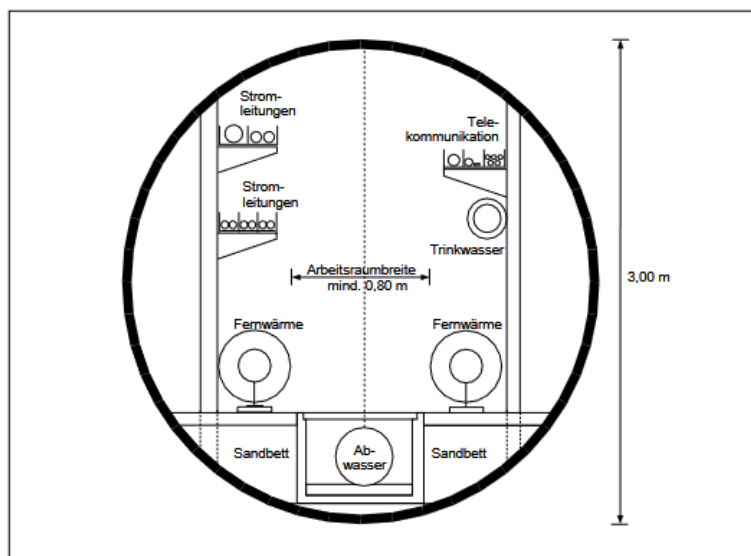
Beispiel Leitungsführung

Gewerbegebiete haben eine lange Lebensdauer, durchaus wird heute noch an Standorten gearbeitet, die Anfang der 1930er Jahre erschlossen wurden. Bei der Neuplanung eines Gewerbegebietes ist deshalb größte Aufmerksamkeit auf Lösungen zu richten, die flexibel sind und den sich ändernden Rahmenbedingungen der Energieversorgung, Verkehr, Wasser- und Abfallmanagement, Datenversorgung usw. anpassen. Ein großes Hindernis für mögliche Symbiosen zwischen den Unternehmen sowie notwendige Anpassungsmaßnahmen an Innovation und Technik ist dabei die Leitungsführung, die traditionell unter den Erschließungsstraßen untergebracht sind. Bau, Betrieb und Unterhaltung dieser unterirdischen Trassen ist kostenaufwändig, notwendige Maßnahmen um z. B. abschnittsweise ein („vermaschtes“) Wärmenetz aus gebietseigenen (Unternehmens-)Quellen aufzubauen, bedingen aufwändige Baumaßnahmen, haben einen langen Planungs- und Umsetzungshorizont oder führen zudem häufig zu Qualitätseinbußen im Verkehrsgefüge des Gewerbegebietes.

Hier sind bei der Planung eines Gewerbegebietes neue Lösungen zu finden, die die Flexibilität unterstützen, Symbiosen unkompliziert ermöglichen oder auch einen späteren Rückbau zulassen. In sogenannten begehbaren „Infrastrukturkanälen“ (unterirdisch wie überirdisch) können Strom, Wärme, Wasser, Abwasser, Telefon, Breitband usw. verlegt werden, womit Anschlussänderungen, Erweiterungen, Umstellungen und Reparaturen schneller und kostengünstiger umgesetzt werden, und Unternehmen vereinfacht Austauschbeziehungen aufbauen könnten.

Infrastrukturkanäle bieten gegenüber klassischen Leitungsbrücken deutliche Vorteile bei der Erschließung industrieller Areale. Sie ermöglichen eine flexible Verlegung von Leitungen, was besonders die Nutzung von Abwärme und flüssigen Nebenprodukten erleichtert – auch bei veränderten Produktionsprozessen oder der Umnutzung von Gebäuden.

Abbildung 17: Begehbare Leitungsgang Markkleeberg



Quelle: Bauforum Rheinland-Pfalz 2024: Abb. 10: Querschnitt vom begehbaren Leitungsgang Markkleeberg -Wachau-Nord, Maßstab 1:50.

Beispiel Strom- und Wärmenetzkopplung

Gerade in bestehenden Gewerbegebieten findet sich großes Potential zur Energieeinsparung und Ressourceneffizienz. Die Versorgung mit eigenem Strom durch eigene Erzeugungsanlagen kann bereits wirtschaftlich nachgewiesen werden, mit der Belieferung auch von Nachbarunternehmen können u.U. finanzielle Vorteile generiert werden. Allerdings bedingt eine Nutzung des Stromnetzes einen erheblichen Genehmigungsaufwand z. B. bei der Bundesnetzagentur sowie eine Gebührenabfuhr [nach Mittelstandsinitiative, 2019].

Darüber hinaus ist die Gründung eines Energie-Effizienznetzwerkes eine gute Möglichkeit, in gemeinsamer Verantwortung Effizienzmaßnahmen oder sogar Strom- und Wärmenetze aufzubauen. Fördergelder für Potentialstudien und die Umsetzung von innovativen Wärmenetzsystemen mit überwiegend regenerativen Energien stehen beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) bereit „Wärmenetzsysteme 4.0“¹².

Unternehmens-Energiegenossenschaften und Einkaufsgesellschaften sind ebenfalls gängige Verfahren, gemeinsam Strom und Wärme bereitzustellen oder einzukaufen, und dadurch wirt-

¹² Vergl. https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/waermenetze_node.html

schaftliche Vorteile zu erlangen. Trotzdem ist ein solcher Ansatz in vielen Gewerbegebiets-Projekten gescheitert, dies liegt zum einen an langen Laufzeiten bestehender Verträge aber auch an aufwändigen Genehmigungsverfahren und wiederum Bindung an eigene Systeme, die die Flexibilität eines Strommarktes auch deutlich einschränkt Beispiele: KlimaList, Hannover, UnternehmensNetzwerk Motzener Straße, Berlin)

Beispiel Datenschutz

Der überaus wünschenswerte Datenschutz erweist sich für die Kooperation und die Bildung von Synergien und Symbiosen im Gewerbegebiet auch zum Nachteil. Die Kontaktaufnahme zwischen Kommune und Unternehmen sowie zwischen den Unternehmen ist nicht mehr einfach zu bewerkstelligen, Einladungen zu Veranstaltungen, Aufbau und Unterhaltung eines Netzwerkes und erst recht Rückschlüsse auf grundstücks- oder produktionsbezogene Daten unterliegen strengen Anforderungen, wenn diese überhaupt genutzt werden können. So kommt es des Öfteren vor, dass im Rahmen von Projekten eine Zusammenarbeit mit den Unternehmen gestartet wird, nach Beendigung des Projektes die Daten jedoch nicht weitergenutzt werden dürfen. Auch das innovative „REGEKO-Tool“ zum Flächen-Management in Karlsruhe Grünwinkel wurde später aus Unsicherheit bzgl. datenschutzrechtlicher Bedenken vom Netz genommen.

4.2.4.2 Beantwortung Leitfrage 2: „Sind Anpassungen im Planungsrecht nötig oder ist das aktuelle Recht grundsätzlich ausreichend?“

Grundsätzlich bieten die bestehenden rechtlichen Rahmenbedingungen in Bebauungsplänen durchaus Spielraum für flächen- und unternehmensbezogene Symbiosen und Kooperation, weitere Festlegungen sind darüber hinaus in Satzungen zum Bebauungsplan möglich. Für Gewerbegebiete im Bestand können Bebauungspläne überarbeitet werden oder „Befreiungen“ für bestimmte Areale ausgesprochen werden, die Überarbeitung jedoch ähnelt in den Zeitabläufen dem des regulären B-Plan-Verfahrens.

Eine Zusammenfassung möglicher und wünschenswerter Festlegungen zur Unterstützung von Symbiosen in Gewerbegebieten findet sich in der folgenden tabellarischen Darstellung:

Tabelle 16: Wünschenswerte Festlegungen zur Unterstützung von Symbiosen in Gewerbegebieten

Festsetzung	Zweck
Unternehmensart	Festsetzung eines zusätzlichen „Symbiose-Kerns“ von Unternehmen, die für das GE ihre Leistungen anbieten z. B. Dezentrale Strom- und Wärmeversorgung Abfallentsorgung Sharing-Anbieter (Mobilität, Maschinen etc.) Lebensmittelproduktion Garten- Landschaftsbau Handwerker (auch: Reparatur) KiTa Veranstaltungsräume, Restaurant, Kantine, Co-Working
Orientierung der Baukörper	Eine einander zugewandte Orientierung der Baukörper (mit z. B. gemeinsamen Flächen) unterstützt die Gemeinschaftsbildung innerhalb der Unternehmen und ermöglicht damit wirtschaftliche Symbiosen
Architektonische Gestaltung der Gebäude	Eine teilweise standardisierte Architektur für die Gebäudehülle kann ökologische und kostenbezogene Vorteile schaffen (gemeinsame Beschaffung), Integration von PV in Fassaden etc.

Festsetzung	Zweck
Dachform und Neigung	Die Berücksichtigung einheitlicher Dachform und Neigung kann eine gemeinschaftliche Nutzung von PV-Anlagen (z. B. Genossenschaft) unterstützen. Elemente und Aufbauten können so standardisiert und zur gemeinsamen, kostenreduzierten Bestellung, Aufbau und Betrieb führen
Dezentrale und zentrale Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte	Neue GE sollten ausschließlich dezentral versorgt werden. Die Ansiedlung eines Unternehmens, dass dies übernimmt und aufrechterhält, sollte Ziel sein. Hier sind auch Lösungen anzustreben, die den Unternehmen Teilhabe und damit Symbiosen ermöglichen
Photovoltaikanlagen	Gemeinsamer Betrieb und Eigennutzung
Flächen für Ver- und Entsorgung	Flächen für eine dezentrale Ver- und Entsorgung sollten festgelegt werden
Nutzung erneuerbarer Energie bzw. KWK-Anlagen	Festschreibung auf Nutzung ausschließlich erneuerbarer Energie
Führung von oberirdischen statt unterirdischen Versorgungsanlagen und -leitungen	Unterirdische Versorgungsanlagen und -leitungen sind teuer, unflexibel und aufwändig bei Reparaturen und Schäden (s. Hochwasserschäden). Für das GE kann eine oberirdische Leitungsführung festgesetzt werden (z. B. Infrastrukturtunnel), hier sind auch die sich verändernden Einspeisungen von z. B. Abwärme aus den Unternehmen leicht anzupassen („Vermaschtes Wärmenetz“)
Ausweisung von Zonen für Windenergie oder PV-Anlagen	Innerhalb von GE sind große Windkraftanlagen meist nicht erwünscht, dagegen wären Zonen für Kleinwindanlagen durchaus sinnvoll (z. B. entlang der Straßen für die eigene Beleuchtung, auf Dächern etc.). Auch PV-Anlagen auf festgesetzten Zonen (z. B. entlang der Straßen, Freiflächen etc.) sind sinnvoll
Flächen zur Verkehrsvermeidung	Festsetzung von Parkhäusern, Radabstellanlagen, Car-Sharing, E-Tankstellen, „Mitnahmebank“, Mobility-Hub etc.
Freiflächen	Stellplätze teilen (Schichtbetrieb), Urban Gardening-Flächen für den Anbau von Obst durch die Mitarbeitenden, Sport- und Spielflächen etc.
Gemeinbedarfsflächen	Gemeinsamer Bau eines Kindergartens, Anlage eines gemeinsamen Löschteiches durch Ableitung des Regenwassers der Gebäudedächer, Sporteinrichtungen
Niederschlagswassermanagement /Parzelle oder gemeinsamer „Fluss“	Anlage einer gemeinsamen Sammelstelle für das Regenwasser („Fluss“ durchs Gewerbegebiet)
Stellplatzverpflichtungen	Reduktion der Stellplatzverpflichtungen kann den gemeinsamen Betrieb von Quartiersgaragen, Car- und Bike-Sharing unterstützen
Bepflanzung: Freiflächen, Hecken, Baumpflanzungen, Dach- und Fassadenbegrünung	Die Wahl standortgerechter, heimischer Pflanzen und Gehölze kann durch gemeinsame Bestellung und Pflege erleichtert und kostengünstiger implementiert werden

Festsetzung	Zweck
Biotopvernetzung aller Grundstücke	Festgesetzte Freiflächen auf Gewerbegrundstücken (meist 20-30 %) können naturnah angelegt und mit den jeweiligen Nachbarn vernetzt werden z. B. über grenzübergreifende Wasser- oder Moorflächen, Regenwasser-Bachläufe, Steinmauern, wilde Hecken oder Blumenwiesen (Einbruchschutz muss dabei nicht stören)
Beleuchtung	Wird die Art der Beleuchtung festgelegt (z. B. insektenschonende Leuchten), so bietet das Grund für eine gemeinsame Beschaffung

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

4.3 Stakeholderanalyse und Rollenprofile von Akteuren

4.3.1 Ziele

Zur Frage, welche Rolle bestehende lokale und regionale Akteure bei der Förderung von Symbiose in Gewerbegebieten spielen können, wird in diesem Kapitel eine systematisierende Stakeholderanalyse durchgeführt und entsprechende prototypische Rollenprofile erarbeitet. Ziel ist es herauszufinden, welche Rollen, Funktionen und Aufgaben die relevanten Akteure bei Transformationsprozessen zu symbiotischen Gewerbegebieten übernehmen können und welche positiven Effekte sich dadurch erzielen lassen.

Dazu werden relevante Stakeholder-Rollen identifiziert und ihre Perspektiven, Handlungsmotive und Handlungsmöglichkeiten beleuchtet. Aus der Untersuchung der Einstellung und Einflussmöglichkeiten folgt eine Einschätzung hinsichtlich des Beitrages von „Schlüsselakteuren“ bei der Initiierung und Umsetzung vielversprechender symbiotischer Gewerbegebietsansätze. Die daraus entstandenen Rollenprofile für die einzelnen Akteure oder Akteursgruppen bilden auch eine der Grundlagen für den Handlungsleitfaden für die Praxis vor Ort.

4.3.2 Begriffsdefinition und Einleitung

Das englische Wort Stakeholder heißt zu Deutsch Teilhaber oder auch Anteilshaber. Der Begriff bezeichnet alle von den potentiellen Auswirkungen betroffenen Akteure, die in irgendeiner Form mit dem jeweiligen Prozess in Verbindung stehen. Der Stakeholder besitzt hier also im übertragenen Sinne einen Anteil an dem Transformationsprozess hin zu symbiotischen Gewerbegebieten.

Der Stakeholder versteht sich aufgrund seiner eigenen Interessenslage an einem Gewerbegebiet als zugehörig, er sieht sich ihm verbunden. Vor diesem Hintergrund ist der Begriff Stakeholder entsprechend weitgehend. Stakeholder sind all diejenigen, die sich auf ihre jeweils individuelle Art und Weise mit dem Transformationsprozess in Verbindung bringen. Das sind auf der einen Seite die Unternehmen, ihre Gesellschafter und Aktionäre als Teilhaber/Eigentümer und auf der anderen Seite die Mitarbeitenden, Kunden, Lieferanten oder Ver- und Entsorger. Auch die Öffentlichkeit, das gesamte gesellschaftliche Umfeld wie Anwohnende, Vereine und Verbände, Bildungseinrichtungen, Stadtöffentlichkeit und die Umwelt können als Stakeholder angesehen werden. Ebenfalls enthalten sind politische Akteure aus der kommunalen, regionalen und nationalen Verwaltung. Sie alle stehen jeweils in einem direkten oder auch mittelbaren Zusammenhang mit ihrem Gewerbegebiet. Jeder Stakeholder ist aus seiner Interessenslage heraus an einem Erfolg des Gewerbegebiets interessiert und dadurch sitzen sie, bildlich gesprochen, alle in demselben Boot.

Abbildung 18: Typische Stakeholder in einem Gewerbegebiet



Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

4.3.3 Stakeholderanalyse

Nachfolgend werden alle relevanten Stakeholder eines Gewerbegebietes benannt, ihre Motive und Interessen analysiert und ihre Handlungsmöglichkeiten dargestellt. Daraus ergeben sich im Anschluss die unterschiedlichen Rollen, welche die jeweiligen Akteure bei der Transformation zu einem symbiotischen Gewerbegebiet spielen können.

Unternehmenseigentümer

Die Eigentümer eines Unternehmens, also Anteilseigner wie Gesellschafter oder Aktionäre, haben neben den gesetzlichen Rahmenbedingungen den höchsten Einfluss auf die Entscheidungen ihres Unternehmens und damit indirekt auch auf das Gewerbegebiet als Zusammenfassung aller dort angesiedelten Unternehmen. Private Unternehmen werden in Deutschland explizit mit dem Ziel der Gewinnerzielung gegründet, ihre Interessenslage ist daher von finanziellem Erfolg dominiert. Das Erreichen wirtschaftlichen Erfolgs ist von zahlreichen weiteren, nachgelagerten Faktoren abhängig. So ist ein Eigentümer nicht nur an niedrigen Einkaufspreisen für benötigte Ressourcen, einem hohen Marktpreis seiner Produkte und geringen Steuern und Abgaben interessiert, sondern beispielsweise auch an einem positiven Image seines Unternehmens zum Zwecke der Kundengewinnung bzw. Markentreue oder an guten Arbeitsbedingungen für seine Mitarbeitenden zwecks Steigerung der Motivation und der Identifikation mit dem Unternehmen interessiert. Eigentümer haben zudem ein hohes Interesse an Planbarkeit, hier vor allem in Bezug

auf das Vorhandensein und die Preisentwicklung von Ressourcen, den Arbeitszeiten seiner Mitarbeitenden und an der Vermeidung von Unsicherheiten oder Verzögerungen, die sich durch ein hohes Verkehrsaufkommen oder durch Naturereignisse wie Wetter und Klima ergeben können, sowie an der Vorhersehbarkeit und Planbarkeit von politischen Entscheidungen.

Die Entscheidungs- und Einflussmöglichkeiten eines Eigentümers sind in seinem Betrieb sehr weitgehend und werden hauptsächlich von gesetzlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wie Marktpreisen oder der Verfügbarkeit für die zum Betrieb des Unternehmens notwendigen Ressourcen begrenzt. Unternehmer können über finanzielle Anreize, Förderprogramme und Gesetze beziehungsweise Vorschriften beeinflusst werden, zu einem geringeren Anteil auch über öffentliche Meinung und das damit verbundene Image des Unternehmens.

Eigentümer und Management suchen oft selbstständig nach betriebsübergreifenden Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz. So werden beispielsweise bei der Errichtung von Chemieparcs unterschiedliche Produktionsanlagen in einen engen stofflichen und energetischen Verbund zusammengefasst. Voraussetzung für die Herstellung dieses Verbunds ist der freie Zugriff auf die vielfältigen Datenströme zu Produktionsmengen, Lieferzeiten oder In- und Outputs und damit die Vermeidung von unvorhersehbaren Ausfällen. Chemieparcs sind meist in der Eigentümerschaft eines einzelnen Akteurs, so dass das Risiko von Abwanderungen benötigter Teilbetriebe vermieden werden kann.

Flächenbesitzer

Eigentümer von Flächen können entscheiden welche Unternehmen sich an einem Standort ansiedeln. Gerade wenn große, zusammenhängende Gebiete in Industriegebieten in der Hand eines einzelnen Eigentümers liegen kann eine wichtige Voraussetzung für Symbiosen geschaffen werden. Schon vor Baubeginn lassen sich vielversprechende Unternehmen finden, deren In- und Outputs in einer symbiotischen Beziehung zueinanderstehen und die ein Interesse an den Themen Klimaschutz, Ressourcensparen und nachhaltiges Wirtschaften aufweisen.

Beschäftigte

Die Angestellten eines Unternehmens haben als für den Erfolg eines Unternehmens notwendiges Humankapital auch einen Einfluss auf die Entscheidungen in ihrem Unternehmen. Ihre Interessen sind deutlich breiter gefächert als die des Eigentümers und beinhalten neben klassischen Faktoren wie guter Bezahlung und Arbeitsplatzsicherheit auch soziale und umweltbezogene Faktoren. So wird von Mitarbeitenden beispielsweise oft die Herstellung flexibler Arbeitszeiten oder die Einführung von Heimarbeit, eine ortsnahe Kinderbetreuung oder auch ein positives soziales Miteinander im Betrieb gewünscht. Mitarbeitende haben ein hohes Interesse an einem attraktiven und sicheren Arbeitsumfeld und an der komfortablen Erreichbarkeit ihres Arbeitsplatzes.

Die Interessensvertretung von Mitarbeitenden gegenüber dem Unternehmen findet durch Gewerkschaften, in direkten Gesprächen mit ihren Vorgesetzten sowie durch unternehmensinterne Beteiligungs- und Feedbackprozesse statt.

Ver- und Entsorger

Die Anlieferung von Ressourcen und Vorprodukten, sowie der Abtransport von produzierten Gütern und Abfällen ist neben dem durch Mitarbeitende verursachten Verkehrsaufkommen eine der Hauptquellen für Fahrten in und aus dem Gewerbegebiet. Die Interessenslage gegenüber dem Gewerbegebiet wird daher von verkehrsbezogenen Themen bestimmt. Dazu gehören eine gute Anbindung an überregionale Verkehrsadern, breite Straßen mit Raum für Wendemanöver, gut sichtbare Ein- und Ausfahrten, ausreichende Parkplatzmöglichkeiten, sowie gut beleuchtete und sichere Abstellräume für längere Fahrerpausen. Zusätzlich wird diese Interessengruppe von

dem Erhalt bzw. der Steigerung des wirtschaftlichen Erfolges eines Gewerbegebiets motiviert, um weiter ihre Waren und Dienstleistungen anbieten zu können. Ver- und Entsorger sind für das Funktionieren eines Unternehmens essentiell, ihre Bedürfnisse spielen daher bei der Entscheidungsfindung von Unternehmen und Kommunen eine wesentliche Rolle.

Kunden

Kunden sind als Abnehmer aller Dienstleistungen und Produkte eines Gewerbegebiets entscheidend für die Allokation von Kapital und könnten dementsprechend auch Einfluss auf Entscheidungen innerhalb von Unternehmen ausüben, allerdings ist diese Gruppe oft eine unüberschaubare, unorganisierte Zufallsgemeinschaft ohne gemeinsame Vertretung oder Kommunikationskanäle. Das gemeinsame Interesse ist hauptsächlich bestimmt von geringen Preisen, akzeptabler Qualität und von zeitnaher Verfügbarkeit der angebotenen Waren und Produkte. Kunden haben zwar zunehmend auch ein Bewusstsein für die schädlichen Auswirkungen schrankenlos waltender Unternehmen entwickelt, dies beinhaltet zum Beispiel die Erhaltung eines lebenswerten Umfelds, den Schutz des Klimas und die Herstellung guter Arbeitsbedingungen für die Mitarbeitenden. So achten viele Kunden beispielsweise auf das Vorhandensein von Fair-Trade Labeln, die eine gerechte Bezahlung der Lieferantenkette garantieren, ein durch Siegel und Prüfverfahren kontrolliertes und belegbares biologisch und ökologisch nachhaltiges Herstellungsverfahren und allgemein ein Bewusstsein für das Image eines Unternehmens in Bezug auf soziales Engagement, faires Wettbewerbsverhalten und ein dauerhaft nachhaltiges Konsum- und Produktionsverhalten. Allerdings ist außerhalb dieser Einzelengagements, das oft mit viel Recherchearbeit und der Suche nach Alternativen verbunden ist, die Durchsetzung gemeinsamer Interessen für die Gruppe der Kunden nur sehr indirekt möglich.

Die Nutzung endlicher Ressourcen wie Öl und Gas, der Verbrauch von Land- und Waldflächen, die Verschmutzung von Flüssen und Seen oder die Ausbeutung von Humankapital wird von Kunden und Konsumenten jedoch zunehmend kritisch gesehen und kann dadurch selbst bei letztendlich höherpreisigen Alternativen zur Vermeidung von möglichst billig produzierten Produkten und Dienstleistungen eines anderen Unternehmens führen.

Kunden vertreten ihre Interessen hauptsächlich durch die Auswahl von alternativen Produkten und Dienstleistungen. Weitere Einflussmöglichkeiten sind die Beteiligung an Interessensverbänden wie Umweltschutz- und Lobbyorganisationen, durch die Unterstützung politischer Parteien und auch über das Verfassen von Beiträgen in den sozialen Medien (bspw. Facebook, Twitter, YouTube, Instagram).

Anwohnende

Anwohnende bilden eine besondere Interessengruppe. Ihr Hauptinteresse besteht in der Erhaltung eines komfortablen Wohnumfeldes. Dies beinhaltet die Vermeidung von schädlichen Nebenwirkungen des Wirtschaftens der nahegelegenen Unternehmen, also die Reduzierung von Lärmemissionen durch Produktionsprozesse, Lieferanteneinfahrten und den Mitarbeiter*innen- und Kundenverkehr, die Vermeidung von Luftverschmutzung durch Stäube, Abgase und Gerüche und die Erhaltung eines möglichst grünen, naturnahen Umfeldes in dem man sich wohlfühlen kann. Damit verbunden ist auch die Werterhaltung ihres Grundstücks, welcher für Anwohnende beziehungsweise die jeweiligen Grundstückseigentümer eine wesentliche Rolle einnimmt. Anwohnende vertreten ihre Interessen durch Standortauswahl, Mieter- und Bürgervereine und politische Einflussnahme.

Kommunalpolitik und Wirtschaftsförderung

Das Interesse kommunaler politischer Einrichtungen an einem gut funktionierenden Gewerbegebiet ist vor allem aufgrund der wirtschaftlichen Bedeutung für die jeweilige Kommune bzw.

Region entsprechend hoch. Politische Akteure versuchen einen Ausgleich der teilweise gegensätzlichen Interessen aller betroffenen Gruppen herzustellen. Das Interesse an symbiotischen, nachhaltigen Gewerbegebieten ist im Zuge des Klimawandels, von wissenschaftlichen Analysen der dafür relevanten Faktoren und dem daraus folgenden Bewusstsein schädlicher Nebenwirkungen des Wirtschaftens, in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen. Als Gestalter gesetzlicher Rahmenbedingungen hat Politik den höchsten Einfluss sowohl auf Entscheidungen direkt vor Ort als auch auf indirekt das Gewerbegebiet beeinflussende Faktoren wie öffentliche Meinung, Marktbedingungen und verfügbare Ressourcen. Politische Akteure werden motiviert von der Herstellung eines funktionierenden gesellschaftlichen Miteinanders und dem dafür notwendigen fairen Ausgleich beziehungsweise der Vermeidung sichtbarer negativer Einflüsse auf Bürger und Staat.

Forschung

Forschungseinrichtungen analysieren und bewerten Prozesse in Wirtschaft und Gesellschaft. Ihr Beitrag zu einem funktionierenden Wirtschaften in Gewerbegebieten ist die Analyse der dort vorhandenen Prozesse und deren Sichtbarmachung über Publikationen und Diskussionen. Idealerweise können Forschende einen neutralen, faktenbasierten Standpunkt einnehmen, der unbeeinflusst von persönlichen Interessen und Motivationen einen klaren Blick auf die Potentiale symbiotischer Wirtschaftskreisläufe erlaubt. Als Quelle objektiver Informationen bilden Forschungseinrichtungen die Grundlage für konkrete politische Entscheidungen. Aus der Datensammlung zu Forschungszwecken kann zudem eine Sichtbarmachung der symbiotischen Potentiale in Gewerbegebieten erfolgen, die dann für Unternehmen als notwendige Basis zur Erschließung dieser Potentiale beiträgt.

Tabelle 17: Stakeholder, Einfluss und Motivation

Stakeholder	Einfluss	Motivation
Eigentümer	Standortauswahl, Arbeitsplätze, Unternehmensführung, Kompetenz	Niedrige Steuern und Abgaben, Expansionsflächen, gute Verkehrsanbindung, positives Image des Gebiets
Beschäftigte	Standortfaktor, Kauf lokaler Dienstleistungen/Produkte	Gute Verkehrsanbindung, Möglichkeiten für Pausenaufenthalte, Restauration, Kinderbetreuung
Kunden	Kauf, Markentreue	Gute Qualität, guter Preis, nachhaltige Herstellung
Anwohnende	Kauf/Miete	Lebenswertes Umfeld, Werterhaltung
Politik, Wirtschaftsförderung	Festlegung gesetzlicher Rahmenbedingungen, Infrastrukturinvestitionen, Unternehmensförderung	Steuern, Arbeitsplätze, ökologisch und sozial verträgliches Wirtschaften
IHK, Handwerkskammer	Fachwissen, Organisationspotenzial	Mitgliederbeiträge, politische Aufgaben
Ver- und Entsorger	Standortfaktor	Gute Verkehrssituation, Komfortable Pausen- und Aufenthaltsflächen
Verkehrsbetriebe	Bereitstellung von Infrastruktur	Hohe Kundenzahl, gute Verkehrssituation
Vereine, religiöse- und Bildungseinrichtungen	Bereitstellung von Infrastruktur	Hohe Kunden-/Teilnehmerzahl, attraktives Umfeld

Stakeholder	Einfluss	Motivation
Breitere Öffentlichkeit		

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

4.3.4 Rollenprofile

Eigentümer und Management übernehmen die konkrete Implementation der Symbiose in ihrem Unternehmen und sind damit einer der Schlüsselfaktoren für den Erfolg. Ihre Sorge gilt vor allem den finanziellen Nachteilen einer veränderten Wirtschaftsweise, eventuellen Wissenslücken in diesem Bereich und Datenschutzüberlegungen. So sind bestimmte betriebsinterne Zahlen und Fakten hochsensibel und eine zu weite Offenlegung kann Nachteile gegenüber den Wettbewerbern zur Folge haben. Ihr Beitrag ist neben der Implementation auch die Kommunikation mit anderen Unternehmen, das Teilen von Daten über betriebsinterne In- und Outputs und die Information und Motivierung der Mitarbeitenden.

Beschäftigte sorgen sich um den Erhalt ihrer Arbeitsplätze in einem veränderten Wirtschaftsprozess und um den befürchteten Mehraufwand während der Umstellung auf neue Prozesse und Verfahren. Sie können über Befragungen zum Beispiel zu An- und Abfahrtszeiten, benutzten Verkehrsmitteln, Aufhalten und Pausen, benötigten Materialien, etc. einen Beitrag zur Informationssammlung leisten, der für die Herstellung symbiotischer Beziehungen essentiell ist.

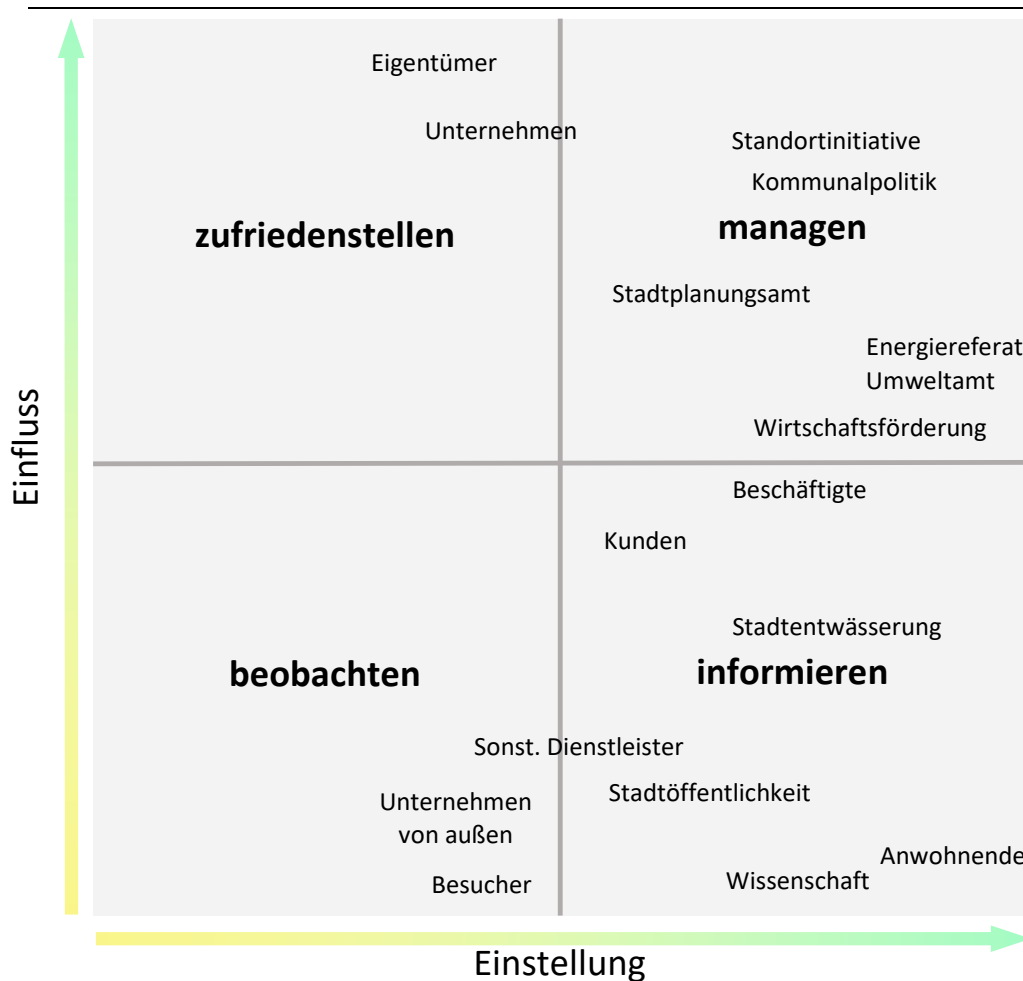
Lieferanten sowie Ver- und Entsorger sorgen sich um den Erhalt bestehender Lieferketten und Kundenbeziehungen und um den Schutz ihrer Daten. Sie können Zahlen und Daten über Liefermengen von Strom, Wasser, Wärme, Vor- und Endprodukten und Abfällen beitragen, die die bestehenden Lieferbeziehungen gegenüber dem Projekt transparent machen.

Kunden können Datenlieferanten für gekaufte Produkte sein, sofern sie sich in ausreichendem Umfang identifizieren lassen und zur Mitarbeit zu motivieren sind. Ihre Sorge gilt erhöhten Preisen durch veränderte Wirtschaftsverfahren und einer sinkenden Qualität der Produkte aufgrund einer befürchteten schwierigen und unerprobten Umstellung der Herstellungsverfahren.

Politik steuert den gesamten Prozess und setzt mit Gesetzen, Vorschriften und Förderbedingungen wichtige Anreize zur Herstellung von Symbiosen. Sorgen politischer Akteure sind oft im Zusammenhang von ungewissem Ausgang der Implementation neuartiger Verfahren und der sich daraus ergebenden negativen öffentlichen Wahrnehmung bestimmt.

Forschungseinrichtungen beleuchten, bewerten und prüfen die Wirkung symbiotischer Verfahren. Ein hoher Forschungsgrad kann Unsicherheiten in der Implementation neuartiger Verfahren beseitigen und informiert Eigentümer, Management und Politik über die Folgen, Risiken und Chancen symbiotischen Wirtschaftens. Als Prüf- oder Zertifizierungsstelle können wissenschaftliche Einrichtungen den Prozess begleiten und steuern.

Abbildung 19: Stakeholder-Rollenprofile



Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

4.4 Stärken-Schwächen Analyse zum Einfluss der Digitalisierung auf symbiotische Gewerbegebiete

Die Digitalisierung verfügt über das Potential, das Matching von Bedarfen und Angeboten, die Initiierung aber auch die Koordination von überbetrieblichen Kooperationen zu vereinfachen oder initial zu ermöglichen. Anstatt Absprachen und Transaktionen innerhalb einer Wertschöpfungs- oder Prozesskette analog und im Einzelfall zu treffen und zu konfigurieren, ermöglichen digitale Lösungen neue Prozessstrukturen. Gleichzeitig eignen sich mit der Digitalisierung verbundene Infrastrukturen zur Einbindung in bestehende Symbiosen oder können Bestandteile von in Symbiosen und Netzwerken sein. Für Symbiosen relevante Faktoren wie Vertrauen, Verlässlichkeit oder Netzwerke lassen sich jedoch nicht allein durch digitale Lösungen replizieren. Ebenso stellt die Digitalisierung als Treiber von Energie- oder Ressourcenbedarf, jedoch auch eine Herausforderung dar.

Die folgende systematische Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken von Digitalisierungsprozessen im Umfeld Symbiotischer Gewerbegebiete stellt den Einfluss der Digitalisierung auf wirtschaftliche, technische und gesellschaftliche Entwicklung in diesen dar. Einerseits werden Rahmenbedingungen für digitale Lösungen betrachtet, andererseits werden Wechselwirkungen der Digitalisierung mit in den vorangegangenen Schritten identifizierte Faktoren zur Umsetzung symbiotischer Gewerbegebiete dargestellt.

4.4.1 Digitalisierung als Enabler für Symbiosen

Digitale Ansätze und Tools bieten Möglichkeiten dazu, die Eignung möglicher Prozesse und Produktionsschritte für die Einbindung in Symbiosen zu prüfen, anfallende Reststoffe und deren Qualität und Quantität mittels Sensorik und Machine-Learning als Ausgangspunkte für Symbiosen zu identifizieren sowie zur Koordination von Symbiosen beizutragen. Die Digitalisierung innerhalb von Unternehmen kann somit als Enabler für Symbiosen verstanden werden.

Eine Vielzahl jüngerer Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften und Konferenzbänden identifiziert neue Möglichkeiten, entwickelt Tools und evaluiert verschiedene Lösungen. Hierbei zeigt sich, dass verschiedene Kritikpunkte an älteren Tools zur Unterstützung von Symbiosen wie z. B. die allgemeine Kompatibilität, die technologische Machbarkeit und ökonomischer Effizienz, ein beschränkter Fokus auf einzelne Phasen in der Entstehung von Symbiosen (wie z. B. das Matching einzelner Partner) aber auch die Zugänglichkeit der Tools in neueren Lösungen berücksichtigt wurden (Grant et al. 2010; Maqbool et al. 2019). Digitale Lösungen setzen an verschiedenen Phasen in der Entstehung von Symbiosen an oder adressieren mehrere dieser (Grant et al. 2010):

- ▶ Identifikation von Chancen, z. B. dem Matching von Input und Output, oder neuer Prozesse,
- ▶ der Bewertung der Chancen, z. B. hinsichtlich möglicher Kosten und Hindernisse,
- ▶ dem Entfernen von Hindernissen, z. B. durch Technologie oder Verträge,
- ▶ der Kommerzialisierung, Implementierung und dem Management von Symbiosen sowie
- ▶ der Dokumentation, Veröffentlichung und dem Monitoring.

Verschiedene Studien konzentrieren sich dabei insbesondere auf die ersten drei Phasen des Prozesses und untersuchen Ansätze zur Modellierung von Symbiosen (Haq et al. 2021) oder zur Untersuchung des Reifegrads verschiedener Technologien (Agudo et al. 2022). Eine Vielzahl jüngerer Studien befasst sich weiterhin mit der Schaffung und Untersuchung von Plattformen für das Matching von Partnern oder den Informationsaustausch, und zielen somit darauf ab, Unternehmen zusammenbringen (Benedict et al. 2018; Fraccascia und Yazan 2018; Ponis 2021).

4.4.2 Plattformen

Mit dem Ziel, Informationen und Ressourcen zu bündeln und somit die Verwertung von Reststoffen und Beiprodukten zu ermöglichen, haben sich im Kontext der allgemeinen Debatte um zirkuläres Wirtschaften und Abfallvermeidung in den letzten Jahren verschiedene Austauschplattformen entwickelt, die das Teilen und Tauschen von Sekundärmaterialien und Reststoffen ermöglichen. Diese Plattformen zielen jedoch weniger auf Bereitstellung von produktionsbedingter Sekundärrohstoffe in direkter räumlicher Nähe (Nachbarschaft, Gewerbegebiet, Industriegebiet) ab, als auf die überregionale bzw. sektorale und gebündelte Vermarktung von festen Reststoffen und Ressourcen, beispielsweise aus der Bauindustrie. Beispiele für Austauschplattformen sind in Tabelle 18 aufgeführt.

Tabelle 18: Austauschplattformen für Sekundärmaterialien und Reststoffe [*Zugriff in 2022 fehlerhaft]

Name	Region	Fokus	Gründung
ReUse & Trade	Überregional	Branchenübergreifend	2019
Restado	Deutschlandweit	Baustoffe	2015
Cirplus	Global	Kunststoffe	2018
Secontrade	Europaweit	Metall, Kunststoff, Glas etc.	2018
Circulania*	Europa	Industrielle Nebenprodukte	2019

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Teilweise handelt es sich bei den vermarkteten Produkten um Einzellieferungen (ReUse & Trade), teilweise werden auch feste Liefermengen pro Monat angegeben (Cirplus). Während einige Plattformen insbesondere der Vermarktung (bzw. dem Matching) dienen, bieten andere eigene Lieferlösungen (ReUse & Trade) oder ergänzende Dienstleistungen z. B. im Consultingbereich an (Circulania). Die Prüfung der Anbieter und Abnehmer durch die Plattformen bietet weiterhin Sicherheit, Transparenz und Verlässlichkeit (Secontrade). Die Plattform Secontrade umfasst hierbei nach eigenen Angaben ein Volumen von 35.000 Tonnen wertvolle Sekundärrohstoffe von über 200 zertifizierten Händlern in 24 Ländern (SECONTRADE 08.02.2022).

Plattformen als Vermittler zwischen Akteuren eignen sich jedoch nicht nur auf regionaler Ebene, Lösungen wie diese sind auch auf kommunaler oder Gewerbegebietsebene denkbar. So betreibt das Unternehmensnetzwerk KlimaList einen Marktplatz für klimafreundliche Produkte, Dienstleistungen und Informationen aus dem Gewerbegebiet List in Hannover (Marktplatz KlimaList o. J.)¹³. Die Einträge und Angebote zeigen, dass begründet durch die Heterogenität klassischer Gewerbegebiete, der Austausch von Reststoffen und Nebenprodukten per Marktplatz weniger im Fokus steht. Jedoch werden Angebote und Unternehmen in der Nachbarschaft sichtbar, was als Grundlage für die weitere Vernetzung dieser dienen kann. Gleiches gilt für die Einträge zu bestehenden Infrastrukturen wie z. B. Ladesäulen für Elektromobilität oder betrieblichen Erneuerbarer-Energien-Anlagen. Die Einbindung von sektoral oder regional relevanten Neuigkeiten zu Förderprogrammen oder Veranstaltungen vor Ort, ermöglichen es weiterhin weitere lokaler Akteure zu erreichen.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgt auch das Unternehmensnetzwerk „Netzwerk Großbeerenstraße“, welches das Ziel hat lokale Unternehmen zu vernetzen und Angeboten vor Ort sichtbar zu machen. Auf der Website (Netzwerk Großbeerenstraße e.V. o. J.) werden Informationen zu aktuellen Entwicklungen im Gebiet, den Unternehmen vor Ort aber auch Veranstaltungsangeboten für die Gewerbetreibenden vorgestellt. Die Website dient dabei auch der Darstellung und Organisation verschiedener regelmäßig tagender Arbeitskreise, in denen Unternehmen vor Ort zusammenarbeiten. Während Themen wie z. B. Energieeffizienz, IT-Technik und Weiterbildung eine wichtige Rolle spielen, geht es hierbei weniger um die Initiierung von Symbiosen im stofflichen Sinne, als um das Netzwerkmanagement, die gegenseitige Beratung und das Organisieren von Wissens-Spillover im Quartier, gemeinsame Aktivitäten im Bereich Marketing, Ehrenamt, Ausbildung und Interessenvertretung.

¹³ Für weitere Informationen zum Unternehmensnetzwerk KlimaList Hannover siehe S. 65.

4.4.3 Digitale Technologien als Teil der Symbiose

Digitale Lösungen können jedoch nicht nur als ermöglichendes Element zur Entstehung und Organisation von Symbiosen beitragen, sie können auch selbst Teil symbiotischer Ansätze sein. So können einerseits Nebenprodukte, die beim Einsatz digitaler Technologien entstehen genutzt werden. Andererseits ermöglichen digital unterstützte Fertigungstechnologien den Einsatz von neuartigen Wertstoffen in der Produktion. Beide Ansätze werden im Folgenden anhand von Beispielen der Abwärmenutzung sowie den durch additiven Technologien entstehenden Möglichkeiten exemplarisch skizziert.

4.4.3.1 Abwärmenutzung

In Rechenzentren entstehenden Abwärme bietet neue Ansätze für Symbiosen auf lokaler Ebene: So wird mit der „Wind Cloud“ in Schleswig-Holstein eine Algenproduktion mit der Abwärme eines grünen Rechenzentrums betrieben (Niemann 2021). Ein weiteres Beispiel ist das Rechenzentrum der VW-Finance in Braunschweig, welches zur Beheizung eines Wohnviertels mit 400 Wohnungen beiträgt (Müller und Ostler 2019). Weitere Beispiele finden sich in Skandinavischen Ländern, z. B. gibt es ein Vorhaben in Stockholm, in welchem Abwärme aus Rechenzentren die Wärmebedarfe von 20.000 Einwohnern decken soll (Koch und Ostler 17.10 2017). Auch gibt es Pilotprojekte, die eine dezentrale Abwärmenutzung auf der Gebäudeebene erproben: Das Start-Up Cloud&Heat, zielt beispielsweise darauf ab, Rechenzentren in den Kellerräumen von Wohn-, Büro- oder Hotels unterbringen, um diese Gebäude mit der anfallenden Abwärme zu beheizen (Weidemann 2020).

4.4.3.2 Additive Technologie

Klassische Produktion beruht in vielen Fällen auf abtragenden Fertigungsverfahren, die Werkstücke durch Zerspanen, Zerteilen und Zerlegen bearbeiten um die gewünschte Form herzustellen. Additive Technologie wie z. B. 3D-Druck beruht hingegen auf dem diesem gegenüberstehenden Ansatz, dem Hinzufügen von Material. Digitale Lösungen erlauben dabei das automatische erstellen präziser Werkstücke mittels des Auftragens und Härtens von Filament entlang zuvor Erstellter digitaler Vorlagen.

Additive Verfahren erlauben in vielen Fällen das Einsparen von Ressourcen, da (mit Ausnahme einiger stützender Elemente im Produktionsprozess) weniger Material entfernt werden muss als bei abtragenden Verfahren. Neben der Einsparung von Material, können additive Technologien jedoch auch durch den Einsatz von neuartigen Reststoffen zu einer gesteigerten Ressourceneffizienz beitragen, z. B. indem Sie die Verwertung von Sekundärressourcen ermöglichen. Eine aktuelle Studie zu Abfällen als möglichen Ressourcen für additive Prozesse zeigt hierbei verschiedene exemplarische Ansätze auf (Ferreira et al. 2021): So eignen sich Plastikabfälle zur Herstellung von Sportartikeln, Muschelschalen als Ersatzmaterial für Keramik, Rezykliertes Plastik zur Herstellung von Haushaltsgeräten und Almetall und andere rezyklierbare Materialien allgemein zur Verwertung in additive Verfahren.

4.4.4 Wechselwirkungen der Digitalisierung mit zentralen Faktoren zur Etablierung von Symbiosen in Gewerbegebieten

4.4.4.1 Unterstützung verschiedener Ansätze durch digitale Technologie

Eine Gegenüberstellung der zuvor in diesem Kapitel identifizierten Ansätze und Hemmnisse für die überbetriebliche Kooperation in Gewerbegebieten mit Möglichkeiten, die durch Digitalisierungsvorhaben im Unternehmen oder aber auf Gebietsebene entstehen, zeigt, inwiefern digitale

Tools und Lösungen zur Initiierung und Gestaltung von Symbiosen beitragen können. Gleichzeitig zeigt sich jedoch auch, dass Hemmnisse nicht allein durch digitale Lösungen adressiert werden können.

Im vorangegangenen Kapitel werden insbesondere drei zentrale Ansätze genannt, wie sich symbiotisches Wirtschaften in Gewerbegebieten manifestiert: Die Einrichtung eines Gewerbegebiets- oder Parkmanagements vor Ort, die direkte Zusammenarbeit zwischen zwei oder mehr Unternehmen vor Ort als häufigste Form der Kooperation sowie symbiotische Ansätze für Flächenmanagement und Revitalisierung.

Die Initiierung und Organisation eines Gewerbegebietsmanagements im Gewerbequartier lässt sich durch verschiedene digitale Lösungen unterstützen. So können digitale Tools bei der Erhebung, Sammlung und Auswertung von Daten über das Gewerbegebiet oder aus den einzelnen Betrieben helfen. Hier ist insbesondere der Ansatz einer Gewerbegebietsweiten Plattform denkbar, der insbesondere auch auf eine Stärkung der Kommunikation mit und zwischen den Betrieben abzielt, wie es in den o. g. Beispielen der Fall ist. Gleichzeitig kann die ergänzende Bereitstellung von Best-Practice-Beispielen dazu beitragen, Unternehmen auf Basis bereits umgesetzter Projekte für das Thema zu sensibilisieren.

Während die unmittelbare Zusammenarbeit zwischen Unternehmen vor Ort häufig auf eher zufälligen Kontakten beruht, lässt sich diese durch den Einsatz digitaler Lösungen unterstützen. So können Plattformen dazu beitragen Unternehmen sichtbar zu machen und Akteure zu vernetzen. Gleichzeitig kann die Initiierung von Symbiosen auch durch die Modellierung möglicher zukünftiger Lösungen unterstützt werden, wenn diese Vorteile für beide Parteien sichtbar macht.

Um möglichen Lock-In-Effekten durch Symbiosen vorzubeugen und zu vermeiden, dass Unternehmen von einzelnen anderen Akteuren abhängig werden, lässt sich auf Basis von digitalen Modellen und Plattformen weiterhin ein mögliches Ressourcen-Pooling vorantreiben. Reststoffe verschiedener Betriebe werden gebündelt, gesammelt und dann weiterverwertet, um im Falle des Ausfalls eines Betriebs eine grundlegende Versorgung sichern zu können. Lösungen wie diese können z. B. in Form eines Wärmenetzes mit verschiedenen Einspeisern oder aber in Form von regionalen Input-Output Matching-Plattformen hergestellt werden.

Digitale Ansätze wie ein Smart Contracts, Protokolle, die Abwicklung von Verträgen automatisieren oder technisch unterstützen, können hierbei helfen, Unternehmen innerhalb der Netzwerke Sicherheit zu geben. Um Bedenken hinsichtlich Datenschutz, Datensicherheit und der Wahrung von Betriebsgeheimnissen zu adressieren, können Ansätze z. B. im Bereich der Blockchain beitragen.

Als dritter Ansatz zur Gestaltung symbiotischer Gewerbegebiete findet sich der Fokus auf Flächen und die Revitalisierung von Gebieten. Wie zuvor dargestellt, können digitale Lösungen wie z. B. interaktive Planwerke dabei helfen, Potentiale zu visualisieren und die Kommunikation mit Eigentümern von Flächen, Gebäuden und den Betrieben vor Ort vereinfachen. Wie viel ungenutzte Fläche sich innerhalb der Gebiete befindet und wie diese alternativ genutzt werden könnte, lässt sich mittels einfacher visueller Darstellungen vermittelbar machen. Auch können Formate wie der Tausch von Flächen oder die Bereitstellung von durch den eigenen Betrieb ungenutzten Flächen für Nachbarn vorangetrieben werden.

4.4.4.2 Digitalisierung und zentrale Hemmnisse

Durch digitale Lösungen lassen sich somit insbesondere folgende zuvor identifizierte Hemmnisse zumindest teilweise adressieren:

- ▶ Datenverwaltung,

- ▶ Wahrung der Geschäftsgeheimnisse,
- ▶ Konsistenz der Betreuung,
- ▶ Laufende Verträge mit Ver- und Entsorgern,
- ▶ Personalwechsel in Unternehmen.

Gleichzeitig kommen jedoch neue Fragen und Herausforderungen hinzu, die es zu beachten gilt.

So sind digitale Lösungen bisher insbesondere firmenintern, wodurch Herausforderungen für den Zugang und die Bereitstellung von Daten (Datensicherheit, Datenschutz, Komptabilität) entstehen. Diese können sich teilweise durch ein geschicktes Design und Gedanken wie Open-Source-Lösungen und Standards lösen, doch gilt es diese bereits anfangs mitzudenken.

Technologische Lösungen können zu anbieterbezogener Lock-Ins führen, es entstehen Kosten für Hard- und Software sowie die Abhängigkeit von den implementierten Systemen. So zeigt (Maqbool et al. 2019), dass von drei in 2010 operativen Tools zur Unterstützung von Symbiosen 2018 nur noch eines existierte und mit Updates unterstützt wurde. Auch zeigte die Suche nach Plattformen zum Austausch von Reststoffen, dass viele in den letzten Jahren gestarteten Pilotprojekte nicht mehr existierten und oder aktuellen Informationen zu diesen auffindbar waren.

Untersuchungen zur industriellen Symbiose zeigen, dass Vertrauen eine wichtige Grundlage (Hewes und Lyons 2008; Gibbs 2003) zur Entstehung dieser bildet. Beim Einsatz digitaler Lösungen zur Unterstützung von Symbiosen gilt es daher, auch Vertrauen für digitale Technologien zu schaffen. Die Einbindung der eigenen Produktionsinfrastruktur in größere Netze (z. B. Wärmenetze) aber auch die Haftung hinsichtlich möglicher Anlagendefekte durch externe Faktoren wie z. B. die Qualität des gelieferten Sekundärmaterials, die teilweise Anbindung dieser an firmenexterne Netze (z. B. im Fall von Wärmenetzen) stellen Herausforderungen dar, die es frühzeitig zu adressieren gilt.

Einen weiteren zentralen Punkt bildet das Thema der Ressourceneffizienz. So können digitale Technologien die Produktion optimieren und zu einer höheren Effizienz der Lösungen führen, sind jedoch andere Unternehmen innerhalb des Gewerbegebiets auf die entstehenden Reststoffe angewiesen oder fragen diese nach, stellen sich Fragen bezüglich der langfristigen Liefersicherheit, sollte der Partner seine Produktion optimieren. Gleichzeitig dürfen Symbiosen jedoch auch nicht dazu führen, dass Ressourcenineffizienz gefördert wird, z. B. in dem die Abwärme einer ineffizient arbeitenden Produktionslinie maßgeblich zur Wärmeversorgung des Quartiers beiträgt aber gleichzeitig hohe Mengen an Energie aufwendet.

Digitalisierung bietet somit verschiedene Vorteile und Chancen, birgt aber auch Risiken und für die Implementierung von symbiotischen Lösungen in Gewerbegebieten. Die Betrachtung und Gegenüberstellung dieser hängt stark von den einzelnen Betrieben, den lokalen Potentialen und somit dem Kontext vor Ort ab, daher lassen sich hieraus auf übergeordneter Ebene keine direkten Empfehlungen ableiten. Eine Gegenüberstellung der zuvor genannten Punkte hilft jedoch dabei, diese bei der Initiierung von Symbiosen und der Frage nach dem Einsatz unterstützender digitaler Lösungen in diesem Kontext zu beachten. Dies ermöglicht eine Abschätzung der Nutzen und Risiken sowie möglicher Hemmnisse, die durch den Einsatz digitaler Lösungen entstehen können.

4.4.5 Stärken und Schwächenanalyse (SWOT)

Die zuvor benannten Chancen und Risiken durch die Digitalisierung, bzw. ihre Stärken und Schwächen, im Kontext Symbiotischer Gewerbegebiete werden im Folgenden nochmals anhand

einer SWOT-Matrix gegenübergestellt und bieten eine Übersicht über das Thema. Der Fokus hierbei liegt insbesondere auf der übergeordneten Ebene eines nicht weiter definierten Gewerbegebiets, je nach Branchenbesatz können weitere Faktoren hinzukommen (z. B. die Zertifizierung von Technologie für bestimmte Branchen), die im Einzelfall weiter berücksichtigt werden sollten.

Tabelle 19: SWOT-Analyse von Digitalisierungen im Umfeld symbiotischer Gewerbegebiete

Art des Ansatzes	Positiv	Negativ
Betriebsinterne Ansätze	<p>Stärken: Identifikation geeigneter Stoffströme (Machine-Learning, Sensorik), Digitale Anwendungen unterstützen Ressourcen- und Energieeffizienz, Datenbanken & Plattformen als Grundlage für innerbetriebliches Lernen</p>	<p>Schwächen: Energiebedarf von IT-Lösungen, Ressourcenbedarf von IT-Lösungen, IT-Sicherheit, Datenschutz, Lock-In-Effekte (Technologie/Anbieter), Qualifikation notwendig</p>
Betriebsübergreifende Ansätze	<p>Chancen: Plattformen als Grundlage zur Zusammenarbeit (Visualisierung von Potentialen, Vernetzung, Vertrauensbildung), Betriebsübergreifendes Matching von Stoffströmen, Höhere Resilienz durch das Ressourcenpooling Blockchain-basierte Anwendungen schaffen Sicherheit, Neue betriebsübergreifende Geschäftsmodelle werden möglich (Einsparung von Vermeidungskosten & Benefit auf der Seite der Abnehmenden), Einbindung IKT-naher Firmen in Symbiosen (z. B. Rechenzentren als Quellen)</p>	<p>Risiken: Kompatibilität mit betrieblichen Lösungen, Datenschutz (insbes. in kleineren Gebieten), Ausschluss weniger IKT-affiner Betriebe & Beschäftigter, Rebound-Effekte (z. B. Trade-Offs zw. interner Energieeffizienz und externer Abwärmenutzung), Zentralisierte Lösungen als Schwachstellen für das Gebiet (Cyber-Sicherheit)</p>

Quelle: eigene Darstellung (ZeroEmission).

5 Arbeitspaket 4: Strukturpolitische Potentiale durch symbiotische Gewerbegebiete

Das folgende Arbeitspaket zielt darauf ab, symbiotische Beziehungen in den vier Braunkohlerevieren zu erfassen. Ein Fokus hierbei liegt auf strukturpolitischen Potentialen des Ansatzes der Industriellen Symbiose. Das Vorgehen gliedert sich wie folgt: Die Betrachtung der Untersuchungsregionen beginnt mit der Definition und Gegenüberstellung dieser, wobei auf bestehende Berichte aus den Regionen sowie aggregierten Kennziffern zu Wirtschaft, Beschäftigung und Demographie zurückgegriffen wird (AS 4.1: Revierspezifische Betrachtung). In einem zweiten Schritt wird die Gewerbeflächensituation innerhalb der Regionen auf Basis einer Geodatenanalyse betrachtet, die Ergebnisse werden durch Interviews mit Expert*innen eingeordnet und validiert (AS 4.2 Bestandaufnahme Gewerbegebiete). Anschließend erfolgt die Betrachtung von exemplarischen Gewerbegebietstypen auf Basis weiterer Interviews, um konkrete Bedarfe und Potentiale zu erheben (AS 4.3 Exemplarische Betrachtung auf Gebietsebene). In einem weiteren Arbeitsschritt werden lokale und regionale Potentiale für zukünftiges symbiotisches Wirtschaften im Rahmen fokussierter Gruppengespräche mit Akteuren aus den Regionen erfasst (AS 4.4 Potentialanalyse).

Die Untersuchung der Gewerbesituation in den Regionen gewinnt somit im Rahmen der einzelnen Schritte an Detailschärfe: Mithilfe der Betrachtung und Gegenüberstellung der Regionen auf Makroebene erfolgt die Berücksichtigung unterschiedlicher revierspezifischer Entwicklungen und Ziele. Die Betrachtung der Gewerbesituation in den Revieren auf Mesoebene bezieht die heterogenen Ausgangslagen auch innerhalb der Reviere mit ein. Anschließend liegt der Fokus auf unterschiedlichen Gewerbegebietstypen und erlaubt somit die detailliertere Betrachtung dieser. Im letzten Schritt erfolgt eine Synthese der Ergebnisse mit Betrachtung der Ergebnisse auf den unterschiedlichen, oben skizzierten Betrachtungsebenen.

5.1 Revierspezifische Betrachtung auf Makroebene

Arbeitsschritt 4.1 bildet die Grundlage für die Einordnung der Ergebnisse in den regionalen sowie strukturpolitischen Kontext. Die detaillierte Betrachtung der vier mittels Kennziffern bildet die Voraussetzung für eine Berücksichtigung regionaler Potentiale und Hemmnisse im weiteren Projektverlauf sowie die Identifikation von Branchen/Sektoren, die in den Untersuchungsregionen besondere Relevanz aufzeigen. Diese bilden die Basis für die Betrachtung der Gewerbegebiete in den Regionen, sodass bei der exemplarischen Untersuchung von Gewerbegebieten in den Regionen einerseits spezifische regionale Situationen berücksichtigt werden, andererseits aber auch übergreifende, vergleichbare Entwicklungen an verschiedenen Standorten betrachtet werden können. Die Betrachtung bildet weiterhin eine der Grundlagen für die Erarbeitung strukturpolitischer Empfehlungen (AP 6).

5.1.1 Eingrenzung der Untersuchungsräume

Zur Betrachtung der einzelnen Untersuchungsräume wurde auf die Fördergebietskulisse des Programms „Zukunft Revier“ zurückgegriffen (siehe Tabelle 20). Die Modellregionen bzw. Kerngebiete wurden in den Regionalen Investitionskonzepten (RIK) festgelegt. Die Betrachtung erfolgt daher auf Ebene der entsprechenden Landkreise und kreisfreien Städte. Somit erfolgt die Untersuchung nicht mit Einschränkung auf die Kerngemeinden der Braunkohlereviere, sondern umfasst die an den regionalen Investitionskonzepten beteiligten bzw. in diesem für die weitere Entwicklung der Regionen relevanten Gebietskörperschaften.

Eine engere Begrenzung der Untersuchungsräume, z. B. auf Kernregionen mit noch aktivem Braunkohletagebau, als alternativer Ansatz, verhindert die Berücksichtigung paralleler Entwicklungen und weiterer in der Region relevanten Branchen. Dagegen würde der Einbezug von Arbeitsmarktregionen und Pendlerbeziehungen, der für andere Fragestellungen im Kontext des Strukturwandels durchaus geeignet ist (siehe Oei et al. 2019), dazu führen, dass z. B. im Rheinland Großstädte wie Köln und Düsseldorf inkludiert wären. Dies würde zu einer Verzerrung der Kennziffern führen und somit die Identifikation der Herausforderungen und Potentiale in den Regionen erschweren. Um bestehende überregionale Verbindungen dennoch zu berücksichtigen, wird der Anteil der Pendelnden in den Regionen betrachtet, auch werden Anbindung und Infrastruktur als zentrale Faktoren für die regionale Entwicklung in den weiteren Arbeitsschritten erfasst und analysiert.

Tabelle 20: Kreise und Kreisfreie Städte des Untersuchungsraums

Lausitzer Revier	Mitteldeutsches Revier	Rheinisches Revier	Helmstedter Revier
Landkreis Elbe-Elster	Landkreis Leipzig	Rhein-Kreis Neuss	Stadt Braunschweig
Landkreis Oberspreewald-Lausitz	Stadt Leipzig	Kreis Düren	Landkreis Helmstedt
Landkreis Dahme-Spreewald	Landkreis Nordsachsen	Rhein-Erft-Kreis	Landkreis Wolfenbüttel
Landkreis Spree-Neiße	Burgenlandkreis	Städteregion Aachen	Stadt Wolfsburg
Stadt Cottbus	Saalekreis	Kreis Heinsberg	
Landkreis Bautzen	Stadt Halle (Saale)	Kreis Euskirchen	
Landkreis Görlitz	Landkreis Mansfeld-Südharz	Stadt Mönchengladbach	
	Landkreis Anhalt-Bitterfeld		
	Landkreis Altenburger Land		

Quellen: Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH 2017; Landkreis Helmstedt 2017; Metropolregion Mitteldeutschland 2017; Wirtschaftsregion Lausitz 2018; eigene Darstellung (Ökopol).

5.1.2 Betrachtung der revierspezifischen Situation

Im Folgenden werden die vier Reviere anhand der in den regionalen Investitionskonzepten (Innovationsregion Rheinisches Revier GmbH 2017; Landkreis Helmstedt 2017; Metropolregion Mitteldeutschland 2017; Wirtschaftsregion Lausitz 2018) dargestellten Ausgangssituationen und zukünftigen strategischen und wirtschaftlichen Ausrichtungen beschrieben, um eine erste Einordnung zu geben.

5.1.2.1 Helmstedter Revier

Die Helmstedter Region nimmt innerhalb der vier Innovationsregionen eine besondere Rolle ein. Einerseits wurde der Abbau von Braunkohle hier bereits 2016 eingestellt, andererseits stellt das Revier mit einer Fläche von 1.116 km² und 496.313 Einwohnerinnen und Einwohnern (BMWI 2019) und vier Gebietskörperschaften die kleinste der Regionen dar. Im Innovationskonzept wird dies als Vorteil dargestellt, da Lösungen und Konzepte hier vor dem Hintergrund eines kleinen Raums und kurzer Wege erprobt werden können. Als „Schnittstelle zwischen dem östlichen und westlichen Mitteleuropa“ zeichnet sich die Region weiterhin durch eine zentrale Lage innerhalb Deutschlands aus. Damit einher geht eine sehr gute Anbindung aufgrund der Bundesautobahn 2 sowie des internationalen Schienennetzes in Richtung Asien. Im Norden der Region befindet sich Wolfsburg als zentraler Arbeits- und Einkaufsort. Im Westen bildet Braunschweig mit

der Technischen Universität Braunschweig sowie der Hochschule für bildende Künste ein wichtiges Oberzentrum und einen bedeutenden Hochschulstandort.

Das Helmstedter Revier entwickelte sich – wie auch die anderen Reviere – durch eine von Großunternehmen vorangetriebene Braunkohleförderung und -Verstromung sowie daraus entstehende Folgeindustrien in eine monostrukturierte Wirtschaftsregion. Die Tagebaue sowie das ab 2016 in der Kapazitätsreserve gehaltene und 2020 stillgelegte Kraftwerk Buschhaus sind seit 2014 in Besitz der Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH (MIBRAG). Am Standort Buschhaus wird weiterhin eine Abfallverbrennungsanlage durch das Unternehmen EEW (Energy from Waste GmbH) betrieben. Diese wird von kommunalen und gewerblichen Partnern beliefert und versorgt durch die Verstromung der Reststoffe der angrenzenden acht Landkreise ungefähr 85.000 Haushalte. Innerhalb des Untersuchungsraums bildet insbesondere die Volkswagen AG in Wolfsburg einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor. Das Unternehmen sowie regionale Zulieferer stellen wichtige Arbeitgeber dar, tragen durch ihr hohes Lohn- und Gehaltsniveau jedoch auch dazu bei, dass Arbeitskräfte aus dem Kreis Helmstedt abgezogen werden.

Innerhalb des Reviers befinden sich 2.700 ha Flächen ehemaliger Braunkohletagebaue, weiterhin gibt es verschiedene bereits ausgewiesene, aber noch nicht entwickelte Gewerbeflächen an den Standorten Buschhaus, Helmstedt, Königslutter, Elm und Barmke (Stand 2017).

Zukünftige Ausrichtung und Potentialbranchen

Im Rahmen des regionalen Investitionskonzepts für das Revier Helmstedt wurden für die zukünftige Ausrichtung der Region verschiedene Zukunftsfelder, Entwicklungsziele sowie Leitprojekte erarbeitet (Landkreis Helmstedt 2017). Um im Rahmen des Projekts nicht nur den Status quo, sondern auch die fokussierte Entwicklung der Region im Blick zu behalten, werden diese im Folgenden kurz benannt. Insgesamt wurden vier Zukunftsfelder identifiziert, die sich auf unterschiedliche inhaltliche Schwerpunkte beziehen. Für die jeweiligen Zukunftsfelder wurden darüber hinaus spezifische Leitprojekte sowie konkretere Projektideen benannt.

- ▶ Das erste Zukunftsfeld „Innovation: Junge Unternehmen – Neue Wege“, zielt auf eine Diversifizierung der Wirtschaftssituation in der Region ab. Neue Dienstleistungen und Kooperationen sollen eine Erhöhung der Wertschöpfungsrate, die Anregung von Unternehmensgründungen sowie die Entwicklung zukunftsfähiger Geschäftsfelder in bestehenden Unternehmen fördern. Hierzu soll insbesondere eine Vernetzung mit den vor Ort und in der Umgebung ansässigen Hochschulen (TU Braunschweig, Universität Magdeburg, Ostfalia Hochschule Wolfenbüttel, Hochschule Harz) erfolgen, um Innovationen zu fördern und Wissenstransfer zu ermöglichen. Als Leitprojekt wird vorgeschlagen, ein Forschungs- und Gründungszentrum zu errichten, welches insbesondere die Themenfelder Recycling und Wertstoffverwertung berücksichtigen soll.
- ▶ Das zweite Zukunftsfeld „Potentialräume in Europa“ zielt darauf ab, die wirtschaftsgeographisch vorteilhafte Lage der Region zu nutzen. Als strategisches Entwicklungsziel werden infrastrukturelle Maßnahmen genannt. Diese sollen die Anbindung weiter optimieren und die durch die freiwerdenden Tagebau- und Kraftwerkflächen entstehenden Flächenpotentiale nutzbar machen. Leitprojekte in diesem Feld sind insbesondere die Entwicklung der ausgeschriebenen Gewerbeflächen, die Rekultivierung von Tagebauflächen als Eventflächen sowie der Infrastrukturausbau (Breitband, Straßen- und Schienenverkehr) in der Region.

- ▶ Als drittes Zukunftsfeld in der Region wird das „Helmstedter Revier als Landschaftslabor“ genannt. Hier soll die Entwicklung von Bergbaufolgeflächen erprobt werden. Als Entwicklungsziel sollen Lösungen für die Entwicklung der Flächen in neue Natur- und Kulturlandschaften erprobt werden. Leitprojekte zielen insbesondere darauf ab, zu erproben, wie die Flächen in neue ökologische Räume mit hoher Artenvielfalt umgewandelt werden können. Als Leitprojekte werden die Verbesserung der Wasserqualität, landschaftsverbessernde Maßnahmen und die Entwicklung neuer Wege zur Rekultivierung devastierter Böden vorgeschlagen. In diesen Bereichen werden einerseits neue Tätigkeitsfelder für bestehende und neue Unternehmen gesehen, andererseits soll durch die Kooperation mit Hochschulen der Wissenstransfer zwischen Hochschulen und Praxis gestärkt werden. Ziel ist es, den Wissenstransfer in diesem Themenfeld in Form von Fort- und Weiterbildungsangeboten voranzutreiben.
- ▶ Viertes Zukunftsfeld des regionalen Innovationskonzepts ist die „Ausbildungsregion Helmstedter Revier“. Strategisches Entwicklungsziel ist hier die Sicherung des Beschäftigungsniveaus, die Reaktion auf den Fachkräftemangel sowie die Integration jüngerer Menschen in die Arbeitswelt als Ansatz zur Stärkung des sozialen Zusammenhalts. Hierzu soll eine Unterstützung und Sensibilisierung junger Menschen in der Phase des Übergangs von schulischer Ausbildung in den Beruf erfolgen. Als Leitprojekt wird die Implementierung bereits entwickelter Konzepte hierzu sowie die stärkere Einbindung privater und staatlicher Akteure in diesem Bereich genannt. Weiterhin soll das regionale Fort- und Weiterbildungsangebot ausgebaut werden.

5.1.2.2 Rheinisches Revier

Der Untersuchungsraum Rheinisches Revier umfasst eine Fläche von 4.807 km² und ist mit ca. 2,1 Millionen Einwohnern das bevölkerungsstärkste Revier (BMWI 2019). Eine Besonderheit des westlichsten Reviers ist die Lage. Es befindet sich im bevölkerungsreichen und industriestarken Bundesland Nordrhein-Westfalen, nahe zum angrenzenden Metropolraum Rhein-Ruhr sowie im Länderdreieck Deutschland-Belgien-Niederlande. Das Revier umfasst sieben Gebietskörperschaften. Für die Regionalentwicklung wurden aufgrund unterschiedlicher Fragestellungen und Identitäten sieben Teilräume erarbeitet, die die Grundlage für das strategische Handeln in der Region bilden. Dazu gehören die „Innovationsräume“ Aachener Revier, Garzweiler, Hambach, Indeland, Nordrevier, terra:nova und Ville.

Für das Rheinische Revier bereits Studien dazu, wie eine präventive Gestaltung des Strukturwandels vor Ende des Braunkohleabbaus erfolgen könnte (Gärtner & Frenzel 2014). Auch im regionalen Innovationskonzept liegt der Fokus darauf, durch präventive Maßnahmen Strukturbrüche zu vermeiden. Veränderungen sollen in der Form einer Weiterentwicklung der in der Region gewachsenen Technologien und Kompetenzfelder gestaltet werden. Dies soll mithilfe einer frühzeitigen Bündelung von Potentialen erreicht werden. Das regionale Investitionskonzept für das Rheinische Revier wurde durch die Innovationsregion Rheinisches Revier (seit 2018 Zukunftsagentur Rheinisches Revier) erstellt.

Das Rheinische Revier ist eine der leistungsstärksten Industrie- und Wissenschaftsregionen in NRW. Die Lage ermöglicht eine direkte Anbindung an den Wirtschaftsraum Rhein-Ruhr. Weiterhin bildet die Stadt Aachen einen bedeutenden internationalen Hochschul- und Unternehmensstandort.

Zukünftige Ausrichtung und Potentialbranchen

Im Rahmen der Erstellung des regionalen Investitionskonzeptes wurden für die Modellregion drei Zukunftsfelder sowie ein übergreifendes Querschnittsthema herausgearbeitet. Übergeordnetes strategisches Entwicklungsziel dieser Felder ist die nachhaltige Etablierung einer regionalen Wertschöpfung (Innovationsregion Rheinisches Revier 2017).

- ▶ Das Zukunftsfeld „Raum“ verfolgt das strategische Entwicklungsziel einer integrierten, nachhaltigen Raumentwicklung, die Teilräume verknüpft und Wirtschafts-, Siedlungs-, Verkehrs- und Freiraumentwicklung gleichermaßen berücksichtigt. Leitprojekte sind das Erschließen neuer Arbeitsfelder im Bereich der wirtschaftlichen Entwicklung sowie in den Bereichen strategischer interkommunaler Masterpläne (z. B. interkommunale Gewerbeflächen), klimagerechtes Bauen und Rekultivierung von Tagebaufolgelandschaften im Sinne der Entwicklung von Freiräumen sowie einer innovativen Landwirtschaft.
- ▶ Das zweite Zukunftsfeld „Energie“ zielt auf den intelligenten Einsatz von Energie ab. Das Rheinische Revier soll auch nach Ausstieg aus der Kohleverstromung eine Rolle als Energie-region spielen. Hierzu sollen insbesondere dezentrale intelligente Lösungen zu Energieerzeugung, Speicherung und Verbrauch beitragen, die im Rahmen eines regionalen Gesamtsystems miteinander verknüpft werden. Als Leitprojekte werden virtuelle Kraftwerke, emissionsfreie Mobilitätsstrategien, interdisziplinäre Zukunftswerkstätten sowie die Sektorenkopplung in Wohnquartieren und Gewerbegebieten genannt.
- ▶ Im Zukunftsfeld „Ressourcen“ soll am strategischen Ziel eines regionalen Ressourcensystems gearbeitet werden. Die Innovationsregion soll hierzu schrittweise in Richtung einer Modellregion für möglichst geschlossene Stoffkreisläufe gestaltet werden. Als Leitprojekte dieses Feldes werden die Förderung der Kreislaufwirtschaft im Bausektor, die nachhaltige Wertschöpfung aus Kohlenstoff, das Schaffen eines Kompetenzzentrums für nachhaltige Bioraffinerie sowie die Zielsetzung einer nachhaltigen Lebensmittelproduktion (in Anknüpfung an das Zukunftsfeld Raum) genannt.

Die Digitalisierung soll als Querschnittsthema die Zukunftsfelder verbinden. Hierzu sollen neue Verknüpfungen zwischen verschiedensten Akteuren erstellt werden und bereits existierende Ansätze und Konzepte bezüglich des Ausbaus intelligenter Infrastruktur sowie digitaler Wertschöpfung angewandt werden. Digitale Formate und Lösungen sollen weiterhin neue Möglichkeiten der Aus- und Weiterbildung ermöglichen. Leitprojekte in diesem Feld sind das Etablieren eines Digital-Energy-Hubs im ländlichen Raum, die Einführung einer Bildungscloud sowie eine in regionale Verbundstrategie zur Digitalisierung.

5.1.2.3 Lausitzer Revier

Das Lausitzer Revier ist mit einer Fläche von 11.682 km² das Größte der vier Braunkohlereviere. Die Region umfasst sieben Gebietskörperschaften (siehe Tabelle 15) mit 1,16 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern (BMWI 2019). Das Revier grenzt an die Zentren Berlin und Dresden, größte Stadt im Untersuchungsraum ist Cottbus, Sitz der TU Cottbus-Senftenberg. Die Strukturentwicklung im Rahmen des regionalen Investitionskonzeptes wird durch die „Wirtschaftsregion Lausitz GmbH“ koordiniert.

Im Lausitzer Revier gab es bereits nach der Wende große Strukturbrüche, insbesondere durch die Reduktion der in der Braunkohlewirtschaft Beschäftigten von 80.000 auf heute ca. 8.000.

(Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. 2019). Dennoch bildet die Braunkohleverstromung immernoch einen wichtigen Wirtschafts- und Beschäftigungsfaktor in der Region, mit der LEAG als größtem privatwirtschaftlichem Arbeitgeber in Ostdeutschland und zahlreichen Zulieferbetrieben. Im Revier befinden sich neben den Tagebauen drei Kraftwerke an den Standorten Jänschwalde, Schwarze Pumpe und Boxberg. Von diesen weist Schwarze Pumpe als diversifizierter Industriestandort gute Voraussetzungen für den Erhalt des Standortes auch nach Ausstieg aus der Braunkohleverstromung auf.

Zur Rekultivierung der Tagebaufolgefleichen wurde im Lausitzer Revier schon in der Vergangenheit die preisgünstige Lösung der Schaffung einer Seenlandschaft praktiziert, aus welcher das Lausitzer Seenland mit 26 Seen und einer Fläche von 14.000 ha entstanden ist. Im Rahmen der Wiedernutzbarmachung des Tagebaus Cottbus-Nord soll weiterhin die „Cottbusser Ostsee“ entstehen, bei Fertigstellung der größte künstliche See Deutschlands. Die Strategie zur Rekultivierung hin zur größten künstlichen Seenplatte ist dabei eng mit der Tourismusstrategie verknüpft.

Zukünftige Ausrichtung und Potentialbranchen

Im Rahmen des regionalen Investitionskonzeptes wurden für das Lausitzer Revier vier strategische Ziele benannt: Die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit und des Wirtschaftsstandortes, Forschungs- und Entwicklungs- (F&E), Cluster- und Innovationsmanagement, Qualifizierung und Fachkräftesicherung sowie Kompetenz- und Kapazitätsaufbau. Die Erreichung der Ziele soll insbesondere durch Aktivitäten innerhalb von vier Zukunftsfeldern erfolgen (Wirtschaftsregion Lausitz 2018):

- ▶ Das erste Zukunftsfeld „Neue Arbeits-, Technologie- und Kompetenzfelder: Wachstumspfade der Lausitz“ zielt darauf ab, bereits vor Ort verankerte Branchen zu stärken. Hierzu sollen Kraftwerks- und Industrieparks weiterentwickelt werden. Weiterhin sollen lokale Branchen (insbesondere Textil- und Materialproduktion, verarbeitendes Gewerbe im Allgemeinen sowie Ernährung, Landwirtschaft und Tourismus) durch die Heranführung an digitale Technologien zukunftsfähig gemacht werden, um Innovationen und neue Geschäftsmodelle zu schaffen.
- ▶ Im zweiten Zukunftsfeld „Smart Region: Vernetzte Strategie für die Lausitz der Zukunft“ sollen intelligente Lösungen für ökologische wie soziale Herausforderungen gefunden werden. Dies soll insbesondere durch die Vernetzung von Akteuren in der Region und entlang von Wertschöpfungsketten erfolgen; kleinräumige regionale Kooperationsnetze werden als Grundlage für Innovations- und Wissenssprünge benannt. Im Rahmen des Zukunftsfeldes soll weiterhin die Entwicklung von Konversionsflächen berücksichtigt werden.
- ▶ Das Zukunftsfeld „Kompetenzausbau: Wissens- und Technologietransfer“ zielt darauf ab, die Innovationsfähigkeit von Unternehmen zu verbessern. Wissenstransfer zwischen Forschung und Praxis, insbesondere mit der Technischen Hochschule Wildau, der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus-Senftenberg und Unternehmen in der Region, soll verstärkt werden, um die geringe Anzahl der im Bereich F&E tätigen Beschäftigten in der Region auszugleichen und die Position der Unternehmen durch das Identifizieren und Nutzen von Marktlücken, Nischen und Alleinstellungsmerkmalen zu stärken.

- Das Zukunftsfeld „Wohnen, Arbeiten und Qualifizierung: Lernende Lausitz – strategische Begleitung des Strukturwandels“ zielt insbesondere darauf ab, den Rückgang von Erwerbstätigen durch sinkende Bevölkerungszahlen in ländlichen Regionen sowie durch den demographischen Wandel auftretende Problemstellungen zu adressieren. Hierzu sollen soziale und gesundheitsbezogene Angebote sowie Qualifizierungs- und Weiterbildungsangebote geschaffen werden. Als Schlüsselthema werden hier digitale Lösungen genannt, die Standortnachteile der ländlichen Regionen in den Bereichen Arbeiten, Einkaufen, Mobilität, Gesundheit, Bildung und Unterhaltung kompensieren sollen.

Das Konzept nennt weiterhin zwei modellhafte Projektklassen für Leitprojekte in der Region. Als erste Projektklasse wird die „Elektromobile Wirtschaftsregion Lausitz“ identifiziert, in welcher nachhaltige Mobilität in der Region sowie in diesen Bereichen tätige Unternehmen gefördert werden sollen. Zweite Projektklasse ist die „Entwicklung der regionalen Industrie- und Technologieparks sowie Kraftwerkstandorte“, in welcher die Standorte weiterentwickelt, regionale Wirtschaftsketten geschaffen und eine ressourcen- und energiesparende Produktion vorangetrieben werden soll.

5.1.2.4 Mitteldeutsches Revier

Das Mitteldeutsche Revier stellt mit 10.421 km² Fläche und 2,0 Millionen Einwohnerinnen und Einwohnern die zweitgrößte Untersuchungsregion dar (BMWI 2019). Die Kerngebiete des Braunkohlereviers bilden die „Innovationsregion Mitteldeutschland“, welche neun Gebietskörperschaften umfasst. In der Innovationsregion befinden sich die beiden zentral in der Region gelegenen Kernstädte Halle (Saale) und Leipzig, deren strukturelle Stärke sich jedoch nur bedingt auf das Umland auswirkt, so werden im regionalen Investitionskonzept deutliche Disparitäten zwischen den Kernstädten und den von Bergbau und Energiewirtschaft geprägten Kreisen angesprochen. In diesen sind bis zu 16 % der Bruttowertschöpfung auf Braunkohlebergbau und Energiewirtschaft zurückzuführen. Durch bestehende Verbindungen zwischen von Braunkohlewirtschaft und weiteren Industrien bedeutet ein Ausstieg aus der Braunkohleverstromung in der Region weiterhin, dass bisher durch Braunkohle gedeckte Fernwärmebedarfe von Industrieanlagen und Fernwärmenetzen zukünftig nicht mehr garantiert werden können. Die Region ist darüber hinaus als Standort des Mobilitäts- und Logistiksektors relevant.

Zukünftige Ausrichtung und Potentialbranchen

Die Innovationsregion Mitteldeutschland stellt im Regionalen Investitionskonzept drei strategische Ziele vor, die Begeisterung für den Strukturwandel als positive Perspektive, die Gestaltung des Strukturwandels als Möglichkeit für bestehende Netzwerke und Akteure sowie die Umsetzung eines aktiven Strukturwandels als Aufgabe. Die Innovationsregion definiert weiterhin vier operationale Ziele, die durch die Aktivitäten erreicht werden sollen: eine Stärkung der Innovationsregion durch das Heben regionaler Wertschöpfungs- und Innovationspotentiale, die Qualifizierung von Beschäftigten zur Sicherung von Fachkräften, die Vernetzung von Aktivitäten in den Teilregionen sowie die Verbesserung der Kompetenzen der regionalen Akteure. Es werden vier Zukunftsfelder benannt (Metropolregion Mitteldeutschland 2017).

- Das erste Zukunftsfeld ist die „Nutzung von Wertschöpfungspotentialen“, die einen auf regionalen Potentialen basierenden Strukturwandel unterstützen soll. Das Zukunftsfeld umfasst Aktivitäten in den Bereichen Flächenmanagement, Ausbildung, Innovation, Digitalisierung, Gewerbeflächenmanagement und Clean-Tech.

- ▶ Das zweite Zukunftsfeld bildet die „Gestaltung der zukünftigen Energieregion“. Um die Stromversorgung auf regionaler Ebene zu sichern, sollen hier Alternativen zu den Großkraftwerken auf Braunkohlebasis gesucht werden. Genannte Projekte in diesem Feld können innovative Speicherlösungen, Flächenpotentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien, die Sicherung der Wärmeversorgung oder die dezentrale Stromerzeugung umfassen.
- ▶ Als Drittes Zukunftsfeld wird „Bewegung mit Mobilität und Logistik“ genannt. Hier bildet die Region bereits einen bedeutenden Standort und es gilt die vorhandenen Potentiale zu nutzen und neue Anknüpfungspunkte zu finden. Als Aktivitäten in diesem Feld werden die Optimierung von ÖPNV und Infrastruktur, die Förderung von Elektromobilität, autonomes Fahren sowie alternative Flugzeugantriebe genannt.
- ▶ Im letzten Zukunftsfeld „Genuss durch vernetzte Attraktivität“ geht es darum, weiche Standortfaktoren für die Entwicklung der Region zu schaffen, die einen Mehrwert für die Tourismusbranche bilden können. Thematische Schwerpunkte bilden hier die Entwicklung einer gemeinsamen regionalen Identität sowie einer gemeinsamen Vermarktung des Reviers als Kultur-, Arbeits- und Erholungsregion.

Die vier Regionalen Investitionskonzepte (RIK) zeigen somit neben den allgemeinen Zukunftsthemen eine Vielzahl von Anknüpfungspunkten für den Ansatz des symbiotischen Wirtschaftens auf lokaler und regionaler Ebene auf. Anknüpfungspunkte im Helmstedter Revier ergeben sich insbesondere im Zusammenhang mit dem Thema Recycling und Wertstoffverwertung. Die Sicherung der (Fern-)Wärmeversorgung ist ein wichtiges Thema in Mitteldeutschland. Im Rheinland wurden mit der Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Bioraffinerien und der Sektorenkopplung in Gewerbegebieten gleich mehrere Themen genannt, die direkt an das Thema energetische oder stoffliche Synergien anknüpfen. Insbesondere in der Lausitz spielen synergienahe Themen wie Industrieparkentwicklung, regionale Wertschöpfungsketten, ressourcen- und energiesparende Produktion, Fernwärmenetze und Cleantech eine wichtige Rolle. Der Fokus auf kleinräumige Kooperationsnetzwerke zeigt ebenfalls starke Anknüpfungspunkte.

5.1.3 Gegenüberstellung der Reviere anhand verschiedener Kennziffern

Die vorhergegangene Einordnung auf Basis von Informationen aus den regionalen Investitionskonzepten ermöglicht eine erste Einordnung. Im Folgenden wird eine Strukturanalyse der Reviere anhand ausgewählter Kennziffern vorgenommen. Eine genauere Betrachtung der spezifischen Situation der Regionen ermöglicht es, bei der Auswahl von Fallstudien in den folgenden Arbeitsschritten möglichst passende Gewerbegebietstypen zu wählen, um die Übertragbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten.

Zur Auswahl unterschiedlicher Gewerbegebiete zur weiteren Betrachtung in den folgenden Schritten, gilt es frühzeitig unterschiedliche Ausgangslagen in den Revieren zu identifizieren und diese als Kriterien für die Auswahl von Industrie- und Gewerbegebieten zu berücksichtigen. Dies umfasst sowohl spezifische regionale Faktoren aber auch vergleichbare Problem- und Fragestellungen in allen Revieren.

Tabelle 21: Ausgewählte Kennziffern: Fläche, Bevölkerung und Braunkohlebeschäftigte

Region	Bevölkerung (31.12.2017)	Einwohnerdichte (2017)	Fläche (km ²)	Anteil Personen im Erwerbsfähigen Alter (15-64 Jahre;2017)	Bevölkerungsentwicklung (2011-2017)	Braunkohlebeschäftigte (21.10.2019)
Helmstedter Revier	584.094	324,9	1.798	62,4 %	1,4 %	104
Rheinisches Revier	2.440.995	490,5	4.977	62,5 %	2,5 %	9.910
Lausitzer Revier	1.157.609	98,7	11.727	58,1 %	-2,6 %	8.213
Mitteldeutsches Revier	2.034.344	195,0	10.432	60,3 %	2 %	2.356

Quellen: Destatis 2019; URS; BBSR 2019; Statistik der Kohlenwirtschaft e. V.; eigene Berechnung (Ökopol).

Die Regionen unterscheiden sich stark in Hinblick auf ihre flächenmäßige bzw. bevölkerungsspezifische Größe:

- ▶ Im Helmstedter Revier lebten Ende 2017 rund 584.000 Menschen auf einer Gebietsfläche von 1800 km². Die Anzahl der Personen im erwerbsfähigen Alter liegt bei 62,4 %. Die Bevölkerungsentwicklung betrug zwischen 2011 und 2017 rund 1,4 %.
- ▶ Das Rheinische Revier ist das einwohnerstärkste Braunkohlerevier in Deutschland mit rund 2,44 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern. Die Bevölkerungsdichte ist mit 490,5 Einwohnerinnen und Einwohnern pro km² die höchste in den Revieren. Der Anteil der Personen im erwerbsfähigen Alter liegt mit 62,5 % auf dem Niveau des Helmstedter Reviers. Das Bevölkerungswachstum zwischen 2011 und 2017 betrug ca. 2,5 %. Mit fast 10.000 Beschäftigten gab es hier 2018 noch die im Vergleich höchste Anzahl an Braunkohlebeschäftigten.
- ▶ Das Lausitzer Revier ist mit einer Gesamtfläche von 11.700 km² das flächenmäßig größte Revier, mit einer Einwohnerzahl von rund 1,16 Mio. Einwohnerinnen und Einwohnern. Der Anteil der Personen im erwerbsfähigen Alter liegt mit 58,1 % unterhalb des bundesweiten Niveaus von 62,3 % und auch unterhalb der anderen Braunkohlereviere. Die Bevölkerungsentwicklung war in den vergangenen Jahren mit -2,6 % negativ. Mit 8.300 Beschäftigten gibt es hier 2018 die zweithöchste Anzahl an Braunkohlebeschäftigten.
- ▶ Das Mitteldeutsche Revier hat etwas über 2 Mio. Einwohnerinnen und Einwohner. Die Bevölkerungsentwicklung verlief in den Jahren seit 2011 positiv, mit einem Bevölkerungswachstum von 2 %. Der Anteil der Personen im erwerbsfähigen Alter liegt mit 60,3 % unterhalb des bundesweiten Niveaus von 62,3 %. Die Anzahl der Braunkohlebeschäftigten beträgt noch rund 2.400 Personen.

5.1.3.1 Gemeindestruktur und Versorgung in den Regionen

Die Betrachtung der Struktur der einzelnen Regionen mithilfe von Raumbeobachtungsdaten des zentralen Orte Monitorings des BBSR zeigt weitere Unterschiede auf. Die Untersuchungsregionen Revier Helmstedt und das Rheinische Revier umfassen jeweils 65 Gemeinden, die Struktur der Gemeinden unterscheidet sich jedoch stark (siehe Tabelle 22): Während das Helmstedter Revier einen hohen Anteil kleiner Landgemeinden umfasst (39), fallen in die Region um das

Rheinische Revier insbesondere Mittel- (33) und Kleinstädte (27), Landgemeinden sind hier kaum verzeichnet.

Tabelle 22: Gemeindestruktur (Stadt und Gemeindetypen)

Region	Gemeinden	Großstädte	Mittelstädte	Kleinstädte	Landgemeinden
Helmstedter Revier	65	2	2	22	39
Rheinisches Revier	65	3	33	27	2
Lausitzer Revier	236	0	8	60	168
Mitteldeutsches Revier	186	2	15	70	99

Quelle: BBSR 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

Die Betrachtung der Gemeindestruktur in den Revieren mit einem Blick auf Zentren als Gemeinden mit überörtlichen Versorgungs- und Entwicklungsfunktionen, also als Orte des Angebots regionaler Daseinsvorsorgefunktionen, zeigt weitere Unterschiede zwischen den Regionen auf (siehe Tabelle 23). So sind im Rheinischen Revier sämtliche Gemeinden als Zentren verzeichnet. Das Lausitzer Revier, welches insgesamt 236 Gemeinden umfasst, hat den höchsten Anteil an Landgemeinden. Eine Großstadt wird der Region nicht zugeordnet. Hier übernehmen insbesondere Mittelstädte die Funktion von Oberzentren. Die Lausitz weist im Vergleich mit den anderen Regionen die höchste absolute Anzahl an Gemeinden ohne zentrale Funktion vor, wohingegen das Helmstädter Revier den höchsten relativen Anteil an Gemeinden ohne zentrale Funktion aufweist. Das Mitteldeutsche Revier hat mit 186 Gemeinden ebenfalls einen hohen Anteil an Kleinstädten und kleineren Gemeinden. Jedoch gibt es hier im Vergleich zum Lausitzer Revier auch einige in der Landesplanung als Mittelstadt klassifizierte Gemeinden.

Tabelle 23: Gemeindestruktur (Zentren)

Region	Gemeinden	Oberzentren	Mittelzentren	Grundzentren	Orte ohne zentrale Funktion
Helmstedter Revier	65	2	1	16	46
Rheinisches Revier	65	2	33	30	0
Lausitzer Revier	236	4	22	19	191
Mitteldeutsches Revier	186	2	21	48	115

Quelle: BBSR 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

Das Rheinische Revier weist mit Aachen und weiteren Hochschulstandorten die größte Anzahl an Studierenden von knapp 73.300 auf. Im Mitteldeutschen Revier gibt es 14 Hochschulen mit insgesamt rund 65.600 Studierenden vor Ort. In Bezug auf die Anzahl der Hochschulstandorte fällt hier insbesondere der Landkreis Altenburger Land mit vielen kleineren Hochschulen auf. Die geringste Anzahl an Studierenden findet sich im Lausitzer Revier mit 15.600 Studierenden.

In Bezug auf die Handelsstruktur in den Regionen zeigt sich, dass das mitteldeutsche Revier die größte Anzahl an Shoppingcentern (19) aufweist; die geringste Anzahl gibt es im Helmstedter Revier mit vier Centern.

Tabelle 24: Versorgungsfunktionen in den Untersuchungsregionen

Region	Shoppingcenter	Hochschulen	Studierende (2017)
Helmstedter Revier	4	4	30.145
Rheinisches Revier	9	15	73.321
Lausitzer Revier	8	10	15.554
Mitteldeutsches Revier	19	14	65.608

Quelle: BBSR 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

5.1.3.2 Unternehmensstruktur und Sektoren

Eine Betrachtung der Unternehmensstruktur in den Untersuchungsregionen zeigt weitere Gemeinsamkeiten aber auch Unterschiede zwischen den Regionen auf (siehe Tabelle 25). Innerhalb der Regionen machen insbesondere kleine Unternehmen (>10 und <50 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SVB)) einen Großteil der Unternehmenslandschaft aus. Dies entspricht damit weitgehend der bundesweiten Situation. Eine Abweichung bildet hier der Untersuchungsraum um das Helmstedter Revier mit Wolfsburg als Standort von Volkswagen und größeren Zulieferbetrieben. Der Anteil kleinerer (10 bis 49 SVB) und mittlerer Betriebe (50 bis 249 SVB) ist hier um etwa zwei Prozentpunkte höher als im Bundesdurchschnitt. Auch gibt es mehr Betriebe mit mehr als 250 Beschäftigten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass gerade im Bereich der sehr großen Betriebe aufgrund der Beschäftigtenzahlen bereits geringfügig höhere regionale Anteile dieser Unternehmen an der Unternehmensstruktur auf einen wichtigen Anteil an Beschäftigten in dieser Kategorie hinweisen. Das Rheinische Revier weicht leicht von den anderen Revieren bzw. der Situation in Deutschland ab, mit einem etwas höheren Anteil an sehr kleinen Betrieben (<10 SVB, 90,6 %).

Tabelle 25: Unternehmensstruktur nach sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (2018)

Region	0 bis 9 SVB	10 bis 49 SVB	50-249 SVB	250 und mehr SVB
Helmstedter Revier	86,7 %	10,4 %	2,4 %	0,5 %
Rheinisches Revier	90,6 %	7,5 %	1,5 %	0,3 %
Lausitzer Revier	89,4 %	8,5 %	1,8 %	0,3 %
Mitteldeutsches Revier	89,6 %	8,2 %	1,7 %	0,4 %
Bundesweit	89,5 %	8,3 %	1,8 %	0,4 %

Quelle: Destatis 2019; URS; eigene Berechnung (Ökopol).

Die Unternehmensstruktur ist hierbei nicht nur in Bezug auf die Beschäftigten vor Ort relevant, sondern auch hinsichtlich der lokalen Bruttowertschöpfung. Während auf regionaler Ebene keine Daten vorliegen, lässt sich für das Jahr 2017 konstatieren, dass Kleinstunternehmen einen Anteil 11 % der Bruttowertschöpfung unter Berücksichtigung der Faktorkosten haben, kleinere und mittlere Unternehmen 17 % bzw. 18 %, Großunternehmen jedoch 53 % (Eigene Berechnung nach Genesis 2024).

Die Betrachtung der Gewerbean- und -abmeldungen zeigt insbesondere in der Region Helmstedt und um das Rheinische Revier einen ausgeglichenen bis positiven Saldo, während die ostdeut-

schen Gebiete mehr Ab- als Anmeldungen verzeichnen. Bei der Betrachtung der Anzahl der Unternehmensgründungen weist das Rheinische Revier die höchste Anzahl an Gründungen je 1.000 Einwohner*innen (1,75) auf. Darauf folgt die Region Mitteldeutschland (1,56), sowie die Lausitz (1,35) und Helmstedt (1,34), die beide unter dem Bundesdurchschnitt (1,48) liegen.

Tabelle 26: Gewerbeanzeigenstatistik

Gewerbe An- und Abmeldungen sowie Neugründungen im Jahr 2018

Region	Anmeldungen	Abmeldungen	Gründungen pro 1.000 EW
Helmstedter Revier	3.561	3.264	1,34
Rheinisches Revier	21.480	21.347	1,75
Lausitzer Revier	7.922	8.121	1,35
Mitteldeutsches Revier	12.842	13.558	1,56
Bundesweit	668.724	636.159	1,48 ¹

Quelle: Destatis 2019; URS; eigene Berechnung (Ökopoll).

¹22.677 Neugründungen; 82,79 Mio. EW

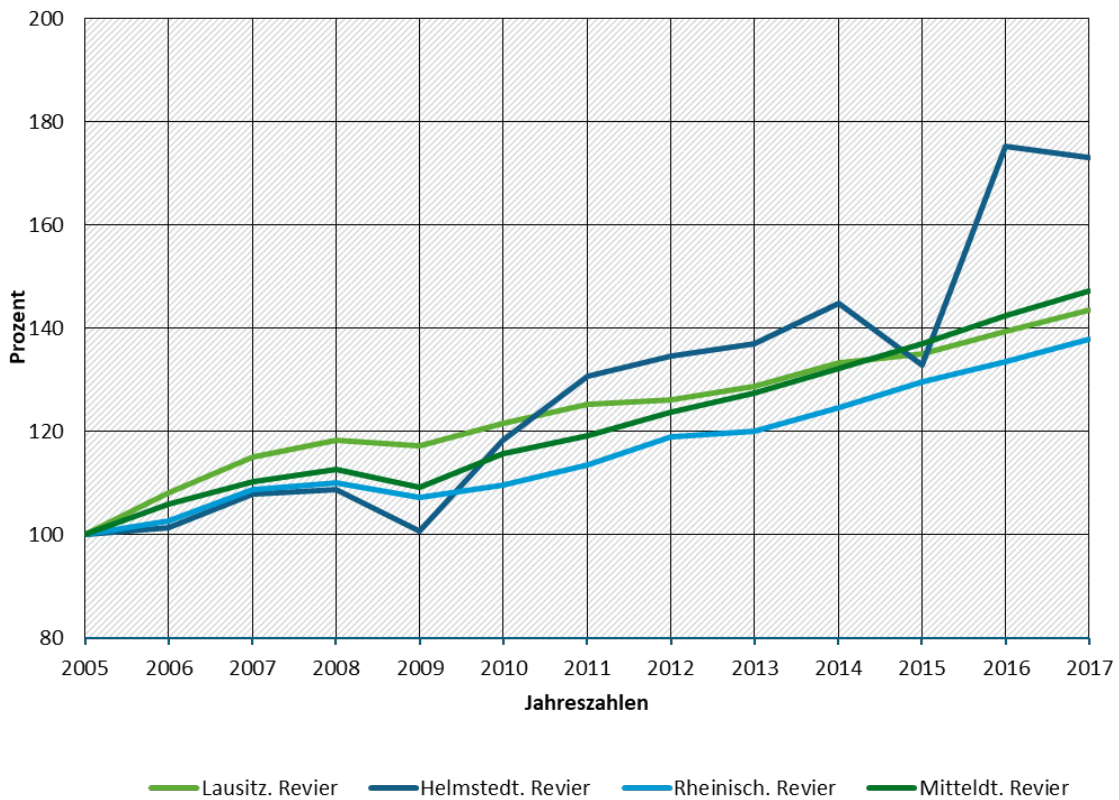
5.1.3.3 Wirtschaft und Erwerbstätige

Das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ist in allen Regionen in den letzten Jahren angestiegen. Die folgende Abbildung zeigt das nominale BIP ausgehend vom Jahr 2005.

Abbildung 20: Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts in den Regionen

Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP)

INDEX 2005=100



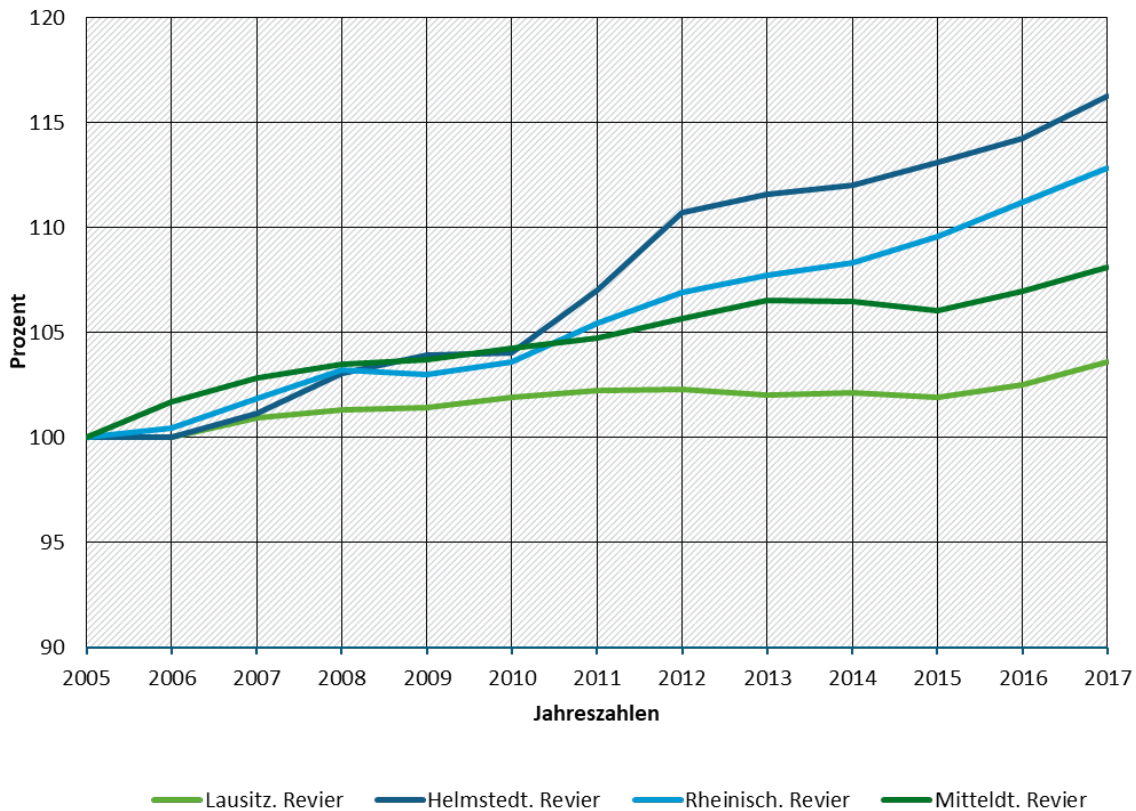
Quelle: Destatis 2018: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes und der Länder; eigene Berechnung (Ökopol).

Das höchste Wachstum erfolgte in der Helmstedter Region. Hier konnte ein Plus von rund 70 % erwirtschaftet werden. In den anderen Regionen erfolgte das Wachstum stetig – auch inflationsbedingt – um bis zu 40 %. Im Gegensatz dazu fällt das Wachstum der Erwerbstätigen in den drei Regionen sehr unterschiedlich aus.

Abbildung 21: Entwicklung der Erwerbstätigkeit in den Regionen

Entwicklung der Erwerbstätigen

INDEX 2005=100



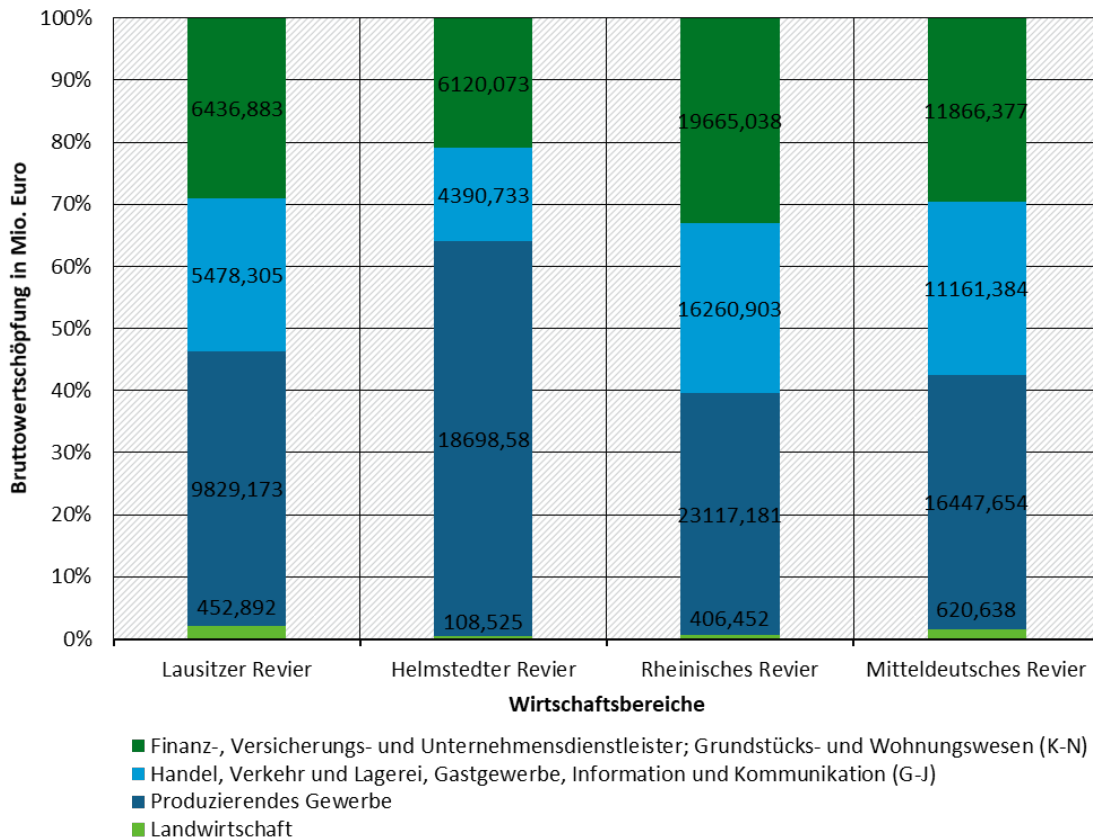
Quelle: Destatis 2018: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes und der Länder; eigene Berechnung (Ökopol).

Die höchsten Zuwächse seit 2005 konnten im Helmstedter Revier verbucht werden (+16 %), gefolgt vom Rheinischen Revier (12 %), dem Mitteldeutschen Revier (8 %) und dem Lausitzer Revier (3 %).

In allen Regionen ist derzeit noch das produzierende Gewerbe das wirtschaftlich stärkste. Insbesondere im Helmstedter Revier dominiert dieser Bereich mit dem Standort von VW. In den anderen Revieren verteilen sich die Branchen ähnlich: Die öffentlichen Dienstleistungen Gesundheit und Bildung liegen vor der Finanz- und Versicherungsdiensten und vor dem Handel, Gastgewerbe, Verkehr und Lagerei. Die Landwirtschaft spielt in keiner der Region eine große Rolle, dennoch sind insbesondere in den östlichen Revieren ca. 13.000-14.000 Erwerbstätige in diesem Sektor beschäftigt.

Abbildung 22: Bruttowertschöpfung in den Regionen

Bruttowertschöpfung in Mio. Euro 2017 nach Wirtschaftsbereichen



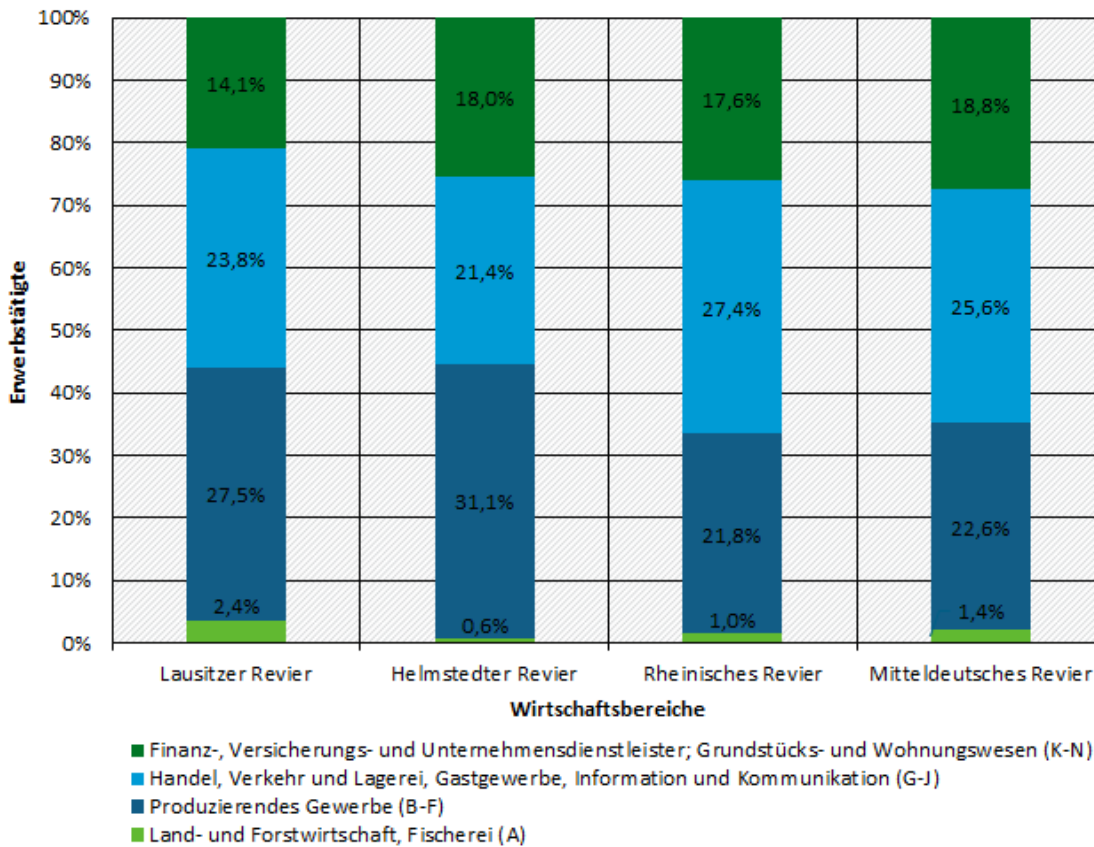
Quelle: Destatis 2018: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes und der Länder; eigene Berechnung (Ökopoll).

Auch bezogen auf die Verteilung der Erwerbstätigen unterscheiden sich die Regionen. In der Lausitz spielt der Erwerbstätigenanteil im Produzierenden Gewerbe mit rund 30 % für die Region fast so eine wichtige Rolle wie im Helmstedter Revier mit rund 31 %. Im Mitteldeutschen wie Rheinischen Revier spielen die Branchen bezogen auf die Beschäftigung mit 21 % eine geringere Rolle. Hier nimmt dagegen der Wirtschaftsbereich öffentliche Verwaltung, Gesundheit und Erziehung mit über 30 % eine wichtige Stellung ein (siehe Abbildung 22).

Abbildung 23: Erwerbstätige je Wirtschaftsbereich

Anteil der Erwerbstätigen 2017

Absolutzahlen 1.000 Erwerbstätige



Quelle: Destatis 2018: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen des Bundes und der Länder; eigene Berechnung (Ökopol).

Regionale Zukunftsbranchen ergeben sich aus den regionalen Innovationskonzepten (Innovationsregion Rheinisches Revier 2017; Landkreis Helmstedt 2017; Metropolregion Mitteldeutschland 2017; Wirtschaftsregion Lausitz 2018.). Ein Großteil der Regionen sieht auch nach Ausstieg aus der Braunkohleverstromung eine Zukunft in der (erneuerbaren) Energiewirtschaft, wofür sich die durch Rekultivierung der Tagebaue entstehenden Flächenpotentiale anbieten. Hier geht es insbesondere darum Industrie vor Ort weiter mit günstiger Energie (Strom und Wärme) zu versorgen, um Wirtschafts- und Produktionsstandorte zu erhalten. Insbesondere in Revieren mit ländlicheren Kreisen wird weiterhin die Stärkung einer (nachhaltigen) Landwirtschaft eingeplant. Auch der Elektromobilitätssektor sowie die Qualifizierung der Tagebaue als Erholungsflächen für eine touristische Nutzung wird im Allgemeinen als Chance gesehen. Weiterhin setzt ein Großteil der Regionen darauf, bestehende Wirtschaftszweige abseits der Energiewirtschaft zu stärken. So sollen im Rheinischen Revier insbesondere die Bauwirtschaft sowie das Agrobusiness gestärkt werden. Im Mitteldeutschen Revier sollen Potentiale in den Bereichen Gesundheitswirtschaft, Ernährungswirtschaft und Logistik genutzt und ausgebaut werden. Das Helmstedter Revier sieht sich aufgrund der zentralen Lage als zukünftiger Logistikstandort und Zulieferer für die (Elektro-)Automobilindustrie und in der Lausitz sollen bestehende Wirtschaftszweige wie die Kunststoff- und Metallindustrie gestärkt werden. Gemeinsam ist den Strategien, dass sie verstärkt auf Digitale Lösungen und Technologien sowie eine verstärkte Vernetzung von

Forschung und Praxis setzen, um neue Geschäftsmodelle zu entwickeln. Auch spielen nachhaltiges bzw. ressourcenschonendes wirtschaften in den unterschiedlichen Sektoren eine wichtige Rolle.

5.1.3.4 Zusammenfassung

Die Betrachtung der Untersuchungsräume ermöglicht die Berücksichtigung regional spezifischer Faktoren im weiteren Projektverlauf. Um durch die Betrachtung einzelner Gewerbegebiete in den folgenden Arbeitsschritten Rückschlüsse ziehen zu können, die es erlauben Empfehlungen für die verschiedenen Regionen treffen zu können, sollten die vorangegangenen Erkenntnisse berücksichtigt werden. So eint die Regionen insgesamt zwar eine Vergangenheit in der Energiewirtschaft, in Bezug auf ihre Lage, die Bevölkerungsentwicklung sowie die derzeitige und zukünftige Relevanz einzelner Sektoren (auch in Bezug auf die in den Investitionskonzepten genannten Branchen), doch sollten diese daher ebenso berücksichtigt werden wie die Entwicklung der Anzahl an Erwerbstätigen in den Regionen. Während in den Regionalen Investitionskonzepten an vielen Stellen auf den Transfer zwischen Wissenschaft- und Wirtschaft als wichtigen Faktor verwiesen wird, bedeutet dies in Bezug auf die Regionen dennoch Unterschiede, wenn man die Anzahl der Hochschulen sowie ihre Größe betrachtet. Insgesamt spielen in allen Regionen kleinere Betriebe eine große Rolle, in Bezug auf die Gemeindestruktur zeigen sich jedoch bedeutende Unterschiede. Daher empfiehlt es sich insbesondere in den ostdeutschen Regionen auch Gewerbegebiete zu betrachten, die abseits von Groß- und Mittelstädten liegen; auch sollten in AS 5.1 ggf. weniger zentrale Mischgebiete außerhalb von Großstädten betrachtet werden, um die Übertragbarkeit der Lösungen auch auf kleinere Gemeinden zu prüfen.

Im Rahmen der Betrachtung bestehender symbiotischer Gewerbegebiete sowie den Arbeiten zu Potentialen in Bestandsgewerbegebieten, bietet es sich insbesondere an, bestehende symbiotische Verknüpfungen sowie Grundlagen für zukünftige gewerbliche Symbiosen und Kollaborationen in den Zukunftsbranchen (vgl. Tabelle 15) zu untersuchen. Daher sollte versucht werden, Unternehmen aus diesen und technologisch sowie thematisch verwandten Branchen im weiteren Projektverlauf zu berücksichtigen; beispielsweise bei der Auswahl der Interviewpartner*innen in den Gewerbegebieten. Bei der Auswahl der Gewerbegebiete in den Regionen sollten weiterhin die strategischen Entwicklungsziele und Zukunftsfelder der regionalen Investitionskonzepte mitgedacht werden, um in den Handlungsempfehlungen auch Anknüpfungspunkte zu den Eckpunkten der geplanten strategischen Entwicklung der Regionen darstellen zu können.

5.2 Bestandsaufnahme der Gewerbegebiete in den Braunkohlefolgeregionen

In Arbeitsschritt 4.2 erfolgt eine exemplarische Erfassung und Analyse der Struktur der im Untersuchungsgebiet gelegenen Bestandsgewerbeflächen. Dies erfolgt in zwei Schritten, durch eine quantitative Betrachtung anhand von vorhandenen Kennziffern auf Kreis- und Gemeindeebene sowie durch die Auswertung qualitativer Interviews mit Expert*innen aus den jeweiligen Regionen. Ziel des Arbeitspaketes ist es somit, einen Einblick in die Struktur der Gewerbegebiete sowie in regionale Unterschiede zwischen und innerhalb der Untersuchungsregionen zu erhalten. Auf Grundlage dieser Arbeiten sollen im folgenden AS (4.3) sechs Gewerbegebietstypen in den Regionen genauer betrachtet werden und hinsichtlich bestehender Anknüpfungspunkte sowie möglicher zukünftiger Potentiale für eine industrielle Symbiose untersucht werden. Die Arbeitsschritte aus AS 4.2 bilden die Grundlage zur Auswahl der Gebietstypen, sodass die Heterogenität der Gewerbeflächen in den Strukturwandelregionen berücksichtigt werden kann.

5.2.1 Datenbasierte sektoral-räumliche Analyse auf Meso- und Mikroebene

Der Fokus der durchgeführten Arbeiten im AS 4.2 Bestandsaufnahme liegt auf der Durchführung einer sektoral-räumlichen Analyse auf Meso- und Mikroebene. Mithilfe von Geodaten wurde eine Analyse der Gewerbeflächen in den 27 betrachteten Landkreisen und kreisfreien Städten durchgeführt. Neben Kennziffern wie Flächengröße, Lage und Anbindung der Gewerbeflächen wurden regionale Daten auf Kreis- und Gemeindeebene in die Analyse integriert.

5.2.1.1 Datengrundlage, Bereinigung und Vorgehen

Grundlage für die Analyse im Arbeitspaket sind Geodaten auf Landesebene, welche durch die Landesämter für Kartografie und Geodäsie bzw. durch das Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wurden. Da der Betrachtungsraum Verwaltungsgebiete innerhalb verschiedener Bundesländer beinhaltet, war es wichtig, eine vergleichbare Datengrundlage für die Betrachtung der vier Regionen zu schaffen. Hierzu wurde das digitale Landschaftsmodell (Basis-DLM) mit Daten zur tatsächlichen Flächennutzung verwendet. Weiterhin wurden ergänzende Geodaten hinzugezogen (siehe Tabelle 27).

Tabelle 27: Datengrundlage für die sektoral-räumliche Analyse AS 4.2

Datensatz	Quellenvermerk	Aktualität	Daten
Basis-DLM Berlin-Brandenburg	© GeoBasis-DE; LGB (2020)	06.02.2020	Industrie- und Gewerbeflächen
Basis-DLM Nordrhein-Westfalen	© Geobasis NRW 2020	30.12.2019	Industrie- und Gewerbeflächen
Basis-DLM Niedersachsen	© Geobasis-DE; BKG 2020	08.03.2019	Industrie- und Gewerbeflächen
Basis-DLM Sachsen	© GeoSN (2020)	02.10.2019	Industrie- und Gewerbeflächen
Basis-DLM Sachsen-Anhalt	© Geobasis-DE; BKG 2020	08.03.2019	Industrie- und Gewerbeflächen
Basis-DLM Thüringen	© GDI-TH (2020)	30.03.2020	Industrie- und Gewerbeflächen
DLM 250 Bund	© GeoBasis-DE; BKG 2020	31.12.2019	Verkehrsknotenpunkte
OpenStreetMap Deutschland	© Geofabrik 2018 & OSM Contributors	07.04.2020	Bebauungsdaten

Quelle: Die Geodaten wurden von den Datenportalen des Bundes (DLM 250), der jeweiligen Bundesländer (BB, NRW, SN, TH) sowie über das Portal Geofabrik (OSM) bezogen, nicht frei-verfügbare Daten wurden durch das UBA für den Einsatz im Projekt bereitgestellt (NI, ST); eigene Darstellung (Ökopoll).

Um eine einheitliche, belastbare Datengrundlage für die Analyse zu schaffen und Verzerrungen zu vermeiden, erfolgte eine Aufbereitung und Bereinigung der Geodaten. So wurden nach der Zusammenführung der Datensätze aus den sechs Bundesländern die Daten zur Flächennutzung (Industrie- und Gewerbeflächen) in den für das Vorhaben relevanten Kreisen extrahiert.

Da in den Datensätzen zur Flächennutzung in der Kategorie Industrie- und Gewerbefläche auch weitere, im Projekt nicht relevante Nutzungen enthalten sind, galt es im nächsten Schritt eine Bereinigung der Daten durchzuführen. Hierdurch soll gewährleistet werden, dass größere Industrie- und Gewerbeflächen, welche infrastrukturellen oder landwirtschaftlichen Flächennutzungen dienen, für die Betrachtung von Gewerbe- und Industriegebieten jedoch keine größere Rolle spielen, nicht zu einer Verzerrung der Daten führen. Ferner fehlten bei einem Großteil der Flächen Informationen zur Nutzung und Funktion der einzelnen Flächen, weshalb weitere, im Folgenden genauer beschriebene Schritte zur Aufbereitung durchgeführt wurden.

In einem ersten Schritt wurden die Flächen anhand ihrer in den Rohdaten hinterlegten Funktion gefiltert, um insbesondere Infrastrukturbauten der Energie- und Wasserversorgung sowie Tagebaue aus den Rohdaten herauszufiltern¹⁴.

Daraufhin wurden Flächen, welche zwar als Industrie- und Gewerbeflächen klassifiziert sind, die jedoch vor dem Hintergrund der Fragestellung nicht unmittelbar relevant sind, aus dem Datensatz entfernt. Hierzu wurde in einem iterativen Prozess eine Suchliste mit verschiedenen Suchwörtern erstellt¹⁵. Der Fokus lag hierbei darauf, Flächen nicht-gewerblicher Nutzung sowie landwirtschaftliche oder zur Rohstoffgewinnung genutzte Industrieflächen (z. B. Autobahnmeistereien, Fischzuchtanlagen, Steinbrüche) herauszufiltern.

Ergänzend wurde eine manuelle Bereinigung nach optischen Merkmalen durchgeführt. Hierbei wurden insbesondere große Flächen entfernt, die eindeutig als Tagebauflächen oder tagebaunaher Infrastruktur erkennbar waren (z. B. Flächen mit Förderbändern).

Anschließend wurden einzelne, aneinander angrenzende Flächen zu größeren Flächen aggregiert. Somit wurden angrenzende, aber einzeln ausgewiesene Betriebsgelände zu größeren Gewerbeflächen zusammengefasst. Zur Aggregation wurde ein maximaler Abstand von 100 Metern als Grenze gewählt, sodass Gewerbegebiete, die beispielsweise von Verkehrsinfrastruktur (z. B. Autobahnen, Bundesstraßen, Eisenbahnschienen) durchschnitten werden aber eigentlich als zusammenhängende Gewerbeflächen zu betrachten sind, auch als solche in den Daten abgebildet wurden.

In einem letzten Schritt erfolgte eine Bereinigung auf Grundlage von Bebauungsdaten. Dabei wurden nicht-bebaute Flächen aus dem Datensatz entfernt, da diese keine gewerbliche Nutzung im projektrelevanten Umfang (Bestandsgewerbegebiete) darstellen. Es wurden Gebäudedaten von OpenStreetMap (OSM) genutzt, um die zuvor bereinigten und aggregierten Flächen auf eine aktuelle Bebauung zu prüfen. Während die vorhergehende Zusammenführung der Flächen garantiert, dass auch unbebaute Flächen, welche unmittelbar an bebaute Flächen angrenzen (z. B. Parkplätze etc.), weiterhin berücksichtigt wurden, ermöglicht diese erneute Bereinigung es unbebaute Flächen in den Regionen (z. B. Brach-, Tagebauflächen und Flächen zur Erzgewinnung sowie Solarparks), welche aufgrund der teilweise unzureichenden Klassifizierung in den Rohdaten nicht unmittelbar als solche erkennbar sind, aus dem Datensatz herauszufiltern.

Insgesamt wurden durch die Aufbereitung 9.037 Flächen, bestehend aus Einzelflächen sowie aggregierten, benachbarten Flächen, gewerblicher- und industrieller Nutzung, identifiziert. Im Folgenden wurde eine Betrachtung dieser Flächen anhand verschiedener Kennziffern durchgeführt, um einen ersten Eindruck bezüglich der Lage, Ausgestaltung und Anbindung der Gewerbe- und Industrieflächen in den Untersuchungsregionen zu bekommen. Mittels zusätzlicher sozio-demographischer Daten auf Kreis- und Gemeindeebene wurde weiterhin eine erste tiefergehende Betrachtung der Fachkräftestruktur in den Regionen durchgeführt, um neben räumlichen Daten auch erste Erkenntnisse hinsichtlich der Beschäftigtenstruktur in den Gebieten auf Kreisebene zu generieren.

¹⁴Hierzu wurden Flächen für welche in den Rohdaten folgende Funktionen hinterlegt sind, herausgefiltert: Abfallbehandlungsanlage; Ausstellung, Messe; Deponie; Förderanlage; Gärtnerei; Gebäude zur Abwasserbeseitigung; Gebäude zur Entsorgung; Gebäude zur Gasversorgung; Kraftwerk; Umspannstation; Wasserwerk; Werft.

¹⁵ Hierzu wurden Flächen mit entfernt, welche folgende Begriffe in Bezeichnung oder Eigennamen enthielten: Autobahnmeisterei; Bauhof; Betriebshof; Biogas; Deponie; Druckerhöhung; Einkaufszentrum; EKZ; Energiewerke; Ferkelhof; Fernwasserversorgung; Fischzucht; Forst; Gestüt; Granittagebau; Grube; Hauptgestüt; Hotel; Kaolintagebau; Kiessand; Kiessandgrube; Kiestagebau; Landgestüt; Lehr- und Versuchsgut; Musterhaus; Pumpwerk; Quarzporphyrbruch; Quarzsand; Quarzsandwerke; Recyclinghof; Recyclingpark; Recyclingzentrum; Sandgrube; Schacht; Sportpark; Stadtwerke; Steinbruch; Straßenmeisterei; Tagebau; Tagesanlagen; Tankstelle; Wasserhochbehälter; Weinberg.

Abbildung 24: Untersuchungsraum und Betrachtungsebenen



Quelle: Geobasis-DE / BKG 2020; eigene Berechnung (Ökopol).

5.2.1.2 Ergebnisse der Betrachtung der Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen auf Grundlage von Geodaten

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Analyse der Gewerbesituation anhand verschiedener Kennziffern dargestellt, um einen ersten Überblick über die Industrie- und Gewerbeflächen in den Untersuchungsregionen zu geben. Hierbei werden insbesondere quantitative Daten zu den Gewerbeflächen in den Regionen im Allgemeinen betrachtet. Ein weiterer Fokus liegt auf der Lage und regionalen Disposition der Flächen. Neben der Flächengröße wurde dazu insbesondere die Entfernung zu relevanten Verkehrsknotenpunkten berücksichtigt.

Die Informationen fließen in die Typisierung verschiedener, für die weitere Betrachtung relevanter, Gewerbegebietstypen mit ein. Weiterhin zeigt eine Gegenüberstellung der Gewerbeflächen in den Revieren, inwiefern ähnliche oder unterschiedliche regionale Ausgangssituationen und Ausgestaltungen in der Gewerbeflächenstruktur erkennbar sind.

5.2.1.2.1 Einordnung der Gewerbeflächen nach räumlicher Lage

Eine erste Betrachtung der in den Regionen liegenden, aggregierten Industrie- und Gewerbeflächen zeigt große Unterschiede zwischen den Revieren. Von den insgesamt 9.037 identifizierten Flächen liegen 3.947 (44 %) in den 9 Landkreisen- und kreisfreien Städten der Region Mitteldeutschland, 2.855 (31 %) entfallen auf das Lausitzer Revier mit 7 Landkreisen- und kreisfreien Städten und 1.910 Flächen (21 %) lassen sich dem Rheinischen Revier und seinen 7 Kreisen und kreisfreien Städten zuordnen. Nur 325 der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen (4 %) liegen im Helmstedter Revier. Diese Verteilung der Gewerbeflächen lässt sich mit der unterschiedlichen Flächengröße der Untersuchungsregionen erklären, da ein Großteil der Gewerbegebiete auf die Reviere mit der größeren Gesamtfläche und den meisten Landkreisen entfallen (siehe Tabelle 28).

Tabelle 28: Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen

Revier	Anzahl Industrie- & Gewerbeflächen	Flächengröße (Median)	Flächengröße (arithm. Mittel)	Industriefläche / Reviergröße X 100	Reviergröße km ²	Kreise und kreisfreie Städte
Mitteldeutsches Revier	3947	1,89 ha	5,87	2,22	10.432	9
Lausitzer Revier	2855	2,17 ha	5,25 ha	1,28	11.727	7
Rheinisches Revier	1910	1,21 ha	7,8 ha	2,99	4.977	7
Helmstedter Revier	325	2,07 ha	10,56 ha	1,90	1.798	4

Quelle: Geobasis-DE / BKG 2020; BBSR 2019; BMWI 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

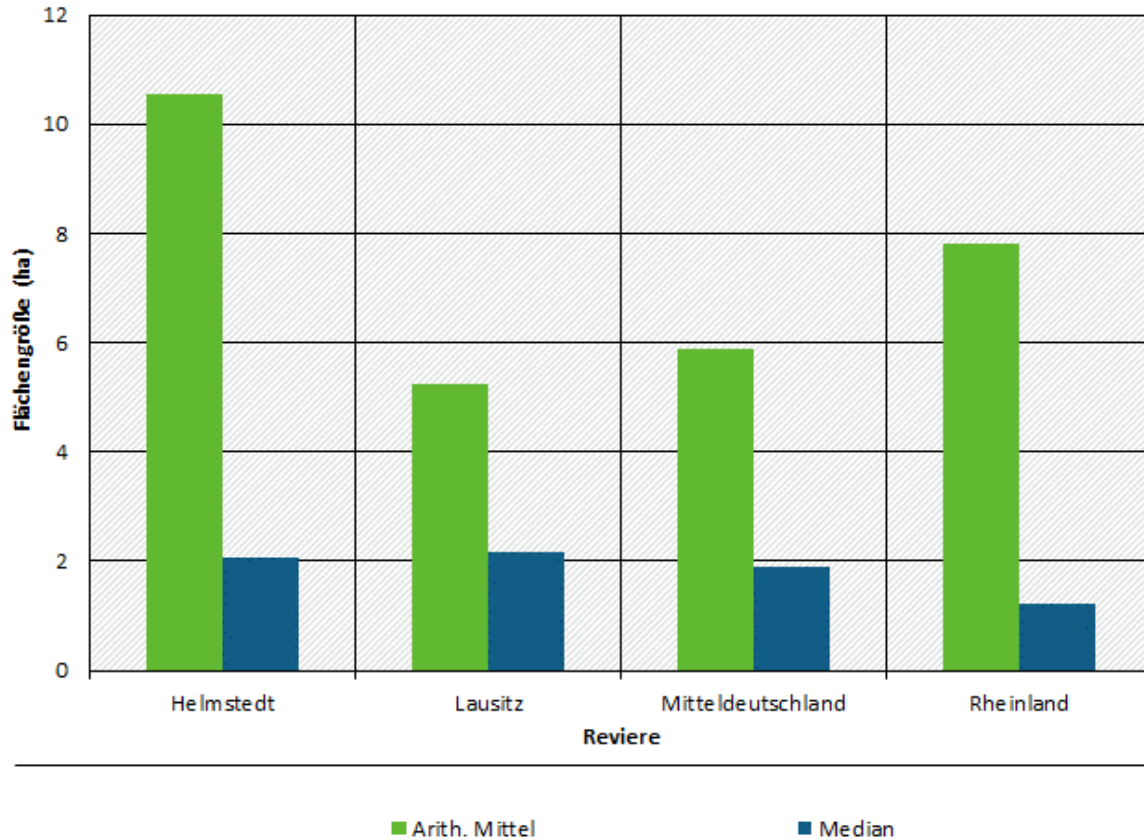
Unterschiede zwischen den einzelnen Regionen zeigen sich auch bei der Betrachtung der mittleren Flächengröße, der in den Regionen identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen (Abbildung 25). Während die mittlere Flächengröße (Median) der zuvor identifizierten und aggregierten Industrie- und Gewerbeflächen in drei der vier Untersuchungsregionen knapp über oder unter der zwei Hektar-Marke liegen (Mitteldeutschland 1,89 ha; Lausitz 2,17 ha; Helmstedt 2,07 ha), fällt insbesondere das Rheinische Revier durch eine im Median geringere Flächengröße (1,21 ha) auf.

Auch innerhalb der Regionen bestehen größere Unterschiede, wie eine Betrachtung des arithmetischen Mittels der Flächengröße zeigt. In Mitteldeutschland beträgt dies 5,87 ha und in der Lausitz 5,25 ha und weist nur eine geringe Abweichung vom Median auf. In den Revieren mit einer geringeren Anzahl an Industrie- und Gewerbeflächen, wie dem Rheinland (7,8 ha) und dem Helmstedter Revier (10,56 ha), bestehen größere Abweichungen zwischen Median und arithmetischem Mittel. Eine Erklärung für die Unterschiede zwischen den Untersuchungsregionen bildet die Einwohnerdichte, die im Rheinischen Revier mit 490,5 Einwohner*innen pro km² und in der Helmstedter Region mit 324,9 Einwohner*innen pro km² im Vergleich zu den anderen Regionen besonders hoch ist. Insbesondere in den dicht besiedelten Gebieten gibt es eine große Zahl kleinerer Industrie- und Gewerbeflächen. Hinzu kommt, dass in diesen Regionen zusätzlich einige sehr große Betriebe angesiedelt sind (z. B. Volkswagen als einer der weltweit größten Fabrikstandorte). So ist zwar ein Großteil der Flächen kleiner als in den weniger dicht besiedelten Regionen – einige Betriebe mit großen Flächen führen jedoch zu einer Verzerrung zwischen Median und arithmetischem Mittel.

Abbildung 25: Mittlere Flächengröße in den Revieren

Gewerbeflächengröße in den Revieren

Gemittelte Werte



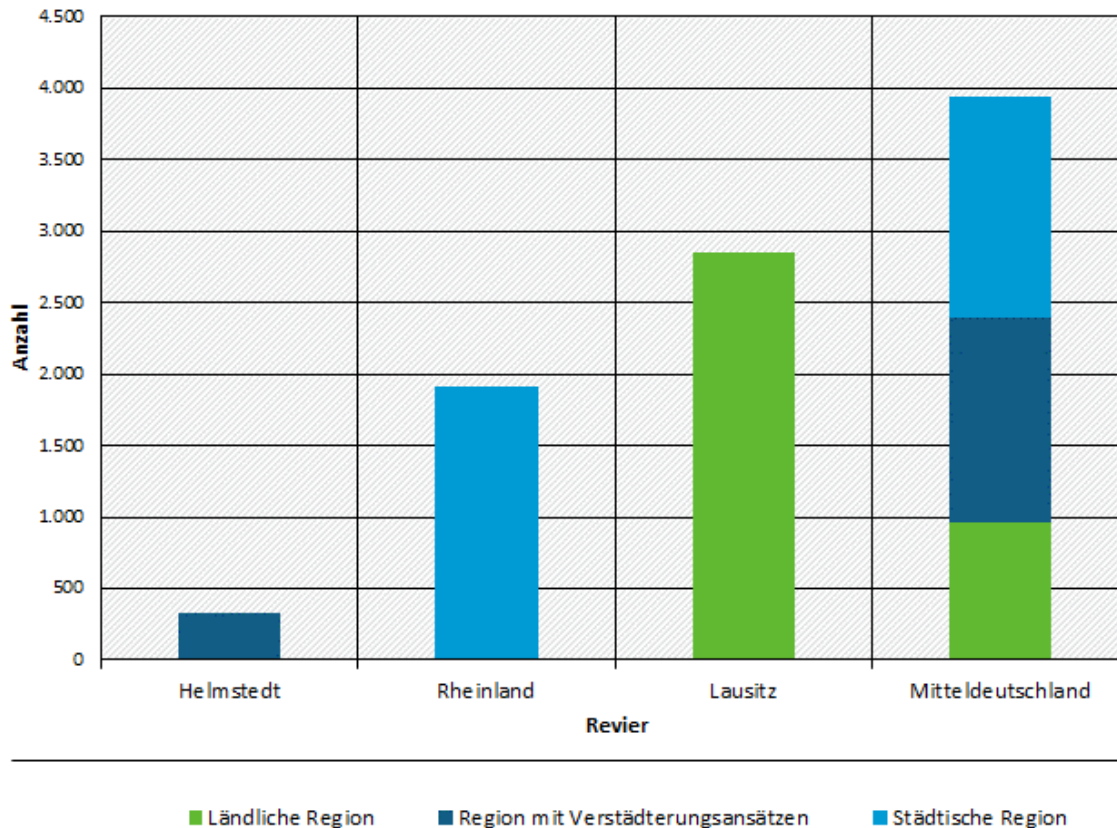
Quelle: © Geobasis-DE / BKG 2020; eigene Berechnung (Ökopool).

Die detailliertere Betrachtung der Lage der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen im Raum zeigt die weitere Verteilung der Flächen innerhalb der Regionen und nach der Klassifizierung der Raumtypen des BBSR. Während alle Kreise des Helmstedter Reviers als „Regionen mit Verstärkeransatz“ gelten und somit auch alle Flächen in diesen Raumtyp fallen, liegen die Flächen im Rheinland vorwiegend in als „städtische Region“ definierten Landkreisen und kreisfreien Städten. Im Kontrast hierzu fallen sämtliche identifizierte Industrie- und Gewerbeflächen im Lausitzer Revier in Kreisen- und kreisfreien Städten in die Kategorie „ländliche Region“. Ein differenzierteres Bild bietet das mitteldeutsche Revier, in welchem die Flächen sich über alle drei Regionstypen, insbesondere jedoch auf städtische Regionen (1.555 Flächen; 39 %) sowie Regionen mit Verstärkeransatz (1.435 Flächen; 36 %), verteilen (siehe Abbildung 26).

Abbildung 26: Einordnung der Gewerbeflächen nach Lage im Raum

Gewerbeflächen nach Raumtyp

Einordnung der Flächen nach Regionstyp



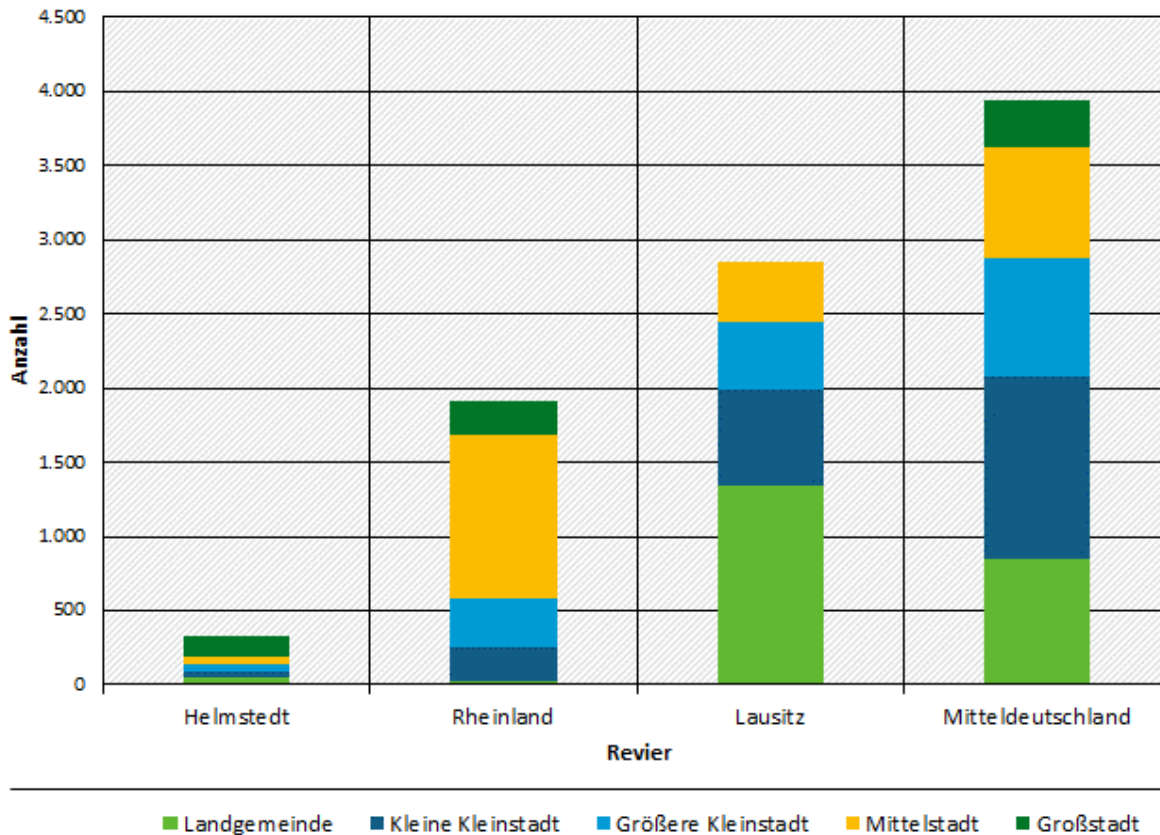
Quelle: © Geobasis-DE / BKG 2020; BBSR 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

Eine weitere Differenzierung bietet die Betrachtung der Flächen nach Gemeindetypen der Kommunen (siehe Abbildung 27). Während insbesondere in den flächenmäßig kleineren und dichter besiedelten Untersuchungsräumen des Helmstedter sowie des Rheinischen Reviers ein Großteil der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen in Groß- und Mittelstädten zu finden sind, liegen in Mittel- und Ostdeutschland viele Flächen in Kleinstädten und Landgemeinden. In Helmstedt befinden sich 42 % der 325 in der Region identifizierten Flächen in Großstädten. Im Rheinland lassen sich 58 % (1.105) der Flächen dem Gemeindegebiet von Mittelstädten zuordnen. Im Kontrast hierzu liegt der Großteil der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen in der Lausitz in Landgemeinden (1.341; 47 %). Das Mitteldeutsche Revier sticht durch eine gleichmäßigere Verteilung der Industrie- und Gewerbeflächen heraus. Hier entfällt ungefähr je ein Fünftel der Flächen auf Landgemeinden (854 Flächen; 22 %), größere Kleinstädte (794; 20 %) und Mittelstädte (746; 19 %). Der Großteil der Flächen ist kleineren Kleinstädten (1.229; 31 %) zuzuordnen, während nur wenige Flächen im Gemeindegebiet der in der Region liegenden Großstädte (324; 8 %) liegen.

Abbildung 27: Einordnung der Gewerbeflächen nach Gemeinden

Gewerbeflächen nach Gemeindetyp

Einordnung der Flächen nach Gemeindegröße



Quelle: © Geobasis-DE / BKG 2020; BBSR 2019; eigene Berechnung (Ökopol).

Beim Vergleich der Lage der Gewerbeflächen nach Gemeindetyp mit der Anzahl der verschiedenen Gemeindetypen in den unterschiedlichen Regionen werden weitere Abweichungen ersichtlich. Der Untersuchungsraum Mitteldeutschland umfasst insbesondere Kleinstädte (70) und Landgemeinden (90) sowie 15 einwohnerstärkere Mittelstädte, wodurch sich die starke Verteilung von Flächen auf diese Gemeindetypen erklären lässt. Obwohl im Mitteldeutschen Revier im Vergleich zu den anderen Regionen die größte absolute Anzahl an Flächen in Großstädten zu finden ist¹⁶, spielen diese, aufgrund der Größe der Region und der damit verbundenen Vielzahl an Gemeinden unterschiedlicher Größe innerhalb der Region, relativ gesehen nur eine kleinere Rolle. Dennoch gilt es, die große Anzahl an Flächen in den Großstädten der Region auch in der weiteren Betrachtung zu berücksichtigen.

Die Lausitzer Region, mit insgesamt 168 Landgemeinden und 60 Kleinstädten in den im Untersuchungsraum betrachteten Landkreisen, bildet die Region mit der im Vergleich geringsten Einwohnerdichte und der größten Anzahl an Gemeinden im Untersuchungsraum (236 Gemeinden; keine Großstädte), was sich auch auf die Verteilung der Industrie- und Gewerbeflächen auswirkt, welche insbesondere kleineren Kommunen zuzuordnen sind.

¹⁶ 324 von insgesamt 682 Industrie- und Gewerbeflächen Flächen in den vier Regionen.

Insbesondere in den westlicheren Revieren im Rheinland zeigt sich eine Verteilung der Gewerbeflächen auf Gemeinden, die als Mittelstädte zu klassifizieren sind (58 % der Flächen). Dies stimmt insgesamt mit der allgemeinen Situation im Revier überein, da Mittelstädte hier ungefähr die Hälfte der in den untersuchten Kreisen liegenden Kommunen ausmachen (33 von 65 Gemeinden).

Tabelle 29: Verteilung der identifizierten Industrie- und Gewerbeflächen nach Gemeindetyp

Revier	Landgemeinde	Kleine Stadt	Klein-Größere Stadt	Klein-Mittelstadt	Großstadt	Gesamt
Helmstedt	52 (16 %)	42 (13 %)	43 (13 %)	51 (16 %)	137 (42 %)	325
Rheinland	28 (1 %)	226 (12 %)	330 (17 %)	1105 (58 %)	221 (12 %)	1910
Lausitz	1341 (47 %)	650 (23 %)	458 (16 %)	406 (14 %)	0 (0 %)	2855
Mitteldeutschland	854 (22 %)	1229 (31 %)	794 (20 %)	746 (19 %)	324 (8 %)	3947

Quelle: Geobasis-DE / BKG 2020; eigene Berechnung (Ökopol).

Eine genauere Betrachtung der Gemeindestruktur und Lage der zuvor identifizierten Industrie- und Gemeindeflächen in den Kreisen der Helmstedter Region zeigt eine starke Zentrierung der Flächen in den Großstädten. Ein Großteil der Flächen (42 %) entfallen auf die beiden Großstädte Wolfsburg (42 Flächen) und Braunschweig (95 Flächen), während sich nur je 13-16 % der Flächen den umliegenden 2 Mittelstädten, 22 Kleinstädte sowie 39 Landgemeinden zuordnen lassen. Diese Zentrierung auf die Großstädte lässt sich insbesondere durch die Volkswagenwerke sowie die dazugehörigen Zulieferbetriebe in den beiden Großstädten erklären. Die Betrachtung der mittleren Flächengröße (arithmetisches Mittel) in der Region lässt weiterhin darauf schließen, dass die in dieser Region liegenden Industrie- und Gewerbeflächen teilweise sehr große Flächen bilden. Insgesamt lässt sich die Verteilung der Flächen in der Untersuchungsregion daher gut mit dem Volkswagenwerk als eine der weltweit größten Fabriken sowie der Relevanz des Unternehmens für die Region (direkt sowie aufgrund der lokalen Zulieferbetriebe) erklären.

5.2.1.2.2 Einordnung der Flächen nach Verkehrsanbindung

Um neben der Betrachtung der Gewerbeflächen mithilfe von Kennziffern bezüglich regionaler Lage, Verteilung über verschiedene Gemeindetypen sowie die Durchschnittsgrößen der Flächen in den Regionen eine erste Auswahl bezüglich der Kriterien für eine detailliertere Betrachtung einzelner exemplarischer Gewerbegebietstypen in den Regionen treffen zu können, bietet sich weiterhin eine Evaluation der Anbindung der Flächen an nationale sowie internationale Verkehrswege an.

Im Rahmen der Analyse wurde daher für die einzelnen identifizierten Flächen gewerblicher und industrieller Nutzung in den Regionen auch die Entfernung dieser (Euklidische Distanz) zu verschiedenen Verkehrsknotenpunkten identifiziert, um erste Aussagen über die Anbindungssituation der Flächen in den Regionen treffen zu können. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Betrachtung erläutert.

Tabelle 30: Verkehrsanbindung der Industrie- und Gewerbeflächen (arithmetisches Mittel)

Entfernung zu	Bundesautobahnen	Güterbahnverkehr	Verkehrsflughäfen
Helmstedter Revier	4,2 km	3,1 km	16,8 km
Rheinland	5,3 km	4,4 km	41,1 km
Lausitz	12,9 km	6,5 km	52,8 km
Mitteldeutschland	9,9 km	5 km	32,8 km

Quelle: eigene Berechnung (Euklidische Distanz), gerundete Werte (Ökopool).

Die Betrachtung von Kennziffern hinsichtlich der Anbindung der zuvor identifizierten industriell und gewerblich genutzten Flächen in den Regionen zeigt Unterschiede zwischen den Flächen in den westlichen Regionen und den östlichen Untersuchungsregionen (vgl. Tabelle 30; Abbildung 28). Insbesondere die Anbindung an Bundesautobahnen (BAB) ist im Mittel in Helmstedt (4,2 km) und dem Rheinland (5,3 km) wesentlich niedriger als in der Lausitz (12,9 km) oder der Region Mitteldeutschland (9,9 km), wo die mittlere Entfernung¹⁷ der Industrie- und Gewerbeflächen ungefähr doppelt so weit ist.

Eine ähnliche Situation zeigt sich in der Anbindung der Flächen an Güterbahnhöfe. Die geringsten durchschnittlichen Entfernungen zwischen Gewerbeflächen und den nächstgelegenen Güterbahnhöfen und Umschlagplätzen betragen 3,1 km in Helmstedt und 4,4 km im Rheinland. In der Lausitz liegen Gewerbeflächen im Mittel 6,5 km von dem nächsten Anschluss an den Güterbahnverkehr entfernt, in Mitteldeutschland beträgt der Abstand durchschnittlich 5 km. Die Unterschiede zwischen den östlichen und den westlichen Flächen sind hier geringer.

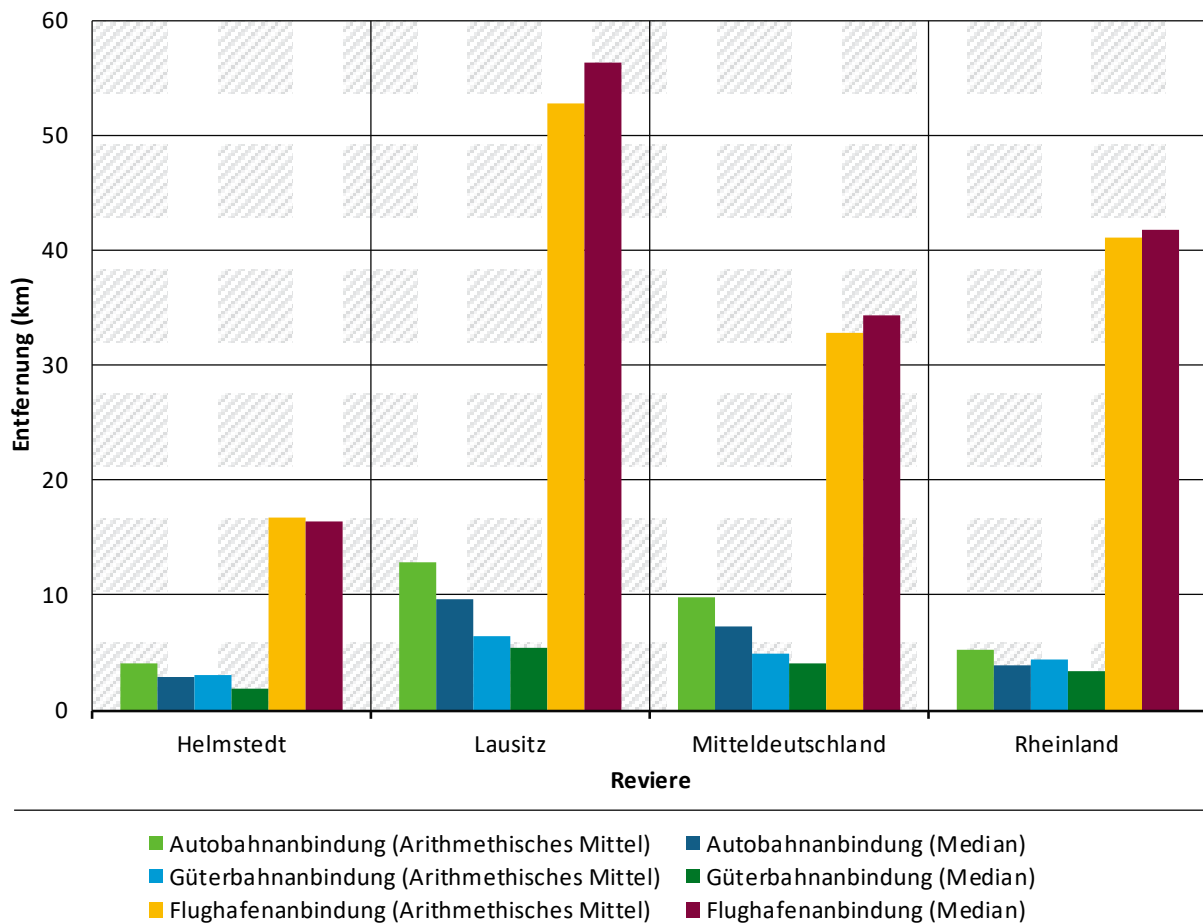
Auch die Anbindungen an Verkehrsflughäfen zum Personen- und Gütertransport variieren im regionalen Vergleich deutlich (siehe Abbildung 28). Insbesondere im flächenmäßig kleineren Helmstedter Revier ist durch den Flughafen Wolfsburg-Braunschweig eine direktere Anbindung der Gewerbeflächen an den Luftverkehr gegeben. Auch in der Region Mitteldeutschland ist durch den zentral in der Region gelegenen Flughafen Leipzig/Halle eine direkte Anbindung der Gewerbeflächen gewährleistet (32,8 km), während die durchschnittliche Distanz zwischen den identifizierten Flächen im Rheinland und den Flughäfen in der Region (Düsseldorf und Köln-Bonn) 41,1 km beträgt. Der höchste gemittelte Wert hinsichtlich der Entfernung der Industrie- und Gewerbeflächen zu Verkehrsflughäfen findet sich im Lausitzer Revier. Hier beträgt der euklidische Abstand zwischen den Flächen und den Flughäfen der Region (Flughafen Dresden sowie die Flughäfen der Region Mitteldeutschland) 52,8 km.

¹⁷ Berechnet wurde der euklidische Abstand zwischen den als Punktdaten verfügbaren Verkehrsanbindungen (deutschlandweit) und den Umrandungen der zuvor aggregierten Gewerbeflächen.

Abbildung 28: Anbindung an Verkehrsnetze und Knotenpunkte

Anbindung der Flächen an Verkehrsnetze und Knotenpunkte

Gemittelte Werte je Region*



Quelle: © Geobasis-DE / BKG 2020; eigene Berechnungen [*Euklidische Distanz] (Ökopol).

Diese Betrachtung ergänzt die vorherigen Untersuchungen insofern, als dass ersichtlich wird, dass in den Regionen mit einer höheren Anzahl an Mittel- und Großstädten und zentraler gelegenen Industrie- und Gewerbeflächen auch eine bessere Anbindung an verschiedene Verkehrswege vorliegt. Wie auch in den vorherigen Teilanalysen ist jedoch auch hier zu beachten, dass die Untersuchungsregionen teilweise große Unterschiede in Fläche und Einwohnerzahl aufweisen. Auch ist zu beachten, dass bei der quantitativen Analyse nur die Entfernungsdaten berücksichtigt wurden – weitere ergänzende Kennziffern, wie die unterschiedliche Relevanz der einzelnen Verkehrsanbindungen (Warenumschlag pro Güterbahnhof/Flughafen; Anbindung der einzelnen Autobahnauffahrten an das gesamtdeutsche Autobahnnetz) konnten nicht berücksichtigt werden. Insofern erlauben die Ergebnisse eine erste Einordnung der Gewerbeflächen in den Regionen sowie die Auswahl exemplarischer Gewerbegebietstypen für die folgenden Arbeitsschritte, bedürfen aber einer weiteren Einordnung und Validierung durch Expert*innen aus den Regionen. Erst mit der Erhebung qualitativer Daten in den weiteren Arbeitsschritten lassen sich somit Empfehlungen für die weitere Entwicklung und Ausrichtung der Regionen sowie der einzelnen Gewerbeflächen treffen.

5.2.1.2.3 Betrachtung der Flächen anhand der regionalen Pendler- und Auszubildendensituation

Die vorliegende Betrachtung der zuvor identifizierten industriell und gewerblich genutzten Flächen zielt insbesondere auf eine erste Einordnung der Flächen nach Anbindung und räumlicher Disposition ab. Um neben dieser räumlichen und quantitativen Einordnung der Flächen erste Aussagen zu der Situation innerhalb der Industrie- und Gewerbegebiete treffen zu können, werden im Folgenden weitere Kennziffern zu Ausbildungszahlen sowie der Pendlerstruktur in den Gebieten betrachtet. Da diese jeweils nur auf regionaler Ebene (Kreise und kreisfreie Städte) vorliegen, ist keine trennscharfe Betrachtung der einzelnen Flächen möglich. Dennoch lassen sich durch eine Kombination dieser Daten, mit Informationen zur Verteilung der Flächen über die verschiedenen Kreise und kreisfreien Städte, erste Einschätzungen hinsichtlich der Fachkräfte- und Beschäftigungssituation treffen.

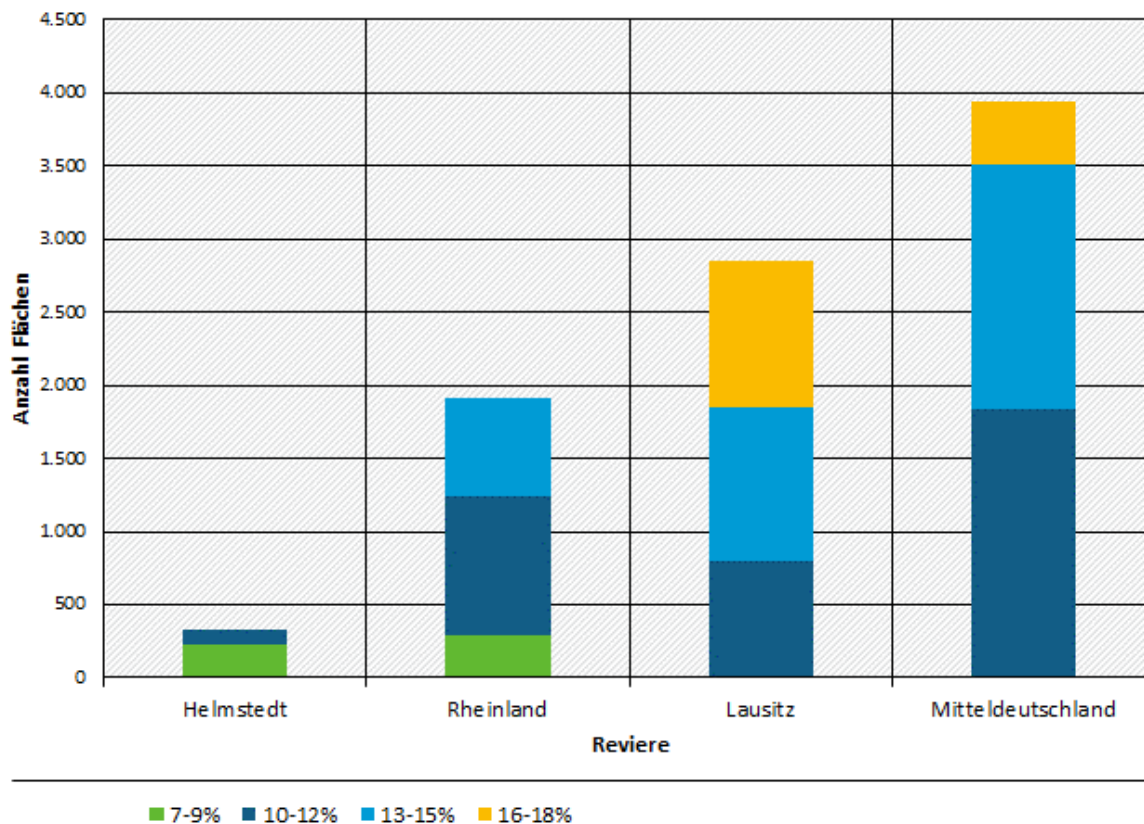
Die Betrachtung der Auszubildendenzahlen – Auszubildende je 1.000 SVB in 2017 – in den Regionen nach Kreisen erlauben erste Annahmen zur Situation in den Industrie- und Gewerbegebieten innerhalb der Reviere (BBSR 2019). In den Kreisen der Region Helmstedt sind jeweils zwischen 30 und 50 Auszubildende je 1.000 Sozialversicherungsbeschäftigten gemeldet. Während die Anzahl der Auszubildenden in den Kreisen des Rheinischen Reviers teilweise höher ist, weisen insbesondere die ländlichen und weniger zentral gelegenen Kreise der Regionen Mitteldeutschland und Lausitz einen geringeren Anteil an Auszubildenden je 1.000 SVB auf: So liegen die Zahlen in den mitteldeutschen Kreisen zwischen 25-30 Auszubildenden (4 Kreise und kreisfreie Städte) und 30-40 Auszubildenden (5 Kreise) je 1.000 Beschäftigten. Eine ähnliche Verteilung zeigt sich in der Lausitz mit 3 Kreisen mit einem Anteil von 25-30 Auszubildenden und 4 Kreisen mit einem Anteil von 30-40 Auszubildenden je 1.000 SVB.

Während die Kennziffern sich nicht direkt auf die einzelnen Gewerbegebiete übertragen lassen, ist davon auszugehen, dass insbesondere in den ländlicheren und weniger zentral gelegenen Gewerbegebieten der Regionen mit einer geringeren Einwohnerdichte (Lausitz und Mitteldeutschland) eine geringere Anzahl an Auszubildenden in den Betrieben vorzufinden ist als in Helmstedt oder dem Rheinischen Revier, wodurch Betriebe in diesen Regionen und den dortigen Gewerbegebieten vor größere Herausforderungen gestellt werden.

Abbildung 29: Flächen nach Pendlersituation

Industrie- und Gewerbeflächen nach Revieren und Pendlerregionen

Anzahl Flächen nach Anteil der Beschäftigten mit einem Arbeitsweg von ≥ 50 km



Quelle: © Geobasis-DE / BKG 2020; BBSR 2019; eigene Berechnungen (Ökopol).

Eine Einordnung der Flächen nach Revieren und Pendlerregionen (siehe Abbildung 29) erlaubt weitere erste Rückschlüsse auf die unterschiedlichen Ausgangssituationen und die Herausforderungen der jeweiligen Flächen. Während im Helmstedter Revier (230 Flächen, 71 %) ein Großteil der Flächen in Kreise mit einem Fernpendleranteil von 7-9 % fällt¹⁸, liegt ein Großteil der Flächen in Mitteldeutschland (89 % der Flächen), der Region Lausitz (65 % der Flächen) und dem Rheinland (85 %) in Kreisen mit einem Fernpendleranteil zwischen 10-15 %. Insbesondere im Untersuchungsraum Lausitz (1.007 Flächen; 35 %) und im Mitteldeutschen Revier (433 Flächen; 11 %) fallen auch Flächen in Gebiete mit einem sehr hohen Anteil an Fernpendlern.

¹⁸ Fernpendler wurden in dieser Untersuchung als Pendler*innen mit einem Arbeitsweg von 50 km und weiter definiert.

5.2.2 Interviews zur Erfassung der aktuellen Gewerbesituation in den Regionen sowie künftiger Potentiale

Zur weiteren Erfassung der Gewerbesituation in den vier Revieren sowie zur Identifikation aktueller Herausforderungen und Entwicklungen wurden 29 Interviews mit Expert*innen aus den Untersuchungsregionen geführt. Aufgrund unterschiedlicher Organisationsformen, Netzwerke und für die Themenfelder Gewerbeflächen und Strukturwandel zuständiger Institutionen, wurde mit Expert*innen des Regionalmanagements, der regionalen Planungs- und Zweckverbände (Regionalverbände) sowie mit Stadtplanungsämtern und Wirtschaftsförderungen auf Kreis- und Gemeindeebene gesprochen. Auch wurden Gespräche mit Betreibergesellschaften verschiedener Technologie, Chemie- und Industrieparks geführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse hinsichtlich der Gewerbefächensituation und -Entwicklung in den Regionen dargestellt. Die im Rahmen der Interviews ebenfalls erhobenen Informationen zur aktuellen Förderkulisse und strukturpolitischen Bedarfen, die im Rahmen der Bewältigung des Wandels in den Regionen seitens der Praxisakteure als hilfreich angesehen wurden, werden an dieser Stelle nur indirekt ausgeführt und fließen an anderer Stelle (insbesondere AP 6) ein.

Durch die Unterschiede bezüglich Größe, administrativer Struktur und der Anzahl an Akteuren auf unterschiedlichen Ebenen in den Regionen, die sich im Rahmen der aktuellen Förderprogramme mit dem Thema Strukturwandel und Gewerbe beschäftigen, werden die Informationen für die vier Regionen im Folgenden teilweise in unterschiedlicher Detailtiefe vorgestellt. Insgesamt zeigte sich, dass revierweite Informationen zur Gewerbefächensituation auf Revierebene in einigen Regionen noch nicht umfassend vorliegen und aktuell noch erhoben oder aggregiert werden. Die folgenden Ergebnisse beruhen daher insbesondere auf Informationen zu relevanten Gewerbe- und Industrieflächen mit regionaler Strahlkraft, die von verschiedenen Akteuren innerhalb der Regionen genannt wurden.

Insgesamt konnten die Ergebnisse der vorangegangenen Betrachtung bestätigt und um weitere Aspekte bezüglich der regionalen Herausforderungen und aktuellen Entwicklungen vor Ort ergänzt werden. Zusätzlich ermöglichten die Interviews eine detailliertere Darstellung der regional doch sehr unterschiedlichen Entwicklungen und Herausforderungen, sowie zur Rolle einzelner Gewerbe- und Industrieflächen mit (über-)regionaler Bedeutung.

Eine Übersicht über die im Rahmen der im Arbeitspaket 4 geführten Interviews findet sich im Anhang A.5

Helmstedter Revier

Das Helmstedter Revier zeichnet sich im Vergleich der Regionen insbesondere dadurch aus, dass die Braunkohlewirtschaft nur eine geringe Rolle spielt. Gleichzeitig wird die Entwicklung der Gesamtregion insbesondere durch die zentrale Lage begünstigt. Neben wirtschaftsstarken industriellen Zentren gibt es jedoch auch in der kleinsten der vier Regionen ländlichere Kreise und Gemeinden, die bereits in der Vergangenheit durch den Bedeutungsverlust der Braunkohleindustrie geprägt sind und negative Entwicklungen wie z. B. Abwanderungstendenzen aufzeigen. Gerade in diesen spielt die Altlastensanierung und Nachnutzung der Tagebaufolgelandschaften eine wichtige Rolle für die zukünftigen Entwicklung.

Gewerbefächensituation

Die Gewerbefächensituation im Helmstedter Revier ist durch eine zweiteilige Ausgangslage gekennzeichnet: So gibt es insbesondere im nordwestlichen Teil der Untersuchungsregion – allem voran in den Zentren Wolfsburg und Braunschweig – eine hohe Nachfrage nach Gewerbeflächen, jedoch kaum Flächenreserven (H1, H2, H4). Hintergrund dessen ist ein vorwiegender Fokus auf

die Erschließung von Wohnbauflächen in den letzten Jahren, auch wurden Wachstumsprognosen in der Bevölkerungsentwicklung übertroffen (H1). Gewerbeflächen werden hierbei einerseits durch Zulieferbetriebe der Automobilindustrie, durch die zentrale Lage entlang der BAB 2 und 39, aber auch zunehmend durch Logistikbetriebe nachgefragt (H1, H2). Auch spielen industriennahe Dienstleistungen eine Rolle, so dass z. B. auch die VW Finance als Betreiber von Rechenzentren als wichtiger Arbeitgeber mit 5.000 Beschäftigten in der Region genannt wurde (H6). Braunschweig (H5, H6) aber auch Wolfenbüttel (H3) spielen weiterhin eine Rolle als Hochschul- und Forschungsstandorte.

Im Vergleich zur hohen Nachfrage und Auslastung in den Zentren, verfügen insbesondere die angrenzenden Landkreise über Gewerbeflächenreserven (H2, H4). Diese wurden in der Vergangenheit aufgrund fehlender regionaler Koordination von Ansiedlungsanfragen insbesondere seitens internationaler, ansiedlungswilliger Unternehmen aus Zulieferbranchen wenig beachtet (H1). Andere Teile wie z. B. der Süden des Landkreises Helmstedt hingegen sind weniger direkt angebunden und somit nur bedingt für sich neu ansiedelnde größere Unternehmen geeignet (H2).

In den an das Untersuchungsgebiet angrenzenden Landkreisen und Gemeinden zeigt sich eine ähnliche Situation mit ebenfalls wachsenden Kommunen und Industriestandorten mit Strahlkraft wie Salzgitter und Peine (H1, H3, H7) und ländlicheren Regionen, welche als Flächenreserven und für Zulieferbetriebe interessant sind (H3, H4).

Entwicklungen in der Region

Aufgrund des vor Ort bereits vollzogenen Ausstiegs aus Braunkohletagebau und -verstromung (zuletzt am Standort Buschhaus), der damit einhergehenden geringen Anzahl in diesem Feld beschäftigter, werden innerhalb der Gesamtregion durch das Ende des Braunkohletagebaus keine größeren Herausforderungen erwartet. So sind keine Betriebe in direkter Abhängigkeit von den Kraftwerken bekannt (H1, H2, H3, H4). Mit der 2024 durchgeführten Stilllegung des Steinkohlekraftwerks Mehrum (H1, H3) im benachbarten Landkreis Peine entwickelt sich die ehemalige Energieregion somit weiter in Richtung einer Energienachfrageregion (H1). Da insbesondere die Automobilindustrie eine große Rolle in der Region spielt (H3, H6), werden z. B. Veränderungen in dieser Branche als bedeutsamer angesehen als der Ausstieg aus der Kohleverstromung.

Der in der Region bereits vollzogene Ausstieg aus der Braunkohleförderung und Verstromung zeigt jedoch exemplarisch auch Pfadabhängigkeiten sowie deren Folgen aufgrund des Ausstiegs aus der Kohleverstromung auf: Während Büddenstedt einst als reichste Gemeinde Niedersachsens galt, geriet diese aufgrund der fehlenden Gewerbesteuererinnahmen des lokalen Kraftwerks Offleben bzw. Buschhaus in finanzielle Schwierigkeiten und wurde infolge als Ortsteil in die Stadt Helmstedt eingemeindet (H1). Auch darüber hinaus ist der Süden des Kreises Helmstedt von Wegzug geprägt, während der besser an die Zentren angebundene nördliche Teil starke Pendlerströme in die Zentren aufweist (H2).

Insbesondere die Kraftwerksstandorte werden im Rahmen der Energiewende als Potentialflächen angesehen: Am Standort Buschhaus wurde ein Ersatzbrennstoffkraftwerk der EEW installiert (H2, H3), welches 2023 um eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage ergänzt wurde. Die vorhandene Infrastruktur am Standort und Anbindung an Schienen- und Übertragungsnetz werden als Grundlage für die Ansiedlung von Unternehmen in den Bereichen Wasserstoff- und Energiewirtschaft aber auch Industrieunternehmen im weiteren Sinne gesehen (H2, H3). Insbesondere zur Wasserstoffwirtschaft gibt es in der Region bereits Anknüpfungspunkte, so sind im benachbarten Salzgitter bereits Unternehmen ansässig, die in diesem Feld tätig sind oder Anknüpfungspunkte aufweisen wie z. B. Siemens oder Alstom, aber auch für die Stahlindustrie gewinnt Wasserstoff an Bedeutung (H1, H3, H5).

Sowohl an ehemaligen Kraftwerks- und Industriestandorten als auch auf ehemaligen Tagebauflächen sind für die zukünftige Entwicklung der Flächen jedoch auch Altlasten zu beachten (H1, H7). So eignen sich ehemalige Tagebaue nur bedingt für gewerbliche Nutzung, z. B. durch Gewächshäuser (H3). Weiterhin sind die Flächen nicht in kommunalem Besitz, so dass kein direkter Zugriff besteht (H2). Darüber hinaus wird in den tagebaunahen Gemeinden der Region die Vereinbarkeit von industrieller und touristischer Ausrichtung als Herausforderung gesehen (H3). Insbesondere die Verfügbarkeit von Fachkräften in der Region wird als weitere Herausforderung gesehen.

Aktuelle Lösungsansätze

Die Region zeichnet sich insbesondere durch regionale Lösungsansätze für die aktuellen und anstehenden Herausforderungen aus. So wurde als Reaktion auf den Bedarf an Fachkräften in der Region und zur besseren Koordinierung des Ansiedlungsmanagements die „Allianz für die Region“ gegründet (H1, H3). Als Industriestandort steht die Region Braunschweig mit anderen Standorten in Niedersachsen und Deutschland aber auch international in der Konkurrenz (H1, H3). Standortmarketing, Fachkräfteinitiativen aber auch eine regionale Koordination hinsichtlich der Gewerbeflächenentwicklung werden daher als Lösungsansätze in der Allianz gebündelt. Auf regionaler Ebene wurde weiterhin ein „Konzept regionalbedeutsamer Gewerbestandorte“ (KoReG) erstellt (H3), welches neben Flächenpotentialen im Großraum Braunschweig auch die Verfügbarkeit von Fachkräften aufgreift.

Insbesondere hinsichtlich der Ansiedlung von Unternehmen in der Region wird die Allianz als erfolgreich angesehen: Während sich internationale Unternehmen in der Vergangenheit häufig in anderen Teilen Europas angesiedelt haben, wenn in Wolfsburg oder Braunschweig keine geeigneten Flächen verfügbar waren, wird durch die Allianz für die Region als sogenannte „Peering Stelle“ versucht, Investoren und Gemeinden in der Region zusammenzubringen, um geeignete Gewerbestandorte im Umland zu finden (H1). Insbesondere für internationale Unternehmen sind die benachbarten Gemeinden und Kreise häufig unbekannt und wurden bei der Standortsuche trotz guter Anbindung zwischen (z. B. Helmstedt und Braunschweig) häufig nicht beachtet. Mithilfe des zentralen Peerings von Anfragen konnten jedoch in den vergangenen Jahren verschiedene Unternehmen aus Zulieferbranchen aber auch anderen Bereichen in der Region angesiedelt werden, wodurch neue Arbeitsplätze auf verschiedenen Ausbildungsebenen geschaffen werden konnten (H1, H3).

Insbesondere als Reaktion auf die Knappheit von Gewerbeflächen setzen die Gemeinden Wolfsburg und Braunschweig in den letzten Jahren verstärkt auf interkommunale Lösungen mit den benachbarten Landkreisen (H2, H3, H4, H6): So wurde in den letzten Jahrzehnten der Gewerbepark „Waller See“ der Stadt Braunschweig und des Landkreises Gifhorn entwickelt. Weitere interkommunale Entwicklungen wurden in den letzten Jahren angestoßen, jedoch nicht immer umgesetzt. Aktuell gibt es wieder verstärkt Planungen für neue interkommunale Gebiete der Stadt Braunschweig mit Wolfsburg, oder auch dem Landkreis Helmstedt – teilweise sollen hierzu die Fördermittel für den Kohleausstieg eingesetzt werden (H3). Bei der Entwicklung und der Erschließung der Flächen werden Synergien genutzt, so dass die flächenknappen, verwaltungsstärkeren und größeren Gemeinden die Planung übernehmen und die kleineren Gemeinden die Flächen zur Verfügung stellen.

Durch die Flächenknappheit und hohe Nachfrage gewinnen Bestandspflege, Innenentwicklung und Nachverdichtung als Lösungsansätze in den Zentren wie Braunschweig zunehmend an Bedeutung (H4, H6). So wird die Einbindung von Produktion in die Stadt diskutiert (H6), auch werden kleinere Ansiedlungen beispielsweise auf dem Forschungsflughafen eng betreut (H5), um

den konkreten Flächenbedarf der Unternehmen zu ermitteln. Insbesondere kleinere und mittelständische Unternehmen ohne eigene Ansiedlungsexpert*innen überschätzen häufig den Flächenbedarf für neue Standorte, so dass der enge Austausch hierzu eine Möglichkeit zum Einsparen von Flächen darstellt (H4, H5). Des Weiteren wurde im Rahmen der Bestandspflege im Jahr 2020 damit begonnen, das Thema der „Betriebsnachbarschaften“ aufzugreifen. Es wurden erste Gewerbegebietsgespräche in Gewerbegebieten durchgeführt, um benachbarte Betriebe miteinander bekannt zu machen und gemeinsame Lösungen für Problemstellungen zu suchen (H1, H4). Während das Thema der „Betriebsnachbarschaften“ in verschiedenen Gebieten durch die Allianz und die Gemeinden adressiert wird, gibt es – abgesehen vom Clustermanagement am Forschungsflughafen (H5) – keine Gewerbegebietsmanager mit Fokus auf einzelne Gebiete. Der Ansatz wird zwar aktuell in der Region diskutiert und als zielführend betrachtet, doch ist die Finanzierung solcher Stellen unklar (H4). Vor dem Hintergrund der Flächenknappheit gibt es weiterhin auch Überlegungen dahingehend, wie Gemeinden den Zugriff auf Flächen sichern können, beispielsweise durch Erbpachtgrundstücke wie es sie z. B. am Forschungsflughafen oder auch am Hafen Braunschweig gibt (H4, H5, H6).

Rheinland

In den Gesprächen mit Akteuren auf regionaler Ebene im Rheinland wurde die Sonderposition des Reviers im Vergleich mit den anderen Regionen im Wandel verdeutlicht (R1, R4, R8). Aufgrund der hohen Anzahl Beschäftigter in der Kohlewirtschaft werden mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung einerseits starke Auswirkungen in Form von Arbeitsplatzverlust in Teilen der Region erwartet (R5, R8). Als Wachstumsregion, Teil der Metropolregion Rheinland und Hochschul- und Forschungsstandort gibt es andererseits auch große Potentiale, den Wandel in der Region aufbauend auf dieser Ausgangssituation zu gestalten (R1, R3, R4). Auch durch im Rahmen des Kohleausstiegs freiwerdende Flächen (R4). Insbesondere durch die Gespräche mit kommunalen Akteuren wurde jedoch ersichtlich, dass die Ausgangslage innerhalb der Region sehr heterogen ist, da verschiedene Gemeinden und Kreise aufgrund der lokalen Wirtschaftsstruktur, Kraftwerks- und Tagebaunähe unterschiedlich starke Auswirkungen des Ausstiegs aus der Braunkohlewirtschaft erwarten (R5, R8).

Gewerbeflächensituation

Die Gewerbeflächensituation im Rheinischen Revier ist durch eine heterogene Ausgangslage gekennzeichnet (R2). In den Gesprächen wurden verschiedene strukturell relevante Gewerbegebiete und Technologieparks genannt, die durch kleinere, eher mit Handelsbetrieben und Handwerk besetzte Gebiete in städtischen Lagen ergänzt werden und sich innerhalb der Region verteilen (R2, R3).

Insgesamt gibt es geringe Flächenreserven in der Region, da diesbezüglich in der Vergangenheit kaum vorgesorgt wurde: Einerseits ist dies auf die Haushaltslage der Gemeinden zurückzuführen, andererseits aber insbesondere auch darauf, dass die Bedarfsflächenermittlung auf als Fortschreibung der Entwicklungen in den vergangenen Jahren erfolgt ist (R2, R7). Um den strukturellen Bruch durch den Verlust von Arbeitsplätzen in der Braunkohlewirtschaft abzufangen, gilt es aber Unternehmen anzusiedeln und Arbeitsplätze zu schaffen, woraus sich in Zukunft ein höherer Bedarf an Flächen für Neuansiedlungen ergibt (R2). Da Planungsprozesse sich als langwierig gestalten, gilt es also heute schon neue Flächen zu schaffen (R2, R4, R5). So werden Bedarfe für Gewerbeflächen in den Gemeinden im Rahmen des aktuell laufenden Verfahrens für einen neuen Regionalplan geäußert.

Betrachtet man einzelne Teilregionen des Reviers zeigt sich, dass die Kreise und Gemeinden jedoch unterschiedlich stark von der Flächenknappheit betroffen sind. Auch unterscheiden sich die Gründe für diese Ausgangssituation. Insbesondere in der Stadt Aachen gibt es eine starke

Nachfrage nach Gewerbeflächen und kaum Flächenreserven für größere Ansiedlungen (R3). Als Hochschul-, Technologie- und Forschungsstandort spielen insbesondere Ausgründungen, Start-Ups und junge Unternehmen eine wichtige Rolle im lokalen Ökosystem, da Unternehmensgründungen durch die Hochschulen und 13 Technologiezentren in der Region unterstützt werden (R3, R4). Durch die Knappheit an Flächen im Aachener Raum wird jedoch befürchtet, dass diese jungen Unternehmen nach erfolgreicher Gründung die Region verlassen, da an anderen Standorten bessere Chancen für wachsende Unternehmen gegeben sind (R8). In Gemeinden, welche näher an dem Metropolraum Köln-Düsseldorf liegen fehlt es an Flächenreserven für die Ausschreibung neuer Gewerbestandorte oder -flächen (R2, R5). In diesen spielt insbesondere die Nachfrage nach Flächen von Unternehmen eine Rolle, die aus dem Raum Köln stammen aber wegen dort ebenfalls knapper Flächen neue Standorte zur Erweiterung suchen. Beide Entwicklungen, die Flächenknappheit in Aachen aber auch die Nachfrage aus dem Raum Köln, führen dazu, dass mittlerweile auch Gewerbeflächen in kleineren Gemeinden nachgefragt werden, sobald diese über eine ausreichende Anbindung an das Verkehrsnetz verfügen. So entwickeln sich z. B. die Gewerbestandorte Langerwehe und Merzenich stark, seit es einen Bahnhof und guten Anschluss an das Autobahnnetz gibt (R2). Durch den Braunkohletagebau fehlt es jedoch auch kleineren Gemeinden im Kernrevier an Gewerbeflächen, um neue Arbeitsplätze abseits des Tourismus schaffen zu können: So verlieren Gemeinden durch die überwiegend touristische Nutzung der ehemaligen Tagebaue als Seen an Flächen (R2). Dadurch, dass die Tagebauflächen unter Bergrecht und im Besitz der RWE sind, gibt es weiterhin auch keinen direkten Zugriff der Kommunen auf diese, was präventive Ansätze für den Strukturwandel erschwert (R2, R5, R8).

Entwicklungen in der Region

Als größte deutsche Braunkohleregion mit vielen Beschäftigten in der Braunkohlewirtschaft stellt der Ausstieg aus der Braunkohleverstromung insbesondere tagebaunahe Kommunen der Region vor Herausforderungen (R5, R8). Als altindustrielle Region gab es bereits in der Vergangenheit Brüche in der Wirtschaftsstruktur in Teilen der Region – beispielsweise den Ausstieg aus dem Steinkohlebergbau in Eschweiler oder dem Bedeutungsverlust der Papierindustrie in Düren (R2, R8). So gibt es in der Wirtschaftsregion aus der Vergangenheit bereits Erfahrungen mit Wandels- und Diversifizierungsprozessen von Zulieferbetrieben (R2). Insbesondere in den tagebaunahen Gemeinden findet sich jedoch in der Bevölkerung weiterhin eine starke Unterstützung für die Braunkohleindustrie als wichtigsten Arbeitgeber (R8).

Die Gesamtregion ist insbesondere durch die diversere Struktur und als Wachstumsregion insgesamt gut für eine Bewältigung des Wandels aufgestellt, so gibt es z. B. im Umkreis von 75 km um den Kreis Düren 8 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner und auch der Kreis selbst wächst stark (R1). In Verbindung mit der Forschungs- und Hochschulstruktur gibt es weiterhin einen starken Technologie- und Dienstleistungssektor (R4).

Tagebaunahe Kommunen können die indirekten Auswirkungen nur bedingt abschätzen. Während die direkten Beschäftigte der Braunkohleindustrie teilweise in den Ruhestand gehen oder zur Renaturierung und Bewirtschaftung der Tagebaufolgelandschaften weiterbeschäftigt werden, ist unklar wie stark Zulieferbranchen und Betriebe betroffen sind und wo diese liegen (R2, R5, R8). Dadurch, dass verschiedene Dienstleistungen und Handwerksaufgaben seitens der Tagebau- und Kraftwerksbetreiber zunehmend durch Unteraufträge bezogen wurden, wird erwartet, dass neben verschiedensten Handwerksbetrieben auch Betriebe im Reinigungs- oder Gastronomiegewerbe betroffen sind. Den Gemeinden liegen jedoch keine Daten dazu vor, welche Betriebe wie stark mit der Kohlewirtschaft verbunden sind (R2, R5, R8). Eine zentrale Aufgabe besteht daher darin, Abhängigkeiten zu erheben und mit den betroffenen Betrieben nach Lösungen zu suchen. Insbesondere für mittelständische Betriebe ist die Betriebsaufgabe häufig keine Op-

tion, so dass diese durch das Förderraster fallen, weil sie einerseits im Vergleich zu großen Betrieben keine Insolvenz anmelden oder sich frühzeitig darum bemühen, sich zu diversifizieren, was sie ebenfalls für Hilfen disqualifizieren könnte (R8).

Abgesehen von Zulieferbetrieben und Papierbetrieben im Kreis Düren, welche auf Braunkohle als Energieträger zurückgreifen (R2, R8), konnten mit Ausnahme einzelner landwirtschaftlicher Betriebe, wie eines Gewächshauses, welches Wärme durch das Kraftwerk Neuenrath bezieht (R6), keine größeren Unternehmen identifiziert werden, die direkt an die Kraftwerke gekoppelt sind (R1, R2, R3, R5, R8). Trotzdem spielt die Bereitstellung von Fernwärme durch Braunkohlkraftwerke teilweise in kraftwerksnahen Gemeinden eine Rolle – auch bei der Versorgung von Gewerbestandorten (R8). Indirekt betroffen sind aber in Zukunft insbesondere Kieswerke, welche an den Tagebauen entstehen und die Bauindustrie versorgen, so dass insbesondere für die Baustoffversorgung langfristig auch neue Wege durch Recycling-Lösungen gesucht werden müssen (R8). Nachhaltiges und ressourceneffizientes Bauen werden insgesamt als Zukunftsbranche in der Region angesehen (R1, R2, R5, R8).

Durch die Hochschulen gibt es in der Region eine hohe Verfügbarkeit von Fachkräften, die Herausforderung liegt daher nicht darin diese zu gewinnen, sondern sie in der Region zu halten (R4, R3). Weiterhin gibt es verschiedene Überlegungen dahingehend, Fachkräfte aus der Braunkohlewirtschaft in neuen Industriezweigen unterzubringen, beispielsweise in der Lasertechnik (R3).

Aktuelle Lösungsansätze

In der Region gibt es aktuell verschiedene Lösungsansätze im Bereich der Gewerbeflächenentwicklung, welche auch zur Bewältigung des Strukturwandels gedacht sind.

Um neue Gewerbeflächen zu schaffen und die Potentiale der aktuellen Kraftwerks- und Tagebaustandorte zu nutzen, gibt es Kooperationen zwischen RWE als Flächenbesitzer und den Gemeinden auf deren Gebiet die Flächen liegen. So soll insbesondere der Standort Eschweiler nach einem Satellitenkonzept entwickelt werden, welches weiterhin den Brainergy Park Jülich als Gewerbegebiet mit Fokus auf den Energiesektor sowie Aldenhoven und Baesweiler mit Fokus auf den Automotive Bereich umfasst (R2). Am Standort Langerwehe soll hierbei weiterhin ein interkommunales Gewerbegebiet entwickelt werden, bei welchem RWE den Kauf und die Vermarktung der Flächen übernimmt. Die Gemeinden haben keinen direkten Einfluss auf die Entwicklung, profitieren jedoch anschließend von Gewerbesteuererträgen (R2). Insgesamt werden interkommunale Gewerbegebiete als wichtige Lösung angesehen (R2, R3, R4, R8) – auch um Gemeinden, die aufgrund der Tagebauseen in Zukunft über keine eigenen Flächen mehr verfügen, miteinzubeziehen (R2).

Einen innovativen Ansatz zur interkommunalen Entwicklung von Gewerbeflächen stellt hierbei der „Städteregionale Gewerbeflächenpool“ der Städteregion Aachen dar (R3, R4, R8): Verschiedene Gemeinden bringen sowohl Flächen als auch Nachfrageprognosen in einen Pool ein. Bei der Entwicklung der Flächen profitieren somit die Gemeinden mit Flächenreserven von der Nachfrage nach diesen Flächen. Aachen als Stadt ohne Flächenreserven aber mit hoher Nachfrage profitiert davon, Unternehmen in der Region halten zu können. So bringen insbesondere die Gemeinden Würselen und Eschweiler aber auch Herzogenrath Flächen ein, während Aachen und Stolberg ihre Nachfrage in den Pool einbringen. Auch werden durch die Gemeinde Roetgen Ausgleichsflächen in den Pool miteingebracht. Die Entwicklung wie auch die Aufteilung der Gewerbesteuer wird dabei durch ein Quotensystem geregelt. Während in verschiedenen Gesprächen in der Gesamtregion ein gewisses Konkurrenzdenken zwischen Gemeinden in der Vergangenheit attestiert wurde (R1, R2, R4, R8), soll so eine gemeinsame Herangehensweise an die Gewerbeflächenentwicklung geschaffen werden, von welcher die unterschiedlichen Gemeinden im Einzelnen aber auch die Stadtregion Aachen als Ganzes profitieren.

Im Rahmen der aktuellen Förderkulisse sollen weiterhin auch Lösungen für die Entwicklung und den Betrieb nachhaltiger Gewerbegebiete geschaffen werden. Hierbei ist einerseits der Brai-nergy Park Jülich (R2, R8) als vernetzter Standort für Erneuerbare Energien zu nennen. Andererseits soll das bisher insbesondere im Wohnbaubereich erprobte „Faktor X Konzept“ auf Gewerbeimmobilien und -parks übertragen werden (R1, R2, R3, R8): Ziel ist es, ein nachhaltiges Konzept für Gewerbegebiete zu entwickeln was neben Immobilien auch die Flächen und gesamte Infrastruktur umfasst. Um Unternehmen und Gemeinden den Mehrwert einer solchen Entwicklung aufzuzeigen, soll daher am Standort Eschweiler mit einem neuen Standort für ein Technologiezentrum ein Prototyp geschaffen werden, an welchem Lösungen erprobt und präsentiert werden können.

Mitteldeutschland

Das Mitteldeutsche Revier stellt mit knapp 1.800 Beschäftigten (M7) in der Braunkohleindustrie eine Region dar, in der verschiedene Landkreise und Kommunen direkt vom Ausstieg aus der Braunkohleverstromung betroffen sind, aber auch Teile, die bereits durch Abwanderungsprozesse in der Vergangenheit und den demografischen Wandel vor Herausforderungen stehen (M2, M5, M7). Zugleich gibt es jedoch auch wachsende Zentren wie Leipzig (M1, M3, M7). Zudem wurde seitens der Akteure vor Ort die erfolgreiche Diversifizierung der Wirtschaftsstruktur in den vergangenen Jahrzehnten hervorgehoben, die als wichtiger Faktor für die Resilienz der Region beschrieben wird (M1, M3). Aufgrund dessen und insbesondere aufgrund der positiven Entwicklung des Wachstumskerns Leipzig in den letzten Jahren wurde seitens der Akteure auf regionaler und kommunaler Ebene im Rahmen der Gespräche der Hinweis eingebracht, dass Mitteldeutschland hinsichtlich der Ausgangssituation besser aufgestellt ist, als die Lausitz, da Substitutionseffekte erwartet werden, sich der Wandel jedoch stärker bemerkbar machen wird, als es im Rheinischen Revier der Fall sein wird (M1, M2, M3, M6).

Gewerbeflächensituation

In den letzten Jahrzehnten gab es in der Region eine starke Diversifizierung in der Wirtschaftsstruktur. In Leipzig spielen hierbei insbesondere die Automotive Industrie sowie Logistik eine wichtige Rolle, die Branchenstruktur ist jedoch weitestgehend diversifiziert. Insbesondere durch die gute Anbindung an Bundesautobahn, Schiene und Luftverkehr stellt Leipzig daher einen wichtigen Wachstumskern in Ostdeutschland dar (M1). In Halle hingegen spielt der Dienstleistungssektor (etwa 80 % der Betriebe) und in diesem insbesondere Call-Center eine große Rolle (M4). Gewerbestandorte mit regionaler Strahlkraft gibt es weiterhin auch abseits der Zentren, in Form der Chemieparks Leuna, Zeitz und Bitterfeld-Wolfen, Schkopau und Böhlen-Lippendorf (M2, M5, M6). Im südlichen Teil der Region sind weiterhin verschiedenste Unternehmen aus der Nahrungsmittelindustrie ansässig (M7). Auch gibt es starkes Wachstum im Logistiksektor in der Region (M2, M7, M8).

Die Gewerbeflächensituation im Mitteldeutschen Revier wird als heterogen beschrieben: So gibt es einerseits eine hohe Nachfrage nach größeren Flächen innerhalb der Zentren, insbesondere in Leipzig und Umgebung. In den letzten 20 Jahren wurden insbesondere in der Region Leipzig Flächen auf der grünen Wiese entlang der Bundesautobahnen entwickelt, wodurch große Ansiedlungen schnell umgesetzt werden und sich die Region gegen andere Standorte in Europa durchsetzen konnte (M3). Mittlerweile sind die Flächen im Raum Leipzig mit direkter Autobahnanbindung jedoch erschöpft, so dass nun teilweise Entwicklungen in zweiter Reihe stattfinden (M3). Auch sind die Böden in der Region häufig von hoher Qualität für landwirtschaftliche Nutzungen (M3), eine weitere Ausschreibung von Flächen entlang der Autobahnen, die aufgrund der zentralen Lage Mitteldeutschlands insbesondere auch durch Logistikunternehmen nachgefragt werden, ist somit nicht mehr in der Form möglich, wie es in der Vergangenheit der Fall war. Auch

Bodenspekulationen spielen im Raum Leipzig zunehmende eine Rolle, wenn es um die Ausschreibung von Gewerbeflächen geht (M3).

Die Gewerbegebiete wie auch die Chemieparks der Region sind historisch gewachsen oder wurden nach der Wende seitens der Treuhand und der Kommunen neu strukturiert (M1, M5, M6, M7). Bezüglich der Gewerbeflächen hat dies zu einer unübersichtlichen und kleinteiligen Gemengelage geführt, sodass Grenzen zwischen Gewerbegebieten teilweise nicht ersichtlich sind und die einzelnen Flächen nicht dem heutigen Bedarf der Unternehmen entsprechen (M1). Insbesondere in diesen Bestandsgebieten sind kaum noch Flächenreserven vorhanden, so dass diese nur für die Erweiterung bestehender mittelständischer Betriebe, die in der Region meist nicht mehr als 10 Beschäftigte haben, in Frage kommen, für die Neuansiedlung größerer Betriebe aber meist nicht geeignet sind. (M1 M2, M7). Eine wichtige Rolle bei der Erschließung von neuen Flächen für Ansiedlungen im Rahmen des Strukturwandels spielen daher insbesondere ehemalige Industrie- und Tagebauflächen.

Entwicklungen in der Region

Mit dem Rückgang industrieller Arbeitsplätze in der Zeit nach der Wende hat die Region in den letzten 30 Jahren bereits einen Strukturwandel durchstehen müssen, durch welchem in Teilen der Region die Hälfte der Erwerbstätigen abgewandert ist. Durch den bevorstehenden Ausstieg aus der Braunkohleverstromung stehen vor allem tagebaunahe Teile der Region vor neuen Herausforderungen, so dass neben dem direkten Wegfall der Arbeitsplätze in der Braunkohleindustrie auch weitere Auswirkungen erwartet werden, beispielsweise der Wegzug von Familien, von denen ein Teil in der Braunkohlewirtschaft tätig war. Die Zentren der Region weisen durch die positive Entwicklung der letzten 20 Jahre eine diversifizierte Wirtschaftsstruktur auf (M1, M3). Auch sorgt das Wachstum der Zentren für eine Stärkung der angrenzenden Kreise, so dass beispielsweise der Burgenlandkreis auch für Einpendler aus und Auspendler nach Leipzig interessant ist (M7). Der Wegfall der ca. 1.800 Arbeitsplätze in der Braunkohleindustrie trifft somit insbesondere tagebaunahe, ländlichere Teile der Region (M2, M7).

Gleichzeitig bieten die Kraftwerks- und Tagebauflächen große Potentiale als Gewerbebestandorte, da sie gut erschlossen sind, große zusammenhängende Flächen aufweisen und zudem eine hohe lokale Akzeptanz für industrielle Nutzungen in der Bevölkerung besteht (M1, M5, M3, M7). Vor dem Hintergrund der hohen Nachfrage nach größeren Flächen für Neuansiedlungen gilt es daher, diese Flächen in Zukunft zu berücksichtigen. Eine Herausforderung hierbei stellt der fehlende direkte Zugriff auf die Flächen dar, da sie nicht in kommunaler Hand sind.

Die MIBRAG als zentrales Unternehmen der Braunkohlewirtschaft in der Region wird die Flächen voraussichtlich nicht aufgeben, da noch unklar ist wie sich das Unternehmen selbst entwickeln will (M7) und die Flächen auch zukünftig als Energiestandort nutzen möchte. Gleichzeitig sind die industriellen Flächen aufgrund der historischen Entwicklung und der Vernachlässigung durch die jeweiligen Eigentümer teilweise durch Altlasten belastet und bedürfen einer grundlegenden Sanierung (M1, M3). Denn die Sanierungsprozesse nach der Wende waren zumeist nur oberflächlich und erfüllen die Anforderungen aktueller Ansiedlungen nicht (M1). So führt die Sanierung von Standorten zu hohen Kosten, die es seitens der Kommunen zu tragen oder auf die ansiedelnden Betriebe umzulegen gilt (M1).

Der Ausstieg aus der Braunkohleverstromung stellt vorrangig Betriebe mit direkten wirtschaftlichen Verbindungen zu Kraftwerk und Tagebau vor Herausforderungen. Im Gegensatz zum Rheinischen Revier sowie der Region Helmstedt gibt es weiterhin eine starke Abhängigkeit verschiedener Unternehmen und Gemeinden die Fernwärme beziehen oder Beiprodukte wie z. B. REA-Gips verarbeiten. So werden Teile Leipzigs durch Fernwärme aus dem Kraftwerk Böhlen-Lip-

pendorf beheizt (M2, M7), im Chemiepark Schkopau gibt es enge Verbindungen zwischen Kraftwerk und Chemieindustrie (M2, M3). Insbesondere am Standort Böhlen-Lippendorf spielt die Verwertung von Rauchgasentschwefeltem Gips eine große Rolle, da hier jährlich ca. 1 Mio. Tonnen Gips verarbeitet werden, und auch weitere Unternehmen beziehen Abwärme und Prozessdampf (M3). Auch das Industriekraftwerk Wähltitz versorgt weiterhin nahegelegene Unternehmen mit Prozessdampf und Hohenmölsen sowie weitere Dörfer mit Fernwärme (M7). Darüber hinaus sind auch andere energieintensive Unternehmen betroffen, die eigene Braunkohlekraftwerke betreiben, wie z. B. das Werk Zeitz der Südzucker AG (M2, M7).

Um Ansiedlungen gemeinsam zu managen und Herausforderungen gemeinsam anzugehen, gibt es in der Region verschiedene regionale bzw. interkommunale Ansätze, wie z. B. interkommunale Kooperationsansätze bei der Gewerbeansiedlung (M1, M2), bestehende und geplante interkommunale Gewerbegebiete in Halle und im Burgenlandkreis (M4, M8, M7), aber auch regionale Ansiedlungsgesellschaften wie z. B. die InvestRegion Leipzig.

Insgesamt spielt im ländlichen Raum insbesondere der demographische Wandel eine große Rolle, während Leipzig, Halle und Magdeburg als Zentren auch jüngere Leute anziehen (M6). Eine weitere aktuelle Herausforderung stellt somit die Verfügbarkeit von Fachkräften dar. Während die Zentren hiervon weniger betroffen sind (M1) und auch die größeren Chemieparke wie Bitterfeld-Wolfen keine Probleme bei der Gewinnung von Fachkräften haben (M6), sind Teile der Region wie der Burgenlandkreis und gewisse Sektoren stärker betroffen. So gibt es in Halle einen Mangel an hochqualifizierten Fachkräften, auch gibt es insbesondere im Dienstleistungssektor Konkurrenz („Kannibalisierung“) zwischen den Betrieben um Fachkräfte im Bereich der Call-Center und Logistikbranche (M4, M8). Insbesondere Regionen, in denen es nach der Wende eine starke Abwanderung gab, sind zudem von Überalterung und fehlenden Arbeitskräften betroffen (M2).

Aktuelle Lösungsansätze

In der Region gibt es aktuell verschiedene Herangehensweise an die genannten Herausforderungen im Bereich der Gewerbeflächenentwicklung und Ansiedlung von Unternehmen.

Da die Entwicklung von Flächen in den nächsten drei bis fünf Jahren Grundlage für die Ansiedlungen zur Bewältigung des Strukturwandels in der Region bilden werden, wurde auf Revier-ebene ein Gewerbeflächenkonzept erstellt, welches Bestandsflächen erhebt und Bedarfe der nächsten zehn Jahre festschreiben soll (M7). Hierbei wurde durch die Kreise und Gemeinden ein Bedarf von insgesamt 442 ha angemeldet (M7). Weiterhin wird in der aktuellen Neuausschreibung des Regionalplans versucht Bodenspekulationen zu verhindern in dem Flächen nicht dezi- diert als Gewerbeflächen ausgeschrieben, sondern als konfliktfrei gezeichnet werden. Hiermit konnten insbesondere in der Vergangenheit gute Erfahrungen gemacht werden (M3).

Um den Flächenbedarf für Neuansiedlungen zu decken, wird momentan insbesondere die Weiterentwicklung von Bestandsgebieten und die Sanierung von Altindustriestandorten stärker berücksichtigt (M2, M3, M4). Trotz der damit verbundenen Herausforderungen gibt es hierbei auch Erfahrungen und Erfolge, beispielsweise durch die Sanierung ehemaliger Braunkohlestand- orte wie dem Industriepark Espenhain, der auf dem Gelände einer Braunkohleveredelung er- richtet wurde und dem angrenzenden ehemaligen Kraftwerksstandort Thierdorf (M3). So gibt es seit dem Anschluss der Flächen an das Autobahnnetz auch wachsendes Interesse am Standort. Aufgrund der hohen Akzeptanz der Industriestandorte in der Bevölkerung eignen sich diese für die Ansiedlung neuer Industriebetriebe (M7) - auch vor dem Hintergrund, dass insbesondere in der Region Leipzig häufig Verhinderungsbewegungen und Bodenspekulationen zu beobachten sind, die Neuansiedlungen erschweren (M3).

Es gibt weiterhin unterschiedliche Herangehensweisen an die Versorgung mit Fachkräften, so gibt es verschiedene regionale Stellenportale, die durch Wirtschaftsförderungen oder die Bundesländer betrieben werden. Weiterhin bieten Gemeinden „Relocation Services“ wie z. B. Unterstützung bei der Wohnungssuche oder die Bereitstellung von KiTa-Plätzen an, um Weggezogene die Rückkehr in die Region zu erleichtern (M4). So wird großes Potential in „Heimkehrern“ gesehen. Diese in angrenzenden Bundesländern Beschäftigten arbeiten in Branchen, die sich ebenfalls im Wandel befinden (z. B. Automobilindustrie). Mit sinkenden Beschäftigtenzahlen in diesen Wirtschaftszweigen und Neuansiedlungen in der Region wird auf eine Rückkehr dieser Beschäftigten, die aktuell nur am Wochenende bei der Familie sind und lange Wochenendfahrten in Kauf nehmen, gehofft. (M6). Insbesondere im Süden von Leipzig sollen ländlichere Räume durch den Ausbau des S-Bahn-Netzes besser angebunden werden, um auch so Fachkräfte für die Region gewinnen zu können (M7).

Es gibt weiterhin verschiedene Lösungsansätze um die Region auch in Zukunft als Energieregion aufzustellen. So sollen Gaskraftwerke Prozessdampfbedarfe sichern. In der Region gibt es starke Anknüpfungspunkte zur Wasserstoffindustrie (M2, M3, M5, M6, M7), die in Zukunft ausgebaut werden soll. Nachfrage nach Wasserstoff gibt es seitens der Chemieparks – mit steigender Verfügbarkeit soll der Wasserstoff dann auch zur Energieerzeugung in Gaskraftwerken (M2, M6, M7) genutzt werden. Als weitere Zukunftsbranchen wird neben der Bioökonomie, die vor Ort bereits vernetzt ist (M2, M6), des Weiteren insbesondere das Themenfeld Abfallverwertung und Recycling betrachtet.

Diese aber auch damit zusammenhängende Fragen und Lösungsansätze zur Schaffung neuer Verbindungswege zwischen den durch den Tagebau getrennten Kommunen sowie zur Nachnutzung der Tagebauflächen werden derzeit im Rahmen der Erarbeitung eines länderübergreifenden regionalen Entwicklungskonzeptes (LüREK) für die Kommunen und Kreise im südlichen Teil des Reviers diskutiert (M7, M9).

Lausitz

Der Strukturwandel stellt die Lausitz im Vergleich zu den anderen Regionen vor besondere Herausforderungen. Einerseits gibt es eine große Anzahl direkt in der Braunkohlewirtschaft Beschäftigter, andererseits sind große Teile der Region von Wegzug (L1, L2, L3) und Alterung (L5) betroffen. Weiterhin fehlt es aufgrund der ländlicheren Bevölkerungs- und Wirtschaftsstruktur im Vergleich zu den anderen Regionen an größeren, gut angebundenen Zentren als Wachstumskerne.

Gewerbeflächensituation

Anknüpfend an die Wirtschafts- und Bevölkerungsstruktur spielen in der Lausitz Industrie- und Chemieparks und Gewerbegebiete mit mehr als 1.000 Beschäftigten eine wichtige überregionale Rolle, da in der Region insbesondere mittelständische Unternehmen und kaum große internationale Konzerne ansässig sind (L1). Die Chemie- und Industrieparks haben sich historisch aus alten Industriekombinaten entwickelt (L2), jedoch gibt es an den Standorten heute weit weniger Beschäftigte als dies vor der Wende der Fall war (L2, L3). Neben den Industrieparks Guben, Schwarze Pumpe und dem Chemiapark Schwarzheide (BASF) wurden hierbei insbesondere die Kraftwerksstandorte Boxberg und Jänschwalde als wichtige Industriegebiete genannt (L1, L3).

Wichtige weitere Gewerbestandorte in der Region sind das seit einigen Jahren wachsende Gewerbegebiet Kodersdorf in Görlitz sowie der Standort Kamenz, an dem eine große Batteriezellenfertigung angesiedelt wurde (L1, L5). Ergänzend gibt es zwei Technologiezentren in Cottbus und Wildau, wobei insbesondere das Technologiezentrum Cottbus eine gute Anbindung an

Hochschulen und außeruniversitäre Einrichtungen aufweist und somit auch für lokale mittelständische Unternehmen Mitnahmeeffekte erzeugt, beispielsweise hinsichtlich der Akquisition von Fördermitteln und Teilnahme an Forschungsprojekten (L2).

Die Industrie- und Gewerbestandorte der Region weisen im Vergleich mit den anderen Revieren eine indirektere Anbindung an das Bundesautobahnnetz auf, was zu einem hohen LKW-Aufkommen auf den Bundesstraßen führt (L3). Die Anbindung an den osteuropäischen Wirtschaftsraum (L1, L2), aber vor allem auch die Standortvorteile der Industrieparks, in denen es verschiedenste Angebote und Dienstleistungen für die ansässigen Unternehmen gibt (L1, L2, L3) und höhere Emissionen möglich sind (5), führen zu einem hohen Interesse von Unternehmen nach Flächen und einer guten Auslastung (L2, L3). In den Industrieparks fehlt es daher insbesondere an Flächenreserven für größere Ansiedlungen (L2, L3).

Entwicklungen in der Region

Der Ausstieg aus der Braunkohleverstromung stellt für die Kraftwerksstandorte der Region eine Herausforderung dar. So hängen beispielsweise in Boxberg 70-90 % der Arbeitsplätze direkt oder indirekt am Kraftwerk und den angrenzenden Tagebauen (L4). Auch handelt es sich bei den Arbeitsplätzen in der Braunkohleindustrie um sehr gut bezahlte Arbeitsplätze (L4). Obwohl ein großer Teil der Beschäftigten durch den Renteneinstieg sozialverträglich abgebaut werden soll (L3), wird dennoch die Gefahr eines Strukturbruchs gesehen (L3). Auch stellt die LEAG aktuell den wichtigsten Ausbildungsbetrieb der Region dar und unterhält Ausbildungsinfrastrukturen (L1, L3). Des Weiteren hat sich die Abhängigkeit einzelner Gemeinden in den letzten Jahren bereits durch die Folgen des Rückzugs von Vattenfall aus der Braunkohlewirtschaft gezeigt: Für die dadurch entstandene Rückzahlung von Gewerbesteuer mussten Gemeinden Kredite aufnehmen, wodurch sie sich nun in der Haushaltssicherung befinden (L4).

In der durch Tagebaue geprägten Energieregion gibt es weiterhin Befürchtungen, dass durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung zusätzliche Folgekosten entstehen, die nicht durch die Bergbauunternehmen getragen werden. So zeigte sich bereits nach der Wende eine starke Abhängigkeit des Wasserspiegels in der Region von den Pump- und Aufbereitungsprozessen der Tagebaue (L4). Bereits jetzt gibt es Herausforderungen durch den sinkenden Wasserspiegel in der Region, insbesondere auch bei der Sanierung von belasteten Böden aus der Vergangenheit (L4).

Der Strukturbruch in den 1990er Jahren hat insbesondere an den Industriestandorten zu einem starken und langjährigen Rückgang der Beschäftigtenzahlen geführt, die erst in den letzten Jahren wieder angestiegen sind. So gibt es aktuell ca. 5.500 Beschäftigte am Standort Schwarze Pumpe (1989: 16.000) und 1.500 von ehemals 6.000 Beschäftigten im Industriepark Guben (L2, L3). Im Rahmen eines erneuten Strukturwandels besteht die Gefahr, dass neue Herausforderungen für die kraftwerksnahen Industrieparks und Gewerbestandorte entstehen. An Industriestandorten ist die Sanierung von Altlasten zur Nutzbarmachung von Industriebrachen nach wie vor in unterschiedlichem Maße eine Herausforderung.

So gibt es an den Standorten Jänschwalde, Schwarze Pumpe und Boxberg verschiedene Unternehmen, die die Nebenprodukte der Kraftwerke direkt weiterverarbeiten (REA-Gips in der Gipsproduktion, Flugasche in der Porenbetonproduktion) (L3, L4). Weiterhin beziehen verschiedene Gemeinden und Unternehmen Fernwärme bzw. Prozessdampf durch die Kraftwerke (L1, L2, L4). Teilweise sind dies Anlagen der Kohlenwirtschaft wie z. B. zur Brikettveredelung, die im Rahmen des Kohleausstiegs ebenfalls an Bedeutung verlieren, in anderen Fällen jedoch auch produzierende Unternehmen oder Agrarbetriebe (L1, L3, L4). Auch wurden in den Gesprächen weitere Verbindungen vor Ort genannt wie z. B. zwischen Gips- und Papierindustrie (L3). Neben

verschiedensten Zulieferbetrieben für die Bergbauindustrie (L4, L5) gibt es weiterhin Abnehmerbetriebe, die z. B. Recycling der Bergbauanlagen betreiben (L2) oder Rohstoffe aus Abfall und Abwasser der Tagebaue gewinnen (L4).

Die starken Abhängigkeiten hierbei wurden bereits in den vergangenen Jahren durch den Corona-Lockdown ersichtlich: Durch die gesunkene Nachfrage nach Energie und die daraus resultierende reduzierte Leistung der Kraftwerke wurde die Gipsindustrie veranlasst, auf die Depots zurückgreifen, da die zuvor gleichmäßige Versorgung mit REA-Gips wegfiel (L4). Durch den hohen Anteil von Gips und Zement, der in der Region in kraftwerksnähe produziert wird, werden nach dem Ausstieg aus der Kohleverstromung auch Herausforderungen für die Bauwirtschaft erwartet, die auf Produkte wie Gips und Zement angewiesen ist (L4).

Die Verfügbarkeit von Fachkräften stellt in der Region eine weitere Herausforderung dar. So fehlt es beispielsweise an Fachkräften im Handwerk, die für die Übernahme der in der Wendezeit gegründeten Handwerksbetriebe notwendig wären (L2). Auch gibt es einen „Fachkräfte-Kannibalismus“ zwischen den Unternehmen. Betroffen sind auch die kommunalen Wirtschaftsförderungen und Industrieparkbetriebsgesellschaften, welche weitere Arbeitskräfte benötigen, um die anstehenden Aufgaben bewältigen zu können (L3). In vielen Bereichen kommen insbesondere in den grenznahen Regionen bereits Arbeitskräfte aus Osteuropa zum Einsatz (L2), da diese jedoch mobil sind, besteht die Gefahr, dass sie durch Ansiedlungen in anderen Regionen Brandenburgs (z. B. Tesla in Grünheide) ebenfalls langfristig abwandern könnten (L2). Für die Ansiedlung neuer Unternehmen bedarf es daher großer Anstrengungen, um Fachkräfte zu gewinnen – so war z. B. bei der Ansiedlung der Batteriezellenfertigung in Kamenz eine große Fachkräfteoffensive notwendig (L1). Aktuell gibt es insbesondere mit der LEAG als Ausbildungsbetrieb und Betreiber von Infrastruktur für Ausbildungen Kooperationen zur Fachkräftesicherung (L1). Die durch den Kohleausstieg freiwerdenden Fachkräfte werden als Potential für die Region gesehen – durch die Altersstruktur der Beschäftigten werden diese jedoch nicht ausreichen, um den Fachkräftemangel in der Region aufzuhalten (L5). Weiterhin werden durch die Umstrukturierung der Energieversorgung und die Neuausrichtung der Kohlewirtschaftsbetriebe auch hier Stellen erhalten bleiben (L5). Dadurch, dass der Ausstiegsprozess sich über 15 Jahren abspielen wird, werden sich auch Zulieferbetriebe umstrukturieren, so dass keine nennenswerte Zahl freierwerdender Fachkräfte für Neuansiedlungen zu erwarten ist (L5).

Insbesondere die Standorte der Kohleindustrie wie z. B. Kraftwerks- und Veredelungsstandorte bieten als Industriegebiete mit guter Infrastruktur Potential zur Nutzung für Zukunftsbranchen und Neuansiedlungen von Industrie. Während die Flächen der Kraftwerksbetreiber in den vergangenen Jahren teilweise auch durch das Industrieparkmanagement oder die lokalen Wirtschaftsförderungen mitvermarktet wurden, stehen diese jedoch aktuell nicht mehr zur Verfügung, da die Unternehmen die verbleibenden Flächen behalten wollen, um Kapazitäten für zukünftige Entwicklungspfade an den Standorten offen zu haben (L3, L4). Es gibt allerdings nur eine vergleichbar geringe Transparenz über konkrete Pläne für die Flächen (L3, L4), teilweise verlaufen auf diesen auch noch aktive Rohrleitungen die Alt- und Neuanlagen der Kraftwerke verbinden und neue Nutzungen erschweren (L4).

Aktuelle Lösungsansätze

In der Region werden aktuell verschiedene Lösungsansätze entwickelt oder bereits angewandt. Um die Anbindung der Industriestandorte in der Region zu stärken und dem Verkehrsaufkommen durch LKW entgegenzuwirken, verfolgt die Wirtschaftsregion Lausitz das Ziel, den LKW-Verkehr besser zu organisieren und den Schienenverkehr auszubauen (L1, L2, L3). Hierzu gab es in den letzten Jahren verschiedene Studien und Erhebungen. So wurden z. B. in Schwarze Pumpe automatisierte LKW-Terminals errichtet, welche den Verkehr lenken zusätzlich gab es

am Standort eine Potentialstudie für ein Containerverladeterminale (L3). Ergänzend gab es für die Region Potentialstudien zum intermodalen Güterverkehr sowie Diskussionen um den Ansatz eines flexiblen und multimodaler Güterumschlagplatzes unter dem Titel „Smart Cargo Station“ (L1).

Aufgrund der Nachfrage nach Flächen in den Industrieparks sind in Schwarze Pumpe und Guben Erweiterungsflächen in der Entwicklung, welche teilweise auf benachbarten, neu ausgewiesenen Flächen teilweise auf belasteten Industriebrachen entstehen sollen (L2, L3). So gibt es auch 30 Jahre nach der Wende noch marode Strukturen und belastete Böden, die aktuell abgerissen oder revitalisiert werden, um neue Flächen verfügbar zu machen (L3).

Um die Region für Neuansiedlungen interessanter zu machen und die Verfügbarkeit von Fachkräften zu verbessern, gibt es weiterhin verschiedene Initiativen und Kooperationen auf lokaler und regionaler Ebene. So wurde 2020 ein Gründerzentrum „Dock 3“ in Schwarze Pumpe errichtet, welches mittlerweile bereits vollständig vermietet ist (L3). Gleichzeitig gibt es verschiedene Fachkräfteinitiativen, die von Kommunen aber auch Unternehmen gestartet werden (L1).

Um die Energieregion auf den Ausstieg aus der Kohleverstromung vorzubereiten und auch Energieintensive Wirtschaftszweige halten zu können, werden aktuell neue Lösungen zur Energieversorgung erprobt und geplant. So wurde am Standort Schwarze Pumpe seitens der LEAG in einen Batteriespeicher (Big-Battery-Box) investiert, der Systemdienstleistungen zur Stromnetzstabilisierung erbringen kann. Die ehemals vom Prozessdampf des Braunkohlekraftwerks Schwarze Pumpe abhängige Papierfabrik hat in den letzten Jahren aus Kostengründen in ein eigenes Ersatzbrennstoffkraftwerk investiert, was als Müllverbrennungsanlage dient, aber auch Reststoffe aus der Papierproduktion thermisch verwertet (L1). Am Standort Boxberg wird aktuell eine Klärschlammmonoverbrennungsanlage zur thermischen Verwertung von Klärschlämmen gebaut, welche aktuell anteilig (zu 5 %) noch im Braunkohlekraftwerk mitverwertet werden (L4). Des Weiteren gibt es in der Region aktuell Projektideen in den Bereichen Bioraffinerie und Biogaserzeugung (L3). Zur Sicherung der Fernwärmeversorgung von Gemeinden wird zudem die Nutzung von See-Thermie auf Tagebaufolgefleichen diskutiert (L1).

Eine weitere Zukunftsbranche stellt die Wasserstoffwirtschaft dar, so wird aktuell am Standort Schwarze Pumpe eine modulare Anlage zur Wasserstoffsynthese geplant. Langfristiges Ziel soll neben dem Betrieb auch die Schaffung von neuen Arbeitsplätzen bei Zulieferbetrieben für Verschleißteile sein (L3). Aufgrund der Herausforderungen durch die Bergbau- und Bergbaufolgelandschaften wird auch die Wasserwirtschaft als wichtiges Themenfeld der Zukunft angesehen, in dem es durch den Bergbaubetrieb einerseits langjährige Erfahrungen, aber auch neue innovative Unternehmen gibt (L2, L4).

5.2.3 Typisierung und Gegenüberstellung der Gewerbeflächensituation in den Revieren

Die zuvor dargestellten Ausgangssituationen in den Regionen sowie die Betrachtung der Daten zur räumlichen Verteilung und Zentralität der Industrie- und Gewerbeflächen innerhalb der vier Untersuchungsräume zeigen unterschiedliche Ausgangssituationen in den westlichen und östlichen Braunkohleregionen. Darüber hinaus konnten erhebliche regionale Unterschiede identifiziert werden. Für die weitere Betrachtung der Situation und Ausgangslagen der Gewerbeflächen in den Revieren im Allgemeinen sowie für die Auswahl exemplarischer Gebiete für eine detailliertere Betrachtung, lassen sich daher mehrere Schlussfolgerungen ziehen.

Um den Potentialen und Herausforderungen, die sich aus den jeweiligen Ausgangslagen, räumlichen Dispositionen und der sozio-demographischen Situation in den Regionen und ihren Industrie- und Gewerbegebieten ergeben, Rechnung tragen zu können, muss im weiteren Verlauf der Arbeit die Heterogenität der Untersuchungsräume berücksichtigt werden.

Aus der vorhergehenden Betrachtung der Reviere und Gewerbeflächen anhand verschiedener Kennziffern lassen sich daher verschiedene Kriterien herausstellen, welche für eine Typisierung der Gewerbeflächen hilfreich und bei der Gegenüberstellung der Gewerbeflächensituation in den Revieren aufschlussreich sind.

Die Betrachtung der zuvor identifizierten Flächen industrieller und gewerblicher Nutzung in den Regionen lässt dabei insbesondere folgende Schlüsse zu: Für die exemplarische Betrachtung von Gewerbeflächen in den folgenden Arbeitsschritten sowie die Erarbeitung von strukturpolitischen Empfehlungen sind daher vorrangig folgende Erkenntnisse von Relevanz.

Zum einen sind Unterschiede in der Flächengröße und Einwohnerdichte zu berücksichtigen. Insbesondere für das Helmstedter Revier sowie für das Rheinische Revier empfiehlt sich daher eine vertiefende Betrachtung der zentral gelegenen und verkehrsgünstig angebundenen Gewerbegebiete in den dicht besiedelten Groß- und Mittelstädten der Region, um den dort auftretenden relevanten Entwicklungen (z. B. Flächenknappheit) Rechnung tragen zu können. Auf der anderen Seite gilt es weiterhin die ländliche Disposition und Direktheit der Anbindung von Gewerbegebieten in Mitteldeutschland und insbesondere in der Lausitz zu berücksichtigen. Die weniger zentrale Lage, teilweise indirektere Anbindung an relevante Verkehrsknotenpunkte sowie soziodemographische Herausforderungen durch die geringere Einwohnerdichte (Fachkräftemangel) in den Kleinstädten und Landgemeinden stellen die Weiterentwicklung von Gewerbeflächen in der Lausitz vor eine eigene Ausgangssituation. Daher empfiehlt es sich für die weitere Betrachtung und Erforschung der Situation, gerade in der Lausitz weniger zentrale, im ländlicheren Raum gelegene Gewerbe- und Industrieflächen zu analysieren, um übertragbare Erkenntnisse für die Region gewinnen zu können. Eine deutlich differenziertere Situation zeigt sich im Mitteldeutschen Revier, in welchem die Gewerbeflächen in verschiedenen Regions- und Gemeindetypen mit unterschiedlichen Herausforderungen liegen. Vor allem in dieser Region gilt es daher, die heterogene Situation zu berücksichtigen und verschiedene Gewerbegebietstypen innerhalb der Region genauer zu betrachten, um auf die Region übertragbare Erkenntnisse zu erarbeiten. Auch erlaubt die Gegenüberstellung von verschiedenen Gemengelagen innerhalb einer Untersuchungsregion die weitere Erarbeitung von Empfehlungen für die Berücksichtigung der heterogenen Ausgangslage, sowie bestehender Bezüge zu industriellen Symbiosen.

Aufgrund der hohen Anzahl an Nennungen von Industrie- und Chemieparks, Kraftwerksstandorten als regional bedeutende Standorte sowie Technologieparks- und Gründerzentren in den Interviews, sollen auch die verschiedenen Ausgestaltungen dieser im weiteren Verlauf betrachtet werden.

5.3 Exemplarische Betrachtung auf Gebietsebene

Arbeitsschritt 4.3 dient der Betrachtung der Regionen auf Mikro-Ebene, d. h. der Betrachtung einzelner Gewerbegebiete bzw. Gebietstypen. Ziel des Arbeitsschrittes ist es, vertiefte Erkenntnisse dahingehend zu erlangen, ob in den Untersuchten Gewerbegebietstypen bereits Austausch- & Synergiebeziehungen bestehen, die als symbiotisch (siehe Kapitel 2) eingeordnet werden können oder Ausgangssituationen vorliegen, welche die Etablierung solcher Beziehungen ermöglichen oder begünstigen können. Parallel gilt es abzufragen inwiefern die zuvor auf regionaler Ebene diskutierten Herausforderungen durch Strukturwandel und Ausstieg aus der Braunkohleverstromung auch auf Ebene einzelner Gebiete bzw. für in diesen ansässigen Unternehmen von Relevanz sind. Ausgehend von den Ergebnissen des AS 4.2 werden somit ausgewählte Gewerbegebiete bzw. Gebietstypen in den Regionen genauer betrachtet.

5.3.1 Vorgehensbeschreibung

Im Rahmen des Arbeitsschrittes gilt es, verschiedene Gewerbegebiete hinsichtlich konkreter Anknüpfungspunkte für symbiotische Austauschbeziehungen zu untersuchen. Die Auswahl der Gebiete bzw. Gebietstypen erfolgte aus der Gegenüberstellung der Gewerbesituation in den Regionen, um der Heterogenität der Untersuchungsregionen und den damit verbundenen unterschiedlichen Ausgangssituationen und Herausforderungen Rechnung zu tragen. Wie AS 4.2 aufzeigt, entfällt der Großteil der Gewerbeflächen des Helmstedter und Rheinischen Reviers auf gut angebundene Groß- und Mittelstadtlagen, was sich auch auf verschiedene weitere Faktoren (wie Arbeitswege, Fachkräftesituation, Auszubildende) auswirkt. In Mitteldeutschland hingegen findet sich ein Großteil der zuvor identifizierten gewerblich und industriell genutzten Flächen auch in Kleinstädten wieder, während in der Lausitz insbesondere Kleinstädte und Landgemeinden einen großen Anteil der Gewerbeflächen beherbergen. Um die regionalen Unterschiede hinsichtlich räumlicher Disposition und daraus resultierender Ausgangssituationen zu berücksichtigen, gilt es Industrie- und Gewerbegebiete mit unterschiedlichen Hintergründen zu betrachten.

Eine weitere Eingrenzung erfolgte auf Basis verschiedener Diskussionen und Zwischenergebnisse: So wurden in den zuvor geführten Interviews auf regionaler Ebene insbesondere Chemie- und Industrieparks (Mitteldeutschland und Lausitz) sowie Technologieparks (in verschiedenen Regionen) als wichtige regionale Arbeitgeber und Wirtschaftsstandorte genannt und für weitere Gespräche empfohlen. Da diese Typen auch im Rahmen der vorangegangenen Projekttreffen mit dem Auftraggeber zur weiteren Betrachtung vorgeschlagen wurden und insbesondere Chemie-parks in der allgemeinen Debatte um Industrielle Symbiosen eine wichtige Rolle spielen, erfolgte eine Integration dieser in die im Rahmen des AP 4.3 geplante Untersuchung.

Eine Übersicht über die im Rahmen der im Arbeitspaket 4 interviewten Akteure findet sich im Anhang A.5.

5.3.2 Ergebnisse anhand der untersuchten Gewerbegebietstypen

Im Folgenden werden die im Rahmen der Interviews erhobenen Informationen nach den Gebietstypen Chemiepark, Industriepark, Kraftwerksstandort, ländlicher gelegene Gewerbegebiete, zentral gelegene Gewerbegebiete sowie Technologieparks- und Forschungscluster dargestellt. Die Erhebung der Daten erfolgte einerseits in Gesprächen mit Akteuren auf regionaler Ebene, wie z. B. Regionalen Wirtschaftsförderungen, insbesondere aber auch in Form von Interviews mit lokalen Wirtschaftsförderern und Betreiber-gesellschaften. Die Auswahl der Gesprächspartner*innen erfolgte einerseits auf Basis einer Desktop-Recherche, im laufenden Prozess aber insbesondere auch aufbauend auf Erkenntnissen aus vorangegangenen Gesprächen - so wurde nach einer Abfrage relevanter Gewerbegebiete in den Regionen im Rahmen von AS 4.2 versucht, lokale Ansprechpartner*innen in den jeweiligen Kommunen, Chemie-, Industrieparks und Technologiezentren für vertiefende Gespräche zur Ausgangssituation am Standort zu gewinnen.

Chemieparks

Im Rahmen einer Untersuchung industrieller Symbiose in Gewerbegebieten spielen Chemie-parks eine gesonderte Rolle in den Untersuchungsregionen. Einerseits sind sie durch die große Anzahl an Beschäftigten von regionaler Bedeutung, wie beispielsweise der Chemiepark Bitterfeld-Wolfen mit 13.000 Beschäftigten verdeutlicht (M6). Andererseits gelten Sie durch die lokalen Stoffverbänden zwischen angesiedelten Betrieben als Standorte mit stofflichen Austauschbeziehungen auf lokaler Ebene. Verschiedene Formen der Organisation und des Managements von Chemie-parks bieten unterschiedliche Anknüpfungspunkte zu überbetriebliche Synergien oder kooperative Lösungen auf Gebietsebene, beispielsweise durch Dienstleistungen, die seitens der

Betreiber-gesellschaften für ansässige Betriebe angeboten werden. Chemie-parks sind durch die Ausrichtung auf einen priorisierten Wirtschaftszweig und angrenzende Dienstleistungen jedoch auch anders vom strukturellen Wandel betroffen, als es in anderen, heterogeneren Industrie- und Gewerbegebieten der Fall ist. Im Folgenden werden die Ergebnisse der im AP 4.3 geführten Gespräche mit verschiedenen Akteuren, wie Parkbetreibern und Gebietskörperschaften, hinsichtlich bestehender Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften, struktureller Bedeutung für die Regionen sowie ihrer Entwicklung im Strukturwandel dargestellt. Die Gespräche, die im Lausitzer Revier und im Mitteldeutschen Revier geführt wurden, bilden hierfür die Grundlage.

Bei der Betrachtung von Chemie- und Industrieparks gilt es, deren historische Entwicklung sowie die daraus resultierende Organisation der Standorte zu berücksichtigen. So gibt es offene, geschlossene, privatwirtschaftlich oder durch kommunale Unternehmen betriebene Chemie-parks, auch gibt es Fälle, in denen die Unternehmen des Standorts die Gesellschafter der Betreiberfirma bilden (M2, M5, M6, M7). Als geschlossene Chemie-parks gelten umzäunte Areale mit geregelter Zufahrt ohne Durchfahrtsstraßen, die auf einen Blick als industrielle Strukturen erkennbar sind. Offene Chemie-parks gestalten sich hingegen durchlässiger; Unternehmen regeln die Zufahrt und den Zutritt zu ihren Betriebsstätten eigenständig, auch können offene Chemie-parks von Durchfahrtsstraßen durchzogen sein (M5, M6). Eine bauliche Abgrenzung zu angrenzenden Flächen und anderen Nutzungen ist nicht direkt ersichtlich. Einhergehend mit dieser städtebaulichen Unterscheidung hat die offene oder geschlossene Organisationsform weitere Bedeutungen für die Organisation der Chemie-parks selbst, wie auch für die von dort ansässigen Unternehmen nutzbaren Angebote (M6). So sind die in offenen Chemie-parks ansässigen Unternehmen nicht verpflichtet, alle Versorgungsdienstleistungen (Wasser- und Abwassermanagement, Wachdienstleistungen, Werksfeuerwehr, Energie- und IKT-Dienstleistungen) vom zentralen Management zu beziehen (M5, M6). Betriebsgesellschaften bieten zwar einzelne zentrale Dienstleistungen wie Liegenschaftsmanagement, Werksfeuerwehr oder Abwasserentsorgung an, die Energieversorgung und technische Dienstleistungen können jedoch auch bei anderen Anbietern wie regionalen Energieversorgern bezogen werden. Weiterhin wird auch die betriebsübergreifende Infrastruktur in Form von Werksbahnen oder Rohrbrücken zwischen Unternehmen durch die Betriebsgesellschaften oder andere privatwirtschaftliche Unternehmen zur Verfügung gestellt (M6).

In den konzernbetriebenen, geschlossenen Chemie-parks erfolgt die Ansiedelung neuer Unternehmen zumeist durch den Konzern selbst, da diese in den meisten Fällen direkte Zuliefer- oder Abnehmerbetriebe des Konzerns sind (L1). Hierdurch gibt es gerade in konzerngebundenen, geschlossenen Chemie-parks eine Vielzahl an Stoffströmen im Rahmen eines Stoffverbunds (R1, M5). Offene Chemie-parks hingegen werden in den Untersuchungsregionen häufig durch (teil)kommunale Akteure betrieben (M5, M6). In offenen Chemie-parks der Region erfolgt die Ansiedlung hingegen im Rahmen eines allgemeinen Standortmanagements, weniger an den Bedarfen eines zentralen Betriebs ausgerichtet. Dennoch kann es auch hier Ansiedlungsschwerpunkte geben, beispielsweise den Fokus auf petrochemische Industrie, Carbochemie oder Grundstoffchemie (M5, M6, M3). Offene Chemie-parks sind durch die verschiedenen angebotenen Dienstleistungen in Kombination mit einem größeren Gestaltungsspielraum bei der Ansiedlung insbesondere für Mittelständler und inhabergeführte Unternehmen interessant (M5). So besteht in offenen Chemie-parks teilweise die Möglichkeit, Grundstücke zu erwerben (M6). Große Konzerne hingegen agieren vorrangig in geschlossenen Chemie-parks (M5).

Insbesondere im Mitteldeutschen Revier findet sich historisch bedingt eine Vielzahl offener Industrieparks wieder. Die Standorte ehemaliger Industriekombinate wurden in der Wendezeit durch die Treuhand, kommunale und privatwirtschaftlich Akteure zu offenen Industrie- und

Chemieparks umgestaltet (M5, M7). Zwar erfolgte an einigen Standorten nach der Wende ein Rückbau der Infrastruktur (z. B. Rohrbrücken und Werksbahnen), da davon ausgegangen wurde, dass diese für die zukünftigen, diversifizierten Industriegebiete keine hervorragende Rolle spielen würden. Der Rückbau wurde jedoch teilweise durch sich neu ansiedelnde Unternehmen und deren Bedarfe nach Infrastruktur gebremst (M5). Insgesamt ist nach der Wende häufig eine Neuausrichtung der ehemals monoindustriellen Industrieparks zu beobachten, so dass diese durch die Neuansiedlungen sowohl strukturell als auch wirtschaftlich heterogener sind als vor der Wende bzw. als geschlossene Chemieparks (M5, M6).

Im Rahmen der im Projekt geführten Gespräche mit regionalem Fokus wurde die Relevanz der Chemieparks für die Untersuchungsregionen Lausitz und Mitteldeutschland hervorgehoben. Die Chemieparks bilden Zentren der regionalen Wertschöpfung und sind wichtige Arbeitgeber in den ländlicheren Teilen der jeweiligen Region (M2, M5, M6, M7).

In den Interviews wurde betont, dass die Anbindung an Verkehrswege für Chemieparks eine geringere Rolle spielt, als es für gemischte Gewerbegebiete der Fall ist (M2). Vielmehr spielen für die chemische Industrie relevante Infrastruktur wie z. B. Rohrbrücken sowie die dortigen Stoffverbünde und damit einhergehenden Angebote eine Rolle (M5). Gleiches gilt auch für standortübergreifende Infrastruktur, wie auch das Wasserstoffnetz, welches die Chemieparks und Industriestandorte Zeitz, Böhlen, Leuna, Schkopau, Bitterfeld-Wolfen und Rodleben verbindet (M1, M5, M6, M7). Da die Neuerrichtung von Infrastruktur wie z. B. eines Wasserstoffnetzes langwierige Planungsprozesse und hohe Kosten verursachen würde, spielt die Verfügbarkeit bereits vorhandener Infrastruktur eine große Rolle für die Neuansiedlung von Unternehmen (M6). Des Weiteren sind an den Standorten auch verschiedene Industriedienstleister ansässig (M5).

Hinsichtlich des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung wurden in den im Rahmen des Projektes betrachteten Regionen keine direkten Auswirkungen auf die Chemieparks Zeitz und Bitterfeld-Wolfen genannt. Da kein Prozessdampf und auch keine Ressourcen aus den Kraftwerken bezogen werden, halten sich die direkten Auswirkungen des Kohleausstiegs in Grenzen. Einzelne Betriebe sind zwar noch auf die Dampferzeugung durch Braunkohle angewiesen, insgesamt ist die Energieversorgung durch die offene Betriebsstruktur der Parks seitens der jeweiligen Unternehmen organisiert, eine direkte Abhängigkeit von Kraftwerken der Umgebung besteht deshalb nicht (M5, M6). In den Regionen gibt es Diskussionen um Ersatzkapazitäten, die Chemieparks bzw. die ansässigen Unternehmen sind diesbezüglich aber nicht stärker betroffen als andere Akteure in der Region. Insgesamt werden durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung keine starken Änderungen in den Energieversorgungspreisen erwartet (M6). Eine größere Abhängigkeit von der Braunkohlewirtschaft wurde jedoch in Bezug auf den Standort Böhlen-Lippendorf berichtet, an welchem direkte Verbindungen zwischen Energiewirtschaft und dem Chemie-Unternehmen Dow bestehen (M1).

Für kleinere und tagebaunahe Chemieparks wird der Ausstieg aus der Kohleverstromung dennoch auch als Risiko betrachtet (M6, M5): Der Wegzug von Familien von denen Teile in der Braunkohlewirtschaft tätig sind wird als kritisch angesehen, da durch diesen auch Partner*innen der Erwerbstätigen, die aktuell in den Unternehmen des Chemieparks tätig sind, als Arbeitskräfte wegfallen könnten. Ein Wegzug weiterer Beschäftigter würde die Region unattraktiver machen, da auch öffentliche Angebote zurückgefahren werden würden.

Gleichzeitig werden die Chemieparks der Region auch als Grundlage für eine zukünftige Wasserstoffwirtschaft betrachtet: So bilden diese wichtige Standorte der Nachfrage nach zukünftig in der Region erzeugtem Wasserstoff, auch besteht bereits ein Wasserstoffnetz, welches in Zukunft erweitert und auf weitere Industriestandorte ausgedehnt werden soll (M1, M2, M5, M6, M7).

Die unterschiedlichen Organisationsformen und historischen Entwicklungen der Chemieparks bieten verschiedene Anknüpfungspunkte für symbiotisches Wirtschaften. Hierbei ist zwischen stofflichen und organisatorischen Anknüpfungspunkten zu unterscheiden. In Chemieparks allgemein, aber auch hinsichtlich konzerngebundener Chemieparks, wurde von zwischenbetrieblichen Stoffaustauschen im Rahmen der dortigen Stoffverbünde berichtet (M2, M5, M6). In diesen Fällen spielen die in der Chemieindustrie geläufige Ansiedlungsstrategien eine Rolle: Chemieunternehmen siedeln sich beieinander an, um Stoffverbünde nutzen zu können und gerade große Konzerne ermöglichen Zulieferbetrieben eine Ansiedelung an ihren Standorten (L1, M6). Doch auch offene Chemieparks ermöglichen Austauschbeziehungen, so stellen Betriebsgesellschaften Infrastruktur, wie z. B. Rohrbrücken zur Verfügung, welche die Grundlage für Stoffverbünde bilden können (M6).

Weitere Anknüpfungspunkte zu betriebsübergreifenden Symbiosen finden sich im Bezug von Dienstleistungen oder auch in der Organisation der Standorte selbst. So werden Dienstleistungen wie z. B. Brauchwasser-, Abwassermanagement oder die Bereitstellung von Rohrbrücken durch das Management der Industrieparks zentral angeboten. Hierdurch müssen die Unternehmen nicht in Einzellösungen investieren, was vor allem kleineren Betrieben und Mittelständlern zugutekommt (M5). Von Seiten der Betreibergesellschaften wurde zum Teil berichtet, dass, nachdem die Standorte nun weitgehend erschlossen sind, Überlegungen zum Ausbau der Angebote angestellt werden, um den nun angesiedelten Unternehmen weitere Dienstleistungen anbieten zu können (M5). Darüber hinaus existiert mit dem Chemiapark Leuna ein Betreibermodell, bei dem die ansässigen Unternehmen Gesellschafter der Betreibergesellschaft sind (M7). Der Ansatz könnte auch für andere Standorte interessant sein, da dies eine hohe Akzeptanz für Investitionen und Infrastrukturprojekte vor Ort schafft.

Industrieparks

Die verschiedenen Industrieparks in der Untersuchungsregion zeichnen sich als Industriegebiete einerseits durch die Möglichkeit der Produktion im Dreischichtbetrieb und höhere Emissionen aus, andererseits durch eine zentrale Ansiedlungs- und Betriebsführung, wie sie z. B. auch in Chemieparks üblich ist. Im Vergleich zu den eher monoindustriell geprägten Chemieparks ergeben sich hierdurch – trotz teilweise ähnlicher historischer Entwicklungspfade – unterschiedliche Bedarfe für Organisation, Infrastruktur und Anbindung. Im Folgenden werden die strukturelle Relevanz der Industrieparks, die Betroffenheit im Rahmen des Strukturwandels sowie bestehende Anknüpfungspunkte zu gewerblichen Symbiosen auf Basis der Informationen aus Gesprächen mit Betriebsgesellschaften und Gebietskörperschaften genauer erläutert. Grundlage hierfür bilden insbesondere Gespräche, die in der Lausitz geführt wurden.

Aufgrund historischer Entwicklungen nach der Wende sowie den damit einhergehenden demographischen Veränderungen spielen Industrieparks insbesondere in der Lausitz eine wichtige Rolle als Arbeitsplatzstandorte. Auch da die Wirtschaftsstruktur in der Lausitz insgesamt kleinteiliger und durch kleinere Mittelständler definiert wird (L1). Ebenso wie im Fall der Chemieparks, sind auch die Industrieparks der Region nach der Wende aus ehemaligen Industriekombinaten und Standorten staatlicher Großbetriebe hervorgegangen (L3, M5). Eine starke Nachfrage nach den Flächen verstärkte sich jedoch erst in den letzten Jahren (L2). Auch wenn heute weit weniger Beschäftigte an den Standorten arbeiten als vor der Wendezeit, spielen diese eine wichtige Rolle in den Regionen. So wird der Industriepark Schwarze Pumpe in Spremberg mit ca. 5.500 Beschäftigten als „Herz der Lausitz“ angesehen (L5). Aber auch nach Flächen in den kleineren Industrieparks, wie z. B. dem Industriepark Süd in Guben, gibt es eine hohe Nachfrage.

Die Bewirtschaftung der Flächen liegt zentral bei Betriebsgesellschaften wie der kommunalen ASG Spremberg (Industriepark Schwarze Pumpe) oder der Gemeinde Guben (Industrieparks

Süd) (L2, L3). Auch werden seitens der Betreiber oder ihrer Tochtergesellschaften Infrastruktur und Dienstleistungen für Unternehmen im Industriepark wie .z. B. Abwassermanagement, Werksbahn oder Werksfeuerwehr bereitgestellt (L2, L3). Damit gibt es gewisse Überschneidungen zu den Chemieparks, aber durch die heterogenere Branchenstruktur ergeben sich Unterschiede, die einerseits die Anknüpfungspunkte für symbiotisches Wirtschaften, andererseits auch die Herausforderungen des Strukturwandels betreffen.

Die Industrieparks bieten vorrangig Flächen für Unternehmen mit Produktionsprozessen, die emissionsstark sind oder im Dreischichtbetrieb gefahren werden (L5). Hierdurch ergibt sich eine weit heterogenere Wirtschaftsstruktur als dies in den Chemieparks der Fall ist, wo Ansiedlungen stärker an Querverbindungen im Rahmen der Stoffverbünde oder abhängig von vorhandener Infrastruktur erfolgen. Zwar spielen infrastrukturelle Angebote wie Werksbahnen und Abwasseraufbereitungsanlagen auch für Industrieunternehmen eine Rolle, doch kommen diese aus den verschiedensten Branchen. Hierdurch gibt es keine lokalen Querverbindungen zwischen den einzelnen Unternehmen. Verzweigungen zwischen Wertschöpfungsketten ergeben sich im Fall der Industrieparks eher auf regionaler und nationaler Ebene, da Produkte nicht für Betriebe oder Absatzmärkte vor Ort produziert werden. Die Anbindung und Logistik der Standorte spielt daher eine wichtige Rolle und bildet eine der Herausforderungen der eher peripher gelegenen Industrieparks (L1, L3). Mit der Nachfrage nach großen zusammenhängenden Industrieflächen in der Region, welche emissionsstarke und ganztägige Produktion erlauben, wächst auch der Verkehr in und zu den Industrieparks. Im Rahmen neuer Ansiedlungen zur Stärkung der Regionen ergeben sich hiermit besondere Anforderungen an die Verkehrsinfrastruktur in den Industrieparks. So gibt es etwa am Standort Spremberg aktuelle Überlegungen die Anbindung durch einen Ausbau der Bundesstraße zu verbessern, um die Verkehrslast zu reduzieren (L1, L3). Auch wurde am Standort Guben eine Machbarkeitsstudie zur Anbindung von Unternehmen an das Schienennetz via „Railport“ in Auftrag gegeben, welche ergab, dass sich die Lösung im Falle weiterer Ansiedlungen von Unternehmen mit Bedarf an Gleisanschlüssen als zielführend erweisen könnte.

Gleichzeitig bieten die Standorte als zentral gemanagte Industriegebiete auch große Potentiale für die Entwicklung der Region und Sicherung von Arbeitsplätzen. So besteht eine Nachfrage nach Flächen in den Gewerbegebieten, so dass diese derzeit erweitert werden. Teilweise bestehen auch Potentiale durch die Revitalisierung bisher brachliegender oder sanierungsbedürftiger Teilflächen (L3), die eine Ansiedlung von Unternehmen ohne Bebauung von Grünflächen ermöglichen. Als historisch gewachsene Industriestandorte genießen die Gewerbegebiete und die dort ansässigen produzierenden Unternehmen nach wie vor eine hohe Akzeptanz vor Ort (L5).

In den Gesprächen mit Betreibern und lokalen Wirtschaftsförderern konnten teilweise Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften erfasst werden. So gibt es im Industriepark Deuben ein Unternehmen welches ursprünglich Recycling von Tagebauequipment aus der Braunkohlewirtschaft betreibt, sich mittlerweile jedoch breiter aufstellt und zukünftig auch organische Materialien mittels Pyrolyse zu Biokraftstoffen und Carbon Black entwickeln will (L1, L2). zudem gibt es weitere Unternehmen, die innovative Recyclinglösungen entwickeln (L2). Wie im Fall der Wertschöpfungsketten sind auch die Bestrebungen zu Recycling- und Verwertung von Reststoffen allgemein in den Industrieparks auf regionaler und weniger auf lokaler Parkebene relevant, womit sich diese von den Chemieparks unterscheiden. Lokale wirtschaftliche Verwertungen von Reststoffen sind jedoch vor allem in Industrieparks als Kraftwerksstandorten vorhanden, da es hier aber zusätzliche Unterschiede und Herausforderungen gibt, werden diese im folgenden Abschnitt tiefer betrachtet.

Kraftwerksstandorte

Im Rahmen eines durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung verursachten Strukturwandels spielen Kraftwerksstandorte als Industriegebiete eine gesonderte Rolle: So sind am Standort direkte Auswirkungen des Wandels in Form von unmittelbaren Arbeitsplatzverlusten, aber auch wegfallenden Wertschöpfungsketten zu erwarten. Zudem sind neben den im Kraftwerk tätigen Arbeitnehmenden auch jene in verschiedensten Zuliefer- und Abnehmerbetrieben betroffen. Auf der anderen Seite sind die Standorte aufgrund ihrer infrastrukturellen Ausstattung und der lokalen Flächenpotentialen auch als zukünftige Standorte der Energiewirtschaft und angrenzender industrieller Nutzungen relevant. Im Folgenden werden daher die strukturelle Rolle der Standorte, Entwicklungspfade aber auch Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften dargestellt.

Durch die räumliche Nähe zwischen Braunkohletagebau und -Kraftwerk liegt ein Großteil der Arbeitsplätze im Braunkohletagebau innerhalb der als Kernreviere bezeichneten Gemeinden (R8, M9). Durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung sind die Gemeinden in den Kernrevieren somit am stärksten von Wandlungsprozessen betroffen, teilweise hängen bis zu 90 % der lokalen Arbeitsplätze direkt oder indirekt von der Braunkohlewirtschaft ab (L 4). Die Kraftwerksstandorte bilden aber vor allem in der Lausitz, sowie in kleinerem Ausmaß auch in den anderen Regionen, wichtige Industriegebiete. In der Nähe der Kraftwerke und Tagebaue haben sich in der Vergangenheit verschiedene Unternehmen angesiedelt, die thermische oder stoffliche Austauschbeziehungen mit den Kraftwerken aufweisen. Insbesondere in den kraftwerksnahen Industriegebieten in der Lausitz aber auch in Mitteldeutschland gibt es verschiedene energieintensive Industrien, die Prozessdampf durch die Kraftwerke beziehen, aber auch Unternehmen, die Beiprodukte der Kraftwerke und Tagebaue weiterverarbeiten. In den kraftwerksnahen Industriegebieten liegen daher insbesondere Unternehmen aus der Papierherstellung, Grundstoff- und Bauindustrie (Zement, Gips, Anhydrit), aber auch aus der Landwirtschaft (Fischzuchtbetriebe, Gewächshäuser), die in direkter Abhängigkeit vom Kraftwerk wirtschaften und teilweise weitere Querverbindungen untereinander aufweisen (.z. B. zwischen Gipsindustrie und Papierherstellung in Form von Gipskartonplatten). Auch weniger industriell ausgerichtete Gewerbegebiete sind vom Ausstieg betroffen, beispielsweise wenn diese durch Fernwärme aus den Kraftwerken beheizt werden (R8). Weiterhin gibt es an den Standorten verschiedene Unternehmen, die direkte Synergien mit den Tagebaufeldern aufweisen und Ressourcen aus diesen beziehen, wie Kieswerke (R8) oder Montanwachsproduktion (M3) aber auch Betriebe aus der Wasserwirtschaft, die Ressourcen aus dem Grubenwasser filtern (L4). Durch diese Ausgangssituation gibt es einerseits vielfältige Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften vor Ort, gleichzeitig sind diese Symbiosen jedoch von starker Abhängigkeit zur Braunkohlewirtschaft geprägt und nutzen die durch den Tagebau oder die thermische Verwertung von Braunkohle entstehenden Standortfaktoren. Mit dem Ausstieg aus der Braunkohleverstromung sind somit auch diese bestehenden Querverbindungen zu weiteren Industrien am Standort betroffen. Der Strukturwandel trifft somit noch weitere Betriebe, was insbesondere in peripheren Standorten in der Lausitz zu weiteren Herausforderungen führt.

Die Kraftwerksstandorte der Braunkohleindustrie bieten durch die Anbindung an verschiedene Infrastrukturen wie z. B. 380 kV Leitungen und Schienennetze (L4, H2, H3): durch die Verfügbarkeit von Flächen zur industriellen Nutzung, aber auch durch frei werdende Fachkräfte im Energiesektor, wichtige Potentialflächen. Die Herausforderung in der Entwicklung der Standorte ist es daher auf der einen Seite, diese zu erhalten und bestehende Strukturen wie z. B. Wärmenetze oder die Anbindung an das Übertragungsnetz zu nutzen um die Erzeugung, Speicherung und Veredelung von erneuerbaren Energien (z. B. in Form von Wasserstoff oder Ethanol) zu fördern (L1, H3, M9). Allerdings sind für stofflich abhängige Unternehmen (z. B. REA Gips, Industrieruß,

Flugasche) bisher keine Lösungsansätze bekannt (L3, L4, M3). So wird eine Preissteigerung im Gips- und Zementsektor um 20-25 % erwartet. Auch wenn der Weiterbetrieb der Anlagen (teilweise bis 2037) vorerst gesichert ist, zeigte bereits die im Rahmen der Corona-Pandemie im Jahr 2020 gesunkenen Nachfrage nach Energie, dass eine gesunkene Energieproduktion die Prozesse der Gipsproduktion direkt beeinflusst, sodass diese erstmalig auf Depots zurückgreifen mussten (L4).

Auf der anderen Seite gibt es zahlreiche Lösungen und Lösungsansätzen in der Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung, um an den Standorten neben der Energieerzeugung auch zukünftig weitere Industriezweige beherbergen zu können. Im Rahmen der Interviews wurden hier neben der Elektrolyse von Wasserstoff (H1, L1, L3, M2, M6, M9) auch Ersatzbrennstoff-, Biomasse- und Müllheizkraftwerke (L1, L3, R8, H2), Klärschlammmonoverbrennungsanlagen (H2, L4) oder mittels Erdgas als Brückentechnologie (M7, M9) und langfristig Wasserstoffkraftwerke sowie thermische Speicher für die Nutzung der Kraftwerksstandorte genannt (L3, M9). Im Vergleich zu den heutigen Großkapazitäten der Braunkohlekraftwerke zeichnen sich die Lösungen durch kleinteiligere, modularere und dezentralere Ansätze aus (M9, L3, L4).

Bei der Entwicklung der Kraftwerksstandorte als Potentialflächen gibt es jedoch auch Herausforderungen zu berücksichtigen. Gemeinden haben keinen direkten Zugriff auf Flächen, die im Besitz der verschiedenen Braunkohlegesellschaften sind. Während Flächen in der Vergangenheit in Kooperation mit Wirtschaftsförderungen und Ansiedlungsgesellschaften vermarktet wurden, gibt es seitens der Energieversorgungsunternehmen teilweise geringes Interesse, Teilflächen einer neuen Nutzung zuzuführen, da sie diese in Zukunft und durch den Kohleausstieg bedingt anderen Nutzungen zuführen möchten (L4, M7).

Durch die historische Entwicklung der Flächen gibt es weiterhin Freiflächen, die von aktuell in Betrieb befindlicher Kraftwerksinfrastruktur gequert werden oder Altlasten aufweisen, sodass auch diese nicht für Neuansiedlungen zur Verfügung stehen. Somit ist eine präventive Herangehensweise an den Strukturwandel an den Kraftwerksstandorten seitens der Gemeinden nur bedingt möglich.

Gleichzeitig bilden auch die interne Umstrukturierung, Diversifizierung und Neuausrichtung der Kraftwerksbetreiber an den Standorten die größten Chancen für die Sicherung von Arbeitsplätzen in den Kernrevieren (M7, M9, L4). Aufgrund der historischen Entwicklung der Standorte und der unmittelbaren Tagebaunähe liegen diese häufig in weniger zentralen Regionen, die bereits in der Vergangenheit durch Abwanderung der erwerbsfähigen Bevölkerung gekennzeichnet waren also bereits durch die bisherigen Entwicklungen nach der Wende belastet sind. Gleichzeitig hatte auch die Umstrukturierung der Energieversorgungskonzerne sowie Übernahmen und Verkäufe von Kraftwerken in Form von Gewerbesteuerausfällen, Rückgängen oder durch Übernahmen fällig werdende Gewerbesteuerrückzahlungen seitens der Gemeinden Auswirkungen auf die kommunalen Finanzen. Insbesondere die Entwicklung des Standortes Büddenstedt in Helmstedt von einer der ehemals finanzstärksten Gemeinden Niedersachsens zu einer finanzschwachen Gemeinde, die durch Eingemeindung gesichert wurde (H2), zeigt welche Auswirkungen die von den Kraftwerken- und Tagebaubetrieb abhängigen Gemeinden im Rahmen eines Strukturwandels zu meistern haben. Gleichzeitig liegt vermehrt bei den Gemeinden in den Kernrevieren ein Teil der Gemeindefläche unter Bergrecht und/oder wird in Zukunft als Tagebausee genutzt, sodass Nutzungen abseits touristischer Zwecke, z. B. die Ansiedlung von Unternehmen, nur bedingt möglich sind (M9, R2).

Ländlichere Gewerbegebiete

Insbesondere in der Lausitz aber auch in Mitteldeutschland liegt ein Großteil der Gewerbe- und Industrieflächen im ländlichen Raum, wie die Untersuchung in AS 4.2 gezeigt hat. Einerseits

wurde hier in verschiedenen Regionen darauf verwiesen, dass insbesondere im ländlichen Raum noch Flächenreserven vorliegen, andererseits wurde auf Herausforderungen bei der Ansiedlung von Unternehmen aufgrund der peripheren Lage verwiesen. Im Folgenden wird daher auf Basis der Interviews mit Wirtschaftsförderungen und regionalen Akteuren konkretisiert, welche Anknüpfungspunkte gerade ländliche Gewerbegebiete für symbiotisches Wirtschaften aufweisen und welche Rolle diese im Strukturwandel spielen können.

Bestehende Gewerbegebiete im ländlichen Raum innerhalb der Reviere zeichnen sich meistens durch kleinteilige Nutzung und Parzellierung auf, welche vor allem in Mitteldeutschland und der Lausitz auf die unstrukturierte Entwicklung der Flächen in der Nachwendezeit zurückzuführen ist. Hierdurch ergeben sich Gebiete in denen zwar Reserven für Erweiterung von lokalen Handwerksbetrieben und Mittelstandsbetrieben geeignet sind, die aber kaum die Flächenanforderungen ansiedlungswilliger Unternehmen erfüllen (M1, M2, M7, L2). Mit Blick auf diese kleinen und heterogenen Gewerbegebiete konnten im Rahmen der Gespräche keine Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften erfasst werden, auch wird den Flächen für den Strukturwandel keine größere Bedeutung zugeschrieben. Die peripherere Lage in teilweise landwirtschaftlich dominierten Regionen kann allerdings ein Vorteil sein, wenn es darum geht Abwärme aus Produktionsbetrieben oder dezentralen Wärmenetzen für landwirtschaftliche Nutzungen bereitzustellen, wie es aktuell durch die Braunkohlekraftwerke getan wird.

Gleichzeitig verfügen insbesondere die peripheren Landkreise und Gemeinden über Flächenreserven (R3, R4, R8, H2, H4), die sich zur Ansiedlung von größeren Unternehmen eignen, teilweise auch in Form von Brachflächen. Während die Nachfrage nach Flächen in den Zentren der Regionen meist das Angebot übersteigt (H4, H6, H1, M1, R8, R5, M7), werden seitens ansiedlungsinteressierter Unternehmen jedoch nur bedingt Flächen im ländlichen Raum betrachtet (H1, M1). In den Regionen gibt es daher verschiedene Ansätze, auch diese Flächen für Neuan siedlungen relevanter zu machen, so werden die ländlicher gelegenen aber dennoch gut angebundene Gebiete teilweise auf regionaler Ebene vermarktet, regionalen Flächenpools zugeführt oder interkommunal entwickelt. Hierbei profitieren die kleineren Gemeinden von den Flächenanfragen und Flächenbedarfen der größeren Gemeinden sowie von deren größeren Verwaltungen, die Entwicklungen im ländlichen Raum stützen können. Da gerade kleinere Gemeinden häufig keine personellen und finanziellen Ressourcen aufwenden können, um Gewerbeflächen zu entwickeln, ohne dass es bereits konkrete Anfragen von Unternehmen gibt (M9), gibt es kaum Möglichkeiten präventiv zu agieren. Durch die regionale Koordination und Angebote von regionalen Flächenentwicklungsgesellschaften oder Flächenpools ergeben sich hier jedoch neue Möglichkeiten. Gleichzeitig spielt die Anbindung der Flächen eine wichtige Rolle, sodass insbesondere in den vergangenen Jahren die Nachfrage nach peripher gelegenen Flächen gestiegen ist, sobald diese besser an die Oberzentren der Region angebunden wurden (R2), während selbst in Regionen mit geringeren Flächenreserven schlechter angebundene Flächen kaum nachgefragt werden (H2). So kann der Ausbau bestehender oder Neubau von Infrastruktur ein Lösungsansatz sein, die Standorte besser auf die Bedarfe ansiedlungsinteressierter Unternehmen auszurichten.

Als weiterer wichtiger Faktor für die Ansiedlung von Unternehmen spielen vorhandene Fachkräfte eine wichtige Rolle. So ist die Verfügbarkeit von Fachkräften für internationale Konzerne ein sehr wichtiges Kriterium bei der Standortwahl (M9). Im Strukturwandel können daher besonders tagesbau- und kraftwerksnahe, peripherer gelegene Gemeinden als wichtige Standorte der Zukunft angesehen werden, sofern es gelingt, frei werdende Fachkräfte aus der Braunkohlewirtschaft zu halten. Insbesondere junge Fachkräfte, die seitens der Braunkohleunternehmen ausgebildet wurden und teilweise auch Verbundausbildungen mit weiteren Betrieben vor Ort absolviert haben, werden als wichtige Fachkräfte in kleineren Gemeinden angesehen. Für die

ländlicheren Gemeinden könnten frei werdende Fachkräfte in der Braunkohleindustrie daher ein wichtiger Faktor für die Ansiedlung neuer Unternehmen werden, welcher beispielsweise die periphere Lage oder indirektere infrastrukturelle Anbindung teilweise ausgleichen kann (M9). Gleiches gilt für Flächen, die im Rahmen einer Tagebaufolgenutzung neuentwickelt werden können.

Zentral gelegene Gewerbegebiete

Im Rahmen der Bestandsaufnahme der Gewerbeflächen in den Regionen und den Gesprächen mit Akteuren aus den Revieren zeigte sich, dass vorrangig im Rheinischen Revier, Helmstedt und in geringerem Maße auch im Mitteldeutschen Revier zentral gelegene Gewerbegebiete entweder einen großen Anteil an den Gewerbeflächen insgesamt ausmachen oder von besonderer regionaler Bedeutung sind. Gleichzeitig wurde ersichtlich, dass diese durch andere Herausforderungen betroffen sind, aber auch zusätzliche Potentiale im Vergleich zu ländlicher gelegenen Gewerbeflächen. Im Folgenden werden daher die Rolle dieser Gebiete im Strukturwandel sowie identifizierte Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften auf Basis der Gespräche mit Akteuren im Gewerbegebietsmanagement sowie der Wirtschaftsförderungen in den Revieren konkretisiert.

Insbesondere im Rahmen der hohen Nachfrage nach Gewerbeflächen in den Zentren der Reviere spielen zentral gelegene Gewerbegebiete eine besondere Rolle. So werden bei Ansiedlungsbemühungen Anfragen an die Zentren der Regionen gestellt, gleichzeitig gibt es in diesen häufig nur noch begrenzte Gewerbeflächenreserven (H1, M1, R3). Aufgrund der hohen Auslastung, der Ausgestaltung der heterogeneren, historisch gewachsenen und in der Besitzstruktur häufig stark parzellierten Gewerbeflächen sowie des gleichzeitig hohen Bedarfs für Gewerbeflächen zur Erweiterung bestehender Gebiete oder der Ansiedlung von neuen Unternehmen am Standort, wurden in verschiedenen Gesprächen das Gewerbeflächenmonitoring in Bestandsgebieten, Bestandspflege und Nachverdichtung als wichtige Lösungsansätze in der Standortentwicklung angesehen, die lange stark vernachlässigt wurde (R2, R3, M4, M7, H4, H6). Durch die heterogene Situation bezüglich des Flächeneigentums und der Unternehmensformen bedarf es hierbei der engen Koordination mit Akteuren in den Gebieten (H5).

In Bezug auf Gewerbegebiete in zentraler Lage konnten verschiedene Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften identifiziert werden. Während stoffliche Ausgestaltungen einer gewerblichen Symbiose im Vergleich zu Stoffverbänden der Chemieparcs oder der stofflichen Anbindung von Industriegebieten an Kraftwerksstandorte aufgrund der heterogenen Unternehmensstruktur in klassischen Gewerbegebieten zentraler Lage kaum eine Rolle spielen, gibt es dennoch Anknüpfungspunkte zu Symbiosen, welche beispielsweise die Form gemeinsame Nutzung von Infrastruktur oder Fläche, aber auch die Verknüpfung mit naheliegenden Misch- oder Wohngebieten, annehmen können. So wurden teilweise Anknüpfungspunkte an die symbiotische Nutzung von Flächen, Infrastruktur oder Dienstleistungen genannt. Aus dem Raum Braunschweig wurde berichtet, dass es nach der Vernetzung unterschiedlicher Betriebe im Rahmen von Gewerbegebietsveranstaltungen erste Entwicklungen eines Betriebes dahingehend gab, dass dieser die Infrastruktur eines benachbarten Betriebes mit nutzt, um die Produktion erweitern zu können, obwohl keine Erweiterungsflächen am Standort verfügbar sind (H1). Auch verschiedene Dienstleistungen wie z. B. eine zentrale Beauftragung der Rechnungsstellung kleinerer Handwerksbetriebe am Standort ist im Rahmen von Vernetzungstreffen unterschiedlichster Gewerbebetriebe entstanden (H1). Des Weiteren kann die Vernetzung verschiedener Betriebe am Standort genutzt werden, um temporäre Herausforderungen zu adressieren, wie z. B. einen Mangel an LKW-Stellflächen. So wurde berichtet, dass in gut gemanagten und zentral vernetzten Gewerbegebieten einzelne Betriebe Flächen temporär für andere Betriebe zur Verfügung gestellt haben, um die Verkehrssituation im Gebiet insgesamt zu entlasten (M8). Zusammengefasst

zeigen die Erfahrungen, dass die Lösungen nicht direkt auf andere Gebiete übertragbar sind, und dennoch die Vernetzung der Unternehmen am Standort die Grundlage für neue Herangehensweisen – passend zu den lokalen Herausforderungen – bilden kann.

Aufgrund ihrer Lage eignen sich zentral am Standrand oder innerhalb der Gemeinden liegende Gewerbegebiete vorrangig für urbane Symbiosen mit angrenzenden Gebiets- und Nutzungsformen. So entsteht in Braunschweig aktuell eine Wohnsiedlung, die durch die Abwärme eines im angrenzenden Gewerbegebietes liegenden Rechenzentrums beheizt werden soll (H1). Auch gab es in verschiedenen Gemeinden in der Vergangenheit wie auch derzeit Überlegungen dazu, Abwärme produzierender Betriebe als Fernwärmequelle für Wohngebäude zu erschließen (H6, R4, M9)¹⁹. Somit werden in Regionen, in denen die Fernwärmeversorgung durch Braunkohle langfristig nicht mehr gewährleistet ist, dezentrale Fernwärmenetze mit verschiedenen Wärmequellen als ein zu erprobender Ansatz angesehen (M9).

Mit Blick auf zukünftige Entwicklungen wurde von verschiedenen Akteuren im Rahmen der Gespräche betont, dass das Management von Bestandsgebieten und die Vernetzung von Betrieben vor Ort wichtige Faktoren sind, um die Gebiete zu stärken, Herausforderungen unterschiedlicher Art zu bewältigen und auch Potentiale für Nachverdichtungen darstellen (R4, H4, H6): Beispielsweise in dem zentrale Parkhäuser, gemeinsame Bürogebäude oder Veranstaltungsgebäude bewirtschaftet werden und somit Flächen auf den Betriebsflächen der Unternehmen für andere Nutzungen oder zur Nachverdichtung frei werden. Insbesondere aus stadtplanerischer Sicht gibt es in den verschiedenen zentralen Gewerbegebieten häufig Flächen, die untergenutzt sind, brach liegen oder allgemein seitens der ansässigen Unternehmen effizienter ausgenutzt werden könnten (R4, H4, H6). Im Rahmen der zunehmenden Bedeutung von Logistikunternehmen in Gewerbegebieten, spielen hierbei auch gebietsweite Lösungen für Verkehrsleitsysteme, Rast- und Stellplätze eine wichtige Rolle, um die Verkehrssituation zu managen (M8, M7).

Technologieparks- und Forschungscluster

Bei der Erhebung relevanter Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen wurde innerhalb verschiedener Reviere insbesondere auf die Technologieparks-, Gründerzentren und Forschungscluster verwiesen. Diese spielen als Gründungs- und Forschungsstandorte zwar nur eine kleinere Rolle bezüglich der gesamten Beschäftigungssituation in den Regionen, bilden als Inkubatoren jedoch die Grundlage für das Entstehen und das Wachstum von Unternehmen in Regionen im Wandel. Gleichzeitig ist die Einbettung die Region wichtig, um eine Abwanderung von Unternehmen nach der Gründungsphase zu verhindern. Die Standorte mit zentralem Management weisen ferner verschiedene Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften auf, die im Folgenden aufgezeigt werden.

Technologieparks, Forschungscluster und Gründerzentren zeichnen sich im Vergleich zu den anderen im Rahmen des Projekts betrachteten Gewerbegebieten dadurch aus, dass an den Standorten vor allem jüngere Unternehmen, Start-Ups, Forschungseinrichtungen sowie kleinere Dienstleister und Selbstständige ansässig sind. Obwohl in diesen teilweise auch Unternehmen in der Produktion von Pilotanlagen oder Kleinserien tätig sind, gibt es in den Gebieten kaum größere Produktionsstandorte und einen Fokus auf Büroflächen, die Nutzung von Gebäuden für schulische Zwecke oder auch Veranstaltungen (H5). Hierdurch ergeben sich andere Bedarfe der ansässigen Unternehmen als dies in heterogeneren Gewerbe- und Industriegebieten der Fall ist.

¹⁹ Diese Bestrebungen dürften im Zuge der Novellierung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) und des Gesetzes zur kommunalen Wärmeplanung (WPG) besondere Bedeutung erfahren und künftig verstärkt werden.

Hinsichtlich der Verteilung von Technologie- und Gründerzentren in den Untersuchungsregionen sticht insbesondere das Rheinische Revier mit 13 Standorten hervor (R2, R3), doch gibt es auch in den anderen Revieren Standorte. Durch gute IKT-Infrastruktur und begleitende Angebote, bieten die Technologieparks auch solchen Branchen passende Standorte, die bisher nur bedingt in den Regionen oder auch ländlicheren Lagen vertreten sind (H7) und ermöglichen so eine Diversifizierung der lokalen Wirtschaftsstruktur. Neben der Infrastruktur für Gründungen und junge Unternehmen wurden durch Mitnahmeeffekte auch Vorteile für lokale Mittelständler genannt, die durch die Zusammenarbeit und den Austausch mit den in den Technologieparks ansässigen Forschungsreinrichtungen Anschluss an Forschungsinfrastruktur und Fördermittel bekommen, was ansonsten eher größeren Unternehmen vorbehalten ist (L1).

Insbesondere im Rheinland spielen die etablierten Technologiezentren und die Entwicklung neuer Technologiezentren eine wichtige Rolle dabei, Zukunftsbranchen in der Region zu verankern. Sei es die Energieerzeugung, Speicherung und -transformation oder die Bereiche Kreislaufwirtschaft und ressourceneffizientes Bauen oder Mobilität. In diesen Fällen dienen die Technologieparks gleichzeitig als Forschungs- und Entwicklungsstandorte, aber fördern auch die Sichtbarmachung von Lösungen (R8, R2).

Während durch die Akteure in den Regionen keine direkten Anknüpfungspunkte an symbiotisches Wirtschaften an den Standorten im stofflichen oder energetischen Sinne genannt wurden, lassen sich dennoch einzelne Anknüpfungspunkte von der Organisation und Struktur der Zentren ableiten. So gibt es wie auch in Chemieparks ein zentrales Management, welches sich um die Ansiedlung aber auch die Bedarfe der Unternehmen kümmert, diesbezüglich aber keinen Fokus auf den stofflichen oder energetischen Austausch legt. Dennoch ermöglichen Vereinsnetzwerke und zentrale Ansprechpartner*innen es den unterschiedlichen Betrieben an den Standorten, Bedarfe gemeinsam zu decken. So wurde beispielsweise am Forschungsflughafen Braunschweig durch die gebündelte Nachfrage von verschiedenen Unternehmen der Anschluss an das Glasfasernetz ermöglicht (H5). Mit zentralen Ansprechpartner*innen in Form eines Gebiets-, Parks- bzw. Technologiezentrumsmanagements und einer funktionierenden Netzwerkstruktur in Form von Vereinen für die ansässigen Unternehmen besteht weiterhin eine gute Grundlage für Erhebungen hinsichtlich der lokalen Bedarfe für eine gemeinsame Infrastruktur oder betriebsübergreifende Dienstleistungen wie z. B. für Jobtickets, Anpassungen der ÖPNV-Anbindung oder KiTa-Plätze (H5). Der Vorteil in der Koordinierung und Abfrage der Bedarfe hierbei zeigt sich insbesondere dadurch, dass so auch Bedarfe, die ansonsten nicht direkt geäußert werden, aber auch Probleme, die nicht durch die genannten Lösungen adressiert werden können, im Diskurs innerhalb der Netzwerke sichtbar werden (H5). Zudem gibt es bei Konflikten zwischen Akteuren in den Parks sowie mit angrenzenden Nutzungen, z. B. bei Beschwerden durch Anrainer einen zentralen Mediator (H5). Das Management der Parks spielt weiterhin auch bei der Ansiedlung neuer Unternehmen eine zentrale Rolle, da es Bedarfe von Unternehmen besser einschätzen kann und ansiedlungsunerfahrenen Unternehmen Unterstützung bieten kann. Auch für die Einrichtung gemeinsamer Infrastrukturen wie z. B. das Schaffen eines zentralen Parkhauses oder von repräsentativen Büro- und Veranstaltungsräumen, die seitens der Betriebe nachgefragt werden, kann ein zentrales Management eine wichtige Rolle spielen. Somit können Bedarfe gebündelt und effizienter bedient werden. Auch gibt es einen Ansprechpartner, der in überbetrieblichen Belangen zwischen Kommunalverwaltung und Standortgemeinschaft vermitteln und somit Konflikten entgegenwirken kann (H5). Das zentrale Management zeigt sich somit als ein Ansatz, um Unternehmen zu vernetzen, Synergien zu identifizieren und die Implementation unternehmensübergreifender Lösungen voranzutreiben, wodurch sich Potentiale für Symbiosen beispielsweise in der Flächennutzung ergeben, wie es auch im Falle von Gewerbegebietsmanagern

der Fall ist. Die Grenzen der Übertragbarkeit liegen allerdings darin, dass innerhalb der Technologiezentren eine gewisse Ähnlichkeit der Bedarfslage der ansässigen Unternehmen besteht, die sich bei heterogeneren Gewerbegebieten anders darstellen kann.

Zusammenfassung der Ergebnisse auf Gebietsebene

Im Rahmen der Gespräche konnten unterschiedliche Herausforderungen, aber auch unterschiedliche Ausprägungen symbiotischer Beziehungen identifiziert werden. Die Auswirkungen des Strukturwandels sowie die Anknüpfungspunkte zu lokalen oder auch regionalen Synergien sind dabei insbesondere von dem Typus der jeweiligen Gewerbeflächen abhängig. So zeigten vor allem Kraftwerksstandorte enge Anknüpfungspunkte an symbiotisches Wirtschaften, die jedoch stark durch die Braunkohlewirtschaft und Neben- und Beiprodukte von Tagebau oder Kraftwerken begründet sind. Vorrangig aus Chemieparcs wurde von vorhandenen Stoffverbänden berichtet, welche aufgrund der speziellen Situation der chemischen Industrie (Produktionsweise, Ansiedlungsstrategien) nicht direkt auf andere Gebiete übertragbar sind. Dennoch bietet das Management offener, geschlossener oder auch gemeinsam durch die am Standort ansässigen Unternehmen bewirtschafteter Chemieparcs Lösungsansätze an symbiotischen Wirtschaftsstrukturen (im Rahmen einer „facilitated Industrial Symbiosis“; siehe AP 1) und um Standorte allgemein zu stärken. Ähnliche, jedoch auf andere Sektoren abzielende, Managementstrukturen konnten in den Technologiezentren der Regionen aufgefunden werden. Gerade klassische, heterogene Gewerbegebiete konnten kaum Anknüpfungspunkte zu stofflichen Symbiosen aufweisen. Im Rahmen der Gespräche mit Akteuren aus dem Gewerbegebietsmanagement sowie der Wirtschaftsförderung und Stadtplanung wurde jedoch an vielen Stellen darauf verwiesen, dass insbesondere durch eine stärkere Vernetzung der Betriebe vor Ort und eine engere Betreuung der Bestandsgebiete, Potentiale zur Nachverdichtung gesehen werden (z. B. in Form kooperativer und symbiotischer Flächennutzungen) und eine stärkere Vernetzung am Standort auch Vorteile für die Unternehmen bietet (z. B. die gemeinsame Beauftragung von Dienstleistungen, koordinierter und kooperativer Infrastrukturbetrieb). Auch wurden bestehende Netzwerke vor Ort als hilfreich zur Lösung temporärer Herausforderungen in den Gebieten gesehen. Insgesamt zeigten sich somit verschiedenste Lösungsansätze, die es im weiteren Verlauf bezüglich ihrer Viabilität, Umsetzbarkeit und Übertragbarkeit in andere Kontexte zu bewerten gilt.

Im Rahmen des folgenden Arbeitsschrittes werden daher die Potentiale bestehender Lösungen und neue Lösungsansätze für die Etablierung symbiotischer Nutzungen unterschiedlicher Art in verschiedenen Typen von Industrie und Gewerbegebieten genauer betrachtet. Während die vorangegangene Typisierung und Erhebung die Grundlage hierfür bildet, erfolgt die Konsolidierung der genannten Ergebnisse und abschließende Bewertung dieser gemeinsam mit denen der Potentialanalyse des folgenden Arbeitspakets im Rahmen des Arbeitsschrittes 4.5.

5.4 Potentialanalyse für symbiotisches Wirtschaften in den Regionen

Im Rahmen des vierten Arbeitsschrittes wurden die zuvor erhobenen spezifischen Herausforderungen und Potentiale der Regionen sowie die unterschiedlichen Anknüpfungspunkte zu symbiotischen Wirtschaftsstrukturen in den o. g. Gebietskategorien im Rahmen fokussierter Gruppengespräche diskutiert. Ziel war es, neben der Validierung der Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitsschritte zu evaluieren, welche der identifizierten Lösungen und Lösungsansätze auch auf andere Regionen bzw. Raumtypen übertragbar sind, welche Potentiale symbiotisches Wirtschaften auf lokaler und regionaler Ebene für die Entwicklung von Regionen im Rahmen des Strukturwandels insgesamt hat und welche Bedeutung diese Ergebnisse für die Entwicklung bestehender Gewerbegebiete in den Regionen haben.

Hierzu wurden zwei Fokusgruppen-Workshops im online-Format durchgeführt, in welchen Akteure aus dem Regionalmanagement, regionalen und kommunalen Wirtschaftsförderungen und Planungsämtern zusammengebracht wurden, und die Ergebnisse der vorangegangenen Arbeitsschritte validiert, diskutiert und weiterentwickelt wurden. An den Workshops nahmen 11 bzw. 15 Teilnehmer*innen aus den vier Untersuchungsregionen und dem Projektkonsortium teil. Die Einladung erfolgte durch das Institut Arbeit und Technik. Durch Beteiligung von Expertinnen und Expert*innen aus den vier Regionen, zentral gelegenen größeren Kommunen, kleineren Gemeinden, sowie Kraftwerks- und Tagebaustandorten, wurde darauf abgezielt, den zuvor identifizierten unterschiedlichen Ausgangssituationen und Bedarfen Rechnung zu tragen und die jeweiligen regionalen Besonderheiten und Herausforderungen im Strukturwandel abzudecken.

Um den verschiedenen in den vorangegangenen Arbeitsschritten herausgearbeiteten Facetten der Diskussion um Gewerbegebietsentwicklung, Industriesymbiosen und aktuelle Entwicklungen in den Strukturwandelregionen gerecht zu werden, aber diese nicht separiert voneinander zu diskutieren, wurden bei der Erarbeitung der Workshop-Konzepte vier Themenblöcke in den Vordergrund gestellt, je Workshop wurden zwei dieser Themenblöcke nach einer kurzen Einführung durch das Projektteam bearbeitet.

Die Workshops wurden anknüpfend an die Methode der Fokusgruppe konzipiert. Fokusgruppengespräche sind Expertinnen- und Expert*innengespräche mit bis zu zehn Akteuren. Der oder die Moderierende spricht die gesamte Gruppe an, hält sich aus der Diskussion zurück und zielt darauf ab, das Gespräch am Laufen zu halten. Dadurch wird es ermöglicht, "kollektives Wissen" zu nutzen, Themen und Entwicklungen durch verschiedene Akteure einschätzen zu lassen. Die Gruppeninteraktion minimiert hierbei den Moderationseffekt. Je nach Inhalt lassen sich Prozesse der Konsens- und Meinungsbildung nachzeichnen, Teilnehmende äußern sich in der Dynamik des Gesprächs anders als in Einzelinterviews und reagieren direkt auf Äußerungen, Einschätzungen und Meinungen anderer. Ferner eignen sich Fokusgruppen dazu, einen ersten Einblick in komplexere Themen zu erhalten.

Um trotz der begrenzten Möglichkeit zur Interaktion des virtuellen Formates auch den Austausch zwischen den Akteuren befördern zu können, wurden die Teilnehmenden in wechselnde Kleingruppen von zwei bis drei Personen eingeteilt, die sich in kurzen Gesprächsrunden von 8-10 Minuten in aufeinander folgenden Breakout-Sessions entlang zuvor vorgestellter Leitfragen austauschen konnten. Je Workshop fanden zwei Diskussionsrunden statt, in denen wechselnde Gesprächspartner*innen innerhalb der Kleingruppen zusammengeführt wurden. Um regionale Unterschiede und unterschiedliche Herausforderungen vor Ort kontrastieren zu können, wurden in den Kleingruppen Akteure aus unterschiedlichen Regionen zusammengebracht. Anschließend an die Diskussionsrunden innerhalb der Kleingruppen erfolgte die Sammlung der Inhalte und Kommentierung dieser im Plenum.

Entlang dieser Konzeption wurden folgende zwei Workshops durchgeführt.

5.4.1 Zentrale Themen der Fokusgruppe I: Symbiotische Gewerbegebiete – Vernetzung als Grundlage für zukunftsfeste Gewerbegebiete?!

Zur Transformation von klassischen Bestandsgewerbegebieten bedarf es neuer Lösungsansätze. In Kommunen mit knappen Gewerbeflächenreserven gilt es durch Nachverdichtungsmaßnahmen eine höhere Flächeneffizienz zu erzielen und weitere Gewerbeflächen zu qualifizieren. Gleichzeitig sind Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel wie z. B. die Versiegelung vor Ort, aber auch Themen wie Energie- und Ressourceneffizienz, zu adressieren. Der Kommune als Akteur fehlt es an Möglichkeiten der Einflussnahme auf bestehende Gewerbeflächen und Unternehmen. Für eine nachhaltige Entwicklung im Bestand bedarf es daher einer Vernetzung mit und von Betrieben am Standort. Netzwerke können hier die Grundlage für verschiedenste Synergien auf stofflicher und energetischer Ebene bilden, aber auch als Grundlage für kooperative Ansätze in der Beschaffung von Dienstleistungen oder im Betrieb gemeinsamer Infrastruktur. Zentrale Parkpaletten für im Gebiet Beschäftigte und für gemeinsam bewirtschaftete LKW-Stellplätze, aber auch die Multicodierung von Flächen, bilden hierfür beispielhafte Lösungen zur Nachverdichtung im Bestand. Häufig kommt diesbezüglich gerade begleitenden Maßnahmen, wie der Einführung eines Gewerbegebiets- oder Quartiersmanagements, eine zentrale Rolle zu.

Im Rahmen des im Projekt „SymbiotiQ“ durchgeführten Workshops am 1. September 2021, wurde der Ansatz symbiotischer Gewerbegebiete vorgestellt und mit Akteuren aus der kommunalen Praxis diskutiert. Hierbei wurden durch die Teilnehmenden Beispiele, Ansätze und bestehende Anknüpfungspunkte aus den vier deutschen Braunkohlerevieren eingebracht und diskutiert. Die zentrale Frage im Hintergrund war dabei, inwiefern sich symbiotische Gewerbegebiete als Ansatz zur Stärkung von Regionen im Strukturwandel eignen und welcher Unterstützungs- oder Fördermechanismen es aus kommunaler Sicht für die Weiterentwicklung von Bestandsgewerbegebieten bedarf.

5.4.2 Zentrale Themen der Fokusgruppe II: Industrielle Symbiosen in Strukturwandelregionen – Anknüpfungspunkte, Herausforderungen und strukturpolitische Chancen

Der Ausstieg aus der Kohleverstromung eröffnet die Frage danach, wie sich der anstehende Strukturwandel in den deutschen Energieregionen wirtschaftlich und sozial verträglich gestalten lässt. So sind durch den Ausstieg aus der Braunkohleverstromung unter anderem auch Standorte betroffen, in denen Kraftwerke sowie deren Zuliefer- und Abnehmerbetriebe einen bedeutenden Teil der lokalen Wertschöpfung generieren und somit Arbeitsplätze in ansonsten strukturschwächeren Regionen bieten. Zudem finden sich hier verschiedenste Unternehmen wieder, die im Rahmen der fossilen Energieerzeugung entstehende Nebenprodukte weiterverarbeiten oder Abwärme und Prozessdampf für Produktionsprozesse nutzen. So stehen verschiedene Produktionsketten der Grundstoffindustrie, Bauwirtschaft, aber auch der Landwirtschaft, in direkter Abhängigkeit von Kraftwerken und Tagebauen. Auch bestehen teilweise weitere Querverbindungen zwischen diesen Unternehmen.

Auf europäischer Ebene gewinnt vor dem Hintergrund des EU Green Deal aktuell das Konzept der industriellen Symbiose an Aufmerksamkeit. Industriesymbiosen zielen darauf ab, in der Produktion entstehende Bei- und Nebenprodukte wie z. B. Reststoffe, Abwasser und Abwärme am Standort selbst oder innerhalb der Region in anderen Produktionsprozessen als Ressource zu nutzen. So entstehen durch die Weiter- und Wiederverwertung von Ressourcen und Energie ökonomische und ökologische Vorteile. Während als klassisches Beispiel meist der dänische Industriepark in Kalundborg genannt wird, zeigt die Betrachtung von altindustriellen Regionen, Kraftwerksstandorten und Chemieparcs in Deutschland, dass es auch hierzulande zahlreiche Anknüpfungspunkte gibt.

Im Rahmen des Workshops, welcher am 2. September 2021 im Kontext des Projekts „SymbiotiQ“ durchgeführt wurde, wurde mit Akteuren aus den vier Braunkohleregionen diskutiert, inwiefern das Konzept der industriellen Symbiose sich als ein regionaler strukturpolitischer Ansatz eignet. So wurde die Frage dahingehend diskutiert, ob das Konzept dazu dienen kann, Industrieparks, Kraftwerksstandorte und Gewerbegebiete in den Braunkohleregionen für die Zukunft zu qualifizieren und welche Anknüpfungspunkte zu bestehenden wirtschaftlichen Aktivitäten vor Ort weiterentwickelt werden können.

Eine umfassende Dokumentation der beiden Workshops findet sich in der Anlage (A 7). Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Identifikation und Validierung von Potentialen für symbiotisches Wirtschaften in den Regionen, auf welche im folgenden Arbeitsschritt tiefergehend eingegangen wird. Gleichzeitig bilden sie die Basis für die Empfehlungen auf Bundesebene (AS 6.4).

5.5 Synthese

Es folgt die strukturierte Zusammenfassung und Aufbereitung der durchgeführten Arbeiten und der erzielten Ergebnisse.

5.5.1 Übersicht über die durchgeführten Arbeiten

Die Arbeiten zur Bestandsaufnahme der Gewerbegebiete in den Braunkohleregionen wurde methodisch mittels eines Mixed-Method-Ansatzes bearbeitet. So wurden neben Regionaldaten und Geodaten, bestehende Literatur zur Gestaltung des Strukturwandels in den Regionen gesichtet. Anschließend wurden insgesamt 30 Interviews zur Validierung und Vertiefung der Ergebnisse geführt. Anknüpfend an die Bestandsaufnahme erfolgte mittels zwei virtuell durchgeführten Fokusgruppen-Workshops die Diskussion von Potentialen symbiotischer Ansätze in Gewerbe- und Industriegebieten für die Regionen, sowie lokaler Bedarfe und Herausforderungen im Rahmen des Ausstiegs aus der Braunkohleverstromung. Die zentralen Arbeitsschritte werden in Tabelle 31 zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 31: Zentrale Arbeitsschritte zur Bestandsaufnahme

Zuordnung	Arbeitsschritte & angewandte Methoden	Durchführungszeitraum
AS 4.1	Literaturrecherche	09/2019-11/2019
	Regionaldatenanalyse	09/2019-11/2019
AS 4.2	Entwicklung- und Erprobung einer Methodik zur quantitativen Analyse der vorhandenen Gewerbeflächen anhand von Geodaten (inkl. Datenbeschaffung)	01/2020-06.2020
AS 4.2	Geodatenanalyse und Auswertung der Ergebnisse	07/2020-11/2020
AS 4.2 & 4.3	Leitfaden-gestützte qualitative Interviews zur Erfassung der Gewerbeflächensituation & Anknüpfungspunkten zu symbiotischem Wirtschaften in den Revieren	08/2020-06/2021
AS 4.4	Vorbereitung, Durchführung & Auswertung der Fokusgruppengespräche	06/2021-09/2021
AS 4.5	Synthese & Aufbereitung der Ergebnisse	10/2021-11/2021

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Durch die konsekutive Bearbeitung der Arbeitsschritte konnten dabei bedeutende Ergebnisse für die Gestaltung des weiteren Prozesses, wie auch von übergreifender Relevanz gewonnen werden. Die detaillierten Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte, insbesondere die Ergebnisse hinsichtlich Ausgangssituationen, Entwicklungen und Herausforderungen in den unterschiedlichen Regionen, sind dem vorhergegangenen Berichtsteil zu entnehmen. Im nächsten Kapitel erfolgt die zusammenfassende Aufbereitung zentraler Erkenntnisse des Arbeitspakets insgesamt für die anknüpfenden Arbeitspakete.

5.5.2 Ergebnisse zu Anknüpfungspunkten zu Symbiosen in Industrie- und Gewerbe in den Regionen

Anknüpfend an die Ergebnisse der vorangegangenen Analyseschritte, insbesondere der Status quo-Recherche (AP 1) wurde bei der Analyse der Regionen hinsichtlich bestehender Symbiosen in Gewerbegebieten ersichtlich, dass nur wenige auf Neben- oder Beiprodukten, gemeinsamer Infrastruktur, oder dem gemeinsamen Bezug von Dienstleistungen beruhende Netzwerke in Gewerbegebieten innerhalb der untersuchten Regionen bekannt sind. In AP 1 benannte Hintergründe und Ergebnisse konnten somit auch bei der Untersuchung der Reviere bestätigt werden. Tabelle 32 stellt die im Rahmen der Studie identifizierten und in den vorangegangenen AP im Detail vorgestellten Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in Industrie- und Gewerbegebieten vor.

Tabelle 32: Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften in den Regionen

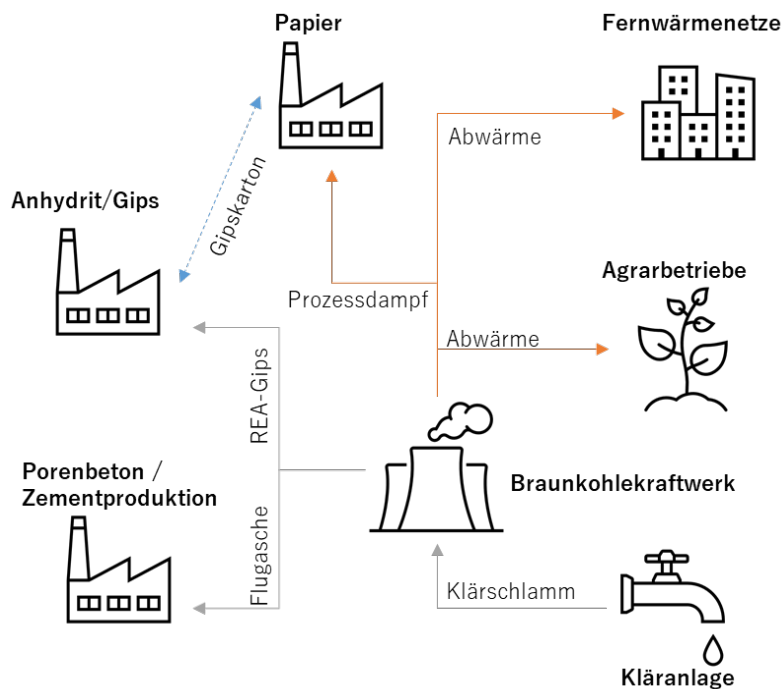
Standorte	Branche / Unternehmen / Produkt	Erklärung	Klassifizierung
BASF Schwarzheide	Stoffverbund: Querverbindungen im Bereich Energie, Dampf, Ressourcen.	zentral organisiert; Ansiedlungsmanagement durch BASF	energetisch & stofflich ¹
Chemiepark Zeitz	ansässige Unternehmen	Nachfrage parkseitig angebotener Dienstleistungen (insbes. Abwasser-aufbereitung)	Dienstleistung ¹
Chemiepark Bitterfeld-Wolfen	ansässige Unternehmen	Nachfrage parkseitig angebotener Dienstleistungen	Dienstleistung ¹
Guben	Recycling; zentrale Bereitstellung von Dienstleistungen;	Carbonrecycling; Dienstleistungen durch Parkbetreiber	energetisch & stofflich ²
Schwarze Pumpe ²	Ethanol; Gips/Anhydritproduktion Papierindustrie;	Papierfabrik mittlerweile energieautark durch AHKW; Synergie zwischen Papier & Gipsindustrie (Gipskarton)	energetisch & stofflich
Boxberg ²	Gewächshausbetrieb; Gips/Anhydritproduktion; Porenbeton; Klärschlammverbrennung	REA-Gipsproduktion im ersten Lock-down stark eingeschränkt (1 Mio. t. / pa).	energetisch & stofflich
Industrie- und Gewerbegebiet Lauta ²	Eisenoxid	Gewinnung aus Tagebauwasseraufbereitung als Grundlage für Biogasanlagen	stofflich

Standorte	Branche / Unternehmen / Produkt	Erklärung	Klassifizierung
Buschhaus ²	Klärschlammverbrennung	Errichtung von Monoverbrennungsanlage/ AHKW an ehemaligem BKKW-Standort	energetisch & stofflich
Neuenrath ²	Gewächshaus	Gemüsezeitung mit Abwärme/CO ₂ aus dem Kraftwerk	energetisch
Böhlen-Lippendorf ²	Gips; Prozessdampf / Abwärme		energetisch & stofflich
Gewerbegebiet Hansestraße-Ost (Braunschweig) ³	Instrumentenbau & Lackiererei	Klavierbauer nutzt Lackierstraße einer benachbarten Autolackiererei	Produktion & Infrastruktur
Aachen ³	Ehem. Reifenhersteller	Prozesswärme wurde innerhalb des Unternehmens selbst genutzt.	energetisch
Heinrich-der-Löwe-Kaserne (Braunschweig) ⁴	Datencenter	Heizung von Wohnimmobilien durch Abwärme	energetisch; urbane Symbiose
Hohenmölsen ⁴	Nah- und Fernwärme	Beheizung der Siedlungen durch Abwärme aus dem Industriekraftwerk Wühlitz	energetisch; urbane Symbiose

¹Chemiepark; ²Kraftwerks-/Tagebaustandort oder Industriepark; ³Gewerbegebiet, ⁴Wohn- & Mischgebiet
 Quelle: Interviews (s. A 6): eigene Darstellung (Ökopool).

Die Betrachtung von Chemie-, Industrieparks und Kraftwerksstandorten zeigte jedoch, dass es innerhalb der Braunkohleregionen und im Besonderen in der Lausitz und Mitteldeutschland eine Vielzahl an Wirtschaftszweigen gibt, die an Industriestandorten symbiotisch wirtschaften. Hier bilden Kraftwerke einen zentralen Ankerpunkt, wie es auch am Standort Kalundborg der Fall ist (siehe AP 1). Insbesondere Unternehmen- und Stoffströme der Braunkohleförderung und der entsprechenden Energieerzeugung sind neurale Punkte in den jeweiligen lokalen Stoffstrom- und Energienetzwerken (siehe Abbildung 15). Während sich diese an unterschiedlichen Standorten hinsichtlich des Branchenbesatzes, Umfangs an Austauschbeziehungen und Verbindungen (von bilateralen Austauschbeziehungen hin zu Netzwerken) verschieden ausgestalten, kreieren diese Wertschöpfungsnetzwerke gerade in periphereren Lagen wichtige Arbeitsplätze. Mit dem Wegfall der Braunkohlewirtschaft, sind demnach insbesondere an Orten mit ansonsten geringer industrieller Diversität auch der Wegfall weiterer Arbeitsplätze in auf der Veredelung von Nebenprodukten basierenden Betrieben ein relevanter Faktor, den es neben der Frage der zukünftigen Energieversorgung von Industrieunternehmen vor Ort zu berücksichtigen gilt. Gerade im Bereich der Grundstoffindustrie und Bauwirtschaft ergeben sich durch den Wegfall von Ressourcen Herausforderungen. Der Wegfall von Nebenprodukten wie REA-Gips wirft darüber hinausgehend auch weitere Fragen auf, vor allem wie die Gipsproduktion in Deutschland zukünftig aussehen kann. Deutschlandweit wurden 2017 6,42 Millionen Tonnen REA-Gips in Stein- und Braunkohlekraftwerken produziert. Demgegenüber stehen 4,55 Millionen Tonnen Naturgips, die 2018 durch Bergbau in Steinbrüchen und Bergwerken gewonnen wurden (vgl. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe 2019, S. 46).

Abbildung 30: Schematische Illustration braunkohlewirtschaftsnaher industrieller Symbiosen



Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Industrieparks und Kraftwerksstandorte bieten daher nicht nur Herausforderungen für die Gestaltung des Strukturwandels, sondern auch Ansatzpunkte für die Gestaltung möglicher neuer Symbiose-Netzwerke. So gilt es in Zukunft zu überlegen, welche (dezentralen) Lösungen in bestehende Fernwärmenetze einspeisen können und inwiefern produzierende Unternehmen Abwärme in diese einleiten können. Auch sollte überlegt werden, wie die Erzeugung und (Zwischen-)Speicherung, Veredelung und Transformation (Power-to-X) von erneuerbaren Energien so eingebunden werden kann, dass sich Möglichkeiten zum Erhalt bestehender Symbiosen oder Schaffung neuer symbiotischer Beziehungen ergeben. Insbesondere den Kraftwerksstandorten als infrastrukturell gut angebundenen Standorten kommt eine zentrale Rolle im transformierten Energiesystem zu. Bei der Weiterentwicklung dieser Standorte spielen Überlegungen zur Stärkung von Symbiosen, der Auskopplung von thermischer Energie und weitere Synergien mit produzierenden Betrieben eine wichtige Rolle. Somit sollte auch berücksichtigt werden, wie Arbeitsplätze in energieintensiven oder braunkohlewirtschaftsnahen Wirtschaftszweigen gesichert und bestehendes Wissen über die Kopplung verschiedener Wirtschaftszweige (z. B. Energie- und Bauwirtschaft) zum beiderseitigen Vorteil und der Generierung und dem Erhalt von Effizienzsteigerungen genutzt werden kann.

Von bestehenden Symbiosen und Anknüpfungspunkten zu symbiotischem Wirtschaften in Industrie- und Chemieparks lassen sich weiterhin zentrale Erkenntnisse zur Gestaltung symbiotischer Gewerbegebiete ableiten. So weisen Industrie- wie auch Chemieparks zumeist ein zentrales Ansiedlungsmanagement auf, welches gleichzeitig als Anbieter für verschiedene industriennahe Dienstleistungen (z. B. Werksfeuerwehr, Schienenbahnbetrieb, Rohrbrücken, Abwasseraufbereitung, Sicherheits- und Havarie Services) agiert. Während die Nachfrage nach Flächen in Industrieparks in vielen Fällen auf die Möglichkeit zurückzuführen ist, dort kontinuierlich und emissionsarm zu produzieren, stellen diese Dienstleistungen einen weiteren Anreiz für die Ansiedlung dar, da die Unternehmen für die Durchführung bestimmter Arbeiten keine eigenen Ressourcen vorhalten müssen, nicht in die Schaffung eigener Infrastrukturen und Dienstleistungen

investieren müssen und sich Effizienz- und somit Kostenvorteile ergeben. Anknüpfend an die Idee einer „facilitated Industrial Symbiosis“ (siehe AP 1), in der Mittler die Entstehung von überbetrieblichen Synergien ermöglichen, bieten sich die zentrale Organisation, das zentrale Management und die zentrale Beschaffung oder zur Verfügung Stellung von Dienstleistung demnach ebenfalls als eine Möglichkeit an, Standorte für ansiedlungsinteressierte Unternehmen zu attraktiveren. Aus diesem Grund bietet die an das Cluster- oder Industrieparkmanagement anknüpfende Idee des Gewerbegebietsmanagements oder des gemanagten Netzwerks als Grundlage für die Schaffung von Symbiosen zwischen Unternehmen einen passenden Ansatz zur attraktiveren Gestaltung von Gewerbe- und Industrieflächen in den Regionen im Wandel. Die in den vorangegangenen Arbeitsschritten genannten exemplarischen Beispiele der Erfolge durch das Vermitteln zwischen Betrieben an Standorten und die dadurch ermöglichten Netzwerke und Austauschbeziehungen verdeutlichen, dass es auch abseits energieintensiver Unternehmen Potentiale hierzu gibt.

5.5.3 Ergebnisse zur Frage von Fördermechanismen und strukturpolitischen Empfehlungen

Eine (weitere) Zusammenfassung der Ergebnisse des Arbeitspaketes 4 in Hinblick auf geeignete Fördermechanismen und strukturpolitische Aspekte finden sich in dem im AP 4 erstellten „Empfehlungspapier Strukturpolitik“. Dieses Papier adressiert insbesondere die Akteure auf der Bundesebene. Es bildet in seiner finalen Form eine Anlage zu diesem Bericht.

6 Arbeitspaket 5: Übertragbarkeit aufutzungsgemischte städtische Quartiere: Potentiale und Hemmnisse

Arbeitspaket 5 untersucht die Hypothese, dass auch gemischt genutzte Stadtquartiere von symbiotischen Ansätzen - wie sie in Gewerbegebieten identifiziert wurden - profitieren können.

6.1 Mischgenutzte Quartiere: Rahmenbedingungen für symbiotische Nutzungen in typisierten Quartieren gemischter Nutzung

Im Rahmen des Arbeitspakets 5.1 wird die Übertragbarkeit gewerblicher Symbiosen auf nutzungsgemischte Quartiere beleuchtet. Hierzu erfolgt eine kurze Aufbereitung des allgemeinen Forschungsstandes zu „urbanen Symbiosen“ als einer speziellen Ausprägung industrieller Symbiosen. Da die Möglichkeiten des deutschen Planungsrechts die Grundlage für Entwicklung und Fortbestand von Symbiosen in nutzungsgemischten Quartieren bildet, folgt eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Gebietstypen mit gemischter Nutzungsstruktur unter besonderer Berücksichtigung der Gebietskategorie „Urbanes Gebiet“. Des Weiteren erfolgt die exemplarische Darstellung bestehender, aktuell in der Entwicklung befindlicher oder im wissenschaftlichen Diskurs verhandelter Beispiele urbaner Symbiosen in Deutschland auf Basis einer Literaturrecherche sowie in den Interviews in AP 4 genannten Beispiele. Das Kapitel schließt mit einem Fazit bezüglich der Rahmenbedingungen für symbiotische Nutzungen in gemischten Quartieren in Deutschland.

6.1.1 Urbane Symbiose - Definition und Forschungsstand

Durch das steigende Interesse politischer wie auch wissenschaftlicher Akteure am Themenfeld der industriellen Symbiose und der zunehmend interdisziplinären Forschung auf diesem Gebiet, entstehen anknüpfend an das Kernthema der stofflichen oder thermischen Vernetzung von Betrieben auf lokaler Ebene weitere theoretische, aber auch praxisgeleitete Herangehensweisen sowie die Übertragung des Konzepts auf weitere Bereiche. So wird versucht, den Mehrwert des Konzepts der industriellen Symbiose zunehmend auch abseits der Industriegebiete zu erfassen und neue Einsatzmöglichkeiten zu finden.

In der Untersuchung von Rahmenbedingungen für symbiotische Nutzungen in nutzungsgemischten Quartieren spielen diesbezüglich vorrangig konzeptionelle Überlegungen eine Rolle, die Symbiosen auch abseits der Industriegebiete auf gesamtstädtischer oder Quartiersebene betrachten. Grundlage des folgenden Kapitels bildet daher ein erster Überblick über bereits bestehende Konzepte zur Übertragung industrieller Symbiosen auf andere Bereiche, Ebenen oder auch Nutzungsformen. Wie auch in der Bandbreite existierender Definitionen der industriellen Symbiose selbst (Lombardi und Laybourn 2012), zeigen sich auch hier verschiedene Ansätze und Verständnisse. Die Betrachtung dieser erlaubt einen ersten Überblick über konzeptionelle Arbeiten, die Lösungsansätze und Formen der Symbiose in nutzungsgemischten Gebieten auf internationaler Ebene geben können.

Im Kontext der Forschung zur industriellen Symbiose in mischgenutzten, urbanen Quartieren, bietet der Begriff der „Urbanen Symbiose“ einen ersten geeigneten Anknüpfungspunkt. Der Begriff beschreibt zum einen symbiotische Verbindungen zwischen Industriegebieten bzw. Unternehmen und dem städtischen Raum allgemein, wird aber in einer Vielzahl an Publikationen enger gefasst und häufig in Bezug auf die lokale Verwertung von Siedlungsabfällen genutzt (Neves et al. 2020). Hierbei wird in Abgrenzung zu klassischen Abfallverwertungs- und Recyclingprozessen zumeist Bezug auf Unternehmen und Sektoren genommen, die in anderen Fällen keine Abfallprodukte im Produktionsprozess verwerten und in welchen Rest- oder Wertstoffe aus dem

urbanen Raum somit eine Alternative zu herkömmlichen Ressourcen und Rohstoffen darstellen (Ebd.).

Ein weiterer Ansatz, welcher teilweise unter dem Konzept der urbanen Symbiose, teilweise aber auch unter industrieller Symbiose im Allgemeinen gefasst wird, ist die Anbindung industrieller Unternehmen an Nah- und Fernwärmenetze: Prozessdampf und Abwärme tragen zur Wärmeversorgung für Gemeinden, Wohneinheiten aber auch Schul- und Verwaltungsgebäuden bei. In diesem Feld gibt es verschiedene internationale Fallbeispiele in denen derartige Symbiosen zwischen produzierenden Unternehmen und Wohnnutzungen existieren, beispielsweise die Gemeinde Köping in Schweden, in welcher seit den 1980er Jahren Abwärme der ansässigen Unternehmen in das Wärmenetz eingespeist wird (Kurdve et al. 2018). Auch aktuellere Modellierungen derartiger urbaner Symbiosen kommen zu dem Schluss, dass die Einbindung von Gemeinden als Abnehmer für Abwärme in industrielle Netzwerke sowohl zur Reduktion von Emissionen führt als auch wirtschaftlich sinnvoll sein kann. Hier ist im Einzelfall jedoch entscheidend, inwiefern dabei auf bestehende Infrastruktur zurückgegriffen werden kann oder umfassende Investitionen in diese notwendig sind (Afshari et al. 2018).

Eine Überblickstudie, die die Ergebnisse verschiedener Fallstudien im asiatischen Raum aus den Jahren 2008-2018 zusammenfasst, zeigt, dass in den meisten untersuchten Fallstudien urbaner Symbiose, vermehrt die Energie- und Wärmeversorgung und -bereitstellung im Fokus steht. Fraccascia (2018) untersucht in seiner Studie elf in Planung befindliche oder bereits umgesetzte Projekte hinsichtlich ihrer Ausrichtung auf stoffliche, energetische oder die Wasserversorgung adressierende Symbiosen. Insgesamt neun der Lösungen zur Verwertung von Neben- und Beiprodukten urbaner Räume fokussieren eine energetische Vernetzung unterschiedlicher Nutzungsformen, drei Lösungen adressieren stoffliche Lösungen während drei weitere genannte Lösungen auf die Abwasseraufbereitung abzielen. In den aufgeführten Fallstudien werden in sechs Fällen Neben- und Abfallprodukte von Haushalten (thermisch) verwertet (beispielsweise um Zementwerke mit Energie zu versorgen), während in nur zwei der Fälle Unternehmen durch eine Abwärmebereitstellung zur urbanen Symbiose beitragen. Lediglich zwei identifizierte ressourcenbasierte Symbiosen basieren auf der Verwertung von Reststoffen aus der Bau- oder Wasserwirtschaft.

Als urbane Symbiosen bezeichnete Verknüpfungen zwischen Haushalten und Wirtschaftsakteuren zielen im internationalen Kontext somit vorrangig auf die thermische Verwertung von Haushaltsabfällen und nur teilweise auf die Versorgung von Haushalten mit Abwärme produzierender Unternehmen ab. Andere ressourcenorientierte Ansätze finden in der internationalen Fachliteratur demnach kaum Beachtung. Insbesondere aufgrund unterschiedlicher nationaler Abfallverwertungssysteme sowie Standards und der allgemeinen Verbreitung von Müllheiz- und Ersatzstoffkraftwerken im europäischen und gerade im deutschsprachigen Raum, ist jedoch insgesamt fraglich, inwiefern die unter dem Titel urbaner Symbiosen diskutierten Lösungen auch für das Bundesgebiet ökologische oder wirtschaftliche Vorteile bringen können bzw. überhaupt neuartige Lösungsansätze darstellen.

6.1.2 Mischgenutzte Quartiere in der deutschen Planungspraxis

Um die Rahmenbedingungen für symbiotische Nutzungen in Quartieren gemischter Nutzung zu erfassen, gilt es allem voran die unterschiedlichen Ausprägungen der Gebiete mit gemischter Nutzungsstruktur zu betrachten. In der BauNVO werden hierzu fünf Gebietskategorien mit gemischter Nutzungsstruktur definiert. Das besondere Wohngebiet (§ 4a), das Dorfgebiet (§ 5), das Kerngebiet (§ 7), das Mischgebiet (§ 6) sowie das urbane Gebiet (§ 6a). Im Folgenden wer-

den die Unterschiede der Gebietsklassifizierungen gemischter Quartiere sowie des Gewerbegebiets (§ 8) mit Fokus auf deren Bedeutung zur Nutzungsmischung gegenübergestellt, um bestehende Unterscheidungen in der planerischen Praxis in Deutschland darzustellen.

Dorfgebiet

Im Rahmen der BauNVO als Dorfgebiet klassifizierte Gebiete knüpfen an historisch gewachsene, traditionell dörfliche Strukturen an. Somit ist ein gleichwertiges Nebeneinander der drei Hauptfunktionen Land- und Forstwirtschaft, Wohnnutzung und gewerbliche Nutzung im Dorfgebiet möglich. Während hierbei die Gleichwertigkeit einen wichtigen Faktor spielt, gibt es keine bestimmte Festsetzung des Nutzungsverhältnisses. Sie grenzen sich von Mischgebieten vor allem dadurch ab, dass es eine vorrangige Rücksichtnahme auf Wirtschaftsstellen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe gibt. Demnach bilden sie die einzige Gebietskategorie in welcher land- und forstwirtschaftliche Nutzungen explizit geregelt werden. In der planerischen Praxis werden Dorfgebiete nur selten neu festgesetzt.

Besondere Wohngebiete

Besondere Wohngebiete stellen im Planungsrecht Gebiete zur Erhaltung und Entwicklung der Wohnnutzung dar. Sie dienen somit der Sicherung von Gebieten mit einer historisch gewachsenen Nutzungsmischung, in welcher das Wohnen weiterhin dominiert. Durch ihren Zweck, historisch gewachsene Gemengelagen zu sichern, können sie überwiegend auf bebauten Gebieten festgesetzt werden und spielen daher keine Rolle in der Neuplanung von Flächen. Sie dienen deshalb einer ähnlichen Funktion wie das urbane Gebiet (s. u.), jedoch mit dem Fokus auf die Sicherung gewachsener Siedlungsstrukturen, da die Fläche bereits vor der Festsetzung des Gebiets überwiegend bebaut ist.

Mischgebiete

Mischgebiete zeichnen sich durch zwei Hauptnutzungsarten aus: die Nutzung von Flächen für das Wohnen sowie die gewerbliche Nutzung. In planungsrechtlichen Mischgebieten ist sowohl eine quantitative wie auch eine qualitative Gleichwertigkeit der beiden Nutzungsformen erforderlich. Wohnen und nicht wesentlich störendes Gewerbe müssen hierbei in nachvollziehbaren Anteilen gemischt sein. Die Nutzungsmischung kann sowohl auf Ebene der Baugrundstücke wie auch innerhalb der Gebäude erfolgen. In Mischgebieten ist das Verhältnis der beiden Nutzungen von 70/30 zulässig. Die Abgrenzung zu allgemeinen Wohngebieten und Gewerbegebieten erfolgt daher dadurch, dass keine der Hauptnutzungen einen Anteil von 80 % überschreitet. Die Abgrenzung zum Dorfgebiet erfolgt dadurch, dass es keinen Fokus auf land- und forstwirtschaftliche Betriebe gibt und die Abgrenzung zum Kerngebiet beruht darauf, dass es keine Ausrichtung auf zentrale Einrichtungen der Infrastruktur gibt.

Kerngebiet

Kerngebiete dienen vorrangig der Unterbringung von Handelsbetrieben sowie zentralen Einrichtungen aus den Bereichen Wirtschaft, Verwaltung und Kultur. Wohnnutzung ist allgemein zulässig, jedoch im Rahmen von Festsetzungen im Bebauungsplan zu regeln. Gleichzeitig muss die Nutzung Wohnen eine untergeordnete Rolle spielen, um den Gebietscharakter zu wahren. Kerngebiete finden sich daher meist in Innenstadtlagen wieder.

Gewerbegebiet

Das Gewerbegebiet zeichnet sich dadurch aus, dass nicht erheblich störendes Gewerbe die Hauptnutzungsart darstellt. Wohnnutzungen sind in Gewerbegebieten nicht vorgesehen, können jedoch zugelassen werden, wenn es sich um Wohnungen handelt, die direkt dem Gewerbebe-

trieb zugeordnet sind. Neben dem Gewerbegebiet gibt es ferner die Gebietskategorie des Industriegebiets (§ 9), welches sich durch den zulässigen Störgrad, der für Wirtschaftsbetriebe innerhalb des Gebiets gilt, vom Gewerbegebiet unterscheidet.

Urbanes Gebiet

Urbane Gebiete ermöglichen die Kombination von Wohnnutzungen und die Unterbringung von Gewerbebetrieben, aber auch von kulturellen Einrichtungen, sofern diese keine störende Auswirkung auf die Wohnnutzung haben. Die Nutzungsmischung in urbanen Gebieten muss nicht gleichgewichtig sein, wodurch sie sich etwa vom Mischgebiet unterscheiden. Gleichzeitig ermöglichen Festsetzungen im Rahmen der Bebauungspläne für urbane Gebiete oder Teile dieser auch konkretere Festsetzungen bezüglich des Anteils von Wohnnutzung oder gewerblicher Nutzung auf Basis der Geschossflächen. Ergänzend können weitere Festsetzungen auf Geschossebene getroffen werden, beispielsweise die gewerbliche Nutzung von Erdgeschossflächen, die zur Straßenseite ausgerichtet sind oder die Beschränkung auf Wohnnutzungen ab einer bestimmten Geschosshöhe. Während das besondere Wohngebiet auf eine ähnliche Nutzungsmischung abzielt, steht in diesem das Wohnen im Vordergrund. Ein weiterer Vorteil des urbanen Gebiets ergibt sich daraus, dass dieses im Gegensatz zum besonderen Wohngebiet sowohl bei der Überplanung als auch auf bisher unbeplanten Gebieten festgesetzt werden kann.

Da im Rahmen des Projekts insbesondere nutzungsgemischte Quartiere im städtischen Raum im Fokus stehen, erfolgt im weiteren Verlauf keine tiefere Betrachtung der Gebietskategorie „Dorfgebiet“. Da des Weiteren auch besondere Wohngebiete im Rahmen der Neuplanung keine nennenswerte Rolle spielen, erfolgt keine vertiefende Betrachtung dieser Kategorie, auch da das urbane Gebiet eine planungsrechtlich ähnliche Funktion einnimmt.

6.1.3 Gegenüberstellung der einzelnen Gebietskategorien

Um Möglichkeiten der Übertragbarkeit von symbiotischen Lösungen aus Gewerbegebieten auf Mischgebiete abschätzen zu können, bedarf es eines Überblicks über die unterschiedlichen zulässigen Nutzungen in Gewerbegebieten sowie den Gebieten gemischter Nutzung. So gibt es auf planerischer Ebene Unterschiede zwischen den Möglichkeiten, die Gewerbegebiete für gewerbliche Nutzungen bieten und den anderen Gebietskategorien, gleichzeitig unterscheiden sich auch diese untereinander in mehreren Punkten (s. Tabelle 33).

Tabelle 33: Zulässige Nutzungen nach BauNVO §§ 6 – 8 - Gegenüberstellung zulässiger und ausnahmsweise zulässiger (*) Nutzungen

Nutzung	Mischgebiet	Urbanes Gebiet	Kerngebiet	Gewerbegebiet
Wohnen	Wohngebäude	Wohngebäude	Wohnungen für Aufsichts- & Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhabende und Betriebsleitende; Wohnungen abhängig von den Festsetzungen des Bebauungsplans Sonstige Wohnungen*	Wohnungen für Aufsichts- & Bereitschaftspersonen sowie für Betriebsinhabende und Betriebsleitende (eingeschränkt)*

Nutzung	Mischgebiet	Urbanes Gebiet	Kerngebiet	Gewerbegebiet
Wirtschaft	Geschäfts- und Bürogebäude	Geschäfts- und Bürogebäude	Geschäfts- und Bürogebäude	Geschäfts- und Bürogebäude
	Einzelhandelsbetriebe, Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes	Einzelhandelsbetriebe, Schank- und Speisewirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes	Einzelhandelsbetriebe, Schank- und Speisewirtschaften, Betriebe des Beherbergungsgewerbes	Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe
	sonstige Gewerbebetriebe	sonstige Gewerbebetriebe	sonstige nicht wesentlich störende Gewerbebetriebe	
	Gartenbaubetriebe			
	Tankstellen	Tankstellen	Tankstellen im Zusammenhang mit Parkhäusern und Großgaragen Sonstige Tankstellen*	Tankstellen
	Vergnügungsstätten (teilw.)	Vergnügungsstätten* (teilw.)	Vergnügungsstätten	Vergnügungsstätten*
Verwaltung	Anlagen für Verwaltungen	Anlagen für Verwaltungen	Verwaltungsgebäude	Verwaltungsgebäude
Kirchliche, Kulturelle, Soziale, Gesundheitliche & Sportliche Zwecke	Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche Zwecke	Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche Zwecke	Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche Zwecke	Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale und gesundheitliche Zwecke*
	Anlagen für sportliche Zwecke	Anlagen für sportliche Zwecke	Anlagen für sportliche Zwecke	Anlagen für sportliche Zwecke

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Demnach eignen sich hinsichtlich einer Nutzungsmischung insbesondere das Mischgebiet, das urbane Gebiet sowie das Kerngebiet, da die Bereitstellung von Wohnraum und weiteren Nutzungen, die zu einer Mischung beitragen, im Gewerbegebiet stark eingeschränkt ist. Gleichzeitig sind im Kerngebiet durch die Beschränkung auf „nicht wesentlich störende Gewerbebetriebe“ kaum Grundlagen für größere Produktionsbetriebe gegeben, die z. B. durch Zulieferverkehrsaufkommen oder prozessbedingte Emissionen schnell als störend eingestuft werden können. Bei der Betrachtung geeigneter Räume für Symbiosen werden in den folgenden Abschnitten daher insbesondere das Mischgebiet sowie das urbane Gebiet berücksichtigt.

6.1.4 Exkurs: Das urbane Gebiet

Das „Urbane Gebiet“ ist die jüngste Gebietskategorie, die im Rahmen der Planungsrechtsnovelle 2017 neu eingeführt wurde. Vor diesem Hintergrund gab es einerseits in Reaktion auf die Einführung des urbanen Gebiets eine zahlreiche Publikationen aus Wissenschaft und Praxis, die sich mit den Einschränkungen, Möglichkeiten und den Potentialen des urbanen Gebiets befassen.

Gleichzeitig gibt es aufgrund der kurzen Zeit seit der Einführung nur wenige bereits entwickelte urbane Gebiete; insbesondere in größeren Städten gibt es jedoch erste Bebauungspläne, in denen das urbane Gebiet zum Einsatz kommt. Um die Potentiale des Gebiets für eine Nutzungsmischung als Grundlage für symbiotische Lösungen genauer zu erfassen, wird im Folgenden der in der Einführungszeit der Kategorie entstandene Diskurs zum urbanen Gebiet aufbereitet und um die tatsächliche Ausgestaltung und den planerischen Einsatz der Kategorie im Rahmen aktueller Bebauungspläne aus exemplarischen Großstädten ergänzt.

Die Gebietskategorie des urbanen Gebiets ermöglicht eine räumliche Nähe der verschiedenen Funktionen Wohnen, Arbeiten, Versorgung, Bildung, Kultur und Erholung und sieht hierfür eine flexible Nutzungsmischung vor. Damit soll Verkehr vermieden bzw. reduziert und die Entstehung eines lebendigen öffentlichen Raums gefördert werden. Hierbei orientieren sich die allgemeinen und ausnahmsweise zulässigen Nutzungen am Mischgebiet, die Wohnnutzung hingegen orientiert sich, in angepasster Form, am Kerngebiet. Während die Hauptnutzungen des urbanen Gebiets denen des Mischgebiets entsprechen, besteht der Unterschied zu diesem aus der dritten, zusätzlichen Nutzungsform durch soziale, kulturelle und andere Einrichtungen. Hierdurch entstehen Möglichkeiten zur Nutzungsmischung, die ansonsten nur mit einem Sondergebiet oder der Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans möglich sind. Auch sind die Anforderungen an den Lärmschutz für Wohnen in urbanen Gebieten geringer als in Kern- und Mischgebieten.

Während in Mischgebieten die Gleichwertigkeit der Nutzungen festgesetzt ist, können für urbane Gebiete Anteile der verschiedenen Nutzungen festgelegt werden. Hierbei gibt es verschiedene Ausgestaltungsmöglichkeiten zwischen Wohnnutzungen, gewerblicher Nutzung und sozialen, kulturellen und anderen Einrichtungen. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit zur Überplanung von Bestandsgebieten aber auch eine Zusammenlegung von Gewerbe- und Mischgebieten. Wie die Nutzungsmischung in urbanen Gebieten konkret ausgestaltet wird, ist aktuell jedoch noch unklar.

So gibt es bisher keine Rechtsprechung zur konkreten Ausgestaltung der Nutzungsmischungen. Eine erste Orientierung bietet jedoch die Rechtsprechung zu Mischgebieten an (Blessing 2020): Es ist somit noch offen, inwiefern im urbanen Gebiet, als einem durch drei Hauptnutzungen bestimmten Gebiet, einer dieser drei Nutzungen ein Anteil von 70-80 % oder mehr zugewiesen werden kann (Blessing 2020).

Im fachlichen Diskurs zum urbanen Gebiet, der insbesondere im Rahmen der Einführung der Gebietskategorie geführt wurde, herrscht daher eine gewisse Uneinigkeit über den tatsächlichen Nutzen und die Auswirkungen der Einführung der Gebietskategorie. Das urbane Gebiet wird einerseits als Kategorie zur Überplanung bestehender Gemengelagen gesehen, beispielsweise bei der Anpassung bzw. Angleichung von Plänen an den Bestand in urbanen Lagen mit hoher Bau-dichte sowie in Gründerzeitquartieren (Baumgart 2019, Schink 2018,). Somit eignet sich die Baugebietskategorie zur Innenentwicklung mit einem Fokus auf Wohnen oder die Sicherung von gewerblichen Nutzungen in der Erdgeschosszone (Schwarz 2018). Andererseits wird das urbane Gebiet auch als eine universelle Gebietskategorie verstanden, die sowohl für die Ansiedlung von Gewerbe in der Stadt, als auch für die Umnutzung bestehender Gewerbeflächen genutzt werden kann (Franßen 2017). Es besteht daher die Befürchtung, dass durch die Anwendung der Gebietskategorie in Kombination mit dem vielerorts bestehenden Fokus auf renditestärkere Wohnnutzungen eher Gewerbeflächen verloren gehen, als dass gewerbliche Nutzungen in großem Maße neu etabliert werden. Insbesondere, da sich urbane Gebiete beispielsweise aus im Flächennutzungsplan festgesetzten Gewerbeflächen entwickeln oder auch als Puffer zwischen Wohn- und Gewerbe- oder Industriegebieten einsetzen lassen (Spannowsky 2019).

Dort wo urbane Gebiete zur Überplanung von Mischgebieten genutzt werden, besteht aufgrund des fehlenden Gleichwertigkeitsansatzes weiterhin die Möglichkeit, Wohnbebauung zu realisieren, wo dies zuvor nicht möglich war (Industrie- und Handelskammer Hannover 2020). Eine Studie zur Untersuchung der Möglichkeiten, die das urbane Gebiet für Handwerksbetriebe schafft, kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Ausweisung der Gebietskategorie allein und ohne direkte, gewerbliche Nutzungen adressierende, flankierende Maßnahmen wenig dazu beiträgt, Belange des Handwerks zu berücksichtigen und somit in der Praxis eher der Schaffung von Wohnraum dient (Bleibl 2021). Aus diesem Grund ist die Gebietskategorie vor dem Kontext der Verdrängung von Handwerks- und Produktionsflächen (Stichwort industrielle Gentrifizierung s. Meyer & Beckamp 2020), und somit im Kontext der Bewahrung von Nutzungsgemischten Quartieren und der Gefahr einer Verdrängung von Arbeitsplätzen in Produktion und im Handwerk, kritisch zu betrachten.

Ein weiterer Punkt der Diskussion um die Einführung der Gebietskategorie stellt deren Praxistauglichkeit dar. In der Praxis wird die Kategorie zur Ansiedlung von Gewerbe in der Stadt aufgrund des Emissionsschutzes als kritisch betrachtet (Schwarz 2018). Zwar ermöglicht die Anpassung der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm) mehr Spielraum für urbane Gebiete (Baumgart 2019) - so wurden im Rahmen der Planungsrechtsnovelle 2017 die Lärmimmissionsgrenzen für urbane Gebiete hochgesetzt, andere Umweltvorsorgestandards jedoch nicht (Spannowsky 2019). Auch definieren Städte in ihren Lärmregelwerken teilweise niedrigere Standards als in der TA-Lärm, wenn es um gewerbliche Emissionen geht (Baumgart 2019, Lamker et al. 2017).

Einen Vorteil bietet die Gebietskategorie hingegen aufgrund der Flexibilität. So können beide Hauptnutzungen entwickelt werden, ohne dass hierzu ein förmliches Verfahren zur Planänderung notwendig wäre, etwas, das beispielsweise im Mischgebiet nicht möglich ist (Schwarz 2018).

Wie sich die Nutzungsmischung in urbanen Gebieten daher in Zukunft konkret ausgestalten wird und inwiefern sich die Gebietskategorie zur Ansiedlung von Gewerbe in städtischen Lagen eignet, ist aufgrund ihrer Neuheit noch unklar. Einen ersten Einblick in die planerische Praxis zu urbanen Gebieten ermöglicht hierbei die Sichtung aktueller bzw. in der Erstellung befindlicher Bebauungspläne, in denen auf die Gebietskategorie des urbanen Gebiets zurückgegriffen wird. Im Folgenden erfolgt daher eine exemplarische Betrachtung konkreter Planwerke von Kommunen, innerhalb derer auf die Gebietskategorie des urbanen Gebiets zurückgegriffen wird, um die damit verbundenen Festsetzungen innerhalb der Bebauungspläne in die Betrachtung mit einfließen zu lassen.

Exemplarische Betrachtung der Rolle urbaner Gebiete in verschiedenen Bebauungsplänen

Um einen ersten Blick in den Einsatz urbaner Gebiete in der planerischen Praxis sowie die hierdurch anvisierten Ziele zu erhalten, werden im Folgenden exemplarisch fünf Bebauungspläne bzw. Vorentwürfe aus verschiedenen Mittel- und Großstädten betrachtet. Die Auswahl der Bebauungspläne erfolgte anhand verfügbarer Daten und hatte zum Ziel, Planwerke verschiedener Gemeinden und Hintergründe zu kontrastieren und erhebt somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vor dem Hintergrund der in der Fachliteratur geäußerten Bedenken bezüglich des Beitrags dieser Gebietskategorie zur Nutzungsmischung und Sicherung von Gewerbeflächen in der Stadt, soll die Gegenüberstellung unterschiedlicher Einsatzmöglichkeiten der Gebietskategorie sowie damit verbundene Ansätze in der Planungspraxis illustrieren. Eine Liste der betrachteten Gebiete sowie der Planungsdokumente, aus denen die Informationen zu diesen entnommen wurden, befindet sich in Anhang A 6.

Die Gegenüberstellung verschiedener Planwerke, in denen auf die Gebietskategorie des urbanen Gebiets zurückgegriffen wird, bestätigt die im fachlichen Diskurs aufgebrachte Beschreibung als universale bzw. flexible Gebietskategorie. Somit wird erst aus dem jeweiligen städtebaulichen Kontext sowie aus den begleitenden Festsetzungen innerhalb der Bebauungspläne der konkrete jeweilige Nutzen der Gebietskategorie ersichtlich. Im Folgenden werden daher die Inhalte einzelner Bebauungspläne und begleitender Dokumente aus den Gemeinden Leipzig, Halle, Cottbus, Braunschweig und Wolfsburg diesbezüglich genauer untersucht.

Halle: Urbanes Gebiet am Thüringer Bahnhof

Der Bebauungsplan für das „Urbane Gebiet am Thüringer Bahnhof“ der Stadt Halle zielt auf die Reaktivierung einer Fläche ab, welche als Gemengelage aus verschiedensten Nutzungen keinem der im Rahmen der BauNVO aufgeführten Regelbaugebiete entspricht und von Brachflächen und Baulücken gekennzeichnet ist (Stadt Halle 2018). Hintergrund ist somit die Überplanung einer bereits bestehenden Fläche im Rahmen einer städtebaulichen Neuordnung. Die Umstrukturierung des Plangebiets erfolgt in ein um Wohnnutzung ergänztes Quartier mit kleingewerblichen Strukturen und ein Dienstleistungsviertel, welches Anknüpfung an noch vorhandene Strukturen und Nutzungen, insbesondere gewerbliche Nutzungen, aufweist. Das Quartier soll als lebendiges, gemischt genutztes innerstädtisches Quartier reaktiviert werden, in welchem gewerbliche Strukturen gesichert und gewerbliche Neuansiedlungen ermöglicht werden. Hierbei soll ein starkes Nutzungsgefälle von hohem Wohnanteil im Westen zu hohem Gewerbeanteil im Osten erfolgen.

Im Rahmen der Neustrukturierung besteht die bereits vielfach in der Literatur geäußerte Gefahr, dass durch die angestrebte Nutzungsmischung mit Wohnen trotz der Reaktivierung aktuell brachliegender Flächen potentielle innenstädtische Gewerbeflächen wegfallen. Aus Aufstellungsbeschluss und Bebauungsplan selbst geben dazu keine weiteren Festsetzungen hervor.

Wolfsburg: Am schwarzen Weg

Der Bebauungsplan „Am schwarzen Weg“ der Stadt Wolfsburg zielt auf die Überplanung eines zuvor unbeplanten Gebiets ab (Stadt Wolfsburg 2021). Der Bebauungsplan bildet die Grundlage für die Entwicklung der Fläche, da sich das hier durch einen Investor geplante Vorhaben nicht in die nähere Umgebung einfügt, weshalb ein Bebauungsplan aufgestellt werden musste.

Auf der Fläche sollen Bestandsgebäude zurückgebaut werden, sodass ein dreigeschossiges Mehrfamilienhaus mit 12 Wohnungen entstehen kann. Da sich östlich angrenzend an das Gebiet sowohl ein Sondergebiet für Einzelhandel befindet und das Gebiet weiterhin an gewerbliche Nutzungen entlang einer Bahntrasse angrenzt, soll die Gebietskategorie des urbanen Gebiets genutzt werden, um die gewünschte Durchmischung von Gewerbe und Wohnen zu erreichen, ohne das bestehende Gewerbeband aufzuheben. Hierzu wird in Teilen des Gebiets festgeschrieben, dass in den Erdgeschosslagen keine Wohnnutzung zulässig ist. Gleichzeitig werden Vergnügungsstätten und Tankstellen ausgeschlossen.

Leipzig: Westlich des Hauptbahnhofes, Teilbereich südlich der Parthe

Der Bebauungsplan für das Gebiet „Westlich des Hauptbahnhofes, Teilbereich südlich der Parthe“ zielt auf die städtebauliche Nutzung zuvor bahnbetrieblich genutzter Flächen in der Stadt Leipzig ab (Stadt Leipzig 2018). Da große Teile des Bereichs, die ehemals für den Stückgutverkehr der Bahn genutzt wurden, brachliegen, sollen diese überplant werden. Hintergrund ist das übergeordnete Ziel der Stadt Leipzig, nachfragegerechten und bezahlbaren Wohnraum in innerstädtischer Lage zu schaffen. Hierzu werden 33 % des Gebiets als urbanes Gebiet festgesetzt, 9 % der Fläche werden Gewerbegebiete, während die restlichen Flächen wie Verkehrsflä-

chen, Grünflächen und Flächen für den Gemeinbedarf bilden. Somit soll ein urbanes Wohnquartier in zentraler Lage mit einer konfliktfreien Mischung von Wohn- und Gewerbenutzungen entstehen, welche insbesondere Büro-, Verwaltungs- und kleinteilige Einzelhandelsnutzungen umfassen. Im Bebauungsplan werden verschiedene Festsetzungen für einzelne Teilgebiete der Kategorie urbanes Gebiet getroffen. So sind im ersten Teilbereich keine Wohnungen zulässig, im zweiten Teilbereich ist die Wohnnutzung nur oberhalb des Erdgeschosses möglich. Im dritten Teilbereich sind in gewissen Teilflächen im Erdgeschossbereich ausschließlich Einzelhandels- und Beherbergungsbetriebe sowie Gastronomie, kulturelle und soziale Nutzungen möglich. In einem letzten Teil des als urbanes Gebiet gekennzeichneten Bereichs hingegen, dürfen Wohnnutzungen maximal einen Anteil von 50 % haben.

Cottbus: Nördliches Bahnumfeld – Teil Ost

Auch in der Stadt Cottbus wird im Zuge der Entwicklung einer vormals durch die Deutsche Bahn genutzten Fläche im Rahmen des Bebauungsplans „Nördliches Bahnumfeld - Teil Ost“ auf die Gebietskategorie des urbanen Gebiets zurückgegriffen (Stadt Cottbus 2018). Im Gebiet, welches aus dem übergeordneten Bahnrecht entlassen wird und der Planungshoheit der Stadt Cottbus zufällt, soll ein Quartier entwickelt werden, welches der Stärkung der innerstädtischen Wohn-, Dienstleistungs- und Versorgungsfunktion des Standortes und der städtebaulichen Neuordnung brachgefallener Bereiche im südlichen Bereich dient. Hierzu wird für einen kleinen Bereich die Kategorie allgemeines Wohngebiet und den Großteil der Fläche die Kategorie urbanes Gebiet festgelegt. Ergänzend zu allgemeinen Festsetzungen im Bebauungsplan, werden hierbei insbesondere auch zwei Festsetzungen für den Bereich des urbanen Gebiets getroffen. So sind Einzelhandelsbetriebe mit einem nahversorgungs- bzw. zentrenrelevanten Sortiment mit einer Verkaufsfläche bis 300 m² (sogenannte „Cottbuser Nachbarschaftsläden“) zulässig. Gleichzeitig werden Tankstellen im urbanen Gebiet und Vergnügungsstätten im gesamten Planbereich ausgeschlossen. Weitere Festsetzungen auf Geschossebene oder bezüglich der Anteile verschiedener Hauptnutzungen gibt es nicht.

Braunschweig: Wenden-West

In der Stadt Braunschweig gibt es mit der Erstellung des Bebauungsplans „Wenden-West, 1. Bauabschnitt“ ebenfalls einen aktuellen Prozess, in dem auf die Gebietskategorie urbanes Gebiet zurückgegriffen wird (Stadt Braunschweig 2020). Angrenzend an die Ortslage Wenden soll ein neues Wohnquartier entstehen, welches durch einen Grüngürtel als Puffer von einem im gleichen Zug entstehenden Gewerbegebiet entlang der Bundesautobahn A2 bis zum Mittellandkanal getrennt wird. Angrenzend an den nördlichen Teil des allgemeinen Wohngebiets soll ein kleinerer Bereich entlang der bestehenden Verkehrsachse als urbanes Gebiet entwickelt werden.

Durch die Festsetzung des urbanen Gebiets sollen entlang der Verkehrsachse Wohnnutzungen und kleinteilige gewerbliche und kulturelle oder soziale Nutzungen entwickelt werden, um eine höhere Nutzungsmischung zu erzielen. In der Begründung zum Bebauungsplan wird darauf verwiesen, dass das urbane Gebiet sich an dieser Stelle besonders anbietet, da keine Gleichwertigkeit der Nutzungen angestrebt wird. Viel mehr gibt es verschiedene Entwicklungsszenarien mit unterschiedlich geprägten Anteilen, die am Standort gut vertretbar sind. Durch die flexiblere Nutzungsmischung, die das urbane Gebiet im Vergleich zum Mischgebiet ermöglicht, sollen diese offengehalten werden.

In den Erdgeschossen innerhalb des urbanen Gebiets entlang der bestehenden Verkehrsachse wird eine Wohnnutzung ausgeschlossen, um verkehrlich gut angebundene Versorgungs- und Dienstleistungseinrichtungen sowie gewerbliche Nutzungen zu ermöglichen. Hierzu wird durch die Festsetzung einer maximalen Verkaufsfläche auf 250 m² insbesondere auf wohnbezogene

Einzelhandelsangebote wie z. B. Bäckereien abgezielt. Weiterhin wird die Zahl der Wohneinheiten im urbanen Gebiet auf maximal eine Wohnung je angefangene 60 m² Grundstücksfläche festgesetzt, um die maximale Anzahl an Wohnungen im Baugebiet und somit die damit verbundene Dimension der notwendigen sozialen Infrastruktur und Verkehrsstruktur zu begrenzen.

Bewertung der Anwendung der Gebietskategorie in den Planwerken

Die exemplarische Betrachtung der Anwendung der Gebietskategorie in der Planungspraxis verschiedener Gemeinden illustriert verschiedene, in der Fachöffentlichkeit seit Einführung der Gebietskategorie diskutierte Potentiale. So wird die Gebietskategorie einerseits als Puffer zwischen Wohnnutzung und lärmintensiveren Nutzungsformen wie z. B. Verkehrsadern, Gewerbeflächen oder auch dem Schienennetz eingesetzt (z. B. in Leipzig und Braunschweig). Andererseits bietet die Kategorie Vorteile bei der Überplanung von Gemengelagen und somit der Überplanung von zentralen Brachflächen, wie auch der Integration ehemaliger Bahnbetriebsflächen im Rahmen einer Neuentwicklung dieser (beispielsweise in Leipzig, Halle und Cottbus). Während in den Beispielen die Sicherung von Wohnraum eine zentrale Rolle innerhalb der Planungen spielt (insbesondere in Wolfsburg), wird die Gebietskategorie urbanes Gebiet jedoch auch zur Sicherung von Flächen für gewerbliche Nutzungen eingesetzt. Konkrete Festsetzungen hierzu gibt es in unterschiedlicher Ausprägung, beispielsweise dadurch, dass Wohnnutzungen im Erdgeschoss in urbanen Gebieten oder Teilen dieser als unzulässig festgesetzt werden (siehe Leipzig und Wolfsburg) oder der maximale Anteil an Wohnnutzungen festgelegt wird (wie z. B. in Leipzig). Ziel dessen ist teilweise die Ansiedlung von neuem Gewerbe oder aber die Sicherung bestehender Gewebekorridore und Standorte.

Somit spielt die Flexibilität der Gebietskategorie eine zentrale Rolle in der Praxis, die beispielhaft im Falle der Stadt Braunschweig konkret benannt wurde: Im Vergleich zum Mischgebiet ist die Festsetzung von Anteilen verschiedener Nutzungen nicht notwendig, was verschiedene Entwicklungsszenarien zulässt. Übergreifend wird aus den Planwerken und Festsetzungen jedoch auch deutlich, dass die gewerblichen Nutzungen innerhalb der urbanen Gebiete insbesondere auf Nahversorgung, wohnbezogene Einzelhandelsangebote, Büro- und Verwaltungsnutzungen oder den kleinteiligen Einzelhandel abzielen.

Die Beispiele illustrieren die bereits in der Literatur genannte überwiegende Fokussierung auf Wohnraum und die damit einhergehende Gefahr bei der Neu- und Überplanung, Flächen für weniger kleinteilige gewerbliche Nutzungen zu vernachlässigen.

Hinsichtlich der Frage nach Potentialen der Gebietskategorie für urbane Symbiosen ist daher mit Blick auf das urbane Gebiet der Fokus auf diese Nutzungen sowie daraus resultierende Möglichkeiten für die energetische Vernetzung von Relevanz. Chancen für urbane Symbiosen wie sie in der internationalen Fachliteratur genannt oder aus Fallbeispielen bekannt sind, insbesondere die Nutzung von Abwärme oder Prozessdampf zur Beheizung von Wohnquartieren, aber auch für ressourcenbasierte Symbiosen, halten sich somit in Grenzen, da nicht zu erwarten ist, dass neben den o. g. gewerblichen Nutzungen Ansiedlungen größerer produzierende Unternehmen, die entweder Abwärme bereitstellen oder aber lokal anfallende Reststoffe verwerten könnten, befördert werden.

6.2 Analyse der Umsetzbarkeit symbiotischer Ansätze

Ziel des Arbeitspakets ist es, zu untersuchen, ob und in welcher Größenordnung eine Nutzungsmischung Potentiale für eine symbiotische Nutzung von Stoff- und Energieströmen ermöglicht. Hierzu werden zwei ausgewählte, in AP 2 entwickelte und modellhaft umweltseitig bewerteten Wirkmechanismen symbiotischer Gewerbegebietsgestaltungen dahingehend geprüft, inwiefern

sich aus der Übertragung in Nutzungsgemischten Strukturen (insbesondere Wohnraum oder öffentliche Einrichtungen wie z. B. Schulen) möglicherweise Änderungen ergeben.

6.2.1 Übertragung der Wirkmechanismen gewerblicher Symbiose auf Nutzungsgemischten Strukturen

In symbiotischen Gewerbegebieten zielen mehrere (benachbarte) Unternehmen darauf ab, Ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, die Anpassungsfähigkeit der beteiligten Akteure zu stärken und die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen der einzelnen Betriebe sowie des Verbundes insgesamt zu reduzieren. Gleichzeitig sollen Emissionen jeglicher Art reduziert werden. Überträgt man diese Vorgehensweise auf Nutzungsgemischte Gebiete, so macht der veränderte Kontext sowie die Integration eines breiteren Spektrums an Akteuren leichte Anpassungen der Ziele sowie diese im jeweiligen Umfeld zu verstehen sind notwendig. Während Gewerbegebiete vorwiegend als Orte des Wirtschaftens (Produktion, Dienstleistungen, Vertrieb) dienen und Ziele einer Symbiose somit insbesondere auch mit dem wirtschaftlichen Betrieb vereinbar sein müssen, gilt es in Nutzungsgemischten Gebieten weitere Nutzungen (z. B. Wohnen) und mit diesen verbundene Voraussetzungen zu berücksichtigen: Erhalt und Förderung der Lebensqualität, Verdrängungs- und Gentrifizierungsprozesse, Nutzungskonflikte im Kontext von Logistik und Verkehr, von Emissionen, aber auch bei der Nutzung des öffentlichen Raums). In Nutzungsgemischten Quartieren sind Ziele der Symbiose somit etwas anders zu definieren, gleichzeitig bringen Nutzungsmischungen jedoch auch Vorteile und neue Möglichkeiten für Symbiosen (z. B. Gute Erreichbarkeit, Fachkräftegewinnung durch zentrale Lage, neue Potentiale für Abwärmenutzungen, lokale Absatzmärkte und Laufkundschaft). Tabelle 34 stellt diese Unterschiede gegenüber.

Tabelle 34: Gegenüberstellung der Symbiose-Ziele in Gewerbe- und Mischgebiet

Ziele eines symbiotischen Gewerbegebiets	Ziele symbiotischer Lösungen im Mischgebiet
Wettbewerbsfähigkeit wirtschaftl. Akteure	Ökonomische Vorteile für versch. Akteure
Anpassungsfähigkeit (Klimaanpassung aber auch wirtschaftlicher Branchenmix)	Anpassungsfähigkeit (Klimaanpassung, aber auch Erhalt der Nutzungsmischung, Sicherung von Fachkräften)
Reduzierte Inanspruchnahme von Ressourcen (insbes. Energie- und Materialströme) in Produktion, Handwerk, Dienstleistung, Logistik	Reduzierte Inanspruchnahme von Ressourcen (Energie- und Materialströme) in Produktion, Handwerk, Dienstleistung, Logistik, Wohnen oder Verwaltung
Reduktion von Emissionen (wirtschaftlich und ökologisch relevante Faktoren)	Reduktion von Emissionen (planerisch relevante, die Lebensqualität beeinflussende Faktoren)

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Während Gewerbegebiete aufgrund ihrer historischen Entwicklung größtenteils aus privaten Flächen bestehen, können in Mischgebieten (zumindest in der Theorie) zusätzlich auch Flächen der öffentlichen Hand Ausgangspunkte für neue Ansätze bilden. Gleichzeitig spielt auch die Kommune selbst als Bewirtschafterin dieser öffentlichen Flächen und als Bindeglied zwischen den verschiedensten Akteuren der Stadtgesellschaft eine wichtige Rolle.

6.2.2 Differenzierung nach Wirkmechanismen

In Kapitel 3 (AP 2) wurden verschiedene Wirkmechanismen identifiziert, die im Folgenden mit leichter Anpassung auf mischgenutzte Gebiete übertragen werden. Die folgenden Absätze stellen die Mechanismen dar und benennen Besonderheiten, die im Kontext nicht rein gewerblicher

Symbiosen zu beachten sind. Hierbei werden Potentiale aber auch Herausforderungen genannt. Anschließend erfolgt eine genauere Betrachtung zweier ausgewählter Wirkmechanismen.

6.2.2.1 Wirkmechanismus I: Verkopplung von Material- und Energieströmen

Der Mechanismus zielt auf die Nutzung überschüssiger Energieströme (z. B. Abwärme), die Weiterverarbeitung oder Veredelung von anfallenden Nebenprodukten (Verwertung von Reststoffen, Upcycling ab. Dies kann entweder bilateral zwischen zwei Akteuren oder aber darüber hinaus (z. B. Kaskadierende Wärmenutzung oder Verwertung von Reststoffen) erfolgen.

In Mischgebieten sind hier z. B. Ansätze denkbar, die auf eine lokale Verwertung von Regenwasser und bestimmter Siedlungsabfälle durch benachbarte Unternehmen oder aber die Bereitstellung von thermischer Energie von Unternehmen zur Beheizung benachbarter Wohngebäude oder öffentlicher Gebäude abzielen.

6.2.2.2 Wirkmechanismus II a: Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen

Der Mechanismus umfasst die gemeinsame Nutzung von Produktionsaggregaten, Betriebsflächen, Infrastrukturen und Logistik, die gemeinsame Inanspruchnahme von Dienstleistungen (z. B. im Bereich der Be- und Entsorgung) sowie die betriebsübergreifende Initiierung von Angeboten (z. B. für Beschäftigte).

In Nutzungsgemischten Quartieren ist hierbei die Mehrfachnutzung von betrieblichen Parkplätzen (z. B. als Stellplätze oder Spielflächen für Anwohnende zu bestimmten Zeiten), die gemeinsame Einrichtung oder Öffnung von Kinderbetreuungsmaßnahmen für Bewohnende und Betriebe, oder aber die gemeinsame Inanspruchnahme von Dienstleistungen durch verschiedenste Akteure denkbar.

6.2.2.3 Wirkmechanismus II b: Gemeinschaftliche Nutzung öffentlicher Ressourcen

Der Mechanismus beschreibt die gemeinsame Nutzung von nicht-privatwirtschaftlich, sondern durch die öffentliche Hand bereitgestellten Ressourcen, Infrastrukturen und Angeboten.

In Mischgebieten, in denen neben privaten und wirtschaftlich genutzten Flächen auch öffentliche Gebäude vorhanden sind, ist hier die Öffnung dieser oder Teilbereiche dieser für benachbarte Unternehmen und Anwohnende denkbar, z. B. die Öffnung von unter der Woche durch Verwaltungsangestellte genutzten Parkplätzen oder aber kommunaler Retentionsflächen für alternative Nutzungen zu Zeiten, in denen diese nicht benötigt werden. Gleichzeitig ist hier aber auch der Einbezug privater oder betrieblicher Infrastrukturen und Flächen für die Öffentlichkeit oder zu kommunalen Zwecken möglich, sei es durch die Bereitstellung von betrieblich (temporär) nicht genutzten Flächen für die Klimafolgenanpassung (Retentionsflächen, Frischluftschneisen, Begrünung). Beispiele hierfür werden insbesondere im Abschnitt 5.3 Möglichkeiten einer symbiotischen Flächennutzung im Detail ausgeführt.

6.2.2.4 Wirkmechanismus III: Kooperative Bündelung von Kompetenzen und Möglichkeiten

Die Bündelung von Kompetenzen bildet einen weiteren Mechanismus für Synergien zwischen verschiedenen Akteuren in Nutzungsgemischten Stadtlagen. Unter dem Mechanismus ist die betriebsübergreifende Kooperation in Hinblick auf das Angebot von Dienstleistungen oder Produkten denkbar. Dies gilt für ein Zusammenwirken verschiedener lokaler Betriebe bei der Produktion, die gemeinsame Entwicklung neuer Produkte, Dienstleistungen oder Produkt-Service-Konzepte oder aber die gemeinsame Vermarktung. In Nutzungsgemischten Quartieren bildet hierbei das Beieinander verschiedenster Akteure aus Zivilgesellschaft und Wirtschaft neue Möglichkeiten zur Entwicklung und lokalen Erprobung neuartiger (nachhaltiger) Produkte oder Dienstleistungen.

6.2.3 Analyse von zwei relevanten Wirkmechanismen

6.2.3.1 Verkopplung von Material- und Energieströmen (Wirkmechanismus I)

Energieströme

Insbesondere für die Einbindung von produzierenden Unternehmen in Nah- und Fernwärmenetze gibt es aus dem deutschsprachigen Raum verschiedene Fallbeispiele. Exemplarisch ist hier beispielsweise die Stockwerkfabrik der Firma Manner in Wien zu nennen, welche am Standort in einem Nutzungsgemischten Gründerzeitviertel Abwärme in das lokale Fernwärmenetz einspeist (Bathen et al. 2019, S. 92). Im Ruhrgebiet bildet die Thyssenkrupp Steel Europe den größten industriellen Einspeiser in das regionale Wärmenetz. Abwärme z. B. aus den Hubbalkenöfen, wird nicht nur innerhalb des Betriebes genutzt, sondern auch für Partner wie die Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH bereitgestellt (Thyssenkrupp Steel Europe 2012, S. 29).

Insbesondere hinsichtlich der Einbindung von Unternehmen in bestehenden Gewerbe- und Industriegebieten in Fernwärmenetze zur Beheizung von Wohn-, Geschäfts- und Verwaltungsgebäuden gibt es auch in anderen Gemeinden erste Überlegungen und Diskussionen. So wurde im Rahmen der in Arbeitspaket 4 geführten Interviews mit Akteuren aus der kommunalen Planung darauf hingewiesen, dass Lösungen wie diese in der Vergangenheit diskutiert, aber aufgrund der hohen Kosten für die infrastrukturelle Anbindung der entfernt gelegenen Betriebe eingestellt wurden (H6). Andere Gemeinden hingegen sehen derartige dezentrale Lösungen mit der Einbindung produzierender Betriebe als Möglichkeit, die im Rahmen des Kohleausstiegs wegfallende Wärmebereitstellung für bestehende Netze zu kompensieren (M9).

Insbesondere hinsichtlich der Wärmebereitstellung von Wohnnutzungen spielt im Rahmen der Diskussion um eine höhere Nutzungsmischung auch die Energiebereitstellung aus Rechenzentren eine Rolle. So beziehen Rechenzentren in Deutschland derzeit etwa 16 Terawattstunden elektrischer Energie jährlich (Hintemann 2021). Insbesondere Kühlsysteme der Rechenzentren verantworten mittlerweile 40 % ihres Gesamtenergiebedarfs. Die Einbindung der Abwärme in lokale Netze bietet somit die Möglichkeit vorhandene thermische Energie zu nutzen und gleichzeitig auch zur zukunftsfähigen Entwicklung der im Rahmen der Digitalisierung wachsenden Anzahl von Rechenzentren beizutragen. So gibt es einerseits erste Pilotprojekte die Abwärme von Rechenzentren vor Ort in Gewächshäusern landwirtschaftlich zu nutzen, beispielsweise im Fall der Unternehmung „Wind Cloud“ in Schleswig-Holstein (Niemann 2021), andererseits aber auch zur Beheizung oder Kühlung von Wohngebäuden zu nutzen (Funke et al. 2019).

Hier kann insbesondere Stockholm mit einem Projekt, welches in voller Ausbaustufe die Wärmebedarfe von 20.000 Einwohnern decken könnte, als Vorreiter gelten (Koch & Ostler 2017), doch es gibt auch in Deutschland erste Pilotprojekte. So entsteht aktuell in Braunschweig ein Wohnviertel, welches durch die Abwärme des im angrenzenden Gewerbegebiet untergebrachten Rechenzentrums der Volkswagen Finance beheizt wird (H1). Gleichzeitig gibt es bereits erste Unternehmen, die Lösungen wie diese kleinskaliger erproben, so beispielsweise das Start-Up Cloud&Heat, welche Rechenzentren in den Kellerräumen von Wohn-, Büro- oder Hotels unterbringen, um die Gebäude zu beheizen (Weidemann 2020). Mit dem aktuellen Aufkommen der Diskussion um kommunale Wärmeplanung und die Bereitstellung von Fernwärme zur Dekarbonisierung der Energieversorgung, sowie den Wegfall von Wärmeleistung durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung, gewinnen derartige groß- und kleinskalige Lösungen an neuer Relevanz.

Materialströme

Die Verkopplung von Materialströmen zwischen unterschiedlichen Nutzungsformen innerhalb der Kommune oder innerhalb einzelner Quartiere stellt eine weitere Möglichkeit für Symbiosen bereit. Die Symbiose besteht hierbei einerseits aus der Vermeidung von Entsorgungskosten wie

auch der Reduktion von Energie- und Ressourcenverbrauch durch die Nutzung bestehender Ressourcen. Ziel ist es, Wertstoffe abseits nationaler Recycling- und Verwertungssysteme für eine weitere Nutzung vor Ort zu identifizieren und zu qualifizieren. So spielt einerseits die Verfügbarkeit allgemein vor Ort eine zentrale Rolle, andererseits die Quantität.

Wie schon durch die Studien im internationalen Kontext ersichtlich, sind auch aus dem europäischen sowie deutschsprachigen Raum kaum urbane symbiotische Beziehungen abseits der thermischen Verwertung oder Nutzung von Abwärme bekannt. Im Rahmen der in den vorangegangenen Arbeitsschritten geführten Gespräche konnten hierzu keine Beispiele erfasst werden. Einzelne Fallstudien zeigen zwar die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit bestimmter Lösungen auf, jedoch ist hierbei die Einbettung in den wirtschaftlichen Kontext und das jeweilige Geschäftsmodell von großer Bedeutung und nicht direkt auf andere Gemeinden oder Gebiete übertragbar. So gibt es zwar auf Kreislaufwirtschaft spezialisierte Lebensmittelbetriebe wie z. B. Hut & Stil in Wien, welches den Kaffeesatz der lokalen Gastronomiebetriebe als Grundlage für die Pilzzucht verwendet (Bathen et al. 2019, S. 94). Einen ähnlichen Ansatz verfolgt die Firma Bio-Bean aus Großbritannien, die in Kooperation mit Shell Kaffeesatz zu Biokraftstoffen verarbeitet, mit welchem die Londoner Busflotte betrieben wird (Shell 2017). Die Produktion findet hierbei jedoch nicht innerhalb des urbanen Raums statt und auch die Übertragbarkeit der Ansätze auf kleinere Quartiere oder in andere Gemeinden ist nur bedingt gegeben. So finden sich im Bereich der nicht-energetischen Symbiosen im urbanen Raum und auf Quartiersebene insbesondere einzelne Beispiele, die im Kontext des lokalen Angebots (z. B. von Kaffeesatz in Wiener Kaffeehäusern) und der lokalen Nachfrage (nach regionalen Lebensmitteln) entstanden sind.

Im Kontext der Circular Economy, gilt es daher einerseits mögliche Potentiale zu identifizieren, andererseits diese auch zu ermöglichen. Aktuell wird im Kontext der Bauwirtschaft die zukünftige Nutzung von Construction Demolition Waste (CDW) als ein Ansatz zur Reduktion der Umwelteinwirkungen von Bauvorhaben erforscht. Hierbei spielen urbane Räume als Quellen (Urban Mining) aber auch als Räume in denen Nachfrage besteht eine zentrale Rolle. Um vor Ort anfallende Ressourcen in großen Mengen auch direkt in der Gemeinde oder Region wiederverwerten zu können und somit Transportwege einzusparen, bedarf es somit Flächen, die zur Aufbereitung und Wiederverwertung geeignet sind. Abseits großer Mengen CDW sind hier vor allem weitere bei Abriss, Renovierung oder Umbau anfallende Materialien zur Wiederverwertung interessant, um Ressourcen und Energieeinsparungen zu ermöglichen. Neben Flächen zur Lagerung bedarf es dabei insbesondere der Organisation von Prozessen, um diese vor Erreichen eines Abfallstatus verfügbar zu machen und kleinere Mengen zu bündeln, um Skaleneffekte nutzbar zu machen.

6.2.3.2 Kooperative Bündelung von Kompetenzen und Möglichkeiten (Wirkmechanismus III)

Nutzungsgemischte Quartieren ermöglichen das Zusammenbringen verschiedenster Akteure aus Zivilgesellschaft und Wirtschaft und somit Möglichkeiten zur Entwicklung und lokalen Erprobung neuartiger Produktionsweisen, Produkte, Handels- oder Dienstleistungslösungen, beispielsweise die Erprobung von neuen Symbiose-Ansätzen. Die räumliche Nähe zwischen Handwerk, Produktion, Dienstleistung und möglichen Nutzenden birgt somit Chancen durch die Bündelung von Kompetenzen als einen weiteren Mechanismus für Symbiosen zwischen verschiedenen Akteuren.

Denkbar ist hierbei das betriebsübergreifende Zusammenwirken lokaler Betriebe unterschiedlicher Sektoren in Hinblick auf ein Angebot von Dienstleistungen oder Produkten. Im Kontext der Circular Economy spielen Ideen wie die Entwicklung von Produkt-Service-Systemen, sowie das Angebot von Dienstleistungen (z. B. Verleih von Produkten) eine zunehmend bedeutendere Rolle. In der Abkehr vom Besitzen von Produkten hin zur eigentlichen Anforderung, dem Zugriff

auf den Nutzen dieser Produkte zu haben, sind somit die gemeinsame Entwicklung neuer Dienstleistungen oder Produkt-Service-Konzepte oder aber die gemeinsame Vermarktung mit lokalen Unternehmen sowie Nutzenden vor Ort ein Ansatz, lokal vorhandene Kompetenzen und Möglichkeiten zu nutzen.

Hierbei kann der Fokus einerseits die Entwicklung kleinskaliger, an lokalen Gemengelagen und Ausgangssituationen orientierter und somit spezifischer, weniger übertragbarer Lösungen im Bereich der Ressourcen-, Energie- oder Flächeneffizienz liegen. Andererseits können aber auch kleinskalige Erprobungen und übertragbare Ansätze der Symbiose auf andere Mischnutzungsgebiete, Quartiere oder Stadträume durch Testphasen und Pilotprojekte stattfinden. Insbesondere die Integration verschiedenster Stakeholder sowie hierbei die Erkenntnisse aus dem Einbezug der Nutzenden-Perspektive bieten Chancen, um langfristig tragbare und bedarfsgerechte Lösungen zu entwickeln.

Wie auch im Kontext symbiotischer Gewerbegebiete gibt es jedoch Herausforderungen, die es zu adressieren gilt. So bedarf es auch hier Ansätze, um zuvor zwar räumlich benachbarte aber eigenständig und unabhängig agierende Unternehmen sowie Bewohnerinnen und Bewohner zusammenzubringen und zu aktivieren (siehe Kapitel 3).

Die Entwicklung der Symbiosen kann einerseits durch wirtschaftliche Akteure, andererseits aber auch durch die lokal engagierte Zivilgesellschaft vorangetrieben werden, beispielsweise durch genossenschaftliche Ansätze verschiedener Ausgestaltung.

Während Symbiosen innerhalb der Gewerbegebiete vorrangig Geschäftsführung und Beschäftigte miteinbinden, können Symbiosen und neue Lösungen in mischgenutzten Gebieten auch zu einer stärkeren Sichtbarkeit von Unternehmen führen, die gemeinsam mit der Lage in urbanen Räumen oder stadtnahen Flächen dazu beitragen können, Interesse von Fachkräften an den Betrieben zu generieren und diese somit im Wettbewerb um Arbeitskräfte stärken. Die gleichzeitige Aufwertung von Quartieren durch eine Vielzahl an Angeboten kann hierbei zu einer Stärkung des Quartiers allgemein beitragen.

6.3 Möglichkeiten einer symbiotischen Flächennutzung

Der folgende Abschnitt stellt die Ergebnisse einer Literaturrecherche zu Möglichkeiten symbiotischer Flächennutzungen dar. Im Fokus stehen nutzungsübergreifende Lösungen für Gewerbe und Wohnen, andererseits aber auch Konzepte zur gemeinsamen Nutzung von Flächen durch Gewerbe und Handel sowie weitere Konzepte.

6.3.1 Ansätze einer symbiotischen Flächennutzung

6.3.1.1 Von der Nutzungsmischung zur symbiotischen Flächennutzung in Mischgebieten

Nutzungsgemischte Quartiere bieten eine Vielzahl an Ansätzen für gemeinschaftliche oder sogar nutzungsübergreifende Lösungen zwischen Gewerbe- und Wohnflächen. Hierbei kommen verschiedene Nutzungskombinationen und Nutzungsmuster in Frage, die unterschiedliche Synergien und Symbiosen ermöglichen können. Der folgende Abschnitt gibt einen kurzen Überblick über den Stand der Forschung und Praxis zu Mehrfachnutzungen in Deutschland und benennt verschiedene Ansätze, Nutzungsmuster und Kombinationen.

Der Begriff der Mehrfachnutzung umfasst die Verwendung von Flächen, Gebäuden, Gebäudeteilen oder Räumen durch verschiedene Nutzende oder sogar Nutzungsformen. Der Ansatz an sich ist verbreitet – so ist die Nutzung von Parkflächen großer öffentlicher Gebäude oder von Betrieben an Sonntagen z. B. für Flohmärkte eine breit praktizierte Lösung. Insbesondere in den letz-

ten Jahren und vor dem Hintergrund der beiden gegenläufigen Trends zu Leerstand auf der einen Seite, hohen Gewerbemieten und Flächenkonkurrenzen auf der anderen Seite, wurden durch Unternehmen und Forschungsvorhaben neue Kombinationen erprobt und umgesetzt.

Die Nutzungsmischung im Sinne einer Mehrfachnutzung von Räumen oder Flächen wird durch die Forschung hierzu entlang dreier Faktoren in unterschiedliche Muster eingeteilt: der mono- bzw. multifunktionalen Nutzung, der zeitlichen Ausprägung dieser sowie der Akteursgruppe (Schroer 2019, Teamwerk Architekten o. J.).

Tabelle 35: Nutzungsmuster und deren Merkmale

Nutzungsmuster	Nutzende	Funktion	Zeitmuster	Beispiele
Exklusive Nutzung	Individuell	Monofunktional	Einzeitig	Produktionshalle, Einzelhandel, Büro, Wohnung
Exklusive Mehrzwecknutzung	Individuell	Multifunktional	Abwechselnd	Wohn- und Arbeitszimmer; Kirche als Gemeindezentrum
Gemeinsame Nutzung	Kollektiv	Monofunktional	Gleichzeitig	Co-Working-Spaces, Maker Spaces, Wohngemeinschaft, Repair Cafés
Geteilte Nutzung	Kollektiv	Monofunktional	Abwechselnd	Sport- und Übungsräume, Hauptnutzer und Nebennutzer
Wechselnutzung	Kollektiv	Multifunktional	Abwechselnd	Klassenzimmer als Proberaum
Parallelnutzung	Kollektiv	Multifunktional	Gleichzeitig	Öffentliche (Park)anlagen für Sport, Spaziergang, Erholung

Quelle: eigene Darstellung nach Schröer 2019 (IAT).

Die Nutzungsmuster und die zur Erläuterung dieser genannten Beispiele zeigen, dass die Interaktion zwischen den unterschiedlichen Nutzungsformen und den Gruppen der Nutzenden stark variiert. Während die Flächen und Räume geteilt werden, werden teilweise unterschiedliche Tätigkeiten und Ziele verfolgt, die Flächen zu unterschiedlichen Zwecken genutzt, ohne dass abseits der gemeinsamen Flächen Synergien entstehen. Hier kommt der Ansatz der Nutzungssymbiosen ins Spiel.

Von einer Nutzungssymbiose kann gesprochen werden, wenn die Nutzungen sich gegenseitig bereichern und ergänzen und somit Vorteile über die effizientere Ausnutzung von Flächen und Räumen ein Mehrwert für alle Nutzungen entsteht (teamwerk-architekten, o. J.). Neben der Einsparung von Flächenbedarfen (neu zu bebauender oder versiegelter Flächen), oder aber finanzieller Mittel durch die beteiligten Akteure können somit noch weitere Synergien entstehen. Es ergeben sich demnach verschiedene Chancen und Herausforderungen, die in (Tabelle 36) gegenübergestellt werden.

Tabelle 36: Chancen und Herausforderungen durch symbiotische Flächennutzung

Zuordnung	Chancen	Herausforderungen
Wirtschaftliche Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> - Höherer Anteil an Laufkundschaft durch Nutzungsmischung - Zwischenmiete als Vorteil für Betriebe in der Gründungsphase - Resilienz durch Nutzungsmischung im Falle des Wegfalls einzelner Nutzungsarten & Branchen 	<ul style="list-style-type: none"> - Unterschiedlichkeit der Bedürfnisse verschiedener Akteure als Konfliktfaktor - Begrenzte Expansionsmöglichkeiten und begrenzte (zeitliche) Flexibilität für Betriebe & andere Nutzende - Verdrängung bestimmter Nutzungen durch lukrativere Nutzungen möglich (z. B. Industrial Gentrification)
Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Erreichbarkeit des Arbeitsortes durch zentrale Lage als Vorteil bei der Fachkräftegewinnung (Auszubildende etc.) - Sicherheit und Schutz vor Vandalismus durch ganztägig belebte Standorte - Sicherung von Angeboten (Handwerk, Reparatur etc.) im Quartier 	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Abstimmungsaufwand verschiedener Nutzungen bei infrastrukturellen Veränderungen
Energie-, Ressourcen und Flächeneffizienz	<ul style="list-style-type: none"> - Höhere Ressourcen- und Energieeffizienz durch Mehrfachnutzung von Flächen und Gebäuden - Gleichmäßigere Auslastung von Verkehrs- und Parkflächen im Tagesverlauf (Flächeneinsparungen) - Multifunktionale Gebäude und Flächen als Grundlage für weitere Symbiosen (Abwärmennutzung etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> - Konkurrenz um Verkehrsflächen

Quelle: eigene Darstellung (IAT).

Die dargestellten Chancen gehen somit weit über direkte Effekte hinaus und umfassen insbesondere auch indirekte Vorteile für Akteure wie z. B. Unternehmen, die durch die Lage ihrer Standorte in Mischgebieten und somit wohnortnah auch für das Anwerben von Fachkräften bzw. Auszubildenden interessanter werden. Insbesondere die gesteigerte Flächeneffizienz bildet nicht nur einen Faktor, der für die direkt beteiligten Akteure (z. B. Mietende) von Vorteil ist, sondern trägt zu einer Aufwertung des Stadtquartiers allgemein bei, indem weitere Versiegelung vermieden und zu einem lebhaften und durch verschiedene Akteure der Stadtgesellschaft im Tagesverlauf frequentierte (Arbeitende, Kunden, Wohnende) Stadtgebiet beigetragen wird, was wiederum ein Vorteil für benachbarte Nutzungen darstellen kann.

Gleichzeitig bilden jedoch auch Konkurrenzen zwischen verschiedenen Nutzungstypen einen nicht zu unterschätzenden Faktor. So finden Unternehmen weniger Möglichkeiten zur Expansion am Standort als in explizit für gewerbliche Nutzungen ausgeschriebenem Gewerbegebieten, im Kontext des starken Fokus auf die Entwicklung von renditestarkem Wohnraum ist weiterhin auch die Verdrängung von Gewerbe möglich. Während symbiotische Flächennutzungen zwar

ohne Koordination und aus der Gemengelage heraus entstehen können, ist auch hier zu bedenken, dass die Sicherung der bestehenden Nutzungsmischung eine Aufgabe darstellt, die durch kommunale Akteure aktiv betrieben werden muss, sei es auf gesamtstädtischer Ebene oder aber durch eine Art des Quartiersmanagements. Dies gilt gleichermaßen für das Zusammenbringen der Akteure mit dem Ziel, diese Mischung zu bewahren, Konflikten vorzubeugen und Symbiosen zu ermöglichen.

6.3.2 Ansätze zur Förderung von symbiotischen Flächennutzungen

Nutzungsmischungen und somit indirekt auch Möglichkeiten für Nutzungssymbiosen lassen sich durch verschiedene Ansätze unterstützen oder befördern. Im Folgenden werden der Ansatz der Multikodierung sowie die Idee des Space Sharing vorgestellt.

6.3.2.1 Multikodierung

Der Begriff der Multikodierung stammt aus dem Kontext der Ausweisung und Planung von Grünflächen. Hier beschreibt er den Ansatz, Flächenzuweisungen für Flächen oder Bauwerke so zu treffen, dass diese auf eine Verknüpfung und Überlagerung von Funktionen abzielt. Die Idee ist es, den bisherigen Ansatz der nebeneinander angelegten Einzelfunktionen durch ein zielgerichtetes Zusammenführen passender Funktionen zu ersetzen: Klassische Beispiele aus der Planung von Grünflächen sind das Zusammenführen bzw. die Überlagerung von Funktionen der Klimaanpassung, Regenwasserbewirtschaftung, Sicherung der Biodiversität und Wasserwirtschaft mit Aufenthalts- und Erholungsmöglichkeiten sowie Spiel- und Sportflächen. Multikodierte Räume sind somit als Produkte gesellschaftlicher Prozesse zu verstehen, die ein breites Spektrum aus Akteuren der Stadtgesellschaft, Politik, Verwaltung und Wirtschaft miteinbeziehen (BMUB 2017). Der ursprünglich auf die Nutzung grüner Freiflächen orientierte Ansatz eignet sich somit auch als Strategie dazu, Straßen- und Verkehrsräume, Stellflächen sowie öffentliche Gebäude wie z. B. Schulen aber auch privatwirtschaftlich genutzte Flächen im Kontext effizienter Nutzungsmischungen und steigender Bedarfe der Anpassung von Städten an den Klimawandel neu zu denken.

6.3.2.2 Matchmaking zur Förderung von Space Sharing

Als Reaktion auf ein geringes Angebot von Gewerbeflächen und damit verbundenen hohen gewerblichen Mietpreisen in Großstädten hat sich im Kontext der Sharing Economy die Idee des Space Sharing ausgebildet: Hierbei nutzen verschiedene Gewerbetreibende eine gemeinsame Fläche, so wie es z. B. auch im Bereich des Co-Working bereits erprobt ist. Die abwechselnde oder parallele Nutzung gewerblicher Flächen durch Gewerbetreibende ermöglicht somit einerseits die Einsparung von Mieteinnahmen, andererseits aber auch die gemeinsame Nutzung von Infrastruktur. Beispiele sind geteilte Verkaufsflächen, gemeinsam genutzte Werkstattflächen oder Cafés, die abends durch andere gewerbliche Nutzer als Bars genutzt werden. Vermittlungsplattformen für Mehrfachnutzer und -nutzerinnen wie „teiln.de“ (vormals Shquared) bringen diese Zusammen und unterstützen diese somit bei der Flächensuche (SHSQUARED GmbH o. J.). Auf kommunaler und regionaler Ebene sind jedoch auch Ansätze eines Matchmakings durch kommunale Akteure wie z. B. Wirtschaftsförderungen, Innovationszentren oder Gründungszentren denkbar, in denen diese vermitteln, Unternehmen zusammenbringen und diese bei gemeinsamen Flächensuche unterstützen.

6.4 Synthese

Die vorangegangenen Arbeitsschritte zeigen, dass der Begriff der „urbanen Symbiose“ zwar im internationalen wissenschaftlichen Diskurs verbreitet ist, jedoch vermehrt auf das gesamte Stadtgebiet und vornehmlich Symbiosen im Bereich der Abwasser- und Abfallentsorgung betrachtet wird. Kleiner skalierte, quartiersbezogene Symbiosen, die Abseits von Industrie und Gewerbe auch weitere Nutzungen miteinbeziehen, sind in der Literatur wenig verbreitet, analog zur industriellen Symbiose spielt das Konzept in der deutschsprachigen Forschung und Planung nur bedingt eine Rolle. Dennoch lassen sich bei genauerer Analyse verschiedene Einzelfälle finden, die als Symbiosen in Mischgebieten oder zumindest Symbiosen zwischen Gewerbe- und weiteren Nutzungen angesehen werden können, häufig jedoch nicht unter dem Begriff auffindbar sind.

Die Untersuchung der zuletzt eingeführten Gebietskategorie des „urbanen Gebiets“ zeigt, dass in der anwendungsorientierten Forschung vorliegende Zweifel am Beitrag der Gebietskategorie zur stärkeren Mischung möglicher Nutzungen berechtigt sind und die Kategorie insbesondere einen Beitrag zur Mischung von Wohnen und Handel, sowie Büronutzungen beitragen. Die Neuordnung von Gemengelage in Form von urbanen Gebieten bietet die Möglichkeit, Wohnen und Gewerbe innerhalb einer Überplanung zusammen zu denken. Doch in der Praxis zeigt sich, dass die Wohnnutzung einen Vorrang in urbanen Gebieten aufweist, während ergänzende Dienstleistungen, Büronutzungen und Nahversorgungsfunktionen den gewerblichen Anteil in den Gebieten abbilden. In der Praxis dient die Kategorie somit teilweise der räumlichen Abgrenzung von Wohnquartieren zu benachbarten Gewerbegebieten sowie der Ermöglichung von Handel und Dienstleistungen auf Erdgeschossesebene, im Kontext der in den letzten Jahren renditenstarken Entwicklung von Wohnraum jedoch weniger einer echten Nutzungsmischung, die auch auf kleinere produzierende Gewerbe- oder Handwerksbetriebe abzielt. Auch spielt die Gleichgewichtigkeit verschiedener Lösungen kaum eine Rolle. Somit bilden urbane Gebiete keine ausreichende Grundlage für die Ansiedlung größerer produzierender Betriebe die (zumindest als einer von vielen Erzeugern) in ein lokales Wärmenetz einspeisen könnten. Gerade dezentralere Lösungen wie z. B. die Integration von Rechenzentren könnten diesbezüglich einen Ansatz bieten. Während die Gebietskategorie in der Theorie die Grundlage für gewisse Symbiosen in nutzungsgemischten Quartieren legen könnte, trägt das urbane Gebiet in der Praxis nur wenig zur Schaffung innovativer Lösungen in diesem Feld bei.

Mischgenutzte Gebiete allgemein können jedoch als Ausgangspunkt für verschiedene Symbiosen im Bereich der Energie- und Flächeneffizienz, teilweise auch im Bereich der Energieeffizienz dienen, wenn verschiedene vorliegende Nutzungen kombiniert bzw. zusammengebracht werden.

Während sich für energetische Symbiosen verschiedene Beispiele insbesondere aus der Wärmeversorgung finden, die von klassischen Nah- und Fernwärmenetzen bis hin zu dezentralen Lösungen reichen, bietet die Literatur zu nutzungsgemischten Flächen verschiedene Beispiele und Vorschläge für flächeneffiziente Lösungen, die verschiedene Nutzungen kombinieren. Wie auch im Fall der symbiotischen Gewerbegebiete sind hier jedoch bei der Etablierung von Lösungen im Bestand die vorliegende Kombination sowie Eigenheiten des Quartiers maßgeblich zur Umsetzung. Bei der Betrachtung unterschiedlicher Formen nutzungsgemischter Quartiere bieten sich verschiedene Anknüpfungspunkte. Insbesondere größer skalierte thermische Verwertungsmöglichkeiten für Reststoffe sind ungeeignet für den Einsatz in nutzungsgemischten Gebieten. Gleichzeitig ist die Ansiedlung produzierender Unternehmen, die ein gleichmäßiges Angebot von Abwärme für andere Nutzungsformen gewährleisten können, insbesondere aufgrund der Einschränkungen für den Betrieb im Rahmen nicht störender Wirtschaftsformen in Urbanen Gebieten sowie Mischgebieten nur bedingt realisierbar. Besonders im Fall produzierender Unternehmen ist eine durchgängige Produktion notwendig, um eine direkte Versorgung mit Abwärme zu

jeder Zeit zu gewährleisten. Da diese Formen des Drei-Schicht-Betriebs allerdings Industrie- und speziellen Sondergebieten vorbehalten sind, sind derartige Lösungen nur in Kombination mit Speicherlösungen, weiteren wärmeeinspeisenden Betrieben anderer Art oder aber über lange Distanzen, mit Ansiedlung der Unternehmen außerhalb der Nutzungsgemischten Quartiere denkbar.

Praxisbeispiele, wie z. B. die aktuelle Entwicklung des Gebiets „Heinrich der Löwe-Kaserne“ in Braunschweig und Studien aus der IT-Branche zeigen jedoch, dass sich gerade Rechenzentren von IT-Dienstleistern für die Einbindung in die Wärmenetze von Wohnstandorten anbieten. Auch wird im Rahmen experimenteller Projekte aktuell erprobt, inwiefern solche Lösungen auch in kleiner skaliert Form weitergedacht werden könnten. Somit bieten insbesondere auch Mischgebiete und urbane Gebiete mögliche Anknüpfungspunkte für urbane Symbiosen im thermischen Bereich. Gleiches gilt für an Wohnbebauung angrenzende Gewerbegebiete.

Abschließend lässt sich attestieren, dass bestimmte Wirkmechanismen der Symbiose aus der vorangegangenen Forschung zu Gewerbequartieren zwar auch für Nutzungsgemischte Quartiere denkbar sind, hier jedoch kaum umgesetzte Praxisbeispiele bekannt sind. Dadurch ist eine umfangreichere Analyse von Fallbeispielen nur begrenzt möglich.

Hinsichtlich des Ansatzes der Symbiose in Nutzungsgemischten Quartieren als Beitrag zur Ressourceneffizienz fehlt es somit, abseits von über das Quartier hinaus gehenden Einzelfällen, an Beispielen für mögliche Lösungen jenseits der im internationalen Diskurs häufig genannten Anwendungen in der allgemeinen Abfall- und Wasserwirtschaft, die im bundesdeutschen Kontext bereits durch andere Mechanismen abgedeckt sind. Während das Matching- und Pooling von Ressourcen jeglicher Art auf Quartiersbene hierzu einen Ansatz darstellen könnte, der in Kapitel 3 bereits für Gewerbegebiete beschrieben wurde, kommt es auf Ebene der Nutzungsgemischten Quartiere im Bestand auf den Besatz mit Wohngebäuden, Handel- und Dienstleistung sowie produzierendem Gewerbe und Handwerk an, ob überhaupt ressourcenbasierte Symbiosen vor Ort möglich sind, oder ob Lösungen in diesem Kontext nicht auf gesamtstädtischer oder regionaler Ebene anzusiedeln wären, um einen ausreichenden Kreis an ressourcenbereitstellenden und nachfragenden Akteuren sicherzustellen.

Die oben genannten Beispiele im Bereich der Wärmeversorgung stellen im Kontext der aktuellen Diskussion über die kommunale Wärmeplanung interessante Ansätze dar, die hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und ihrem Beitrag zur Versorgungssicherheit sowie hinsichtlich möglicher Zielkonflikte weiter zu erforschen sind.

Im Kontext von Neuplanungen spielen Mehrfachnutzungen bereits häufig eine Rolle, z. B. die Bereitstellung von Retentionsflächen als Aufenthaltsflächen, was in gewisser Weise ebenfalls als eine Symbiose zwischen verschiedenen Nutzungen angesehen werden kann. Sie bieten Vorteile für verschiedene Akteure im Quartier sowie für die Kommune selbst. Insbesondere im Feld der Nutzungsmischung und Mehrfachnutzung gibt es somit vielversprechende Ansätze, die neben Flächeneinsparungen auch die Grundlage für weitere Symbiosen bilden können, von denen zwei exemplarisch skizziert wurden.

7 Arbeitspaket 6: Fazit und Empfehlungen

7.1 Fazit

In der zusammenfassenden Betrachtung der Ergebnisse der vorliegenden Studie kann konstatiert werden, dass überbetriebliche Symbiosen in Gewerbe- und Industriegebieten ein relevantes Potential zur Verbesserung der Ressourceneffizienz (einschließlich Energie, Wasser, Fläche, Materialien oder anderer betrieblich genutzter Ressourcen) und damit der Nachhaltigkeit der beteiligten Unternehmen bzw. ihres Standortes aufweisen.

Ungeachtet dieses Potentials und entsprechender Diskussionen in der Fachwissenschaft führt das Thema überbetrieblicher Symbiosen in der Praxis der Gewerbeentwicklung in Deutschland bislang aber eher ein Nischendasein. Dabei ist allerdings zwischen (Bestands-)Gewerbegebieten und Industriestandorten bzw. branchenspezifischen Gewerbeparks zu unterscheiden.

Symbiosen in Gewerbe- und Industriegebieten und ihre potentiellen Umweltentlastungseffekte werden bislang kaum systematisch gefördert

In den weitverbreiteten gemischten (Bestands-)Gewerbegebieten beschränken sich die Austauschbeziehungen zwischen benachbarten Unternehmen bislang meist auf klassische Geschäftsbeziehungen bei denen untereinander „auf dem Markt“ Produkte oder Dienstleistungen gehandelt werden oder auf recht niedrigschwellige, nachbarschaftliche Kooperation wie beispielsweise eine gemeinsame Nutzung von Parkplatzflächen o. ä.

Im Rahmen der Projektarbeiten konnten allerdings auch einige Beispiele für symbiotische Beziehungen in Gewerbegebieten identifiziert werden. Diese unterscheiden sich in Bezug auf ihre Konzeption und Zielsetzung sowie hinsichtlich der beteiligten Akteure zum Teil deutlich, zeichnen sich jedoch durchgehend durch eine umweltentlastende Wirkung aus. Ein wiederholt vorzufindender Ansatz ist das Bestreben zur Entwicklung klimafreundlicher Standorte durch die Kommunalpolitik. Hier werden Maßnahmen zur Reduzierung von CO₂-Emissionen adressiert. Ein Beispiel findet sich etwa im Gewerbegebiet Lister Damm/Am Listholze in Hannover. Bezüglich der Zielstellung vergleichbar ist auch das Unternehmensnetzwerk Motzener Straße in Berlin-Marienfelde, bei dem eine gemeinsame Förderung von CO₂-mindernden Maßnahmen im Fokus steht. Ein anders gelagerter Ansatz ist das Bestreben, durch die Vermietung gemeinsam nutzbarer Infrastrukturen einen Finanzierungsbeitrag zu erlangen, wie dies beispielsweise im Naturcampus Technopark in Sauerlach geschieht.

In Anbetracht der nach Zählung der Bundesregierung im Jahr 2019 mehr als 62.000 Gewerbegebiete in Deutschland (Deutscher Bundestag 2019) besteht in diesem Bereich aber insgesamt noch unzweifelhaft „Luft nach oben“ für die Stärkung des Aufbaus direkter Kopplungen und Symbiosen und damit auch dem Ausschöpfen von wichtigen, relevanten Potentialen für positive Umwelteffekte. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund der zahlreichen in die Jahre gekommenen Bestandsgewerbegebiete, für die sich eine Neuausrichtung und/oder Erneuerung abzeichnet.

Deutlich häufiger sind dagegen industrielle Symbiosen. Diese finden sich vermehrt bei Chemie-parks, in denen verschiedene Unternehmen durch Infrastruktur und Dienstleistungen verbunden sind und Koppelprodukte austauschen. Auch Standorte konventioneller Kraftwerke weisen häufig stoffliche Synergien zwischen ansässigen Unternehmen auf, die als industrielle Symbiosen angesehen werden können. So finden sich an verschiedenen Braunkohlekraftwerksstandorten energieintensive Unternehmen aus der Papier- oder Zementindustrie, die Prozessdampf oder Abwärme nachfragen, welche bei der Stromerzeugung in fossilen Kraftwerken entstehen.

Wenn auch nicht in der Komplexität und Ausprägung des viel zitierten Beispiels Kalundborg, bestehen hier oftmals noch weitere stoffliche Verbindungen: So wird die bei der fossilen Energieerzeugung entstehende Flugasche bei der Herstellung von Porenbeton genutzt und der bei der Rauchgasentschwefelung der Kraftwerke entstehende (REA)-Gips findet durch die Gips- und Anhydritproduktion ebenfalls in großem Stil Verwendung in der Bauwirtschaft.

Unterschiedliche Ausprägungen von Industriesymbiosen benötigen unterschiedliche Ansätze der Förderung und Unterstützung

In Gewerbegebieten findet sich eine breite Vielfalt an Akteuren wieder. Dies bedeutet, dass sich vielfach keine Kooperationen anbieten, die auf direkten stofflichen Verbindungen beruhen. Stattdessen liegen mögliche Synergien hier verstärkt in der gemeinsamen Nutzung von Infrastrukturen (Wirkmechanismus 2: Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen) sowie einer kollektiven Adressierung lokaler Herausforderungen (wie beispielsweise der gemeinsamen Initiierung einer ÖPNV-Anbindungen o. ä.). Um diese Synergien zu realisieren, sind Initiativen wie Vereine der Gewerbetreibenden oder ein lokales Gebietsmanagement sehr hilfreich. Solche Initiativen können Kommunikationsstrukturen stärken und helfen, überbetriebliche Aktivitäten zu organisieren. Dabei sollte das Ziel gerade nicht die Nachbildung bestehender Modelle wie beispielsweise Kalundborg sein. Vielmehr ist es wichtig, sich auf die Entwicklung lokal zugeschnittener Lösungen zu fokussieren, die auf die spezifischen Bedingungen und Bedürfnisse der jeweiligen Gebiete eingehen. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, gerade auch Ansätze zur Bündelung unternehmerischer Kompetenzen und Marktzugänge (Wirkmechanismus 3: Bündelung unternehmerischer Kompetenzen und Möglichkeiten) mitzudiskutieren. Die Heterogenität der Unternehmen in (Bestands-)Gewerbegebieten kann hier vielfältige Potentiale bieten.

Kraftwerksstandorte in Strukturwandelregionen bieten – trotz des laufenden Ausstiegs aus der Kohleverstromung – weiterhin Potentiale für stoffliche und energetische Symbiosen (Wirkmechanismus 1: Verkopplung von Material- und Energieströmen). Die (noch) bestehenden Infrastrukturen dieser Standorte können als Ausgangspunkt für neue Lösungen dienen. Es kann hier bedeutsam sein, bestehende thermische und stoffliche Verbindungen bei der Transformation dieser Standorte zu berücksichtigen und diese in zukünftige Planungen zu integrieren. Die Erhaltung und eventuell auch der Ausbau relevanter Netzinfrastrukturen und Flächenressourcen sind dabei zentral, um die Etablierung neuer intersektoraler Verbindungen (basierend sowohl auf Wirkmechanismus 1: Verkopplung von Material- und Energieströmen als auch auf Wirkmechanismus 2: Gemeinschaftliche Nutzung betrieblicher Ressourcen) zu erhalten. Die Umstellung der Kraftwerksbasis auf alternative Energiequellen, wie Biomasse oder Ersatzbrennstoffe, könnten hier dabei helfen, die vernetzten betrieblichen Strukturen und damit auch Arbeitsplätze zu erhalten. Darüber hinaus kann die organisierte Kooperation zwischen verschiedenen Branchen auch neue wirtschaftliche Perspektiven eröffnen (Wirkmechanismus 3: Bündelung unternehmerischer Kompetenzen und Möglichkeiten).

In Industriegebieten, die eine hohe Dichte industrienaher Akteure aufweisen, bieten sich verstärkt Möglichkeiten, stoffliche Austausche zu erproben und zu etablieren (Wirkmechanismus 1: Verkopplung von Material- und Energieströmen). Hier kann auch die Digitalisierung eine entscheidende Rolle spielen, indem sie die Vermittlung von Input- und Output-Ressourcen effizienter gestaltet und Transparenz über vorhandene Sekundärressourcen schafft (z. B. durch Matching-Plattformen). Ein unterstützender gesetzlicher Rahmen ist jedoch essenziell, um die Weiterverwertung von Sekundärrohstoffen zu erleichtern und bestehende Hemmnisse zu überwinden. Je nach Materialität der unterschiedlichen, in Frage stehenden Sekundärressourcen (Energieträger, Materialressource, Leitungsgebundenheit etc.) sind jeweils deutlich unterschiedliche

Entwicklungsansätze zu wählen und entsprechende Optimierungsdiskussionen zu führen. Übergreifend gilt es aber immer, eine Konstellation zu schaffen, die sowohl für alle Beteiligten ökonomisch tragfähig ist als auch ökologische Vorteile für den Verbund bietet.

Der urbane Raum stellt einen weiteren Kontext zur Etablierung von überbetrieblichen Symbiosen dar. Urbane Symbiosen können beispielsweise in einer Integration neuer (gewerblicher) Akteure in bestehende Wärmenetze des lokalen Wohngebäudebestandes bestehen. Zudem könnten Strategien wie Urban Mining gezielt um die Betrachtung der Abfallprodukt-Ströme ansässiger Gewerbegebiete ergänzt werden, um so ebenfalls als Baustein urbaner Symbiosen zu fungieren. Dies schließt die lokale Verwertung von Sekundärbaustoffen ein, um Umweltauswirkungen im Bauwesen zu reduzieren. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Mehrfachnutzung von Flächen durch Unternehmen und Stadtgesellschaft, was nicht nur Ressourcen spart, sondern auch zur Bewältigung städtischer Herausforderungen, wie der Flächenwende oder der Klimafolgenanpassung, beiträgt. Das Konzept der „Urban Factory“ nimmt solche Aspekte bewusst auf und zielt mit der Stärkung der Verknüpfung von Anwohnenden und Betrieben (auch) auf die Stärkung der Attraktivität der Unternehmen als Arbeitgebende und als Stätten der Kreativität, in denen neue, zukunftsfähige Geschäftsideen entwickelt und umgesetzt werden können, ab (Wirkmechanismus 3).

7.2 Empfehlungen

Um eine solche Stärkung des Aufbaus direkter Verkopplungen und Symbiosen zu erreichen, haben die Autor*innen der vorliegenden Studie für unterschiedliche Handlungsebenen Hinweise und Empfehlungen erarbeitet:

Auf der Ebene von Bund und Ländern sollten überbetriebliche Symbiosen deutlich stärker als bislang

- ▶ als Beitrag zur Umsetzung der Programmatik von Bund und Ländern zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz der deutschen Wirtschaft (Programm für Ressourceneffizienz-ProgRes) verstanden,
- ▶ als konkrete Umsetzungen eines zirkulären Wirtschaftens im Sinne der nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie der Bundesregierung (NKWS) und
- ▶ als Beitrag zur Schonung natürlicher Ressourcen im Sinne der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) wahrgenommen werden.

Möglichkeiten zur finanziellen Förderung und Unterstützung entsprechender Umsetzungsprojekte wie umweltrelevanter Symbiosen sollten im Kontext dieser Programmatiken entwickelt werden. Wichtig ist hierbei, dass auch der zur erfolgreichen Anbahnung der überbetrieblichen Kooperationen notwendige Vorlauf zum Netzwerkaufbau berücksichtigt wird und für systematische Potentialanalysen eine entsprechende Förderfähigkeit erhält.

Weiterhin ist es zur Unterstützung der Bewerbung des Konzeptes der Symbiosen sinnvoll, im Rahmen der übergreifenden Umsetzung der benannten Programmatiken bei geeigneten Multiplikationsstellen eine Zusammenführung und Aufbereitung erfolgreicher Umsetzungen überbetrieblicher Symbiosen zu organisieren und diese Interessenten aus der Wirtschaft und der (Gewerbe-)Gebietsentwicklung verfügbar zu machen. Die Darstellungen derartiger Praxisbeispiele sollten dabei u. a. folgenden Aspekte umfassen:

- ▶ Eine konkrete (technisch-organisatorische) Beschreibung der Art der realisierten Austauschbeziehungen (mit Rückgriff auf die verschiedenen in der hier vorgelegten Studie strukturierten Wirkmechanismen).
- ▶ Informationen zur Genese der jeweiligen Verknüpfung einschließlich einer Beschreibung der jeweils fördernden und hemmenden Aspekte und der Art und Weise, wie die Hürden erfolgreich überwunden werden konnten.
- ▶ Die Art und soweit möglich die Quantität der erreichten Umweltentlastungen.
- ▶ Die realisierten ökonomischen Wirkungen. Hierbei sollten auch eher indirekte Wirkungen wie etwa eine gesteigerte Attraktivität der Unternehmen und der Standorte für potentielle Bewerbende oder aber die erhöhte unternehmerische Flexibilität und damit die Resilienz der Netzwerkpartner in Hinblick auf Wandel und Umbrüche im jeweiligen (Markt-)Umfeld benannt werden.

Werden (planungs-)rechtliche Probleme identifiziert, die einer Realisierung von überbetrieblichen Vernetzungen entgegenstehen, so sollten diese beispielsweise im Rahmen der geplanten Plattform für Kreislaufwirtschaft thematisiert werden, um sie in enger Abstimmung zwischen Bund, Ländern und Wirtschaftsakteuren einer Lösung zuzuführen.

Auf **regionaler und kommunaler Ebene** ist bei allen Planungsvorhaben zur Etablierung nachhaltiger oder klimafreundlicher Gewerbegebiete eine regelhafte Integration der Prüfung überbetrieblicher Verknüpfungen anzustreben. Dabei sollten derartige Prüfungen nicht auf die 1-zu-1 Replikation von Modellen komplexer wechselseitiger Stoffstrom-Verkopplungen (wie im viel zitierten Beispiel aus dem dänischen Kalundborg) abzielen, sondern alle verschiedenen Wirkmechanismen und möglichen Umsetzungsformen der Symbiosen berücksichtigen.

Mit Blick auf den recht breit gestreuten Kreis staatlicher (bzw. staatlich unterstützter) Stellen, die vor dem Hintergrund ihrer jeweiligen Zuständigkeiten mit derartigen Bestandsaufnahmen befasst sein können (beispielsweise von der Wirtschaftsförderung, über ein (kommunales) Klimamanagement bis hin zu einer dedizierten Nachhaltigkeitsberatung), erscheint der Hinweis notwendig, dass es unter Berücksichtigung der Akzeptanz der Unternehmen wichtig ist, hier ein abgestimmtes und einheitliches Vorgehen zu verfolgen (z. B. Vermeidung von wiederholten Abfragen aus verschiedenen Perspektiven).

Ein weiterer eng mit dem Vorstehenden verknüpfter Aspekt ist die Frage des Netzwerkaufbaus. Wie alle Analysen und Diskussionen im Kontext des durchgeführten Vorhabens zeigen, sind gegenseitiges Kennen und Vertrauen zentrale Voraussetzungen für die erfolgreiche Anbahnung und Umsetzung von wechselseitigen Verknüpfungen zwischen benachbarten Betrieben. Informelle oder formalisierte Netzwerke an den Gewerbestandorten bilden den Raum, in dem diese nachbarschaftlichen Beziehungen entstehen können. Sie sind eine notwendige Voraussetzung für Symbiosen, die über reine Austauschbeziehungen am anonymen Markt hinausgehen. Allerdings benötigen Kennenlernen und Vertrauensaufbau Gelegenheit und Zeit. Eine stabile mittel- bis langfristige Perspektive (geförderter) thematischer Netzwerke ist deshalb ein zentraler Aspekt, der bei allen Planungen von Projekten oder aber Stellenplanungen zum Gewerbegebietsmanagement unbedingt beachtet werden muss.

Mit Blick auf eine pragmatische Überwindung planungs- oder genehmigungsrechtlicher Herausforderungen, die im Einzelfall einer konkreten Realisierung angestrebter überbetrieblichen Ver-

netzungen im Wege stehen, sollte nach Möglichkeit wiederum eine zentrale Stelle die Schnittstelle zwischen den beteiligten Wirtschaftsakteuren zu den zuständigen Verwaltungseinheiten bilden.

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse, die in Fokusworkshops und Fachgesprächen mit Akteuren aus Politik und Praxis gespiegelt wurden, erfolgte eine weitergehende, akteurspezifische Aufbereitung zentraler Ergebnisse. Diese wurden einerseits in Form von Empfehlungen für Akteure der Bunds-, Landes- und kommunalen Ebene und andererseits als Leitfaden für Praktiker*innen zusammengefasst:

Die „**Empfehlungen zur Förderung nachhaltiger Gewerbegebiete in Strukturwandelregionen**“ richten sich an die Akteure der Strukturpolitik von Bund, Ländern und Kommunen. Sie formuliert konkrete Empfehlungen an diese verschiedenen Ebenen.

Auf der Ebene des Bundes stehen dabei die folgenden Aspekte im Fokus:

- ▶ Ein Vorschlag zu einer verpflichtenden Konkretisierung nachhaltigkeitsbezogener Zielsetzungen in Strukturwandelprojekten sowie eine Kopplung der Fördermittelvergabe an die Einhaltung entsprechender Nachhaltigkeitskriterien.
- ▶ Daneben wird empfohlen, bestehende und neue Fördermaßnahmen so auszugestalten, dass auch eine Erprobung überbetrieblicher symbiotischer Lösungen in Bestandsgewerbegebieten förderfähig ist. Eng verknüpft damit ist auch der Vorschlag die Zeithorizonte für die Förderung von Personalstellen, die der Vernetzung und der Anbahnung von Symbiosen dienen deutlich zu verlängern.
- ▶ Darüber hinaus wird vorgeschlagen auch im Rahmen der Städtebauförderung stärker auf die Revitalisierung von Bestandsgewerbegebieten einzugehen.

Auf der Ebene der Länder wird vorgeschlagen:

- ▶ In den Strukturwandelregionen Kernreviere zu definieren, die unmittelbar vom Kohleausstieg betroffen sind und die dann in entsprechenden Gremien und bei der Vergabe von Fördermitteln stärker berücksichtigt werden.
- ▶ Daneben sollen die indirekte Förderung von Unternehmen durch Infrastrukturmaßnahmen verstärkt und Förderprozesse transparenter und tragfähiger strukturiert werden.
- ▶ Um Städte und ländliche Regionen dabei zu unterstützen, vorrauschauend Maßnahmen im Strukturwandel umzusetzen und neue Flächen zu schaffen, sollte auf Landes- und Bundesebene geprüft werden, ob die Möglichkeit zum zeitversetzten Einbezug künftig frei werdender (Industrie-)Flächen besteht, die als Ausgleichsflächen eingesetzt werden könnten.

Auf der kommunalen Ebene wird empfohlen:

- ▶ Sowohl Gewerbegebiete im Bestand als auch Neuplanungen flächensparend und nachhaltigkeitsorientiert zu entwickeln und dabei symbiotische Vernetzungen zu fördern indem
 - ein entsprechendes Gewerbegebietsmanagement erfolgt,
 - ein aussagekräftiges Gewerbeflächen-Monitoring aufgebaut wird und

- der Zugriff auf (noch) freie Flächen, die gegebenenfalls für die Entwicklung von Symbiosen benötigt werden, erhalten bleibt.
- Darüber hinaus wird vorgeschlagen eine regionale bzw. interkommunale Gewerbeflächenentwicklung anzustoßen, sowie bei der Gewerbegebietspflege und Weiterentwicklung verstärkt auch öffentlich-private Partnerschaften oder genossenschaftliche Ansätze zu prüfen.

Die **Handreichung „Leitfaden für die Entwicklung von Symbiosen in Bestands-Gewerbegebieten“** dagegen gibt den Praktiker*innen „vor Ort“ ganz konkrete Informationen und praktische Hinweise zur Anbahnung und Umsetzung symbiotischer Vernetzungen in (Bestands-)Gewerbegebieten.

Zu diesem Zweck erfolgt zunächst eine Darstellung des Grundprinzips und der verschiedenen Typen und Ansätze für symbiotische Vernetzungen. Dabei werden auch die möglichen Wirkungen solcher Vernetzungen auf den drei Nachhaltigkeitsebenen Ökologie, Ökonomie und Soziales beschrieben.

Aufbauend auf diesen Grundlagen werden dann die Voraussetzungen für die Bildung symbiotischer Vernetzungen, aber auch mögliche und zu beachtende Hürden und Hemmnisse erläutert. In weiterer Konkretisierung werden konkrete Aufgaben und Handlungsschritte bei der Entwicklung und Umsetzung solcher Vernetzungen ausgeführt.

Eine Beschreibung sachbezogener Hilfsmittel und interessanter Praxisbeispiele rundet diese Handreichung für die praktische Anwendung ab.

8 Literaturverzeichnis

- Afshari, H.; Jaber, M. Y.; Searcy, C. (2018): Extending industrial symbiosis to residential buildings: A mathematical model and case study. *Journal of Cleaner Production* 183, 370–379. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.02.148.
- Agudo, F. L.; Bezerra, B. S.; Paes, L. A. Bertolucci; Gobbo Júnior, J. A. (2022): Proposal of an assessment tool to diagnose industrial symbiosis readiness. *Sustainable Production and Consumption* 30, 916–929. DOI: 10.1016/j.spc.2022.01.013.
- Angstmann, M.; Wolf, R.; Wolf, V.; Wolf, T. (2023): Symbiotisches Wirtschaften als Ansatz zur Weiterentwicklung von Bestandsgewerbegebieten. *Standort* 47, 40–45. DOI: 10.1007/s00548-022-00826-x.
- Bathen, A.; Bunse, J.; Gärtner, S.; Meyer, K.; Lindner, A.; Schambelon, S. (2019): *Handbuch Urbane Produktion*. Bochum. Online verfügbar unter https://www.nachhaltige-zukunftsstadt.de/downloads/Handbuch-Urbane-Produktion_2019_Web.pdf, zuletzt geprüft am 10.6.2021.
- Bauforum Rheinland-Pfalz (2024): Nachhaltige Erschließung. Ökologische und wirtschaftliche Chancen bei der Erschließung durch begehbare Leitungsgänge. Online verfügbar unter <https://bauforum.rlp.de/erweiterungen/publikationen/details/publikation/nachhaltige-erschlie%C3%9Fung>, zuletzt geprüft am 25.8.2025.
- Baumgart, S. (2019): Das Urbane Gebiet: Perspektiven auf und für eine neue Gebietskategorie. In: R. Wehrhahn; J. Pohlan, C. Hannemann (Hrsg.): *Housing and Housing Politics in European Metropolises*. Wiesbaden, Springer Fachmedien Wiesbaden, 129–144.
- BBSR (2019): Nachhaltige Weiterentwicklung von Gewerbegebieten. Ergebnisbericht zum ExWoSt-Forschungsfeld, Bundesinstitut für Bau- Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.). Bonn. Online verfügbar unter <https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/sonderveroeffentlichungen/2020/nachhaltige-weiterentwicklung-gewerbegebiete.html>, zuletzt geprüft am 25.10.2025.
- BBSR (2023): INKAR – Indikatoren und Karten zur Raum- und Stadtentwicklung, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (Hrsg.). Bonn. Online verfügbar unter <https://www.inkar.de/>, zuletzt geprüft am 10.12.2024.
- Beibl, T. (2021): Urbane Gebiete nach §6a BauNVO und ihre Auswirkungen auf Betriebsstandorte und Neuan-siedlungen im Handwerk, Deutsches Handwerksinstitut (Hrsg.). München. Online verfügbar unter https://ifimuenchen.de/wp-content/uploads/2021/07/Urbane_Gebiete_LFI_Publikation.pdf, zuletzt geprüft am 10.12.2024.
- Benedict, M.; Kosmol, L.; Esswein, W. (2018): Designing Industrial Symbiosis Platforms - from Platform Ecosystems to Industrial Ecosystems, Twenty-Second Pacific Asia Conference on Information Systems. Conference: Pacis Asia Conference on Information Systems. Yokohama, Japan. Online verfügbar unter <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1305&context=pacis2018>, zuletzt geprüft am 5.12.2024.
- Bicalho, T.; Sauer, I.; Rambaud, A.; Altukhova, Y. (2017): LCA data quality: A management science perspective. *Journal of Cleaner Production* 156, 888–898. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.03.229.
- Biemann, K.; Knörr, W.; Dobers, K.; Jarmer, J.-P. (2024): Treibhausgasemissionen im Transportsektor - Leitfaden zur ISO 14083. Anwendung und Beispiele. In: ifeu; Fraunhofer IML; Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/treibhausgasemissionen_im_transportsektor.pdf, zuletzt geprüft am 09.12.2024.
- BGR (2019): Deutschland – Rohstoffsituation 2018, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. Online verfügbar unter https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohsit-2018.pdf?__blob=publicationFile&v=5, zuletzt geprüft am 19.7.2021.

Blessing, M. (2020): Fach- und Rechtsfragen bei der Ausweisung von urbanen Gebieten. In: S. Mitschang (Hrsg.): *Bauleitplanung in Gebieten nach den §§ 30 und 34 BauGB*. Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 9–26. DOI: 10.5771/9783748907060.

BMJV – Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2017): Baunutzungsverordnung (BauNVO) – Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/baunvo/BauNVO.pdf>, zuletzt geprüft am 11.9.2019.

BMU (2013): Merkblatt Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter www.ptj.de/lw_resource/datapool/items/item_4182/merkblatt_klimaschutzteilkonzepte_2013.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2019.

BMU (2013): Merkblatt Förderung einer Stelle für Klimaschutzmanagement. Hinweise zur Antragstellung, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/faq_downloads/Merkblatt_Klimaschutzmanagement.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

BMU (2019): Richtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten im kommunalen Umfeld „Kommunalrichtlinie“, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/mediathek/dokumente/20221101_NKI_Kommunalrichtlinie.pdf, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

BMU (2020): Auf einen Blick. Die Umweltpolitische Digitalagenda: Wie ein Problem zur Lösung wird. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

BMUB (2007): Leipzig Charta zur nachhaltigen europäischen Stadt, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/veroeffentlichungen/wohnen/neue-leipzig-charta-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 5.12.2024.

BMUB (2016): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II: Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Ressourceneffizienz/progress_II_broschuere_de_bf.pdf, zuletzt geprüft am 5.12.2024.

BMUB (2017): Weißbuch Stadtgrün. Grün in der Stadt – für eine lebenswerte Zukunft, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Hrsg.). Bonn. Online verfügbar unter https://www.bmwsb.bund.de/SharedDocs/downloads/Webs/BMWSB/DE/publikationen/wohnen/weissbuch-stadtgruen.pdf?__blob=publicationFile&v=2, zuletzt geprüft am 5.12.2024.

BMUV (2024): Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter https://www.bundesumweltministerium.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/nationale_kreislaufwirtschaftsstrategie_bf.pdf, zuletzt geprüft am 5.6.2025.

BMW (2019): Modellvorhaben „Unternehmen Revier“. Den Strukturwandel gemeinsam gestalten, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/modellvorhaben-unternehmen-revier.html>, zuletzt geprüft am 12.11.2019.

Boons, F.; Chertow, M.; Park, J.; Spekkink, W.; Shi, H. (2017): Industrial Symbiosis Dynamics and the Problem of Equivalence: Proposal for a Comparative Framework. *Journal of Industrial Ecology* 21 (4), 938–952. DOI: 10.1111/jiec.12468.

Boons, F.; Spekkink, W.; Jiao, W. (2014): A Process Perspective on Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 18 (3), 341–355. DOI: [/10.1111/jiec.12116](https://doi.org/10.1111/jiec.12116).

Chemiepark Bitterfeld-Wolfen GmbH (o. J.): Meldungen aus dem Chemiepark. Online verfügbar unter <https://www.chemiepark.de/startseite/>, zuletzt geprüft am 12.11.2019.

Chertow, M. R. (2000): Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. *Annual Review of Energy and the Environment* 25 (1), 313–337. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.313.

Chertow, M. R. (2007): “Uncovering” Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 11 (1), 11–30. DOI: 10.1162/jiec.2007.1110.

Christensen, J. (2014): A Principle was born. In: C. Ditlevsen (Hrsg.): *The Kalundborg Symbiosis, 40th Anniversary*. Kalundborg, Kalundborg Symbiosis.

Côté, R. P; Cohen-Rosenthal, E. (1998): Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences. *Journal of Cleaner Production* 6 (3-4), 181–188. DOI: 10.1016/S0959-6526(98)00029-8.

Côté, R; Hall, J. (1995): Industrial parks as ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 3 (1-2), 41–46. DOI: 10.1016/0959-6526(95)00041-C.

DIN (2009): ISO 14040: Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen. November 2009. Berlin: Beuth.

DIN (2006): ISO 14044: Umweltmanagement – Ökobilanz – Anforderungen und Anleitungen. Oktober 2006. Berlin: Beuth.

Deutscher Bundestag (2019): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Daniela Kluckert, Frank Sitta, Grigorios Aggelidis, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/10942 – Abruf der Fördermittel für den Breitbandausbau. Drucksache 19/11357, Deutscher Bundestag (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://dserver.bundestag.de/btd/19/113/1911357.pdf>, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Deutz, P. (2014): Food for Thought: Seeking the Essence of Industrial Symbiosis. In: R. Salomone (Hrsg.): *Pathways to Environmental Sustainability. Methodologies and Experiences*. Cham, Springer International Publishing AG, 3–11. DOI: 10.1007/978-3-319-03826-1_1.

Ferreira, I. A.; Godina, R.; Carvalho, H. (2021): Waste Valorization through Additive Manufacturing in an Industrial Symbiosis Setting. *Sustainability* 13 (1), 234. DOI: 10.3390/su13010234.

Fraccascia, L. (2018): Industrial Symbiosis and Urban Areas: A Systematic Literature Review and Future Research Directions. *Procedia Environmental Science, Engineering, and Management*, 5(2), 73–83. Online verfügbar unter https://www.procedia-esem.eu/pdf/issues/2018/no2/9_Fraccascia_18.pdf, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Fraccascia, L.; Yazan, D. M. (2018): The role of online information-sharing platforms on the performance of industrial symbiosis networks. *Resources, Conservation and Recycling* 136, 473–485. DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.03.009.

Franßen, Y. (2017): „Urbane Gebiete“ und Auswirkungen auf Stadtentwicklung und Umwelt. *Zeitschrift für Umweltrecht* 28 (10), 532–539. Online verfügbar unter <http://beck-on-line.beck.de/Bcid/Y-300-Z-ZUR-B-2017-S-532-N-1>, zuletzt geprüft am 1.10.2023.

Freudenau, H.; Hennings, G.; Rinke, B.; Siebert, S.; Ziegler-Hennings, C. (2014): Nachhaltige Entwicklung von Gewerbegebieten im Bestand. Endbericht, StadtRaumKonzept GmbH (Hrsg.). Dortmund. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/exwost/Studien/2013/EntwicklungGewerbegebiete/Downloads/Endbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

- Frosch, R.; N., Gallopoulos. (1989): Strategies for manufacturing. *Scientific American* 261, 144-152. DOI: 10.1038/scientificamerican0989-144.
- Funke, T.; Hintemann, R.; Kaup, C.; Maier, C.; Müller, S.; Paulußen, S.; Süß, J.; Terrahe, U. (2019): Abwärmenutzung im Rechenzentrum: Ein Whitepaper vom NeRZ in Zusammenarbeit mit dem eco – Verband der Internetwirtschaft e. V. Berlin. Online verfügbar unter: <https://www.borderstep.de/publikation/funke-t-hintemann-r-kaup-c-maier-c-mueller-s-et-al-2019-abwaermenutzung-im-rechenzentrum-ein-whitepaper-vom-nerz-in-zusammenarbeit-mit-dem-eco-verband-der-internetwirtschaft/>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.
- Gärtner, S.; Frenzel, A. (2014): Präventiver Strukturwandel: Strukturpolitische Möglichkeiten für die Innovationsregion Rheinisches Revier. Gutachten an den Landtag Nordrhein-Westfalen. Landtag Nordrhein-Westfalen, 16. Wahlperiode. Düsseldorf. Online verfügbar unter: <https://opus.bibliothek.uni-augsburg.de/opus4/front-door/deliver/index/docId/74724/file/G%c3%a4rtner+und+Frenzel+-2014+-Pr%c3%a4ventiver+Strukturwandel+Strukturpolitische+M%c3%b6g.pdf>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.
- GDI TH (2020): Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM), Thüringer Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://tlbg.thueringen.de/geobasisdaten/digitale-landschaftsmodelle/basis-dlm>, zuletzt geprüft am 30.3.2020.
- Geobasis-DE; BKG (2020): Karten des BKG, Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (Hrsg.). Online verfügbar unter https://sg.geodatenzentrum.de/web_bkg_webmap/applications/bkgmaps/minimal.html, zuletzt geprüft am 30.3.2020.
- Geobasis-DE; LGB (2020): Basis DLM Berlin-Brandenburg, Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://geobasis-bb.de/lgb/de/#>, zuletzt geprüft am 6.2.2020.
- Geobasis NRW (2020): GEOportal.NRW. Digitales Basis-Landschaftsmodell NW. Geoinformationszentrum, Ministerium des Innern des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://www.geoportal.nrw/?activetab=map#/datasets/iso/4c8955f8-7c72-498e-bb3a-55b1680a4ec6>, zuletzt geprüft am 30.3.2020.
- Geofabrik; OSM Contributors (2018): OpenStreetMap Deutschland, Geofabrik GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://download.geofabrik.de/europe/germany.html>, zuletzt geprüft am 7.4.2020.
- GeoSN (2020): Basis-DLM Sachsen, Freistaat Sachsen (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://geoviewer.sachsen.de/mapviewer/index.html?map=9f141923-55a4-4477-a707-ee16f2661b06>, zuletzt geprüft am 30.3.2020.
- Gibbs, D. (2003): Trust and Networking in Inter-firm Relations: the Case of Eco-industrial Development. *Local Economy* 18 (3), 222–236. DOI: 10.1080/0269094032000114595.
- Grant, G. B.; Seager, T. P.; Massard, G.; Nies, L. (2010): Information and Communication Technology for Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 14 (5), 740–753. DOI: 10.1111/j.1530-9290.2010.00273.x.
- Haas, H.-D. (2018): Definition: Technologiepark. Online verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/technologiepark-49856/version-273082>, zuletzt geprüft am 12.12.2024.
- Haq, H.; Välisuo, P.; Niemi, S. (2021): Modelling Sustainable Industrial Symbiosis. *Energies* 14 (4), 1172. DOI: 10.3390/en14041172.
- Heijungs, R.; Guinée, J. B.; Huppes, G.; Lankreijer, R. M.; Udo de Haes, H. A.; Wegener Sleeswijk, A.; Ansems, A. M. M.; Eggels, P. G.; Duin, R.; Goede, H. P. (1992): Environmental life cycle assessment of products. Study carried out under the auspices of the National Reuse of Waste Research Programme (NOH). Leiden, Centrum voor Milieukunde. Online verfügbar unter <https://scholarlypublications.universiteitleiden.nl/handle/1887/8061>, zuletzt geprüft am 25.10.2025.
- Hewes, A. K.; Lyons, D. I. (2008): The Humanistic Side of Eco-Industrial Parks: Champions and the Role of Trust. *Regional Studies* 42 (10), 1329–1342. DOI: 10.1080/00343400701654079.

- Hintemann, R. (2021): Energiebedarf der Rechenzentren steigt trotz Corona weiter an. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit. Online verfügbar unter: https://www.borderstep.de/wp-content/uploads/2021/03/Borderstep_Rechenzentren2020_20210301_final.pdf, zuletzt geprüft am 10.11.2021.
- Industrie- und Handelskammer Hannover (2020): Baugebietskategorie Urbanes Gebiet (MU) – Einsatzfelder. Online verfügbar unter <https://www.hannover.ihk.de/ihk-themen/planen-bauen/bauleitplanung/bau-und-planungsrecht/urbanes-gebiet-einsatzfelder.html>, zuletzt geprüft am 5.2.2021.
- infraserv (o. J.): Industriepark Höchst. Online verfügbar unter <https://www.industriepark-hoechst.com/>, zuletzt geprüft am 12.12.2024.
- Innovationsregion Rheinisches Revier (2017): Regionales Investitionskonzept (RIK). Fassung vom 5.12.2017. IRR Büro für Stadtplanung und strategische Projektentwicklung. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/regionales-investitionskonzept-rheinisches-revier.pdf?__blob=publication-File&v=4, zuletzt geprüft am 12.12.2024.
- iPoint (2024): Ökobilanz-Software Umberto. Online verfügbar unter <https://www.ipoint-systems.com/de/loesungen/oekobilanzen/>, zuletzt geprüft am 9.12.2024.
- Isenmann, R. (2014): Kooperationen auf Wegwerfbasis: Industriesymbiosen. Ökologisches Wirtschaften. 2014, 3. DOI: 10.14512/OEW290328.
- Isenmann, R.; von Hauff, M. (2007): Industrial ecology. Mit Ökologie zukunftsorientiert wirtschaften. Heidelberg/München, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag.
- Jensen, P. D; Basson, L.; Hellawell, E. E; Bailey, M. R; Leach, M. (2011): Quantifying 'geographic proximity': Experiences from the United Kingdom's National Industrial Symbiosis Programme. Resources, Conservation and Recycling 55 (7), 703–712. DOI: 10.1016/j.resconrec.2011.02.003.
- Klöpffer, W. (2009): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim, Wiley-VCH. DOI: 10.1002/9783527627158. Online verfügbar unter <https://online-library.wiley.com/doi/book/10.1002/9783527627158>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.
- Koch, P.; Ostler, U. (2017): Dr. Koch, Vertiv, zur Frage: „Wie können Tatacenter grüner werden?“. „Abwärmennutzung ist der Schlüssel zum grünen Rechenzentrum!“. Datacenter Insider. Online Verfügbar unter <https://www.datacenter-insider.de/abwaermenutzung-ist-der-schluessel-zum-gruenen-rechenzentrum-a-652185/>, zuletzt geprüft am 10.6.2021.
- Kreis, S. (o. J.): Modellprojekt „Handwerk für nachhaltiges Wirtschaften“ – Kreis Stormarn. Online verfügbar unter <https://www.kreis-stormarn.de/wirtschaft/handwerksprojekt/index.html>, zuletzt geprüft am 16.12.2024.
- Kuckartz, U. (2014): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3. Aufl. Weinheim/Basel, Beltz Juventa.
- Kurdve, M.; Jönsson, C.; Granzell, A.-S. (2018): Development of the urban and industrial symbiosis in western Mälardalen. Procedia CIRP 73, 96–101. DOI: 10.1016/j.procir.2018.03.321.
- Lamker, C.; Ruediger, A.; Schoppengerd, J. (2017): Gewerbelärm contra Nutzungsmischung - zur Praxistauglichkeit des Urbanen Gebietes. Raumplanung 190, 14–20. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/316284312_Gewerbelarm_contra_Nutzungsmischung_Zur_Praxistauglichkeit_des_Urbanen_Gebietes, zuletzt geprüft am 1.10.2025.
- Landesregierung Schleswig-Holstein (2004): Nachhaltigkeitsstrategie Zukunftsfähiges Schleswig-Holstein, Landesregierung Schleswig-Holstein (Hrsg.). Kiel. Online verfügbar <https://www.lag21.de/files/default/pdf/Portal%20Nachhaltigkeit/land/portal-n-uberarbeitung/sh-2004-nhs.pdf>, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Landkreis Helmstedt (2017): Regionales Investitionskonzept (RIK). Revier Helmstedt. Helmstedt. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/regionales-investitionskonzept-helmstedt.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

LANUV (2019): Potentialstudie Industrielle Abwärme. LANUV-Fachbericht 96, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Recklinghausen. Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/presse/dokumente/LANUV_Fachbericht_96.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Laurent, A.; Olsen, S. I.; Hauschild, M. Z. (2012): Limitations of carbon footprint as indicator of environmental sustainability. *Environmental science & technology* 46 (7), 4100–4108. DOI: 10.1021/es204163f.

Lombardi, D. R.; Laybourn, P. (2012): Redefining Industrial Symbiosis. *Journal of Industrial Ecology* 16 (1), 28–37. DOI: 10.1111/j.1530-9290.2011.00444.x.

Lowe, E. (2001): Eco-industrial Park Handbook for Asian Developing Countries Report to Asian Development Bank. Blachford Ct., Indigo Development. Online verfügbar unter https://www.academia.edu/45164664/Eco_industrial_Park_Handbook_for_Asian_Developing_Countries_Report_to_Asian_Development_Bank, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Lowe, E.; Moran, S. R.; Holmes, D. (1995): A Fieldbook for the Development of Ecoindustrial Parks. Report for the US Environmental Protection Agency (EPA). Indigo Development International, Oakland.

Lütje, A.; Wohlgemuth, V. (2020): Tracking Sustainability Targets with Quantitative Indicator Systems for Performance Measurement of Industrial Symbiosis in Industrial Parks. *Administrative Sciences* 10 (1), 3. DOI: 10.3390/admsci10010003.

Maqbool, A.; Mendez Alva, F.; van Eetvelde, G. (2019): An Assessment of European Information Technology Tools to Support Industrial Symbiosis. *Sustainability* 11 (1), 131. DOI: 10.3390/su11010131.

Metropolregion Mitteldeutschland (2017): Regionales Investitionskonzept Innovationsregion Mitteldeutschland. Endbericht, Metropolregion Mitteldeutschland (Hrsg.). Leipzig. Online verfügbar unter <https://transformationsregion-mitteldeutschland.com/wp-content/uploads/2019/08/regionales-investitionskonzept-mitteldeutschland.pdf>, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Meyer, K., & Beckamp, M. (2020): Industrial Gentrification in London. Hintergründe, Erkenntnisse und „Lessons Learned“. *RaumPlanung* 209 (6), 29-36. Online verfügbar unter <https://ifr-ev.de/raumplanung/urbane-produktion/>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Mirata, M.; Emtairah, T. (2005): Industrial symbiosis networks and the contribution to environmental innovation. *Journal of Cleaner Production* 13 (10-11), 993–1002. DOI: 10.1016/j.jclepro.2004.12.010.

MSV NRW (2010): Ein Modellprojekt stellt sich vor. Nachhaltige Gewerbeflächenentwicklung in NRW, Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.flaechenportal.nrw.de/fileadmin/user_upload/2010_MKULNV_Broschuere_NachhaltigeGewerbeflaechen.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Müller, D.; Ostler, U. (2019): RZ-Abwärme versorgt 400 Wohnungen. Würdig für den Deutschen Rechenzentrumspreis?, *Datacenter Insider*, 04.05.2019. Online verfügbar unter <https://www.datacenter-insider.de/rz-abwaerme-versorgt-400-wohnungen-a-816813/>, zuletzt geprüft am 19.7.2021.

Müller-Christ, G.; Liebscher, A. K. (2010): Nachhaltigkeit im Industrie- und Gewerbegebiet. Ideen zur Begleitung von Unternehmen in eine Ressourcengemeinschaft. München, Öekom-Verlag.

Netzwerk Großbeerenstraße (o. J.): Unternehmensnetzwerk. Online verfügbar unter: <https://www.netzwerk-grossbeerenstrasse.de>, zuletzt geprüft am 13.8.2024.

Neves, A.; Godina, R.; Azevedo, S. G.; Matias, J. C. O. (2020): A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production* 247, 119113. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.119113.

Niemann, A.-L.(2021): Grünes Rechenzentrum - Von Megabytes und Mikroalgen. Frankfurter Allgemeine Online, 21.02.2021. Online verfügbar unter <https://www.faz.net/aktuell/technik-motor/digital/gruenes-rechenzentrum-windcloud-laesst-algen-co2-binden-17198206.html>, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

openLCA (2024): Leading the Future of LCA Software, GreenDelta GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://www.openlca.org/>, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

Paar, A.; Pehnt, M.; Bödeker, J. (2012): Masterplan 100 % Klimaschutz: Industrie- und Gewerbeparks - Klimaschutzmaßnahmen im Unternehmensverbund. Bericht im Rahmen des Vorhabens „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“, ifeu; Prognos (Hrsg.). Heidelberg, Berlin. Online verfügbar unter https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/NKI_Gewerbeparks.pdf, zuletzt geprüft am 10.12.2024.

Ponis, S. T. (2021): Industrial Symbiosis Networks in Greece: Utilising the Power of Blockchain-based B2B Marketplaces. The JBBA 4 (1), 1–7. DOI: 10.31585/jbba-4-1-(4)2021.

PTJ (2020): Kommunale Netzwerke, Projektträger Jülich; Forschungszentrum Jülich GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://www.ptj.de/projektfoerderung/nationale-klimaschutzinitiative/kommunalrichtlinie/netzwerke>, zuletzt geprüft am 5.12.2024.

Rohde-Lütje, A. (2022): Enabling Industrial Symbiosis in Industrial Parks. Dissertation. Lüneburg, Leuphana. Online verfügbar unter https://pubdata.leuphana.de/bitstream/20.500.14123/731/1/Dissertation_2022_Rohde-Luetje_Enabling.pdf, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Saavedra-Rubio, K.; Thonemann, N.; Crenna, E.; Lemoine, B.; Caliandro, P.; Laurent, A. (2022): Stepwise guidance for data collection in the life cycle inventory (LCI) phase: Building technology-related LCI blocks. Journal of Cleaner Production 366, 132903. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132903.

Schink, A. (2018): Neue Baugebietskategorie. Urbane Gebiete nach § 6a BauNVO. In: S. Mitschang (Hrsg.): *Städtebaurechtsnovelle 2017. Neue Anforderungen an die städtebauliche Planungs- und Genehmigungspraxis*. 1. Aufl. Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft, 177–194.

Schröer, A. (2019): Mehrfach:Nutzen - Mehrfachnutzung und Space Sharing als Strategie zur nachhaltigen Stadtentwicklung. In: D. Henckel; C. Kramer (Hrsg.): *Zeitgerechte Stadt: Konzepte und Perspektiven für die Planungspraxis*, Hannover, Verlag Akademie für Raumforschung und Landesplanung, 203-222. Online verfügbar unter https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/64656/ssoar-2019-schroer-MehrfachNutzen_-_Mehrfachnutzung_und_Space.pdf;jsessionid=9BF828EE62A8B2AE3FD17206D3B194EA?sequence=1, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Schwarz, T. (2018): Die Ausweisung Urbaner Gebiete in Berlin. In: S. Mitschang (Hrsg.): *Raumordnungs- und Bauleitplanung aktuell. Neue Rechtsgrundlagen, Planungspraxis und Rechtsprechung*. 1. Aufl. Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG, 169–190. Online verfügbar unter <https://www.nomos-elibrary.de/de/document/view/detail/uuid/b6ffa71d-bd04-32ae-8d46-d3c26f4e07cc>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

SECONTRADE (2022): SECONTRADE: Vier Jahre Kompetenz in Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft, APA-Comm GmbH (Hrsg.). Wien. Online verfügbar unter https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20220208_OTS0117/secontrade-vier-jahre-kompetenz-in-umweltschutz-und-kreislaufwirtschaft-bild, zuletzt geprüft am 5.10.2022.

Shell (2017): Shell und Bio-Bean lassen Londons Busse mit Diesel aus Kaffeesatz fahren, Shell Deutschland GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://www.shell.de/medien/shell-presseinformationen/2017/shell-and-bio-bean-let-london-buses-with-diesel-from-coffee-grounds-drive.html>, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

SHSQUARED GmbH (o. J.): teiln.de. Online verfügbar unter <https://www.teiln.de/>, zuletzt geprüft am 13.8.2024.

SimaPro (2024): SimaPro - Sustainability insights for informed changemakers. Online verfügbar unter <https://simapro.com/>, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

Spannowsky, W. (2019): Das Handwerk im Bauplanungs- und Umweltrecht. Veränderte Rahmenbedingungen, aktuelle Rechtsentwicklungen und Reformvorschläge. 1. Aufl. Baden-Baden, Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. Online verfügbar unter <https://www.nomos-shop.de/de/p/das-handwerk-im-bauplanungs-und-umweltrecht-gr-978-3-8487-6018-3>, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Spektrum.de (2001): Kompaktlexikon der Biologie: Symbiose, Spektrum Akademischer Verlag (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/symbiose/11517>, zuletzt geprüft am 05.12.2024.

Sphera (2024): Life Cycle Assessment (LCA) Software Solution. Sphera Solutions, Inc. (Hrsg.). Online verfügbar unter <https://sphera.com/de/loesungen/product-stewardship/life-cycle-assessment-software-and-data/>, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

Stadt Braunschweig (2020): Bebauungsplan mit örtlicher Bauvorschrift Wenden-West, 1. BA WE 62 Geänderte Begründung und Umweltbericht. Braunschweig. Online verfügbar unter: https://www.braunschweig.de/politik_verwaltung/bekanntmachungen/bauleitplanverfahren/ausgel_bauleitpl/WE62-3/WE62_Begruendung-Umweltbericht_erneute-Auslegung.pdf, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

Stadt Cottbus (2018): Auslegung Bebauungsplan W/52,44/109 „Nördliches Bahnumfeld - Teil Ost“. Begründung. Cottbus. Online verfügbar unter: https://www.cottbus.de/.files/storage/file/e08418cf-7809-45b7-85c5-cd76c4022a8c/B-Plan_Noerdliches_Bahnhofsumfeld_Begruendung.pdf, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

Stadt Halle (2018): Bebauungsplan Nr. 88.3 Urbanes Gebiet am Thüringer Bahnhof-Aufstellungsbeschluss. Halle. Online verfügbar unter: <http://buergerinfo.halle.de/getfile.asp?id=210773&type=do&>, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

Stadt Leipzig (2018): Begründung zum Bebauungsplan Nr. 323.2 „Westlich des Hauptbahnhofes, Teilbereich südlich der Parthe“. Entwurf. Leipzig. Online verfügbar unter: https://static.leipzig.de/fileadmin/mediendatenbank/leipzig-de/Stadt/02.6_Dez6_Stadtentwicklung_Bau/61_Stadtplanungsamt/OEffentlichkeitsbeteiligung_und_Auskuenfte/Aktuelle_Planungen/Aktuelle_Planungen_2018/323-2_Begruendung.pdf, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

Stadt Wolfsburg (2021): Begründung zum Bebauungsplan „Am Schwarzen Weg“. Wolfsburg. Online verfügbar unter: https://www.wolfsburg.de/~ /media/wolfsburg/statistik_daten_fakten/bplaene/2021/am-schwarzen-weg/begruendungsplan-am-schwarzen-weg.pdf?la=de-DE, zuletzt geprüft am 10.6.2021.

Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. (2019): Beschäftigte der Braunkohlenindustriein Deutschland, Statistik der Kohlenwirtschaft e. V. (Hrsg.). <https://kohlenstatistik.de/wp-content/uploads/2019/10/B-09-19.pdf>, zuletzt geprüft am 12.11.2019.

Statistisches Bundesamt (2018): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. 2017, Statistisches Bundesamt (Hrsg.). Wiesbaden. Online verfügbar unter https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00064280/5815117177004.pdf, zuletzt geprüft am 1.10.2025.

Statistisches Bundesamt (2019): Unternehmensregister - System (URS). Forschungsdatenzentren der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.). DOI: [10.21242/52121.2019.00.00.1.1.0](https://doi.org/10.21242/52121.2019.00.00.1.1.0).

Statistisches Bundesamt (2024): Genesis Datenbank: Tabelle 48121-0001. Online verfügbar <https://www-genesis.destatis.de/datenbank/online/table/48121-0001/search/s/NDgxMjEtMDAwMQ==>, zuletzt geprüft am 6.8.2024.

Sterr, T. (2003): Das Phänomen Abfall und sein begrifflicher Inhalt. In: G. Liesegang; T. Sterr (Hrsg.). *Industrielle Stoffkreislaufwirtschaft im regionalen Kontext. Betriebswirtschaftlich-ökologische und geographische Betrachtungen in Theorie und Praxis*. Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 33–55.

Sterr, T.; Ott, T. (2004): The industrial region as a promising unit for eco-industrial development—reflections, practical experience and establishment of innovative instruments to support industrial ecology. *Journal of Cleaner Production* 12 (8-10), 947–965. DOI: 10.1016/j.jclepro.2004.02.029.

Sturm, K.-D. (2003): Stoffstrom- und Energiemanagement. Bausteine für Zukunftsfähige Gewerbegebiete. *UmweltWirtschaftsForum* 11 (1), 45–48. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/profile/Klaus-Dietrich-Sturm/publication/288830036_Uberbetriebliches_Stoffstrom-_und_Energiemanagement_Bausteine_fur_zukunftsfahige_Gewerbegebiete/links/5685244608aebccc4e11475e/Ueberbetriebliches-Stoffstrom-und-Energiemanagement-Bausteine-fuer-zukunftsaehige-Gewerbegebiete.pdf, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

teamwerk-architekten (2021): MEHRRaum - Die zeitgerechte Stadt - Potentiale der Mehrfachnutzung. Laupheim. Online verfügbar unter: https://wm.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-wm/intern/Datien_Downloads/Bauen/Fertige_Studie_Mehrraum.pdf, zuletzt geprüft am 1.10.2023.

ThyssenKrupp Steel Europe (2012): Compact. Das Kundenmagazin von ThyssenKrupp Steel Europe 40, 2. Online verfügbar unter: https://www.thyssenkrupp-steel.com/media/content_1/publikationen/compact_steel_2012_2_de.pdf, zuletzt geprüft am 1.10.2023.

UBA (2019): Hemmnisse und Potenziale zur Ressourceneffizienzsteigerung durch Optimierung regionaler und lokaler Stoffkreisläufe und Stoffströme – RegioRess, Deutsches Institut für Urbanistik; Öko-Institut; Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-20_texte-63-2019_regioress.pdf, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

UBS (2019): Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus, Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25_climate-change_27-2019_kohleausstieg_v2.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

UNIDO (2017): Implementation Handbook for Eco-industrial parks, United Nations Industrial Development Organization (Hrsg.). Wien. Online verfügbar unter https://ipp.unido.org/sites/default/files/knowledge/2020-11/UNIDO%20Eco-Industrial%20Park%20Handbook_English.pdf, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

Unternehmensnetzwerk KlimaList (o. J.): Martplatz Klimalist. Online verfügbar unter <https://klimalist-markt.de>, zuletzt geprüft am 19.10.2022.

VCI (2015): Chemieparks in Deutschland, Verband der Chemischen Industrie (Hrsg.). Online verfügbar unter https://chemicalparks.com/fileadmin/user_upload/News/2015-05_Chemieparks_in_Deutschland.pdf, zuletzt geprüft am 10.12.2024.

VDI ZRE (2024): ESTEM. Online verfügbar unter <https://www.ressource-deutschland.de/service/estem/>, zuletzt geprüft am 9.12.2024.

Weidema, B. P.; Wesnæs, M. S. (1996): Data quality management for life cycle inventories—an example of using data quality indicators. *Journal of Cleaner Production* 4 (3-4), 167–174. DOI: [10.1016/S0959-6526\(96\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(96)00043-1).

Weidemann, T. (2020): Startup Cloud & Heat macht Abwärme im Rechenzentrum zu Heizenergie. T3N News. Online verfügbar unter <https://t3n.de/news/startup-cloud-heat-rechenzentrum-energie-1346494/>, zuletzt geprüft am 10.6.2025.

Wirtschaftsregion Lausitz (2018): Regionales Investitionskonzept (RIK) Lausitz, Wirtschaftsregion Lausitz (Hrsg.). Cottbus. Online verfügbar unter https://wirtschaftsregion-lausitz.de/wp-content/uploads/2022/08/regionales-investitionskonzept-lausitz_.pdf, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Wolf, V. (2007): Modellprojekt "Nachhaltige Gewerbeflächenentwicklung in NRW". In: R. Isenmann; M. von Hauff (Hrsg.). *Industrial ecology. Mit Ökologie zukunftsorientiert wirtschaften*. Heidelberg, München, Elsevier Spektrum Akademischer Verlag, 251-264.

Wolf, V. (2010): Zero Emission Park – länderübergreifendes Modellprojekt zur Entwicklung nachhaltiger Industriegebiete in Deutschland. Informationen zur Stadtentwicklung (9), 643–650. Online verfügbar unter https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/izr/2010/9/Inhalt/DL_Wolf.pdf?blob=publication-File&v=1, zuletzt geprüft am 12.12.2024.

Zero Emission GmbH (2016a): Klimaschutz-Teilkonzept Ludwig-Erhard-Allee, Zero Emission GmbH (Hrsg.). Bielefeld. Online verfügbar unter https://wege-bielefeld.de/wp-content/uploads/2020/06/Klimaschutz-Teilkonzept_Ludwig-Erhard-Allee.pdf, zuletzt geprüft am 16.12.2024.

Zero Emission GmbH (2016b): Klimaschutz-Teilkonzept Industriegebiet Motzener Straße, UnternehmensNetzwerk Motzener Straße e.V. (Hrsg.). Berlin. Online verfügbar unter https://www.motzener-strasse.de/wp-content/uploads/2019/08/2BER01_Booklet_Ergebnisse_150x150_online.pdf, zuletzt geprüft am 16.12.2024.

Zero Emission GmbH (2016c): Klimaschutzteilkonzept Gewerbegebiet Lister Damm / am Listholze Hannover, , Zero Emission GmbH (Hrsg.). Bielefeld. Online verfügbar unter https://www.wirtschaftsfoerderung-hannover.de/medien/downloads/de/landeshauptstadt_hannover/Gewerbeflaechen/KlimaList/Klimaschutzteilkonzept_Gewerbegebiet_List.pdf, zuletzt geprüft am 16.12.2024.

Zero Emission GmbH (2019): Klimaschutzteilkonzept Gewerbegebiet FechenheimNord/ Seckbach, Zero Emission GmbH (Hrsg.). Bielefeld. Online verfügbar unter <https://frankfurter-osten.de/wp-content/uploads/2019/10/Klimaschutzteilkonzept-FechenheimNord-Seckbach-Web.pdf>, zuletzt geprüft am 16.12.2024.

Zero Emission Park Projekt (o. J.): Die Forschungsberichte des Modellprojektes Zero Emission Park mit ihren Forschungsfragen. Online verfügbar unter <http://www.zeroemissionpark.de/main2.html>, zuletzt geprüft am 4.2.2020.

A Anhänge

A.1 Ausgewählte Definitionen zu industrieller Symbiose, Eco Industrial Parks und nachhaltige Gewerbegebiete

Tabelle 37: Ausgewählte Definitionen zu industrieller Symbiose, Eco Industrial Parks und nachhaltige Gewerbegebiete

Begriff	Definition	Variable	Merkmalsausprägung
Industrial Symbiosis	“(…) traditionally separate industries in a collective approach to competitive advantage involving physical exchange of materials, energy, water, and by-products. The keys to industrial symbiosis are collaboration and the synergetic possibilities offered by geographic proximity.“ (Chertow, 2000)	Akteure	Separate Industries
		Raum	Geographic proximity
		Ziel	Competitive advantage
		Handlungsfelder	Collaboration, synergetic possibilities, physical exchange of materials, energy, water, and by-products
	Organisation	Collective approach	
	„We defined IS as the emergence, development, and decline of regional-networks of by-product synergies and utility synergies.“ (Boons, et al., 2014)	Akteure	Network
		Raum	Regional
		Ziel	Synergies
		Handlungsfelder	By-product and utility
	Organisation	Emergence, development and decline of networks	
	“IS is a flow of underutilized resource (s)(comprising substances and/or objects and/or energy), from an entity which would otherwise discard them, to another entity which uses them as a substitute for new resources.“ (Deutz, 2014)	Akteure	Entities
		Raum	-
		Ziel	Substitution
		Handlungsfelder	Underutilized resource(s) (comprising substances and/or objects and/or energy)
	Organisation	Flow	
	„An Industrial Symbiosis is a business relationship focused on sharing resources. This kind of co-operation reduces the total impact of the industry on the environment, and the individual businesses improve their bottom-line figures as well as their competitiveness.“ (Kalundborg Symbiosis, o.J.)	Akteure	Businesses
Raum		-	
Ziel		Reduces impact on environment, individual businesses improve bottom-line figures and competitiveness	
Handlungsfelder		Sharing resources	
Organisation	Business relationship		

Begriff	Definition	Variable	Merkmalsausprägung
	„IS can be regarded as the establishment of close working agreements between normally unrelated companies that lead to resource efficiency.“ (Jensen, et al., 2011)	Akteure	Normally unrelated companies
		Raum	-
		Ziel	Resource efficiency
		Handlungsfelder	-
	„IS engages diverse organizations in a network to foster eco-innovation and long-term cultural change. Creating and sharing knowledge through the network yields mutually profitable transactions for novel sourcing of required inputs, value-added destinations for non-product outputs, and improvised business and technical processes.“ (Lombardi, et al., 2012)	Organisation	Close working agreements
		Akteure	Diverse organizations
		Raum	-
		Ziel	Eco-innovation and long-term cultural change
	„a collection of long-term symbiotic relationships between and among regional activities involving physical exchanges or materials and energy carriers as well as the exchange of knowledge, human or technical resources, concurrently providing environmental and competitive benefits“ (Mirata, et al., 2005)	Handlungsfelder	Creating and sharing knowledge through the network yields mutually profitable transactions for novel sourcing of required inputs, value-added destinations for non-product outputs, and improvised business and technical processes
		Organisation	Network
		Akteure	Activities
		Raum	Regional
Eco Industrial Park	“A community of manufacturing and service businesses located together on a common property. Member businesses seek enhanced environmental, economic, and social performance through collaboration in managing environmental and resource issues.“ (Lowe, 2001)	Ziel	Environmental and competitive benefits
		Handlungsfelder	Physical exchanges or materials and energy carriers as well as the exchange of knowledge, human or technical resources
		Organisation	Long-term symbiotic relationships
		Akteure	Manufacturing and service businesses
		Raum	Located on a common property
		Ziel	Enhanced environmental, economic, and social performance
		Handlungsfelder	Collaboration in managing environmental and resource issues

Begriff	Definition	Variable	Merkmalsausprägung
	<p>“An EIP is a community of manufacturing and service businesses seeking enhanced environmental and economic performance by collaborating in the management of environmental and reuse issues. By working together, the community of businesses seeks a collective benefit that is greater than the sum of the individual benefits each company would realize if it optimised its individual interests.” (Lowe, et al., 1995)</p>	Organisation	Community, Membership
		Akteure	Manufacturing and service businesses
		Raum	Park
		Ziel	Collective benefit that is greater than the sum of the individual benefits each company would realize if it optimised its individual performance only
		Handlungsfelder	Collaborating in the management of environmental and reuse issues
		Organisation	Community
	<p>“An eco-industrial park can be defined as an earmarked area for industrial use at a suitable site that ensures sustainability through the integration of social, economic and environmental quality aspects into its siting, planning, operations, management and decommissioning.” (United Nations Industrial Development Organization, 2017)</p>	Akteure	-
		Raum	Earmarked area for industrial use
		Ziel	Sustainability
		Handlungsfelder	Siting, planning, operations, management and decommissioning
		Organisation	-
	<p>“An eco-industrial park is an industrial system which conserves natural and economic resources; reduces production, material, energy, insurance and treatments costs and liabilities; improves operating efficiency, quality, worker health and public image; and provides opportunities for income generation from use and sale of wasted materials.” (Côté, et al., 1995)</p>	Akteure	-
		Raum	Park
		Ziel	-
		Handlungsfelder	Conserves natural and economic resources; reduces production, material, energy, insurance and treatments costs and liabilities; improves operating efficiency, quality, worker health and public image; and provides opportunities for income generation from use and sale of wasted materials
Organisation		Industrial system	
Nachhaltiges Gewerbegebiet	„Lokales oder interkommunales System freiwilliger, aber organisierter	Akteure	Verschiedene Akteure
		Raum	Lokal oder interkommunal

Begriff	Definition	Variable	Merkmalsausprägung
	Kooperationen zwischen den verschiedenen Akteuren, die eine gemeinsame Vision einer nachhaltigen Sicherung der gemeinsamen ökonomischen, sozialen und ökologischen Ressourcenquellen teilen und die dafür bereit sind, kollidierende Interessen zu akzeptieren und in Aushandlungsprozessen zu bewältigen“ (Müller-Christ, et al., 2010)	Ziel	Nachhaltige Sicherung der gemeinsamen ökonomischen, sozialen und ökologischen Ressourcenquellen
		Handlungsfelder	-
		Organisation	System freiwilliger, aber organisierter Kooperationen
		Akteure	-
	„Ein ‚Zero Emission Park‘ ist ein Industrie- oder Gewerbegebiet, das alle schädlichen Nebenwirkungen des Wirtschaftens im Gebiet reduziert, im Idealfall bis auf null = zero. Schädliche sekundäre und primäre Nebenwirkungen entstehen bei der Produktion, dem Handel, der Durchführung von Dienstleistungen u.ä. des Industrieparks in seiner Gesamtheit und beziehen sich auf alle ökologischen, ökonomischen und sozialen Nebenwirkungen“ (Wolf, 2010)	Raum	Industrie- und Gewerbegebiet
		Ziel	Reduktion aller schädlichen Nebenwirkungen des Wirtschaftens (ökologisch, ökonomisch, sozial)
		Handlungsfelder	-
		Organisation	-

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Basis der angegebenen Quellen

A.2 Liste erhobene Ansätze

Tabelle 38: Liste erhobene Ansätze

Nr.	Ansatz
1	ExWoSt.- Modellvorhaben: Zero Emission Park - länderübergreifendes Modellprojekt zur nachhaltigen Entwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten in Deutschland
2	GET.MIN
3	EnEff: Wärme - HEATLOOP Entwicklung und Implementierung innovativer Abwärmeverbundsysteme in industriellen Gewerbegebieten
4	Gewerbe ExWoSt Forschungsfeld: Hamburg – Industriegebiet Billbrook-Rothenburgsort
5	Gewerbe ExWoSt Forschungsfeld: Oranienburg – Gewerbepark Mitte Aktivierung und Qualifizierung des Gewerbegebiets an der Sachsenhausener Straße
6	Gewerbe ExWoSt: Berlin-Lichtenberg – Gewerbegebiet Herzbergstraße
7	Gewerbe ExWoSt: Dortmund – Gewerbe- und Industriegebiet Dorstfeld-West
8	ExWoSt. 5 Ratingen – Gewerbegebiet Ratingen Tiefenbroich/West
9	Gewerbe ExWoSt: Kassel – Gewerbegebiet Waldau-West
10	Gewerbe ExWoSt: Frankfurt am Main – Gewerbegebiete Fechenheim-Nord und Seckbach
11	Gewerbe ExWoSt: Karlsruhe – Gewerbequartier Grünwinkel REGEKO – Ressourcenoptimiertes Gewerbeflächenmanagement durch Kooperation
12	Gewerbe ExWoSt: Augsburg – Gewerbeschwerpunkt Lechhausen
13	Klimaschutzteilkonzept Industriegebiet Billbrook-Rothenburgsort, Hamburg
14	KT Berlin - Klimaschutz-Teilkonzept NEMo Null Emission Motzener Straße
15	wagen un gewinnen - Ressourceneffiziente Nachbarschaften in der Metropolregion Nordwest
16	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Ludwig-Erhard-Allee, Bielefeld
17	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Mevissen in Duisburg-Rheinhausen
18	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Fechenheim-Nord / Seckbach, Frankfurt
19	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Lister Damm / Am Listholze, Hannover
20	Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Meschede-Enste, Meschede
21	1. REGEKO - Ressourcenoptimiertes Gewerbeflächenmanagement durch Kooperation im Gewerbequartier Grünwinkel

Nr.	Ansatz
22	KT Leverkusen - Klimaschutz-Teilkonzept Gewerbegebiet Leverkusen-Fixheide
23	Klimaschutzteilkonzept für den Industrie- und Gewerbepark oberes Leimbachtal, Siegen
24	Klimaschutzteilkonzept für das Gewerbegebiet Habichtweg/Am Blankenwasser, Neuss
25	Klimaschutzteilkonzept Industriepark Ense in den Ortsteilen Höingen und Parsit
26	Klimaschutzteilkonzept Gewerbegebiet Dernekamp, Dülmen
27	Klimaschutzteilkonzept für den Bereich Industrie- und Gewerbegebiete Stadt Gelsenkirchen (Gewerbe- und Industriegebiet Emscherstraße Ost-West), Gelsenkirchen
28	Aufstellung eines integrierten Klimaschutzteilkonzepts im Modellgewerbegebiet Dortmund-Dorstfeld West
29	Klimaschutzteilkonzept Industrie- und Gewerbegebiete Industriegebiet Nord, Freiburg
30	Mehr Klimaschutz im Gewerbepark Westküste und der Raffinerie Heide
31	Klimaschutz-Teilkonzept für das gewerblich-industriell genutzte Sondergebiet Stadthafen Essen
32	Klimaschutzteilkonzept: Industrie und Gewerbe - Ewald und Herten-Süd
33	Klimaschutzteilkonzept: Klimaschutz und Energieeffizienz im Gewerbegebiet Steinhagen-Brockhagen
34	Klimaschutzteilkonzept: Klimaschutz im Gewerbegebiet Wellsee
35	INTERFLEX - Integrale Energieeffizienzpotenzialanalyse zur Senkung des Primärenergiebedarfs und Lastflexibilisierung in bestehenden Gewerbegebieten.
36	Ultraeffizienzfabrik symbiotisch-verlustfreie Produktion im urbanen Umfeld - Teilbereich Gewerbe- und Industriegebiete
37	Grün statt grau - Gewerbegebiete im Wandel
38	Modellprojekt Gewerbegebietsmanagement SynergieParkPLUS
39	Pilotprojekt Gewerbegebietsmanagement Stadt München
40	1. Phase: Vorstudie überbetriebliches Energie- und Stoffstrommanagement im Gewerbegebiet Henstedt-Ulzburg/Kaltenkirchen
41	2. Phase: Konkretisierung überbetriebliches Energie- und Stoffstrommanagement im Gewerbegebiet Henstedt-Ulzburg/Kaltenkirchen
42	3. Phase: Umsetzung überbetriebliches Energie- und Stoffstrommanagement im Gewerbegebiet Henstedt-Ulzburg/Kaltenkirchen

Nr.	Ansatz
43	Klimaschutzmanagement KlimaList
44	Standortmanagement Fechenheim Nord/Seckbach
45	Klimaschutzmanagement Fechenheim Nord/Seckbach
46	Klimaschutzmanagement Billbrook
47	Klimaschutzmanagement HIP Wellsee
48	Zwischenbetriebliches Stoffverwertungsnetzwerk im Industriegebiet Pfaffengrund
49	EnEff:Stadt - Bottrop, Welheimer Mark : integrale Planung einer energetischen Aufwertung und neuen Versorgungsstruktur der Sektoren Arbeiten, Wohnen und Infrastruktur
50	Standortinitiative Neue Neckarwiesen e.V. – SiNN
51	Nachhaltige Energienutzung in Kaßlerfeld/Neuenkampein Modellprojekt für bestehende Gewerbegebiete in NRW
52	Stormarner Handwerksbetriebe für Nachhaltigkeit - Pilotprojekt im Gewerbegebiet Reinfeld
53	Donautal connect Interessengemeinschaft der Entscheider aus dem Industriegebiet Donautal
54	Initiative Mittendorfinsel

Quelle: Eigene Zusammenstellung

A.3 Interviewleitfaden zu AP 1.5

Leitfaden // Expert*inneninterviews

Symbiotische Gewerbegebiete: nachhaltige Ansätze, Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte Quartiere.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes in Zusammenarbeit mit Ökopol GmbH und Institut für Arbeit und Technik.

1. Einleitung

2. Begriffsklärung

Wir verstehen unter symbiotischen Gewerbegebieten:

- **Überbetriebliche Kooperation** zwischen mehreren Unternehmen aus verschiedenen Branchen, die üblicherweise keine Berührungspunkte aufweisen, wobei auch die Einbeziehung von weiteren Akteuren wie z. B. umliegenden Nutzungen möglich ist.
- Lokale und heterogen strukturierte Agglomerationsräumen von Unternehmen, die in einem **räumlich abgegrenzten Bereich wirtschaften**.

- **Ökonomisch-ökologische Zielsetzung** ggfs. mit unterschiedlicher Schwerpunktsetzung oder nachhaltig.
- Schwerpunkte sind **physische Austauschbeziehungen** von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten, aber auch gemeinsam in Anspruch genommene Dienstleistungen, gemeinsam genutzte Infrastruktur, Wissenstransfer und menschliche Ressourcen, sind relevant.
- Bottom-up oder top-down über **verschiedene Organisationsformen** mit tendenziell eher langfristigem Charakter, teilweise unter Beteiligung von Vermittlern.

3. Erfahrung

- a. Seit wann beschäftigen Sie sich mit überbetrieblicher Zusammenarbeit in Gewerbegebieten?
- b. Ggfs. spezifizierende Anschlussfragen zu umgesetzten Maßnahmen:
 - i. Was wurde konkret ausgetauscht oder gemeinsam organisiert?
 - ii. Welche Vorteile hatten die Unternehmen durch die Kooperation?
 - iii. Auf wessen Initiative ist die Kooperation entstanden?
 - iv. Was war die ausschlaggebende Motivation für die Zusammenarbeit?
 - v. Wie wurde die Zusammenarbeit organisiert?
 - vi. Gabs es vor der konkreten Zusammenarbeit bereits Beziehungen zwischen den Kooperationspartnern?

4. Erfolgsfaktoren

- a. Welche Faktoren fördern das Zustandekommen von überbetrieblicher Kooperation in Gewerbegebieten?
- b. Ggfs. spezifizierende Anschlussfragen:
 - i. Gibt es Voraussetzungen, die gegeben sein müssen, damit überbetriebliche Kooperation zustande kommt?
 - ii. Wie motiviert man Unternehmen zu überbetrieblicher Kooperation?
 - iii. Welchen Themen interessieren Unternehmen und können als „Türöffner“ für überbetriebliche Kooperation dienen?
 - iv. Gibt es Unternehmenstypen oder Branchen, die besonders für überbetriebliche Kooperationen geeignet sind?
 - v. Welche Akteure müssen an überbetrieblichen Kooperationen beteiligt werden? Welchen Beitrag könnten diese leisten?
 - vi. Was würden Sie Kommunen empfehlen, die überbetriebliche Kooperation initiieren wollen? Worauf muss man achten?

5. Hemmnisse

- a. Was sind Schwierigkeiten bei der Implementierung von überbetrieblicher Kooperation?
- b. Ggfs. spezifizierende Anschlussfragen:
 - i. An welcher Stelle im Prozess traten Schwierigkeiten auf? (Aufbau, Vernetzung, Informationsaustausch, Erfahrungsaustausch, Planung überbetrieblicher Initiative, Datensammlung, Realisierung, Aufrechterhaltung)
 - ii. Gibt es Hemmungen bei Unternehmen, überbetriebliche Kooperationen mit der Nachbarschaft einzugehen? Wenn ja, welche sind das das?

- iii. Unserer Erfahrung nach werden physische Austauschbeziehungen mit Materialien und Stoffen selten umgesetzt. Können Sie diese These bestätigen? Und wenn ja, woran liegt das Ihrer Meinung nach?
- iv. In welchem Bereich müssten Akteure vor Ort mehr Unterstützung erhalten?
- v. Wenn Sie sich was wünschen könnten: Was könnte die Politik konkret tun, damit symbiotische Gewerbegebiete in 10 Jahren zum Standard gehören?

6. Dank und Klärungsbedarf

Die Ergebnisse fließen in die Handlungsempfehlungen für die Politik und Akteure vor Ort ein, die voraussichtlich zum Projektabschluss 2022 veröffentlicht werden.

A.4 Interviewpartner*innen zu AP 1.5

Tabelle 39: Interviewpartner*innen zu AP 1.5

Nr. des Expert*inneninterviews (anonymisiert)	Akteursgruppe
1	Kommune
2	Forschung
3	Kommune
4	Wirtschaft
5	Forschung
6	Wirtschaft
7	Kommune
8	Forschung
9	Bund
10	Forschung

Quelle: eigene Zusammenstellung

A.5 Im Rahmen des AP 4 geführte Interviews (anonymisiert).

Tabelle 40: Im Rahmen des AP 4 geführte Interviews (anonymisiert)

Nr.	Region	Ebene	Datum
H1	Helmstedt	Region	04.02.2021
H2	Helmstedt	Landkreis	14.09.2020
H3	Helmstedt	Gemeinde	30.09.2020
H4	Helmstedt	Gemeinde	15.03.2021
H5	Helmstedt	Gewerbegebiet / Technologiepark	21.03.2021
H6	Helmstedt	Gemeinde	21.03.2021

Nr.	Region	Ebene	Datum
H7	Helmstedt	Gemeinde / Gewerbegebiet	27.04.2021
L1	Lausitz	Region	01.10.2020
L2	Lausitz	Gemeinde / Industriepark	26.11.2020
L3	Lausitz	Gemeinde / Industriepark	15.12.2020
L4	Lausitz	Gemeinde	24.02.2021
L5	Lausitz	Region	12.05.2021
M1	Mitteldeutschland	Region	03.02.2021
M2	Mitteldeutschland	Region	07.09.2020
M3	Mitteldeutschland	Region	02.03.2021
M4	Mitteldeutschland	Gemeinde	26.01.2021
M5	Mitteldeutschland	Industriepark	16.09.2020
M6	Mitteldeutschland	Industriepark	07.10.2020
M7	Mitteldeutschland	Landkreis	30.04.2021
M8	Mitteldeutschland	Gemeinde / Gewerbegebiet	15.03.2021
M9	Mitteldeutschland	Gemeinde	01.06.2021
R1	Rheinland	Region	03.09.2020
R2	Rheinland	Landkreis	15.09.2020
R3	Rheinland	Region	05.02.2021
R4	Rheinland	Gemeinde	23.03.2021
R5	Rheinland	Gemeinde	08.02.2021
R6	Rheinland	Region	14.08.2020
R7	Rheinland	Region	13.07.2020
R8	Rheinland	Gemeinde	14.05.2021

Quelle: eigene Zusammenstellung

A.6 Überblick über die im Rahmen von AP 5 exemplarisch betrachteten Bebauungspläne und Entwürfe

Tabelle 41: Überblick über die im Rahmen von AP 5 exemplarisch betrachteten Bebauungspläne und Entwürfe

Kommune	Bebauungsplan	Nr	Status (Stand 05/21)	Quellen
Leipzig	„Westlich des Hauptbahnhofes, Teilbereich südlich der Parthe“	323.2	Entwurf	Stadt Leipzig (28.05.2018) Begründung zum Bebauungsplan Nr. 323.2 „Westlich des

Kommune	Bebauungsplan	Nr	Status (Stand 05/21)	Quellen
				Hauptbahnhofes, Teilbereich südlich der Parthe“(Entwurf).
Halle	„Urbanes Gebiet am Thüringer Bahnhof“	88.3	Aufstellungsbeschluss	Stadt Halle (07.11.2018) Bebauungsplan Nr. 88.3 Urbanes Gebiet am Thüringer Bahnhof-Aufstellungsbeschluss.
Cottbus	„Nördliches Bahnumfeld - Teil Ost“	W/52,44,109	Entwurf	Stadt Cottbus (26.09.2018) Auslegung Bebauungsplan W/52,44/109 „Nördliches Bahnumfeld - Teil Ost“ Begründung
Wolfsburg	"Am Schwarzen Weg"	/	Vorentwurf	Stadt Wolfsburg (12.01.2021) Begründung zum Bebauungsplan "Am Schwarzen Weg".
Braunschweig	„Wenden-West, 1. Bauabschnitt“	WE62	Entwurf	Stadt Braunschweig (14.12.2020) Bebauungsplan mit örtlicher Bauvorschrift Wenden-West, 1. BA WE62 Geänderte Begründung und Umweltbericht.

Quelle: eigene Zusammenstellung

B Dokumentation der Fokusgruppen-Workshops (im AP 4.4)

B.1 Virtueller Workshop I: Symbiotische Gewerbegebiete – Vernetzung als Grundlage für zukunftsfeste Gewerbegebiete?!

B.1.1 Agenda (01.09.2021 (14:00-16:30 Uhr via Zoom))

Agenda	
14:00	Begrüßung & Vorstellungsrunde (Dr. Stefan Gärtner, IAT) Einstiegsfrage: Sind Ihnen Beispiele für „symbiotische Gewerbegebiete“ bekannt?
14:15	Das Projekt SymbiotiQ & Einführung in den Workshop (Marius Beckamp, IAT)
14:30	Symbiosen zum Erfolg (Veronika Wolf, Zero Emission GmbH)
14:45	Block I - Vernetzung von Betrieben in klassischen, heterogenen Gewerbegebieten als Grundlage für Zukunftsaufgaben – Erfahrungen, Potentiale, Grenzen Diskussion in Kleingruppen Sammeln der Ergebnisse im Plenum Diskussion & Rückfragen
15:40	Pause
15:45	Symbiosen für die Fläche (Veronika Wolf, Zero Emission GmbH)
15:50	Block II - Gewerbliche Symbiosen: Flächennutzung und Nachverdichtung in zentral gelegenen Gewerbegebieten Diskussion in Kleingruppen Sammeln der Ergebnisse im Plenum Diskussion & Rückfragen
16:25	Verabschiedung

B.1.2 Dokumentation

1. Begrüßung und Vorstellungsrunde

Zum Einstieg in den Workshop erfolgt zunächst eine Begrüßung durch Dr. Stefan Gärtner sowie eine kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmenden anhand der Einführungsfrage „Sind Ihnen Beispiele für symbiotische Gewerbegebiete bekannt?“.

2. Das Projekt SymbiotiQ und Einführung in den Workshop

Herr Beckamp stellt das Projekt SymbiotiQ vor und führt in einem kurzen Vortrag zum Projekt-hintergrund in den Workshop und die Agenda ein. Anschließend erfolgt eine kurze Einführung in das Konzept der Industriellen Symbiose, welches verschiedene Ausgestaltungen eines firmen-übergreifenden Austauschs industrieller Nebenprodukte als Ressourcen für weitere Prozesse beschreibt, welcher auf der kollaborativen Nutzung von Synergien beruht, die durch geographische Nähe entstehen und zu Wettbewerbsvorteilen führen²⁰.

Als international bekanntestes Beispiel für Industriesymbiosen wird der dänische Industriepark Kalundborg vorgestellt, an dem sich industrielle Symbiosen seit den 1970er Jahren entwickelt und im Laufe der Jahre weiterentwickelt haben. Anknüpfend hieran zeigt Herr Beckamp das dem Projekt zugrundeliegende weitergefasste Verständnis industrieller Symbiosen auf, welches neben dem lokalen Austausch von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten auch die überbetrieblich organisierte Nutzung von Infrastrukturen und Flächen, wie auch die gemeinschaftliche Inanspruchnahme von Dienstleistungen beinhaltet.

Anschließend erfolgt eine kurze Darstellung der Inhalte und Ziele des Projekts „SymbiotiQ - Symbiotische Gewerbegebiete: Nachhaltige Ansätze, Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte Quartiere“²¹. Der Fokus hierbei liegt insbesondere auf der Darstellung des laufenden Arbeitspakets zu „strukturpolitischen Potentialen“. Hierzu erfolgt die kurze Vorstellung der vorangegangenen Arbeiten, die im heutigen Workshop münden: So wurden im Rahmen des Projekts eine revierspezifische Sektorenbetrachtung sowie eine Geodatenanalyse zu Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen durchgeführt. Im Rahmen von Interviews wurden Herausforderungen in der Gewerbeflächenentwicklung innerhalb der Regionen abgefragt, wie auch bestehende Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften.

Die Präsentation endet mit einer Vorstellung der Ziele des Workshops, nämlich dem überregionalen Austausch zu bestehenden Symbiosen, dem Austausch zu unterschiedlichen Vernetzungsstrukturen und Managementansätzen, der Sammlung von Ideen zur Nachverdichtung im Bestand, sowie die Diskussion möglicher Unterstützungs- und Fördermaßnahmen, welche aussichtsreich erscheinen, um das Konzept der Symbiotischen Gewerbegebiete voranzutreiben.

3. Symbiosen zum Erfolg

Im Anschluss an die Einführung in den Workshop, stellt Veronika Wolf (Zero Emission GmbH) im Rahmen einer Präsentation Beispiele für symbiotisches Wirtschaften in deutschen Gewerbegebieten vor. Frau Wolf beginnt aufbauend auf einer Helikopter-Analyse mit einer exemplarischen Illustration zentraler Inputs und Outputs klassischer Gewerbegebiete, innerhalb dieser stattfindender Umwandlungsprozesse sowie der städtebaulichen Wahrnehmung von Gewerbe. Im Folgenden wird auf den Ansatz des Unternehmensnetzwerks als Grundlage für kooperative

²⁰ Vgl. Chertow, Marian R. (2000): Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. In: Annu. Rev. Energy. Environ. 25 (1), S. 313–337. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.313. (eigene Übersetzung)

²¹ Umweltbundesamt, Ressortforschungsplan Vorhaben FKZ 3719 15 101 0

Lösungsansätze verschiedenster zuvor beleuchteter Herausforderungen innerhalb bestehender Gewerbegebiete eingegangen. So haben Kommunen aufgrund der geringen Anzahl an Flächen, auf die sie in Gewerbegebieten einen direkten Zugriff haben, hier nur begrenzte Handlungsoptionen. Probleme können insbesondere durch den Einbezug und die Vernetzung von Gewerbetreibenden vor Ort adressiert werden. Anknüpfend daran, werden im Anschluss exemplarische Lösungen und Ansätze unterschiedlicher Gewerbegebiete dargestellt. Diese illustrieren die Möglichkeiten zu und die Bandbreite von symbiotischem Wirtschaften im Unternehmensverbund. Die genannten Lösungen beschreiben verschiedenste Ansätze und Handlungsfelder. Vom gemeinsamen Betrieb „grüner Kraftwerke“ oder gemeinsamen Stromeinkauf bis hin zu der koordinierten Nachfrage nach Dienstleistungen.

4. Zentrale Ergebnisse der Diskussionen des ersten Blocks: „Vernetzung von Betrieben in klassischen, heterogenen Gewerbegebieten als Grundlage für Zukunftsaufgaben – Erfahrungen, Potentiale, Grenzen“

Im vierten Programmpunkt des Workshops werden die Teilnehmenden via Break-Out-Sessions in Kleingruppen eingeteilt, um in den Austausch untereinander zu kommen. In den Kleingruppen diskutieren sie anhand der unten dargestellten Leitfragen zur Vernetzung von Betrieben in klassischen, heterogenen Gewerbegebieten als Grundlage für die Bewältigung von Zukunftsaufgaben, sowie zu Erfahrungen aus der Praxis, möglichen Potentialen aber auch Grenzen und Hemmnissen des Konzepts. Anschließend erfolgt die Sammlung und Diskussion der Inhalte und Beiträge im Plenum. Die zentralen Diskussionspunkte werden im Folgenden entlang der Leitfragen dargestellt.

5. Status quo – Was für Symbiosen und bestehende Netzwerke gibt es in Gewerbegebieten in Ihrer Region?

In Aachen gibt es ein vorwiegend mit IT-Unternehmen besiedeltes Gewerbegebiet (Pascalstraße), mit einer als durch die Beschäftigten vor Ort unzureichend empfundenen ÖPNV-Anbindung. Die ansässigen IT-Unternehmen haben daher **einen gemeinsamen Mobility-Hub mit Car-Sharing und Mitfahrangeboten** entwickelt, um die Anbindung zu verbessern, welcher von den Beschäftigten gut angenommen wird.

In Braunschweig wurde im Kontext eines Gewerbegebiets in der Vergangenheit diskutiert, ob eine **gemeinsame Kindertagesstätte** entwickelt werden soll, da sich in der Diskussion der Idee mit Aktueren vor Ort jedoch nur bedingtes Interesse zeigte, wurde das Konzept nicht weiterverfolgt. Im Mobilitätscluster/Forschungsflughafen Braunschweig ergab eine Umfrage, welche darauf abzielte, den Radverkehr zu verbessern, dass viele Mitarbeitende weite Anfahrtswege haben, sodass das Rad nur für einige eine Alternative darstellt. Im Kontext des Forschungsflughafens wurden weiterhin bereits in der Vergangenheit **gemeinsame Beschaffungen** durchgeführt, auch wurde ein **gemeinsames Fortbildungsprogramm** (zum Projektmanagement) erfolgreich umgesetzt. Die Beispiele zeigen, wie wichtig der Austausch mit Gewerbetreibenden ist, um reelle Bedarfe erfassen zu können: Während verschiedene Ideen auf einer unverbindlichen und konzeptionellen Ebene allgemein befürwortet werden, zeigt sich bei der **genaueren Betrachtung der Bedarfe vor Ort**, dass zuvor befürwortete Lösungen diese nur teilweise oder unzureichend adressieren oder nur auf bedingtes Interesse bei der breiten Unternehmerschaft und den Beschäftigten stoßen. Weitere Synergien vor Ort gibt es in Form einer gewissen „**Forschungssymbiose**“ in Folge der Nähe verschiedener Forschungsinstitute und Unternehmen.

In Halle gibt es keine explizite gewerbliche Symbiose, allerdings wird mittlerweile ein zunehmender Fokus auf das Thema **Netzwerke** gelegt. So sollen diese auch bei der Entwicklung eines neuen Gebiets stärker mitgedacht werden. Seitens der Stadt wurden in einem Gewerbegebiet gemeinsame Impftermine (Covid-19) angeboten. Auch gibt es Erfahrungen damit, die **Taktung**

des ÖPNV auf die Betriebszeiten der ansässigen größeren (Logistik-)Betriebe innerhalb eines Gewerbegebiets anzupassen, um die Nutzung des ÖPNV für Beschäftigte im Gebiet angenehmer zu gestalten.

In Ilsede soll innerhalb eines Gewerbegebiets auf einem kommunalen Grundstück ein städtischer **Co-Working-Space** entwickelt werden, allerdings sind die Planungen noch in den Anfängen. Hierdurch soll auch die Möglichkeit geschaffen werden, dass ansässige Unternehmen die vorhandene Infrastruktur gemeinsam nutzen können.

Im Rheinischen Revier gibt es bereits verschiedene Projekte, die ähnliche Ansätze in der **Neuplanung von Gewerbeparks** verfolgen (z. B. INKA Terra Nova Bergheim; Brainergy Park Jülich). Im **Unternehmensbestand (Chemieindustrie, Braunkohle)** gibt es verschiedene Symbiosen. Hier stellt sich die Frage, wie sich diese im Zuge des Strukturwandels entwickeln können und wo zukünftig ggf. auch Probleme durch **wegfallende Zulieferbetriebe/Symbiosen** entstehen können. Das Gewerbepark-Management spielt eine große Rolle bei der Umsetzung erfolgreicher Lösungen, wird aber bislang zu wenig beachtet und insb. zu wenig gefördert.

6. Spontane Ideen – Wo sehen Sie Möglichkeiten/geeignete Ausgangslagen für zukünftige Symbiosen in Ihrer Region?

Im Helmstedter Revier stellt sich die Frage, wie bereits bestehende Infrastrukturelemente weitergenutzt werden können, hier können ggf. auch **Symbiosen zwischen verschiedenen Gewerbegebieten** geschaffen werden (u. a. zum Stahlwerk Salzgitter). Insbesondere eine stärkere **interkommunale Zusammenarbeit** wäre hierbei sehr hilfreich, allerdings bestehen hier in der Praxis oft noch Vorbehalte.

Die im Zuge des Strukturwandels wegfallenden Industrieanlagen bieten auch in den anderen Regionen Potentiale, da diese als freiwerdende **Industrie- und Gewerbeflächen Flächen wiederentwickelt** werden können und **infrastrukturell sehr gut angebunden** sind. Hier sollten bei der weiteren Entwicklung Ansätze wie Symbiosen und Förderungen ökologischer Lösungen bedacht werden (z. B. im Rahmen des Green New Deal etc.).

Insbesondere die durch die Digitalisierung der Industrie (Industrie 4.0) wird es im Rahmen einer **digitalen Erfassung von Stoffströmen** voraussichtlich einfacher werden zu ermitteln, welche Symbiosen eigentlich geschaffen und gefördert werden können und sollten.

7. Hindernisse/Förderfaktoren – Was braucht es zur Stärkung von überbetrieblichen Synergien und Unternehmensnetzwerken?

Bei der Entwicklung neuer Gewerbegebiete und im Rahmen der Weiterentwicklung von bestehenden Gebieten ist es wichtig, **Symbiosen bereits im Entwicklungsprozess mitzudenken**. Dabei ist zu beachten, dass „Symbiosen dabei nicht von allein entstehen“, sondern aktiv durch Akteure erläutert, beworben und entwickelt werden müssen. Ein Ansatz ist es daher, ein **Geietsmanagement** mit „Kümmerern“ zu entwickeln.

Insbesondere in Bestandsgebieten wird die Entwicklung von Symbiosen als schwierig angesehen, da in den ansässigen Betrieben **Abläufe bereits organisiert sind** und langjährige Wirtschaftliche Beziehungen bestehen. Als externer Akteur ist es vermutlich kaum möglich Symbiosen ‚aus dem Nichts‘ zu erzeugen, da ein gewisses Interesse seitens der Unternehmen eine notwendige Grundlage darstellt. Bei der Entwicklung von Gebieten und der Förderung von Symbiosen kommt der weiterhin auch **Verfügbarkeit von Daten** eine zentrale Rolle zu (Wer arbeitet wo? Welche Stoffströme existieren?). Diese stehen aber zu selten zur Verfügung und auch die Unternehmen geben diese erfahrungsgemäß nur ungern frei.

Symbiosen und die Potentiale dieser müssen den Unternehmen daher oft ein Stück weit verkauft werden. Hier können möglicherweise **Prototypen/Fallbeispiele und Leuchtturmprojekte** hilfreich sein, um an diesen Chancen und Möglichkeiten besser aufzeigen zu können, die wirtschaftliche Seite und die Risiken von Symbiosen müssen ebenfalls bedacht werden. Symbiosen verlangen ein großes **Vertrauen zwischen den Einzelunternehmen** (Stichwort: Abhängigkeitsverhältnisse), das oft erst geschaffen werden muss. Hier spielen der **Ausbau und die Stärkung von bestehenden Unternehmensnetzwerken** eine zentrale Rolle. Netzwerke bilden die zentrale Grundlage für Kooperationen und Symbiosen, daher muss im Gewerbegebietsmanagement ein starker Fokus auf die Netzwerkförderung gelegt werden. Insbesondere die Förderung von Personalstellen im Gewerbebmanagement wäre daher ein guter Ansatz zur Stärkung von Netzwerken und Ermöglichung von Symbiosen, da Netzwerkarbeit arbeitsintensiv ist.

8. Symbiosen für die Fläche

Im Anschluss an die erste Diskussionsrunde hält Veronika Wolf einen Impuls über mögliche Flächenpotenziale im Kontext industrieller bzw. gewerblicher Symbiosen. Hierbei wird insbesondere auf Erfahrungen im Gewerbegebiet Grünwinkel in Karlsruhe verwiesen. In diesem erfolgte eine umfassende Status-Quo Analyse zu Versiegelungsgrad, Flächenpotenzialen und Erweiterungspotenzialen. Andererseits wurde gemeinsam mit den Gewerbetreibenden vor Ort ein Katalog städtebaulicher Missstände aus Unternehmens- und Beschäftigtensicht entwickelt. Auch konnten Ideen zur Nachverdichtung erarbeitet, sowie der Flächentausch zwischen Unternehmen angeregt werden.

9. Zentrale Ergebnisse der Diskussionen des zweiten Blocks

Im sechsten Programmpunkt des Workshops kommen die Teilnehmenden erneut ins Gespräch und werden hierzu via Break-Out-Sessions in Kleingruppen eingeteilt. In diesen diskutieren sie anhand der unten dargestellten Leitfragen zu Potentialen von gewerblichen Symbiosen für die Flächennutzung und Nachverdichtung in Gewerbegebieten. Anschließend werden die Fragen und Beiträge im Plenum eingebracht und diskutiert. Aufgrund der fortgeschrittenen Zeit werden die Fragen in einem Block beantwortet. Antworten werden daher nicht den Einzelfragen zugeordnet.

- ▶ 1. Status quo – Was gibt es für Ansätze zur Nachverdichtungen im Gewerbe in Ihrer Region?
- ▶ 2. Zukunftsvision – Wo sehen Sie Potentiale?
- ▶ 3. Förderung – Wie könnte die Umsetzung von derartigen Ansätzen unterstützt werden?

Die Nachverdichtung innerstädtischer Standorte gewinnt immer mehr an Bedeutung. Hier stellt sich die Frage, wie **Eigentümer mobilisiert** werden können, da diese oft **kein Interesse an einer (gemeinsamen) Weiterentwicklung** der Standorte haben. Viele Eigentümer sind unflexibel und kaum interessiert an Veränderungen und Weiterentwicklungen. Eine **bessere Kommunikation mit Eigentümern von Flächen** wäre somit ein wichtiger Ansatz, da sich die Entwicklung von Standorten (Bestandsgebiete, aber auch Brownfield) sehr schwierig gestaltet.

In Zukunft ist es daher wichtig, dass aufgezeigt werden kann, welche Mehrwerte durch gewerbliche Symbiosen erreicht werden kann (**Veranschaulichung von Lösungen**). Ein Ansatz hierzu könnten **Modellprojekte** sein, um die Potentiale gewerbliche Symbiosen zu veranschaulichen und das Prinzip somit attraktiv zu machen. Insbesondere bei Neuplanungen sollten Symbiosen immer bereits von Anfang an bedacht werden, da sich deren Entwicklung dort einfacher realisieren lässt als im Bestand.

Im Rahmen einer kommunalen Flächenentwicklung gewinnt **kommunaler Grundstückserwerb** zunehmend an Bedeutung. Hieran anknüpfend sollte das Prinzip der **Konzeptvergabe** auch im Rahmen der Gewerbegebietsentwicklung verstärkt in Betracht gezogen werden. Dies gestaltet zwar den Vergabeprozess aufwändiger, ermöglicht aber eine nachhaltigere und resilientere Gewerbegebietsentwicklung. Als Herausforderungen hierbei wird insbesondere die geringe Verfügbarkeit von Flächen und hohe Kosten für diese genannt.

Der **Datenmangel** stellt ein großes Problem dar und sollte zukünftig stärker in den Fokus genommen werden. Hier gibt es bereits einige Ansätze wie z. B. **Gewerbeflächenmonitoring** oder **Leerstandsmanagement** allerdings befinden sich diese noch in den Anfängen und müssen weiter ausgebaut werden. Ein **Gewerbekataster** ist in vielen Regionen ein hilfreicher Ansatz, da es fast überall eine große Knappheit an Gewerbeflächen gibt, in Zukunft gilt es bestehende Lösungen noch weiter auszubauen, so dass diese **neben quantitativen Daten zu den Flächen auch qualitative Daten zu Nutzung und spezifischen Potentialen der Flächen** beinhalten.

In Aachen wurde eine eigene **Stelle für die Nachverdichtung von Gewerbeflächen** geschaffen, um Gewerbeflächenknappheit zu adressieren. Eine Stelle kann sich somit tiefgehend mit der Erhebung und Erfassung von Daten zu Gewerbe befassen und ist insbesondere auch als zentrale Ansprechperson für Gewerbetreibende sichtbar.

10. Verabschiedung

Zum Abschluss des Workshops verabschiedeten sich Dr. Stefan Gärtner, Marius Beckamp und Veronika Wolf von den Teilnehmenden und bedanken sich für die Teilnahme und die rege Diskussion.

B.2 Virtueller Workshop II: Industrielle Symbiosen in Strukturwandelregionen – Anknüpfungspunkte, Herausforderungen und strukturpolitische Chancen

B.2.1 Agenda (02.09.2021 (14:00-16:30 Uhr via Zoom)

Agenda	
14:00	Begrüßung & Vorstellungsrunde (Dr. Stefan Gärtner, IAT)
14:20	Das Projekt SymbiotiQ & Einführung in den Workshop (Marius Beckamp, IAT)
14:40	Block I – Anknüpfungspunkte zum Konzept der Industriesymbiosen in den Regionen Diskussion in Kleingruppen Sammeln der Ergebnisse im Plenum Diskussion & Rückfragen
15:30	Pause 10 Min.
15:40	Industrielle Symbiose an Kraftwerksstandorten?! (Marius Beckamp, IAT)
15:45	Block II - Industrielle Symbiosen als Grundlage für Flächenentwicklung und Ansiedlung an Kraftwerks- und Tagebaustandorten. Diskussion in Kleingruppen Sammeln der Ergebnisse im Plenum Diskussion & Rückfragen
16:25	Verabschiedung

B.2.2 Dokumentation

Begrüßung & Vorstellungsrunde

Herr Gärtner begrüßt die Teilnehmenden. Er benennt kurz die Ziele des Workshops: den Austausch dazu, wie neue Industriesymbiosen auf Basis bestehender Infrastrukturen entstehen können und wie das Konzept der Industriesymbiosen als strukturpolitisches Mittel in den deutschen Braunkohlerevieren gefördert werden kann. So können Industriesymbiosen auch im Strukturwandel eine Grundlage für die Etablierung neuer Wertschöpfung vor Ort bilden, da es in den Räumen auch weiterhin eine industrielle und gewerbliche Nutzung von Flächen geben wird.

Im Anschluss gibt es eine kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmenden.

Projektvorstellung und Einführung in den Workshop

Herr Beckamp stellt das Projekt vor und führt in einem kurzen Vortrag in den Workshop und die Agenda ein (siehe Anlage I). Hierzu erfolgt allem voran eine kurze Einführung in das Konzept der Industriellen Symbiose, welches verschiedene Ausgestaltungen eines firmenübergreifenden

Austauschs industrieller Nebenprodukte als Ressourcen für weitere Prozesse beschreibt, welcher auf der kollaborativen Nutzung von Synergien beruht, die durch geographische Nähe entstehen und zu Wettbewerbsvorteilen führen²².

Als international bekanntestes Beispiel für Industriesymbiosen wird der dänische Industriepark Kalundborg vorgestellt, an dem sich industrielle Symbiosen seit den 1970er Jahren entwickelt und im Laufe der Jahre weiterentwickelt haben. Anknüpfend hieran zeigt Herr Beckamp das dem Projekt SymbiotiQ zugrundeliegende, weiter gefasste Verständnis Industrieller Symbiosen auf, welches neben dem lokalen Austausch von Materialien, Energie, Wasser und Nebenprodukten auch die überbetrieblich organisierte Nutzung von Infrastrukturen und Flächen, wie auch die gemeinschaftliche Inanspruchnahme von Dienstleistungen inkludiert.

Anschließend erfolgt eine kurze Darstellung der Inhalte und Ziele des Projekts „SymbiotiQ - Symbiotische Gewerbegebiete: Nachhaltige Ansätze, Potentiale für die Strukturwandelregionen sowie Möglichkeiten und Grenzen der Übertragbarkeit auf Nutzungsgemischte Quartiere“²³. Der Fokus hierbei liegt insbesondere auf der Darstellung des laufenden Arbeitspakets zu „strukturpolitischen Potentialen“. Hierzu erfolgt die kurze Vorstellung der vorangegangenen Arbeiten, die im heutigen Workshop münden. So wurden im Rahmen des Projekts eine revierspezifische Sektorenbetrachtung, sowie eine Geodatenanalyse zu Industrie- und Gewerbeflächen in den Regionen durchgeführt. Auch wurden mittels Interviews Herausforderungen in der Gewerbeflächenentwicklung innerhalb der Regionen abgefragt, wie auch bestehende Anknüpfungspunkte zu symbiotischem Wirtschaften. Die Präsentation endet mit einer Vorstellung der Ziele des Workshops, nämlich dem Austausch zwischen den Regionen, der Diskussion über Industriesymbiosen als Standortfaktor, die Abfrage bestehender Anknüpfungspunkte wie Ressourcen und Infrastrukturen sowie der Erhebung und Diskussion möglicher Unterstützungsmaßnahmen zur Förderung symbiotischer Wirtschaftsstrukturen.

Zentrale Ergebnisse der Diskussionen des ersten Blocks „Anknüpfungspunkte zum Konzept der Industriesymbiosen in den Regionen“

Zu Beginn des ersten Diskussionsblocks, führt Herr Beckamp in das Vorgehen innerhalb des Workshops ein, welches sich an einer Speed-Ideation orientiert und Teilnehmer*innen aus den verschiedenen Revieren in Kleingruppen zu Diskussionen zusammenbringt. Hierbei werden in mehreren Runden vier Leitfragen diskutiert. Anschließend erfolgten die Zusammenführung und Diskussion von Ideen und Inhalten der Break-Out-Sessions. Hierzu werden die gesammelten Inhalte, Ideen und Anmerkungen entlang der Leitfragen abgefragt, um in die Diskussion einzuleiten.

- ▶ Welche braunkohlewirtschaftsnahen Symbiosen sind Ihnen bekannt?
- ▶ Gibt es weitere Anknüpfungspunkte zu Industriesymbiosen in Ihrer Region?
- ▶ Wie können sich diese in Zukunft (weiter)entwickeln?
- ▶ Wo sehen Sie Potentiale für zukünftige Symbiosen?

In der Diskussion werden insbesondere die **Unterschiede zwischen den Ausgangssituationen in den Revieren** betont. So sind diese in Bezug auf ihre **industrielle Basis wenig vergleichbar**. Große Unterschiede gibt es in den Regionen daher einerseits bei der Bedeutung, die bestimmte industrielle Wirtschaftszweige einnehmen aber andererseits auch in der Rolle die größeren

²² Vgl. Chertow, Marian R. (2000): Industrial Symbiosis: Literature and Taxonomy. In: Annu. Rev. Energy. Environ. 25 (1), S. 313–337. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.313. (eigene Übersetzung)

²³ Umweltbundesamt, Ressortforschungsplan Vorhaben FKZ 3719 15 101 0

Wachstumszentren spielen. Während insbesondere in der Region Helmstedt aufgrund der bestehenden Kraftwerksstruktur und dem bereits vollzogenen Ausstieg aus der Braunkohleverstromung kaum Notwendigkeit besteht neue Kraftwerke zu errichten, wird insbesondere aus dem Rheinischen Revier berichtet, dass die **zukünftige Energieversorgung** seitens industrieller Abnehmer als Herausforderung in der Region gesehen wird.

Als gemeinsamer Nenner für die Zukunft wird in allen Regionen auf die **Wasserstoffwirtschaft** verwiesen. Während die Ressource Braunkohle als Standortvorteil die Energieregionen direkt stärken konnte, bedürfen andere Energielösungen wie z. B. Wasserstoff jedoch weiterer, **ergänzender Infrastruktur**. So findet die thermische Verwertung von Braunkohle direkt am Standort statt, Wasserstoff hingegen kann als Energieträger auch andernorts eingesetzt werden. Daher ergibt sich einerseits zwar kein direkt vergleichbarer **Standortvorteil zur Ansiedlung von Unternehmen aus der Wasserstoffwirtschaft**, der die Regionen in dem Ausmaß stärken kann, wie es im Fall der fossilen Energiewirtschaft die Braunkohlevorkommen bieten konnten. Andererseits ist der Transport von Wasserstoff abseits von Pipelines schwierig, so dass es auch hier einer gewissen **Infrastruktur als Grundlage** bedarf. Auch liegen in diesen historisch gewachsenen Industrieregionen Anbindungen an regionale und überregionale Netze vor.

Auf die Frage nach Anknüpfungspunkten und bestehende Symbiosen in den Regionen wird insbesondere auf die **chemische Industrie** verwiesen (**Wirtschaften im Stoffverbund**). Während es Beispiele für Symbiosen mit Bezug zur Braunkohlewirtschaft gibt, ist es jedoch wichtig in den Regionen **neues anzusiedeln (z. B. im Bereich der Kreislaufwirtschaft)**, anstatt **alte Lösungen** zu bewahren.

In der Diskussion wird ersichtlich, dass ein **Beibehalten der Industrieflächen für industrielle Nutzungen in allen Regionen eine wichtige Grundlage für die Handlungsfähigkeit in der Zukunft** bildet. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, dass das Themenfeld der Energieversorgung für Unternehmen mit dem Wegfall der Braunkohlekraftwerke zunehmend an Bedeutung gewinnen wird, so dass **überbetriebliche energetische Versorgungskonzepte** eine Form von Symbiose bilden könnten.

Auch gibt es bereits verschiedene Industriezweige, die sektorale Wandels Prozesse aktiv und erfolgreich gestalten konnten. Hierbei werden insbesondere Chemieparks als Standorte der chemischen Industrie in den Regionen genannt, an welchen es bereits eine **langjährige Erfahrung mit der Stoffsubstitution** gibt.

In der Diskussion werden auch die **Unterschiede von im Verständnis von Industriellen Symbiosen auf stofflicher, Innovationsebene oder Marketingebene** diskutiert. Je nachdem unter welchem Fokus industrielle Symbiosen betrachtet werden, gibt es Unterschiede im Verständnis. So kann entweder der **stoffliche Austausch im Fokus** liegen, Symbiosen können jedoch auch auf **gemeinsame Innovationen** abzielen oder unter Image-Aspekten eher der **Vermarktung** von Flächen dienen.

Daran anknüpfend wird auch die Frage danach behandelt, inwiefern sich **Symbiosen besser im Bestand oder bei der Neukonzeption von Industrie- und Gewerbeflächen implementieren lassen**. Einerseits wird hierbei betont, dass die Konzeption einer „perfekten Symbiose“ sehr schwierig ist. Andererseits wird darauf verwiesen, dass Bestandsgebiete aufgrund der vorhandenen heterogenen Gemengelage einen guten Ansatzpunkt für eine pragmatische Herangehensweise an das Zusammenführen von Stoff- und Energieströmen bilden können. So bildet z. B. die energetische **Nutzung von Abwärme** eine der einfachsten Herangehensweisen an Symbiosen. Gleichzeitig gibt es jedoch insbesondere im Bestand auch **rechtliche Herausforderungen**. Aufbauend auf den Erfahrungen der Teilnehmenden in diesem Feld, gibt es daher auch Bedenken bezüglich der Einschätzung, dass stoffliche oder energetische Verknüpfungen in bestehenden

Gewerbe- und Industriegebieten einfacher und schneller zu implementieren sind als bei der Neukonzeption. Insbesondere mit Blick auf die Kraftwerks- und Tagebaustandorte wird hierbei auch darauf verwiesen, dass sich diese häufig in **dezentraler Eigentümerschaft** befinden und insbesondere die Energieversorger Zugriff auf größere Flächen haben. So sind die Möglichkeiten kommunaler Akteure beschränkt, wenn es um die Konzeption neuer Gewerbegebiete geht, durch diesen **fehlenden Zugriff auf Flächen** ist die Umsetzung daher nur mittelbar möglich.

Hinsichtlich der Möglichkeiten zur Förderung Industrieller Symbiosen wurden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen bzw. mit bestehenden Förderungen abgeglichen. Insgesamt wurde betont, dass die aktuelle Fördermittelkulisse allgemein mit **einem kommunalen Eigenanteil** (10 %) viele Kommunen vor Herausforderungen stellt. Gleichzeitig zeigte sich bei der Diskussion, dass die in den einzelnen Ländern unterschiedlich gestalteten **Anforderungskriterien an Fördermittel sowie unterschiedlichen Prozesse zur Beantragung** von Förderungen eine weitere Herausforderung bilden.

Mit Bezug auf die Förderung industrieller Symbiosen wurde ein **mehrschrittiges Verfahren in Form mehrerer aufeinander aufbauender Symbiose-Bausteine** als zielführende Herangehensweise vorgeschlagen. So könnten initiale Fördermittel für die **Konzeption** gewährt werden. Erfolgreiche Konzepte könnten dann als **Leuchtturmprojekte** weitergefördert werden, indem Personalmittel für eine Art **Industriepark- und Netzwerkmanagement** gewährt werden, um den Implementierungsprozess anzustoßen und voranzutreiben. Sowohl die Konzeption als auch das Management muss jedoch durch Akteure mit ausreichender **Branchenexpertise** erfolgen, um ein nachhaltiges Wirtschaften und den langfristigen Betrieb des Managements am Standort zu ermöglichen. So gilt es die wirtschaftlichen **Eigenheiten verschiedener Branchen und Wirtschaftszweige zu berücksichtigen, auch bedarf es eines Verständnisses von Unternehmensführung**. Auf lange Sicht könnte ein erfolgreiches Management dann durch die angesiedelten Unternehmen am Standort querfinanziert werden. Als eine der Herausforderungen für eine solche Herangehensweise wurde betont, dass **Förderprogramme häufig zu kurzfristig** angelegt sind, es für die Ansiedlung von Unternehmen und die Implementierung erfolgreicher Symbiosen jedoch längerer Zeit bedarf.

Zentrale Ergebnisse der Diskussionen des zweiten Blocks „Industrielle Symbiosen als Grundlage für Flächenentwicklung und Ansiedlung an Kraftwerks- und Tagebaustandorten“.

Den zweiten Block leitet Herr Beckamp mit einem kurzen Vortrag zum Thema „Industrielle Symbiose an fossilen Kraftwerksstandorten?!“ ein (siehe Anlage III). Hierbei werden Beispiele für in den vorangegangenen Gesprächen identifizierte Symbiosen an den Standorten der Kohlewirtschaft genannt. Anschließend wird die Frage aufgeworfen, inwiefern diese Standorte auch in Zukunft und nach Wegfall der Nebenprodukte aus der fossilen Energieerzeugung noch die Grundlage für zukünftige Industriesymbiosen bilden können. In einem dritten Schritt wird auf neuere Beispiele für Industriesymbiosen verwiesen, die an Zukunftsbranchen anknüpfen. So wird die WindCloud in Schleswig-Holstein ein Standort, an dem Windkraftanlagen, ein mittels der erneuerbaren Energie betriebenes Rechenzentrum und eine Algenfarm zur Nahrungsmittel- und Kosmetikherstellung, eine Symbiose eingehen.

Die Teilnehmenden diskutieren im Anschluss in zwei Sessions mit je zwei Gruppen die Leitfragen für den zweiten Block:

- ▶ Welche Potentiale bieten Kraftwerksstandorte?
- ▶ Auf welchen Grundlagen und Infrastrukturen kann aufgebaut werden?

Die Ergebnisse werden anschließend im Plenum vorgestellt, diskutiert und auf Miro festgehalten.

Anknüpfend an die erste Frage bieten Kraftwerksstandorte **hohes Potential aufgrund der vorliegenden Infrastruktur** in Form der Anbindung des Standorts an verschiedene Netze. So lassen sich diese auch in Zukunft gut für energieintensive Industrien nutzen (z. B. die Elektrolyse von Wasserstoff). Gleichzeitig sind auch bereits **Fachkräfte im Bereich der energieintensiven Industrie** aber auch aus der Energiewirtschaft an den Standorten vorhanden, was Potentiale für neue Lösungen in dieser Branche bietet.

Die eigentlichen **Kraftwerksbauten** eignen sich nur bedingt als Grundlage für die Etablierung neuer Nutzungen. So wird der Kraftwerkskörper in Helmstedt (Buschhaus) abgerissen, da dieser keiner anderen Nutzung zugeführt werden kann. Auch im Rheinland wird eher die Fläche, auf welcher die Kraftwerke stehen als potenzialreich angesehen, weniger die Bauten selbst. Gleichzeitig wird jedoch auch darauf verwiesen, dass es auch vor dem Hintergrund eines dezentraleren Energiesystems zentraler **Back-Up-Standorte** bedarf, beispielsweise für Netzdienstleistungen, thermische Speicher, Gas- oder H₂-Kraftwerke. Somit kommt den Kraftwerksstandorten auch in Zukunft noch eine Rolle zu.

- ▶ Was bedarf es für die Implementierung neuer symbiotischer Lösungen?
- ▶ Wie könnte eine zielgerichtete Förderung aussehen?

In Bezug auf die Frage nach der Förderung zur Entwicklung von symbiotischen Lösungen an Kraftwerksstandorten wurden insbesondere verschiedene Unzulänglichkeiten des aktuellen Förderkontextes benannt. Einerseits gibt es für die Kommunen trotz des Vorhandenseins von Förderprogrammen aufgrund der Rahmenrichtlinien keine **Möglichkeiten zur einzelbetrieblichen Förderung**. Darüber hinaus bildet auch die GRW-Kulisse eine Herausforderung zur einzelbetrieblichen Förderung. So werden die **Gebietszuschnitte** (Fördergebiete und Umlandgebiete) als unpassend angesehen. Es findet sich daher in den Landkreisen im Helmstedter Revier aufgrund der benachbarten Großstädte Wolfsburg und Braunschweig nur eine geringere Förderquote. Weiterhin gibt es je nach Bundesland unterschiedliche Antragsverfahren insbesondere für Reviere, die sich über mehrere Ländergrenzen hinweg erstrecken, was für Herausforderungen sorgt.

Als plastisches Beispiel für Problemlagen, die durch den Rückgriff auf wenig flexible administrative Grenzen für die Förderkulisse entstehen, wurde der Lappwaldsee genannt. Die Grenze zwischen GRW-C und GRW-D verläuft mitten durch den See, was die **Projektentwicklung wie auch die Ansiedlungsentscheidungen von Unternehmen** maßgeblich beeinflusst. Durch die Einteilung in Gebiete besteht weiterhin die Gefahr, dass insbesondere die Fördergebiete gestärkt werden, während es zu einer **wirtschaftlichen Schwächung der Umlandgebiete** kommen kann, wenn Unternehmen bei einem Standortwechsel in angrenzende Regionen migrieren.

Gleichzeitig gibt es je nach Bundesland teilweise unterschiedliche Anforderungen für den Bezug von Fördermitteln. So sind Fördermittel aus dem Kohleausstiegsgesetz in Nordrhein-Westfalen an weitere Anforderungen geknüpft, während die Programmlinie im Helmstedter Revier weniger durch das Land mitgeprägt ist.

Insbesondere aus Sicht von Unternehmen ist die Antragslogik insgesamt schwer nachzuvollziehen. So planen diese in **kürzeren Zeiträumen**, die Zuteilung von Fördermitteln nach 2 Jahren ist häufig nicht schnell genug. Dennoch wird aus den Revieren auch von Nachfrage nach GRW-Förderung in den Regionen berichtet.

Mit Fokus auf die Förderung von Symbiosen wurde betont, dass es zwar aktuell Förderaufrufe mit Fokus auf nachhaltige Gewerbegebiete gibt – das **Konzept der Industriesymbiosen in diesen jedoch nicht berücksichtigt oder genannt** wird. In Zukunft wäre es zielführend hier erste Bausteine zu fördern, die eine Implementation anstoßen aber keine Förderung des kompletten Gewerbeparks vornehmen. Während es seitens der fördermittelgebenden Stellen häufig Bedenken zur Förderung von Konzeptionen gibt, wird darauf verwiesen, dass die Richtlinie STARK (Stärkung der Transformationsdynamik und Aufbruch in den Revieren und an den Kohlekraftwerkstandorten) ein passendes Programm zur Förderung von Symbiosen darstellen könnte. So ließen sich Konzeption und Management über STARK fördern, theoretisch können Kommunen also hier ansetzen, um das Thema voranzutreiben.

Insgesamt wird es als wünschenswert angesehen, wenn es in Förderprogrammen einen Fokus darauf gäbe, **Fördermittel an weitere Ziele zu knüpfen** (z. B. Symbiosen oder Nachhaltigkeit). Auch wäre es ein denkbarer Anreiz, wenn Kommunen, die Projekte mit positiven Umwelteffekten vorantreiben, einen **geringeren Eigenmittelanteil** stellen könnten. Insgesamt besteht jedoch dahingehend Einigkeit, dass bestehende Fördermittel nicht weiter eingeschränkt werden sollten, da die Zuwendungsvoraussetzungen bereits jetzt für viele Gebietskörperschaften einen Flaschenhals bilden.

Abschluss und Ausblick

Zum Abschluss des Workshops geben die Teilnehmenden eine kurze Rückmeldung auf die Frage, welche Themen in der Zukunft in Bezug auf das Konzept symbiotischer Gewerbe- und Industrieparks definitiv weiter mitgedacht werden müssen.

- ▶ Fördermittel können an Symbiosen/symbiotische Nutzung geknüpft werden, allerdings müssten es neue Förderprogramme sein, um die bestehenden nicht zu verkomplizieren
- ▶ Das Management von Gewerbe- und Industriegebieten spielt eine entscheidende Rolle, auch eine Förderung von solchen sollte nach Auffassung der Teilnehmenden über STARK machbar sein
- ▶ Die Eigenmittelsicherstellung ist insbesondere für strukturschwache Gebieten eine große Hürde, selbst wenn gute Konzepte vorliegen.
- ▶ Bei der Konzeption von (neuen) Gewerbegebieten gilt es auch weitere wichtige umweltrelevante Themen wie z. B. ÖPNV und Güterverkehrsanbindung mitzudenken.
- ▶ Wenn es in Deutschland bereits gute Beispiele gibt, gilt es diese zu nutzen, um die Idee attraktiver zu machen.