

Urbaner Umweltschutz

Die strategische Forschungsagenda
des Umweltbundesamtes



Für Mensch & Umwelt



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Umwelt 
Bundesamt

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Arbeitsgruppe Urbaner Umweltschutz
koordiniert durch Abteilung I 3, Fachgebiet I 3.5
Postfach 14 06
06813 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt
 /umweltbundesamt

Leitautoren:

Susanne Schubert, Ulrike von Schlippenbach,
Daniel Reißmann

An der Arbeitsgruppe „Urbaner Umweltschutz“ wirkten mit:

Anne Bachmann, Claus Gerhard Bannick, Til Bolland, Simone Brandt,
Frank Brauer, Killian O'Brien, Christiane Bunge, Andreas Burger, Anja Dewitz,
Katrín Dziekan, Angelika Gellrich, Frank Glante, Hans-Joachim Hermann,
Barbara Jahn, Almut Jering, Claudia Kabel, Herrmann Kessler, Matthias Koller,
Susann Krause, Outi Ilvonen, Jürgen Landgrebe, Marcel Langner,
Petra Mahrenholz, Felix Müller, Werner Niederle, Ingrid Nöh, Nathan Obermaier,
Gertrude Penn-Bressel, Wolfgang Plehn, Karin Puder, Daniel Reißmann,
Nadja Salzborn, Arn Sauer, Inke Schauser, Ulrike von Schlippenbach,
Martin Schmied, Erik Schmolz, Hedi Schreiber, Regina Schreiber, Klara Schubert,
Susanne Schubert, Tim Schubert, Anja Schwetje, Marlene Sieck,
Christiane Stahr, Sylvia Veenhoff, Carla Vollmer, Ulrike Wachotsch, Oliver Weber,
Ralf Weiß, Volker Weiss, Jörn Wogram, Johanna Wurbs, Joachim Wuttke

Lektorat:

Dipl.-Ing. Christa Friedl

Satz und Layout:

DreiDreizehn GmbH, 313.de

Druck:

H. Heenemann GmbH & Co. KG, Berlin
gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier

Publikationen als pdf:

www.umweltbundesamt.de/publikationen

Bildquellen:

Titel: © fotolia/telesniuk; Seite 4: © PhotostudioD29
Seite 8: © fotolia/Jürgen Fälchle; Seite 16: © fotolia/JFL Photography;
Seite 22: © fotolia/CPN; Seite 40: © fotolia/Simon Dannhauer;
Seite 48: © fotolia/Simon Laprida; Seite 52: @ fotolia/nmelnichuk

Stand: April 2018

ISSN 2363-8311
ISSN 2363-832X

Inhalt

	Vorwort	4
	Kurzfassung	5
1	Warum eine Agenda zum urbanen Umweltschutz?	9
	Die Forschungsziele	11
2	Eine umweltschonende Entwicklung urbaner Räume	17
	Die Perspektive Stadt	18
	Aktivitäten an der Schnittstelle von Stadtentwicklung und Umweltschutz	21
3	Die drei Themencluster der Forschungsagenda	23
	3.1 Themencluster 1 Umweltschonende, sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Stadtentwicklung	24
	3.2 Themencluster 2 Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft.....	29
	3.3 Themencluster 3 Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung	33
4	Die Querschnittsthemen der Forschungsagenda	41
	4.1 Smart Cities und Digitalisierung im urbanen Raum	41
	4.2 Governance, Partizipation und Finanzierung	43
	4.3 Stadt-Land-Beziehungen	45
5	Umsetzung der Forschungsagenda und Verwendung der Forschungsergebnisse	49
	Bezüge zu internationalen Fragestellungen	51
6	Ausblick	53
	Literatur	55

Vorwort



Städte und urbane Siedlungen sind voller Leben und Vielfalt – sie sind unsere kulturellen Zentren und Nukleus für Wissen und Innovation sowie für moderne Lebensstile. Sie bieten große Chancen für gesellschaftliche, technologische und ökologische Entwicklungen. Städte und urbane Siedlungen sind Zentren des menschlichen Energie- und Ressourcenverbrauchs und Entstehungsort vieler Umweltbelastungen. Zugleich sind sie ressourcensparender als andere Siedlungsformen, etwa indem sie durch ihre hohe Dichte verhältnismäßig wenig Fläche beanspruchen oder Wege für die tägliche Mobilität verkürzen.

Aufgrund unserer stetig steigenden Anforderungen – beispielsweise an das Wohnen, die Mobilität oder den Konsum – bieten die verdichteten urbanen Siedlungsräume damit große Potentiale für Umweltentlastung. Um ein gesundes Stadtleben und eine hohe Aufenthaltsqualität in lebendigen und durchgrünerten Quartieren für die Bewohnerinnen und Bewohner zu ermöglichen, muss die Stadtentwicklung eng mit Umweltqualitätszielen verknüpft werden.

Hier wollen wir als zentrale Umweltbehörde Deutschlands und mit unserer Perspektive auf Mensch und Umwelt ansetzen. Wir haben uns daher zum Ziel gesetzt, die Schnittstelle zwischen Stadtentwicklung und Umweltschutz stärker in den Blick zu nehmen und durch eine fachübergreifende Betrachtung neue Wirkungszusammenhänge zu beleuchten. Im Fokus stehen neue Lösungsansätze, Konzepte und Fragestellungen, aber auch „alte Probleme“, für die bereits gute Konzepte vorliegen, die aber noch nicht umgesetzt sind.

Dafür hat das Umweltbundesamt die strategische Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“ entwickelt. Sie nimmt explizit die Umweltperspektive in der Stadtentwicklung ein und untersetzt das Themenfeld „Urbaner Umweltschutz“ mit konkreten Fragestellungen und Schwerpunktthemen. Die Themen der Forschungsagenda wollen wir in den nächsten fünf bis zehn Jahren mit konkreten Analysen und Projekten unterlegen. Unser Ziel ist zugleich, die Ergebnisse unserer Forschung zeitnah in die praktische Umsetzung einfließen zu lassen.

Gemeinsam mit Akteurinnen und Akteuren aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und der Zivilgesellschaft, die wir mit der Veröffentlichung unserer Forschungsagenda zur Mitwirkung einladen, wollen wir an einer nachhaltigen und umweltschonenden Stadtentwicklung arbeiten.

Wir freuen uns darauf, den vor uns liegenden Weg mit Ihnen gemeinsam zu gehen!

Ihre Maria Krautzberger



Urbaner Umweltschutz

Kurzfassung

Das Thema „Urbaner Umweltschutz“ ist eine Querschnittsaufgabe im Umweltbundesamt (UBA). Mit dieser strategischen Forschungsagenda identifiziert das UBA zukünftige Forschungsschwerpunkte für eine **an Umweltqualitätszielen ausgerichtete Entwicklung von Siedlungsräumen** und zeigt bestehende Wissenslücken einer umweltorientierten, sozialverträglichen und gesundheitsfördernden urbanen Entwicklung auf. Ihre Ziele sind:

- ▶ Definition von Umweltzielen im urbanen Raum und Identifikation von Hindernissen bei der Zielerreichung,
- ▶ Behandeln von Fragestellungen, die sich aus einer integrierten, fachübergreifenden Perspektive herauskristallisieren,
- ▶ Aufzeigen von Wirkungszusammenhängen und Erarbeitung von Lösungsvorschlägen sowie
- ▶ Weiterentwicklung und Anwendung zielführender Instrumente für eine umweltschonende, sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Siedlungsentwicklung.

Die UBA-Forschungsagenda stellt Themen in den Fokus, die aufgrund aktueller Rahmenbedingungen, Trends und Problemlagen in der Entwicklung urbaner Räume **aus Umweltperspektive** eine hohe Relevanz besitzen. Sie greift vor allem solche Themen auf, bei denen eine **fachübergreifende Betrachtung** einen Mehrwert liefert. Viele der Lösungsansätze und Forschungsergebnisse können nur in **Zusammenarbeit**

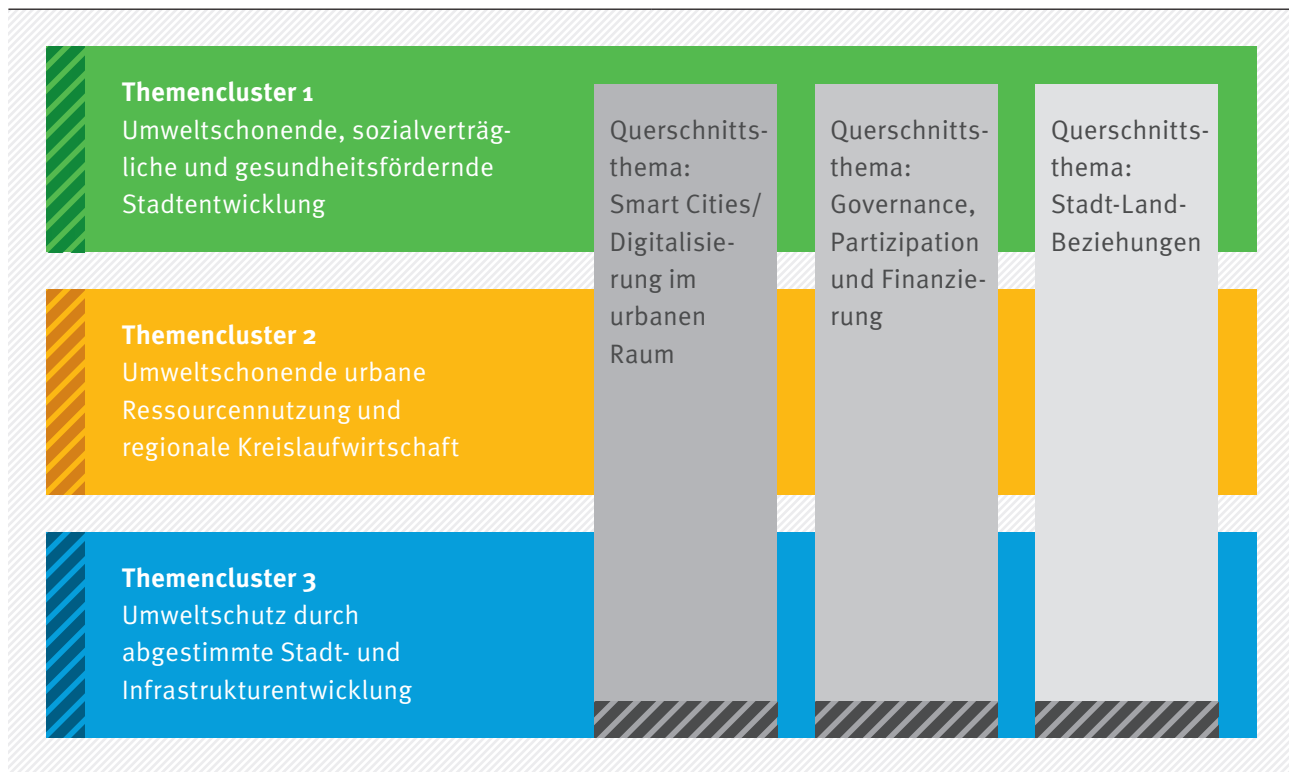
verschiedener Akteurinnen und Akteuren und Fachdisziplinen umgesetzt werden. Eine enge Kooperation mit Forschungseinrichtungen, Behörden, kommunalen Akteurinnen und Akteuren, Verbänden und Netzwerken, zivilgesellschaftlichen Organisationen sowie weiteren Multiplikatoren ist daher wesentlich.

Aufbauend auf abgeschlossenen, laufenden und bevorstehenden Aktivitäten des UBA sowie anderer Behörden und Institutionen zeigt die Agenda auf, zu welchen integrativen, trans- und interdisziplinären Fragestellungen des urbanen Umweltschutzes **das UBA in den nächsten fünf bis zehn Jahren verstärkt aktiv wird**. Diese Forschungsagenda unterfüttert dabei das Forschungsprogramm des UBA zum Bereich des urbanen Umweltschutzes. Sie ist ergänzend zu den fachlichen Forschungsfeldern des UBA zu sehen und stellt **Querverbindungen** zwischen diesen her. Zentrale Adressaten der Forschungsergebnisse sind neben Kommunen das Bundesumweltministerium sowie weitere Ressorts der Bundesregierung. Die **Ergebnisse der Forschung** sollen letztlich in Programme, Strategien, gesetzliche Regelungen, Kommunikations- und Informationsinstrumente auf Bundesebene einfließen.

Forschungsschwerpunkte:

Die Agenda beschreibt **drei Themencluster** sowie **drei Querschnittsthemen** mit interdisziplinärem Charakter, die im Rahmen des Agenda-Prozesses als prioritär identifiziert und mit **wesentlichen Forschungsfragen** hinterlegt wurden:

Die Themencluster und Querschnittsthemen der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“



Eigene Darstellung

Die drei Themencluster sind inhaltlich wie folgt umrissen:

- ▶ Das Themencluster **„Umweltschonende, sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Stadtentwicklung“** behandelt die unterschiedlichen Nutzungsansprüche im verdichteten, urbanen Raum. Es adressiert umweltbezogene Synergien und Zielkonflikte mit sozialen und ökonomischen Belangen der Stadtentwicklung und formuliert Umweltziele für ein gesundes Leben in Siedlungsräumen.
- ▶ Das Themencluster **„Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft“** behandelt die Herausforderungen und Chancen der Ressourcennutzungen im urbanen Raum und verfolgt eine Verbesserung des Verständnisses von urbanen Stoffströmen und deren Umweltwirkungen.

- ▶ Das Themencluster **„Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung“** nimmt die resiliente, umweltschonende und sozialverträgliche Gestaltung von siedlungsbezogenen Infrastrukturen sowie sektorenübergreifende Schnittstellen mit ihren Wechselwirkungen in den Blick und fragt nach systemischen Zielpunkten und Potentialen für eine umweltorientierte Transformation urbaner Infrastrukturen.

Die drei Querschnittsthemen **„Smart Cities und Digitalisierung im urbanen Raum“**, **„Governance, Partizipation und Finanzierung“** und **„Stadt-Land-Beziehungen“** richten den Blick auf themenübergreifende Forschungsfragen. Sie behandeln grundsätzliche und strukturelle Sachverhalte, die aufgrund von vorhandenen Verflechtungen über die räumlichen und institutionellen Grenzen des Siedlungsraums hinausweisen. Gender Mainstreaming wird in den Themenclustern und Querschnittsthemen umgesetzt, insbesondere bei Sozial-, Gesundheits-, Governance- bzw. Beteiligungs- und Kommunikationsfragen.

Für jedes der **drei Themencluster** und **drei Querschnittsthemen** sind nachstehend exemplarisch

Forschungsfragen aufgeführt, die durch die UBA-Forschung adressiert werden:

Themencluster	Exemplarische wesentliche Forschungsfragen
Umweltschonende, sozial-verträgliche und gesundheits-fördernde Stadtentwicklung	Wie können Umwelt- und Gesundheitsaspekte sowie soziale Belange in Stadtentwicklungs- und -planungsprozessen gestärkt werden? Wie kann eine umweltgerechte Quartiersentwicklung in der Breite implementiert werden? Wie können sich in einer sozial ausdifferenzierten Gesellschaft alle Bürgerinnen und Bürger an umweltgerechter Quartiersentwicklung wirksam beteiligen?
Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft	Welche Indikatoren eignen sich zum Monitoring einer ressourcenschonenden Stadtentwicklung? Wie kann auf kommunaler Ebene eine umweltschonende Ressourcennutzung befördert werden?
Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung	Wie lässt sich die Transformation von Infrastruktursystemen gestalten? Was sind Kriterien für den richtigen Zeitpunkt einer schrittweisen, inkrementellen Erneuerung oder radikalen, disruptiven Umstellung von Infrastrukturen? Welche Handlungsstrategien zur Realisierung von integrierten, umwelt- und ressourcenschonenden und resilienten siedlungsbezogenen Infrastrukturen ergeben sich daraus?

Querschnittsthema	Exemplarische wesentliche Forschungsfragen
Smart Cities/Digitalisierung im urbanen Raum	Welche umweltbezogenen Effekte, Vorteile und Risiken haben neue informations-, kommunikations-, daten- und steuerungstechnische Anwendungen in Siedlungsgebieten? Wie können negative Auswirkungen und Rebound-Effekte vermieden werden?
Governance, Partizipation und Finanzierung	Wie können nationale Umweltprogramme und -politiken so gestaltet werden, dass sie die Entwicklung umwelt-, klima- und ressourcenschonender, sozialverträglicher und gesunder Quartiere sowie integrierte Infrastrukturen wirksam, effizient und dauerhaft fördern? Wie können Partizipation und Mitwirkung zur Erreichung der Ziele nachhaltiger Stadtentwicklung ausgestaltet werden?
Stadt-Land-Beziehungen	Wie können Umweltentlastungseffekte durch interkommunale Zusammenarbeit generiert werden? Wie können regionale Verflechtungen optimiert werden?





Warum eine Agenda zum urbanen Umweltschutz?

In Deutschland leben rund Dreiviertel der Menschen in Städten und die Zahl wächst stetig weiter. Für 2030 rechnen Prognosen mit einem Anstieg der Bevölkerung in den deutschen Städten um rund fünf Prozent zum heutigen Niveau, weltweit wird sogar ein 15 prozentiger Anstieg vorhergesagt (UN HABITAT 2010, UN DESA 2015, Population Reference Bureau 2017, Statista 2017). Die Folge: Städte und verdichtete Siedlungsräume werden zunehmend zu Verursachern, aber auch zu Betroffenen von Umweltbelastungen. Mit der **strategischen Forschungsagenda zum urbanen Umweltschutz** richtet das UBA den Blick daher gezielt auf die Schnittstelle von Stadtentwicklung und Umweltschutz.

Das Gutachten des Wissenschaftsrates (WR 2015) zum Umweltbundesamt (UBA) hatte unter anderem eine stärker vorausschauende Forschung zur Verbesserung der Frühwarnfunktion empfohlen. Dazu bedarf es entsprechender Rahmenbedingungen. Die Forschungsstrategie des UBA legt fest, wie das UBA einen Erhalt und eine Verbesserung der Forschungsleistung durch institutionelle Weiterentwicklungen sicherstellen möchte. Das UBA-Forschungsprogramm beschreibt das wissenschaftliche Profil des Hauses mit seinen Forschungsinhalten in 15 Themenfeldern und definiert fachliche Schwerpunkte der Forschungsaktivitäten. Die Forschungsagenda unterlegt das Forschungsprogramm – hier im Bereich des urbanen Umweltschutzes.

Bereits jetzt belegt die Vielfalt an Aktivitäten im Kontext nachhaltiger Stadtentwicklung einerseits die hohe Relevanz des Themas, andererseits die Notwendigkeit der Vernetzung und des Informationsaustauschs in diesem Bereich. In vielen Aktivitäten zeigt sich, dass die Weiterentwicklung und Ausgestaltung lebenswerter urbaner Räume ein komplexer Prozess ist, der zahlreiche Sektoren und Disziplinen betrifft und auf dynamische Entwicklungsprozesse reagieren muss. Zudem sind die Entwicklungen in Siedlungsräumen auch immer mit direkten Wechselwirkungen und Rückkopplungen auf die lokale, regionale und globale Umwelt verbunden.

Das UBA verfolgt mit der vorliegenden Forschungsagenda die normative Zielsetzung einer umweltschonenden Stadtentwicklung innerhalb der planetaren Belastungsgrenzen (vgl. BMUB 2016a: 24; UBA 2009: 6; UBA 2017) sowie die Stärkung von Belangen des Umwelt- und Gesundheitsschutzes im Einklang mit übergeordneten Zielen der Stadtentwicklung. Den Rahmen bildet eine nachhaltige Entwicklung unter Berücksichtigung der drei Dimensionen: Umwelt, Wirtschaft und Soziales. Um dies zu erreichen, ist eine gemeinsame Analyse und Neubestimmung urbaner Problemstellungen und Ziele erforderlich - und zwar über die Grenzen verschiedener Disziplinen und Akteure hinweg.



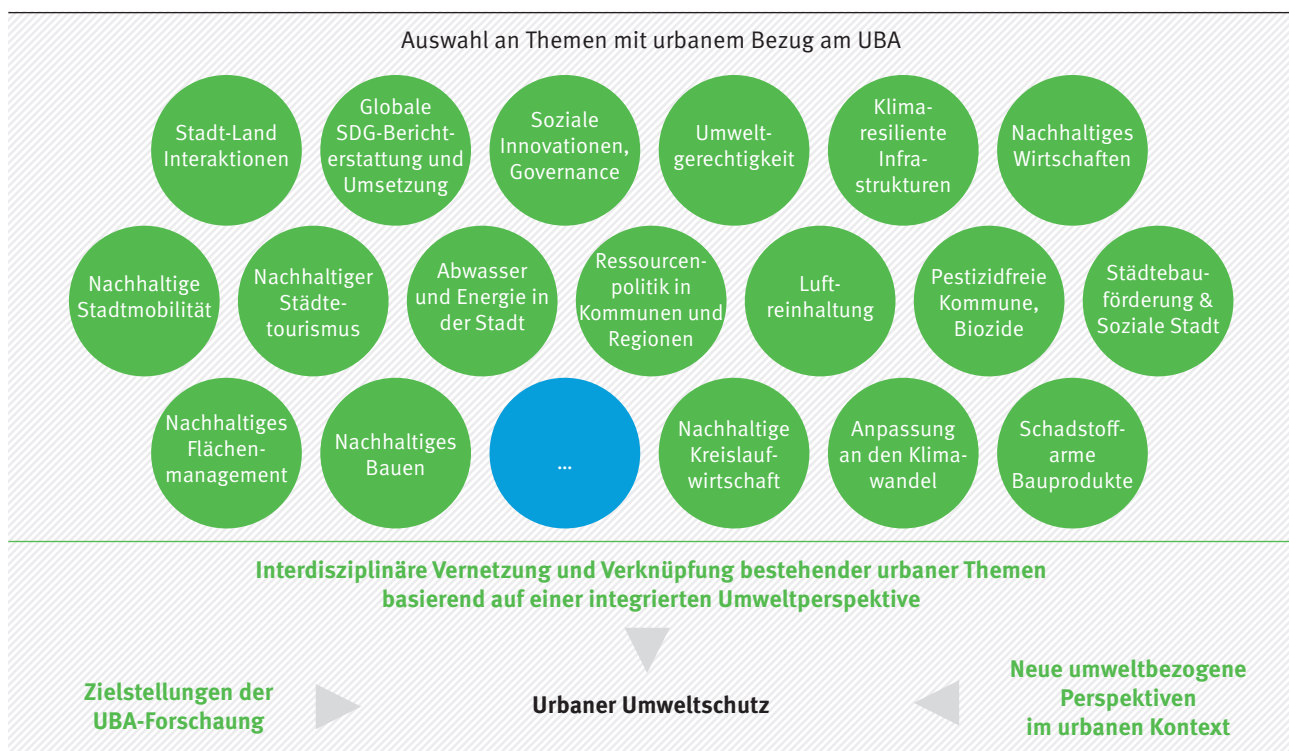
Das UBA will mit der Forschungsagenda einen Beitrag für eine umweltschonende Stadtentwicklung leisten, indem es Forschungsschwerpunkte einer an Umweltqualitätszielen ausgerichteten Entwicklung urbaner Räume identifiziert und priorisiert. Übergreifende Ziele sind:

- ▶ Definition, Verbreitung und Akzeptanz von urbanen Umweltzielen sowie Identifikation von Hemmnissen zur Zielerreichung und Erarbeitung von Lösungsvorschlägen,
- ▶ Interdisziplinäre Analyse und Bearbeitung von Umwelt- und Gesundheitsaspekten im urbanen Kontext,
- ▶ Erarbeiten von Argumenten für eine umweltschonende Stadtentwicklung im politischen Meinungsbildungsprozess,
- ▶ Analyse und Setzen von Handlungsschwerpunkten, denn in vielen Themenbereichen liegen Forschungsergebnisse vor, aber Hemmnisse wie Finanzierungsfragen oder Zielkonflikte verhindern ihre Umsetzung.

Das UBA forscht bereits heute vielfältig zu umweltbezogenen Themen in Siedlungsräumen (vgl. Abb. 1) und verfolgt mit der vorliegenden Forschungsagenda einen integrierenden umwelt- und stadtentwicklungspolitischen Fokus. Die Agenda greift Themen auf, die durch eine integrierte Betrachtung und gemeinsame, fachübergreifende Bearbeitung einen Mehrwert erzeugen und dadurch neue Perspektiven, weiterführende Fragestellungen und integrierte Lösungsansätze ermöglichen. Neben neuen Themen sollen auch bereits bestehende Forschungsschwerpunkte des UBA aufgegriffen, stärker miteinander verbunden und weiterentwickelt werden. Ziel ist es, diese Themen interdisziplinär und mit einer integrierten Perspektive auf aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen auszurichten. Auch in Ergänzung zu bereits abgeschlossenen, laufenden und bevorstehenden Aktivitäten anderer Behörden und Institutionen soll die Agenda aufzeigen, in welchen Bereichen des urbanen Umweltschutzes das UBA in den nächsten Jahren verstärkt aktiv werden soll. Daneben wird das Umweltbundesamt auch weiterhin Fachthemen ohne stadtentwicklungspolitischen Fokus, wie z. B. das nachhaltige Bauen, bearbeiten.

Abbildung 1

Urbaner Umweltschutz als interdisziplinäres Thema mit integrierter Umweltperspektive



Eigene Darstellung

Die Forschungsziele

Umweltschutz in Städten und Stadtregionen ist ein Thema, zu dem eine Vielzahl an drängenden Forschungsfragen besteht. Das zeigen die Themencluster und Querschnittsthemen dieser Forschungsagenda. Sie greifen zum einen Wissenslücken auf und zielen auf die Entwicklung einer **Informations- und Datengrundlage**, um eine Basis für die Erarbeitung von notwendigen Handlungskonzepten zu schaffen (z. B. zu Umweltqualitätszielen für Stadt- und Infrastrukturentwicklung oder für die effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen). Zum anderen werden **neue Fragestellungen und Wirkungszusammenhänge** für die Erarbeitung umweltschonender Lösungsansätze identifiziert, basierend auf bestehendem Wissen und durch Verknüpfung und integrierte Betrachtung der Themen. Beides dient als Grundlage, um klare Argumentationslinien herauszuarbeiten, die Umwelt- und Gesundheitsbelange in Strategien, Programmen und Entscheidungsprozessen stärken sowie die Umweltqualität in den Städten verbessern können.

Viele der Forschungsfragen zielen auf eine Weiterentwicklung und verbesserte Anwendung des **Instrumentariums einer umweltschonenden urbanen Entwicklung**, z. B. in Gesetzen und untergesetzlichen Regelungen, aber auch in Form von Anreizmechanismen und Förderinstrumenten. Die Forschung soll auch dazu beitragen, dass die Kommunen selbst darin gestärkt werden, eine nachhaltige Entwicklung vor Ort umzusetzen. Sie ist daher umsetzungsorientiert. Ein weiteres zentrales Ziel ist die Aufbereitung von Informationen und die Entwicklung von Tools für den **Wissenstransfer** mit politischen Akteuren, Verwaltung, Kommunen, Verbänden und der Fachöffentlichkeit.

Neben den Forschungsfragen richtet die Agenda den Blick auch auf **Entscheidungsträger und Umsetzer**. Wo Forschungserkenntnisse vorliegen, aber nicht ausreichend zur Umsetzung kommen, liegen häufig institutionelle Barrieren oder offene Finanzierungs- oder Governancefragen vor. Diese Hemmnisse müssen zunächst identifiziert und schließlich disziplinübergreifend mit allen Akteuren bearbeitet werden.

Das UBA hat diese Agenda im Rahmen eines **internen und externen Dialogprozesses** erarbeitet. Themenschwerpunkte und Inhalte wurden in einem Kreis aus rund 40 Expertinnen und Experten aller UBA Fachbereiche entwickelt. Parallel dazu wurde ein fachlicher Austausch mit Vertreterinnen und Vertretern der umweltorientierten Stadtforschung, Verbänden, Kommunen, Ministerien und Behörden angestoßen, um die Relevanz von Forschungsfragen und Schwerpunkten zu prüfen. Auch Gender-Aspekte und Gender-Mainstreaming werden relevanzbasiert als Leitprinzip Berücksichtigung finden. Bei gesundheitsbezogenen, sozialen und Beteiligungsfragen ist von einer Relevanz per se auszugehen, Genderaspekte werden entsprechend in die Forschung integriert.

Folgende „Visitenkarten“ werfen ein Schlaglicht auf die vielfältigen Aktivitäten der am Agenda-Prozess beteiligten Expertinnen und Experten des UBA:



Nachhaltige Stadt-Land-Verbindungen

In dem Projekt RUN „Rural Urban Nexus - nachhaltige Landnutzung und Urbanisierung“ werden politische Handlungsansätze und Empfehlungen erarbeitet, die auf eine integrierte und nachhaltige Entwicklung von Stadt und Umland abzielen. Das Projekt soll zu einem integrierten und vermittelnden Entwicklungsansatz zwischen Stadt- und Raumplanung sowie Landnutzung beitragen und helfen das sog. Silodenken zu überwinden sowie relevante, sektorale Politiken zusammen zu führen und die im Stadt-Land-Diskurs häufig weniger betrachteten ländlichen Räume stärker einzubeziehen.

Nachhaltige Stadtmobilität

Wir untersuchen aktuelle Entwicklungen und entwickeln Szenarien und Maßnahmen, die die Rolle des ÖPNVs sowie des Fuß- und Radverkehrs stärken, nachhaltige Logistikkonzepte fördern und Fahrzeugemissionen senken. Mehr dazu: www.uba.de/themen/verkehr-laerm und in der Fachbroschüre „Die Stadt für Morgen“

Städtebauförderung – Soziale Stadt

Die Städtebauförderung und insbesondere das Programm „Soziale Stadt“ bieten gute Ausgangspunkte zur Nutzung von Synergiepotenzialen zwischen ökologischen und sozialen Zielen. Ein Forschungsvorhaben dazu zeigt, dass dies u.a. durch eine begleitete Aneignung der unmittelbaren Umwelt durch die Quartiersbewohner/-innen ermöglicht wird. <https://difu.de/projekte/2015/moeglichkeiten-der-verstaerkten-nutzung-von-synergien.html>

Stoffstrommanagement

Wir integrierten regionale Akteure und Verwertungsketten und gestalten die Rahmenbedingungen für ein effektives Stoffstrommanagement in einer ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft/urban-mining/stoffstrommanagement-im-bauwesen#textpart-1

Urban Mining

Wir kartieren das anthropogene Lager um Urban Mining zur Rohstoffgewinnung effektiver zu gestalten und damit einen Paradigmenwechsel im Anthropozän zu vollziehen: Eine ressourcenschonende Wirtschaftsweise unter effektiver Bewirtschaftung der menschengemachten Materialbestände. Mehr dazu: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/urban-mining-ressourcenschonung-im-anthropozan>

Nachhaltiger Städtetourismus

Städte sind attraktive Ziele für Kurzurlaube und Ausflüge. Kulturelle und sportliche Großveranstaltungen, Messen und Konferenzen ziehen eine Vielzahl unterschiedlichster Gäste an. Wir wollen im Kontext des urbanen Umweltschutzes untersuchen, welche Auswirkungen der Städtetourismus hat. Vorhaben „Umweltbelange des Tourismus in der Stadtplanung“, FKZ 3718 150010

Abwasserinfrastruktur

Wir untersuchen wie die Abwasserinfrastruktur auch bei den Herausforderungen des Klimawandels und der demografischen Entwicklung langfristig leistungsfähig und umweltfreundlich gestaltet werden kann. Angepasste Lösungen im Bereich des Regenwassermanagement und neuartige Abwasserentsorgungskonzepte werden ebenso beachtet wie die Instandhaltung der Abwasserkanalisation.

Anpassung an den Klimawandel im urbanen Raum

Wir wollen die Städte fit machen für häufigere und stärkere Wetterextreme. Hierzu bedarf es kleiner und großer Veränderungen der Infrastrukturen, inkl. Gebäude und der Verhaltensweisen.

www.anpassung.net, gute Praxisbeispiele unter: www.umweltbundesamt.de/tatenbank

Umweltgerechtigkeit

Unser Ziel ist es, gesunde Umweltverhältnisse für und mit allen Menschen unabhängig von ihrer sozialen Lage zu schaffen. Wir entwickeln integrierte Strategien und Maßnahmen, um bestmögliche umweltbezogene Gesundheitschancen für alle herzustellen. Mehr dazu: www.uba.de/umweltgerechtigkeit

Rechtsinstrumente nachhaltiger urbaner Mobilität

Wir untersuchen die Wirkung einschlägiger Rechtsvorschriften als Hemmnis oder Treiber von Innovationen hin zu einer nachhaltigeren Mobilität im urbanen Kontext. (FuE RechtSinnMobil – Infos N. Salzborn)

Globale SDG-Berichterstattung

Wir erarbeiten den deutschen Beitrag zum Global Sustainable Development Report (GSDR) einschließlich der Analyse politischer Handlungsmöglichkeiten zur globalen Umsetzung der SDGs. Eine ambitionierte Umsetzung des SDG 11 zu Städten und Siedlungen auch durch internationales Engagement Deutschlands ist dabei zentral. Vorhaben „Deutscher Beitrag zum Global Sustainable Development Report (GSDR)“, FKZ 3717 181020

Treibhausgasneutrale Kälte- und Wärmeversorgung

Wir untersuchen, wie Gebäude und Quartiere energieeffizient mit Kälte und Wärme versorgt werden können unter Vermeidung von urbanen Hitzeinseln. Wir unterstützen die Weiterentwicklung von Kältetechniken und Wärmepumpen mit natürlichen Kältemitteln. Mehr dazu: www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/fluorierte-treibhausgase-fckw/anwendungsbereiche-emissionsminderung/gebaeudeklimatisierung

Nachhaltige Kreislaufwirtschaft

Wir analysieren Systeme zur Getrennterfassung und Entsorgung von Siedlungsabfällen und entwickeln unter Berücksichtigung demografischer Entwicklungen Maßnahmen für ein ressourcenschonendes Abfallmanagement u.a. in urbanen Räumen. Mehr dazu: www.umweltbundesamt.de/themen/abfall-ressourcen/abfallwirtschaft

Doppelte Innenentwicklung

Eine kompakte und zugleich grüne Stadtentwicklung mit hohen Umwelt- und Aufenthaltsqualitäten in den Quartieren ist ein wichtiges Ziel. Wir entwickeln Handlungsempfehlungen für flächensparende und umweltverträgliche Stadtstrukturen mit urbanem Grün und Freiflächen
www.uba.de/themen/nachhaltigkeitsstrategien-internationales/planungsinstrumente/umweltschonende-raumplanung/stadtentwicklung

Pestizidfreie Kommune

Wir klären auf über Auswirkungen von Pestiziden (Pflanzenschutzmittel und Biozide) auf Mensch und Umwelt und informieren über Alternativen zum Pestizideinsatz. So kann die Kommune eine Vorbildfunktion für Ihre Bürgerinnen und Bürger einnehmen.
www.uba.de/pestizidfreie-kommune

Umsetzung der SDGs auf kommunaler Ebene

Die Agenda 2030 mit den SDGs bildet einen international akzeptierten Zielrahmen für nachhaltiges Handeln. Kommunen spielen bei der Zielerreichung eine wichtige Rolle. Ziel unserer Forschung ist, die Kommunen bei der Umsetzung der SDGs zu unterstützen.

Abwasser und Energie

Wir begleiten Vorhaben zur Umsetzung von Maßnahmen der energieeffizienten Abwasserbehandlung und untersuchen Möglichkeiten der Kopplung der Infrastrukturen Energie und Abwasser.
www.umweltbundesamt.de/themen/foerderprogramm-fuer-energieeffiziente

Luftreinhaltung in Städten

Wir wollen, dass Menschen in Städten eine saubere Luft atmen. Dazu analysieren wir nationale Strategien zur Minderung der Emissionen von Luftschadstoffen, z. B. aus Verkehr und Hausbrand. Diese müssen mit Maßnahmen auf lokaler Ebene zusammenwirken, um die Stadtluft weiter zu verbessern.
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/nationale-luftreinhaltung#textpart-2>

Nachhaltigkeitsinitiativen/soziale Innovationen für urbanen Umweltschutz

In mehreren Forschungsvorhaben untersucht das UBA, welchen Beitrag Nachhaltigkeitsinitiativen für die Gesellschaft leisten und wie diese politisch unterstützt werden können.
www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/gesellschaft-erfolgreich-veraendern

Schadstoffarme Bauprodukte

Wir unterstützen die Entwicklung und Verwendung von emissions- und schadstoffarmen Bauprodukten durch Festsetzung von Kriterien für die Bewertung der Umwelt und Gesundheitseigenschaften, deren Kennzeichnung u. a. mit dem Umweltzeichen „Blauer Engel“ und die Schaffung anspruchsvoller europäischer Vorgaben.
Mehr dazu: www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte; www.blauer-engel.de/de/produktwelt/bauen

Nachhaltiges Bauen

Wir bringen, beraten durch unsere Kommission Nachhaltiges Bauen (KNBau), Umwelt- und Gesundheitsaspekte beim Bauen voran, u.a. die Energieeffizienz von Gebäuden und Produktionsprozessen sowie die Kreislaufführung von Baumaterialien. Wir unterstützen Kennzeichnungs- und Bewertungssysteme (BNB, DGNB, EPD). Mehr dazu: <https://tinyurl.com/knbau>; <https://tinyurl.com/energie-bauen>; <https://tinyurl.com/bauabfall>

Ressourcenpolitik auf kommunaler und regionaler Ebene

In den Projekten RegioRess und KommRess erfolgt die Entwicklung und Etablierung spezieller Informations- und Beratungsangebote sowie weitere Unterstützungsaktivitäten im Rahmen der Weiterentwicklung und Umsetzung des Deutschen Ressourceneffizienzprogramms ProgRess. ressourceneffizientekommune.de

Nachhaltiges Flächenmanagement

Die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke zulasten des Freiraums soll bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag und bis 2050 auf Netto-Null Hektar begrenzt werden. Dafür entwickeln wir Strategien, Maßnahmen, Instrumente und Empfehlungen für Politik und Praxis, die den sparsamen, effizienten und umweltschonenden Umgang mit Flächen befördern sollen. www.umweltbundesamt.de/daten/flaechennutzung

Lärminderung in Städten

Die zunehmende Verdichtung der Innenstädte kann zu Lärmproblemen führen, die aber lösbar sind. Wir entwickeln hierfür Strategien, die eine abgestimmte Anwendung einer Vielzahl von Einzelinstrumenten vorsehen. Diese reichen von der Verkehrs- und Stadtplanung über die Fahrzeug- und Fahrwegtechnik bis hin zum baulichen Schallschutz an Wohngebäuden. www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachbarschaftslaerm-laerm-von-anlagen

Ressourcenschonung in der Abwasserentsorgung

Wir untersuchen aktuelle Entwicklungen der Klärschlamm Entsorgung zur Ressourcenschonung und Schließung von Stoffkreisläufen. Insbesondere begleiten wir die Forschung und Umsetzung von Maßnahmen der Phosphorrückgewinnung. www.umweltbundesamt.de/publikationen/klaerschlammentsorgung-in-bundesrepublik

Mach's leiser – Bürgermitwirkung für Lärmaktionspläne leicht gemacht

Wir fördern ein innovatives Verfahren zur effektiven Beteiligung der Öffentlichkeit bei der Fortschreibung von Lärmaktionsplänen. Am Beispiel von Leipzig wird ein Wissensschatz für kurzfristig wirksame und vergleichsweise kostengünstige Lärminderungsmaßnahmen geschaffen und für die Öffentlichkeit in anschaulicher Weise übersetzt und für Kommunen bundesweit zugänglich und anwendbar gemacht. www.oekoloewe.de/machsleiser.html www.umweltbundesamt.de/search/content/machs%2520and%2520leiser?keys=machs%20leiser



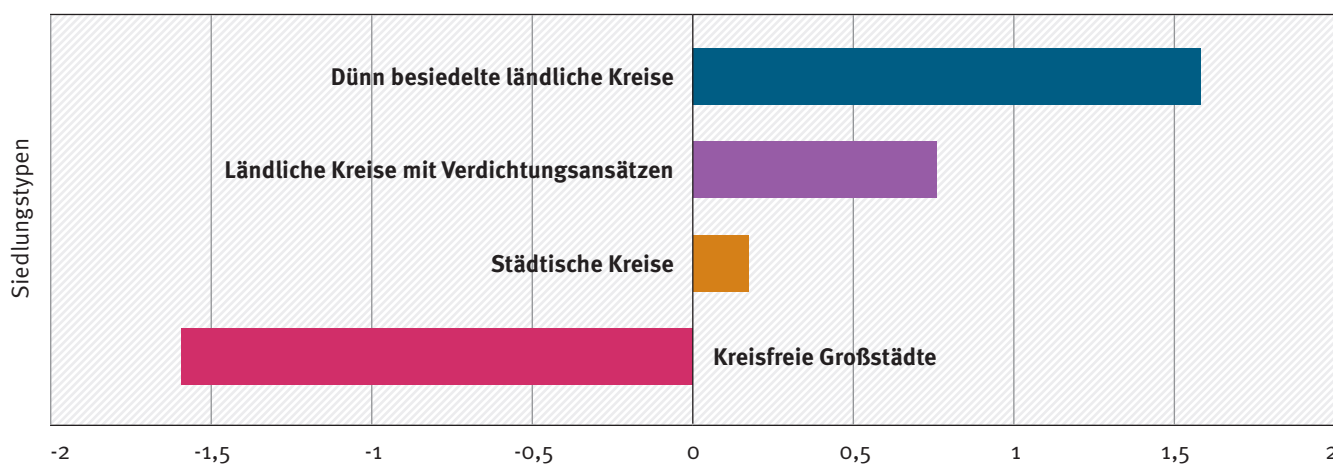
Eine umweltschonende Entwicklung urbaner Räume

Obwohl der größte Urbanisierungsschub in den westlichen Industriestaaten bereits im letzten Jahrhundert erfolgte (vgl. WBGU 2016), wachsen auch deutsche Städte wieder (BReg 2017). Neben den Metropolen Berlin, Hamburg, München und Köln betrifft dies auch kleinere Wirtschaftsräume oder Wissenschafts- und Hochschulstandorte wie Jena, Leipzig, Dresden oder Freiburg (BBSR 2015). Durch die unterschiedlichen demografischen Entwicklungen in den Städten und Regionen ergeben sich verschiedene umweltbezogene Herausforderungen. In den Wachstumsregionen verstärken sich Nutzungsansprüche und Nutzungskonflikte um Flächen (s. Abb. 3), was die Schaffung von ausreichend Wohnraum und Infrastrukturangebote zunehmend erschwert. In den schrumpfenden Gebieten liegen die Herausforderungen in der Aufrechterhaltung der Daseinsvorsorge und im Umgang mit zunehmenden Wohnungsleerstand.



Abbildung 2

Die Flächenwirkung von Verdichtung und Ausdünnung - Veränderungen der Siedlungs- und Verkehrsfläche in Quadratmeter pro Einwohner von 2011 bis 2014 in % und nach Siedlungstyp



Quelle: Flächenerhebung des Bundes und der Länder, Berechnungen des BBSR, Eigene Darstellung

Herausforderungen wie der Klimawandel, die Umweltauswirkungen der digitalen Transformation und die ökonomischen und ökologischen Folgen der Globalisierung wirken sich auf Städte und Stadtregionen aus. Es entstehen **vielfältige neue Aufgaben**: Kommunen müssen sich mit Fragen zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung auseinandersetzen. Sie benötigen bei schrumpfender oder stark wachsender Einwohnerzahl und Siedlungsdichte neue Konzepte für einen umweltschonenden Um- und Rückbau von urbanen Infrastrukturen. Sie müssen so wirtschaften und sich entwickeln, dass eine nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen gewährleistet wird. Um eine hohe städtische Lebens- und

Infobox 1: Wesentliche Herausforderungen und Zielsetzungen einer umweltschonenden Entwicklung urbaner Räume im Kontext der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“

Herausforderungen

- ▶ Klimawandel und Klimaanpassung
- ▶ Unsicherheiten und Umwelteffekte des digitalen Transformationsprozesses
- ▶ Zunehmende Verknappung nicht-erneuerbarer Ressourcen
- ▶ Demografischer Wandel
- ▶ Wirtschaftliche und soziale Auswirkungen der Globalisierung
- ▶ Verändertes Konsum-, Freizeit- und Reiseverhalten

Zielsetzungen

- ▶ Nutzungsgemischt und kompakt
- ▶ Energie- und ressourcenschonend
- ▶ Treibhausgasneutral und klimaangepasst
- ▶ Sozial gerecht und partizipativ
- ▶ Resilient
- ▶ Schadstoff- und lärmarm
- ▶ Gesund
- ▶ Intelligent vernetzt
- ▶ Regional verankert

Umweltqualität sicherzustellen, ist eine intensive Auseinandersetzung mit dem urbanen Umwelt- und Gesundheitsschutz notwendig. Nicht zuletzt verändert der digitale Wandel in rasantem Tempo Konsum, Leben und Strukturen in urbanen Räumen.

Das UBA reagiert mit dieser Forschungsagenda darauf: Sie liefert einen Beitrag zur Formulierung und Adressierung von Fragen eines umweltschonenden Umbaus der städtischen Infrastrukturen, der nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen in Städten und einer umweltschonenden Stadtentwicklung, die gesunde Lebensbedingungen schafft. Dies erfordert eine **tiefgreifende Transformation** hin zu einer nachhaltigen Entwicklung und Gestaltung der Siedlungsräume und ihrer Strukturen – nicht zuletzt auch für die Erreichung der Ziele, wie sie in den Sustainable Development Goals (SDGs) der Vereinten Nationen (UN), der New Urban Agenda, der internationalen

und nationalen Klimapolitik, der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie oder dem Integrierten Umweltprogramm 2030 des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) formuliert sind.

Die Transformationspfade sind unterschiedlich und abhängig von den Entwicklungsbedingungen und Potenzialen jeder einzelnen Stadt. Kompakte, nutzungsgemischte, flächensparende und grüne Strukturen sind ein im integrierten Umweltprogramm des BMUB formuliertes Leitbild für die Entwicklung urbaner Räume in Deutschland (vgl. BMUB 2016a). Es muss mit konkreten Zielen einer umweltschonenden Entwicklung unterfüttert werden (siehe Infobox 1). Umweltschutz und Stadtentwicklung sind keine Gegenspieler; vielmehr gilt es, die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten zu finden und zu nutzen.

Die Perspektive Stadt

Der Begriff „urban“ wird sehr unterschiedlich gefasst. Zwischen städtischen Strukturen in den Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern herrschen große bauliche, planerische, rechtliche, soziale, wirtschaftliche und topografische Unterschiede. Während in wirtschaftlich stark wachsenden Ländern wie China Millionen-Metropolen auf der grünen Wiese geplant und in wenigen Jahren

errichtet werden, wachsen in Entwicklungsländern Städte und urbane Verdichtungsräume weitgehend unkontrolliert und häufig ohne Sicherstellung der notwendigen Einrichtungen der Daseinsvorsorge. In Industriestaaten wie Deutschland konzentriert sich das Hauptaugenmerk dagegen auf die Weiterentwicklung von gewachsenen Städten und die Erhöhung der Lebensqualität in urbanen Siedlungsräumen.

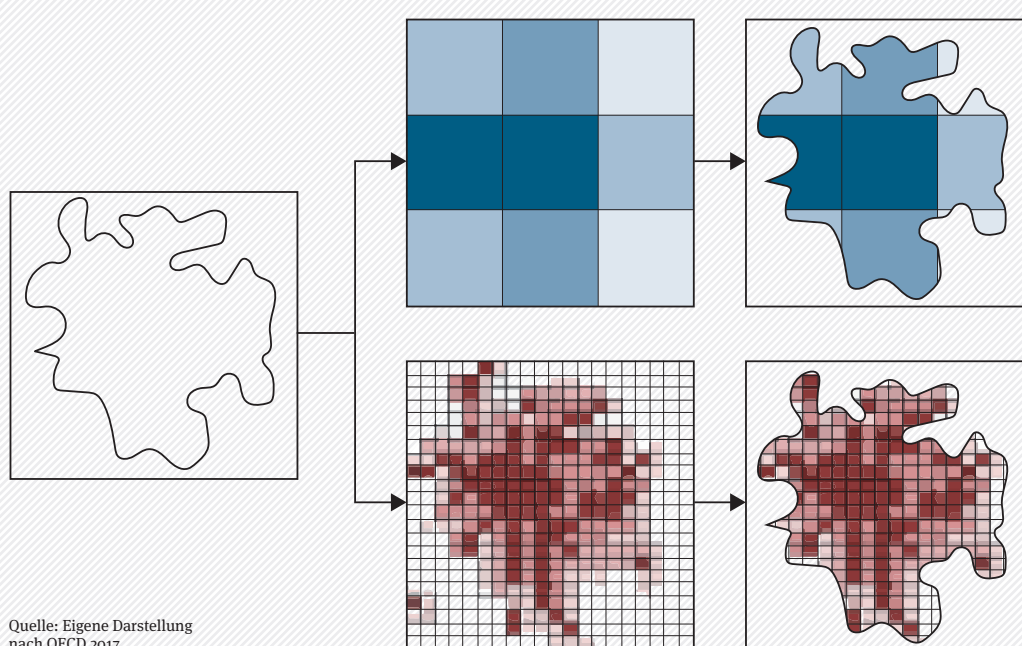
Die UBA-Forschungsagenda zieht die Situation urbaner Räume in Deutschland als Ausgangspunkt heran. Wie eingangs erwähnt, leben in Deutschland mehr als Dreiviertel der Menschen in Agglomerationsräumen mit dichter oder mitteldichter Besiedlung (Destatis 2014), nahezu 50 Prozent davon in Kleinstädten mit weniger als 20.000 Einwohnern (Deilmann 2016). Auch gibt es keine allgemeingültige Definition für Städte. Betrachtet man beispielsweise Orte mit Stadtrecht, so reicht die Spannweite von Berlin mit rund

3,5 Millionen Einwohner bis zum schleswig-holsteinischen Arnis mit 279 Einwohnern (Statistikamt Nord 2016). Da die Umweltwirkungen allerdings für alle Siedlungstypen und unabhängig von Klassifizierungen wie Größe oder Dichte relevant sein können, wird unter dem Begriff „Stadt“ im Rahmen dieser Agenda ein breites Verständnis von Siedlungsräumen zugrunde gelegt, das je nach funktionsräumlichem Kontext unterschiedlich gefasst sein kann (siehe Infobox 2).

Infobox 2: Das Verständnis von „urban“ im Rahmen der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“

Großstädte, Klein- und Mittelstädte, Metropolräume, vernetzte Stadtregionen und Stadt-Umland-Beziehungen – die räumlichen Strukturen Deutschlands sind sehr vielfältig. In der Stadtforschung gibt es daher zahlreiche Definitionsansätze und Abgrenzungskriterien (vgl. BBSR 2017a). Der Begriff Urbanität wurde durch die Stadtsoziologie geprägt, u. a. durch Louis Wirth, der die Charakteristika von Größe (Anzahl der Einwohner), Dichte und Heterogenität anführt (Wirth 1938). Je nach Ausgangslage (Bevölkerungsdichte, Bebauungsdichte, Pendlerströme, Wirtschaftsverflechtungen, Verwaltungsstrukturen etc.) und Fragestellung ergeben sich unterschiedliche Perspektiven und

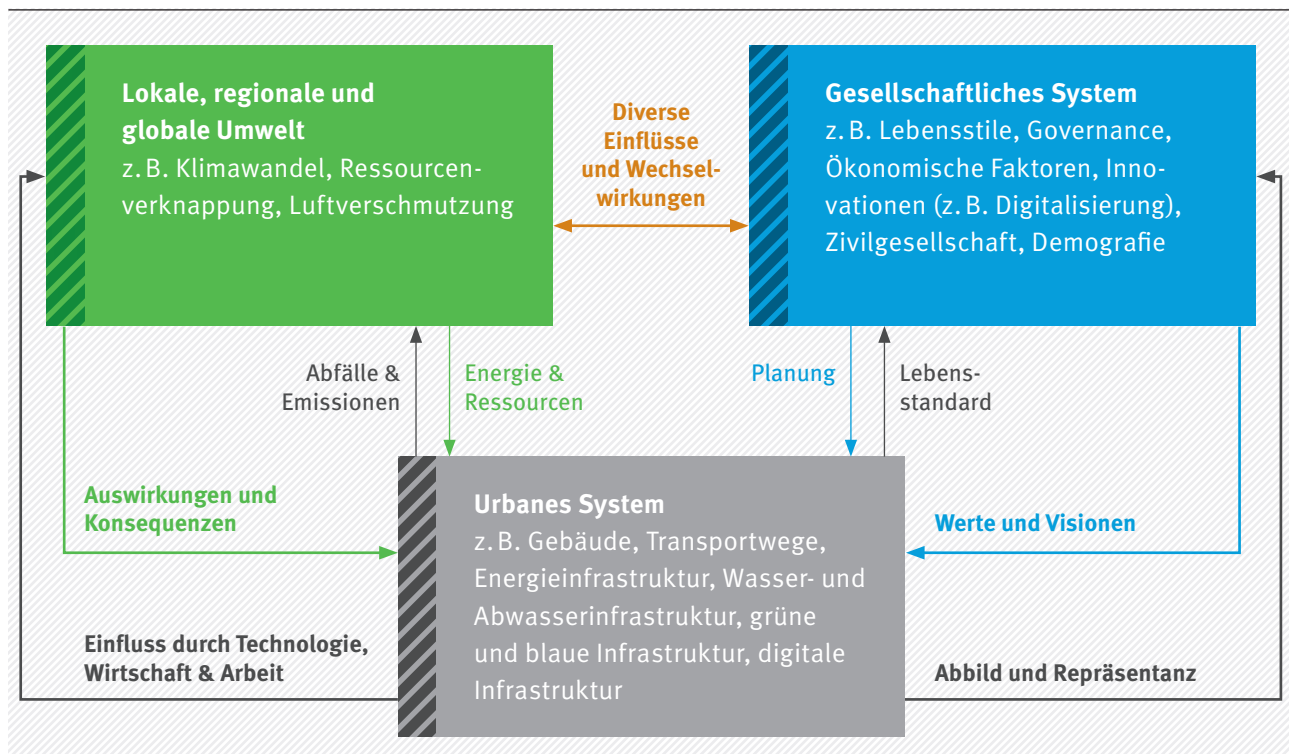
Raumbezüge. Die Tiefenschärfe und Abgrenzung eines Untersuchungsraums kann demnach je nach Forschungsfrage sehr unterschiedlich sein. Das macht untenstehende Grafik (Quelle: OECD 2017) deutlich: Er kann beispielsweise einzelne Quartiere umfassen (Darstellung unten) oder an administrativen Grenzen ausgerichtet sein (Darstellung oben). Er kann weniger verdichtete, suburbane Räume genauso in den Blick nehmen wie das Stadtumland oder die räumlichen Beziehungen in einer Stadtregion und darüber hinaus. Im Zentrum dieser Agenda stehen verdichtete Siedlungsräume, aber eine Festlegung auf bestimmte Stadttypen oder -größen wird bewusst nicht vorgenommen.



Quelle: Eigene Darstellung
nach OECD 2017

Abbildung 3

Wechselwirkungen zwischen Umwelt, Gesellschaft und urbanem System



Eigene Darstellung in Anlehnung an Bai (2016)

Urbane Systeme sind durch ein komplexes Zusammenspiel technologischer, gesellschaftlicher, ökonomischer, ökologischer, rechtlicher, sozialer und kultureller Aspekte geprägt. Sie stehen dabei immer in **Wechselwirkungen** und im **Zusammenspiel** mit der Umwelt und dem gesellschaftlichen System, wie Abbildung 3 vereinfacht illustriert.

Viele umweltrelevante Herausforderungen (s. Infobox 1) erfordern einen aktiven Umbau der Städte und eine gemeinschaftliche Stadtentwicklung. Die Stadt ist damit eine wesentliche **Handlungsebene für die Umsetzung einer nachhaltigen Entwicklung**. Dennoch stehen viele Kommunalverwaltungen und ihre Netzwerke (z. B. Unternehmen, Kooperationspartner) vor der Herausforderung, ihre Rolle für eine nachhaltige Entwicklung eigenständig wahrzunehmen, eigene Gestaltungsspielräume zu erkennen und auszufüllen. In dieser Rolle können sie Treiber von Innovationen, Zentren der Kreativität sowie Ausgangspunkte zivilgesellschaftlicher Initiativen sein, die Veränderungsprozesse hin zu nachhaltigen Lebensstilen und Konsummustern anstoßen. Städtebündnisse und Netzwerke wie ICLEI (Local Governments for Sustainability) oder der Covenant of Mayors

sind daher wichtige Vorreiter für eine nachhaltige Entwicklung.

Städte und Kommunen sind zwischen unterschiedlichen Zuständigkeiten übergeordneter politischer Ebenen eingebettet und müssen die vielfältigen Interessen beachten, zum Beispiel von Zivilgesellschaft und Privatwirtschaft. Das UBA versteht Stadtentwicklung daher als eine **Gemeinschaftsaufgabe** zahlreicher Akteure, die im Rahmen der formellen und informellen Planungsinstrumente und -prozesse gesteuert wird und unterschiedliche Interessen abwägt. Zugleich sind rechtliche, soziale oder technische Anforderungen sowie ökonomische Restriktionen zu beachten.

Über Beteiligungsprozesse können vielfältige Ansprüche integriert und „die Stadt“ gemeinsam gestaltet werden (vgl. BBSR 2016). Stadtplanung kann den Raum für das Wirken unterschiedlicher Akteure öffnen. Dabei gilt: Umweltschutz ist eine Gemeinwohlauflage mit gesamtgesellschaftlichem Wert und sollte Grundlage für einen von vielfältigen Akteuren beeinflussten und ausgehandelten Prozess sein.

Aktivitäten an der Schnittstelle von Stadtentwicklung und Umweltschutz

Eine nachhaltige Stadtentwicklung steht in Deutschland bereits durch verschiedene Aktivitäten auf der politischen Agenda. Die Bundesregierung hat im Rahmen der Hightech-Strategie 2012 die Vision einer CO₂-neutralen, klimaangepassten und energieeffizienten Stadt formuliert (BMBF 2014). Verschiedene Bundesressorts (Forschung, Umwelt, Bau, Wirtschaft und Verkehr) haben die „Nationale Plattform Zukunftsstadt“ (NPZ) ins Leben gerufen. In einem anwendungsorientierten, ressortübergreifenden, inter- und transdisziplinären Prozess wurden unter Beteiligung von Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis drängende Forschungsfragen zu einer „Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda“ (FINA) zusammengetragen (BMBF 2015). Basierend auf den Ergebnissen des NPZ-Prozesses fördert die Bundesregierung im Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklung“ (FONA) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) seit 2016 im Rahmen der Fördermaßnahmen „Nachhaltige Transformation urbaner Räume“ und „Umsetzung der Leitinitiative Zukunftsstadt“, Entwicklungen für Transformationsprozesse in urbanen Räumen, die in der Praxis erprobt werden sollen (BMBF 2015a). Als Nachfolgeprozess der NPZ wurde 2016 die „Innovationsplattform Zukunftsstadt“ (IPZ) eingerichtet, bei der Forschung und Entwicklung Lücken zwischen Wissen und Handeln schließen und wissenschaftliche Erkenntnisse in die kommunale Praxis übertragen soll.

Die deutschen Forschungsverbünde (Helmholtz-Gemeinschaft, Fraunhofer Gesellschaft, Leibniz-Gemeinschaft) sowie Hochschulen und Universitäten forschen aus unterschiedlichen Perspektiven für eine zukunftsfähige Stadtentwicklung. Ein Fokus liegt hier auf der Zusammenführung von technik-, natur- und sozialwissenschaftlichen Kompetenzen (KIT 2015) sowie technologieorientierten Ansätzen (FhG 2017). Das UBA unterstützt diese Aktivitäten an verschiedenen Stellen.

Auf internationaler Ebene haben die UN im Rahmen der Agenda 2030 erstmals ein international anerkanntes Nachhaltigkeitsziel (SDG) in Bezug auf Städte und Siedlungen formuliert. Das SDG 11 zielt darauf

ab „Städte und Siedlungen inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig [zu] machen“ (UN 2015, S. 23). Zehn Unterziele konkretisieren dieses Ziel. In der durch die UN-Mitgliedsstaaten verabschiedeten New Urban Agenda werden die Zielsetzungen des SDG 11 aufgegriffen und Maßstäbe für die Erreichung nachhaltiger, integrierter Stadtentwicklung im internationalen Kontext gesetzt (UN 2017).

Die EU hat 2016 mit dem „Pact of Amsterdam“ eine Urban Agenda verabschiedet, die sich der Komplexität von Stadtentwicklung über Schwerpunktthemen wie städtische Armut, Energiewende oder Luftqualität nähert (EU 2016). Mit der Aktualisierung der „Leipzig Charta“, welche für die deutsche EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2020 ansteht, sollen diese Themen erneut aufgegriffen werden.

Das UBA nimmt mit der Forschungsagenda ergänzend zu den beschriebenen Aktivitäten explizit die Umweltperspektive in den Blick und beleuchtet interdisziplinär **neue Forschungsfragen und -kontexte im Rahmen der Ressortforschung**. Mit der Expertise als zentrale Umweltbehörde Deutschlands will das UBA bislang wenig adressierte umweltbezogene urbane Forschungsfragen und -kontexte in integrativer Weise aufzeigen und bearbeiten. Es sollen urbane Umweltziele definiert, Synergien und Hemmnisse identifiziert und Lösungswege skizziert werden (s. auch Vorbemerkung). Im Zusammenspiel mit Einrichtungen, die sich ebenfalls mit nachhaltiger Stadtentwicklung und urbaner Nachhaltigkeitsforschung beschäftigen, sollen Potentiale für die Umwelt erschlossen und nutzbar gemacht werden (z. B. durch gemeinsame Forschungsvorhaben, aufeinander abgestimmte Maßnahmenprogramme, Umsetzung der UBA-Forschung im Rahmen praxisorientierter Modellvorhaben mit anderen Behörden und Einrichtungen).



3



Die drei Themencluster der Forschungsagenda

Für die künftige Forschung des UBA wurden im fachübergreifenden Agenda-Prozess ergänzend zu den Themen einzelner Fachgebiete **sechs zentrale Themen** mit interdisziplinärem und integrierendem Charakter identifiziert (Abb. 4). Drei dieser Themen – die **Themencluster** – wurden aufgrund der aktuellen, wesentlichen Herausforderungen und den damit verbundenen Zielsetzungen für den urbanen Umweltschutz als prioritär identifiziert (vgl. Kap. 1, Infobox 1).

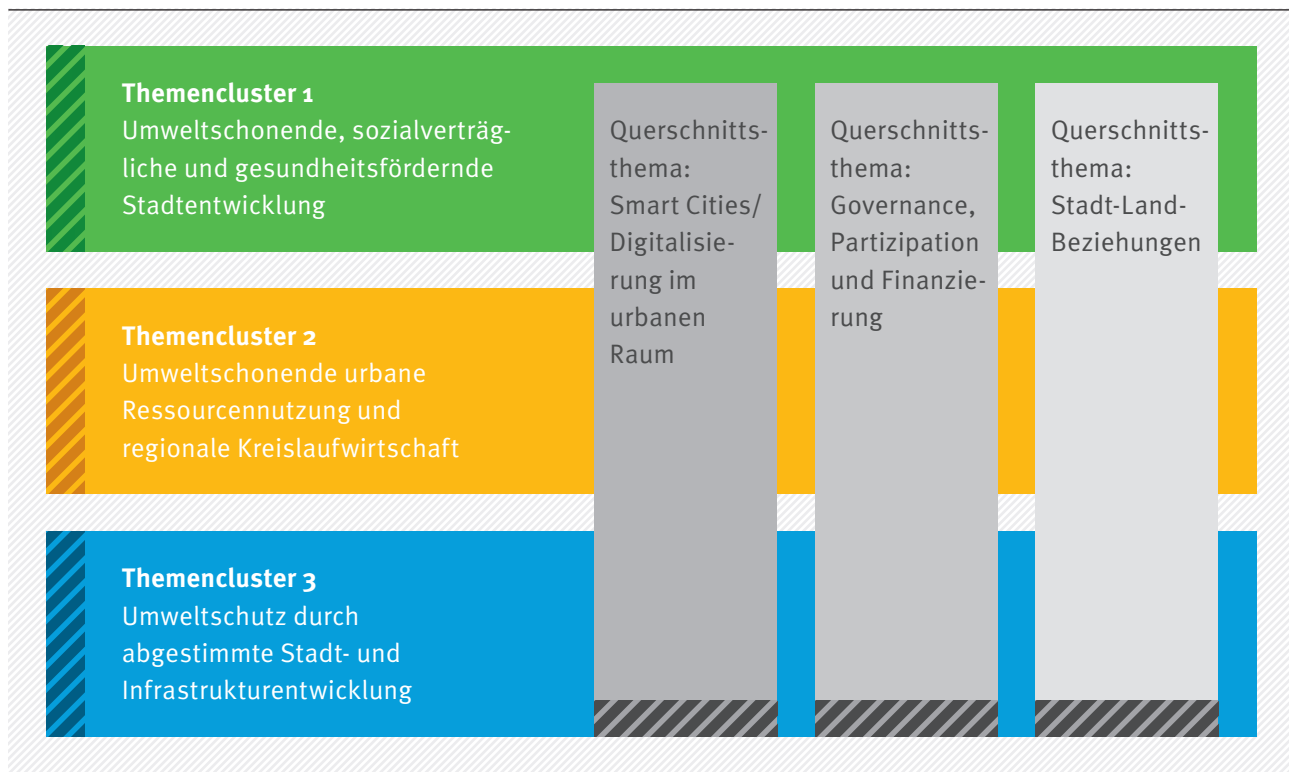
Das Themencluster „**Umwelt- und sozialverträgliche, gesundheitsfördernde Stadtentwicklung**“ begründet sich in den unterschiedlichen Nutzungsansprüchen auf dichtem Raum. Aus der Perspektive von Umwelt und Gesundheit ergeben sich Herausforderungen und Handlungsfelder aus dem hohen Nutzungsdruck auf Flächen, insbesondere auf städtische Frei- und Grünräume. Hinzu kommen die Anforderungen durch den Klimawandel und die Energiewende, durch die steigende Mobilitätsanforderungen, zu hohe Lärmbelastung und die oft unzureichende Luftqualität. Das Thema „**Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft**“ adressiert vor allem die Herausforderungen, die sich mit dem vergleichsweise hohen Verbrauch natürlicher Ressourcen in urbanen Siedlungsräumen ergeben. Damit adressiert das Thema u. a. die Empfehlungen des Wissenschaftlichen Beirates Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung (WBGU) und die Handlungsfelder des Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess II) (vgl. WBGU 2016, BMUB 2016). Es gilt beispielsweise die urbanen Stoffströme besser zu verstehen und entsprechende ressourcenschonende Strategien und Maßnahmen abzuleiten. Daneben betrachtet dieses Themencluster die Potentiale urbaner Räume für die Ressourcenschonung, etwa durch die nachhaltige Bewirtschaftung des anthropogenen Lagers. Das Themencluster „**Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung**“ richtet seinen Blick auf die Schnittstelle zwischen Stadtentwicklung einerseits und der Planung und Entwicklung von Infrastrukturen andererseits. Urbane Infrastrukturen sind Grundlage für fast alle Bereiche des modernen städtischen Zusammenlebens und stellen wesentliche Leistungen der Daseinsvorsorge bereit. Gleichzeitig gehen mit ihnen teils hohe Umweltauswirkungen einher, wie der Energie- und Ressourcenverbrauch. Das Themencluster richtet seinen Blick daher auf Synergien und Wechselwirkungen, auf gemeinsam zu bestimmende Umweltziele und -kriterien sowie auch auf Abstimmungs- und Vernetzungspotentiale für die Schaffung von resilienten, sozialverträglichen und umweltschonenden Stadt- und Infrastrukturen.

Ergänzend wurden **drei Querschnittsthemen** identifiziert (s. Kapitel 4), die auf Grund ihrer breiten Wirkungen oder sehr grundsätzlichen Fragestellungen viele Bereiche und Ebenen im urbanen Kontext betreffen und beeinflussen: „**Smart Cities und Digitalisierung im urbanen Raum**“,



Abbildung 4

Die Themencluster und Querschnittsthemen der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“



Eigene Darstellung

„Governance, Partizipation und Finanzierung“ und „Stadt-Land-Beziehungen“. Sie verbinden verschiedene Einzelthemen und richten den Blick auf übergreifende Forschungsfragen zum urbanen Umweltschutz, weshalb alle Themencluster Bezüge zu den drei Querschnittsthemen haben.

3.1 Themencluster 1 Umweltschonende, sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Stadtentwicklung

Ambitionierte Umweltqualitätsziele für ein gesundes Leben in Städten zu formulieren und zu erreichen, muss eine hohe Priorität erhalten. Zugleich müssen Synergien und Zielkonflikte mit sozialen und ökonomischen Belangen der Stadtentwicklung stärker identifiziert und Strategien zu deren Nutzung bzw. Reduzierung entwickelt werden. Vor dem Hintergrund der Bedürfnisse einer sozio-kulturell und sozio-ökonomisch ausdifferenzierten Bevölkerung und den multifunktionalen Ansprüchen an die städtischen Räume gilt es, gute Umwelt- und gesunde Lebensbedingungen in Städten zu erhalten bzw. zu

erreichen. Diese sind mit den Zielsetzungen einer sozialverträglichen Stadtentwicklung in Balance zu bringen, beispielsweise bei der Schaffung von bezahlbarem Wohnraum und einer funktionalen und sozial-räumlichen Durchmischung.

Stadtentwicklung und Stadtplanung haben einen **Integrationsanspruch**. Das bedeutet, sie sollen alle Belange im Raum koordinieren und zu einem Ausgleich bringen. Belange des vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutzes sind von Stadtentwicklungsprozessen in vielfältiger Weise betroffen. Zugleich ist die Umweltschonung nur ein Belang unter vielen, die im Rahmen der Planungs- und Entscheidungsprozesse behandelt werden (Hinzen/Bunzel 2000). Gleiches gilt für Gesundheitsbelange. Sie waren schon vor vielen Jahrzehnten Bestandteil planerischer Leitbilder (Charta von Athen 1933). Dennoch haben sie in strategischen Planungsentscheidungen erst seit Kurzem wieder verstärkt Aufmerksamkeit erhalten, z. B. im Kontext von Überhitzung, Lärmbelastung, Freiräumen und Bewegungsmöglichkeiten (Rüdiger/Baumgart 2016: 15ff; Adam/Othengrafen 2016).

Künftig gilt es, **Umwelt- und Gesundheitsbelange** in Stadtentwicklungsprozessen zu **stärken** und die Gemeinsamkeiten mit einer sozialverträglichen Stadtentwicklung herauszuarbeiten. Denn der Zustand der urbanen Umwelt und gesunde Lebensbedingungen sind entscheidend für die Lebensqualität in Städten (Bunzel/Hinzen 2000; Böhme/Kliemke/Reimann/Süß 2012; Adam/Othengrafen 2016:6). Ein starker städtischer Umwelt- und Gesundheitsschutz ist daher kein Hemmnis, sondern muss als Nutzen und Voraussetzung für eine erfolgreiche Stadtentwicklung verdeutlicht und in kommunales Alltagshandeln integriert werden.

Es gibt enge Wechselbeziehungen zwischen Umwelt, Gesundheit und sozialen Belangen der Stadtentwicklung, die unter dem Stichwort Umweltgerechtigkeit adressiert werden. Umweltgerechtigkeit bedeutet, gesunde Umweltverhältnisse für alle zu schaffen und damit bestmögliche umweltbezogene Gesundheitschancen für alle herzustellen. Die unterschiedliche demografische und wirtschaftliche Situation einzelner Städte und ihres Umlandes (z. B. Verankerung bestimmter Branchen/Sektoren, Entwicklung des Immobilienmarktes) sind wichtige Einflussfaktoren für die spezifischen Umweltqualitäten und -probleme. Um innovative Lösungen einer umwelt- und sozialverträglichen, gesundheitsfördernden Stadtentwicklung in die breite Umsetzung zu bringen, gilt es daher, nicht nur die Pioniere zu adressieren und gute Beispiele zu fördern, sondern auch die bislang weniger sichtbaren

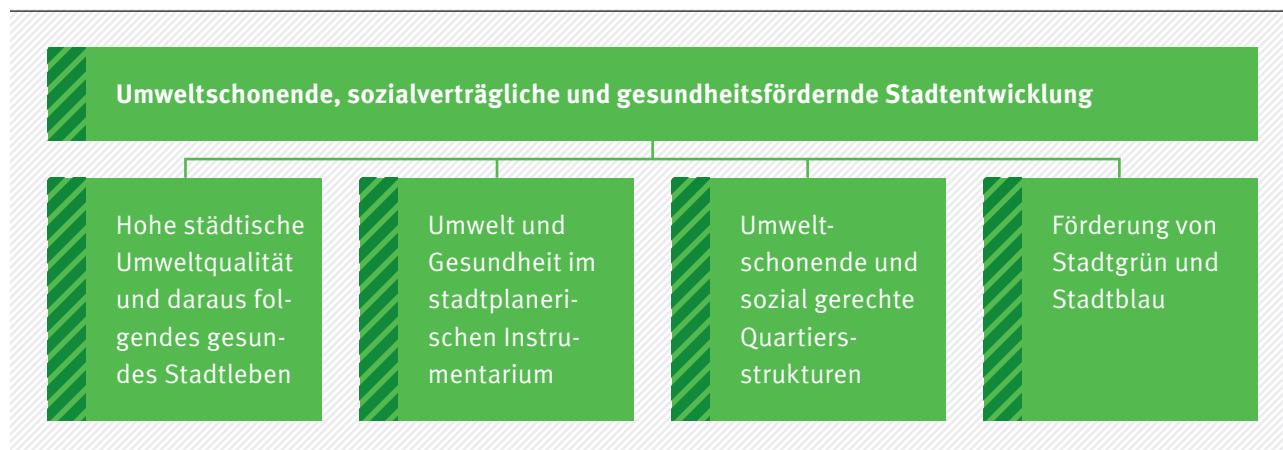
Akteure und Gesellschaftsgruppen (z. B. Akteure in Klein- und Mittelstädten) zu erreichen.

Zu den Anforderungen einer gesundheitsfördernden, umwelt- und sozialverträglichen Stadtentwicklung gehören genügend Frei- und Grünflächen, kompakte undutzungsgemischte Strukturen, eine vielfältige und qualitativ hochwertige Gestaltung. Dabei bleiben Konflikte nicht aus. Segregations- und Gentrifizierungsprozesse, hohe Belastungen durch Mieten und die Konzentration von Umweltbelastungen in bestimmten Quartieren gehören zu den konfliktträchtigen Handlungsfeldern. Ein gerechter Zugang zu sozialer Infrastruktur und öffentlichen Räumen sowie zu Instrumenten der Mitwirkung an Planungs- und Entscheidungsprozessen sind angesichts der unterschiedlichen Nutzungsansprüche im urbanen Raum entscheidend. Dabei spielen Fragen der Partizipation und Governance in einer digitalisierten Welt eine zentrale Rolle.

Welchen Forschungsthemen in diesem weiten Feld kommt künftig eine besondere Bedeutung zu? Im Rahmen der strategischen Forschungsagenda wurden **vier Schwerpunktthemen und der jeweilige Forschungsbedarf** identifiziert (Abb. 5). Die Unterthemen weisen zahlreiche Bezüge zueinander auf und sind nicht in jedem Fall scharf voneinander zu trennen. Aber sie ermöglichen den Zugang aus unterschiedlichen Perspektiven und mit verschiedenen Schwerpunkten.

Abbildung 5

Arbeitsschwerpunkte im Themencluster „Umwelt- und sozialverträgliche, gesundheitsfördernde Stadtentwicklung“



Eigene Darstellung

3.1.1 Hohe städtische Umweltqualität

Eine **hohe städtische Umweltqualität und damit gesunde Lebensbedingungen** sind Ziel einer umwelt- und sozialverträglichen Stadtentwicklung. Die Liste der dafür notwendigen Maßnahmen ist lang und vielfältig: Verbesserung der Luftqualität (Innenraumlauft, aber auch der Hintergrundbelastung u. verkehrsbedingte Luftverschmutzung), Erhalt und Wiederherstellung von Boden- und Gewässerqualität, Maßnahmen zur Lärmreduzierung, Maßnahmen zur lokalen Klimaregulierung und Anpassung an den Klimawandel, sichere und umweltfreundliche Mobilität, die Schaffung von Erholungs- und Bewegungsräumen und deren Zugänglichkeit für alle Bevölkerungsgruppen.

Forschungsbedarf

Im Zentrum steht eine Reduzierung von gesundheitsgefährdenden Umweltbelastungen. Zentrale Forschungsfragen sind:

- ▶ Wie lässt sich eine sozialräumliche Konzentration von Mehrfachbelastungen durch Umweltprobleme (wie Lärm, Luftbelastung, bioklimatische Belastung oder Mangel an Grünräumen) in Städten für einen verbesserten Umwelt- und Gesundheitsschutz (inklusive Datenverfügbarkeit und -erfassung) vermeiden oder reduzieren?
- ▶ Wie lassen sich „gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse“ im Rahmen der Bauleitplanung (§ 1 Abs.6, Nummer 1 BauGB), des besonderen Städtebaurechts (im Sinne des § 136 BauGB, Definition des städtebaulichen Missstands) und den bauordnungsrechtlichen Vorschriften der Länder sowie von „Umweltgerechtigkeit“ in den Verwaltungsvereinbarungen zur Städtebauförderung operationalisieren?
- ▶ Wie können die sich aus Altlasten und Bodenbelastungen ergebenden Hemmnisse für eine Stadtentwicklung überwunden werden? Was muss beachtet werden, damit heute nicht die Altlasten von morgen gebaut werden (Bauweise, Bauprodukte)?

3.1.2 Umwelt und Gesundheit im stadtplanerischen Instrumentarium

Ein wichtiges Thema ist die Rolle von **Umwelt- und Gesundheitsbelangen im stadtplanerischen Instrumentarium**. Es gilt, Belange von Umwelt und Gesundheit konstruktiv in planerische Prozesse einzubringen, ihren Nutzen aufzuzeigen und dazu beizutragen, Zielkonflikte und Widersprüche mit anderen Belangen aufzulösen und planerischen Gestaltungs- und Abwägungsspielraum zu erhalten und zu schaffen, ohne ein hohes Umweltschutzniveau aus dem Blick zu verlieren. Hierbei sind die Relevanz einer hohen urbanen Umweltqualität zu verdeutlichen und – trotz hohem Entscheidungsdruck und schneller werdenden Stadtentwicklungsprozessen – Umweltschutzziele systematisch zu verankern (vgl. auch BMBF 2015:18). Das bestehende Instrumentarium muss auf seine Wirkung für die strategische Erreichung von Umwelt- und Gesundheitsbelangen beim Bauen (vgl. KNBau 2016a), in der Stadtentwicklung sowie in Stadt-Umland-Beziehungen untersucht werden.

Forschungsbedarf

Im Zentrum steht die Frage nach Integration von Umwelt- und Gesundheitsbelangen in den planerischen Alltag:

- ▶ Wie können Belange von Umwelt- und Gesundheitsschutz in planerischen Prozessen konstruktiv zu den aktuellen Herausforderungen der Stadtentwicklung und zur Reduzierung von Zielkonflikten beitragen (bspw. Herausforderungen der Innenentwicklung) und zugleich die Erreichung eines hohen Umweltschutzniveaus sicherstellen?
- ▶ Wie können planerische Instrumente dazu beitragen, kompakte Stadt- und Quartiersstrukturen mit kurzen Wegen, einer flächensparende Siedlungsentwicklung, qualitätsvollen, öffentlichen Räumen und zugleich einer ressourcensparenden Bauweise (hinsichtlich Baumaterial, Nutzungsintensität, natürlichen Ressourcen, Erschließungsaufwand usw.) zu realisieren?

- Wie können bodenrechtliche Regelungen und Planungsinstrumente dazu beitragen, Umweltqualitätsziele auf städtischer Ebene zu erreichen? Worin bestehen die Hemmnisse in der Umsetzung eines höheren Umweltschutzniveaus in der Stadtplanung und wie können diese überwunden werden?
- Wie kann im Zusammenspiel von Umweltfachplänen (Grünpläne, Luftreinhaltung, Hitzeaktionspläne, Starkregenkonzepte, Gesundheitsfachpläne u.a.) und der Stadtplanung auf kommunaler Ebene das Umweltqualitätsniveau und der Gesundheitsschutz in Städten verbessert werden? Wichtig hierfür ist die Bereitstellung von Umweltinformationen und -daten für Umweltfachpläne als Grundlage für eine integrierte Stadtentwicklung, außerdem eine Harmonisierung der Berichterstattung für verschiedene Umweltfachpläne (Lärm, Luft).

3.1.3 Umweltschonende und sozial gerechte Quartierstrukturen

Das Quartier ist von hoher Bedeutung für das alltägliche Leben in der Stadt. Daher kommt der **umweltschonenden und sozialverträglichen Quartiersentwicklung** mit seinem baulichen Bestand und der unmittelbaren Einwirkung auf den Menschen eine besondere Bedeutung zu. Gerade hier müssen Synergien von umwelt- und sozialverträglichen sowie gesundheitsfördernden Konzepten und Bauweisen gefunden und genutzt werden (KNBau 2016b). Die Perspektive auf das Quartier und seine räumlichen Zusammenhänge kann dabei neue Handlungsspielräume eröffnen (Walter 2016; Rittel et al. 2014). Viele Menschen möchten in ihrem direkten Lebensumfeld, in der Stadt und im Quartier Veränderungen anstoßen, die ihre eigene Situation verbessern und positiv auf das Zusammenleben wirken. Hier gilt es beispielsweise zu untersuchen, wie Stadtentwicklung zivilgesellschaftlich getragene Innovationen fördern und realisieren kann.

Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen konkrete Einzelaspekte, die die Lebensqualität in Quartieren entscheidend beeinflussen:

- Identifizieren von Zielkonflikten und Lösungsansätzen umwelt- und sozialverträglicher Quartiersentwicklung und Bestandssanierung: Wie kann der Gebäudebestand in bestehenden Stadtquartieren so saniert und weiterentwickelt werden, dass er energie- und ressourceneffizient ist und dabei die unterschiedlichen Zielsetzungen wie Klimaschutz und soziale Belange nicht gegeneinander ausgespielt werden? (weitere Beispiele: Lärmsanierung, Gentrifizierung; umwelt- und sozialverträgliche städtische Tourismuskonzepte; umwelt- und gesundheitsverträglicher, bezahlbarer Wohnraum in verdichteter Bauweise).
- Wie können quartiersbezogen mögliche Belastungen und Entlastungspotenziale (bspw. durch Verdichtung einerseits und Erholungsräume andererseits) räumlich aufeinander bezogen und ausgeglichen werden?
- Welche Rolle können Wohnungswirtschaft, Gewerbetreibende oder Genossenschaften für eine stärker umwelt- und sozialverträgliche Stadtentwicklung spielen? Wie können diese als Akteure einer sozial und umweltorientierten Stadtentwicklung gestärkt werden (bspw. welche Motivallianzen liegen vor, welche Kooperationen und Bündnisse könnten/sollten dafür unterstützt werden)?
- Stadtentwicklung/Stadtplanung als „Ermöglicher“ umwelt- und sozialverträglicher, gesunder Lebensweisen: Wie kann das Potenzial umweltbezogener Themen (z. B. umweltorientierte Bestandssanierung; Suffizienz) für eine integrative Quartiersentwicklung nutzbar gemacht werden? Wo liegen Motivallianzen mit anderen Akteuren für eine nachhaltige Stadtentwicklung, z. B. mit Sozial- und Wohlfahrtseinrichtungen, dem Gesundheitswesen, Bildungsträgern, Jugendhilfe etc.? Wie können entsprechende Kooperationen und Bündnisse angeregt und unterstützt werden? Können Altbauten und Bestandsgebäude über eine touristische Nutzung neue Bedeutung erlangen?

3.1.4 Förderung von Stadtgrün und Stadtblau

Eng verbunden mit den anderen Schwerpunktthemen ist die **Umweltrelevanz von Stadtgrün und Stadtblau**. Die beiden Begriffe beziehen sich auf die verschiedenen Formen urbanen Grüns (Parks, Straßenbegleitgrün, Dachbegrünung usw.) sowie der Wasserflächen (Flüsse, Seen, Überschwemmungsflächen). Beide tragen in der Stadt wesentlich zur Umwelt- und Lebensqualität, zur Förderung der Gesundheit und dem Erhalt der Biodiversität bei. Dabei können sehr verschiedene, durch Vegetation oder Wasser geprägte Flächen oder bauliche Elemente Teil dieser Infrastruktur sein (Hansen et al. 2017: 3).

Im Zuge der auch aus Gründen des Umweltschutzes angestrebten, verstärkten Innenentwicklung und Nachverdichtung geraten Grün- und Freiflächen in wachsenden Städten unter Druck. In der Balance zwischen höheren baulichen Dichten und guten Frei- und Grünraumqualitäten müssen neue Formen multifunktionalen Stadtgrüns und Stadtblaus definiert werden und auch ihre Bewirtschaftung in die Planung einbezogen werden. Städtische und regionale Grünräume und Wasserflächen können Türöffner für die Beteiligung und Stärkung lokalen Engagements für Umweltbelange, aber auch für die Intensivierung des sozialen Zusammenhalts sein. Strategien für eine umweltschonende und sozialgerechte Nutzung von Stadtgrün und Stadtblau dienen zugleich städtischen Umweltschutzziele wie der Klimawandelanpassung, dem sparsamen Umgang mit Fläche und dem sozialen Zusammenhalt.



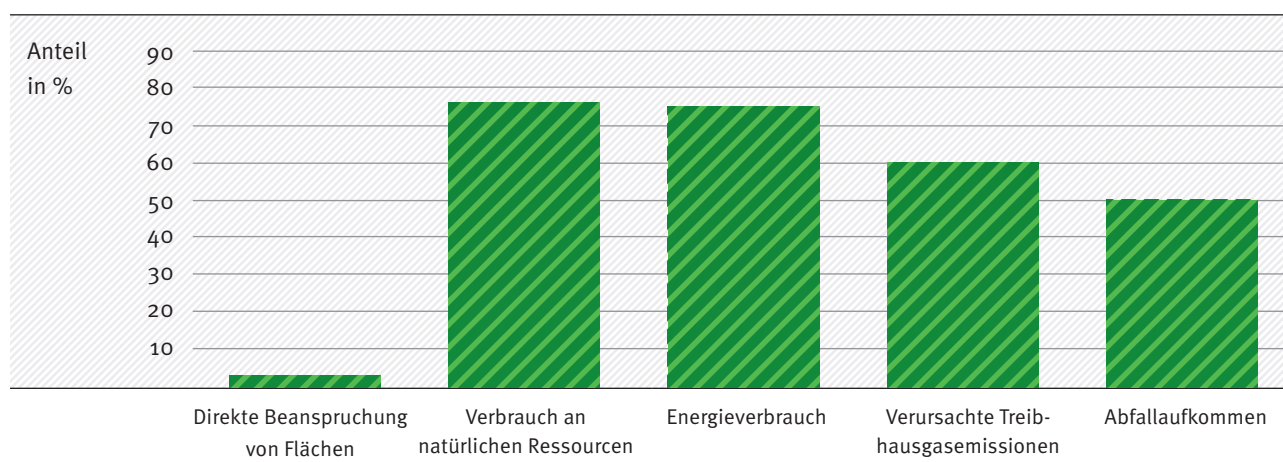
Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen die vielfältigen Potenziale einer gezielten Grünraumplanung unter sozialen und umweltbezogenen Aspekten:

- ▶ Wie ist die Situation der Grünraumplanung und die Umsetzung einer wassersensiblen Stadtentwicklung in deutschen Kommunen (Stichwort: Schwammstadt)? Wie tragen sie mit ihren Instrumenten zum städtischen Umwelt- und Gesundheitsschutz bei, u.a. bei Klimawandelanpassung, Lärmschutz, Luftqualität, Gesundheit, Einsatz von Schädlingsbekämpfungsmitteln? Wie ist die Grünraumplanung verzahnt mit Stadt- und Infrastrukturentwicklung, Bodenschutz und Biodiversität?
- ▶ Welche Bewirtschaftungskonzepte können die Realisierung umweltrelevanter Grün- und Blauflächen in der Stadt unterstützen (wo gibt es Potenzial des Voneinander-Lernens?)
- ▶ Welche Potenziale (bspw. weniger Belastung durch Pestizide) und Risiken (bspw. höhere Schadstoffbelastung) hat Mikro-Landwirtschaft für den städtischen Umweltschutz und als städtischer Erlebensraum? Umweltqualität ist im Stadtraum erlebbar zu machen und mit Umweltbildung zu verknüpfen (z. B. Projekte für die Nutzung des urbanen Raums zum Anbau von Lebensmitteln)
- ▶ Inwieweit kann Stadtgrün einen Beitrag zur Vermeidung der zunehmenden Klimatisierung von Gebäuden leisten? Welches Potential haben Stadtgrün und Stadtblau zur Verringerung von Hitzeinseln?
- ▶ Inwieweit kann die Qualifizierung von Stadtgrün und -blau im direkten Wohnumfeld einen Beitrag leisten, um Erholungsräume im Umland zu entlasten und so z. B. auch Verkehrsströme zu reduzieren? Wie können Nutzungskonflikte (z. B. Lärmstörungen) zwischen Vor-Ort-Wohnenden und Freizeitnutzenden auf städtischen Grün- und Freiflächen vermindert werden?

Abbildung 6

Globale Anteile des urbanen Energie- und Ressourcenverbrauchs, der urbanen Treibhausgasemissionen und des urbanen Abfallaufkommen



Quellen: United Nations Environment, 2012; The World Bank, 2009. Eigene Darstellung

3.2 Themencluster 2 Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft

Global werden nur zwei Prozent der Flächen direkt durch Städte eingenommen, wohingegen der Verbrauch an den global verfügbaren natürlichen Ressourcen (z. B. mineralische Rohstoffe) durch urbane Gebiete erheblich ist (Abb. 6).

Prognosen zufolge finden bis 2030 etwa 81 Prozent des globalen Konsums in urbanen Ballungsgebieten statt, 91 Prozent des weltweiten Konsumanstiegs werden zwischen 2015 und 2030 voraussichtlich dort ausgelöst (McKinsey 2016). In Entwicklungs- und Schwellenländern müssen teils gänzlich neue Siedlungs-, Ver- und Entsorgungsstrukturen errichtet werden (UN DESA 2015). Der WBGU hat mit dem Hauptgutachten 2016 deutlich gemacht, dass vor allem die Schwellenländer enorme urbane Stoffströme verursachen. Beispielsweise hat China zwischen 2008 und 2010 mehr Zement verbaut als die USA im gesamten 20. Jahrhundert (WBGU 2016).

Diese Tatsache spiegelt sich auch in Deutschland wieder. Neue Gebäude und Infrastruktur entstehen vor allem in städtischen Regionen (Destatis 2016). Berechnungen zufolge flossen 2010 allein in den Wohnungs- und Nichtwohnungsbau insgesamt rund 121 Millionen Tonnen an Baustoffen. **Der Materialbestand in Deutschlands Städten wächst**, denn lediglich rund 42 Millionen Tonnen Material aus Abbruch und Rückbau flossen im gleichen Jahr ab (BBSR 2017). Die Konsequenz: Deutschland verfügt über ein reichhaltiges, anthropogenes Lager, was neue Chancen und Herausforderungen mit sich bringt. Die nachhaltige Bewirtschaftung dieses Lagers ist unter dem Begriff „Urban Mining“ eine der zentralen Zukunftsaufgaben (s. auch UBA 2017a).

Der **hohe Ressourcenverbrauch** der Städte erzeugt Handlungsbedarf. So ist der Trend zur Ausweitung der Wohn- und Siedlungsflächen sowie der Infrastruktur pro Einwohner nach wie vor ungebrochen (Deilmann 2016). Eine ressourcenschonende Stadtentwicklung rückt getreu dem Prinzip „Dort sparen, wo der Verbrauch am höchsten ist“ daher zunehmend in den Fokus von Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Politik (vgl. BMUB 2016, BMUB 2016a).

Abbildung 7

Arbeitsschwerpunkte im Themencluster**„Umweltschonende urbane Ressourcennutzung und regionale Kreislaufwirtschaft“**

Eigene Darstellung

Handlungsspielräume für die nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen im urbanen Raum zeigen sich an verschiedenen Stellen. Etwa bei Nach- und Umnutzung von Beständen, bei der Gebäude- und Quartiersanierung, durch effizientes Flächenmanagement, durch eine regionale Kreislaufwirtschaft in verschiedenen Sektoren (z. B. produzierendes Gewerbe, Landwirtschaft/Ernährung, Baugewerbe), die Förderung einer Sharing Economy und die Förderung regionaler Bauprodukte sowie einer regionalen Baukultur. Bei der Sanierung, dem Um- und Neubau von Gebäuden und Infrastrukturen öffnen sich Zeitfenster, die den Verbrauch und die Nutzung von natürlichen Ressourcen teils für Jahrhunderte festlegen. Dieses Potenzial gilt es zu erkennen und zu nutzen, um regional angepasste Strategien für eine ressourcenschonende Stadtentwicklung entlang des gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und Infrastrukturen zu entwickeln.

Das UBA formuliert mit diesem Themencluster wesentlichen Forschungsbedarf zur Stärkung einer umweltschonenden urbanen Ressourcennutzung und regionalen Kreislaufwirtschaft. Stadt-Umland-Beziehungen und örtliche Gegebenheiten werden berücksichtigt. Die zentralen Begriffe definieren sich gemäß dem UBA-Glossar zum Ressourcenschutz (UBA 2012).

3.2.1 Umweltwirkungen und -effekte der Ressourcennutzung

Um zentrale Handlungsfelder für eine **umweltschonende Nutzung von natürlichen Ressourcen im urbanen Raum** zu identifizieren, müssen zunächst die **Umweltwirkungen und -effekte** städtischer und regionaler Aktivitäten betrachtet werden. Hier besteht eine erhebliche Forschungslücke, insbesondere bezüglich geeigneter Datengrundlagen (vgl. WBGU 2016).

Die Morphologie einer Stadt hat einen hohen Einfluss auf die Stoffströme. Auch die örtliche Demografie, wirtschaftliche Standortfaktoren oder die geographischen Eigenheiten vor Ort beeinflussen die Nutzung von natürlichen Ressourcen. Gerade im Hinblick auf die Frage, welche Skalen für die Kreislaufführung gewisser Stoffe und Materialien am besten geeignet sind, ist eine Kategorisierung notwendig. Des Weiteren müssen die Stoffströme identifiziert werden, die für eine Stadt und ihr Umland überhaupt relevant sind. Zusammenhänge zwischen Zielen einer nachhaltigen Stadtentwicklung und den Umweltwirkungen der urbanen Ressourcennutzung sind ein weiterer wichtiger Bereich zur Identifikation von zentralen Handlungsoptionen. Hier stellen sich unter anderem Fragen nach den Auswirkungen flächenpolitischer Entscheidungen und den Zusammenhängen zwischen urbaner Lebensqualität und dem Verbrauch an natürlichen Ressourcen in Siedlungsgebieten. Nicht zuletzt ist die Betrachtung der zeitlichen Dimension ein weiterer wichtiger Bestandteil, der durch dieses Unterthema abgedeckt wird.

Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen Forschungsthemen, die zu einer besseren Datenlage beitragen und damit zentrale Zusammenhänge zwischen urbanen Stoffströmen, der Ressourceninanspruchnahme und den Umweltwirkungen abbilden:

- ▶ Wie gelingt es, eine belastbare Datengrundlage für Stoffstrommodelle und -analysen zur Abbildung des urbanen Metabolismus zu erstellen und wie können verschiedene Städtetypen stoffstromorientiert modelliert werden um daran anknüpfend Ressourcen- und Umweltwirkungen zu identifizieren?
- ▶ Welche Wirkungszusammenhänge zwischen der Nutzung natürlicher Ressourcen und privaten bzw. kommunalen Verhaltens- und Entscheidungsmustern (z. B. urbane Konsummuster, städtisches Investitionsverhalten, flächenpolitische Entscheidungen der Kommunen, regionale Bauformen etc.) sind erkennbar und wie ist deren Einfluss auf die Umweltmedien?
- ▶ Was sind geeignete Indikatoren zum Monitoring einer ressourcenschonenden Siedlungsentwicklung unter der Voraussetzung einer robusten Datenlage?
- ▶ Welches sind geeignete Skalen (Quartier – Stadt – Stadtregion – Umland - überregional) für eine nachhaltig regionale Kreislaufwirtschaft? Es stellt sich u.a. die Frage, welche Konzepte und Strategien (z. B. für Baustoffe, Elektronik, Lebensmittel etc.) für welche Skala am besten funktionieren.
- ▶ Wie lassen sich zeitlich und räumlich dynamische Szenarien für Bautätigkeiten (Rückbau, Ausbau, Neubau, Umnutzung etc.) mit deren korrespondierenden Umweltwirkungen darstellen? Hierbei kann auf Vorarbeiten des UBA aus dem Projekt „Treibhausgasneutrales und Ressourcenschonendes Deutschland 2050“ (RTD 2050) zurückgegriffen werden.
- ▶ Welchen Einfluss hat der digitale Wandel im urbanen Raum (Smart City) für künftige Ressourceneinsparungen unter Beachtung verschiedener möglicher Entwicklungspfade?

3.2.2 Gestaltung der umweltschonenden Ressourcennutzung und Transformation zur Kreislaufwirtschaft

Durch einen zielorientierten Mix aus Umweltordnungsrecht, ökonomischen und planerischen Instrumenten, Anreizsystemen und kooperativen Maßnahmen lässt sich die Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen im urbanen Raum erheblich mindern. Für eine **Gestaltung der umweltschonenden Ressourcennutzung und eine Transformation zur regionalen Kreislaufwirtschaft** kann zwischen Bottom-Up-Ansätzen (akteursorientiert) und Top-Down-Ansätzen (planungs- und rechtsorientiert) unterschieden werden.

Beispiele für Bottom-Up Ansätze sind Sharing Konzepte auf Quartiers- und Stadtteilebene, die Entwicklung von Anreizsystemen zum stärkeren Einsatz von Recyclingmaterial oder umwelt- und gesundheitsverträglichen Baustoffen, die Stärkung von Suffizienz (Genügsamkeit) bei der Ressourcennutzung, effizientere Sammel- und Aufbereitungssysteme für Abfälle und Anreize für einen ressourcenschonenden privaten Konsum.

Zu den Top-Down Ansätzen gehören die gezielte Nutzung stadtplanerischer Instrumente (und damit des BauGB) für die Ressourcenschonung, Instrumente und Maßnahmen zur Reduzierung des Litterings, z. B. durch Stärkung von Mehrwegsystemen für „Coffee to go“-Becher und von Poolsystemen, Regelungen für ein Produktdesign mit höherer Nutzungsdauer, gezieltes kommunales „Nudging“ (Anregen, Stupsen) durch visuelle Elemente oder Gebühren- und Steuersysteme und Regelungsmaßnahmen für den ressourcenschonenden öffentlichen Konsum und der damit zusammenhängenden Logistik.

Flankierend sollten rechtliche, ökonomische und planerische Hemmnisse, wie bei der öffentlichen und privaten Auftragsvergabe und der Verwendung von Ersatzbaustoffen (z. B. MantelVO) identifiziert und gegebenenfalls beseitigt werden. Insbesondere Bauherren benötigen Rechtssicherheit. Die Identifikation von Verantwortlichkeiten in bestimmten Bereichen der kommunalen Steuerung ist wichtig, um zentrale Akteure und deren Rollenverständnisse zu erkennen. Vor allem die Zusammenhänge zwischen kommunaler Finanzierung und der urbanen Ressourcennutzung sind weitgehend unerforscht. So scheitern kreislaufwirtschaftliche Konzepte oft an finanziellen Hürden.

Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen Konzepte, Instrumente und Anreizmechanismen, die den Ressourcenverbrauch reduzieren, die Ressourceneffizienz erhöhen und eine regionale Kreislaufwirtschaft befördern können:

- ▶ Systematische Erfassung von - für den urbanen Ressourcenschutz - ordnungsrechtlichen, planerischen, förderpolitischen und ökonomischen Fehlanreizen und Ableitung von Anpassungsbedarf und -möglichkeiten.
- ▶ Ermittlung von Anreizmechanismen, um urbane Lebensstile und Verhaltensweisen entlang verschiedener Milieus und Bevölkerungsgruppen im Sinne einer umweltschonenden Ressourcennutzung zu befördern.
- ▶ Vergleich der Ressourcenwirkung verschiedener Sharing-Konzepte und kooperativer Stadtteils- und Quartierskonzepte unter Beachtung sowohl der Potentiale als auch potentieller negativer Ressourcenwirkungen durch die digitale Transformation.
- ▶ Prüfung der Erfolgspotentiale verschiedener Maßnahmen zur Unterstützung des lokalen Ressourcenschutzes und Förderung der lokalen Kreislaufwirtschaft durch den Bund (z. B. zentrale Informationsplattform, Kommunaler Ressourcenmanager, Fördermaßnahmen etc.) und Ableitung eines besonders zielführenden Instrumenten/Policy-Mix.
- ▶ Untersuchung von Möglichkeiten zur frühzeitigen Planung nachhaltiger Nutzungskonzepte durch moderne Instrumente und Tools (z. B. Building Information Modeling) und Ableitung von Empfehlungen für Planer, Architekten und Bauherren.
- ▶ Das SDG 15.3 „Land Degradation Neutrality“ fasst (neben Schadstoffbelastungen und Bodenerosion) auch die Flächeninanspruchnahme durch Bauen als Bodendegradation auf. Wie kann daher vor dem Hintergrund zunehmender Konflikte um die Ressource Boden der Bodenschutz im urbanen Raum besser gestaltet werden? (auch in Verbindung mit dem Stadtumland).

3.2.3 Wissenstransfer zwischen Schlüsselakteuren der Ressourcennutzung und Kreislaufwirtschaft

Eine vielfältige Akteurslandschaft ist ein spezifisches Merkmal von urbanen Räumen und ihrem Umland. Oft fehlt es Schlüsselakteuren allerdings an Informationen zu Instrumenten und Maßnahmen für den Ressourcenschutz, manchmal sind die wesentlichen Akteure noch gar nicht identifiziert. Für eine effiziente Anwendung von Instrumenten und die gezielte Umsetzung sind allgemeingültige „Blaupausen“ als Lösungen nicht geeignet. Vielmehr stellt sich die Frage, wie ein sinnvoller und effizienter **Wissenstransfer zwischen Schlüsselakteuren** gewährleistet werden kann und was dafür nötig ist.

Dieses Unterthema stellt daher die folgenden Fragen: Wie lassen sich relevantes Wissen und Informationen möglichst effizient übertragen und für alle Schlüsselakteure gleichermaßen nutzbar machen? Was muss dafür entsprechend der örtlichen, administrativen, ökonomischen und sozialen Gegebenheiten angepasst, weiterentwickelt und operationalisiert werden? Wie kann man Themen von besonderer Relevanz zwischen den deutschen Städten/Regionen, zwischen den föderalen Ebenen (Kommunen, Länder, Bund) und weiteren Akteuren (Wirtschaft, Zivilgesellschaft, Wissenschaft etc.) besser kommunizieren und um welche Themen handelt es sich hierbei? Auch der Wissenstransfer und Informationsaustausch zwischen Stadt und Umland muss thematisiert werden, um alle Gebiete gleichermaßen einzubeziehen.



Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen Maßnahmen und Konzepte, die Kommunikation, Kooperation und Wissenstransfer verbessern oder erst ermöglichen:

- ▶ Welche sind die wichtigsten Schlüsselakteure der urbanen und regionalen Ressourcennutzung entlang vertikaler (Akteursgruppen) und horizontaler Ebenen (administrative und politische Ebenen)?
- ▶ Sind erarbeitete Konzepte des urbanen Ressourcenschutzes in diversen Kontexten (örtlich, politisch, gesellschaftlich, ökonomisch etc.) tragfähig?
- ▶ Wie kommuniziert man Maßnahmen der zielgerichteten und effizienten Stadt-Umland- Vernetzung im Rahmen der Ressourcennutzung möglichst effektiv an relevante Zielgruppen und wie bindet man Akteure optimal ein? (siehe auch „Stadt-Land Beziehungen“)
- ▶ Wie kommuniziert man Maßnahmen zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs oder einer verbesserten Getrennsammlung von Abfall an die relevantesten Zielgruppen effektiv?

3.3 Themencluster 3

Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung

Urbane Infrastrukturen stellen **wesentliche Leistungen der Daseinsvorsorge** bereit, wie die Versorgung mit Energie und Trinkwasser, die Abwasserentsorgung oder funktionierende Verkehrssysteme. Gleichzeitig sind sie mit teils hohen Umweltauswirkungen verbunden. Technische Infrastrukturen werden dabei verstanden als **sozio-technische Systeme** (vgl. Hughes 1987, Geels 2002), die durch Wechselbeziehungen zwischen räumlichen, zeitlichen und sozialen Ebenen geprägt sind. Sie bilden die Grundlage zur Erschließung und Ordnung des öffentlichen Raums (vgl. van Laak 2001, Monstadt 2009) und sind mit vielfältigen Veränderungs- und Entwicklungsprozessen konfrontiert: Klimawandel, demographischer Wandel, Digitalisierung, verändertem Reise- und Freizeitverhalten,

Energie- und Verkehrswende. Hieraus ergeben sich auch **Chancen für eine umweltorientierte Transformation** urbaner Infrastrukturen, für die jedoch ein konkreter Rahmen gesetzt werden muss.

Stadt- und Infrastrukturentwicklung stehen in einem **engen Wechselverhältnis** zueinander und wirken sich auf ihre jeweilige Form, Funktion und Gebrauchsmuster aus. Bei der Koordination und Abstimmung der Entwicklung von Stadtstrukturen und Infrastrukturen bestehen jedoch große Defizite. So ist die Planung von Infrastrukturen noch immer an den jeweiligen sektoralen Systemgrenzen ausgerichtet und findet nur unzureichend Eingang in das planerische Instrumentarium der Stadt- und Regionalentwicklung (Moss 2011, Einig 2011, Matern et al 2014). Für die Entwicklung innovativer und nachhaltiger Lösungen für die moderne, umweltschonende Stadt der Zukunft müssen **Infrastrukturen jedoch in einem ganzheitlichen System gedacht** und miteinander vernetzt werden (vgl. auch BMBF 2015, Libbe et al. 2010, Tietz/Hühner 2014). Zielkonflikten zwischen den Infrastruktursektoren, divergierende Interessen oder unterschiedliche politische und institutionelle Zuständigkeiten müssen ebenso bewältigt und abgestimmt werden wie die unterschiedlichen Planungszyklen und Handlungslogiken der einzelnen Akteure (z. B. Politik, Verwaltung, Infrastrukturbetreiber, Nutzer).

Infrastrukturen stehen häufig auch in enger **Wechselwirkung mit dem Umland** (vgl. auch Querschnittsthema Stadt-Land-Beziehungen). Das Umland versorgt die Stadt mit wichtigen Ressourcen wie Wasser, Nahrungsmittel oder auch Energie, übernimmt häufig die Entsorgung von Abfall und Abwasser und erfüllt wichtige Funktionen für Freizeit und Erholung. Erst die regionale Perspektive ermöglicht eine umfassende Bewertung von Entwicklungsoptionen, um Potentiale nutzen zu können (vgl. auch BMBF TransStadt). Zudem bilden Infrastrukturen Lebensstile ab (z. B. mobiles Arbeiten, Reiseverhalten), so dass auch **Wechselwirkungen zwischen Konsum und Infrastrukturentwicklung** zu adressieren sind. Ein flächen- und ressourcensparendes Nebeneinander von Arbeit, Wohnen, Nahversorgung, Freizeit und Erholung, Bildung und kulturellem Angebot ist zentraler Bestandteil der Entwicklung lebenswerter, kompakter Städte.

Derzeit ergibt sich ein besonderes Zeitfenster, um **regional angepasste, ressourcenschonende und resiliente Konzepte** zu entwickeln. In vielen deutschen Kommunen besteht ein erheblicher Investitionsrückstand in den verschiedenen Sektoren, zahlreiche Anlagen müssen saniert werden (vgl. u.a. KfW 2017). Zudem sorgen veränderte technische, politische und gesellschaftliche Anforderungen für einen hohen Bedarf für den Aus-, Um- und Neubau der Infrastrukturen. Es gilt nun, unerwünschte Pfadabhängigkeiten zu verhindern, die nicht-nachhaltige Strukturen über mehrere Jahrzehnte festlegen. Im Zentrum stehen dabei **sektorübergreifende Fragen** wie die Vernetzung von Infrastrukturen sowie die Entwicklung integrierter Lösungsansätze.

Die **digitale Vernetzung** und Weiterentwicklung urbaner Räume zu **Smart Cities und Smart Regions** stellt das Zusammenspiel von Stadt- und Infrastrukturentwicklung zusätzlich vor neue Herausforderungen, bietet aber auch große Chancen. Innovative Instrumente können Infrastrukturen effizienter, umweltfreundlicher und sicherer gestalten, aber auch neue Leistungen, Geschäftsmodelle und systemübergreifende Verknüpfungen und Synergien ermöglichen. Gleichzeitig sind die Auswirkungen der digitalen Systeme auf Mensch und Umwelt noch wenig untersucht. Für die Städte und Kommunen ergeben sich neue Anforderungen an die Entwicklung der Infrastrukturen (z. B. Vernetzung von Sektoren), aber auch an die Daseinsvorsorge (z. B. neue Akteurskonstellationen, stärkere Beteiligung Privater). Daher

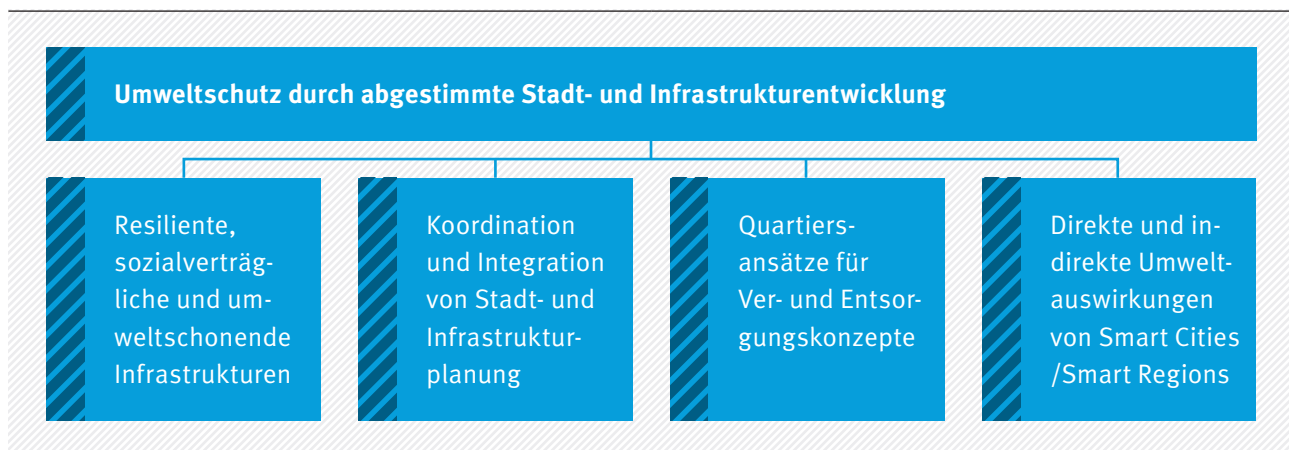
müssen die Kommunen trotz begrenzter finanzieller Spielräume und Kommunalhaushalte ihre Aufgaben neu ausrichten. Eine erste Orientierung gibt die unter Beteiligung von zahlreichen Kommunen erarbeitete Smart City Charta mit ihren Grundsätzen, Leitlinien und Empfehlungen (BBSR/BMUB 2017).

Um dem systemischen Anspruch einer nachhaltigen Infrastrukturentwicklung gerecht zu werden, sollen mit der Forschung im Rahmen dieser Agenda nicht nur Ziele für die einzelnen Infrastrukturen, sondern vor allem auch **systemische Zielpunkte** bestimmt werden. **Zentrale Fragen dabei sind:** Welche Infrastrukturen werden in welcher Ausführung in Zukunft gebraucht? Welche Visionen sind für welche Zeithorizonte vorstellbar - wie sehen Szenarien für nachhaltige Infrastrukturen im Jahr 2030 oder 2050 aus? Wie lassen sich Transformationspunkte bestimmen und welche technischen, ökonomischen, sozialen und institutionellen Innovationen werden hierfür benötigt?

Eine wesentliche Rolle spielt dabei das systematische **Erfassen und Bewerten von Synergien und Zielkonflikten**: Was bedeuten Veränderungen in einem Sektor für die sich wandelnden Systeme in anderen Sektoren? Wie können Zielkonflikte zwischen den einzelnen Infrastruktursystemen besser erkannt und bewältigt werden? Welche Umweltauswirkungen können durch innovative, neue Konzepte entstehen? Wo finden sich Synergien, wo entstehen Widersprüche und negative Wechselwirkungen?

Abbildung 8

Arbeitsschwerpunkte im Themencluster „Umweltschutz durch abgestimmte Stadt- und Infrastrukturentwicklung“



Eigene Darstellung

3.3.1 Resiliente, sozialverträgliche und umweltschonende Infrastrukturen

Für die Umsetzung und Gestaltung **resilienter, sozialverträglicher und umweltschonender Ansätze der Infrastrukturentwicklung** werden neue Konzepte und Mechanismen benötigt, um einerseits die Entwicklung von Stadtquartieren und Infrastruktursystemen besser abzustimmen und zu vernetzen und andererseits die Koordination zwischen den verschiedenen Infrastruktursektoren zu verbessern. Resilienz beschreibt hierbei die Fähigkeit eines Systems, seine Dienstleistungen auch unter Stress und in Umgebungen aufrecht zu erhalten, die durch massive äußere Störungen und interne Ausfälle gekennzeichnet sind (Gleich, zitiert nach Petschow 2016). Zu den wesentlichen Anforderungen zukunftsfähiger Infrastrukturen gehören insbesondere Flexibilität und umweltschonende Konzepte, die nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen sowie klimaangepasste und klimaschonende Systeme. Möglichkeiten zur Umnutzung, zum Aus- und Rückbau sowie die Anpassungsfähigkeit und Lernfähigkeit im Zusammenspiel mit den zu versorgenden Siedlungsstrukturen werden dabei zu zentralen Kriterien für die Entwicklung von Infrastrukturen (vgl. auch BMBF INIS, TransStadt u. a.). Neuartige Konzepte im Kontext von Digitalisierung und der Kopplung von Sektoren (z. B. Elektromobilität und Stromerzeugung bzw. Speicherung) erfordern ebenfalls eine bessere Abstimmung zwischen den verschiedenen Infrastruktursystemen und -bereichen.

Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen Fragen zu Vernetzung und Synergien, Umsetzbarkeit und Transformation, um urbane Infrastruktur an die Herausforderungen der Zukunft anzupassen:

- Wie lassen sich Synergien und Widersprüchen (bspw. zwischen Resilienz und Effizienz) sowie negativen Wechselwirkungen von sektoralen Infrastrukturkonzepten systematisch erfassen und bewerten? Wo sind Schnittstellen und wie können diese resilient gestaltet werden? Und wie multifunktional können Infrastrukturen sein und gleichzeitig mehreren Zielen dienen? (z. B. Wasserspeicher für Hochwasserschutz, Dürreprävention etc.)

- Welche Umweltziele und -kriterien setzen den Rahmen? Wie und unter welchen Voraussetzungen müssen zukunftsfähige urbane Infrastrukturen ausgestaltet sein (z. B. zentral/dezentral, Wachstums-/Schrumpfungsregionen, sektorübergreifende Konzepte)? Und wie können Impulse für Systemänderungen geschaffen werden? (wie z. B. durch Informationsaustausch und Vernetzung der Akteure)
- Analyse der organisatorischen und technischen Vernetzungspotentiale von Infrastrukturen: Welche Akteure sind einzubeziehen, um die Umweltpotentiale integrierter Konzepte zu heben? Wer sind die relevanten Akteure, um z. B. die Infrastruktur für die Stromversorgung der E-Mobilität aufzubauen? (Fahrzeughersteller, Nutzer etc.) Wie kann z. B. industrielle Abwärme in die städtische Wärmeversorgung eingebunden werden, wo liegen die Hemmnisse hierfür (u.a. fehlende Finanzierung, Verantwortlichkeiten) und welche Lösungsansätze gibt es?
- Bestimmen von Transformationspunkten: Welche Kriterien bilden für welchen Sektor den Zeitpunkt für inkrementelle oder radikale Systemänderungen ab und welche Handlungsstrategien lassen sich daraus für die Realisierung von integrierten/innovativen Konzepten ableiten?
- Entwicklung von Bewertungstools zur vergleichenden Gegenüberstellung von alternativen Lösungsansätzen und Konzepten für den Anwender/Umsetzungsebene (im Mobilitätsbereich z. B. Umweltentlastungseffekte durch Verhaltensänderungen für E-Auto, Car Sharing, Radverkehr; im Baubereich z. B. zur Gebäudeklimatisierung über die Gebäudehülle statt über Kühlungstechnik).

3.3.2 Koordination und Integration von Stadt- und Infrastrukturplanung

Die Entwicklung von Lösungen über die Grenzen von Sektoren und Disziplinen hinaus erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Fachdisziplinen und Akteure. Für eine verbesserte **Koordination und Integration von Stadt- und Infrastrukturplanung** sind stärker als bislang die Belange und Handlungslogiken aller relevanten Akteure zu berücksichtigen. Dazu gehören auch privatwirtschaftliche Betreiber von Infrastrukturen mit ihren jeweiligen Strategien. Dabei gilt es, sowohl Hemmnisse für eine verbesserte Abstimmung als auch gemeinsame Ziele für eine integrierte Planung sowie Potentiale für den Umweltschutz zu identifizieren und in sektorübergreifende Handlungskonzepte zu überführen. Zudem hat die Ausgestaltung der Schnittstellen der verschiedenen Planungsinstrumente zentrale Auswirkungen für die urbane Umweltinanspruchnahme und Umweltqualität. Die Stadtplanung mit ihrem integrativen Anspruch sektoraler Planungen sollte dabei die Leitplanken für die Entwicklung von nachhaltigen Siedlungsstrukturen und Lebensstilen in Städten setzen. Dabei müssen Wechselwirkungen und Zielkonflikte zwischen den Sektoren und Akteuren und deren Rückkopplung auf die Umwelt bestimmt werden. Wichtig sind darüber hinaus Konzepte und Handlungsstrategien, wie Städte als wesentliche Akteure an der Schnittstelle der verschiedenen Interessensgruppen (Rahmengerber, Motivator, Vorbild, Bereitsteller von Experimentierräumen etc.) ihre Spielräume besser nutzen können.

Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen Verfahren und Instrumente zur besseren Koordination und Abstimmung einer integrierten Stadt- und Infrastrukturentwicklung:

- Entwicklung von Mechanismen zur besseren Abstimmung von planender Verwaltung, wirtschaftlich orientierten Infrastrukturunternehmen und Beteiligungsverfahren der Zivilgesellschaft: Wie können Stadtplanung, Infrastrukturentwicklung und soziale Anliegen besser aufeinander abgestimmt und gemeinsame Ziele identifiziert werden? Welcher Bedarf für den Infrastrukturaus- bzw. -umbau besteht tatsächlich und für welche Planungshorizonte?

- Systematische Analyse und Weiterentwicklung des formalen Planungsinstrumentariums für eine Stärkung integrierter Planungen: Wo ergeben sich Widersprüche in den verschiedenen sektoralen Planungsinstrumenten und an welchen Stellen ist eine bessere Abstimmung bzw. Harmonisierung des Instrumentariums erforderlich (z. B. Energiekonzepte und Quartiersentwicklungskonzepte)? Klärung von Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten.
- Koordination und Abstimmung von Umweltfachplänen und Infrastrukturplanung: Wie können z. B. Luftreinhalte- und Lärminderungspläne mit der Verkehrsplanung besser abgestimmt werden, oder die Verkehrs- und Freiflächenplanung mit wasserwirtschaftlichen Hochwasserschutzplänen und Verkehrswegeplanungen, bspw. zur Nutzung städtischer Grün- und Freiflächen als temporäre Überflutungsräume bei Starkregenereignissen.
- Raumplanerische Koordination von Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung: Wie können städtische und regionale Siedlungsstrukturen und Infrastrukturen stärker zusammen entwickelt werden? (Bsp. Schienenwege als Entwicklungsachsen für neue Siedlungsgebiete)
- Frühzeitige Einbindung und Berücksichtigung der Erfordernisse einer integrierten nachhaltigen Infrastrukturentwicklung in die städtebaulichen Planungen: Wie können die verschiedenen Bedarfe bereits im Planungsprozess besser berücksichtigt werden? Beispielsweise im Hinblick auf benötigte Flächen (z. B. Retentions- und Versickerungsflächen), Optionen der Abfallentsorgung (z. B. bei Großwohnanlagen), Ausrichtung der städtischen Infrastrukturversorgung an vorhandenen Strukturen (z. B. gewerbliche Potentiale für leitungsgebundene Wärmeversorgung nutzen).

3.3.3 Quartiersansätze für Ver- und Entsorgungskonzepte

Für die Entwicklung zukunftsfähiger Infrastrukturen wird die **Quartiersebene für Ver- und Entsorgungskonzepte** in Städten in Zukunft eine größere Rolle spielen. Vor dem Hintergrund sich stetig wandelnder Anforderungen (wie z. B. Wachstum/Schrumpfung) werden flexible, anpassungs- und lernfähige Lösungen für unterschiedliche urbane Räume und Nutzergruppen (z. B. Wohn-, Gewerbe- und Industriegebiete) benötigt. Stärker als bisher wird städtische Infrastrukturversorgung durch ein Nebeneinander von verschiedenen, auch kleinräumigeren Lösungsansätzen (z. B. dezentrale Abwasserbehandlung) geprägt sein. Der aktuell in vielen Kommunen erforderliche Umbau der Infrastrukturen (u.a. Modernisierung, Anpassung an Klima- und demographischen Wandel) bietet dabei eine gute Voraussetzung für die Umsetzung von ressourcenschonenden, multifunktionalen Konzepten (wie z. B. Auffangbecken für Regenrückhaltung bei Starkregen oder zur Bewässerung). Wesentliche Fragestellungen sind dabei: Systemabgrenzungen (zentral/dezentral), mögliche Synergien (z. B. Nutzung von Prozesswärme/vorhandene Industriestrukturen), Governance-Fragen (z. B. Verantwortlichkeiten bei integrierten Vorhaben), soziale Fragen (Berücksichtigung der Nutzerinteressen), die Einbindung von erneuerbaren Energien oder auch von lokalen Infrastrukturkonzepten in die gesamtstädtische Planung.



Forschungsbedarf

Im Zentrum stehen integrierte Lösungen, die Ver- und Entsorgung an die Herausforderungen der Zukunft anpassen:

- ▶ Ganzheitliche Bewertung der Möglichkeiten und Grenzen der Ver- und Entsorgung auf Quartiersebene: In welchen Sektoren und unter welchen Voraussetzungen (Bevölkerungsdichte, Wirtschaftsstruktur etc.) sind dezentrale, lokale Lösungen sinnvoll und wie dezentral können die verschiedenen Infrastrukturen organisiert werden? Entwicklung einer Position des UBA und des BMUB zu zentraler und dezentraler Ver- und Entsorgung in den verschiedenen Infrastruktursektoren.
- ▶ Analyse von Vernetzungspotentialen: Welche Vernetzungspotentiale ergeben sich auf der Quartiersebene zwischen verschiedenen Infrastrukturen sowie mit anderen Nutzungen? (z. B. Gewerbe/Wärmeversorgung) Wie lassen sich in integrierten Konzepten Überschneidungen von Zuständigkeiten lösen und wie können Verantwortlichkeiten neu verteilt werden?
- ▶ Bestimmen von Kriterien auf Quartiersebene: Welche räumliche und funktionale Abgrenzung eines „Quartiers“ als Teilausschnitt der Gesamtstadt wird für welche Infrastruktur benötigt? Welche sektoralen Kriterien sind für integrierte Infrastrukturkonzepte relevant? (neben Siedlungsdichte, vorhandene Gewerbestruktur, Infrastrukturausstattung, Sozialstruktur etc.)
- ▶ Überführung von Modellkonzepten in die Praxis: Wie können erprobte Konzepte für eine umweltfreundliche und klimaneutrale Ver- und Entsorgung im Quartier in den Mainstream überführt werden? Wie kann z. B. die kommunale Wärmeversorgung unter der Maßgabe der Energieeffizienz und dem Einsatz erneuerbarer Energien aus planerischer/infrastruktureller Sicht umwelt- und sozialverträglich optimiert werden? Wer sind die relevanten Akteure und welche Instrumente werden benötigt?

3.3.4 Direkte und indirekte Umweltauswirkungen von Smart Cities/Smart Regions

Bereits heute kommen zunehmend digitale Lösungen zum Einsatz, die mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) die Stadt- und Infrastrukturentwicklung beeinflussen. Die tatsächlichen Potentiale der IKT für die Stadt- und Infrastrukturentwicklung, um beispielsweise durch **intelligente Steuerungssysteme im Infrastrukturbereich Umweltentlastungen** (wie erhöhte Ressourceneffizienz) auszuschöpfen, sind bislang jedoch noch unzureichend untersucht. Sowohl die **direkten** als auch die **indirekten Umweltauswirkungen** von innovativen Infrastrukturkonzepten für **Smart Cities** bzw. **Smart Regions** erfordern künftig daher eine hohe Aufmerksamkeit. Risiken wie Systemabhängigkeiten und Kapitalbindungen werden bereits diskutiert (vgl. BBSR/BMUB 2017). Für **aus Umweltperspektive „smarte“ Lösungen** sind jedoch insbesondere auch die positiven Effekte und Synergien für die Umwelt in den Blick zu nehmen.

Der Nachweis von Umweltentlastungseffekten bei IKT-Konzepten wird durch die (vorrangig von der Privatwirtschaft) entwickelten Ansätze und Technologien in der Regel nicht geführt. Eine umfängliche Bewertung von Umwelt- und Reboundeffekten oder sozialen Auswirkungen und Wirkungen auf individuelle Verhaltensweisen (vgl. z. B. van Laak 2017) fehlt bislang ebenso. Dennoch bergen „smarte“ Ansätze im Infrastrukturbereich auch **großes Potential für positive Umwelteffekte**. Diese gilt es systematisch abzuschätzen und zu stärken. Im Bereich Verkehr und Logistik gibt es bereits Beispiele für umwelt- und ressourcenschonende Ansätze wie Integration von erneuerbaren Energien in Verkehrssysteme, Koordination von Güter- und Warenströmen oder Verkehrsminderung durch Parkleitsysteme, weitere Potentiale sind zu identifizieren.

Forschungsbedarf

Gerade die Vielfalt an unterschiedlichen Vorstellungen und Interpretationen für „smarte“ Konzepte unterstreicht die Notwendigkeit einer integrierten Betrachtung der Technik mit ihren ökonomischen, ökologischen und sozialen Auswirkungen. Im Zentrum steht dabei die Entwicklung bedarfsgerechter, umweltschonender und ressourceneffizienter Infrastrukturlösungen:

- ▶ Analyse und Bewertung von innovativen IKT-Ansätzen im urbanen Raum mit Blick auf Umwelt- und Reboundeffekte: Welche Einsparungen sind tatsächlich erreichbar bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus von Infrastrukturen? Eine analytische Trennung von direkten und indirekten Effekten ist dabei erforderlich.
- ▶ Bewertung der Umweltwirkungen von neuen Dienstleistungskonzepten und Geschäftsmodellen: Wie ist z. B. die Kopplung der Ver- und Entsorgung mit Warenverkehr und Abfall zu bewerten? (bspw. Abschätzung des Nutzens von autonomen (Güter-)Verkehr)
- ▶ Entwicklung von Bewertungstools: Mit welchen Tools kann die Einschätzung der Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit von smarten Ansätzen unterstützt werden? Diese erhöhen gleichzeitig die Transparenz zwischen den verschiedenen Angeboten und dienen dem Nachweis von Umwelteffekten.
- ▶ Adressierung aller relevanten Akteure: Welche Akteure sind zu beteiligen? Wie können sowohl privatwirtschaftliche als auch zivilgesellschaftliche Akteure angemessen in die Entwicklung von smarten Infrastrukturkonzepten eingebunden werden?
- ▶ Wie sollten Netze, Infrastrukturen und Hardware gestaltet werden, um den Energie- und Ressourcenverbrauch so gering zu halten, dass Digitalisierung tatsächlich zu mehr Nachhaltigkeit beiträgt? Wie lassen sich umweltgerechte und resiliente Kopplungen von Infrastrukturen im Bestand und im Neubau entwickeln? Hierbei sind technische, organisatorische und finanzielle Aspekte zu berücksichtigen.
- ▶ Wie können Akteure (Kommunalverwaltungen, Stadtwerke, Private) für eine aktive Ausgestaltung von umwelt- und sozialverträglichen Smart City/Smart Region-Ansätzen mobilisiert werden?





4



Die Querschnittsthemen der Forschungsagenda

Urbaner Umweltschutz ist geprägt von vielfältigen Wechselwirkungen und Synergien einzelner Handlungsfelder und Sektoren. Die folgenden drei Querschnittsthemen spiegeln sich daher in allen drei Themenclustern wider und sind als integrativer Bestandteil der Cluster zu verstehen. Alle Querschnittsthemen beeinflussen die Stadtentwicklung, die Nutzung natürlicher Ressourcen und die Infrastrukturentwicklung. Der beschriebene Forschungsbedarf ist daher bewusst allgemeiner formuliert, da die benannten Themen und Fragestellungen auf jedes Themencluster anwendbar sind.

4.1 Smart Cities und Digitalisierung im urbanen Raum

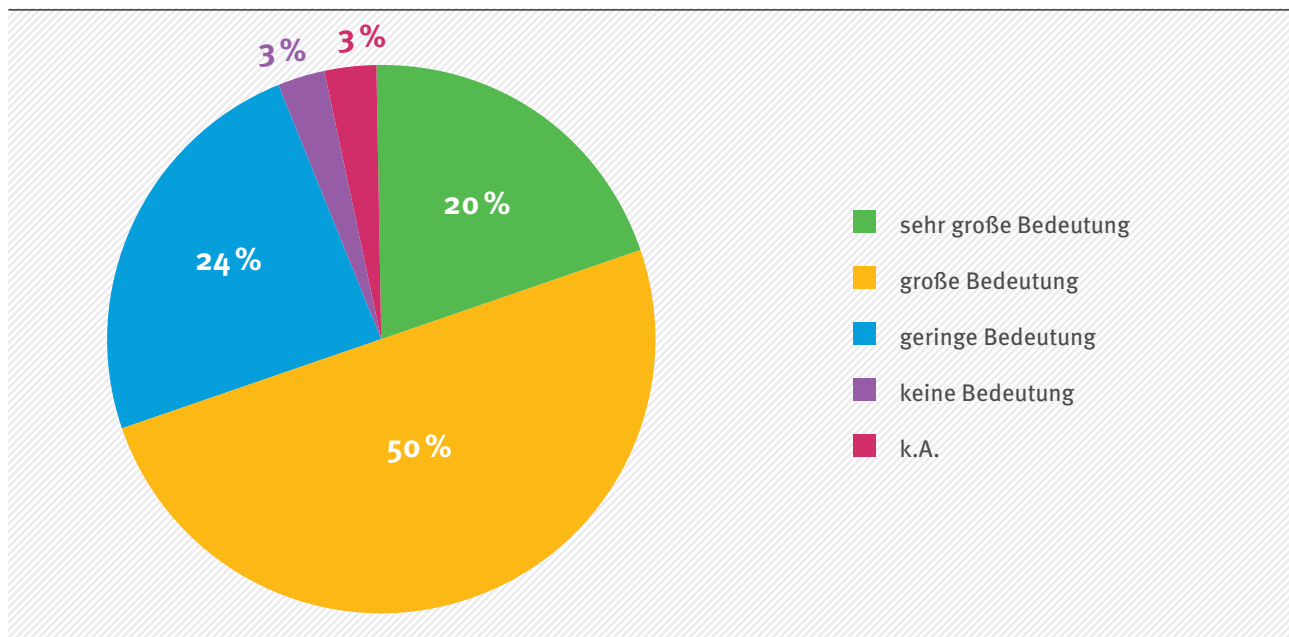
Smart City Ansätze haben als Vision einer durch **Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) unterstützten Stadtentwicklung** weltweit eine große Dynamik entwickelt. Die Art und Weise, wie der Begriff interpretiert wird, ist jedoch unterschiedlich. Einige Länder verstehen unter einer Smart City eine komplett neu errichtete „intelligente“ Stadt (z. B. Indien mit dem 100 Smart Cities Programm oder Abu Dhabi mit „Masdar City“ als Null-Emissions-Stadt). Insgesamt überwiegt jedoch das Verständnis einer durch neue digitale Technologien und Vernetzung geprägten Weiterentwicklung bestehender Städte (UNCTAD 2016), die IKT und die mit ihnen verbundenen Möglichkeiten einer intelligenten Steuerung und Verknüpfung von Daten, Prozessen und Funktionen nutzen, um die Lebensqualität in Städten zu verbessern und die Abläufe im urbanen System effizient und nachhaltig zu gestalten.

Im Vordergrund der Entwicklung smarterer Technologien stehen zumeist neue Geschäftsmodelle von Wirtschaftsunternehmen, die das Thema technisch orientiert aufgreifen. Dagegen werden Smart Cities in den Kommunen oder bei den Akteuren der kommunalen Ver- und Entsorgung in verschiedene Richtungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten diskutiert (Smart Mobility, Smart Grid, Smart Buildings, Smart Waste Management etc.). Im deutschen Kontext wurden mit der Smart City Charta und unter Beteiligung von zahlreichen Kommunen rahmende **Grundsätze, Leitlinien und Empfehlungen für die Digitalisierung im urbanen Raum** erarbeitet (BBSR/BMUB 2017). Auch in den Entwicklungsstrategien deutscher Kommunen hat das Thema mittlerweile einen großen Stellenwert (Abb. 10).



Abbildung 9

Die Bedeutung der Digitalisierung in den Entwicklungsstrategien deutscher Kommunen



Quelle: PricewaterhouseCoopers AG, 2015. Eigene Darstellung

Die Digitalisierung hat in den letzten 30 Jahren Leben, Konsum und Arbeit in den Städten verändert. Dies führt dazu, dass die Städte entsprechende Infrastrukturen zur Verfügung stellen müssen. Auch hat die Digitalisierung **Verbraucherinnen und Verbrauchern neue Rollen** ermöglicht: Die von „Prosumenten“, Konsumentenbürgerinnen und -bürger, Genossinnen und Genossen in einer Genossenschaft oder Eigenproduzentinnen und -produzenten. Bürgerinnen und Bürger sind damit heute mehr als reine Verbraucher. Sie fragen nach Effizienz und Resilienz von Produktionsprozessen oder nach umweltschonend produzierten regionalen Gütern. Hieraus ergeben sich konkrete Anforderungen an die Digitalisierung im urbanen Raum. Aus Umweltperspektive sind daher Analysen erforderlich, **wie und unter welchen Voraussetzungen eine nachhaltige Entwicklung von der Digitalisierung profitieren kann**, wie Innovation und Digitalisierung mit Nachhaltigkeit verbunden werden kann.

Als Querschnittsthema betrifft die Digitalisierung alle drei unter Kapitel 3 beschriebenen Themencluster. Für das UBA ergibt sich ein wesentliches Handlungsfeld in der umweltbezogenen Prägung des Begriffs, verbunden mit der Positionierung aus Umweltsicht: Was ist aus Umweltperspektive „smart“? Sind die Lösungen nur innovativ oder gleichzeitig auch nachhaltig? Mit einem Fokus auf Chancen und Risiken der Digitalisierung für die Umwelt, auf die tatsächlichen Effekte für Energie- und Ressourcenverbrauch, auf eine Verknüpfung von „smarten“ mit umwelt- und ressourcenschonenden sowie partizipativen Konzepten für eine nachhaltige Entwicklung will das UBA hier **wichtige Wissenslücken** adressieren.



Forschungsbedarf

Im Folgenden werden für die zwei identifizierten Unterthemen im Bereich Smart Cities und Digitalisierung im urbanen Raum beispielhaft einige Forschungsthemen benannt.

Unterthema 1: Digitalisierung und Daseinsvorsorge im urbanen Raum

- ▶ Wie können Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte in Smart City Ansätzen stärker verankert werden? Dazu gehört die Prägung der Begriffe „Smart Cities/Smart Regions“ als ein Instrument für eine umwelt- und ressourcenschonende Stadt- und Regionalentwicklung, das sich an den tatsächlichen Effekten messen lassen kann.
- ▶ Welche Konsequenzen hat die Digitalisierung für eine Neubestimmung von öffentlichen Aufgaben? Welche Umweltauswirkungen sind damit verbunden und was bedeutet das für den Datenschutz und die digitale Kompetenz als Aspekte der Daseinsvorsorge?
- ▶ Wie verändern sich Planungs- und Entscheidungsprozessen durch digitale Beteiligungsformate und die digitale Verfügbarkeit von Informationen? Welche Folgen hat das für Umwelt- und Gesundheitsbelange?
- ▶ Welche Instrumente müssen Kommunen an die Hand gegeben werden, um Umweltpotenziale durch die Digitalisierung zu heben? Dazu gehören Fragen zur Transparenz kommunaler Daten (bspw. zur energetischen Stadtsanierung) und zur Sicherung der Datenhoheit (Wem gehören die Daten? Wer darf sie nutzen?)

Unterthema 2: Chancen und Risiken für die Umwelt

- ▶ Lebenszyklusanalysen und Untersuchungen der Rebound-Effekte zur Ableitung von wissenschaftlich fundierten Aussagen: Wie wird durch die Digitalisierung der Ressourcen- und Energieverbrauch zunehmen (sowohl durch den Bedarf der eingesetzten Technik als auch indirekt durch Reboundeffekte)? Unter welchen Bedingungen führen „smarte Konzepte“ tatsächlich zu einer Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs?

- ▶ Welche Gestaltungsmöglichkeiten bestehen für die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft bei der Entwicklung von Smart-City-Ansätzen und wie können sie besser genutzt werden? Was sind Geschäftsmodelle, die im Einklang mit den Aufgaben der Kommunen liegen und für beide Seiten Synergien bergen? Welche Maßnahmen und Voraussetzungen sind hierfür zu schaffen (z. B. im Umgang mit Daten der Kommunen)?
- ▶ Welche neuen Nutzungskonzepte (z. B. Sharing-Angebote in den Bereichen Vermietung oder Verkehr) entstehen durch die Digitalisierung und welche umweltbezogenen Effekte, Nutzen und Risiken bergen sie?

4.2 Governance, Partizipation und Finanzierung

Städte sind eingebunden in eine **Hierarchie von Regulierungs- und Handlungsebenen und Zuständigkeiten** zwischen Bund, Ländern und kommunaler Ebene. Übergeordnete politische Ebenen begrenzen oder verändern die lokalen Gestaltungsspielräume durch Zuweisung von Aufgaben oder Vorgaben für die Leistungserbringung. Zugleich sind Städte mit ihren Akteuren und Netzwerke auch eigenständige Handlungsebenen für eine umweltorientierte nachhaltige Entwicklung. Sie sind Treiber von Innovationen, Entstehungsorte und Experimentalräume für neue nachhaltige Lebensstile sowie umweltfreundliche Geschäftsmodelle und Technologien. Gleichzeitig folgt kommunales Handeln unterschiedlichen Planungskulturen und administrativen Zuständigkeiten, muss veränderte technologische und rechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen und auf sich wandelnde Erwartungen der Bürgerinnen und Bürger mit Blick auf Beteiligung und Teilhabe reagieren. Nicht zuletzt sind Städte vielfach finanziellen Zwängen und unkontrollierten Dynamiken ausgesetzt, die ihre Steuerungsfähigkeit gerade auch bei ökologischen Themen begrenzen (WBGU 2016: 414; Brandt 2016). Diese Rahmenbedingungen gelten für alle im Kapitel 4 vorgestellten Themencluster, sie formen den jeweiligen Handlungsrahmen und werden daher in diesem Querschnittsthema übergreifend behandelt.

Der Bund sollte für eine effiziente und zielgerichtete „Urban Governance“ mit ökologischer Zielrichtung den Rahmen setzen und dabei die städtische Ebene als Umsetzungsebene von nationalen Politiken stärken. Dazu sollten nationale Programme und Strategien in konkrete Maßnahmen für die städtische Ebene übersetzt werden. Den Kommunen sollten Informationen zu neuartigen Kooperationen und strategischen Bündnisse von lokalen Akteuren für eine ökologisch ausgerichtete nachhaltige Stadtentwicklung leicht zugänglich gemacht werden. Der Bund muss durch Unterstützung und Empowerment der Kommunen den erforderlichen Rahmen schaffen, um Kooperationen anzustoßen. Viele Finanzentscheidungen werden auf Bundes- oder Länderebene getroffen. Doch gerade das Gelingen von Umweltmaßnahmen und -programmen auf kommunaler Ebene ist von einer **ausreichenden Finanzierung sowie auch personellen Kapazitäten** abhängig. Maßnahmen und Programme einer nachhaltigen Stadtentwicklung erfordern daher eine angemessene Priorisierung bei der Mittelzuweisung. Zudem ist zu prüfen, ob auch bei der Entwicklung innovativer Finanzierungsinstrumente und -konzepte auch die Privatwirtschaft stärker einbezogen werden kann.

Stadtentwicklung wird von einer Vielzahl an Stakeholdern aktiv mitgestaltet, darunter Unternehmen, Wohnungsbaugesellschaften, organisierte zivilgesellschaftliche Gruppen, Medien, Bildungseinrichtungen, Gesundheitswesen usw. Eine umweltorientierte Stadtentwicklung im Sinne eines gesellschaftlichen Such- und Lernprozesses benötigt daher eine breite Beteiligung, um sicherzustellen, dass relevante Spannungsfelder sichtbar und bearbeitbar werden. Dazu ist eine **neue Form von Beteiligungskultur** erforderlich, bei der Beteiligung als umfassendes Engagement im Sinne von Teilhabe an Zukunftsverantwortung und als Anstoß für gesellschaftliche Lernprozesse verstanden wird. Beteiligung und Engagement entstehen am ehesten dort, wo Menschen leben, arbeiten, haushalten oder ihre Freizeit verbringen, also beispielsweise in den nachbarschaftlichen Strukturen des Stadtquartiers. Hier können alle Betroffenen ihre Kompetenzen einbringen und erleben, wie sie zu lebenswert gestalteten und zukunftsfähigen Stadtstrukturen beitragen.

Das Querschnittsthema „Governance, Partizipation und Finanzierung“ steht in engem Bezug zu allen drei, unter Kapitel 3 vorgestellten Themenclustern. Aus ihnen lassen sich **mehrere Schwerpunkte** ableiten: Die Stadt sollte als Umsetzungsakteur für eine nachhaltige Stadtentwicklung gestärkt werden. Dazu zählt die Unterstützung der Verwaltung bei der Ausschöpfung ihrer Gestaltungsspielräume für eine nachhaltige Stadtentwicklung sowie auch die Operationalisierung von nationalen Politiken für die kommunale Ebene (auch für Aufgaben, die nicht kommunale Pflichtaufgaben sind wie Klimaschutz und Klima(wandel)anpassung). Eine bessere Abstimmung der Ziele einer umweltschonenden, ressourceneffizienten, sozialverträglichen, gesundheitsfördernden Stadtentwicklung und planung (siehe Infobox 1) mit öffentlicher Finanzierung ist anzustreben, verbunden mit der **Vereinfachung der Förderarchitektur** und der Entwicklung von **sektorübergreifenden und innovativen Finanzierungsinstrumenten**. Zentral sind auch eine verbesserte Partizipation und eine neue Planungskultur zur besseren Integration von Umweltschutz in Stadt- und Infrastrukturentwicklung, nicht zuletzt mehr Transparenz von Entscheidungsprozessen angesichts divergierender Zielsetzungen und einer vielfältigen Akteurslandschaft.

Forschungsbedarf

Nachfolgend werden Forschungsfragen in den Bereichen Governance, Partizipation und Finanzierung benannt:

Unterthema 1: Die Stadt als Umsetzungsebene stärken

- Wie können nationale Programme und Politiken auf die kommunale Ebene übersetzt werden, z. B. durch Weiterentwicklung und Konkretisierung der Städtebauförderung der Länder oder des Bundesprogramms „ProgRess“ für die Stadt- bzw. Quartiersebene?
- Mit welchen Strukturen und Kapazitäten können Kommunen bei der aktiven Gestaltung einer nachhaltigen Stadtentwicklung unterstützt werden, z. B. zur Entwicklung von Strategien und Konzepten für eine umwelt- und klimafreundliche Energieversorgung?

- Wie können städtische Akteure vernetzt und deren Engagement für eine umwelt- und sozialverträgliche Stadtentwicklung besser genutzt werden? Welche Governance-Strukturen müssen hierfür weiterentwickelt oder aufgebaut werden?

Unterthema 2: Finanzierungsinstrumente für eine nachhaltige Stadtentwicklung

- Wie kann eine ressortübergreifende Strategieentwicklung von Bund und Ländern für Fördermodelle zur Finanzierung integrierter Konzepte für städtische Infrastrukturen sowie eine ressourcenschonende, klimaangepasste und zugleich sozialverträgliche und gesundheitsfördernde Quartiersentwicklung und -sanierung gestaltet werden?
- Wie können Fördermittel und der Zuschnitt von Förderprogrammen des Bundes besser an den Bedarf in den Kommunen ausgerichtet werden?

Unterthema 3: Partizipation und Transparenz

- Wie können digitale Beteiligungsformate das Engagement der Bürger für die Umweltqualität im eigenen Lebensraum unterstützen und zu einer besseren Beteiligung und Berücksichtigung von Bürgerinteressen beitragen? Wo sind Grenzen digitaler Beteiligung?
- Wie können Akteure im Interesse einer nachhaltigen Stadtentwicklung zusammengebracht und zum Handeln befähigt werden? (z. B. über die Identifikation gemeinsamer Ziele von Wohnungsbaugesellschaften, Nachbarschaftsnetzwerken etc.)
- Welche Strukturen sind geeignet, um Partizipation und Identifikation mit den Zielen einer nachhaltigen Stadtentwicklung zu fördern? Wie können diese Potenziale für die Umsetzung von Maßnahmen im Rahmen von Umwelt- und Gesundheitsplänen (z. B. Starkregenkonzepte, Hitzeaktionspläne) genutzt werden?



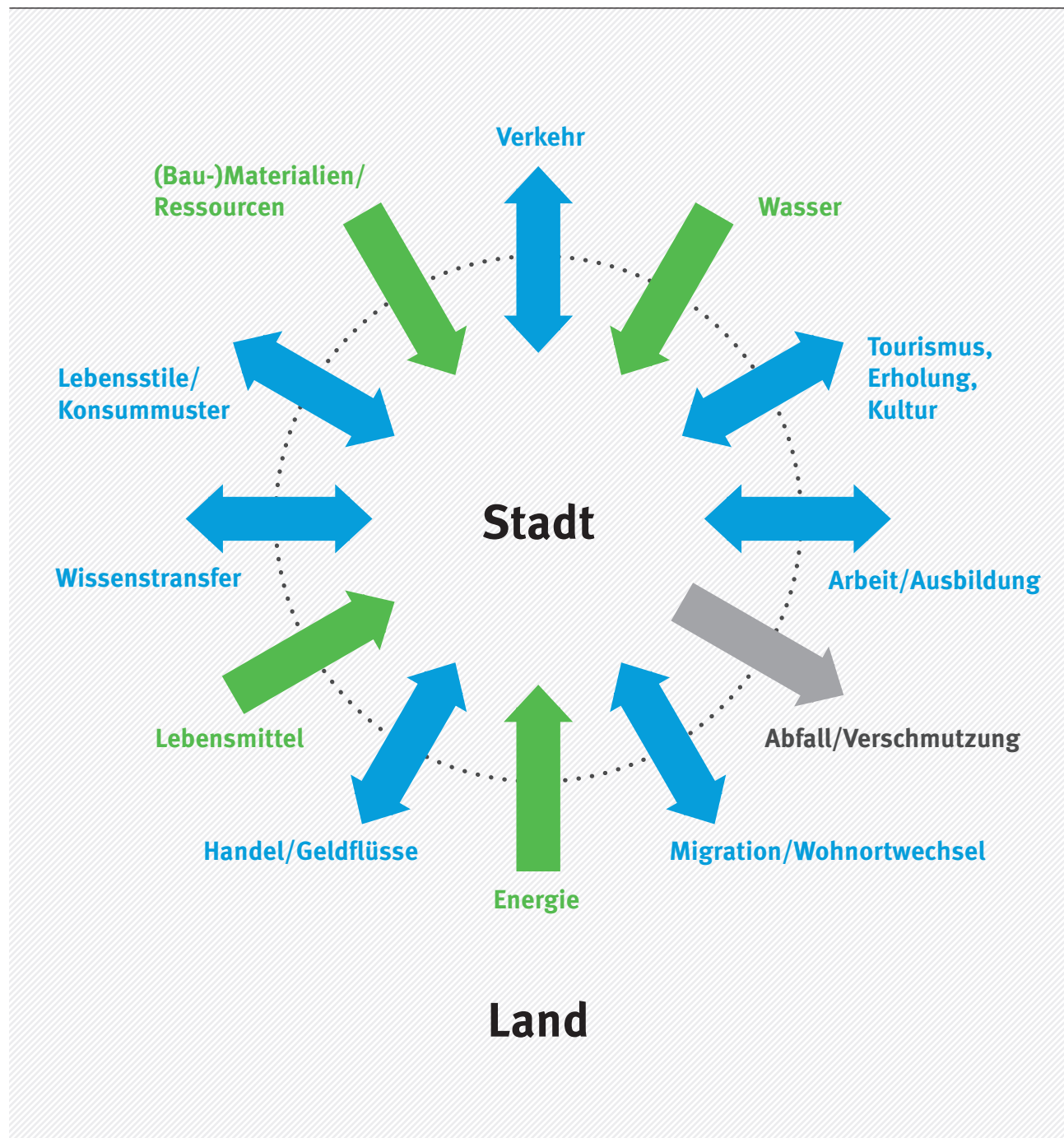
4.3 Stadt-Land-Beziehungen

Städte sind mit ihrem Umland auf vielfältige Weise eng verbunden. In wachsenden Stadtregionen übernimmt das Umland wichtige Funktionen, z. B. als Wohnungsmarkt oder Erholungsraum. Die Wirtschaftsstrukturen vieler Städte sind eng mit dem Umland verflochten, dies prägt Pendlerbeziehungen, Freizeit- und Konsumverhalten, Handel und Geldflüsse (Repp et al. 2012). Auch Kultur und Tourismus haben eine stadtregionale Dimension, zudem müssen Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen und Verkehrsbeziehungen über die Stadtgrenzen hinaus analysiert und organisiert werden (siehe Abb. 11). Viele Umweltaspekte können ohne Berücksichtigung der Stadt-Land-Beziehungen nicht umfassend diskutiert werden. Besonders offensichtlich sind die Vernetzungen bei Stoffströmen. Hier sind Stadt und Land füreinander in vielfacher Hinsicht Quelle oder Senke (z. B. hinsichtlich Nahrungsmitteln, Baustoffen, Energie, Abfällen). Technische Infrastrukturen wie Energienetze, Wasserversorgung, Abwasserentsorgung und Abfalltechnik bilden direkt physische Vernetzungen zwischen Stadt und Umland. Auch die Umweltauswirkungen des städtischen Verkehrs sind ohne Berücksichtigung der Pendler- und Warenströme zwischen Stadt und Umland nicht reduzierbar.

Die dennoch oftmals getrennte Betrachtung von Stadt und Land (Stadt-Land-Dichotomie) ist – historisch bedingt – auf die Unterschiedlichkeit beider Raumtypen zurückzuführen. Die vielfältigen funktionalen Beziehungen lassen diese Grenzen aber zunehmend verschwimmen und lenken den Blick auf das zusammenhängende System von Stadt und Land (Stadt-Land-Nexus). Städte und ihr Umland reagieren auf die hieraus erwachsenden Kooperationsbedarfe durch administrativ unterschiedlich verankerte Zusammenschlüsse (z. B. Regionalverbände, „Grüne Ringe“, sektorale Verbünde zu Verkehrs-, Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen). Zunehmend werden komplexe Themenzusammenhänge wie Klimaanpassung, demografischer Wandel, regionale Wirtschaftsstrukturen, Bildung und Digitalisierung im Kontext von Stadt und Umland adressiert. Die Raum- und Regionalforschung setzt sich mit Kooperationsformen und neuen räumlichen Beziehungen auseinander; auch für die raumbezogene Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung sind die Stadt-Land-Beziehungen von zunehmender Bedeutung.

Abbildung 10

Die vielfältigen Wechselwirkungen und Austauschbeziehungen zwischen Kernstadt und Umland



Quelle: UBA 2017. Eigene Darstellung

Forschungsbedarf

Nachfolgende Forschungsthemen und -fragen spiegeln die Vielfalt der Stadt-Umland-Beziehungen in vier Kategorien wider.

Umweltauswirkungen urbaner Entwicklung aufs Umland

- ▶ Wie kann man die Wohnraumbeschaffung im Umland umweltschonend gestalten und den Flächenverbrauch minimieren?
- ▶ Wie können gesundheitsgefährdende Umweltbelastungen im stadtreionalen Maßstab (z. B. Verkehrsachsen, Flugrouten) adressiert werden?
- ▶ Umweltrelevante Wechselwirkungen zwischen Stadt und Land
- ▶ Welche Instrumente eignen sich, um überregionale Austauschbeziehungen zu erfassen und interkommunale Kooperationspotentiale zu identifizieren?
- ▶ Welche Potenziale hat stadtreional verankerte Landwirtschaft für Qualität und Erlebbarkeit von regionalem Stadtgrün? Wie lassen sich lokale bzw. regionale Stoffkreisläufe schließen?
- ▶ Wie lassen sich die Stoffströme zwischen Stadt und Land bilanzieren und entlang verschiedener Stoffgruppen analysieren?

Interkommunale Kooperation

- ▶ Wie können durch interkommunale Zusammenarbeit Umweltentlastungseffekte generiert werden? Dazu gehören eine abgestimmte Entwicklung von Infrastrukturen z. B. durch arbeitsteilige Kooperationskonzepte, Synergien oder regional konsolidierte Gewerbeflächenentwicklung.
- ▶ Wie können Voraussetzungen für Kommunen verbessert werden, um solche Kooperationen einzugehen? Wo liegen Barrieren? (fiskalisch, administrativ, etc.)

Intelligente Versorgungskonzepte

- ▶ Wie können individuelle Konzepte für umweltschonende smarte Ansätze entsprechend der Rahmenbedingungen von Region und Kernstadt vorangetrieben werden? Wie können Planungen städtischer Entwicklungskonzepte und Weiterentwicklungen ländlicher Räume (z. B. Verzahnung von ÖV-Netzen) besser abgestimmt werden?
- ▶ Welche Rahmenbedingungen benötigt eine umweltschonendere Gestaltung der Logistik zwischen Stadt und Land? (z. B. durch Kopplung von Ver- und Entsorgung, Vermeidung von Leerfahrten, Einrichtung zentraler Warenhubs, etc.)



5



Umsetzung der Forschungsagenda und Verwendung der Forschungsergebnisse

Die Fragestellungen der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“ bilden die Grundlage für Forschungsaktivitäten, die das Umweltbundesamt in den nächsten Jahren auf den Weg bringen wird. Ein wichtiges Instrument dafür ist der Ressortforschungsplan (ReFoPlan) des BMUB. Aus den Forschungsfragen sollen unter Beteiligung verschiedener Fachgebiete des UBA und im engen Austausch mit dem BMUB interdisziplinäre Forschungsvorhaben entwickelt, durch das UBA vergeben und begleitet werden. Für die Durchführung der Vorhaben soll ein inhaltlicher Austausch und eine enge Vernetzung zwischen den disziplinären Perspektiven geschaffen werden, um integrierte und gut verwertbare Forschungsergebnisse zu erhalten.



Daneben betreibt das UBA zu ausgewählten Themen Eigenforschung, insbesondere in Gestalt von Literaturlauswertungen und Analysen verfügbarer Daten aber auch experimentelle Forschung in Form von Messprogrammen zum Umweltzustand oder Experimenten wozu an einigen Standorten Labore oder Versuchsanlagen im Demonstrationsniveau (Standort Berlin Marienfelde) vorgehalten werden. Darüber hinaus verfügt das UBA mit der Umweltprobenbank über ein wertvolles Archiv zur Entwicklung des Umweltzustandes während der letzten Jahrzehnte. Zudem erhöht die Drittmittelforschung zu ausgewählten Themen die Ressourcen und Kompetenzen des UBA. Eine Beteiligung an Forschungsverbänden führt zudem zu einer Vernetzung auf Augenhöhe mit den jeweiligen Partnerinstituten in Deutschland und Europa und erlaubt auch eine Innensicht des Forschungsfeldes. Insofern stellt die Eigenforschung einschließlich der Drittmittelforschung ein wichtiges strategisches Element der UBA-Forschungsagenda „Urbaner Umweltschutz“ dar.

Darüber hinaus ist das Umweltbundesamt bemüht, themenübergreifende Fragestellungen, aber auch Vorschläge für Modellversuche oder Reallabore, deren Bearbeitung die Ressourcen des Umweltressorts übersteigen würden, in Forschungsprogramme anderer Ressorts, insbesondere auch des BMBF, des BMVI oder des BMG, einzuspeisen oder entsprechende Forschungsprogramme anzustoßen sowie fachlich zu begleiten. Dies könnte UBA auch in den Stand versetzen, ganz gezielt „Auswertevorhaben“ zu initiieren, um die vielfältigen Ergebnisse, z.B. aus BMBF-Programmen, gezielt in die Arbeit des Umweltressorts zu übertragen. Im Rahmen des BMBF-Programms „Stadt-Land-Plus“ zur verbesserten Zusammenarbeit von Kommunen im regionalen Kontext hat UBA im Rahmen der Drittmittelforschung die Leitung eines derartigen Auswerteprojektes bereits übernommen.

Im Hinblick auf Forschungsvorhaben und Modellversuche soll künftig auch noch intensiver mit anderen Einrichtungen der Stadt- und Umweltforschung zusammengearbeitet werden, z. B. mit dem Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN).

Die Ergebnisse der ReFoPlan-Vorhaben werden in konkrete Programme, Strategien und gesetzliche Regelungen einfließen, aber auch in Informations- und Kommunikationsinstrumente sowie Austausch- und Dialogplattformen. Zudem werden sie die umsetzungsorientierten Programme des UBA unterstützen, wie z. B. das Umweltinnovationsprogramm, die Projektförderung oder die Verbändeförderung. Im Bereich des internationalen Politik- und Wissenstransfers bieten sich dafür die im UBA betreuten Programme „Beratungshilfeprogramm für den Umweltschutz in den Staaten Mittel- und Osteuropas, des Kaukasus und Zentralasiens sowie weiteren an die EU angrenzenden Staaten“ und das „UNEP/UNESCO/BMUB International Training Programme on Environmental Management for Developing and Emerging Countries“ an. Welche Wege beschritten werden, hängt von der Forschungsfrage, dem Zeitpunkt sowie dem Prozessstatus der konkreten Programme, Strategien und Gesetze ab.



Beispielhaft werden im Folgenden einige für das Themenfeld zentrale **Wege der Umsetzung und weiteren Verwendung** genannt:

- ▶ Nationale Strategien und Programme: Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Klimaschutzplan 2050, Integriertes Umweltprogramm, Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS), Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess), Weißbuch Grün in der Stadt,
- ▶ Internationale Strategien und Programme: Umsetzung der SDGs, der New Urban Agenda und des EU Circular Economy Package, Weiterentwicklung und Umsetzung der Leipzig Charta und der EU Urban Agenda,
- ▶ Gesetze und untergesetzliche Regelungen, z. B. Baugesetzbuch, Baunutzungsverordnung, Raumordnungsgesetz, Kreislaufwirtschaftsgesetz, Musterbauordnungen,
- ▶ Forschungsprogramme und Forschungsförderung z. B. des BMUB, BMBF und der EU,
- ▶ Förderprogramme wie die Städtebauförderung oder die Gemeinschaftsaufgabe Regionale Wirtschaftsstruktur (GRW),
- ▶ Entwicklung und Bereitstellung von Informationsmaterial, Praxishilfen und Tools, z. B. für (kommunale) Servicestellen, Kommunikatoren, Dialogplattformen; stärkere Verbreitung von Softwaretools wie Building Information Modelling (BIM),
- ▶ Weiterentwicklung von Bewertungsinstrumenten, z. B. in Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) oder auf Basis des Bewertungssystems für nachhaltiges Bauen (BNB) etc.

Bezüge zu internationalen Fragestellungen

Die größten Herausforderungen der Urbanisierung liegen vor allem in den Entwicklungs- und Schwellenländern in Asien und Afrika. Auch wenn die UBA-Forschungsagenda einen Schwerpunkt auf Deutschland legt, wird der internationale Kontext an geeigneten Stellen flankierend mit betrachtet. Die Aktivitäten der UN (z. B. UN Habitat, SDGs) und der EU (z. B. Leipzig Charta) sind wichtige Richtungsgeber für die deutsche Stadtentwicklungspolitik gerade auch unter Umweltgesichtspunkten. Die kommunale Umsetzung der SDGs wird beispielsweise ein wesentliches Thema für die deutsche Kommunalpolitik der kommenden Jahre. Gegenseitiges Lernen von und mit Staaten mit vergleichbaren Herausforderungen, Rahmenbedingungen und räumlicher Struktur (insbesondere im europäischen Raum) sind bei einigen Forschungsfragen denkbar und sinnvoll. Grundsätzlich könnte die derzeit noch national ausgerichtete Forschungsagenda in einem nächsten Schritt stärker um internationale Bezüge erweitert werden.

Anknüpfungspunkte finden sich vor allem im internationalen Wissenstransfer. Das gilt beispielhaft für den hohen Verbrauch an natürlichen Ressourcen. Vor allem China und Indien, aber auch andere stark wachsende Staaten verbrauchen weitaus mehr natürliche Ressourcen als Deutschland, weshalb ein zielgerichteter Wissenstransfer auch die dortige Stadtentwicklung beeinflussen und helfen kann, natürliche Ressourcen einzusparen. Genauso kann Deutschland vom Wissenstransfer profitieren, etwa hinsichtlich der Weiterentwicklung stark ausgelasteter Infrastruktur angesichts hoher Dichten und wachsender Bevölkerung in Ballungsräumen.

Das UBA ist bereits heute im Rahmen von Forschungsvorhaben, Gremientätigkeiten (z. B. Network of Environmental Protection Agencies) und Beratungshilfeprojekten im internationalen Kontext aktiv. Ein expliziter Schwerpunkt auf Themenfelder der umweltorientierten Urbanisierung ist bislang allerdings nicht gesetzt. **Potentielle Forschungsthemen und Vernetzungsaktivitäten** sieht das UBA u. a. in folgenden Punkten:

- ▶ Screening von nationalen und internationalen Best-Practice-Konzepten zur Reduzierung des urbanen Verbrauchs an natürlichen Ressourcen und resultierender negativer Umweltwirkungen und Ableitung bundesweit übertragbarer Ansätze (z. B. bestimmte Organisationsformen, Sammelsysteme, Anreizmechanismen etc.);
- ▶ Prüfung der Anwendbarkeit nationaler Konzepte des urbanen Umweltschutzes im internationalen Kontext (EU, global), Austausch zu Konzepten und Prüfung auf spezifische Eignung;
- ▶ Potenziale zur Vernetzung und zum Ausbau bestehender Kooperationen mit internationalen Einrichtungen und Initiativen wie der Municipal Solid Waste Initiative (MSWI) der Climate and Clean Air Coalition (CCAC);
- ▶ Prüfung nationaler Konzepte und Maßnahmen auf ihre Anwendbarkeit im Post Habitat III Prozess und zur Erreichung internationaler Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele, Ableitung von Anpassungsbedarf und Möglichkeiten der zielgerichteten Implementierung.

6



Ausblick

Die vorliegende Forschungsagenda greift vielfältige Aspekte zum urbanen Umweltschutz auf. Nicht immer sind die Fragen neu, ihre Beantwortung und insbesondere die Umsetzung von Lösungsansätzen ist jedoch noch nicht oder unzureichend erfolgt. Daher nennen die Themencluster auch Punkte, bei denen es vor allem darauf ankommt, bestehendes Wissen und Forschungsergebnisse besser und zielgerichteter zu kommunizieren. Die Agenda stellt Forschungsthemen in den Fokus, die aufgrund aktueller Rahmenbedingungen, Trends und Problemlagen in der Entwicklung urbaner Räume **aus Umweltperspektive eine hohe Relevanz** entfalten.

Im Zentrum stehen Forschungsfragen an der **Schnittstelle zwischen Umweltschutz und Stadtentwicklung** – meist sind sie von nationaler Bedeutung, an einigen Stellen weisen sie auch internationale Bezüge auf. Die Positionierung zu international bedeutsamen Themen einer umweltorientierten Stadtentwicklung ist jedoch in einem eigenen Prozess zu prüfen, auch im Hinblick auf die Frage, was und wie sich das UBA mit seiner Expertise in die Debatten und Prozesse zur globalen Urbanisierung und ihren Umweltfolgen international einbringen kann und sollte. Für nahezu alle Fragen und Bezüge gilt: Viele der Themen können nur in **Zusammenarbeit verschiedener Akteure** umgesetzt werden. Daher ist eine gute Zusammenarbeit mit vielen Kooperationspartnern von zentraler Bedeutung. Hierzu zählen Forschungseinrichtungen und Universitäten, Ministerien und andere Behörden – hier sind insbesondere das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und das Bundesamt für Naturschutz (BfN) zu nennen. Vor allem die Kooperation mit kommunalen Akteuren, Verbänden (Umweltverbände, Wirtschaftsverbände, kommunalen Spitzenverbände etc.), Städtenetzwerken sowie Wirtschaftsvertretern, zivilgesellschaftlichen Organisationen sowie weiteren Multiplikatoren ist für erfolgreiche Forschungsvorhaben und die Umsetzung von Ergebnissen zentral.

Die Agenda legt für alle Themen einen **Fokus auf die Umsetzung**. Diese gelingt nur, wenn bestehendes Wissen und neue Erkenntnisse miteinander verknüpft und Forschungsergebnisse ziel- und adressatengerichtet kommuniziert werden. Dann können Umsetzungsbarrieren reduziert und neue Ansätze und Konzepte an der Schnittstelle von Umweltschutz und Stadtentwicklung vorangebracht werden.



Für die anstehende Konkretisierung der Agenda zum urbanen Umweltschutz und die Ausformulierung von Forschungsvorhaben – im Rahmen der Ressortforschung und ggf. auch in anderen Formaten – ist eine gute Vernetzung zwischen den Forschungsprojekten zu den unterschiedlichen Themenschwerpunkten wichtig. So soll gewährleistet werden, dass **Synergien genutzt** werden können und sich durch das Zusammenführen der Forschungsergebnisse für Politik und Gesellschaft **überzeugende Argumente** für transformative Prozesse zur Erreichung von Umweltzielen in den zentralen Handlungsfeldern urbaner Entwicklung formulieren lassen.

Mit dem Konzeptpapier „Die Stadt für Morgen“ (UBA 2017b) hat das UBA bereits erste Schritte für eine **umweltorientierte Stadtentwicklung** vorgestellt. Um diese zu konkretisieren, müssen für die vielfältigen Handlungsfelder einer nachhaltigen Stadtentwicklung wie Ressourcenschutz, nachhaltige Infrastrukturentwicklung oder gesunde Lebensbedingungen Zielwerte und Indikatoren identifiziert und integrativ weiterentwickelt werden.

Die Agenda wird im Abstand von fünf bis zehn Jahren überarbeitet, aktualisiert und weiterentwickelt. Damit trägt sie zwei wesentlichen Ansprüchen Rechnung: Sie reagiert auf die **dynamischen Veränderungen der Städte und urbanen Siedlungsräume** und die neu entstehenden, umweltorientierten Fragestellungen. Und sie liefert einen jeweils aktuellen Beitrag zur Schärfung des Bewusstseins, dass Umweltschutz und Stadtentwicklung eng miteinander verwoben sind – nur so kann sichergestellt werden, dass „Leben in der Stadt“ in Zukunft nachhaltig, gesund, klimaangepasst sowie umwelt- und sozialverträglich möglich ist.



Literatur

- Adam, B.; Othengrafen, F. (2016): Stadtentwicklung und Gesundheit. *RaumPlanung* 2016 (4), S.6–7
- Bai, X (2016): Eight energy and material flow characteristics of urban ecosystems. *Ambio* 45 (7), S. 819–830.
- Bartke, S.; Ferber U.; Grimski D. (2016): INSPIRATION, a European research project on land use, Trasporti & cultura 16(45), 121–125.
- Baumgart, S. (2014): Planung für gesundheitsfördernde Stadtregionen – Ein Bericht aus dem Arbeitskreis der Akademie für Raumforschung und Landesplanung (ARL), In: UMID, Umwelt und Mensch Informationsdienst 2014 (2), S. 11–15
- BBSR (Hrsg.) (2014): Auf dem Weg zu Smart Cities. Stadtzukünfte mit neuen Technologien, BBSR-Analysen KOMPAKTo4, Bonn.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2015): Wachsende und schrumpfende Städte und Gemeinden in Deutschland. Download unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumbeobachtung/InteraktiveAnwendungen/WachsendSchrumpfend/Downloads/erlaeuterungen_studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1 Stand: 21.07.2017.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2016): Freiraumfibel: Wissenswertes über die selbstgemachte Stadt. Download unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/Sonderveroeffentlichungen/2016/freiraum-fibel-dl.pdf;jsessionid=6741E504DAF913561F475C82C94098AF.live21304?__blob=publicationFile&v=3
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017). Materialströme im Hochbau: Potenziale für eine Kreislaufwirtschaft. Zukunft Bauen, Forschung für die Praxis, Band 06. Download unter: http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Veroeffentlichungen/ZukunftBauenFP/2017/band-06-dl.pdf?__blob=publicationFile&v=2 Stand: 19.07.2017.
- BBSR – Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (2017a): Stadt- und Gemeindetyp 2015. Bezugsjahr 2015. Bonn
- BBSR/BMUB (Hrsg.) (2017): Smart City Charta: Digitale Transformation in den Kommunen nachhaltig gestalten. Bonn. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Stadtentwicklung/smart_city_charta_langfassung_bf.pdf
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2014): Die neue Hightech-Strategie Innovationen für Deutschland. Berlin
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2015): Zukunftsstadt – Strategische Forschungs- und Innovationsagenda. Berlin
- BMBF – Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.) (2015a): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung zum Themenschwerpunkt „Nachhaltige Transformation urbaner Räume“. Download unter: <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1027.html>, Stand: 21.07.2017.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II – Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Berlin
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016a). Den ökologischen Wandel gestalten – Integriertes Umweltprogramm 2030. Berlin
- BMUB (2016c): Dokumentation der Dialogplattform Smart Cities im Rahmen der IMA Stadt AG IV am 04.07.2016.

Böhme, C.; Kliemke, C.; Reimann, B.; Süß, W. (2012): Einführung. In: Böhme, C.; Kliemke, C.; Reimann, B.; Süß, W. (Hrsg.) Handbuch Stadtplanung und Gesundheit, 1. Auflage Verlag Hans Huber, Bern. S. 7–14

Böhme C.; Preuß, T.; Bunzel, A.; Reimann, B.; Seidel-Schulze, A.; Landua, D. (2015): Umweltgerechtigkeit im städtischen Raum- Entwicklungen von praxistauglichen Strategien und Maßnahmen zur Minderung sozial ungleich verteilter Umweltbelastungen. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Texte 01/2015. Dessau-Roßlau. Download unter: http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umwelt_und_gesundheit_01_2015.pdf

Brandt, S. (2016): Erst mehr Geld und jetzt mehr Personal – Was benötigen Kommunen für Investitionen. KfW Research, Fokus Volkswirtschaft, 2016 (151), S.1–4. Download unter: <https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/Konzernthemen/Research/PDF-Dokumente-Fokus-Volkswirtschaft/Fokus-Nr.-151-Dezember-2016-Personal-in-Kommunen.pdf>

BReg – Bundesregierung (2017): Bericht zur Stadtentwicklung. Download unter: <https://www.bundesregierung.de/Content/DE/Artikel/2017/04/2017-04-12-stadtentwicklungsbericht.html>

Bunzel, A.; Hinzen, A. (2000): Arbeitshilfe Umweltschutz in der Bebauungsplanung. UBA-Forschungsbericht; 99-034/2

Deilmann, C (2016). Ressourcenschutz im urbanen Kontext. Vortrag im Rahmen des 3. Nationalen Ressourcenforums, 11.11. 2016, Berlin, <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1968/dokumente/deilmann.pdf>
Stand: 19.07.2017.

Destatis – Statistisches Bundesamt (2014): Statistisches Jahrbuch 2014. Wiesbaden

Destatis – Statistisches Bundesamt (2016): Bautätigkeit und Wohnungen: Bautätigkeit 2015. Fachserie 5, Reihe 1. Download unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bauen/BautaetigkeitWohnungsbau/Bautaetigkeit2050100157004.pdf?__blob=publicationFile
Stand: 07.02.2017.

Einig, K. (2011): Koordination infrastruktureller Fachplanungen durch die Raumordnung. In: Tietz, H.-P./Hühner, Tanja (Eds., 2011): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme. Hannover, 2011 (Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 235).

EU – European Union (Hrsg.) (2016): Establishing the Urban Agenda for the EU “Pact of Amsterdam”. Amsterdam

FhG – Fraunhofer Gesellschaft (2017): Morgenstadt – Über uns. Download unter: <https://www.morgenstadt.de/de/ueberuns.html>
Stand: 27.07.2017.

KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau (2017): KfW-Kommunalpanel 2017, Frankfurt am Main.

KIT – Karlsruher Institut für Technologie (2015): KIT koordiniert Helmholtz-Stadtforschungsinitiative. Download unter: https://www.kit.edu/kit/pi_2015_039_kit-koordiniert-helmholtz-stadtforschungs-initiative.php
Stand: 27.07.2017.

Kommission nachhaltiges Bauen (KNBau) am Umweltbundesamt (2016a) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/stoffeintraege-in-die-lokale-umwelt-aus-gebaeuden>

Kommission nachhaltiges Bauen (KNBau) am Umweltbundesamt (2016b) <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/unterbringung-von-fluechtlingen-in-deutschland>

Kowarik, I.; Bartz, R.; Brenck, M. (2016): Ökosystemleistungen in der Stadt – Gesundheit schützen und Lebensqualität erhöhen. Naturkapital Deutschland – TEEB DE, Technische Universität Berlin, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Berlin, Leipzig. Download unter: http://www.naturerfahrungsraum.de/pdfs/TEEB%20DE_oekosys%20Stadt-Kap6.pdf

- Libbe J., Köhler H., Beckmann K. J. (2010): Infrastruktur und Stadtentwicklung . Technische und soziale Infrastrukturen – Herausforderungen und Handlungsoptionen für Infrastruktur- und Stadtplanung ; [Forschungsprojekt]. Hrsg. vom Deutschen Institut für Urbanistik und der Wüstenrot-Stiftung.
- Makeschin, F.; Schröter-Schlaack, C.; Glante, F.; Zeyer, J.; Gorgon, J.; Ferber, U.; Villeneuve, J.; Grimski, D.; Bartke, S. (2016): INSPIRATION D3.3 - Enriched, updated and prioritised overview of the transnational shared state-of-the-art.
- Matern, A.; Schmidt, M.; Monstadt, J. (2014): Kommunale Daseinsvorsorge im neuen Spannungsfeld? – Ansätze und Möglichkeiten sektorübergreifender Koordination technischer Infrastrukturen.
- McKinsey & Company (Hrsg.) (2016): Urban World: The Global Consumers to watch. London, United Kingdom
- Monstadt, J. (2009): Conceptualizing the political ecology of urban infrastructures: Insights from technology and urban studies, in: Environment and Planning A 41(8): 1924–1942.
- Moss, T. (2011): Planung technischer Infrastrukturen für die Raumentwicklung. In: Tietz, H.-P.; Hühner, T. (Hrsg.): Zukunftsfähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme. Hannover, 73–94, Forschungsberichte der ARL 235.
- OECD (2017): A new Perspective on urban Sprawl. Working Party on Integrating Environmental and Economic Policies, Environment Policy Committee, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.
- Population Reference Bureau (2017): Human Population: Urbanization, Download unter: <http://www.prb.org/Publications/Lesson-Plans/HumanPopulation/Urbanization.aspx> Stand: 19.07.2017.
- PricewaterhouseCoopers AG (2015): Deutschland Städte werden digital, Download unter: https://www.pwc.at/de/publikationen/studien/pwc-studie_deutschlands-staedte-werden-digital.pdf Stand: 30.11.2017.
- Repp, A.; Zscheischler, J.; Weith, Th.; Strauß, C.; Gaasch, N.; Müller, K. (2012): Urban-rurale Verflechtungen: Analytischer Zugang und Governance Diskurs. Diskussionspapier Nr. 12 des ZALF.
- Rittel, K; Bredow L.; Wanka, E. (2014): Grün, natürlich, gesund: Die Potenziale multifunktionaler städtischer Räume
- Rodenstein, M. (2012): Stadtplanung und Gesundheit – Ein Rückblick auf Theorie und Praxis. In: Böhme, C. Kliemke; C.; Reimann, B.; Süß, W. (Hrsg.) Handbuch Stadtplanung und Gesundheit. Verlag Hans Huber, Bern. S. 15–26
- Hansen, R.; Werner, R.; Pauleit, S.; Born, D.; Bartz, R.; Kowarik, I.; Lindschulte, K.; Becker, C.W. (2017): Urbane grüne Infrastruktur – Grundlage für attraktive und zukunftsfähige Städte, Hinweise für die kommunale Praxis. Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Leipzig, Berlin. Download unter: http://www.bfn.de/fileadmin/BfN/planung/siedlung/Dokumente/UGI_Broschuere.pdf
- RFID Journal (2010): North Sea Company Uses RFID to Catch Fish Crates. Online unter: <http://www.rfidjournal.com/articles/view?7325> Stand: 03.11.2017.
- Rüdiger, A./Baumgart S. (2016): Planungsinstrumente für eine gesundheitsfördernde Stadtentwicklung – Rückblick auf 30 Jahre Baugesetzbuch. RaumPlanung 2016 (4), S.15–21
- Statista (2017): Anteil der in Städten lebenden Bevölkerung in Deutschland und weltweit von 1950 bis 2010 und Prognose bis 2030, Download unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/152879/umfrage/in-staedten-lebende-bevoelkerung-in-deutschland-und-weltweit/> Stand: 30.11.2017.
- Statistikamt Nord – Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2016): Bevölkerung der Gemeinden in Schleswig-Holstein: 4. Quartal 2015, Ergebnisse der Fortschreibung auf Basis des Zensus 2011. Hamburg

Tietz, H.-P., Hühner, Tanja (Hrsg.) (2011): Zukunfts-fähige Infrastruktur und Raumentwicklung – Handlungserfordernisse für Ver- und Entsorgungssysteme, Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL 235. Hannover.

UBA – Umweltbundesamt (2009): Strategie des Umweltbundesamtes, 30. November 2009

UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2012): Glossar zum Ressourcenschutz. Dessau-Roßlau.
<https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/4242.pdf>
Stand: 19.07.2017.

UBA – Umweltbundesamt (2017): Hendricks: Deutschland muss seinen ökologischen Fußabdruck auf ein verträgliches Maß reduzieren – Internationale Konferenz berät über Konzept der planetaren Belastungsgrenzen, Pressemitteilung Nr. 15 vom 24.04.2017.
Download unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2743/dokumente/pm_2017_15_planetary_boundaries_o.pdf

UBA – Umweltbundesamt (2017a): Urban Mining – Ressourcenschonung im Anthropozän. Dessau-Roßlau. Download unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/urban-mining-ressourcenschonung-im-anthropozan>
Stand: 06.09.2017.

UBA – Umweltbundesamt (2017b): Die Stadt für Morgen: Umweltschonenden mobil – lärmarm – grün – kompakt – durchmischt, Dessau-Roßlau. Download unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-stadt-fuer-morgen>
Stand: 03.11.2017.

UBA – Umweltbundesamt (2017c): Rural Urban Nexus – Über das Projekt. Download unter:
<http://rural-urban-nexus.org/>
Stand: 30.11.2017.

UN – Vereinte Nationen (2015): Transformation unserer Welt: Die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. New York

UN – Vereinte Nationen (2017): New Urban Agenda: with subject index. Quito

UN HABITAT – United Nations Human Settlements Programme (Hrsg.) (2010): State of World's Cities 2010/2011: Bridging the urban divide. Nairobi, Kenya

UNCTAD (2016): Issues Paper on Smart Cities and Infrastructure (Draft), Intersessional Panel 2015–2016, United Nations Commission on Science and Technology for Development, Budapest.

UN DESA – United Nations Department of Economic and Social Affairs (Hrsg.) (2015): World Urbanization Prospects. New York, USA

United Nations Environment (UN Environment) (2012): Resource Efficient Cities. Download unter:
<https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities>
Stand: 19.07.2017

van Laak, D. (2001): Infra-Strukturgeschichte. In: Geschichte und Gesellschaft 27 (3), 367–393.

van Laak, D. (2017): Eine kurze (Alltags-)Geschichte der Infrastruktur. In: Aus Politik und Zeitgeschichte 67/16-17: 4-11.

Walter (2016): Bau und Überbau-Kommentar zur Erg. der BauNVO, In: BauWelt 35(2016), 30-35

WR – Wissenschaftsrat (2015): Stellungnahme zum Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau. Drs. 4703-15, Saarbrücken 10.07.2015.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (Hrsg.) (2016): Der Umzug der Menschheit: Die transformative Kraft der Städte. Berlin

Wirth, L. (1938): Urbanism as a way of life. American Journal of Sociology 44 (1), S. 1–24

The World Bank (Hrsg.) (2009): The little green data book 2009. Washington D.C., USA



► **Unsere Broschüren als Download**
Kurzlink: bit.ly/2dowYYI

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt
 www.youtube.com/user/umweltbundesamt
 www.instagram.com/umweltbundesamt