



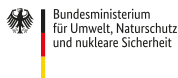
KlimaWaGe

klimawandelangepasste
Gewerbe- und Industriegebiete

Handlungsleitfaden zur Entwicklung von klimawandelangepassten Industrie- und Gewerbegebieten (KIG)



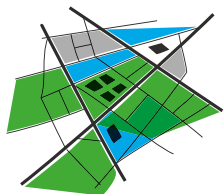
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

tu technische universität
dortmund

bottrop.



KlimaWaGe

klimawandelangepasste
Gewerbe- und Industriegebiete

Das Forschungsprojekt und die damit verbundene Erstellung dieses Leitfadens wurden mit Mitteln des *Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit* (BMU) im Rahmen der Deutschen *Anpassungsstrategie an den Klimawandel* (DAS) über das Förderprogramm „Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel“ mit dem Förderschwerpunkt der „Kommunalen Leuchtturmvorhaben“ unter dem Förderkennzeichen 03DAS140A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt allein bei den Autor*innen.

Autor*innen

Henrike Abromeit, Tilman Christian, Helge Ernst, Marisa Fuchs, Prof. Dr. Stefan Greiving, Jacqueline Keulen, Jörg Peter Schmitt, Lea Sophie Vielhauer

Projektpartner

Stadt Bottrop – Fachbereich Umwelt und Grün

Technische Universität Dortmund - Institut für Raumplanung der Universität Dortmund (IRPUD)

Projektlaufzeit

Januar 2019 bis September 2021

Grafische Gestaltung

lauter kommunikation

Inhalt

Über das Projekt	5
Über diesen Leitfaden	5
Einführung	6
<i>Projektstadt Bottrop</i>	7
Konzeptionelle Grundlagen: Das Vulnerabilitätskonzept	8
Was macht Industrie- und Gewerbegebiete vulnerabel?	10
Gefährdungen durch Hitze und Starkregen	11
Welche Herausforderungen und Chancen bestehen für Industrie und Gewerbe?	12
Planungsverfahren und -instrumente für die KIG-Entwicklung	13
Modul 1: Verfahrensziele und Beteiligung	16
1.1 Entwicklung von Wirkungs- und Verfahrenszielen per SMART-Formel	16
1.2 Beteiligungsformate	18
Kick-Off Workshop	18
Ideenwerkstatt	19
Planspiel	19
<i>Beispiel Bottrop</i>	20
<i>Wirkungs- und Verfahrensziele</i>	20
<i>Beteiligung</i>	21
Modul 2: Grundlagen- und Bestandsanalyse	22
2.1 Klimawirkungsanalyse	22
Grundlegende Konzipierung einer Klimawirkungsanalyse	23
Datengrundlage und -verfügbarkeit	23
Datengrundlage für das Klimasignal Hitze	24
Datengrundlage Klimasignal Starkregen	25
Datengrundlage Klimasignal Flusshochwasser	25
Datengrundlage Sensitivität	26
Durchführung einer Klimawirkungsanalyse	26
2.2 Grundlagenermittlung durch Bestandsanalysen	27
Fokus der Raumanalyse	28
Umfeldanalyse per PESTLE-Schema	29
Dokumentenanalyse	31
<i>Beispiel Bottrop</i>	33
<i>Durchführung der Klimawirkungsanalyse</i>	34
<i>Ergebnis der Klimawirkungsanalyse: Flächensteckbriefe</i>	35
<i>Ergebnisse der Planungsdokumentenanalyse</i>	38

Inhalt

Modul 3: Inhaltliche Strategieentwicklung	39
3.1 Strategien ableiten per SWOT-Analyse	39
Strategieansätze zum Umgang mit klimawandelbezogenen Unsicherheiten	41
<i>Beispiel Bottrop</i>	42
<i>Ergebnisse der Ideenwerkstatt und SWOT-Analyse</i>	42
<i>Strategische Ausrichtung</i>	43
Modul 4: Maßnahmenentwicklung	44
4.1 Methodisches Vorgehen	44
Kommunale Handlungsspielräume für Maßnahmen zur KIG-Entwicklung	45
Verknüpfung von Strategie und Maßnahmen	46
Maßnahmensteckbriefe: Entwicklung einer Entscheidungsgrundlage	47
Planungsphase: Interdisziplinäre Maßnahmen (weiter)entwickeln und validieren	48
<i>Beispiel Bottrop</i>	48
<i>Strategie-Maßnahmen-Matrix</i>	48
<i>Maßnahmensteckbriefe</i>	49
<i>Planspiele als Planungsphase</i>	51
<i>Praxiserfahrung: Lessons Learned</i>	52
Exkurs: Instrumente des besonderen Städtebaurechts	54
Städtebauliche Sanierungsmaßnahme	54
Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme	55
Stadtumbau	56
Zusammenspiel der Instrumente	57
Modul 5: Implementierung	58
5.1 Übertragbare Empfehlungen aus Praxis und Literatur	58
Versiegelungsgrad und Nutzungsdichte	59
Bauweise, Orientierung und Stellung der Baukörper	60
Verschattung von Gebäuden	61
Multifunktionale Dachgestaltung	61
Multifunktionale Fassadengestaltung	63
Bautechnischer Standard und ökologische Baumaterialien	63
Regenwasserversickerung und -rückhaltung, (temporäre) Retentions- und Überflutungsflächen, Wasserablaufflächen	64
Klimafreundliche Mobilität	66
Multifunktionale Grünflächen	67
5.2 Modellierung von Planungsalternativen	68
<i>Beispiel Bottrop</i>	69
<i>Kurzvorstellung zur Methodik der Modellierung</i>	70
<i>Kurzvorstellung der Ergebnisse der Modellierungen</i>	70
6. Resümee und Ausblick	72
Quellenverzeichnis	73

Über das Projekt

Das Projekt „Klimawandelangepasste Gewerbe- und Industriegebiete“ (KlimaWaGe) hat sich zum Ziel gesetzt, übertragbare Strategien und Maßnahmen für die Entwicklung von klimawandelangepassten Industrie- und Gewerbegebieten (KIG) zu entwickeln und zu erproben. Im Fokus standen die Klimasignale Hitze und Starkregen. Es wurden innovative methodische und thematische Ansätze erarbeitet, die bestehende Planungsverfahren weiterentwickeln, zum Aufbau tragfähiger Akteur*innennetzwerke beitragen und so zur KIG-Entwicklung befähigen.

Das Projekt ist in Kooperation des Instituts für Raumplanung der Universität Dortmund (IRPUD) und dem Fachbereich Umwelt und Grün der Stadt Bottrop entstanden. Es wurde vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) als kommunales Leuchtturmvorhaben im Rahmen des Förderprogramms „Anpassung an die Folgen des Klimawandels“ gefördert und lief von Januar 2019 bis September 2021.

Über diesen Leitfaden

Dieser Leitfaden bündelt Informationsgrundlagen, Kernerkenntnisse, mögliche Vorgehensweisen und Praxistipps aus dem Projekt KlimaWaGe, die dabei helfen sollen, eine Grundlage für Projekte der Bestands- und Neuentwicklung sowie Umplanung von klimawandelangepassten Industrie- und Gewerbegebieten in deutschen Kommunen zu schaffen. Der Fokus liegt dabei einerseits auf methodischen Empfehlungen zur Ermittlung von Klimawandelfolgen in Industrie- und Gewerbegebieten und andererseits auf übertragbaren Maßnahmen für deren Entwicklung. Dabei wird teilweise zwischen Neuentwicklung, Umbau und Bestandsentwicklung unterschieden.

Der Leitfaden richtet sich in erster Linie an Akteur*innen in deutschen Städten und Gemeinden sowie in der Forschung und Planung, denn ihnen kommt eine bedeutende Rolle in der Klimaanpassung zu. Er soll Anreiz sein für Anpassungsmaßnahmen zur KIG-Entwicklung und Hilfestellung, diese als sektorübergreifende Prozesse zu verstehen. Im Sinne einer besseren Verständlichkeit und Übertragbarkeit werden konkrete Erkenntnisse aus dem Leuchtturmvorhaben in der Stadt Bottrop beispielhaft vorgestellt und mit allgemeinen Betrachtungen verknüpft.

Die Module des Leitfadens sind so gestaltet, dass sie als Rahmen für den Ablauf zur KIG-Entwicklung genutzt werden können. Jedes Modul sammelt Vorschläge für ein methodisches Vorgehen für die zielgerichtete, strategische und integrierte Entwicklung von KIG. Der Fokus liegt dabei auf den spezifischen Anforderungen der Anpassung an Starkregen und Hitzestress, weshalb nur stellenweise auf generelle oder abstrakte Vorgehensweisen eingegangen wird.

Einführung

Der menschengemachte Klimawandel ist unbestritten. Er ist selbst mit intensiven Klimaschutzanstrengungen nur zu begrenzen, nicht aber aufzuhalten. Das stellt Kommunen und Unternehmen gleichermaßen bei der Anpassung an lokale Auswirkungen vor große Herausforderungen. Mit Blick auf zunehmende Extremwetterereignisse wie Hitzeperioden und Starkregen sind Vulnerabilität, Resilienz und Nachhaltigkeit unabdingliche Themen. Das gilt auch und insbesondere für die Planung und Entwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten, die aufgrund ihrer spezifischen Gestaltung, Lage und Funktion besonders anfällig sind.

Doch dieser Umstand wurde bisher wenig beachtet. Eine Umfrage des Deutschen Instituts für Urbanistik (2021) mit rund 200 Kommunen hat ergeben, dass Klimawirkungen für Infrastrukturen, Gewerbe und Industrien bislang nur als zweitrangig wahrgenommen werden. Dabei sind sie nachweislich besonders sensitiv und haben ein hohes Schadenspotenzial. Es wird aber auch deutlich, dass es vielen Kommunen an verlässlichen Informationsgrundlagen über lokale Klimawirkungen und Betroffenheiten fehlt. Folglich gibt es bisher kaum praxisorientierte Verfahren und Instrumente, um diese Informationen in Entscheidungsprozesse bei der KIG-Entwicklung einzubringen.

Grundsätzlich muss die Industrie- und Gewerbegebietsentwicklung auch abseits der Klimawirkungen vielfältigen und teils konträren Anforderungen gerecht werden. Interessen von Kommunen, Unternehmen und Beschäftigten spielen ebenso eine Rolle wie Funktionalität, Erreichbarkeit und Attraktivität. Um Klimaanpassung, insb. an Hitze und Starkregen, systematisch zu berücksichtigen, ist eine langfristige, strategische und integrierte Perspektive notwendig. Dazu bietet dieser Leitfaden Hinweise und Empfehlungen für kommunale Akteur*innen an, eng verknüpft mit formellen und informellen Instrumenten, Methoden und Verfahren.

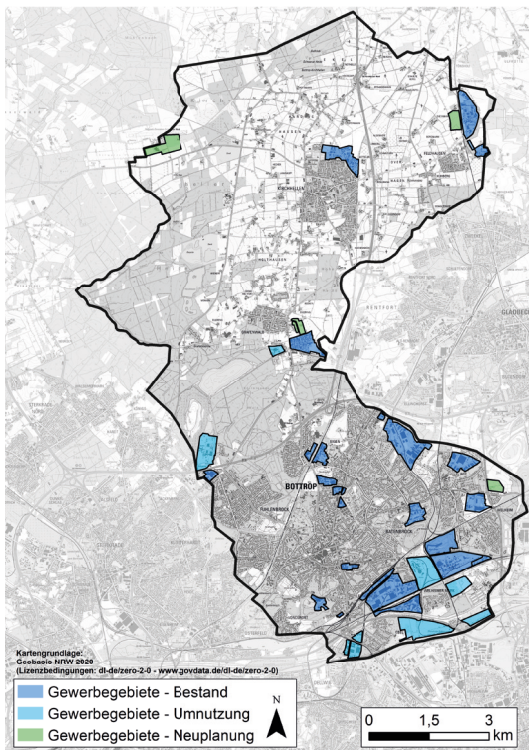


Quelle: Uwe Grützner

Projektstadt Bottrop

Im Rahmen des Leuchtturmprojekts KlimaWaGe diente die Stadt Bottrop als Partnerin und Versuchstandort. Die kreisfreie Großstadt liegt im Ruhrgebiet, Nordrhein-Westfalen und ist Teil der nördlichen Metropolregion Rhein-Ruhr. Bottrop war von 2010 bis 2020 Modellstadt des Projekts InnovationCity Ruhr und hat sich damit zum Ziel gesetzt, einen klimagerechten Stadtumbau voranzutreiben. Die öffentlichen, privaten und industriellen CO₂-Emissionen im Pilotgebiet der Stadt konnten im gegebenen Zeitraum halbiert werden und sind damit Teil des nachhaltigen Wandels von der Kohle- zur Klimastadt.

Die Mehrzahl der insgesamt 34 Gewerbegebiete (6,2 % der Stadtfläche) sowie der Stadtkern und Innenstadtbereich bündeln sich historisch bedingt im Süden (Abb. 1). Die industrielle und gewerbliche Flächennutzung ist insgesamt sehr heterogen: Büro- und Hallenflächen, Logistik- und Handelsunternehmen, verarbeitendes und produzierendes Gewerbe, Einzelhandel, industrielle Produktionsbetriebe und offene (Kohle-)Lagerflächen (RVR 2019a). Diese Stadtbereiche sind bioklimatisch stark belastet durch hohe Versiegelung, Abwärmeemittenten sowie fehlende oder kaum vorhandene Begrünung bzw. Anbindung an Grünflächen und gelten deshalb als bioklimatisch ungünstige Klimatope. Der Süden ist besonders entlang der Emscher durch ein Industrieklima geprägt (Stadt Bottrop 2007). In diesen klimatischen Lastenräumen treten die negativen Auswirkungen von Industrie- und Gewerbeflächen am deutlichsten hervor.



Fläche:
100,61 km²

Größte Wasserläufe:
Rhein-Herne-Kanal (4,3 km)
Emscher (4,4 km)

Bevölkerungszahl:
117.034

Anteil der Über-65-Jährigen:
20,9%

Abbildung 1: Industrie- und Gewerbegebiete in der Projektstadt Bottrop.
Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

Bottrop leidet bereits heute deutlich unter den Folgen des Klimawandels. Prognosen zum Anstieg hitzebedingter Kenntage gehen davon aus, dass sich die Belastungssituation in ohnehin bereits stark strapazierten Klimatopen weiter zuspitzt. Modellrechnungen zeigen, dass sich insbesondere die klimatischen Belastungen zukünftig weiter verschärfen werden. Bei schwachwindigen Schönwetterlagen herrscht

nachts eine Differenz von bis zu 2,5 °C zwischen Stadt und Umland. Dieser Hitzeinseleffekt tritt vor allem südlich im Stadtkern und den größten Industrie- und Gewerbegebieten auf, während die Temperaturen in den landwirtschaftlich genutzten und weniger bebauten Arealen im Norden Bottrops am niedrigsten sind (RVR 2019a).

Neben der Hitzebelastung ist Bottrop regelmäßig von Starkregenereignissen und Stürmen betroffen, die erhebliche Schäden verursachen. Ein markantes Beispiel bietet der Pfingststurm Ela 2014 sowie die Starkregenereignisse 2021, von denen insbesondere auch stark versiegelte Bereiche wie Gewerbegebiete betroffen waren.

Mit Ende des Bergbaus, der Schließung der letzten Steinkohle fördernden Zeche 2018 und dem damit einhergehenden Strukturwandel sind auch in Bottrop viele Flächen frei geworden, die heute große Chancen für die Umnutzung und Entwicklung bieten und der hohen Nachfrage nach Flächen entgegenkommen. Besonders für die Anpassung von Industrie- und Gewerbegebieten an Klimawandelfolgen findet sich hier großes Potenzial.

Konzeptionelle Grundlagen: Das Vulnerabilitätskonzept

Grundsätzlich bezeichnet Vulnerabilität die Verletzbarkeit oder Verwundbarkeit eines Systems, Objekts oder Subjekts gegenüber internen und/oder externen Einflüssen. Im Rahmen von KlimaWaGe folgt das Projektteam dem Vulnerabilitätsverständnis, wie es vom Umweltbundesamt (2015) und dem Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC – Weltklimarat) im vierten Sachstandsbericht 2007 beschrieben wird:

VULNERABILITÄT bezeichnet das Maß der Anfälligkeit eines Systems gegenüber den negativen Auswirkungen der Klimaänderungen, inklusive Klimavariabilität und Extremwerten. Sie setzt sich zusammen aus der Sensitivität und der Anpassungskapazität eines Systems sowie der Art, des Ausmaßes und der Geschwindigkeit von Klimaänderungen und -schwankungen (Parry et al. 2007).

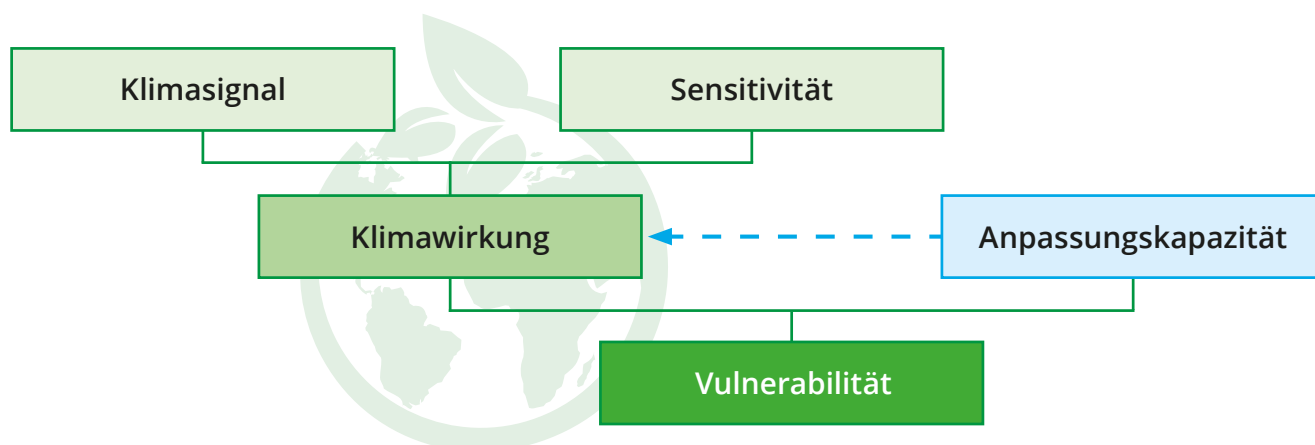


Abbildung 2: Vulnerabilitätskonzept. Eigene Darstellung nach Umweltbundesamt 2015 und Parry et al. 2007.

Diese sehr verdichtete Definition von Vulnerabilität basiert wiederum auf folgenden Begriffsdefinitionen, denen auch dieser Leitfaden folgt:

KLIMASIGNAL: "Das Klimasignal (exposure) beschreibt die Ausprägung des heutigen Klimas (t0) beziehungsweise des Klimas in der nahen (t1) und fernen Zukunft (t2). Die Differenz des Klimasignals zwischen t0 und t1 beziehungsweise t0 und t2 ist die Klimaveränderung. Systemisch betrachtet ist die Veränderung der Reiz, der innerhalb eines bestehenden Systems eine Auswirkung (Klimawirkung) hervorruft" (Umweltbundesamt 2015: 37).

SENSITIVITÄT: "Die Sensitivität (sensitivity) beschreibt, in welchem Maße ein bestehendes nicht-klimatisches System (Sektor, Bevölkerungsgruppe, aber auch biophysikalische Faktoren wie Luftqualität) auf ein definiertes Klimasignal reagiert. Die Sensitivität in der Gegenwart (t0) ist damit abhängig vom Status quo des Systems zum jetzigen Zeitpunkt, während die Sensitivität in der nahen Zukunft (t1) beziehungsweise in der fernen Zukunft (t2) die Reaktion des zukünftigen Systems auf ein Klima in der Zukunft beschreibt. Die Differenz aus der Sensitivität zwischen der Gegenwart und der Zukunft beschreibt die Veränderung des Systems" (Umweltbundesamt 2015: 37).

KLIMAWIRKUNGEN: "Eine Klimawirkung (impact) beschreibt zum Zeitpunkt t0 die Wirkung des heutigen Klimas auf das heutige System beziehungsweise zum Zeitpunkt t1 oder t2 die Wirkung des zukünftigen Klimas auf ein zukünftiges System. Aus der Differenz der Klimawirkungen t0 und t1 beziehungsweise t0 und t2 lässt sich die potenzielle Wirkung (potential impact) des Klimawandels, aber auch anderer Veränderungsprozesse ablesen" (Umweltbundesamt 2015: 38).

ANPASSUNGSKAPAZITÄT: "Die Anpassungskapazität (adaptive capacity) ist die Fähigkeit eines Systems, sich an den Klimawandel anzupassen und potenziellen Schaden zu mindern. Die Anpassungskapazität bezieht sich definitorisch immer auf die Zukunft beziehungsweise die Möglichkeit, zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen. Es handelt sich also um mögliche Vermeidungs-, Minderungs- oder Schutzmaßnahmen, die über das bereits Bestehende hinausgehen. In der Vergangenheit bereits getroffene Anpassungsmaßnahmen wie die Errichtung eines Bewässerungssystems, um sich vor klimatischer Trockenheit zu schützen, fließen in die Analyse der Sensitivität mit ein" (Umweltbundesamt 2015: 38).

Was macht Industrie- und Gewerbegebiete sensitiv?

Industrie- und Gewerbegebiete werden in der Regel unterschiedlich genutzt. Dienstleistungen, Produktion, Lagerung oder andere gewerbliche oder industrielle Tätigkeiten stellen jeweils besondere infrastrukturelle Anforderungen. Aber unabhängig von ihrer Nutzung haben Industrie- und Gewerbegebiete einige lage- und baustrukturelle Eigenschaften gemein, die sie besonders anfällig für Klimawandelfolgen machen.



Abbildung 3: Betriebsgelände mit hoher Versiegelung und Bebauungsdichte. Foto: pixabay.com (lizenzfrei)

Das ist einerseits ihre häufig historisch bedingte innerstädtische und/oder wassernahe Lage. Innerstädtische Gebiete sind meist hoch verdichtet und besonders anfällig für Hitze und Starkregen. Standorte an Gewässern gehen mit Überschwemmungsgefahren einher. Und periphere Randgebiete grenzen oft an klimaökologisch wichtige Freiflächen wie Wälder und Grünflächen mit schützenswerten klimatischen Funktionen.

Andererseits zeichnen sich industriell und gewerblich genutzte Gebiete durch bestimmte bauliche Eigenschaften aus, die sie sensitiv machen. Großflächige Gebäude, Betriebsflächen, Parkplätze und Straßen prägen die Landbedeckung, was für einen hohen Grad an Versiegelung sorgt, bspw. durch Asphaltierung (70-100 % der Flächen) (Stadt Essen 2002). Zudem geht die hohe Bebauungsdichte mit einer ebenso hohen Dichte an Sachwerten und Infrastrukturen einher (Energieversorgung, Abwasserentsorgung, Transportinfrastrukturen etc.). Aufgrund ihrer systemischen Kritikalität ist bei solchen Infrastrukturen das Schadenspotenzial besonders hoch. Die Widerstandsfähigkeit gegenüber Klimawandelfolgen wurde bei den oft funktionell gestalteten Gebäuden bisher nicht berücksichtigt.

Kritikalität ist ein „relatives Maß für die Bedeutsamkeit einer Infrastruktur in Bezug auf die Konsequenzen, die eine Störung oder ein Funktionsausfall für die Versorgungssicherheit der Gesellschaft mit wichtigen Gütern und Dienstleistungen hat“ (BMI 2009: 5).

Ohne explizite bau- und infrastrukturelle Anpassungen an Klimawandelfolgen drohen künftig erhebliche Folgeschäden für den Wirtschaftssektor und andere abhängige Teilsysteme, nicht zuletzt durch Kaskadeneffekte in eng verzweigten Netzwerkstrukturen (Schmitt 2020).

Gefährdungen durch Hitze und Starkregen

Durch den massiven Anteil versiegelter Flächen und das hohe Bauvolumen sind Industrie- und Gewerbegebiete besonders anfällig für Hitzestress. Sie bilden städtische Wärmeinseln, in denen stark wärmespeichernde Oberflächen durch Sonneneinstrahlung erhitzt werden. Besonders dunkle Asphalt- und Betonflächen erhitzen sich in den Sommermonaten auf bis zu 50 °C und punktuell sogar auf bis zu 80 °C (Abb. 4). Durch diese verstärkte Wärmeentwicklung ist auch der nächtliche Temperatúrausgleich geringer, da insgesamt sehr viel mehr Wärmeenergie abgegeben werden muss als in weniger stark verdichteten und versiegelten Gebieten. Dieser Effekt wird durch Luftverschmutzungen und geringe Ventilation zusätzlich verstärkt. Emissionen, die durch Verkehr und gewerblich-industrielle Prozesse verursacht werden, brechen Sonnenstrahlen und behindern so ihre Reflexion, was den Hitzestau in den unteren Luftschichten intensiviert. Derartige Hitzestress wird langfristig weiter zunehmen (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020).

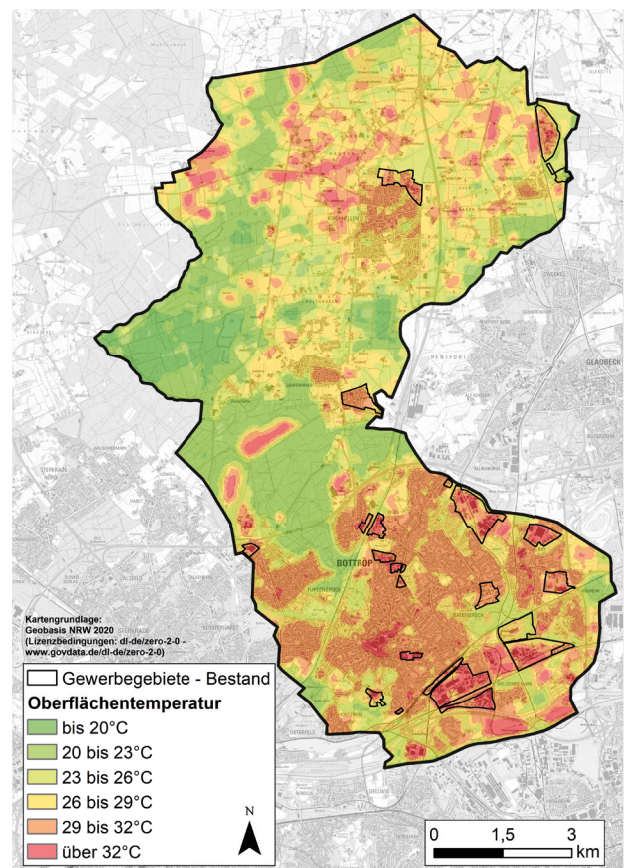


Abbildung 4: Oberflächentemperatur in der Stadt Bottrop. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

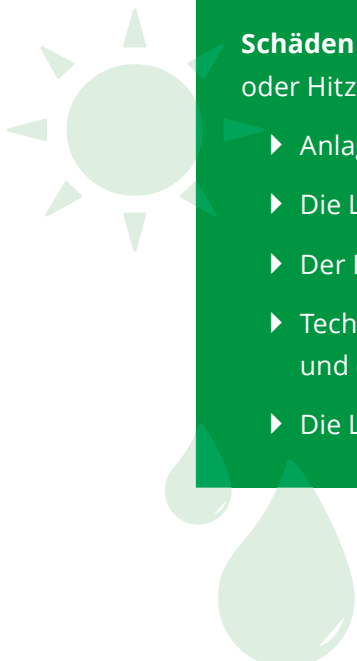
Anders als die Entwicklung von Wärmeinseln sind Starkregenereignisse räumlich-ubiquitär, d. h. sie können grundsätzlich überall auftreten. Sie gehören zu den konvektiven Ereignissen, entstehen also durch vertikale Luftbewegungen. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass kaum vorhersagbar ist, wo sie sich entladen werden, etwa als Gewitter- oder Starkregenzellen. Daher gibt es auch keine oder nur eine sehr geringe Vorwarnzeit für konvektive Wetterereignisse.

Durch den Klimawandel werden voraussichtlich vermehrt Starkregenereignisse auftreten (Deutsches Klima-Konsortium et al. 2020). Dieser Trend hat sich bereits im Zeitraum von 1951 bis 2006 abgezeichnet, in dem der Deutsche Wetterdienst (2016) eine bundesweite Zunahme von Starkniederschlägen um 25 % im Frühjahr, Herbst und Winter verzeichnete.

Diese Entwicklung ist besonders in Industrie- und Gewerbegebieten relevant. Hier fehlt es häufig an ausreichenden Vorsorgemaßnahmen wie Rückhalte- und Versickerungsmöglichkeiten, um die hohe Versiegelung auszugleichen. Bei Starkregen kann dort innerhalb kürzester Zeit das Kanalnetz überfordert sein, was zu Überflutungen und kaskadenartigen negativen Folgen führt. In flachen Gebieten wie Industrie- und Gewerbeflächen mit geringen Reliefunterschieden kann sich Regenwasser leicht ansammeln und zu Überschwemmungen führen. In steileren Gebieten mit großen Reliefunterschieden kann es hingegen zu hohen Fließgeschwindigkeiten kommen, die für sich betrachtet bereits eine Gefahr darstellen und zusätzlich zu bedrohlichen Hangrutschungen und Bodenerosionen und damit zu strukturellen Schäden an Gebäuden und Infrastrukturen führen können.

Welche Herausforderungen und Chancen bestehen für Industrie und Gewerbe?

Der Klimawandel und damit einhergehende Klimasignale, also klimatische (Aus-)Wirkungen, können regional unterschiedliche Effekte haben. Je nach Klimasignal (Hitzestress, Starkregen etc.) und Branchensensitivität können Unternehmen und ihre Belegschaft, Anlagen, Prozesse, Logistikketten und Kundenschaft direkt oder indirekt betroffen sein. Mit dem Klimawandel wächst die Wahrscheinlichkeit und die Größenordnung von Schäden.



Schäden und Beeinträchtigungen, die durch **Extremwetterereignisse** wie Starkregen oder Hitze entstehen können, lassen sich wie folgt skizzieren:

- ▶ Anlagen nutzen sich intensiver ab, werden in ihrer Funktion gestört oder zerstört,
- ▶ Die Lagerung von Produkten wird beeinträchtigt,
- ▶ Der Energieaufwand für eine stärkere Kühlung oder Wasseraufbereitung steigt,
- ▶ Technische Infrastrukturen wie Energie- und Wasserversorgung oder Zufahrten und (Transport-)Wege werden beschädigt oder fallen aus,
- ▶ Die Leistungsfähigkeit der Belegschaft sinkt, bspw. aufgrund von Hitzestress.

Als direkte Folge kann es bei betroffenen Unternehmen – auch längerfristig – zu Einschränkungen der Produktion und Lieferausfällen kommen. Aus wirtschaftlicher Sicht ist das vor allem für Unternehmen ein Problem, die just-in-time produzieren und keine oder nur geringe Pufferkapazitäten haben. Indirekte Folgen entstehen bei Abhängigkeiten von Logistikketten oder intensiven Lieferverflechtungen, die gestört werden und ausfallen können. Durch kaskadenartige Effekte können dann auch Unternehmen betroffen sein, die selbst in keiner Weise akuten Klimasignalen ausgesetzt sind.

Es gibt aber auch wichtige **Chancen** und **Vorteile** in der **KIG-Entwicklung**:

- ▶ Investitionen verhindern hohe Kosten durch Umweltschäden
- ▶ Synergieeffekte benachbarter Betriebe können genutzt werden
- ▶ Schutzanlagen (Hochwasserschutzwände, Kühlsysteme, Retentionsbecken etc.) erzielen bei geteilten Kosten und grundstückübergreifender Konstruktion eine umso größere Wirkung
- ▶ Auch kleine Klimaanpassungsmaßnahmen (Begrünung von Flächen, Dächern, Fassaden) bringen mikroklimatische und energetische Vorteile
- ▶ KIG bringen auch einen Imagezugewinn für Unternehmen und Kommunen im Sinne der *Corporate Responsibility*

Planungsverfahren und -instrumente für die KIG-Entwicklung

Die klimawandelangepasste Entwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten ist eine Querschnittsaufgabe, die das effiziente und koordinierte Einsetzen von formellen und informellen Planungsinstrumenten erfordert. Außerdem ist eine enge, auch regionale Kooperation von Akteur*innen in Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft notwendig.

Die transdisziplinäre Zusammenarbeit ermöglicht ein ausreichendes System- und Handlungswissen zur Entwicklung von geeigneten Zielen, Strategien und Maßnahmen. Damit geht zudem eine weitreichende Sensibilisierung für Klimawandelforderungen einher, die die Umsetzungsbereitschaft besonders bei solchen Akteur*innen fördert, die dem Planungsbelang (*Lokal-Klima*) sonst wenig Relevanz einräumen.

Informelle Planungsinstrumente bieten Städten und Gemeinden eine große Bandbreite bei der Gestaltung von Planungsverfahren und -inhalten. Dazu gehören z. B. *Stadtentwicklungskonzepte oder -pläne, sektorale Konzepte/Pläne und Instrumente zur Sensibilisierung und Beteiligung von Akteur*innen*. Wenn informelle Pläne und Konzepte politisch beschlossen werden, signalisiert das ein deutliches öffentliches Interesse und wird so zum Abwägungsgegenstand in den formellen Bauleitverfahren (§ 1 (6) 11 BauGB).

Formelle Instrumente sind u. a. der *Flächennutzungsplan* (vorbereitende Bauleitplanung), der *Bebauungsplan* (verbindliche Bauleitplanung) und der *städtebauliche Vertrag* gemäß § 11 BauGB. *Flächennutzungs- und Bauleitpläne* können im Zuge der Industrie- und Gewerbegebietsentwicklung in Planungsverfahren neu aufgestellt oder geändert werden. Da die Klimaanpassung Teil der städtebaulichen Leitvorstellung nach § 1 (5) 2 BauGB ist, muss sie bei Bauleitplanverfahren grundsätzlich berücksichtigt werden. Anknüpfungspunkte für die Klimaanpassung liegen damit in den *Festsetzungsinhalten für die Bauleitplanung* (§§ 5 u. 9 BauGB), in den *Abwägungsbelangen hinsichtlich des Umweltschutzes* (§ 1a (5) BauGB) und in der *Umweltprüfung*.

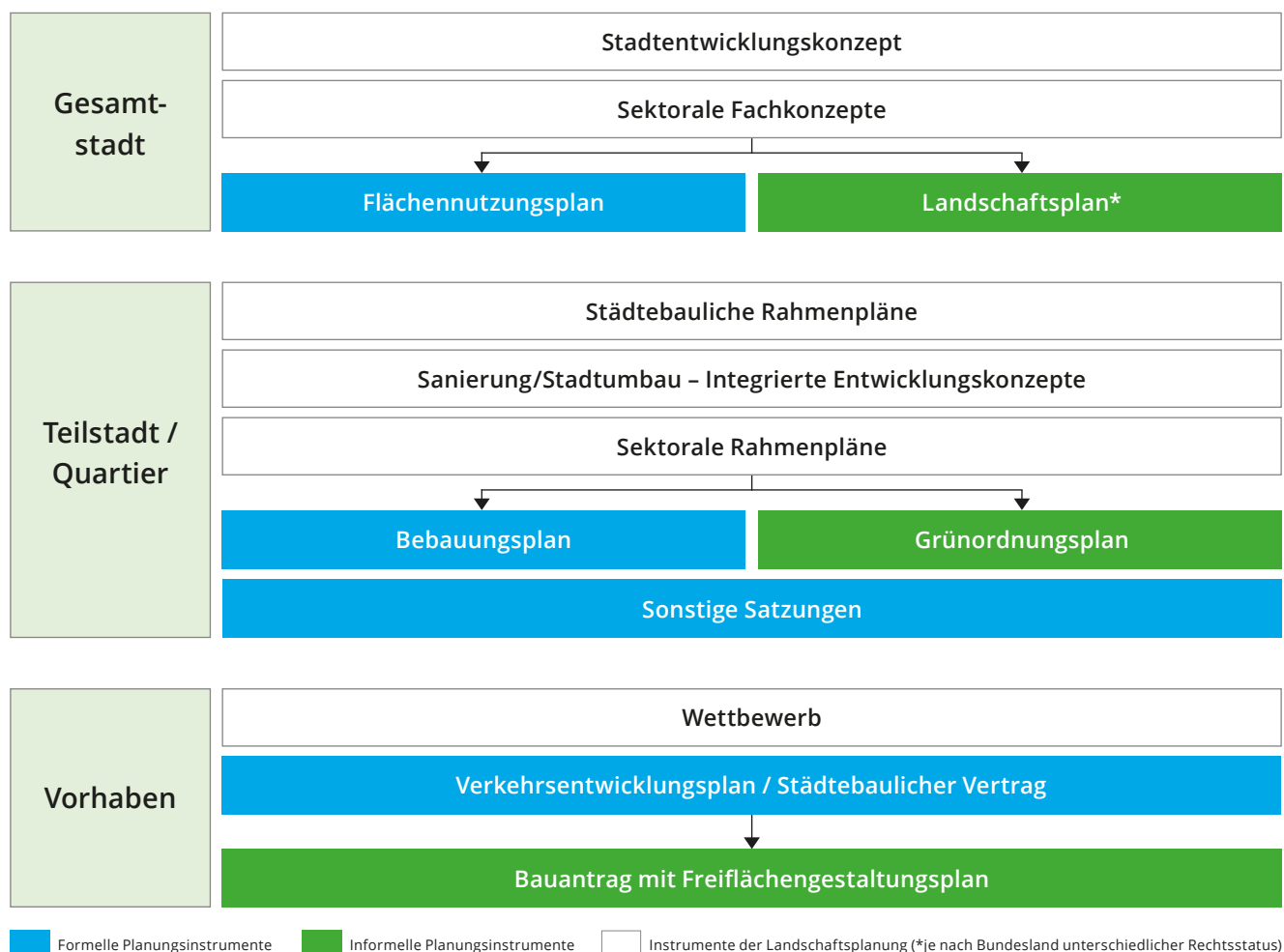


Abbildung 5: Planungsinstrumente auf verschiedenen Maßstabsebenen. Eigene Darstellung nach Landeshauptstadt Stuttgart 2009; Mathey et al. 2011; Schmidt-Eichstaedt et al. 2014 und Baumüller 2018.

Seitens der formellen Instrumente bietet die Bauleitplanung große Potenziale für die Klimaanpassung von Industrie- und Gewerbegebieten. Denn bei der Neuaufstellung oder Änderung von Bebauungsplänen im Rahmen einer Neuplanung oder umfassenden Umplanung (z. B. von Konversionsflächen) können Klimaanpassungsmaßnahmen frühzeitig und umfassend berücksichtigt werden.

Demgegenüber sind Anpassungen im Bestand schwieriger und nur langwierig umsetzbar, was sich an jährlichen Änderungsraten von 0,5 bis 1 % deutlich zeigt (Fleischhauer 2009). Das liegt vor allem an insgesamt geringen Erneuerungsraten und am eigentumsrechtlichen Bestandsschutz gemäß Art. 14 (2) GG.

Gleichzeitig bieten Bestandsbereiche viel Potenzial und haben oftmals großen Bedarf zur Umsetzung von Klimaanpassungsmaßnahmen. Aber gerade die nur langsam voranschreitende Bestandsentwicklung macht eine frühzeitige Planung und Umsetzung unerlässlich. Dabei können verschiedene Planungsinstrumente hilfreich sein, u. a. die des besonderen Städtebaurechts wie die städtebauliche Sanierung und der Stadtumbau. Beide eignen sich für die Umplanung und die Bestandsentwicklung, da Klimaanpassungsanforderungen als Maßstab für die Identifizierung von städtebaulichen Missständen und Funktionsverlusten (§ 136 (2) 1 und § 171a (2) BauGB) dienen können. Sie ermöglichen einen rahmengebenden Planungsprozess, in dem informelle konsensuale und formelle Instrumente (z. B. städtebauliches Entwicklungskonzept und Stadtumbauvertrag) mit zusätzlichen Förderprogrammen kombiniert werden können.

Zudem sind durch die Novelle im BauGB 2011 die Steuerungsmöglichkeiten für Klimaschutz und -anpassung explizit erweitert worden. Die sog. Klimaschutzklausel sieht vor: „Den Erfordernissen des Klimaschutzes soll durch Maßnahmen, die dem Klimawandel entgegenwirken, als auch durch solche, die der Anpassung an den Klimawandel dienen, Rechnung getragen werden.“ Dadurch kann das Thema Klima in der Abwägung bei der B-Planaufstellung verstärkt berücksichtigt werden. Ergänzt wird die Klimaschutzklausel durch § 5 Abs. 2 Nr. 2 BauGB (Maßnahmen im Flächennutzungsplan, die den Klimawandel entgegenwirken) und § 171 BauGB (Klimaanpassung als Gegenstand der Städtebauförderung).

Modul 1: Verfahrensziele und Beteiligung

Bei planerischem Handeln geht es im Grunde immer um das Lösen eines Problems (Ist-Zustand) im Hinblick auf ein angestrebtes Ziel (Soll-Zustand). Die Diskrepanz zwischen den Ist- und Soll-Zuständen gibt den Anstoß für die Planung und Umsetzung von notwendigen Maßnahmen zur Veränderung. Dabei spielen die Folgen des Klimawandels mehr und mehr eine Rolle. Hitze, Starkregen und andere Extremwetterereignisse führen auch und insb. in Industrie- und Gewerbegebieten zunehmend zu Funktionsverlusten und anderen anstoßgebenden Missständen (§ 136 Abs. 2 S. 2 Nr. 1 und § 171a Abs. 2 S. 2 BauGB). Sie werden damit zu Faktoren, die bei der Definition von Wirkungszielen (WZ; Welche Wirkung soll erzielt werden?) und Verfahrenszielen (VZ; Wie wird die Wirkung erreicht?) systematisch berücksichtigt werden müssen (Maurer und Marti 1999).

1.1 Entwicklung von Wirkungs- und Verfahrenszielen per SMART-Formel

Die Integration von Klimaanpassungen in die Ziele der Industrie- und Gewerbegebietsentwicklung ist ein Team-Prozess, in dem Akteur*innen aus unterschiedlichen Kontexten, Einrichtungen und Fachrichtungen zusammenkommen. Für eine zielführende Kooperation können analytisch-rationale, kommunikative und kreative Methoden kombiniert werden, so auch in der Entwicklung von Zielsetzungen (Diller et al. 2017).

Grundsätzlich kann die **Zielentwicklung** entlang folgender **Schritte** durchgeführt werden (Peterjohann 2015):

1. Zielideen sammeln
2. Zielhierarchien aufbauen
3. Ziele priorisieren; ggf. in Muss-, Soll- und Kann-Ziele
4. Zielkonflikte identifizieren
5. Ziele messbar machen
6. Ziele zeitlich einordnen und
7. Ziele formulieren



SMART-Ziele sind:

- SPEZIFISCH KONKRET:** Das Ziel ist konkret formuliert.
- MESSBAR:** Es gibt objektive, messbare Kennzahlen, die die Zielerreichung abbilden.
- AKTIV BEEINFLUSSBAR:** Die Zielerreichung kann von den Akteur*innen aktiv gesteuert werden.
- REALISTISCH :** Das Ziel ist anspruchsvoll, aber erreichbar.
- TERMINIERT:** Es gibt feste Termine für das Erreichen des Ziels.



Praxistipp!

Je abstrakter oder komplexer Ziele formuliert werden, desto schwerer sind sie zu erfassen und nachzuvollziehen. Die Formulierung als vollständiger Satz oder vollständige Aussage kann dabei helfen, Ziele klarer und verständlicher auf den Punkt zu bringen.

Um in der Planung auch zielführend anwendbar zu sein, sollten **SMART-Ziele** zudem folgende **Bestandteile** umfassen (Maurer und Marti 1999):

- ▶ **Zielobjekt** – Was ist betroffen?
- ▶ **Zielinhalt** – Was soll erreicht werden?
- ▶ **Zielausmaß** – Wieviel soll erreicht werden?
- ▶ **Zielort** und **Zielzeitraum** – Wo und wann soll das Ziel erreicht werden?

1.2 Beteiligungsformate

Die Entwicklung von Planungszielen ist als Team-Prozess von einer Vielzahl von Akteur*innen abhängig. Das macht eine konstruktive und kooperative Arbeitsweise unerlässlich, die durch verschiedene interaktive Beteiligungsformate erreicht werden kann. Beispiele dafür sind der Kick-Off-Workshop und die Ideenwerkstatt.



Praxistipp!

Kleine Workshop-Teams bieten den Vorteil einer besseren Kommunikation: Ideen können freier besprochen und Konflikte direkter gelöst werden, es gibt tendenziell weniger Hemmungen im Austausch und die Arbeitsatmosphäre ist persönlicher und somit verbindlicher. Das ermöglicht eine höhere Produktivität der Gruppen. Je nach Größe des Workshops ist eine Kleingruppenstärke von 5-8 Personen empfehlenswert. Je kleiner die Gruppe, desto größer ist die Fähigkeit der Selbstorganisation.

Kick-Off Workshop

Der Kick-Off ist der Auftakt zu einem Projekt, der sowohl eine reine Informations- oder Präsentationsveranstaltung als auch bereits ein interaktives Workshop-Format haben kann. Es gibt zwei Ziele, die ein Kick-Off erreichen sollte: einerseits eine gemeinsame Informationsgrundlage für alle Beteiligten, andererseits Klarheit darüber, wer wie zum Erfolg des Projektes beitragen kann.

Im Sinne der Zielentwicklung und Einbindung von Akteur*innen – oder Stakeholdern – empfiehlt sich ein interaktives Format, in dem sich alle Beteiligten einbringen können. Der Kick-Off ist richtungsweisend für den Verlauf und die Art eines Projekts und bestimmt maßgeblich die kommende Kooperations- und Informationskultur. Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt sollten Zielsetzungen vereinbart werden, die von allen internen und externen Beteiligten mitgetragen werden. Die Möglichkeit zur gemeinschaftlichen Kooperation stärkt das gemeinsame Engagement und das Verantwortungsbewusstsein aller Mitwirkenden.

Ein **Kick-Off** können sich an folgenden **Themen** orientieren:

1. Vermittlung und Vereinbarung von Erwartungen und Zielen
2. Präsentation der Chancen und des Potenzials des Projekts
3. Vorstellung des Projektplans
4. Vereinbarung von Aufgaben, Verantwortungen und Zuständigkeiten
5. Konkretisierung angewandter Methoden
6. Besprechung der Kommunikationswege
7. Motivation aller Projektbeteiligten
8. Feedbackrunde zu Zweifeln, Bedenken und Anregungen



Praxistipp!

Ein Kick-Off Workshop zu Beginn eines Projekts mit relevanten Fachämtern und externen Stakeholdern macht einerseits schon im Vorfeld auf das Projekt aufmerksam und bietet andererseits die Gelegenheit erste Standpunkte, Ideen und Interessen auszutauschen und festzuhalten.

Ideenwerkstatt

In der Ideenwerkstatt werden verschiedene Lern- und Arbeitsformate kombiniert. Im Fokus steht dabei die kreative und ergebnisorientierte Partizipation aller Beteiligten, häufig im Rahmen der Problemlösung. Über Methoden der Moderation, Visualisierung und Kreativitätstechniken werden Lösungsideen entwickelt, strukturiert und kombiniert, um zu neuartigen Lösungsansätzen zu kommen (Rogge 2000).

Der **Aufbau** der **Ideenwerkstatt** kann folgendes Schema haben (Rogge 2000):

1. Vorstellung der Aufgaben
2. Sammlung von Ideen (kreative Phase)
3. Bewertung, Präzisierung und Konsolidierung der Ideen
4. Präsentation der Ergebnisse

Planspiel

Die Planungsphase kann bspw. im Rahmen eines Planspiels aufgerollt werden. Dabei handelt es sich im Grunde um eine Kombination aus Experiment und Rollenspiel. Akteur*innen übernehmen bestimmte Positionen, um komplexe Strukturen oder Prozesse zu ergründen und dabei selbst Inhalte zu erzeugen (Kriz und Lisch 1988, Einig 2011).

Die **Struktur** eines **Planspiels** hat laut Bundeszentrale für Politische Bildung (2018) sieben Phasen:

1. Inhaltliche Vorbereitung
2. Methodische Vorbereitung
3. Konstituierung der Planspielgruppe
4. Planspieldurchführung
5. Auswertungsdiskussion in der Gruppe
6. Auswertung in der Gesamtgruppe
7. Transfermöglichkeiten des Spiels

Im Rahmen des Projekts KlimaWaGe wurden verschiedenen Methoden und Beteiligungsformate genutzt. Die Zielentwicklung orientierte sich an der SMART-Formel. Im Rahmen des Kick-Off-Workshops wurden erste Zielsetzungen skizziert und dann in einer Ideenwerkstatt weiterentwickelt. Das Planspiel wurde zu einem späteren Zeitpunkt in der Planungsphase angewendet (siehe Praxiserfahrung: Lessons Learned).

Wirkungs- und Verfahrensziele

Die Erstellung von Zielen für die KIG-Entwicklung für die Projektstadt Bottrop folgte der Grundannahme, dass die Arbeitsbevölkerung und physische sowie netzwerkbezogene Infrastrukturen durch Hitze und Starkregen gefährdet sind. Mithilfe der SMART-Formel wurde daher folgendes übergeordnetes Wirkungsziel formuliert:

WZ 1: Geringere Vulnerabilität (physischer Strukturen) in ausgewählten bestehenden Gewerbe- und Industriegebieten bis 2025 und eine minimale Vulnerabilität (physischer Strukturen) zukünftiger Gewerbe- und Industriegebiete in der Stadt Bottrop gegenüber Starkregen und Hitzestress im Hinblick auf den Schutz der (1) Arbeitsbevölkerung, von (2) Produktionsstätten, Mitteln und Gütern und von (3) Infrastruktursystemen.

Da die Verringerung der Vulnerabilität im Bestand, in der Umplanung und in der Neuplanung ein umfangreiches und komplexes Vorhaben ist, wurden zur Spezifizierung zwei weitere Teilziele formuliert:

WZ 1.1: Geringere Klimawirkungen (auf physischen Strukturen und die Arbeitsbevölkerung) in ausgewählten bestehenden Gewerbe- und Industriegebieten bis 2025 und minimale Klimawirkungen (auf physische Strukturen und die Arbeitsbevölkerung) in zukünftigen Gewerbe- und Industriegebieten in der Stadt Bottrop durch Starkregen und Hitzestress.

WZ 1.2: Erhöhte Anpassungskapazität gegenüber Starkregen und Hitzestress der an der Gewerbe- und Industriegebietsentwicklung Beteiligten in der Stadt Bottrop bis 2025.

Während diese Wirkungsziele den angestrebten Soll-Zustand – die verringerte Vulnerabilität von KIG – formulieren, wird der Weg dahin in den Verfahrenszielen festgehalten. Das übergeordnete Verfahrensziel wurde wie folgt ausformuliert:

VZ 1: Entwickelte und erprobte übertragbare Strategien und Maßnahmen bis Ende der KlimaWaGe-Projektlaufzeit in Form eines Handlungsleitfadens, der eine hitze- und starkregenangepasste Bestands- und Neuentwicklung sowie Umplanung von Gewerbe- und Industriegebieten in deutschen Kommunen fördert.

Auch das Verfahrensziel wurde durch weitere Teilziele spezifiziert:

VZ 1.1: Durchgeführte Klimawirkungsanalyse für Zeiträume in Gegenwart und Zukunft und die Klimasignale Hitze und Starkregen bis Ende der KlimaWaGe-Projektlaufzeit.

VZ 1.2: Entwickelte Strategie für hitze- und starkregenangepasste Gewerbe- und Industriegebiete bis Ende der KlimaWaGe-Projektlaufzeit.

VZ 1.3: Entwickelte und validierte Maßnahmen bis Ende der KlimaWaGe-Projektlaufzeit.

VZ 1.4: Implementierte Maßnahmen bis Ende der KlimaWaGe-Projektlaufzeit.

*VZ 1.5: Sensibilisierte und beteiligte zentrale Akteur*innen und Zielgruppen bis Ende der Klima-WaGe-Projektlaufzeit.*

Beteiligung

Die Ideenwerkstatt im Rahmen des Projekts KlimaWaGe fand als ganztägiger Workshop statt. Teilnehmende waren Vertreter*innen der Stadtverwaltung sowie lokalspezifisch relevante Akteur*innen des Regionalverbands Ruhr, der Emschergenossenschaft sowie der RAG Montan Immobilien GmbH.

Zu Beginn der Ideenwerkstatt erfolgten die Vorstellung und die Diskussion eines Leitbildes und von Zielen für die Klimaanpassung von Industrie- und Gewerbegebieten. Die Arbeitsphase der Ideenwerkstatt stand dabei unter zwei zentralen Fragestellungen: Wie sieht ein klimawandelangepasstes Gewerbe- oder Industriegebiet der Zukunft aus und wie gestaltet sich dessen Entwicklung? Herausforderung für die sonst praktisch und realitätsnah Arbeitenden war es, neue Visionen zuzulassen und kreative Ideen zu entwickeln. Die Teilnehmenden wurden in Kleingruppen zu etwa fünf bis sechs Personen eingeteilt, in denen ein Großteil des Tages selbstorganisiert zusammengearbeitet wurde. Alle dafür notwendigen Materialien (Stellwände, Moderationskoffer etc.) wurden vom Projektteam bereitgestellt. Um auch Zweifeln und Hürden einen Raum zu geben, wurden die Teilnehmenden in der Abschlussrunde nach Chancen, Risiken und Herausforderungen der Entwicklung eines klimawandelangepassten Gewerbe- oder Industriegebietes gefragt.



Praxistipp!

Zur Vorbereitung auf die Ideenwerkstatt können Ausgangsinformationen in einer kleinen Arbeitsmappe zur Verfügung gestellt werden. Sie können einen Überblick über den Ablauf des Tages/des Beteiligungsformats und andere organisatorische oder inhaltliche Grundlagen vermitteln, die einen leichten Einstieg ermöglichen. Gleichzeitig können sie als Nachschlagewerk während der Veranstaltung genutzt werden und eine aktive Diskussion unterstützen, wenn bspw. wichtige Hintergrundinformationen oder ein Glossar enthalten sind.

Modul 2: Grundlagen- und Bestandsanalyse

Für die Entwicklung von klimawandelangepassten Industrie- und Gewerbegebieten ist als erster Schritt eine Bestandsaufnahme wichtig, die den Handlungsbedarf aufzeigt. Sie umfasst neben der (1) Klimawirkungsanalyse auch die (2) Raumanalyse des Bezugsraumes, eine (3) Umfeldanalyse interner und externer Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren sowie eine (4) Dokumentanalyse von übergeordneten kommunalen und fachplanerischen Anforderungen in informellen und formellen Planwerken.

Die Klimawirkungsanalyse ist dabei einer der wichtigsten Bausteine der Bestandsaufnahme. Sie bildet nicht nur den aktuellen Ist-Zustand (t0) ab, sondern untersucht auch die nahe (t1) und ferne (t2) Zukunft mit Blick auf den fortschreitenden Klimawandel. Damit ist sie ein entscheidendes Instrument zur Priorisierung sowohl in der Neu- als auch Bestandsentwicklung.

Die Klimawirkungsanalyse ist ein wichtiges Instrument bei der Priorisierung zu entwickelnder Flächen. Entsprechend der Ergebnisse sollten:

- ▶ Flächen für die Neuentwicklung oder die Brachflächenrevitalisierung ausgewählt werden, auf denen die wahrscheinlich eintretenden Klimawirkungen möglichst gering sind
- ▶ Flächen für die klimawandelangepasste Umplanung und Bestandsentwicklung ausgewählt werden, auf denen die aktuellen und/oder wahrscheinlich eintretenden Klimawirkungen hoch sein werden



Praxistipp!

Bei der Analyse der Ausgangssituation sollten weitestgehend fundierte Untersuchungen durchgeführt werden, um Oberflächlichkeit, Beliebigkeit und ausufernde Analysen zu vermeiden. Ziel sollte ein hinreichendes, nicht erschöpfendes Verständnis der Ausgangssituation sein (Künzli 2012).

2.1 Klimawirkungsanalyse

Das Wissen um heutige und zukünftige klimatische Einflüsse und deren räumliche Wirkung ist ein wesentlicher Faktor der zielgerichteten kommunalen Anpassungsstrategie. Durch die Identifizierung räumlicher Schwerpunkte wird die Anpassungsfähigkeit von Städten und Gemeinden erhöht. Das Wissen um klimatische Einflüsse ist zudem wesentlicher Bestandteil einer zukunftssicheren und gesteuerten Siedlungsentwicklung, insb. der KIG-Entwicklung, da Industrie- und Gewerbegebiete auch bei geringen klimatischen Einflüssen erhebliche Funktionseinbußen erleiden können.

Eine Klimawirkungsanalyse kann neben der KIG-Entwicklung und Planung auch Teil einer vorgelagerten gesamtstädtischen Alternativenprüfung sein und dabei Klimawandelanpassungspotenziale auf neu zu entwickelnden Flächen, in Bestandsgebieten und auf Umnutzungsflächen identifizieren. Bestenfalls finden die Ergebnisse und insb. die Grundlagedaten der Klimawirkungsanalyse Eingang in die formelle Umweltprüfung.



Praxistipp!

Die Ergebnisse und Grundlagen der Klimawirkungsanalyse inkl. einer Priorisierung von Gebieten eignen sich sehr gut für die Fördermittelakquise für Klimaanpassungsmaßnahmen.

Grundlegende Konzipierung einer Klimawirkungsanalyse

Bei der Konzipierung einer Klimawirkungsanalyse gibt es unterschiedliche Herangehensweisen. Die methodische, inhaltliche und konzeptionelle Ausrichtung wird vor allem durch die ausgewählten Klimasignale und die Verfügbarkeit geeigneter Daten bestimmt. Welche Klimasignale für eine zu entwickelnde Fläche ausschlaggebend sind, hängt von Lage und Topografie ab, bspw. können bei Nähe zu relevanten Flussläufen klimatische Einflüsse von Flusshochwasser ausschlaggebend sein.

In Klimawirkungsanalysen werden die grundlegenden Determinanten Klimasignal und Raumsensitivität miteinander verschnitten, um Klimawirkungen abschätzen zu können (vgl. Vulnerabilitätskonzept). Dabei wird das Prinzip der parallelen Modellierung genutzt, d. h. es werden gegenwärtige (t0) und mögliche zukünftige (t1, t2) Zeithorizonte betrachtet und wie sich klimatische Einflüsse auswirken (Greiving et al. 2018).

Datengrundlage und -verfügbarkeit

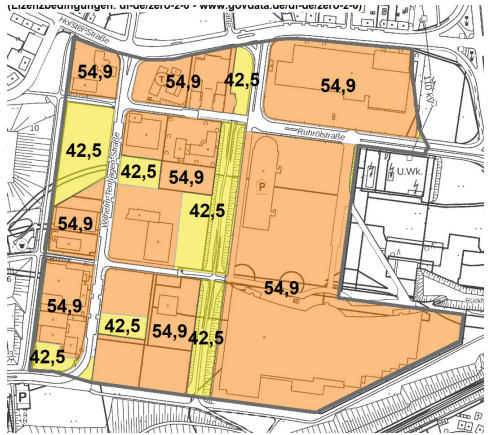
Nachfolgend wird ein kurzer Blick auf die Datengrundlage in NRW geworfen. Die verfügbaren Daten können je nach Bundesland variieren, aber meist sind sie in ihrer Form sehr ähnlich und in der Regel bei den jeweiligen Landesämtern erhältlich. Die Qualität der Daten ist entscheidend, da sie sich unmittelbar auf die Validität der Klimawirkungsanalyse auswirkt. Insbesondere für die Abbildung der Sensitivität sind nicht immer geeignete Grundlagedaten vorhanden, weshalb ggf. auf stellvertretende Proxy-Indikatoren zurückgegriffen werden muss (z. B. liegen Daten bzgl. der Beschäftigten der Betriebe häufig nicht vor bzw. müssen aufwändig aufbereitet werden; hier bieten sich ggf. „Stellvertreter-Indikatoren“ an, um die Belastung der Arbeitsbevölkerung hinreichend abbilden zu können). Unter Umständen ist auch eine vorherige Modellierung notwendig, um geeignete Daten zu generieren, bspw. in Form von Starkregenabflussmodellierungen oder Klimamodellierungen, die sich auf die gesamte Gemeinde oder auf die konkreten Industrie- und Gewerbegebiete beziehen.

Mit Blick auf die KIG-Entwicklung sind insb. die **Klimasignale Hitze, Starkregen** und ggf. **Flusshochwasser** (je nach Gebietsexposition) ausschlaggebend. Dabei sind die Grundlagendaten zur Sensitivität stark von der identifizierten Sensitivitätsebene abhängig. Insbesondere **Arbeitsbevölkerung, objektspezifische Sensitivitäten** (Gebäude, Produktionsmittel etc.) und **funktionsbezogene Sensitivitäten** (verkehrliche Infrastrukturen, Telekommunikation etc.) sind wichtig für die KIG-Entwicklung.

Datengrundlage Klimasignal Hitze

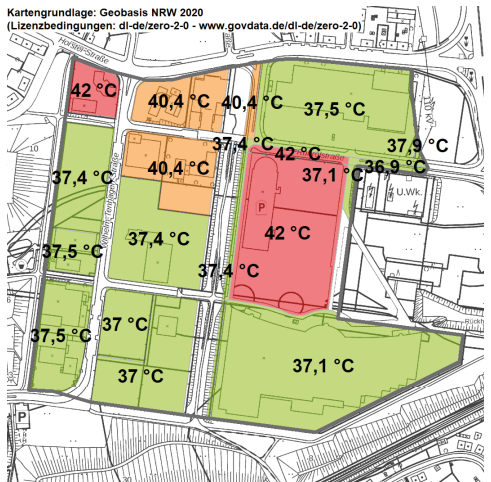
Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) stellt umfangreiche Grundlagendaten zu klimatischen Kenntagen zur Verfügung, wie etwa die durchschnittliche Anzahl von Sommertagen, heißen Tagen und Tropennächten pro Jahr. Es gibt einerseits Beobachtungsdaten für bestimmte Zeitabschnitte (Rastergröße 1x1 km) und Projektionsdaten für mögliche zukünftige Ausprägungen (Größe 5x5 km).

Abbildung 6: Beispielhafter Auszug der Klimaanalyse des RVR; Darstellung der durchschnittlichen Anzahl Heißer Tage pro Jahr. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a, RVR 2019b; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.



Die Klimaanalyse NRW des LANUV (Abb. 7) beinhaltet für ganz NRW Klimamodellierungen in einer Auflösung von 100x100 m für die tages- und nachtklimatischen Situationen eines ‚typischen Sommertags‘ auf Ebene der Klimatope (in Siedlungsgebieten mit der Baublockebene vergleichbar). Der PET-Wert, also die physiologisch äquivalente Temperatur, zeigt die ‚gefühlte‘ Temperatur um 15:00 Uhr an, während für die Nacht die Lufttemperatur um 4:00 Uhr ermittelt wurde. Zudem liefert die Klimaanalyse wichtige Informationen zu Kaltluftentstehungsgebieten und Kaltluftvolumenströmen.

Abbildung 7: Beispielhafter Auszug der Klimaanalyse NRW; Darstellung des PET-Wertes um 15 Uhr eines typischen Sommertages. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a, LANUV 2018; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.



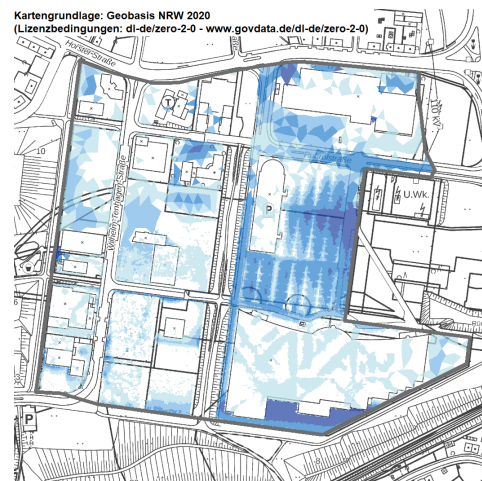
Praxistipp!

Einige Daten sind frei über das Climate Data Center des Deutschen Wetterdienstes (DWD) abrufbar. Die aufbereiteten Daten für NRW können beim LANUV angefragt werden. Die Daten der Klimaanalyse des LANUV sind auf Geodatenservern einsehbar und als Geodaten frei verfügbar. (Links im Quellenverzeichnis)

Datengrundlage Klimasignal Starkregen

Für das Klimasignal Starkregen sind Starkregenabflussmodellierungen eine wichtige Grundlage, um die räumliche Ausprägung einzuschätzen. Idealerweise werden dazu überflutete Bereiche, Überflutungshöhen und Fließgeschwindigkeiten abgebildet. Um räumlich präzise Aussagen treffen zu können, sollte die Modellierung eine Schärfe von mindestens 5 m aufweisen.

Abbildung 8: Beispielhafter Auszug der Starkregenmodellierung Bottrop; Darstellung der Überflutungsflächen und Einstautiefen. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a, Bottrop 2019b; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.



Die Grundlagen einer Starkregenabflussmodellierung bilden häufig die KOSTRA-Daten des DWD, die für verschiedene statistische Eintrittswahrscheinlichkeiten und Dauerstufen (Niederschlagszeitraum in Minuten) einen Wert für den sog. Bemessungsregen (Niederschlagsmenge in mm) aufzeigen. Empfehlenswert ist eine Modellierung mit den Werten der Dauerstufe 60 Minuten für die Eintrittswahrscheinlichkeit von 100 Jahren. Mit Blick auf den Klimawandel sind aber auch darüberhinausgehende Wertigkeiten eine Betrachtung wert. Weitere Grundlagendaten, die berücksichtigt werden sollten, sind Daten zu Gelände- und Gebäudehöhen.



Praxistipp!

Für NRW gibt es eine Arbeitshilfe des Umweltministeriums (MULNV NRW) zur Erstellung von Starkregenmodellierungen, die hilfreiche Ansätze und Hinweise bietet. Die KOSTRA-Daten sind frei beim DWD verfügbar. Daten zu Gelände- und Gebäudehöhen stehen auf verschiedenen Downloadportalen für ganz NRW zur Verfügung. (Links im Quellenverzeichnis)

Datengrundlage Klimasignal Flusshochwasser

Für NRW gibt es landesweite Daten zu Überflutungsflächen und überschwemmunggefährdeten (deichgeschützten) Gebieten für sog. Bemessungshochwasser verschiedener Eintrittswahrscheinlichkeiten, die bei einer Klimawirkungsanalyse zusätzlich herangezogen werden können. Die Daten liefern in einer Auflösung von 2 m Informationen zu Überflutungsflächen, Überflutungshöhen und teilweise Fließgeschwindigkeiten.



Praxistipp!

Die Daten sind landesweit als georeferenzierte Rasterdaten verfügbar und können in Geoinformationssysteme (GIS) eingebunden werden. (Link im Quellenverzeichnis)

Datengrundlage Sensitivität

Unter die Sensitivität von Industrie- und Gewerbegebieten fallen insb. drei Teilaspekte: die Sensitivität der Arbeitsbevölkerung, die objektbezogene und die funktionsspezifische Sensitivität.

Für die Sensitivität der Arbeitsbevölkerung sind vor allem Indikatoren relevant, welche auf räumlich konkreten Daten zu Betrieben, Branchen und Beschäftigtenzahlen aufbauen. Häufig sind besonders letztere nicht vorhanden oder nur mit sehr großem Aufwand zu generieren, weshalb hier auch Proxy-Indikatoren herangezogen werden können. Sofern vorhanden, sollten auch Daten zur Gebäudeausstattung wie Dämmung oder Klimatisierung berücksichtigt werden.

Objektspezifische Sensitivitäten können ebenfalls über räumliche konkrete Daten (z. B. Standortdaten von sensiblen Anlagen) zu den einzelnen Betrieben ermittelt werden, welche in Kombination mit Gebäudedatensätzen betrachtet werden sollten (Bezug z. B. über Geobasisdaten). Funktionsspezifische Sensitivitäten lassen sich bspw. über Daten zu Telekommunikation, Notstromversorgung etc. der Betriebe ermitteln, die allerdings häufig nicht vorliegen. Des Weiteren können Daten zur verkehrlichen Infrastruktur genutzt werden, bspw. Geobasisdaten zur tatsächlichen Nutzung (z. B. Straßenverkehrs- oder Bahnflächen). Hier sind neben den Verkehrsflächen auf den konkreten Industrie- und Gewerbegebieten auch wichtige Zuwegungen von Bedeutung, die etwa bei Überflutungen die Funktion der Gewerbe einschränken können (z. B. die Verbindung zu Autobahnanschlüssen).

Durchführung einer Klimawirkungsanalyse

Klimaanalysen folgen in der Regel vier grundlegenden Schritten: (A) Erstellung einer Grundkonzeption, (B) Datensammlung und -aufbereitung, (C) Durchführung der Analyse und (D) Aufbereitung der Ergebnisse.

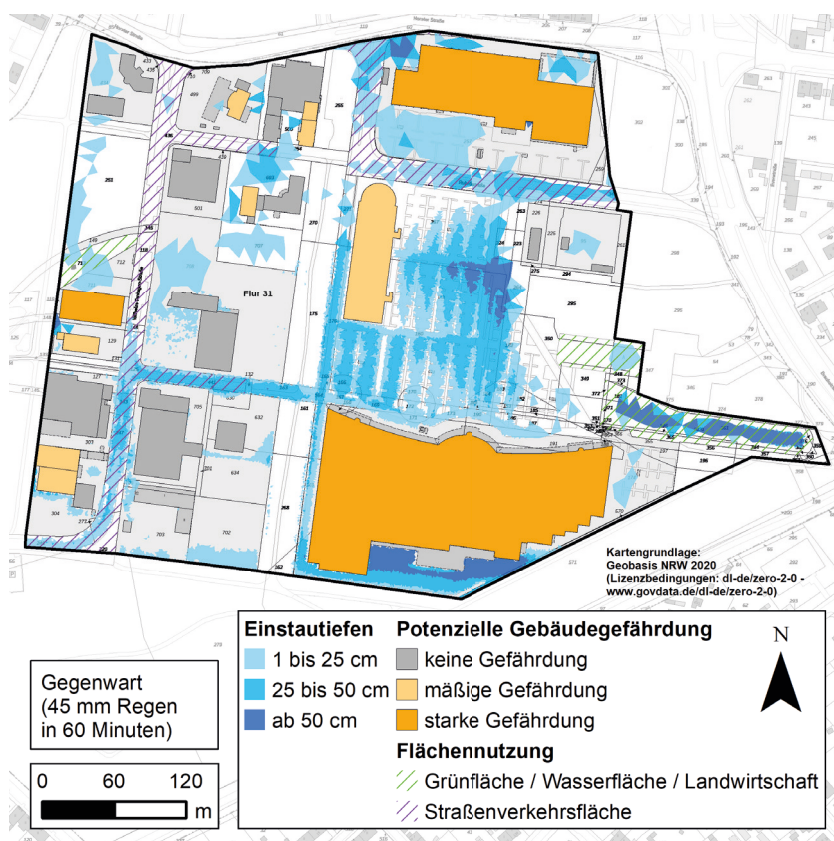


Abbildung 9: Beispielhafter Auszug Klimawirkungsanalyse; Verschneidung des Klimasignals Starkregen mit Gebäuden. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a, Bottrop 2019b, IRPUD 2020; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

Die vier Schritte einer Klimawirkungsanalyse:

Für die **(A) Grundkonzeption** der Klimawirkungsanalyse werden zunächst die relevanten Klimasignale festgelegt und die grundlegenden Indikatoren für die Sensitivitätsebene ermittelt. Darauf folgt die Festlegung des räumlichen Detailgrades der Daten; reicht eine Einordnung auf Ebene der Gewerbegebiete oder sind präzisere Aussagen für eine valide Analyse notwendig? Die Grundkonzeption ist dabei unmittelbar von der (B) Datenverfügbarkeit abhängig, weshalb die Schritte A und B parallel laufen sollten.

Für die **(B) Datensammlung und -aufbereitung** werden Daten für die ausgewählten Klimasignale und Sensitivitäten gesammelt und gesichtet. Insbesondere letztere müssen oftmals bei unterschiedlichen Fachämtern angefragt werden. Gegebenenfalls ist es notwendig, im Vorlauf grundlegende Daten zu modellieren, besonders für die Klimasignale Hitze und Starkregen.

Bei der **(C) Durchführung** werden relevante Werte für die Klimasignale und der Sensitivitäten ermittelt (bspw. überflutete Flächen mit einer bestimmten Überflutungshöhe durch Starkregen). Dann werden relevante Indikatoren zur Abschätzung konkreter Klimawirkungen eines Klimasignals auf eine bestimmte Sensitivitätsebene ermittelt (bspw. Fläche der durch Starkregen gefährdeten Gebäude). Zur Vergleichbarkeit der Industrie- und Gewerbegebiete sollten Indikatoren der Klimawirkungen auf normalisierten und somit vergleichbaren Wertigkeiten beruhen. Dabei ist eine Normalisierung über alle Szenarien der Klimawirkungsanalyse hinweg sinnvoll, da so die Vergleichbarkeit heutiger und möglicher zukünftiger Situationen gewährleistet wird.

Zur **(D) Aufbereitung der Ergebnisse** werden Karten oder Tabellen erstellt, die die gewonnenen Erkenntnisse zusammentragen; eine nachvollziehbare Aufbereitung ist für deren Akzeptanz elementar. Dabei sollten auch die methodischen Schritte im Sinne der Transparenz und Skalierbarkeit so detailliert wie möglich festgehalten werden.

2.2 Grundlagenermittlung durch Bestandsanalysen

Ergänzend zur Klimawirkungsanalyse sind weitere Grundlagenanalysen nötig, um einen umfassenden Überblick über die Ausgangssituation und die Rahmenbedingungen für die konkrete KIG-Entwicklung zu gewinnen. Dazu zählen Raum- und Umfeldanalysen, die sich in Teilen überschneiden können. Während die Raumanalyse die raumstrukturellen Umgebungsbedingungen eines zu entwickelnden Gebietes fokussiert, zielt die Umfeldanalyse auf weitere kontextuelle Einflussfaktoren.

Fokus der Raumanalyse

Durch ihre lage- und baustrukturellen Eigenschaften sind Industrie- und Gewerbegebiete gegenüber Klimawandelfolgen besonders empfindlich. Eine Raumanalyse hilft dabei, diese Sensitivität in Bezug auf die Umgebung abzubilden. Dabei wird zwischen drei Maßstabsebenen unterschieden: der industriell/gewerblich zu entwickelnden Fläche (Bezugseinheit), dem räumlichen Umfeld und der großräumigen Raumstrukturen, die durch die Entwicklung ggf. betroffen sind.

Die naturwissenschaftlich ausgerichtete Raumanalyse konzentriert sich auf den physischen Raum, seine natürliche Ausstattung (Relief, Bodenart, Gewässer etc.) und seine Prägung durch den Menschen. Den natürlichen Gegebenheiten und Geofaktoren kommt eine besondere Bedeutung zu, da sie in Umweltgesetzen und Landschaftsplanung als Schutzgüter bezeichnet werden.

Für die Entwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten sollten folgende **Faktoren** in der **Raumanalyse** berücksichtigt werden:

- ▶ **Geologischer Bau** mit Blick auf Baugrunduntersuchungen (Bebaubarkeit, Standsicherheit) und den Grundwasserhaushalt sowie mögliche Stätten für Lagerung und Abfallentsorgung (Deponien, Altlastensanierung)
- ▶ **Oberflächengestalt/Topografie** mit Blick auf die Bodenentwicklung (Erosion, Akkumulation), das Geländeklima (Besonnung, Windverhältnisse, Kaltluftbahnen) und die Leistungen der Natur (Erholungsfunktionen);
Hinweis: meist reicht hier bereits die Erfassung von Böschungs- und Hangneigung
- ▶ **Böden** mit Blick auf Flächen mit besonderen Bodenfunktionen (Retention- und Puffervermögen), Erosionsgefahren und Bodenbelastungen;
Hinweis: wichtige Kenngrößen sind u. a. Feldkapazität, Wasserdurchlässigkeit, Grundwasser-/Feuchtstufe
- ▶ **Gewässer und Wasserhaushalt** mit Blick auf Wasserflächen, hohen Grundwasserstand, Überschwemmungsgebiete und Retentionsräume
- ▶ **Klima** (für KIG besonders relevant) mit Blick auf durchschnittliche Temperatur- und Niederschlagswerte, Luftqualität und -austauschbahnen, Frisch- und Kaltluftentstehung sowie bioklimatische und lufthygienisch belastete Bereiche;
Hinweis: hier sind Überschneidungen mit der Klimawirkungs- und Umfeldanalyse möglich
- ▶ **Flora, Vegetation, Fauna und Biotop** mit Blick auf schutzwürdige Arten und Lebensräume (von lokaler und internationaler Bedeutung) sowie gesetzliche Schutzvorgaben

Je nach Entwicklungsart, Gebiet und Fokus (z. B. auf Starkregen oder Hitze) können Analyseparameter besonders berücksichtigt oder auch ausgelassen werden.



Neben der wertfreien Analyse sachlicher Fakten können in der Raumanalyse auch Sachverhalte untersucht werden, die bereits einer (menschlichen) Bewertung unterzogen wurden. Darüber lässt sich die Leistungsfähigkeit eines Naturhaushaltes als gesellschaftlich verfügbarer Raum ermitteln. Mit einer ökologischen Bewertung werden räumliche Strukturen, Nutzungen, Funktionen und Potenziale hinsichtlich der Leistungsfähigkeit eines Naturhaushaltes beurteilt. Daraus kann ein Potenzialkonzept erstellt werden, das die Möglichkeiten in der Nutzung aufschlüsselt. Gleichzeitig können über Kategorien wie Risiken, Belastbarkeit und Tragfähigkeit bestimmte Nutzungen eingeschränkt oder ausgeschlossen werden.

Ferner ist als Teil der Raumanalyse die Untersuchung der **Landnutzung und -bedeckung** im Rahmen der Bestandsentwicklung hilfreich, da sie einen weiteren Überblick auf die Fläche und ihre Eigenschaften ermöglicht. Mit der Klimaanpassung an Hitzestress und Starkregen im Fokus sind folgende Faktoren besonders aussagekräftig:

- ▶ **Flächennutzung**, ihre Sensitivität und Anpassungskapazität,
- ▶ **Bebauungsstruktur**, ihre Sensitivität und Anpassungskapazität,
- ▶ **Bauvolumen, Besiedlungsdichte** und der Anteil von **Gebäudeflächen**
- ▶ **kritische Infrastrukturen** und die Gefahrenabschätzung relevanter Betriebsstandorte und Abstandsflächen,
- ▶ **Versiegelungsgrad**.



Praxistipp!

Die Durchführung einer Raumanalyse übersteigt in der Regel die internen Kapazitäten einer Kommune. Um die Sensitivität eines Raumes dennoch realitätsnah abbilden zu können, lohnt sich die Vergabe an ein externes Planungs- oder Ingenieurbüro.

Umfeldanalyse per PESTLE-Schema

Die Umfeldanalyse bildet die internen und externen Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren bei der KIG-Entwicklung ab. Das Umfeld meint in diesem Fall die gesellschaftlichen, demografischen, ökonomischen, technologischen, rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen. Ergänzend zur räumlichen Dimension der Raumanalyse geht es bei der Umfeldanalyse um die Abbildung des weiteren Kontextes eines zu entwickelnden Gebietes.

Der große Themenkomplex, den die Umfeldanalyse umfasst, erfordert ein inter- und bestenfalls transdisziplinäres Team. Die leitende Fragestellung sollte dabei für alle Expert*innen gleich sein: *Was sind für die KIG-Entwicklung relevante Faktoren und wie müssen sie berücksichtigt werden?*

Die Umfeldanalyse fokussiert im Grunde zwei Arten von Faktoren: soziale und sachliche. Die im Detail bereichsübergreifenden Analyseergebnisse können mithilfe von zwei Analysetools strukturiert werden; einerseits mit der SWOT-Analyse, andererseits mit einer Stakeholder-Analyse nach dem PESTLE-Schema.

Die Umfeldanalyse ergänzt die naturwissenschaftlich ausgerichtete Raumanalyse um die sozial-gesellschaftliche Perspektive. Dazu kann eine Stakeholder-Analyse nach dem PESTLE-Schema hilfreich sein, in der politische (political), ökonomische (economic), soziale (social), technologische (technological), rechtliche (legal) und ökologische (environmental) Faktoren aufgelistet und dahingehend analysiert werden, wie sie ein Projekt oder Produkt beeinflussen.

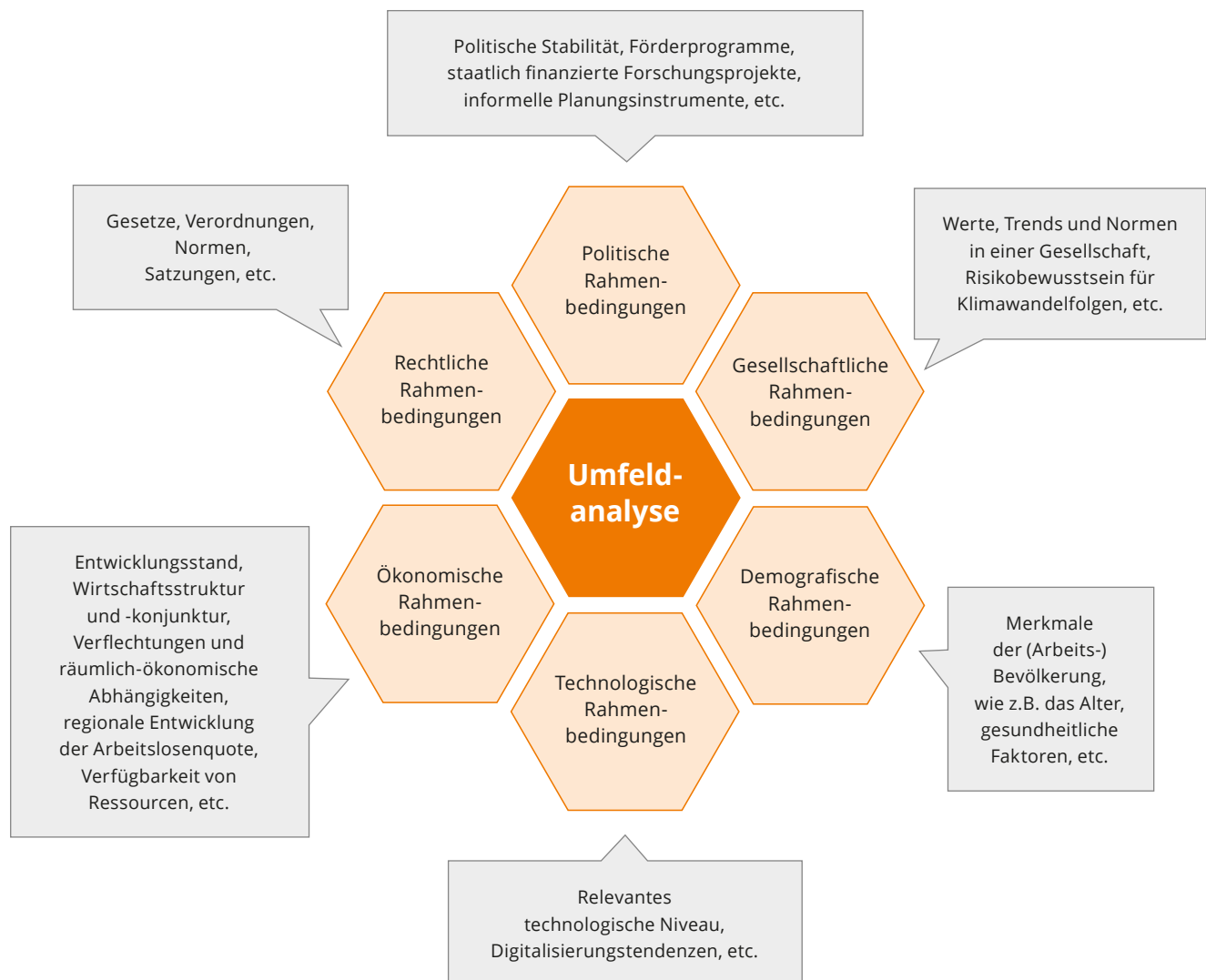


Abbildung 10: Umfeldanalyse nach dem PESTLE-Schema. Eigene Darstellung.

Für die KIG-Entwicklung ist es sinnvoll, die zugrundeliegende Fragestellungen in dieser Analyse explizit auf den Bereich der Klimawandelanpassung zu fokussieren. Eine mögliche Variante der zu betrachtenden Umfeldbereiche zeigt Abbildung 10.

Hilfreiche Fokuspunkte für die **PESTLE-Analyse** können dabei sein:

- ▶ **Ökonomische Faktoren:** Wie empfindlich ist die ansässige oder gewünschte Branche gegenüber Starkregen und Hitzestress?
- ▶ **Demografische Faktoren:** Wie empfindlich und anpassungsfähig ist die Arbeitsbevölkerung aktuell und zukünftig gegenüber Starkregen und Hitzestress?



Praxistipp!

*Die Ideenwerkstatt, SWOT- und PESTLE-Analysen sowie vergleichbare Methoden sollten auf Grundlagenkenntnisse aufbauen und in einem transdisziplinären Kreis von Akteur*innen durchgeführt werden, um die kritische Reflexion bereits vorhandener Sichtweisen zu ermöglichen.*

Dokumentenanalyse

Als erster Schritt in Richtung der Umfeldanalyse bietet sich die Dokumentenanalyse an, also das zweckmäßige Sichten relevanter Dokumente auf aufschlussreiche oder verbindliche Informationen. Diese textfokussierte qualitative Inhaltsanalyse ist wenig aufwändig und kann einen wichtigen Überblick über entscheidende Umfeldfaktoren geben. In der Dokumentenanalyse für die KIG-Entwicklung kommen dafür insb. formelle und informelle Planwerke in Frage. Sie geben Aufschluss über Planungsziele, -absichten und -restriktionen, die für ein bestimmtes Gebiet gelten.

Eine wichtige **Leitfrage** für die **Dokumentenanalyse** ist:

- ▶ Welche übergeordneten, gesamtstädtischen und gebietsspezifischen Planungsziele, Strategien, Restriktionen, Planungshinweise oder Maßnahmen gibt es für ein zu entwickelndes Gebiet?

Durch die Dokumentenanalyse kann sichergestellt werden, dass die KIG-Entwicklung mit übergeordneten, kommunalen und fachplanerischen Zielen und Absichten einhergeht und einem integrierten Ansatz folgt. Eventuelle Konflikte zwischen vorhanden Planungszielen können so identifiziert oder von vornherein vermieden werden.

Für das Schwerpunktthema **Klimaanpassung** sind die folgenden **Planwerke** und **Dokumente** entscheidend:

- ▶ Regionalpläne
- ▶ Flächennutzungspläne
- ▶ Bebauungspläne
- ▶ Instrumente wie integrierte Masterpläne oder Konzepte für die Stadtentwicklung, den Klimaschutz und die Klimaanpassung
- ▶ Umweltleitpläne
- ▶ Planungshinweise aus Klima-/Starkregenanalysen und Hochwasserrisikokarten
- ▶ nicht behördliche Planungsabsichten wie bspw. von der IHK und der Handwerkskammer.

Entscheidend ist bei allen Dokumenten ihre Aktualität.



Quelle: Uwe Grützner

Beispiel Bottrop

Die Ausgangssituation in Bottrop wurde beispielhaft für drei ausgewählte Flächen erfasst, die jeweils stellvertretend für eine KIG-Entwicklungsart untersucht wurden: Kraneburger Feld (Neuentwicklung), An der Knippenburg (Bestandsentwicklung) und Schachtanlage Prosper IV (Umnutzung). Zum Abbilden des Status quo wurden eine Raum- und Klimawirkungsanalyse sowie eine Dokumentenanalyse mit Untersuchung bestehender relevanter Planungsdokumente durchgeführt. Die Erkenntnisse wurden dann in eine Umfeldanalyse eingebettet.

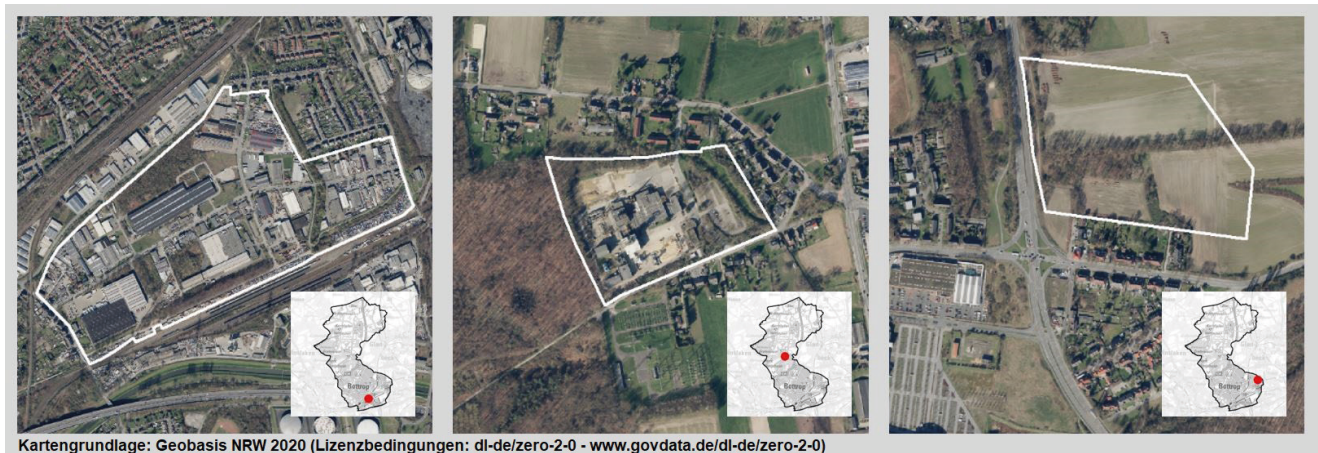


Abbildung 11: Übersicht der drei Planungsgebiete und ihre Lage in der Stadt Bottrop; von links nach rechts: An der Knippenburg, Schachtanlage Prosper IV, Kraneburger Feld. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

Die Auswahl dieser Analysemethoden basiert auf dem Bestreben, eine fundierte, aber nicht ausufernde Übersicht zu erhalten. Die weitgehende Quantifizierung von eingeflossenen Erkenntnissen half dabei, einer subjektiven Bewertung der Ausgangssituation vorzubeugen.

Die Ergebnisse sind maßgeblich in die spätere Strategieentwicklung eingeflossen. Kernerkenntnisse der Analyse waren die hohen Sensitivitäten der Arbeitsbevölkerung, der Flächen sowie ihrer technischen und netzwerkbezogenen Infrastrukturen gegenüber zunehmendem Hitzestress und Starkregen.

Durchführung der Klimawirkungsanalyse

(A) Die Klimawirkungsanalyse in Bottrop wurde für die 20 bestehenden Gewerbegebiete durchgeführt; für die Umnutzungs- und Neubaugebiete bestanden keine konkreten Informationen und Daten bzgl. der konkreten zukünftigen Entwicklung. Die betrachteten Klimasignale Hitze und Starkregen und deren Auswirkung auf die Sensitivitätsebenen Arbeitsbevölkerung, funktionsspezifische und objektspezifische Sensitivitäten entsprechen dem inhaltlichen Fokus des Projekts KlimaWaGe. Es wurden verschiedene Szenarien erstellt, um auch die zukünftig zu erwartenden klimatische Auswirkungen abzubilden.

(B) Als zentrale Datengrundlagen auf Ebene der Klimasignale dienten bezogen auf Starkregen die Starkregenmodellierung der Stadt Bottrop aus dem Jahr 2019; bezogen auf Hitze die klimatischen Modellierungen des RVR (2019b) und des LANUV (2018).“

Folgende Datensätze wurden in der Klimawirkungsanalyse auf Seiten der Klimasignale verwendet:

- ▶ Durchschnittliche Anzahl der Sommertage pro Jahr für den Beobachtungszeitraum 1981-2010 (Tagesmaximum der Lufttemperatur im Schatten mind. 25 °C) – RVR 2019b
- ▶ Durchschnittliche Anzahl der Sommertage pro Jahr für den Projektionszeitraum 2021-2050 – RVR 2019b
- ▶ Durchschnittliche Anzahl heißer Tage pro Jahr für den Beobachtungszeitraum 1981-2010 (Tagesmaximum der Lufttemperatur im Schatten mind. 30 °C) – RVR 2019b
- ▶ Durchschnittliche Anzahl heißer Tage pro Jahr für den Projektionszeitraum 2021-2050 – RVR 2019b
- ▶ PET-Werte um 15:00 Uhr an einem “typischen Sommertag” (physiologisch äquivalente Temperatur; diese „gefühlte“ Temperatur ist abhängig von der Lufttemperatur, der Windgeschwindigkeit und anderen Parametern) – LANUV 2018
- ▶ Überflutungsflächen und Überflutungstiefen der Starkregenmodellierung Bottrop mit einer Regenspende von 45 mm in 60 Minuten – Stadt Bottrop 2019b
- ▶ Überflutungsflächen und Überflutungstiefen der Starkregenmodellierung Bottrop mit einer Regenspende von 90 mm in 60 Minuten – Stadt Bottrop 2019b“

(C) Für die Durchführung der Klimawirkungsanalyse wurden für die Sensitivität der Arbeitsbevölkerung gegenüber dem Klimasignal Hitze Daten der Flächennutzungen ausgewertet (versiegelte Flächen ohne Straßen und Gebäude; es wurde versucht, möglichst diejenigen Flächen in dieser Sensitivitätsebene abzubilden, auf denen sich die Arbeitsbevölkerung voraussichtlich aufhält – Gebäude wurden in dieser Ebene bewusst nicht mit betrachtet, da keine Informationen zu Gebäudedämmungen oder klimatischen Gebäudeausstattungen vorlagen). Die objektspezifische Sensitivität wurde vorrangig aus Daten zu den Gebäuden der Gewerbegebiete ermittelt, da diese gegenüber dem Klimasignal Starkregen besonders schadensanfällig sind; sowohl die Gebäude selbst, als auch Produktionsmittel, Produkte und Rohstoffe. Hinsichtlich der funktionsspezifischen Sensitivität wurde primär der Straßenverkehr einbezogen, da weitere infrastrukturelle Daten (bspw. zu offenen Leitungen, Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik, Not-



fallgeneratoren) nicht vorlagen. Die Ergebnisse liegen räumlich konkret vor und wurden im Rahmen von Normalisierungsverfahren auf der Ebene der Gewerbegebiete aggregiert.

Zur (D) Aufbereitung der Klimawirkungsanalyse wurden die gewonnenen Ergebnisse in Form von Steckbriefen für die Bestandsflächen zusammengetragen. Zusätzlich wurden priorisierte Auflistungen bestehender Industrie- und Gewerbegebiete nach Ausmaß der Klimawirkungen Starkregen und Hitze erstellt (Abb. 12).

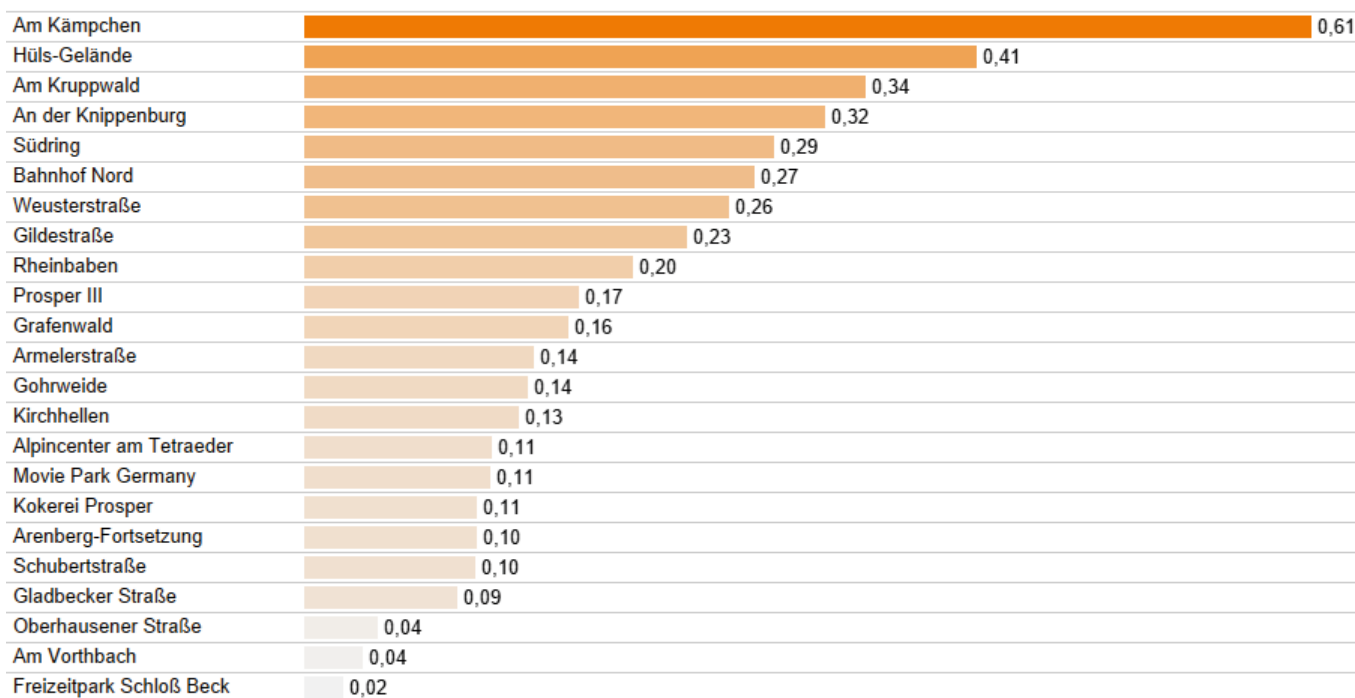


Abbildung 12: Auflistung der bestehenden Gewerbegebiete nach Maß der Klimawirkung Starkregen (Gegenwart). Eigene Darstellung.

Ergebnis der Klimawirkungsanalyse: Flächensteckbriefe

Im Rahmen des Projekts KlimaWaGe wurden die Ergebnisse der Klimawirkungsanalyse in Form von Steckbriefen aufbereitet, die die Erkenntnisse für die jeweiligen Flächen zusammentragen.

Steckbrief Klimawirkung Starkregen und Hitze An der Knippenburg



Klima Wa Ge
Klimawandelangepasste
Gewerbe- und Industriegebiete

Flächengröße: 28,4 ha
Kategorie: Bestandsgebiet
Nutzung nach FNP: Gewerbliche Baufläche

Datengrundlagen: Bottrop 2019a, Bottrop 2019b, Geobasis NRW 2020 (Lizenzbedingungen: dl-de/zero-2-0 - www.govdata.de/dl-de/zero-2-0), IRPUD 2020, LANUV 2018, RVR 2019b
Kartengrundlagen: Geobasis NRW 2020 (Lizenzbedingungen: dl-de/zero-2-0 - www.govdata.de/dl-de/zero-2-0)



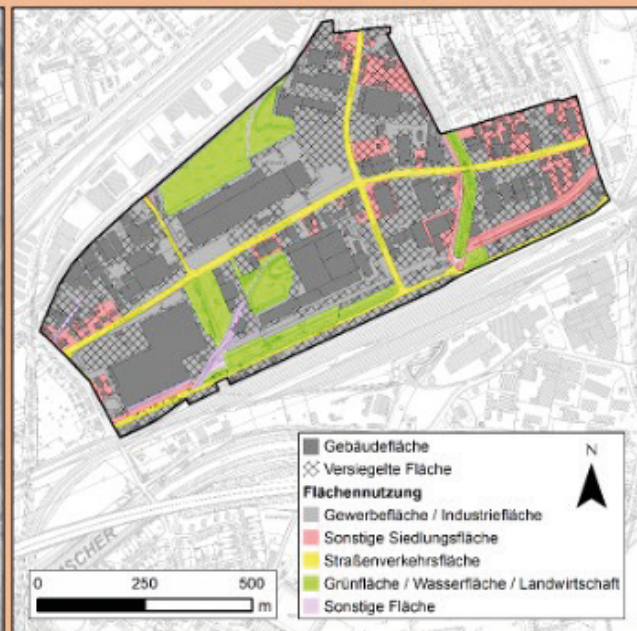
Normalisierte Gesamtauswertung Klimawirkungen Starkregen und Hitze



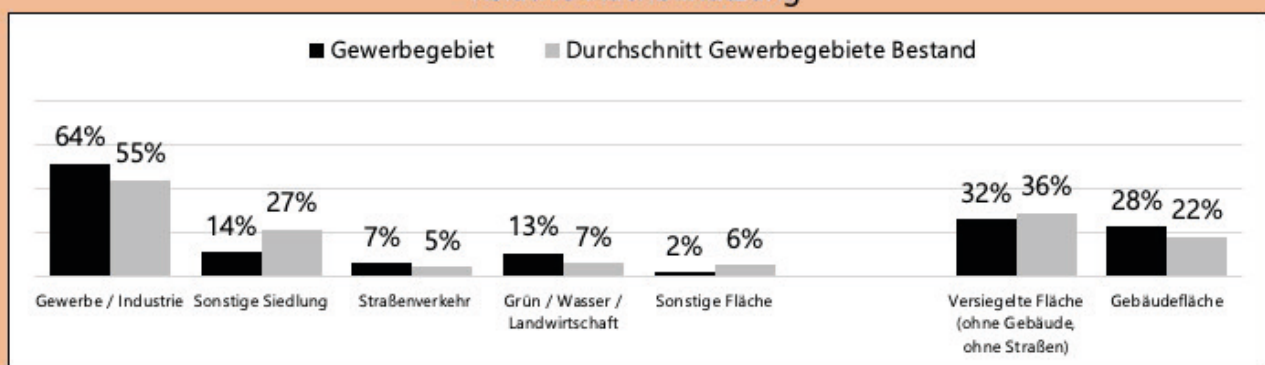
Luftbild



Flächennutzung



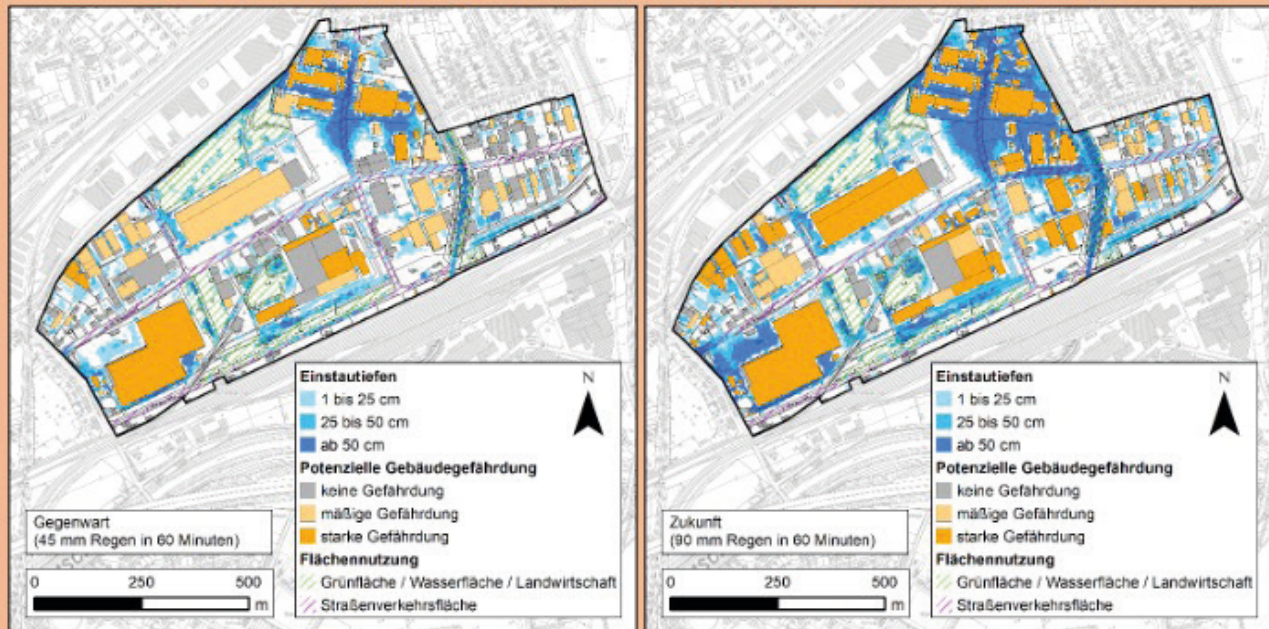
Relative Flächennutzung



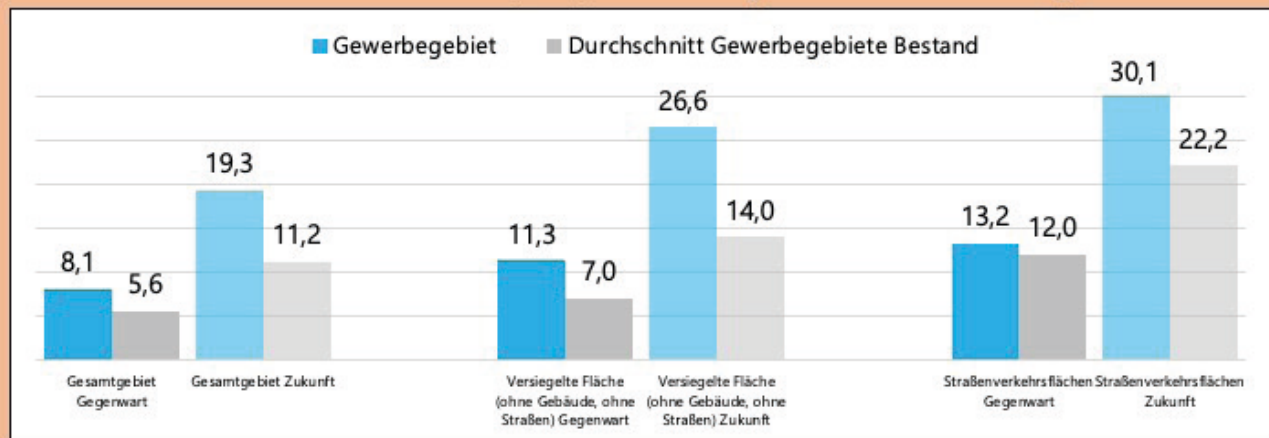
Steckbrief Klimawirkung Starkregen und Hitze An der Knippenburg



Ergebnisse der Starkregenabflussmodellierung Gegenwart und Zukunft



Mittlere Einstautiefen (MET) der Starkregenabflussmodellierung



Auswertungen Hitze

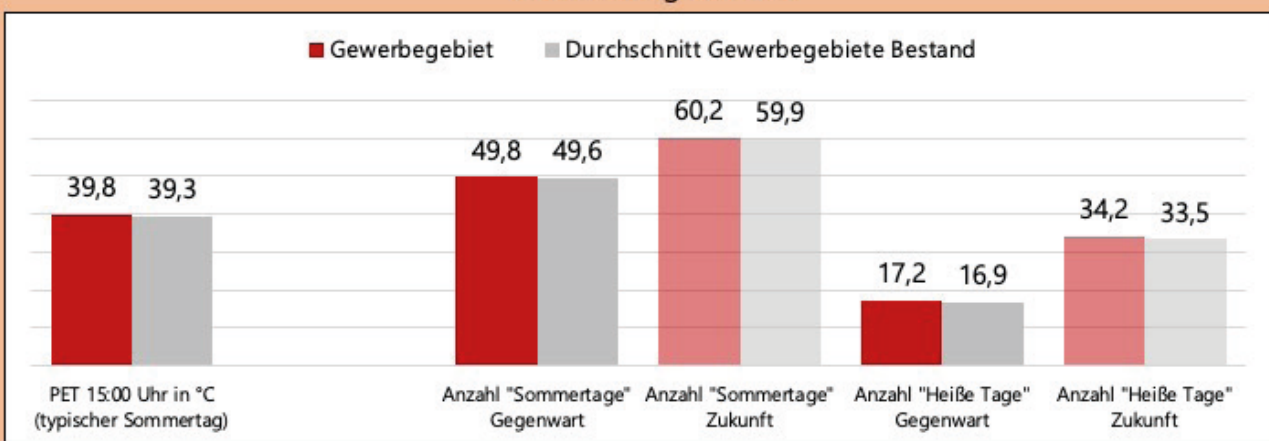


Abbildung 13: Steckbrief zur Klimasignalen Hitze und Starkregen für die Fläche An der Knippenburg. Eigene Darstellung.

Ergebnisse der Planungsdokumentenanalyse

In der Dokumentenanalyse wurden die planungsrechtlichen Rahmenbedingungen der drei Beispielflächen ermittelt, die sich stark voneinander unterscheiden. Für die neu zu entwickelnde Fläche Kraneburger Feld wurde ein Bebauungsplanverfahren eingeleitet. Im Flächennutzungsplan ist sie als Gewerbegebiet mit angrenzendem Landschaftsschutzgebiet ausgewiesen. Die Planungsziele des Fachbereichs Umweltplanung der Stadt Bottrop umfassen u. a. eine minimale Versiegelung, Begrünungsmaßnahmen zur Verdunstung und Versickerung sowie verkehrsinfrastrukturelle Anbindungen an die A52 und regionale Radwege.

Für die Bestandsentwicklungsfläche An der Knippenburg besteht ein rechtskräftiger Bebauungsplan, der keine expliziten starkregen- oder hitzevorsorgenden Festsetzungen beinhaltet. Vorgeschrieben sind Flachdächer für Gebäude in Gewerbe- und Mischgebieten mit Ausnahmeregelungen für Werk- und Industriehallen mit flachgeneigten Dächern. Planungsziele des Fachbereichs Umwelt und Grün sind u. a. kleinteilige Gewerbestrukturen, Festsetzungen für Photovoltaikanlagen und Dach-/Fassadenbegrünungen, Planungshinweise zum Ausgleich von Starkregenereignissen, Bereitstellung von Notwasserwegen, Gewässerzugang, Verkehrsentlastung sowie die Verknüpfung der Planung mit einem Energie- und Wärmekonzept.

Die Schachanlage Prosper IV ist im Regionalplan als allgemeiner Siedlungsbereich festgelegt, eine Änderung, die 2018 von der Stadt Bottrop angeregt wurde. Die Fläche steht teilweise unter Bergaufsicht und beherbergt noch übertägige Anlagen des ehemaligen Bergbaubetriebs, für die ein Abschlussbetriebsplan aktuell in der (politischen) Abstimmung ist, in der über die künftige Nutzung (Gewerbe, Wohnen oder beides) entschieden wird. Planungsabsichten des Fachbereichs Umwelt und Grün in Bottrop sind hier u. a. die Erhaltung der Anlage mit Methangas, der Verbleib von Regenrückhaltung und Entwässerung, der Erhalt unversiegelter Flächen, die Installation einer Schallschutzwand, die Konzeption für die erneuerbare Energie- und Wärmebeschaffung sowie die Dach- und Fassadenbegrünung.



Quelle: pixabay.com (lizenzfrei)

Modul 3: Inhaltliche Strategieentwicklung

Die Entwicklung einer Strategie baut unmittelbar auf die Analysen des Ist-Zustandes auf und ist der erste Schritt in Richtung konkreter Maßnahmen der KIG-Entwicklung. Grundsätzlich beschreibt eine Strategie das widerspruchsfreie Zusammenwirken aus einzelnen Wirkungs- und Verfahrenszielen und den Weg dahin, sie zu erreichen. Die Strategie dient der Entwicklung, Validierung und Umsetzung konkreter Maßnahmen.

Wie zielführend und erfolgreich eine Strategie ist, hängt von zwei Faktoren ab: ihrer Langzeitorientierung und ihrem Möglichkeitsspielraum, Ziele in einem unsicheren Umfeld zu erreichen. Das ist besonders vor dem Hintergrund der mit Klimaprojektionen verbundenen Ungewissheit von Bedeutung. Eine Strategie ist folglich kein statisches, gesetztes Gebilde, sondern ein flexibler Prozess, der Optionen, Szenarien und Alternativen adaptiv berücksichtigt (Etzold 2018). Das erfordert offenes, mehrdimensionales und oftmals innovatives Denken auf dem Weg zur Entscheidungsfindung.



Praxistipp!

Bei der Analyse der Ausgangssituation sollten weitestgehend fundierte Untersuchungen durchgeführt werden, um Oberflächlichkeit, Beliebigkeit und ausufernde Analysen zu vermeiden. Ziel sollte ein hinreichendes, nicht erschöpfendes Verständnis der Ausgangssituation sein (Künzli 2012).

3.1 Strategien ableiten per SWOT-Analyse

Es gibt verschiedene Methoden zur Strategieentwicklung, die sich in der Planungspraxis etabliert haben. Zur systematischen Berücksichtigung von Klimaanpassungsanforderungen in einer integrierten Perspektive eignen sich zwei bereits eingeführte Formate: die Ideenwerkstatt und die SWOT-Analyse. In Kombination ermöglichen die beiden Methoden die Entwicklung von Strategien, die sowohl faktenbasiert als auch kreativ-innovativ sind.

Mit der SWOT-Analyse werden interne Stärken (strengths) und Schwächen (weaknesses) sowie externe Chancen (opportunities) und Risiken (threats) einer Situation, eines Projekts oder eines Produkts identifiziert und strukturiert. Als Teil der Strategieentwicklung sollte die Ausgangslage am besten durch Zahlen, Daten und Fakten belegt werden, um eine realistische und zuverlässige Einschätzung zu ermöglichen.

Für die **Strategieentwicklung** bindet Künzli (2012) die **SWOT-Analyse** in folgendes **Vorgehen** ein:

1. **Definition** eines Zielzustands
2. **Analyse** interner und externer Einflussfaktoren
3. **Identifizierung** von Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken
4. **Ableitung** von Strategien bzw. strategischen Optionen



Praxistipp!

Für die SWOT-Analyse gibt es eine Vielzahl von Matrix-Vorlagen, die sich am schnellsten über die Bild-Suche gängiger Suchmaschinen finden lassen. Der Detailgrad der ausgewählten Vorlage sollte sich an der Komplexität des Analysegegenstands orientieren.

Die Ergebnisse der vorangegangenen Klimawirkungs-, Umfeld- und Raumanalyse können in der SWOT-Analyse zusammengeführt werden. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse können bereits erste Strategieansätze abgeleitet werden.

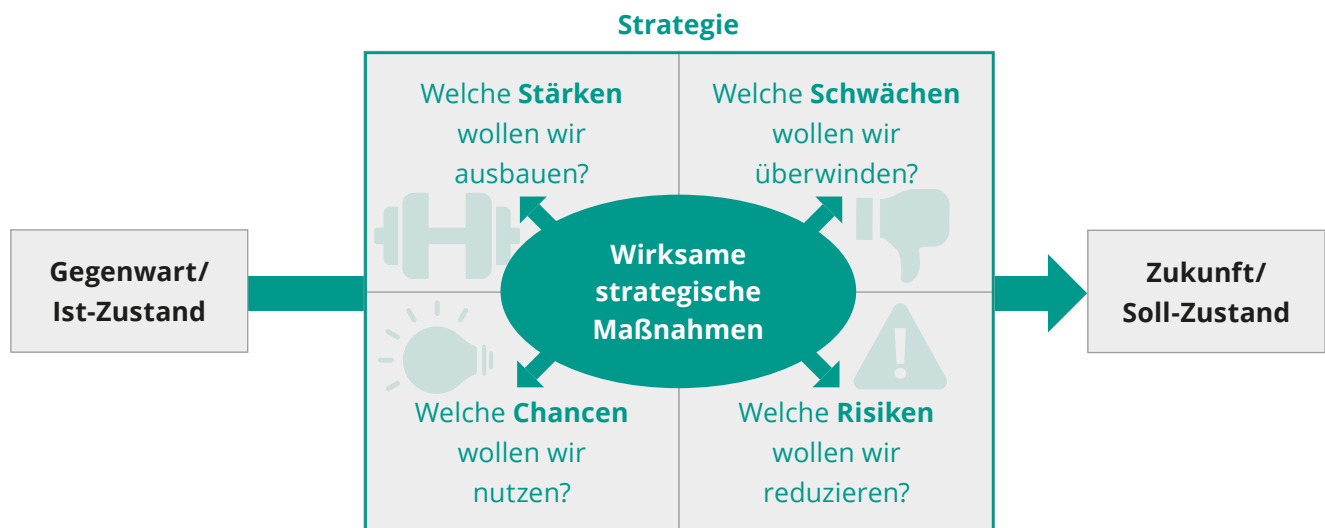


Abbildung 14: SWOT-Schema. Eigene Darstellung.



Praxistipp!

Über die Rückkopplung an die Analyseergebnisse und damit an den Ist-Zustand kann sichergestellt werden, dass eine Strategie auch wirklich zielführend ist. Gleichzeitig dienen die Daten, Fakten und Zahlen aus den Analysen als Wasserstandsanzeiger für die Wirkungskraft umgesetzter Maßnahmen, insb. dann, wenn sie in die SMART-Ziele mit eingeflossen sind.

Strategieansätze zum Umgang mit klimawandelbezogenen Unsicherheiten

Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadensausmaß insb. von konvektiven Extremwetterereignissen können häufig nur schwer oder gar nicht vorhergesagt werden. Ein Ansatz, um dieser Unsicherheit in der Strategieentwicklung zu begegnen, bietet die Climate Change Governance. Sie setzt auf transdisziplinäre Diskurse und neue Handlungs-, Entscheidungs- und Steuerungsformen, um die Komplexität von Klimawirkungen abzufedern. Ziel sind sanfte Strategien, die auf kooperative Ansätze mit einem Konsens als funktionalem Äquivalent rechtlicher Normierungen aufbauen (Birkmann et al. 2013; BMVBS 2013).

Zum **Umgang** mit **Unsicherheiten** können auch andere **strategische Ansätze** hilfreich sein und ggf. um **Szenariotechniken** ergänzt werden:

- ▶ Strategien der sequenziellen Realisierung
- ▶ No-Regret-Strategien
- ▶ Reversible Strategien
- ▶ Strategien mit Sicherheitszuschlägen (safety margin strategies)

Strategien der sequenziellen Realisierung von Planungsinhalten greifen auf das Vorsorgeprinzip zurück und verringern Entscheidungshorizonte zugunsten mittelfristiger Lösungen (BMVBS 2013). No-Regret-Strategien hingegen konzentrieren sich auf Maßnahmen, die u. a. aufgrund ihrer Multifunktionalität bei unterschiedlichen Entwicklungen zielführend sind (Birkmann et al. 2013; BMVBS 2013). Dabei geht es um die Reduzierung von Umsetzungshemmnissen durch (i) finanzielle und technologische Beschränkungen, insbesondere in Ländern/Kommunen mit begrenzten Mitteln, (ii) Informationsmangel und Transaktionskosten auf Mikroebene und (iii) institutionelle und rechtliche Beschränkungen.



Praxistipp!

Strategien und Maßnahmen sollten zunächst so weit ausgearbeitet werden, dass ihre Ausrichtung an den Zielen und ihre Umsetzbarkeit deutlich werden. Dabei können unterschiedliche Arbeitsaufwände und Zeithorizonte in der Implementierung berücksichtigt werden, um eine Priorisierung zu erstellen. Die Umsetzbarkeit hinsichtlich der vorhandenen Ressourcen und der gegebenen Zeit gemessen an der Notwendigkeit einer Maßnahme geben Anhaltspunkte dafür, was wann und wie umgesetzt werden kann/soll.



Praxistipp!

Für die Strategieentwicklung kann die Kombination von Ideenwerkstatt und SWOT-Analyse von Vorteil sein. Die Ideenwerkstatt ermöglicht kreatives Vorgehen und innovatives Denken, während die SWOT-Analyse eine gewisse Systematik in die Komplexität der KIG-Entwicklung bringt. Strategisch Relevantes kann so systematisch erfasst und kreative Ideen bewertet und ausgewählt werden.

Beispiel Bottrop

Im Rahmen von KlimaWaGe wurden die Strategien mithilfe einer SWOT-Analyse auf Basis der Ergebnisse der Grundlagenanalysen und der Ideenwerkstatt entwickelt. Zudem wurden Instrumente mitgedacht, die bei der Implementierung der Maßnahmen angewendet werden können. Dieses Vorgehen ermöglichte die maßgeschneiderte Strategieentwicklung für Bottrop.

Die Ergebnisse der Ideenwerkstatt wurden in Form von Maßnahmen einerseits den Zielen und Strategien zugeordnet und andererseits mit Instrumenten zur Implementierung versehen, um eine möglichst konkrete Übersicht zu erhalten.

Bei der SWOT-Analyse wurden interne Stärken und Schwächen sowie externe Chancen und Risiken evaluiert, die ausschlaggebend für die Entwicklung von Strategien und Maßnahmen sind. Daraus wurde ein strukturierter Maßnahmenkatalog entwickelt, der gesamtstädtische Strategien sowie solche für die Neuentwicklung, Bestandsentwicklung und Umnutzung zusammenstellt. Die Maßnahmen wurden nach Stärken/Chance, Schwächen/Chancen, Stärken/Risiken und Schwächen/Risiken kategorisiert.

Strategische Ausrichtung

Die Strategieentwicklung für Bottrop orientiert sich an der Climate Change Governance, die auf sanfte Strategien der Kooperation und des Konsenses setzt, um den Unsicherheiten und der Komplexität lokaler Klimawandelauswirkungen zu begegnen. Im Rahmen von KlimaWaGe wurden daher mehrere Planungsdisziplinen in der Stadtverwaltung und der Wissenschaft in die Strategieentwicklung eingebunden. Im KlimaWaGe-Projekt verfolgen die Strategien vorrangig die in den Wirkungszielen festgehaltene generelle Reduktion der Vulnerabilität der Industrie- und Gewerbegebiete. Dies wird insbesondere auf die zu schützende Arbeitsbevölkerung, die Flächennutzung und technische Infrastruktur sowie netzwerkbezogene Strukturen bezogen. Darüber hinaus weisen einige entwickelte Strategien Elemente von No-Regret-Strategien und Strategien der sequenziellen Realisierung auf. Beispiele dafür sind:

- ▶ Ermöglichung temporärer Nutzungen bei der Neuentwicklung von Industrie- und Gewerbegebieten
- ▶ Weitestgehende Erhaltung, Sicherung und ggf. Ausbau klima-ökologischer (und sozialer) Funktionen von Grünstrukturen unter Berücksichtigung einer Ertüchtigung der Gewerbe- und Industriegebiete.

Die Strategieansätze der sequenziellen Realisierung und des No-Regrets gehen zudem einher mit der grundsätzlichen Anforderung einer Bewahrung von Handlungsoptionen: Strategien stellen keine festen Regeln dar, vielmehr geben sie eine Richtung vor, auf dessen Weg Abwägungen und operative Einzelfallentscheidungen in der Umsetzung möglich bleiben. Die Rahmenbedingungen für diese Abwägungs- und Entscheidungsprozesse liegen in der Planungspraxis in den gesetzlichen Regelungen, auch wenn diese in Teilen Interpretationsspielräume lassen.



Quelle: Uwe Grützner

Modul 4: Maßnahmenentwicklung

Auf dem Weg von der Strategie zur Implementierung sind Maßnahmen das Schlüsselement der angestrebten Entwicklung von klimawandelangepassten Industrie- und Gewerbegebieten. Sie orientieren sich einerseits an (kommunalen) Handlungsspielräumen, die je nach Neuentwicklung, Bestandsentwicklung oder Umnutzung stark variieren können, und andererseits an den Kernaufgaben der Verwaltung; Planen, Genehmigen, Kontrollieren, Beraten und Informieren.

Im Optimalfall steht am Ende einer Planungsphase ein Maßnahmenkonzept, das das Vorgehen beschreibt und priorisiert, die Verantwortlichkeiten aller Beteiligten benennt und Hinweise auf erforderliche Ressourcen gibt. Diese Informationen können zum Beispiel in Form von Maßnahmensteckbriefen gebündelt festgehalten werden.

Bei der Maßnahmenentwicklung orientiert sich das Vorgehen meist daran, ob es sich um ein Projekt in der Neuentwicklung, Bestandsentwicklung oder Umplanung handelt. Im Fokus stehen Methoden, Verfahren und Instrumente der Stadtentwicklung, Bauleitplanung, Bauordnung und Bauüberwachung. Wie und wann die Maßnahmen entwickelt und umgesetzt werden, liegt bei den ausführenden Akteur*innen in der Stadt- oder Kommunalverwaltung.

Definition: Was ist eine Maßnahme?

Maßnahmen sind in der Regel allgemeine Handlungen oder Regelungen, mit denen bestimmte Wirkungsziele verfolgt werden. Da es aber keine einfache disziplinen- und ressortübergreifende Definition des Begriffs Maßnahme gibt, bleibt immer ein kontextspezifischer Interpretationsspielraum offen (Beck et al. 2011).

Im Projekt KlimaWaGe werden Maßnahmen als Handlungen und Regelungen verstanden, die zur Reduzierung der Vulnerabilität von Industrie- und Gewerbegebieten – darunter die der Arbeitsbevölkerung, der Flächennutzungen und baulichen Objekte sowie der netzwerkbezogenen Infrastrukturen – gegenüber den Klimasignalen Hitze und Starkregen beitragen.

Die Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen sind immer auch von lokalen Besonderheiten beeinflusst, darunter finanzielle, historische, kulturelle, soziale, politische, ökologische und räumliche Aspekte. Diese Besonderheiten sollten von Beginn an in der Maßnahmenentwicklung berücksichtigt werden (PESTLE- und SWOT-Analyse).

4.1 Methodisches Vorgehen

Bei der Wahl von Maßnahmen sind die im vorherigen Schritt entwickelten Strategien die wichtigste Grundlage. Welche Methoden, Instrumente und Vorgehen im Detail genutzt werden, hängt dementspre-



chend stark vom jeweiligen Entwicklungsprojekt ab. Ein mögliches, hier betrachtetes Vorgehen sieht die Maßnahmenentwicklung als kollaborativen Prozess vor, in dem auf Grundlage einer erarbeiteten Strategie-Maßnahmen-Matrix ausgewählte Maßnahmen in einer Planungsphase (bspw. per Planspiel) evaluiert und ggf. weiterentwickelt wurden.

Es gibt grundsätzlich vier empfehlenswerte **Schritte zur Maßnahmenentwicklung**:

1. Kommunale Handlungsspiele für Klimaanpassung identifizieren
2. Maßnahmen entsprechend der Ziele und Strategien ableiten
3. Informations- und Entscheidungsgrundlagen bzgl. möglicher Maßnahmen schaffen
4. Maßnahmenumsetzung in einer interdisziplinären Planungsphase erarbeiten und ggf. weiterentwickeln

Kommunale Handlungsspielräume für Maßnahmen zur KIG-Entwicklung

Im Fokus der Maßnahmenentwicklung stehen Planungs- und Umsetzungsprozesse, sodass die entwickelten Maßnahmen an Methoden, Verfahren und Instrumenten auf verschiedenen Ebenen ansetzen (vgl. Planungsverfahren und -instrumente).

Folgende **Handlungsspielräume der kommunalen Planungspraxis** können für die Maßnahmenentwicklung relevant sein:

- ▶ Festsetzungsinhalte für Bauleitpläne
- ▶ Kommunale Satzungen und örtliche Bauvorschriften
- ▶ Maßnahmen des besonderen Städtebaurechts
- ▶ Städtebauliche Sanierungsmaßnahmen
- ▶ Stadtumbaumaßnahmen
- ▶ Städtebauliche Gebote
- ▶ Verfahrenshinweise und Abwägungsbelange zum Umgang mit (Gewerbe-)Klima in der Umweltprüfung
- ▶ Inhalte für städtebauliche Verträge
- ▶ Ordnungsrechtliche Maßnahmen
- ▶ Maßnahmen zur Akteur*innenbeteiligung und Sensibilisierung

Verknüpfung von Strategie und Maßnahmen

Maßnahmen sind nur dann sinnvoll einsetzbar, wenn sie sich an den zuvor entwickelten gesamstädtischen und gebietsspezifischen Strategien orientieren und auf die eingangs gesteckten Ziele einzahlen. Daher ist es hilfreich, Maßnahmen in eine Strategien-Maßnahmen-Matrix zu übertragen, um einen strukturierten Überblick zu haben und die Rückkopplung an die zuvor festgelegten Strategien unmittelbar zu gewährleisten. Dabei sollten gesamstädtische und gebietstypische Strategien berücksichtigt werden, um eine zielorientierte Maßnahmenentwicklung zu ermöglichen.

Mögliche **Kategorien** für eine **Maßnahmen-Strategie-Matrix**:

- ▶ Maßnahmen
- ▶ Rechtsgrundlagen
- ▶ Maßnahmenzwecke
- ▶ Umsetzung und Instrumente
- ▶ Ebene (Gesamtstadt, Teilstadt, Quartier)
- ▶ Hinweise und Kommentare
- ▶ Zuordnung zu den gesamstädtischen und/oder gebietsspezifischen Strategien



Quelle: pixabay.com (lizenzfrei)

Maßnahmensteckbriefe: Entwicklung einer Entscheidungsgrundlage

Im Rahmen der Maßnahmenentwicklung ist es neben einer Strukturierung wichtig, einzelne Maßnahmen hinsichtlich ihrer Machbarkeit bewerten zu können. Dabei müssen vor allem mögliche Interessen- und Nutzungskonflikte unterschiedlicher Sektoren berücksichtigt werden, was interdisziplinäre bzw. transdisziplinäre Zusammenarbeit erfordert. Aber auch Synergien zwischen Maßnahmen und/oder Strategien können bei deren Einschätzung eine wichtige Rolle spielen.

Folgende Kriterien können als Informations- und Entscheidungsgrundlage bei der Auswahl von Maßnahmen helfen:

- ▶ Ziel der Maßnahme
- ▶ Fachlicher Hintergrund und Beschreibung der Maßnahme inkl. Realisierungsbespiel
- ▶ Handlungsschritte und Erfolgsindikatoren
- ▶ Synergien und Konflikte mit anderen Anpassungs- und Klimaschutzmaßnahmen
- ▶ Maßnahmenverantwortliche und zu beteiligende Akteur*innen
- ▶ Umsetzungserfordernisse und Hemmnisse
- ▶ Investitionsbedarf und Folgekosten
- ▶ Zeitraum der Durchführung
- ▶ Mobilisierungspotenzial
- ▶ Priorität der Maßnahme

Die Kriterien sollten bei Bedarf angepasst oder abgeändert werden.



Praxistipp!

Methodische Vorgehensweisen lassen sich nicht immer vom Papier auf die Praxis übertragen. Die oben gelisteten Spielräume, Kategorien und Kriterien bieten daher eine wichtige Orientierungshilfe. Die individuellen Gegebenheiten eines Planungsvorhabens vor Ort sollten dabei immer Beachtung finden.

Planungsphase: Maßnahmen interdisziplinär (weiter) entwickeln und validieren

Die Herausforderungen in der KIG-Entwicklung liegen oft weniger in der Generierung innovativer Anpassungsmaßnahmen, sondern vielmehr in der fehlenden Informationsgrundlage für Klimawirkungen und dem Abwägen verschiedener Belange und Interessen. Obgleich der Belang Klima bereits seit langem Berücksichtigung in der Planung findet, gibt es oft noch große Spielräume dafür, wie er in Städten und Gemeinden tatsächlich berücksichtigt wird.

Als Teil einer Entscheidungsgrundlage sollte die Klimawirkungsanalyse wie beschrieben herangezogen werden. Darüber hinaus ist ein interdisziplinärer Austausch erforderlich, um aufbauend auf einem umfassenden System- und Handlungswissen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Eignung beurteilen zu können. Eine Möglichkeit stellt die Methode eines Planspiels dar, wie sie im KlimaWaGe-Projekt durchgeführt wurde. Aber auch andere praxisnähere interdisziplinäre Austauschformate können sich gut eignen, um die Interaktion zwischen relevanten Akteur*innen und Entscheider*innen zu fördern und etwaige Silo-Strukturen in behördlichen Verwaltungen abzubauen. Dabei gilt es bestehende Austauschformate zu nutzen oder niedrigschwellige Formate zu testen. (Praxiserfahrung: Lessons Learned).

Beispiel Bottrop

Die vorgestellten Methoden zur Maßnahmenentwicklung und -validierung wurden in verschiedenen Phasen des Projekts KlimaWaGe durchgeführt. Im Folgenden werden einige Teilergebnisse vorgestellt, die ein mögliches Vorgehen zur KIG-Entwicklung illustrieren.

Strategie-Maßnahmen-Matrix

Über die im Rahmen von KlimaWaGe erstellte Matrix wurden potenzielle Maßnahmen systematisch zusammengetragen und den zuvor entwickelten Strategien zugeordnet. Dabei wurden gebietsspezifische Maßnahmen für die drei Entwicklungsgebiete An der Knippenburg (Bestandsentwicklung), Kraneburger Feld (Neuentwicklung) und Schachtanlage Prosper IV (Umnutzung) separat aufgeführt.

Übergeordnete Maßnahme(n)	Maßnahme	Rechts- grundlage	Maßnahmen- zweck	Umsetzung / Instrument	Räumliche Ebene	Hinweise	Gesamtstädtische Strategien										
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
# Bauen in extremwetterresistenter Bauweise zur Vorbeugung von Schäden # Sicherung/Erhöhung des Grünvolumens bzw. der Grünflächenanteile # Vorsorge durch Schutzmaßnahmen am Gebäude und der Infrastruktur	Berücksichtigung informeller Planungen (z.B. Klimaschutz-, Anpassungs- und Energiekonzepte), die vom Gemeinderat zustimmend in Kenntnis genommen wurden, als Bestandteil der Abwägung bei Bauleitplanverfahren	§ 1 Abs. 6 Nr. 11 BauGB	# Erhöhung des Stellenwerts der Klimaanpassung bei der Abwägung im Bauleitplanverfahren	Bauleitplanung	Gesamtstadt Teilstadt / Quartier		X	X	X	X				X			X
# Bauen in extremwetterresistenter Bauweise zur Vorbeugung von Schäden # Sicherung/Erhöhung des Grünvolumens bzw. der Grünflächenanteile	Anwendung der Bodenschutzklausel	§ 1a Abs. 2 BauGB	# Begrenzung der Verdichtung # Begrenzung der Versiegelung	Bauleitplanung			X		X				X				X
# Sicherung/Erhöhung des Grünvolumens bzw. der Grünflächenanteile	Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung	§ 1a Abs. 3 BauGB	# Begrünung	Bauleitplanung			X		X				X				

Abbildung 15: Auszug aus der Strategie-Maßnahmen-Matrix im Projekt KlimaWaGe. Eigene Darstellung.

Maßnahmensteckbriefe

Wie beschrieben eignen sich Maßnahmensteckbriefe dazu, einzelne Maßnahmen und ihre rahmengen-benden Informationen in großer Übersichtlichkeit festzuhalten. Damit dienen sie besonders für Entscheidungsprozesse als leicht zugängliche Informationsgrundlage. Im Projekt KlimaWaGe wurden exemplarisch einige Maßnahmen in Form solcher Steckbriefe festgehalten. Neben einer Kurzbeschreibung und dem Ziel der Maßnahme werden zudem mögliche Wirkungsanalysen berücksichtigt, um eine Validierung der Maßnahme direkt festzuhalten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Steckbriefe zwar einen hohen Informationsgrad anstreben, aber aufgrund ihres knappen Umfangs keine erschöpfende Ausarbeitung der Maßnahme darstellen.



Quelle: Uwe Grützner

Maßnahmensteckbrief zur klimawandelangepassten Bestands- und Neuentwicklung von Gewerbe- und Industriegebieten



Festsetzung der Baumassenzahl (BMZ) auf ein Maximum von 8,0

Kurzbeschreibung der Maßnahme

Für die Umpfanung des Gewerbegebiets „Schachtenanlage Prosper IV“ wird die Baumassenzahl als Maß der baulichen Nutzung festgesetzt. Diese gibt die maximal zulässige Baumasse je m² Grundstücksfläche an. Die Festsetzung einer Baumassenzahl gewährleistet eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Höhe und Breite von Gebäuden, begrenzt aber deren Volumen und somit deren Strahlungswärme. Dies ist außerdem besonders vorteilhaft, wenn die Unternehmen, die sich in dem Gewerbegebiet ansiedeln werden, unbekannt sind. Da aufgrund der geringen Verfügbarkeit von Industrie- und Gewerbeflächen die weitestgehende Ertüchtigung unter Berücksichtigung der Gewährleistung erforderlicher klima-ökologischer Funktionen angestrebt wird, wird für das Gewerbegebiet eine BMZ von 8,0 festgesetzt. Die BMZ ist in Gewerbegebieten nur in Zusammenhang mit der Festsetzung der Grundflächenzahl (GRZ) sinnvoll, die hier auf 0,8 festgesetzt wird.

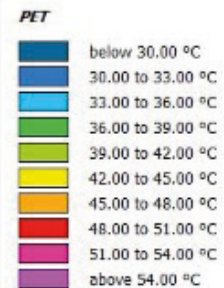
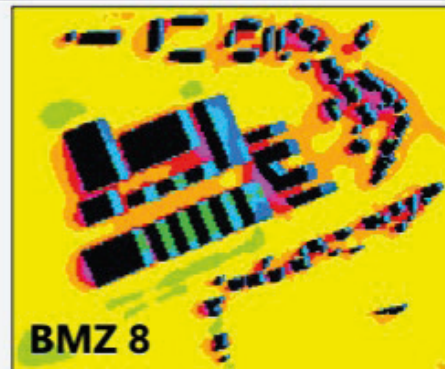
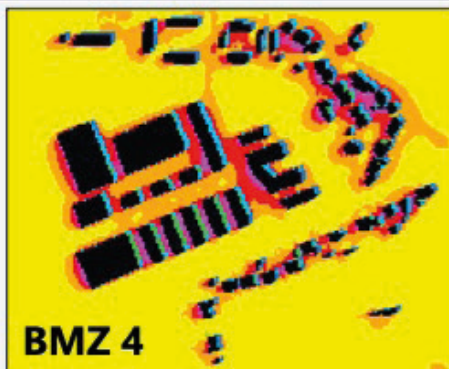


Ziele der Maßnahme

Die Maßnahme trägt zum übergeordneten Ziel der minimalen Vulnerabilität (physischer Strukturen) gegenüber Starkregen und Hitzestress in neuentwickelten Gewerbe- und Industriegebieten im Hinblick auf den Schutz der (1) Arbeitsbevölkerung, von (2) Produktionsstätten, Mitteln und Gütern und von (3) Infrastruktursystemen bei.

Der Beitrag zur Zielerreichung ergibt sich aus der Reduzierung der gesamtstädtischen Flächeninanspruchnahme durch die weitgehende Ertüchtigung der Fläche Kraneburger Feld bei gleichzeitig begrenzter Strahlungswärme.

Wirkung der Maßnahme



Modelltag: 23. Juni 2021
Zeitpunkt: 16:00 Uhr
Werte in 2 m Höhe

Der Vergleich der Modellierungen zeigt für den PET-Wert (gefühlte Temperatur) nur geringe Unterschiede. Durch die Festlegung der BMZ von 8 (anstatt einer BMZ von 4) nimmt der PET-Wert auf der gesamten Fläche insgesamt ab (zusätzliche Verschattung), im Nahbereich von Gebäuden nimmt der PET-Wert leicht zu (Abstrahlungswärme).

UMSETZUNGSINSTRUMENT(E)	Festsetzung im Bebauungsplan nach § 9 (1) 1 BauGB
UMSETZUNGSERFORDERNISSE/-HEMMNISSE	Die BMZ bietet keine Auskünfte über den Versiegelungsgrad, was die Berechnung des Rückhaltevolumen erschwert. Dies kann durch die ergänzende Festsetzung einer Grundflächenzahl gelöst werden.
ZEITRAUM DER DURCHFÜHRUNG	Kurzfristiger Zeitraum
INVESTITIONSBEDARF/FOLGEKOSTEN	Geringe Kosten für die Maßnahmenumsetzung & keine Folgekosten
VERANTWORTLICHE/BETEILIGTE	Die Festsetzung der BMZ im Bebauungsplan ist Aufgabe der Kommunen und Gemeinden. Die Öffentlichkeit sowie andere relevante Behörden und Träger öffentlicher Belange sind dabei zu beteiligen.
SYNERGIEN & KONFLIKTE MIT ANDEREN KLIMASCHUTZ- UND ANPASSUNGSMAßNAHMEN	Die hohe bauliche Dichte, die mit Hilfe der relativ hohen BMZ erzielt wird, kann im Konflikt mit einer ausreichenden Durchlüftung des Plangebiets und des Umlands stehen.
HANDLUNGSSCHRITTE	1. Identifizierung der gebietsspezifisch geeigneten BMZ durch mikroklimatische Modellierungen verschiedener Szenarien 2. Festsetzung der BMZ bei der Neuaufstellung eines neuen Bebauungsplans
ZIELERREICHUNGSINDIKATOR(EN)	Die Maßnahme ist erfolgreich, wenn die Sensitivität der baulichen Struktur gegenüber Starkregen und Hitzestress und dementsprechend auch die daraus resultierende Klimawirkung nur minimal gestiegen ist.

Abbildung 16: Maßnahmensteckbrief. Eigene Darstellung.

Planspiele als Planungsphase

Im vorgesehenen Zeitplan des Projekts KlimaWaGe ergab sich für die Erprobung der interdisziplinären Planungsphase kein reales Planvorhaben, anhand dessen das methodische Vorgehen durchgeführt werden konnte. Stattdessen entwickelte das Projektteam zwei Planspiele mit größtmöglichem Realitätsbezug, die eine Behördenbeteiligung nach § 4 BauGB in einem interdisziplinären Online-Format („alle an einem Tisch“) und in einem realitätsnäheren Format simulierten (siehe Abb. # und #). In letzterem fanden die Fachbereiche selbstständig für eine interne Abstimmung zusammen und bezogen schriftlich Stellung. Es wurde jeweils ein städtebaulicher Entwurf einer starkregen- und hitzeangepassten Planungsvariante für die ausgewählte Umnutzungs- und Neuplanungsfläche entwickelt und im Planspiel getestet, validiert und wo nötig weiterentwickelt.



Abbildung 17: Konzept des KlimaWaGe-Online-Planspiels

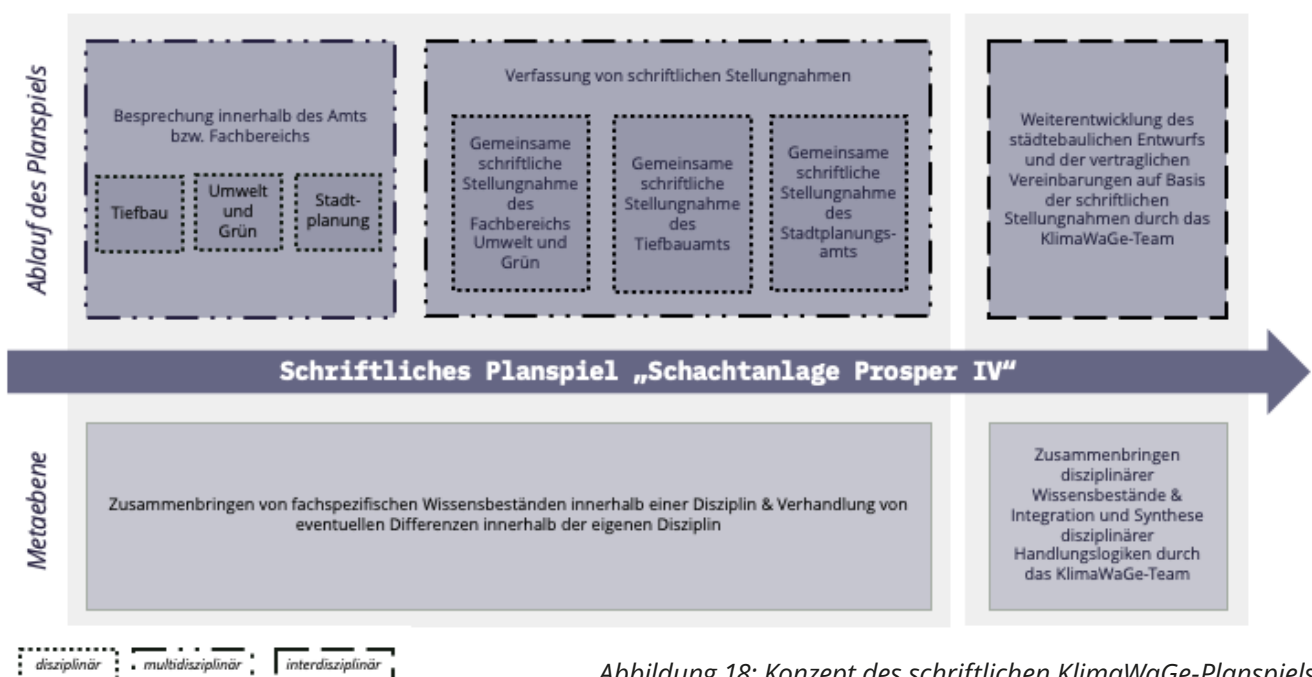


Abbildung 18: Konzept des schriftlichen KlimaWaGe-Planspiels

Der Kreis der Teilnehmenden setzte sich aus den planungsrelevanten Vertreter*innen der Stadtverwaltung Bottrop (Fachbereich Umwelt und Grün, Stadtplanungsamt, Tiefbauamt) und des IRPUD zusammen. Die Vorbereitungen für die Planspiele beinhaltete außerdem die Zusammenstellung einer Arbeitsmappe mit zu berücksichtigenden Inhalten und Erkenntnissen zu den im Planspiel behandelten Flächen. Das Planspiel zum Kraneburger Feld war eine halbtägige digitale Veranstaltung, in der den Teilnehmenden das Format zunächst nähergebracht worden ist. Ein externes Planungsbüro leitete und moderierte die Veranstaltung. Das Planspiel zur Schachanlage Prosper IV ist schriftlich durchgeführt worden und glich der normalerweise gängigen Vorgehensweise, dass Vertreter*innen der Stadtverwaltung zu einem Vorhaben schriftlich Stellung beziehen.

Praxiserfahrung: Lessons Learned des Fachbereichs Umwelt und Grün

Die für den Arbeitsalltag als praktikabel und leicht etablierbar bewerteten Elemente der KlimaWaGe-Planspiele wurden im Fachbereich Umwelt und Grün der Stadt Bottrop für Planungsvorhaben übernommen, die komplex und potenziell konfliktbehaftet sind.

Die für die Behördenbeteiligung normalerweise übliche, vom Fachbereich Umwelt und Grün gemeinsam zu verfassende Stellungnahme geht mit der Herausforderung einher, ein (digitales) Dokument asynchron zu erstellen. Verschiedene Mitarbeitende müssen dabei zu ihren jeweiligen Schutzgütern (Boden, Gewässer, Natur und Landschaft, Klima und Lufthygiene, Mensch, Kultur- und Sachgüter, Landschaft und Erholung) Stellung beziehen, wobei etwaige inhaltlich Konflikte erst nachträglich erkannt werden – bspw. konfligiert die Empfehlung zur Regenwasserversickerung in manchen Fällen mit Empfehlungen zum Bodenschutz aufgrund hohen Grundwasserspiegels. Selbst regelmäßige interne Abstimmungen reichen nicht immer aus, um solche Unstimmigkeiten zu vermeiden.

Deshalb wurde mit Beginn der frühzeitigen Beteiligung der betroffenen Behörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange selbstständig ein gemeinsamer Online-Termin ausgerichtet, an dem sich alle zuständige Mitarbeitende des Fachbereichs Umwelt und Grün beteiligten.



Der Termin war auf 3,5 Stunden angesetzt und teilte sich in **3 Phasen** auf:

Phase 1 (ca. 1 Stunde) war die gemeinsame Sichtung der vorliegenden Unterlagen und der Austausch zu den jeweiligen Fachperspektiven. Alle Teilnehmenden haben sich im Vorfeld bereits die Dokumente durchgesehen und evtl. Problempunkte für ihr Schutzgut identifiziert. Es wurde der Ist-Zustand und die Belange der einzelnen Schutzgüter zusammengetragen und diskutiert. Dazu sind auch Teilnehmende dabei gewesen, die zwar selbst keine Stellungnahme verfasst haben, aber wichtiges Wissen beisteuern konnten. Im Austausch kreativer Ideen konnten potenzielle Konflikte so direkt ausgeräumt werden.

Phase 2 (ca. 2 Stunden) war die Schreibphase, in der die Teilnehmenden ihre ersten Entwürfe für die Stellungnahme für ihr jeweiliges Schutzgut eigenständig verfasst haben. Der Onlineraum blieb dabei offen, damit evtl. Fragen direkt geklärt werden konnten. Diese gemeinsame Schreibphase hat Ablenkungen minimiert, Konzentration forciert sowie den sehr zielgerichteten Austausch gefördert. Ziel war nicht ausschließlich die Fertigstellung der jeweiligen Textteile, sondern ein intensives Nutzen der gesetzten Zeit.

Phase 3 (ca. 30 Minuten) war eine kurze Nachbesprechung der Schreibphase, wo aufgetauchte oder noch offene Fragen angesprochen wurden. In einer Reflexionsrunde wurden die gewonnenen Erkenntnisse und die Arbeitsweise ausgetauscht, um für ähnliche Termine Optimierungen festzuhalten.

Das Vorgehen ist bei den Mitarbeitenden sehr positiv aufgenommen worden und hat den Bearbeitungsprozess der Stellungnahme stark beschleunigt. Gleichzeitig forderte der rege Austausch das Interesse und Verständnis zwischen den Mitarbeitenden und ihren Schutzgütern. Eine der Herausforderungen ist insbesondere in Urlaubszeiten lediglich die Terminfindung.

Exkurs: Instrumente des besonderen Städtebaurechts

Dieser Exkurs basiert auf Inhalten, die von der Stadt- und Regionalplanung Dr. Jansen GmbH erstellt wurden.

Dieser Exkurs betrachtet die drei zentralen Instrumente des besonderen Städtebaurechts, die bei der KIG-Entwicklung angewendet werden können: die städtebauliche Sanierungsmaßnahme, die städtebauliche Entwicklungsmaßnahme und der Stadtumbau.

Städtebauliche Sanierungsmaßnahme

Die städtebauliche Sanierungsmaßnahme (§§ 136 ff. BauGB) bietet die Möglichkeit zur Bestandsentwicklung mit maximaler Einflussnahme der Stadt oder Gemeinde und ist somit ein Instrument dafür, klimarelevante Qualitätsstandards in bestehenden Industrie- und Gewerbegebieten zu verankern.

Grundlage sind zunächst Sanierungsziele, die über einen städtebaulichen Rahmenplan in Verbindung mit textlichen Zielen oder über die verbindliche Bauleitplanung festgelegt werden. Nach Satzungsschluss kann die Stadt oder Gemeinde bei allen baurechtlich relevanten Vorgängen im Sanierungsgebiet intervenieren und so die Gesamtwirkung der Fläche in Richtung der gesteckten Sanierungsziele entwickeln.

Städtebauliche Sanierungsmaßnahme (§§ 136 ff. BauGB):

- ▶ Ermöglicht Bestandsentwicklung mit einem Maximum an Interventionsmöglichkeiten
- ▶ Agiert im Bestand: Aufwertung bestehender Baustrukturen bei gleicher Funktion
- ▶ Grunderwerb und Enteignung stehen nicht im Fokus, sind aber möglich
- ▶ Ermöglicht erhöhte Absetzung finanzieller Aufwendungen für private Maßnahmen im Sinne der Sanierungsziele nach § 7h Einkommenssteuergesetz (EStG)
 - Bietet steuerlichen Anreiz für Privatinvestitionen in Klimaanpassungsmaßnahmen



Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme

Die städtebauliche Entwicklungsmaßnahme (§§ 165 ff. BauGB) ermöglicht die Neuentwicklung mit größtmöglicher Einflussnahme der Kommune. Dabei greift sie auf das gleiche städtebauliche Instrumentarium wie die Sanierungsmaßnahme zurück, setzt aber die Stadt oder Gemeinde als Eigentümerin der Flächen voraus. Zusätzlich gibt es oft rechtliche Hürden einer konsistenten Begründung der vorbereitenden Untersuchungen, weshalb die Entwicklungsmaßnahme meist nur eingeschränkt anwendbar ist.

Klimaschutz und Klimaanpassung sind in der Entwicklungsmaßnahme nicht verankert, weshalb klimarelevante Qualitätsstandards nicht festgesetzt werden können. Wenn die Neuentwicklung allerdings gelingt, lassen sich Klimaanpassungsstandards über Vertragswerke umsetzen.

Städtebauliche Entwicklungsmaßnahme (§§ 165 ff. BauGB):

- ▶ Ermöglicht Neuentwicklung mit einem Maximum an Interventionsmöglichkeiten
- ▶ Zielt auf qualitativ Neues; Erschließen von Brach-/Konversionsflächen o. ä. für neue Nutzungszwecke
- ▶ Setzt Städte oder Gemeinden als Eigentümerin der Fläche voraus
- ▶ Sehr niedrige Hürden für Enteignung verglichen mit anderen städtebaulichen Verfahren
- ▶ Ermöglicht erhöhte Absetzung finanzieller Aufwendungen für private Maßnahmen im Sinne der Entwicklungsziele nach § 7h Einkommenssteuergesetz (EStG)
 - Bietet steuerlichen Anreiz für Privatinvestitionen in Klimaanpassungsmaßnahmen

Stadtumbau

Der Stadtumbau ermöglicht zwar die konsensuale Bestandsentwicklung oder Umnutzung, bietet aber nur geringe kommunale Einflussnahme. Grundlage der Stadtumbaumaßnahme ist ein Beschluss über eine Gebietskulisse und ein städtebauliches Entwicklungskonzept in Verbindung mit städtebaulichen Vertragswerken im Sinne des § 11 BauGB. Aufgrund des rein konsensbasierten Charakters wird der Stadtumbau häufig mit städtebaulichen Sanierungs- oder Entwicklungsmaßnahmen bzw. der verbindlichen Bauleitplanung kombiniert, um auf das entsprechende Instrumentarium zurückgreifen zu können.

Stadtumbau (§§ 171a ff. BauGB):

- ▶ Ermöglicht konsensorientierte Bestandsentwicklung mit geringeren Interventionsmöglichkeiten und dem Fokus auf die städtebaulichen Förderkulissen
- ▶ Agiert im Bestand: Umnutzung vorhandener Infra- und Baustrukturen
- ▶ Wird durch konsensualen Beschluss von kommunalen und privaten Akteur*innen festgelegt, gefördert durch die Städtebauförderung
- ▶ Städtebauliche Instrumente und Interventionsmöglichkeiten liegen unter dem Niveau der Sanierungs- und Entwicklungsmaßnahmen
- ▶ Bis auf ein städtebauliches Entwicklungskonzept sind keine umfangreichen vorbereitenden Untersuchungen notwendig
- ▶ Keine erhöhten steuerlichen Abschreibungsmöglichkeiten in Stadtumbaugebieten möglich

Zusammenspiel der Instrumente

Die drei Instrumente können durch die verbindliche Bauleitplanung flankiert und unterstützt werden. In der Sanierung und der Entwicklung konkretisiert die Bauleitplanung die städtebaulichen Ziele, im Stadtbau lassen sich über einen Bebauungsplan zusätzlich bestimmte hoheitliche Instrumente verankern (z. B. die uneingeschränkte Anwendung der bauleitplanerischen Sicherungsinstrumente nach § 14 ff. BauGB).

Grundsätzlich empfiehlt sich die städtebauliche Sanierungsmaßnahme am ehesten für die Umsetzung von Klimaanpassungsbelangen in der Industrie- und Gewerbegebietsentwicklung. Es ist aber auch eine Kombination der Instrumente möglich, die das Instrumentarium erweitert.

Empfehlung I:

Die Qualifizierung von Bestandslagen mit der Zielsetzung des Klimaschutzes und der Klimaanpassung sollten über die städtebauliche Sanierungsmaßnahme organisiert werden. Zudem sollte eine öffentliche Förderung im Rahmen der Städtebauförderung für klimaanpassungsrelevante Maßnahmen angestoßen werden. Das erfordert einerseits die vorbereitenden Untersuchungen (§ 141 BauGB) und ein integriertes Handlungskonzept.

Empfehlung II:

Die Ziele der Sanierungsmaßnahme sollten über die verbindliche Bauleitplanung manifestiert und die entsprechenden Festsetzungen getroffen werden. Hier gilt es, im Rahmen der Sanierung und anhand der Sanierungsziele in den Dialog mit den Grundstücksnutzer*innen zu treten.

Empfehlung III:

Eigentum sollte über das sanierungsrechtliche Vorverkaufsrecht bzw. den freihändigen Erwerb erlangt werden, sodass Klimaanpassungsbelange in der Wiederveräußerung an Gewerbetreibende vertraglich festgesetzt werden können.

Empfehlung IV:

Entscheidend ist vor allem die Selbstverpflichtung der Kommunen zur innovativen und klimafreundlichen Entwicklung, weshalb auch öffentliche Infrastrukturen hohen Klima- und Umweltstandards entsprechen sollten. Das erfordert einerseits den politischen Beschluss zur Verankerung in städtebaulichen Verträgen und andererseits die selbstverpflichtende Einhaltung ebendieser Standards.

Modul 5: Implementierung

Was für Maßnahmen zur Klimawandelanpassung von Industrie- und Gewerbegebieten umgesetzt werden können, hängt von einer Reihe verschiedener Faktoren ab. Übergeordnete Aspekte sind einerseits die politische Unterstützung von Maßnahmen und die strukturelle Verankerung der Klimaanpassung in der kommunalen Verwaltung, inkl. der Bereitstellung von Personal und finanziellen Ressourcen. Andererseits ist die Einbindung und Konstellation von (lokalen) Akteur*innen und zuständigen Institutionen ausschlaggebend, ebenso wie die Sensibilisierung und Stärkung zur Eigenvorsorge der Bevölkerung.

Darüber hinaus hängt die Implementierung konkreter Maßnahmen auch immer von der Art des KIG-Entwicklungsprojekts ab. Die Chancen und Möglichkeiten sind gerade in der Neuplanung sehr groß, wenn schon früh Einfluss auf langlebige Bau- und Infrastrukturen genommen wird. In der Bestandsentwicklung sind die Herausforderungen größer und die Entwicklungsmöglichkeiten oft kleiner und aufwendiger, da die Gebiete in der Regel bereits vollständig entwickelt sind und ein bestehendes, häufig jedoch nicht mehr zeitgemäßes Planungsrecht herrscht. Gleichzeitig besteht meistens in Bestandsgebieten der größte Handlungsbedarf. Im Folgenden wird ein Blick auf verschiedene Möglichkeiten geworfen, Maßnahmen und wichtige grundlegende Aspekte der KIG-Entwicklung verbindlich in der Planung zu verankern.

5.1 Übertragbare Empfehlungen aus Praxis und Literatur

In Anlehnung an die Handlungsspielräume der Planungsverfahren und -instrumente gibt es eine Reihe an Implementierungsempfehlungen für folgende Bereiche:

- ▶ Versiegelungsgrad und Nutzungsdichte
- ▶ Bauweise, Orientierung und Stellung der Baukörper
- ▶ Verschattung von Gebäuden
- ▶ Multifunktionale Dachgestaltung
- ▶ Multifunktionale Fassadengestaltung
- ▶ Bautechnischer Standard und ökologische Baumaterialien
- ▶ Regenwasserversickerung und -rückhaltung, (temporäre) Retentions- und Überflutungsflächen, Wasserabflussflächen
- ▶ Klimafreundliche Mobilität
- ▶ Multifunktionale Grünflächen

Diese Aspekte sollen vor dem Hintergrund der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Projekt KlimaWaGe im Folgenden näher betrachtet werden.



Versiegelungsgrad und Nutzungsdichte

Die bauliche Dichte ist ein wesentlicher Steuerungsfaktor des Klimaschutzes und der Klimaanpassung. Sie wird beeinflusst durch die Masse und Stellung von Gebäuden, baulichen Anlagen und Nebenanlagen, Stellplätzen und Garagen sowie wasserundurchlässige Verkehrsflächen.

Folgende Aspekte sollten bei **Festsetzungen** zum **Versiegelungsgrad** und zur **Nutzungsdichte** beachtet werden:

- ▶ Über die Festsetzung einer Baumassezahl (BMZ) sollten Bauvolumen und damit Strahlungswärme und Durchlüftung abwägend reguliert und gleichzeitig Gewerbetreibenden viel Flexibilität in der Gebäudegestaltung eingeräumt werden
Eine Herausforderung stellt die Berechnung des Versiegelungsgrades und somit des potenziellen Regenrückhaltevolumens dar
- ▶ Geringe Versiegelung wirkt der Hitzeentwicklung entgegen und ermöglicht das Versickern und Abfließen von Niederschlagswasser
- ▶ Bauvolumen und Versiegelungsgrad sollten je nach lokalen Bedingungen gut abgewogen und bestenfalls mit Fassaden- und Dachbegrünungen der Strahlungswärme entgegengewirkt werden
- ▶ Generell ist die Abwägung von Baudichte und Versiegelung besonders mit Blick auf die Durchlüftung eines Gebietes schwierig, weshalb die Abwägung von Belangen der Klimaanpassung und des Klimaschutzes ggf. besondere Aufmerksamkeit und Kompromissbereitschaft erfordern



Praxistipp!

Das Maß der baulichen Nutzung und Maßzahlen können nach § 9 (1) 1 BauGB festgesetzt werden. Für die Sicherung des Regenwassermanagements können ergänzende Vertragsvereinbarungen getroffen werden, bspw. im städtebaulichen Vertrag oder Grundstückskaufvertrag.

Bauweise, Orientierung und Stellung der Baukörper

Die Bebauungsformen und Gebäudestellungen sind abhängig von der Topografie und der Lage des Plangebiets im Siedlungsgefüge. Für die Bauweise und Ausrichtung von Gebäuden und baulichen Anlagen gibt es in der Literatur zahlreiche Hinweise zur klimawandelangepassten Gestaltung.

Industrie- und Gewerbegebiete, bzw. ihre **baulichen Strukturen**, sollten nach Möglichkeit:

- ▶ Bei Siedlungsrandlage die Durchlüftung nicht verhindern, sondern bestenfalls aus kleineren Flächen und einer aufgelockerten Form bestehen (RVR 2019a)
- ▶ Ein günstiges Verhältnis von Außenfläche (Hüllfläche A) zu Volumen (V) aufweisen (Kreis Segeberg 2019)
- ▶ Energetisch sinnvolle Fassaden- und Dachkonstruktionen haben, z. B. Hauptfassade mit südlicher Ausrichtung, Flachdach auf Vollgeschoss
- ▶ Eine wirtschaftlich maximale Ertüchtigung der Fläche erzielen
- ▶ Retentionsflächen und Notwasserwege sowie Kalt- und Frischluftschneisen aufweisen; bestenfalls durch eine förderliche Ausrichtung der Baukörper in Kombination mit Grünflächen (RVR 2019a)

Die Kompaktheit von Gebäuden und ihr A/V-Verhältnis kann über verbindliche Festsetzungen von Baugrenzen, Gebäudehöhen und Anzahl der Vollgeschosse in einem Bebauungsplan geregelt werden, was allerdings nur wenig Gestaltungsflexibilität gewährleistet. Alternativ zu Baugrenzen und Festsetzungen zur Stellung von baulichen Anlagen, überbaubaren und nicht überbaubaren Grundstücksflächen können auch andere Festsetzungen vorgenommen werden.



Praxistipp!

Neben Festsetzung im Bebauungsplan nach § 9 (1) 2 BauGB können Gebäudeausrichtungen auch über Festsetzungen bzgl. freizuhaltender Flächen nach § 9 (1) 10 BauGB geregelt werden (z. B. Grünflächen (Festsetzung nach § 9 (1) 15 BauGB), oder in Kombination mit einer notwendigen gezielten Starkregenvorsorge: Flächen für Hochwasserschutzanlagen und für die Regelung des Wasserabflusses (Festsetzung nach § 9 (1) 16 b BauGB) oder Flächen, die auf einem Baugrundstück für die natürliche Versickerung von Wasser aus Niederschlägen freigehalten werden müssen (Festsetzung nach § 9 (1) 16d BauGB)).

Verschattung von Gebäuden

Die Verschattung von Gebäuden hängt von der Topografie und Vegetation eines Geländes sowie von seiner Bebauung ab. In der KIG-Entwicklung ist u. a. ausschlaggebend, dass Verschattungen insb. mit Solaranlagen und entsprechend der Topografie des zu entwickelnden Gebietes sorgfältig abgestimmt werden.

Für die **Verschattung** sollten folgende Aspekte bei der Planung berücksichtigt werden:

- ▶ Die Höhe von Baukörpern und Gebäuden muss hinsichtlich vorhandener oder geplanter Solaranlagen festgesetzt werden; bspw. Gebäudeabstand = 2,5-fache der Höhe der Verschattungskante (Kreis Segeberg 2019, Goretzki 2007)
- ▶ Gebäudeabstände sollten entsprechend einer Nord- oder Südlage geplant werden; bei nördlicher Hanglage größere Abstände (Stadt Essen 2009)
- ▶ Strukturen sollten zum gezielten Hitzeschutz möglichst kompakt sein (wenn keine Solarfassade vorhanden); gute Durchlüftung oder Verschattung durch Vegetation ermöglichen, z. B. Laubbäume (Kreis Segeberg 2019)



Praxistipp!

Zur Verschattung von Baukörpern lassen sich bspw. Gebäudeabstände und Vegetationsverschattung über Festsetzungen nach § 9 (1) 25 BauGB oder über vertragliche Vereinbarungen festlegen. Die Verschattung von Außenbereichen wie Aufenthaltsräumen der (Arbeits-)Bevölkerung lassen sich über Festsetzung nach § 9 (1) 25 BauGB oder § 9 (1) 11 BauGB sichern.

Multifunktionale Dachgestaltung

Dachflächen können im Sinne des Klimaschutzes und der Klimaanpassungen drei wichtige Funktionen übernehmen:

- (1) die Gewinnung von erneuerbarem Strom und erneuerbarer Wärme über Solarenergie,
- (2) bioklimatische Funktionen und Auswirkungen auf den Wasserhaushalt durch Begrünung und
- (3) die Reduzierung luftverschmutzender Schadstoffe durch photokatalytisch wirkende Materialien.

Zur Nutzung von **Solarenergie auf Dächern** sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- ▶ Dächer idealerweise nach Süden ausrichten (Abweichungen bis 30° tolerierbar)
- ▶ 30° Neigung von Photovoltaikanalgen optimal
- ▶ 45° Neigung von Solarthermieranlagen optimal
- ▶ Ggf. Aufständigung bei Flachdächern verwenden
- ▶ Je flacher ein Dach desto weniger entscheidend die Ausrichtung der Anlage (Kreis Segeberg 2019)
- ▶ Photovoltaikanlagen erreichen in Kombination mit Dachbegrünung einen höheren Wirkungsgrad aufgrund der kühlenden Verdunstung (Ansel et al. 2011)



Praxistipp!

Photovoltaikanlagen, Solarthermieranlagen und photokatalytisch wirkende Dachmaterialien können bspw. per Erlass als örtliche Bauvorschrift oder vertragliche Vereinbarungen forciert werden. Die Positionierung von Solaranlagen für Strom und Wärme kann nach § 9 (4) BauGB in Verbindung mit der jeweiligen Landesordnung festgesetzt werden.

Für **Dachbegrünungen** gilt:

- ▶ Dächer sollten flache oder nur eine Neigung bis zu 10° haben
- ▶ Ggf. sollten in der Festsetzung alternative Maßnahmen für Gewerbetreibende berücksichtigt werden; flächendeckende Grundstücksbegrünung
- ▶ Alternative Festsetzungen im Bebauungsplan können wärmereflektierende oder hellfarbige Dachbeschichtungen sein; z. B. über den Hellbezugswert oder den Wert der Totalen Solaren Rückstrahlung (TSR)



Praxistipp!

Dachbegrünungen können nach § 9 (1) 25 BauGB, per Erlass als örtliche Bauvorschrift oder vertragliche Vereinbarung festgesetzt werden. Zur Kontrolle der Verdunstungsmenge sollte in einer vertraglichen Vereinbarung oder im Bebauungsplan der geringste maximal erlaubte Abflussbeiwert der Dachbegrünung festgesetzt werden.

Multifunktionale Fassadengestaltung

Wie auch die Dachgestaltung übernimmt die Fassadengestaltung drei wesentliche Funktionen im Sinne des Klimaschutzes und der Klimaanpassung: (1) die Gewinnung von erneuerbarer Energie als Strom und Wärme über Solarfassaden, (2) die Reduzierung luftverschmutzender Schadstoffe durch photokatalytisch wirkende Materialien und (3) positive mikroklimatische Wirkungen durch Begrünung. Sie sind also in ihrer energetischen und mikroklimatischen Wirkung stark mit den Dachflächen vergleichbar.

Folgende Aspekte sind bei **Festsetzungen zur Fassadengestaltung** wichtig:

- ▶ Die bauleitplanerischen Aspekte sind identisch zu denen der multifunktionalen Dachgestaltung
- ▶ Fassaden sollten standortgerecht begrünt werden, wenn keine Solaranlage oder photokatalytisch wirkenden Materialien genutzt werden
- ▶ Alternativ zur Fassadenbegrünung bzw. solarenergetischen oder photokatalytischen Nutzung sollten Gewerbetreibende kompensierende Maßnahmen ermöglicht werden; wärmereflektierende oder hellfarbige Beschichtungen



Praxistipp!

Fassadenbegrünung mit standortgerechten Pflanzen können nach § 9 (1) 25 BauGB, per Erlass als örtliche Bauvorschrift oder als vertragliche Vereinbarung festgesetzt werden. Um das Monitoring der dauerhaften Pflege von Fassadengrün zu sichern können Festsetzungen mit einem städtebaulichen Vertrag kombiniert werden. Alternativen zur solarenergetischen, photokatalytischen oder begrünenden Nutzung von Fassaden wie wärmereflektierende oder hellfarbige Fassadenbeschichtungen können per Erlass als örtliche Bauvorschrift gesichert und im Bebauungsplan konkretisiert werden, z. B. per Hellbezugswert oder TSR-Wert.

Bautechnischer Standard und ökologische Baumaterialien

Unabhängig von der Bauweise eines Gebäudes werden bautechnische Standards durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) vorgegeben. Allerdings ist eine Einbindung in Bebauungspläne oder städtebauliche Verträge wenig sinnvoll, da bau- und insb. energietechnische Standards oft sehr viel schneller aktualisiert werden als die dazugehörigen Festsetzungen angepasst werden können. Mit Blick auf die KIG-Entwicklung spielt aber besonders die Nachhaltigkeit und Recyclebarkeit von Baumaterialien eine Rolle.

Mit Blick auf **ökologisch nachhaltige Baumaterialien** sollten folgende Aspekte beachtet werden:

- ▶ Natürliche und nachwachsende Rohstoffe sollten im Fokus eventueller Empfehlungen für ökologische Baumaterialien stehen; sie betreffen den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes oder einer Anlage
- ▶ Bei Empfehlungen sollten u. a. lokale Witterungsverhältnisse berücksichtigt werden
- ▶ Eine aussagekräftige Kennzahl zur Nachhaltigkeit von Baustoffen sind die Indikatoren der Umweltproduktdeklaration, die Environmental Product Declaration (EPD)



Praxistipp!

Es gibt zwar keine Festsetzungsgrundlage für ökologische oder nachhaltige Baumaterialien, aber entsprechende Empfehlungen können im Bebauungsplan festgehalten werden. Hohe ökologische bautechnische Standards können außerdem im Rahmen von städtebaulichen Wettbewerben oder städtischen Liegenschaften als Vergabekriterium festgelegt werden. Auch Informationsmedien können das Thema nachhaltige Baumaterialien in den Fokus rücken.

Regenwasserversickerung und -rückhaltung, (temporäre) Retentions- und Überflutungsflächen, Wasserablaufflächen

Grundsätzlich gilt im Sinne der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung, dass Niederschlagswasser ortsnah versickert werden soll, sofern keine wasserrechtlichen, wasserwirtschaftlichen oder öffentlich-rechtlichen Vorschriften dagegensprechen. Im Bebauungsplan muss aber berücksichtigt werden, dass dieser erst rechtskräftig wird, wenn nachgewiesen wurde, dass die gesamte Entwässerung im Rahmen der gültigen Gesetze und Regelwerke funktioniert und entsprechend der lokalen Bedingungen bemessen ist. Bei der KIG-Entwicklung ist ein Überflutungsnachweis mit dem 30-jährlichen Regenereignis zu führen, sofern nicht ein ungewöhnliches Maß an Sicherheit notwendig ist. Sofern eine stark befestigte Fläche zu mehr als 70 % überdacht oder durch Innenhöfe versiegelt ist, muss ein Nachweis mit 100-jährlichem Ereignis und einer Regendauer von 5 Minuten nachgewiesen werden.

Folgende Aspekte sollten bei **Empfehlungen und Festsetzungen zum Regenwassermanagement und der Entwässerung** berücksichtigt werden:

- ▶ Niederschlagswasser kann insb. in Industrie- und Gewerbegebieten stark belastet sein, was eine schadlose Versickerung erschwert oder verhindert (MUNLV NRW 2004), daher sollte bei Festsetzungen zwischen Flächen der Versickerung, zur Speicherung und zum Ableiten unterschieden werden
- ▶ Die Aufnahmekapazität angrenzender Gewässer muss geprüft und bei evtl. Festsetzungen berücksichtigt werden
- ▶ Versickerung und Speicherung wirken positiv auf den lokalen Wasserhaushalt und ermöglichen die Entstehung von Verdunstungskühle
- ▶ Mulden und Rigolen bieten Möglichkeiten der Versickerung, Zisternen eignen sich zum Sammeln und Nutzen von Regenwasser im Sinne der naturnahen Regenwasserbewirtschaftung; bspw. zur Grünflächenbewässerung oder Gebäudeversorgung
- ▶ Die Brauchwassernutzung kann teilweise für die Löschwassernutzung angerechnet werden
- ▶ Die Berechnung des Rückhaltevolumens bei Brauchwassernutzung stellt aufgrund variabler Niederschlags- und Verbrauchsmengen eine Herausforderung dar
- ▶ Rückhaltebecken sollten mit zusätzlichem Volumen für einen dauerhaften Einstaubereich konzipiert werden, um den Abkühleffekt von Verdunstung zu nutzen
- ▶ Notwasserwege sollten Wasser entsprechend der Fließrichtung schadlos in Rückhaltebecken leiten
- ▶ Überflutungsflächen für den Notrückhalt können als Teil der multifunktionalen Flächennutzung berücksichtigt werden; abhängig von der Geländetopografie und Fließrichtung
- ▶ Öffentliche Verkehrsflächen können als temporäre Retentionsflächen oder Notwasserwege genutzt werden, wobei aber neuralgische Rettungswege erhalten bleiben müssen



Praxistipp!

Regelungen zum Regenwasser- und Entwässerungsmanagement können im Bebauungsplan festgesetzt, vertraglich vereinbart oder per Entwässerungskonzept festgehalten werden:

- *Ortsnahe Regenwasserabführung kann per Festsetzung nach § 9 (1) 14 BauGB und/oder per vertraglicher Vereinbarung bzgl. privater Flächen geregelt werden; öffentlich-rechtliche Baulast gemäß § 85 BauO NRW und privatrechtliche Grunddienstbarkeit gemäß § 1018 BGB (Leitungsrecht)*

- Rückhaltebecken zur Minderung von Starkregenfolgen können nach § 9 (1) 14 oder 16 b BauGB festgesetzt werden
- Mulden und Rigolen können nach § 9 (1) 14 oder 16 b BauGB festgesetzt oder per vertraglicher Vereinbarung bzgl. privater Flächen geregelt werden
- Dort, wo die Pflicht für Löschwasserteiche und Brauchwasserverwendung nicht greift, können als Alternative auch vertragliche Vereinbarung festgehalten werden
- Notwasserwege können nach § 9 (1) 10 oder 16 b BauGB oder nach § 9 (1) 11 BauGB als Teil des Straßenraums festgesetzt werden
- Temporäre Überflutungsflächen für den Notrückhalt können nach § 9 (1) 9 oder 14 BauGB festgesetzt werden
- Die Nutzung öffentlicher Verkehrsflächen als temporäre Retentionsflächen oder Notwasserwege können nach § 9 (1) 11 BauGB festgesetzt werden

Klimafreundliche Mobilität

Die Förderung klimafreundlicher Mobilität dient in erster Linie dem Klimaschutz, aber viele Mobilitätsaspekte spielen auch für die Klimaanpassung eine Rolle. Das gilt insbesondere für die Gestaltung von (privaten) Flächen für den ruhenden Verkehr, deren Versiegelung so gering wie möglich gehalten werden sollte. Ein Mobilitätskonzept mit attraktiven Möglichkeiten für den Umweltverbund kann dabei eine wichtige Grundlage für weniger Versiegelung schaffen.

Im Sinne einer **geringen Versiegelung von Verkehrsflächen** sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- ▶ Die Oberflächengestaltung und -nutzung von Fuß- und Radwegen, Stellplätzen und deren Zufahrten sollte klimaangepasst sein;
- ▶ Parkplätze bieten aufgrund ihrer Größe viel Potenzial für die multifunktionale Nutzung, z. B. als temporärer Notrückhalt
- ▶ Eine regenwassersensible Gestaltung von Parkplätzen ist bspw. durch Rasengitterpflaster, breitgefugtes Pflaster oder eine wassergebundene Wegedecke möglich
- ▶ Bei starkem LKW-Verkehr ist ggf. ein wasserundurchlässiger Bodenbelag unumgänglich
- ▶ Rad- und Fußwege können klimaangepasst mit wasserdurchlässigen Belägen gestaltet werden; ggf. sind Fragen der Sicherheit der Nutzer*innen zu klären



Praxistipp!

Ein Mobilitätskonzept kann bspw. im Rahmen eines Wettbewerbs oder einer Konzeptvergabe als wesentliches Kriterium eingeführt werden. Regenwassersensible Parkplatzflächen können nach § 9 (1) 20 oder 25 a BauGB oder per Erlass als örtliche Bauvorschrift festgesetzt werden.

Multifunktionale Grünflächen

Grünflächen leisten wichtige Beiträge zur Regenwasserversickerung und Starkregenvorsorge, zur Verbesserung des lokalen Klimas und zum Hitzeschutz – insb. in sensiblen Industrie- und Gewerbegebieten. Eine optimale Hitze- und Starkregenanpassung wird durch ausnahmslos begrünte Dächer, grüne Verkehrsflächen mit Versickerungsmöglichkeit und andere Maßnahmen erreicht, die das Gebiet einer unbebauten Fläche soweit wie möglich ähneln lassen, wie im Abschnitt zur multifunktionalen Dachgestaltung gezeigt.

Folgende Aspekte sind bei **Festsetzungen von multifunktionalen Grünflächen** zu beachten:

- ▶ Bepflanzung in Übergangsbereichen des Gewerbes zu Wohnungsnutzung kann zur Reduzierung der Immissionsbelastungen beitragen
- ▶ Bereits bestehende Grünflächen sollten durch spezifische Schutz- und Maßnahmenfestsetzungen in der Planung berücksichtigt werden
- ▶ Die naturschutzrechtliche Eingriffs-/Ausgleichsregelung gemäß § 9 (1a) BauGB bietet die Möglichkeit, Grünflächen als Ausgleichsflächen festzusetzen
- ▶ Grünflächen sollten vornehmlich auf öffentlichen Flächen vorgesehen werden, da sie immer auch mit einem Pflegeaufwand verbunden sind, der aufgrund fehlender Ansprüche von Gewerbetreibenden an deren Erscheinungsbild in Industrie- und Gewerbegebieten vernachlässigt wird
- ▶ Die Vernachlässigung der Pflege von Grünflächen erfordert ggf. (stichprobenartige) Kontrollen und Sanktionen



Praxistipp!

Grünflächen können nach § 9 (1) 15 oder 20 BauGB festgesetzt werden:

- Zur Sicherung von Grünflächen können im Landschafts-/Grünordnungsplan dargestellte Elemente im Bebauungsplan nach § 9 (1) 10, 20 oder 25 a BauGB festgesetzt werden*
- Eine Festsetzung von Grünflächen als Ausgleichsflächen oder -maßnahmen kann nach § 1a (3) BauGB realisiert werden*
- Um Grünflächen als Kaltluftschneisen festzusetzen, kann hingegen auf § 9 (1) 10, 20 oder 25 a BauGB zurückgegriffen werden*
- Eine Festsetzung als Frischluftbahn ist wiederum nach § 9 (1) 15 oder 20 BauGB möglich, was im Bebauungsplan ggf. besondere Betonung erfordert*

*Die Überwachung der Grünflächenpflege kann bspw. über ein selbstfinanzierendes Kontrollkonzept sichergestellt werden, ähnlich der Verkehrsüberwachung. Zusätzlich können Städte und Gemeinden auch die Unterhaltung und Pflege von privaten Grünflächen übernehmen und den Eigentümer*innen oder Gewerben in Rechnung stellen, geregelt über eine vertragliche Vereinbarung.*

5.2 Modellierung von Planungsalternativen

Im Falle einer geplanten Umsetzung von einzelnen Maßnahmen in Bestandsgebieten oder sogar einer kompletten konkreten Um- bzw. Neuplanung von Gewerbegebieten bieten sich kleinräumige Modellierungen an, die – bezogen auf das konkrete Vorhaben – die Auswirkungen der Planung auf die Hitzeentwicklung und Starkregengefährdung aufzeigen. Hierzu sollten verschiedene Planungsalternativen immer mit dem Status quo abgeglichen werden und auch untereinander eine Vergleichbarkeit zulassen. Diese Modellierungen bieten sich für Starkregen und Hitze an.

Ziel der Modellierungen ist es, die Planungsvarianten zu identifizieren, von denen die geringsten Auswirkungen durch Hitzebelastung oder Starkregen ausgehen. Diese Modellierungen lassen sich in den formalen Rahmen einer Umweltprüfung einbetten und bieten somit eine fundierte Evidenzgrundlage in Abwägungsbelangen. Nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 j) BauGB ist bei der Aufstellung der Bauleitpläne die Anfälligkeit der nach dem Bebauungsplan zulässigen Vorhaben für schwere Unfälle oder Katastrophen zu berücksichtigen.

Beispiel Bottrop

Im Folgenden werden exemplarisch die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Modellierungen für vier Planungsalternativen der Umbaufläche Schachtanlage Prosper IV vorgestellt. Das exemplarische Beispiel fokussiert die kleinklimatischen Modellierungen mithilfe der Software ENVI-met. Die Planungsalternativen sind nicht als konkrete Entwurfsplanungen zu verstehen – die Planungsvarianten wurden ohne Berücksichtigung von Baunutzungsvorschriften wie Abstandsregelungen angefertigt. Es wird mit dem konkreten Beispiel vielmehr angestrebt, das prinzipielle Vorgehen und beispielhafte Ergebnisse deutlich zu machen. Neben dem Status quo wurden vier Planungsalternativen untersucht:

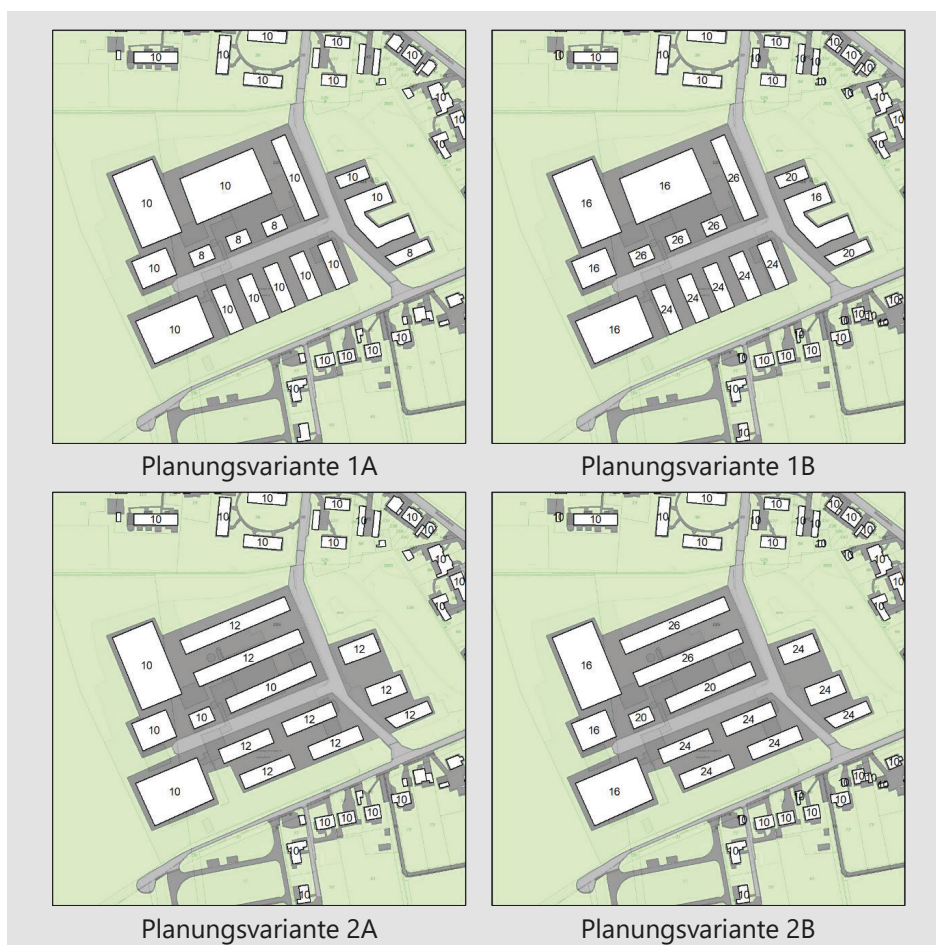


Abbildung 19: Modellerte Planungsvarianten der Fläche Schachtanlage Prosper IV; Gebäudestellungen und Gebäudehöhen in Meter. Eigene Darstellung nach Bottrop 2019a, IRPUD 2021; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

Planungsalternative 1A: Gebäudestellung mit Riegelwirkung zur Hauptwindrichtung / BMZ von 4

Planungsalternative 1B: Gebäudestellung mit Riegelwirkung zur Hauptwindrichtung / BMZ von 8

Planungsalternative 2A: Gebäudestellung ohne Riegelwirkung zur Hauptwindrichtung / BMZ von 4

Planungsalternative 2B: Gebäudestellung ohne Riegelwirkung zur Hauptwindrichtung / BMZ von 8

Der Vergleich der Ergebnisse erlaubt es somit, sowohl die Auswirkungen der Gebäudestellungen als auch der Baumassenzahl (BMZ) im konkreten Fall aufzuzeigen.

Kurzbildung zur Methodik der Modellierung

Folgende Parameter wurden zur illustrativen Modellierung der beschriebenen Planungsvarianten in der Software ENVI-met genutzt und sollten für den (verlässlichen) Gebrauch in der Planungspraxis angepasst werden:

- Die räumliche Auflösung der Modelle beträgt 3x3 m; in der Planungspraxis sollten die Modelle eine Auflösung von mind. 2x2 m aufweisen
- Die Vegetation wurde nur abstrakt modelliert; in der Planungspraxis sollte die Vegetation inkl. der Baumstandorte (mit Höhen und Kronendurchmesser) deutlich genauer modelliert werden
- In der Planungspraxis sollte ein größerer räumlicher Ausschnitt modelliert werden, da die Ergebnisse in den Randbereichen der Modelle keine Wirkungen der umliegenden Flächen berücksichtigen und daher zu vernachlässigen sind
- Die Modellierungszeit betrug 12 Stunden (von 4:00 bis 16:00 Uhr); in der Planungspraxis sollte die Modellierungszeit mind. 36 Stunden betragen
- Meteorologische Eingangsdaten (die Modellierungen stellen einen typischen Sommertag dar):
 - Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe: 2 m/sec
 - Windrichtung: 60° (aus Nordosten kommend – dies ist die Hauptwindrichtung an typischen Sommertagen in Bottrop)
 - Minimum-Temperatur: 14 °C um 6:00 Uhr
 - Maximum-Temperatur: 28 °C um 16:00 Uhr
 - Relative Luftfeuchtigkeit (Minimum): 50 % um 16:00 Uhr
 - Relative Luftfeuchtigkeit (Maximum): 70 % um 6:00 Uhr

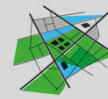
Kurzbildung der Ergebnisse der Modellierungen

Der Vergleich der Modellierungsergebnisse der Planungsvarianten zeigen zum einen Unterschiede zwischen den Varianten der Gebäudestellungen (Varianten 1 zu Varianten 2), zum anderen Unterschiede zwischen den Varianten unterschiedlicher BMZ-Festsetzungen (Varianten A zu Varianten B):

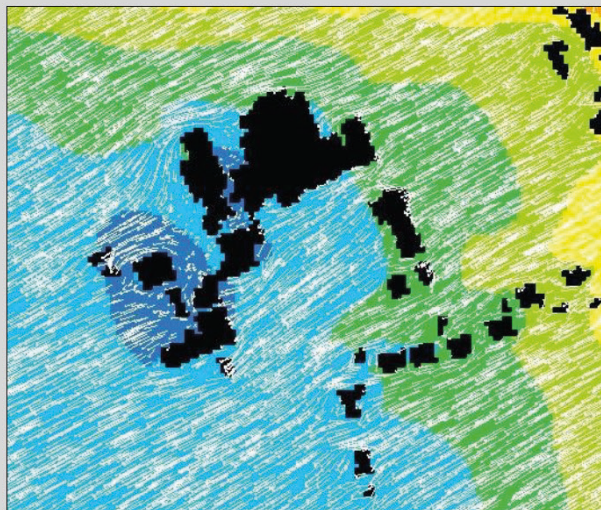
- ▶ Die Lufttemperatur ist bei den Varianten 2A und 2B leicht geringer als bei den Varianten 1A und 1B. Zudem ist die Windgeschwindigkeit bei den Varianten ohne Riegelwirkung zur Hauptwindrichtung höher; dies ist für die kleinklimatische Situation im Modellgebiet sehr wichtig und dient der Abkühlung.
- ▶ Die Varianten 1B und 2B, bei denen eine BMZ von 8 modelliert wurde, weisen teils deutlich geringere Lufttemperaturen auf als die Varianten mit einer BMZ von 4. Als Hauptgrund wird die zusätzliche Verschattung durch höhere Gebäude angenommen. Somit ist durch eine höhere BMZ keine Verschlechterung der kleinklimatischen Situation ersichtlich.



Modellierungsergebnisse ENVI-met (Lufttemperatur und Wind) Umbaufläche Prosper IV



Klima Wa Ge
Klimawandelangepasste
Gewerbe- und Industriegebiete

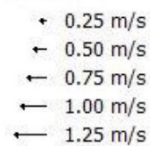


Status Quo

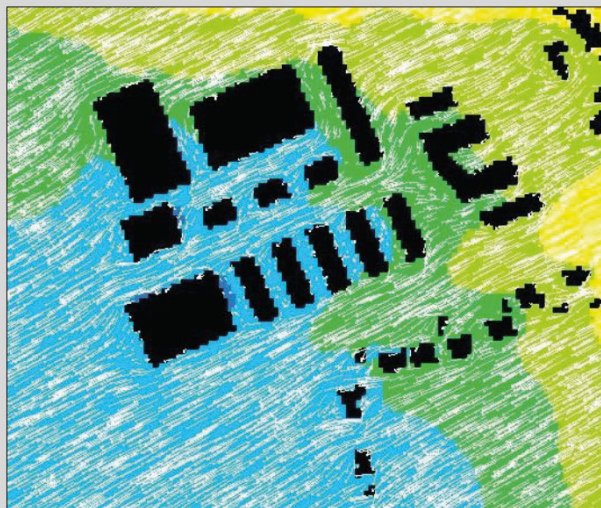
Potential Air Temperature



Flow v



Modelltag: 23. Juni 2021
Zeitpunkt: 16:00 Uhr
Werte in 2 m Höhe



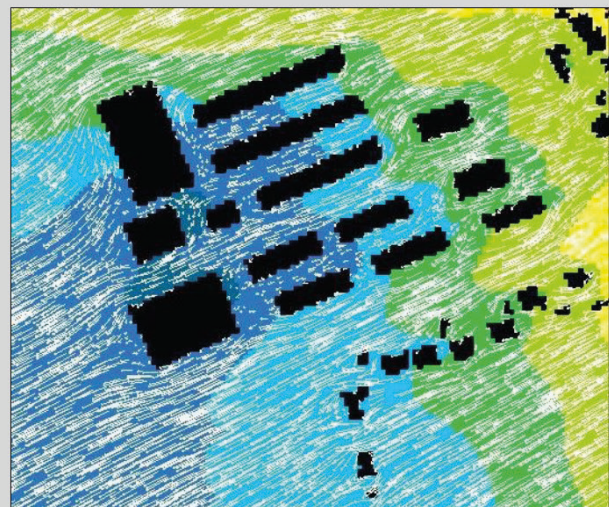
Planungsvariante 1A



Planungsvariante 1B



Planungsvariante 2A



Planungsvariante 2B

Abbildung 20: Ergebnisse der kleinklimatischen Modellierungen der Planungsvarianten der Fläche Schachthanlage Prosper IV. Eigene Darstellung nach IRPUD 2021; Grundlagenkarte: Geobasis NRW 2020.

6. Resümee und Ausblick

Dieser Leitfaden bündelt Erkenntnisse, Erfahrungen und Praktiken, die im Rahmen des Projekts KlimaWaGe - „Klimawandelangepasste Gewerbe- und Industriegebiete“ – erprobt und erfolgreich eingesetzt wurden. Er verbindet Wissen, Einblicke und Grundlagen, die Akteur*innen in Kommunen und Forschung einen nachvollziehbaren Einblick in das Projekt ermöglichen und einen Mehrwert für andere Projekte der Neuplanung, Bestandsentwicklung oder Umnutzung von Industrie- und Gewerbegebieten bieten.

Für das KlimaWaGe-Team hat sich insb. die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Akteur*innen in der Kommunalplanung und der Forschung als gewinnbringende und aufschlussreiche Praxis erwiesen, die auch zukünftig weiter forciert wird. Auch das Planspiel als Variation einer klassischen Planungsphase wurde aufgrund seines Innovationspotenzials und der sehr positiven Resonanz aller Beteiligten in die Praxis des Fachbereichs Umwelt und Grün der Stadt Bottrop übernommen. Das Vorgehen, wie es für die KIG-Entwicklung in diesem Leitfaden präsentiert wird, findet ebenfalls Anwendung, da gerade auch für die Stadt Bottrop im Rahmen des Strukturwandels viele Flächen für Entwicklungs- und Umstrukturierungsprojekte in Frage kommen und in Zukunft entwickelt werden. Die durch KlimaWaGe angestoßenen und laufenden Prozesse werden derweil aufmerksam und mit Spannung hinsichtlich ihrer Wirkung und des weiteren Verlaufs beobachtet.

Eine weitere Kernerkenntnis des Projekts und auch dieses Leitfadens ist die Relevanz der Modellierung und der damit verbundenen Anforderungen an detaillierten Datengrundlagen. Damit die Analyse- und darauf aufbauenden Planungsprozesse zielführend sind, sind belastbare und umfangreiche Daten von hoher Wichtigkeit. Modellierungen werden zunehmend angewendet, da sie eine wesentliche Bereicherung darstellen, insb. wenn es um die Berücksichtigung von Klimabelangen geht. Es gilt daher: Analysen und Modelle können nur so aufschlussreich sein, wie die zugrundeliegenden Daten es zulassen.

Neben der erfolgreichen Anwendung der verschiedenen, hier vorgestellten Methoden und Herangehensweisen haben sich letztlich auch die Formen der Beteiligung als besonderer Gewinn herausgestellt. Sowohl interdisziplinäre Kooperation als auch eine möglichst frühe und aktive Einbindung von Stakeholdern, Verbänden und Akteur*innen aus dem öffentlichen und privaten Sektor auf einer offenen Kommunikationsplattform ermöglichen gerade bei komplexen Entwicklungsprojekten einen besonders guten Austausch sowie die Berücksichtigung vieler verschiedener Blickwinkel.

Natürlich sind Klimabelange nur ein Aspekt von vielen, die in Entwicklungsprojekten berücksichtigt werden müssen. Im Rahmen des Strukturwandels kommen vielen Flächen neue Funktionen zu, die mit veränderten Bedürfnissen einhergehen. Dieser Leitfaden für die KIG-Entwicklung bietet dafür aber eine wichtige Grundlage, zumindest Klimabelange systematisch zu berücksichtigen.



Quellenverzeichnis

Ansel, W., Baumgarten, H.; Dickhaut, W.; Kruse, E.; Meier, R. (Hrsg.) (2011): *Leitfaden Dachbegrünung für Kommunen*. Nürtingen: Deutscher Dachgärtner Verband (DDV)

Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728) geändert worden ist.

Baumüller, N. 2018: *Stadt im Klimawandel: Klimaanpassung in der Stadtplanung - Grundlagen, Maßnahmen und Instrumente*. Dissertation. Stuttgart

Beck, S.; Bovet, J.; Baasch, S.; Reiß, P.; Görg, C. 2011: *Synergien und Konflikte von Anpassungsstrategien und -maßnahmen: Abschlussbericht*

Birkmann, J.; Böhm, H. R.; Buchholz, F.; Büscher, D.; Daschkeit, A.; Ebert, S.; Fleischhauer, M.; Frommer, B.; Köhler, S.; Kufeld, W.; Lenz, S.; Overbeck, G.; Schanze, J.; Schlipf, S.; Sommerfeldt, P.; Stock, M.; Vollmer, M.; Walkenhorst, O. 2013: *Glossar Klimawandel und Raumentwicklung*. E-Paper der ARL, Bd. 10. 2. überarbeitete Fassung. Hannover: Akademie für Raumforschung und Landesplanung

Bundesministerium des Inneren (BMI) (Hrsg.) 2009: *Nationale Strategie zum Schutz Kritischer Infrastrukturen (KRITIS-Strategie)*

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) 2013: *Planungsbezogene Empfehlungen zur Klimaanpassung auf Basis der Maßnahmen des Stadtklimalotsen*. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 25

Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.) 2018: *Zum allgemeinen Ablauf eines Planspiels*. Abgerufen von <https://www.bpb.de/lernen/formate/planspiele/266134/aufbau-eines-planspiels> (zuletzt aktualisiert am 12.03.2018, zugegriffen am 02.04.2020)

Deutsches Klima-Konsortium (DKK); Deutsche Meteorologische Gesellschaft (DMG); Deutscher Wetterdienst (DWD); Extremwetterkongress Hamburg; Helmholtz-Klima-Initiative; klimafakten.de (Hrsg.) 2020: *Was wir heute übers Klima wissen: Basisfakten zum Klimawandel, die in der Wissenschaft unumstritten sind*. Abgerufen von https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/aktuelle_meldungen/200910/dkk_faktensammlung.pdf?__blob=publicationFileundv=2 (zuletzt aktualisiert am 07.03.2021, zugegriffen am 09.03.2021)

Diller, C.; Karic, S.; Oberding, S. 2017: *Planungsmodelle und Planungsmethoden*. In: Standort, Jg. 41, H. 2: 74–79

Einig, K. 2011: *Funktion und Folgen von Modellvorhaben für die Politikberatung*. In: *Informationen zur Raumentwicklung*, H. 7/8: 435–451

Etzold, V. 2018: *Strategie: Planen – erklären – umsetzen. Dein Business*. Offenbach: Gabal

Fleischhauer, M. 2009: *Räumliche Auswirkungen des Klimawandels auf Städte*. In: *Landeshauptstadt Düsseldorf (Hg.): Ein Dialog zur Stadtentwicklung. Anderes Klima - andere Städte? Der Klimawandel als neues Handlungsfeld der Stadtentwicklung*, H. 21, 12–13

Goretzki, P. 2007: *Leitfaden für den städtebaulichen Entwurf*. In: *Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (Hg.): Solarfi-bel: Städtebauliche Maßnahmen, energetische Wirkzusammenhänge und Anforderungen*. Stuttgart

Greiving, S.; Arens, S.; Becker, D.; Fleischhauer, M. 2018: *Improving the Assessment of Potential and Actual Impacts of Climate Change and Extreme Events Through a Parallel Modeling of Climatic and Societal Changes at Different Scales*. *Journal of Extreme Events*. Jg. 04, H. 04

Kreis Segeberg (Hg.) 2019: *Handreichung Klimaschutz und Klimafolgenanpassung in der Bauleitplanung*

Kriz, J.; Lisch, R. 1988: *Methoden-Lexikon für Mediziner, Psychologen, Soziologen*. München: Psychologie-Verlag-Union

Künzli, B. 2012: SWOT-Analyse: Ein klassisches Instrument der Strategieentwicklung mit viel ungenutztem Potenzial. In: Zeitschrift Führung + Organisation, Jg. 81, H. 2: 126–129

Landeshauptstadt Stuttgart (Hrsg.) 2009: Stufen der räumlichen Planung in Stuttgart. Arbeitspapiere zur Stadtentwicklungsplanung. Stuttgart

Mathey, J.; Rößler, S.; Lehmann, I.; Bräuer, A.; Goldberg, V.; Kurbjuhn, C.; Westbeld, A. 2011: Noch wärmer, noch trockener? Stadtnatur und Freiraumstrukturen im Klimawandel: Abschlussbericht zum F+E-Vorhaben (FKZ 3508 821 800). Naturschutz und biologische Vielfalt, Bd. 111. Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz

Maurer, R., Marti, F. 1999: Begriffsbildung zur Erfolgskontrolle im Natur- und Landschaftsschutz. Empfehlungen. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.), Bern.

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) NRW 2004: Anforderungen an die Niederschlagsentwässerung im Trennverfahren. Runderlass vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 26.05.2004

Parry, M. L.; Canziani, O.; Palutikof, J.; Linden, P. van der; Hanson, C. (Hg.) 2007: Climate change 2007 – impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.

Peterjohann, H. 2015: Projektmanagement: Ziele im Projekt, Zielentwicklung und SMARTe Zielformulierung am 12.08.2015. Abgerufen von <https://docplayer.org/16430612-Projektmanagement-ziele-im-projekt-zielentwicklung-und-smarte-zielformulierung.html> (zugegriffen am 26.03.2021)

Regionalverband Ruhr (RVR) 2019a: Klimaanalyse Stadt Bottrop. Essen. Abgerufen von <https://www.bottrop.de/wohnen-umwelt-verkehr/umwelt/klimaanalyse-stadt-bottrop-2019.php> (zugegriffen am 04.10.2021)

Rogge, K. I. 2000: Ideenwerkstatt. In: Kuhn, Hans Werner; Weißeno, Georg (Hrsg.): Methoden und Arbeitstechniken. Lexikon der politischen Bildung, Bd. 3. Schwalbach/Ts.: Wochenschau-Verl., 77–78

Schmidt-Eichstaedt, G.; Weyrauch, B.; Zemke, R. 2014: Städtebaurecht: Einführung und Handbuch. 5. Aufl. s.l.: W. Kohlhammer Verlag

Schmitt, H. C. 2020: Was heißt hier eigentlich 'kritisch'? Entwicklung einer Evidenzgrundlage zum Umgang mit kritischen Infrastrukturen in der Raumordnung. Dissertation. Dortmund

Stadt Bottrop (Hrsg.) 2007: Umweltleitplan der Stadt Bottrop. Bottrop

Stadt Essen (Hrsg.) 2002: Klimaanalyse Essen. Beiträge zum Umweltschutz, Nr. 29. Essen

Stadt Essen (Hrsg.) 2009: Leitfaden für eine energetisch optimierte Stadtplanung: Planungsgegebenheiten - Städtebaulicher Entwurf - Bebauungsplan - Vertragliche Regelungen. Essen

Umweltbundesamt (Hrsg.) 2015: Vulnerabilität Deutschlands gegenüber dem Klimawandel. Abgerufen von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_24_2015_vulnerabilitaet_deutschlands_gegenueber_dem_klimawandel_1.pdf (zugegriffen am 14.05.2021)

Quellenverzeichnis Daten

Geobasis NRW, Bezirksregierung Köln 2020: Geobasisdaten NRW. Abgerufen von https://www.bezreg-koeln.nrw.de/brk_internet/geobasis/index.html (dl-de/zero-2-0 - www.govdata.de/dl-de/zero-2-0)

IRPUD 2020: Ergebnisdaten der Klimawirkungsanalyse KlimaWaGe. Dortmund (nicht öffentlich)

IRPUD 2021: Grundlagen- und Ergebnisdaten der kleinklimatischen Modellierungen KlimaWaGe. Dortmund (nicht öffentlich)

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) 2018: Klimaanalyse NRW. Abgerufen von <https://www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/klimaanalyse>

Regionalverband Ruhr (RVR) 2019b: Klimaanalyse Stadt Bottrop. Essen (nicht öffentlich)

Stadt Bottrop 2019a: Grundlegenden Daten der Klimawirkungsanalyse KlimaWaGe. Bottrop (nicht öffentlich)

Stadt Bottrop 2019b: Starkregenabflussmodellierung. Bottrop (nicht öffentlich)

Weiterführende Links zu frei verfügbaren Daten

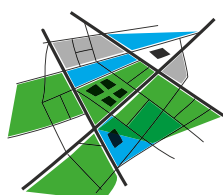
Deutscher Wetterdienst (DWD): CDC (Climate Data Center). Abrufbar unter https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/cdc/cdc_node.html (zugegriffen am 06.09.2021)

Deutscher Wetterdienst (DWD): KOSTRA-DWD. Abrufbar unter https://www.dwd.de/DE/leistungen/kostra_dwd_rasterwerte/kostra_dwd_rasterwerte.html (zugegriffen am 06.09.2021)

Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen: Geobasisdaten. Abrufbar unter <https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/geobasis/> (zugegriffen am 04.10.2021)

Landesbetrieb Information und Technik Nordrhein-Westfalen: Hochwasserrisikomanagementpläne. Abrufbar unter https://www.opengeodata.nrw.de/produkte/umwelt_klima/wasser/hochwasser/hwrm/ (zugegriffen am 04.10.2021)

Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) NRW 2018: Arbeitshilfe kommunales Starkregenrisikomanagement - Hochwasserrisikomanagementplanung in NRW. Abgerufen von https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/arbeitshilfe_kommunales_starkregenrisikomanagement_2018.pdf (zugegriffen am 04.10.2021)



KlimaWaGe

klimawandelangepasste
Gewerbe- und Industriegebiete