

Leitfaden RessourcenPlan



Teil 1: Konzeption RessourcenPlan

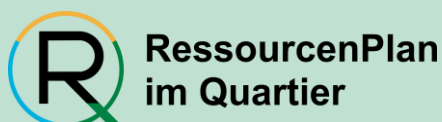


FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

Eine Initiative des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung

RESIZ
Ressourceneffiziente
Stadtquartiere

Ergebnisse des Projekts



Februar 2023



Jung Stadtkonzepte



Impressum

Autoren und beteiligte Institutionen

Autoren	Institution
Birgitta Hörnschemeyer Mareike Lewe Malte Henrichs Mathias Uhl Jonas Kleckers Jens Haberkamp Celestin J. Stretz Marie L. Nießen Gotthard Walter Sabine Flamme Christian Klemm Janik Budde Peter Vennemann	FH Münster, IWARU, Institut für Infrastruktur-Wasser-Ressourcen-Umwelt und IEP, Institut für Energie und Prozesstechnik
Jan Niesten Winona Grimsehl-Schmitz Daniel Wirbals Kerstin Agatz Eva-Maria Stieglitz-Broll	Stadt Herne, FB Umwelt und Stadtplanung, FB Tiefbau und Verkehr
Anne Söfker-Rieniets Laura Vonhoegen Christa Reicher	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Lehrstuhl und Institut für Städtebau und Entwerfen
Rosalie Arendt Vanessa Bach Matthias Finkbeiner	Technische Universität Berlin, Sustainable Engineering
Malte Zamzow Wolfgang Seis Andreas Matzinger Hauke Sonnenberg Pascale Rouault	Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH, Berlin
Stefanie Maßmann Lothar Fuchs	Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH, Hannover
Christoph Plogmeier Arne Steinkamp Şenay Şereflioğlu	Gelsenwasser AG, Gelsenkirchen
Rüdiger Wagner Claus Müller Matthias Spital	Jung Stadtkonzepte, Köln Abbruchtechnik ExKern GmbH & Co. KG, Münster

Herausgeber

FH Münster
IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
Corrensstraße 25
48149 Münster

Ansprechpartner

Birgitta Hörnschemeyer
FH Münster
IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt
Mail: b.hoernschemeyer@fh-muenster.de

Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten wurden im Rahmen des Forschungsprojektes R2Q „RessourcenPlan im Quartier“ durchgeführt. Das Projekt wurde unter den Förderkennzeichen 033W102A-K durch das BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung RES:Z „Ressourceneffiziente Stadtquartiere“ gefördert (<https://ressourceneffiziente-stadtquartiere.de/>). Die Fördermaßnahme ist Teil der Leitinitiative Zukunftsstadt innerhalb des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklung – FONA³“.

Verfügbarkeit und Verwendung

Dieses Dokument ist Teil der Publikationsreihe „Leitfaden RessourcenPlan“. Sie ist online verfügbar unter www.fh-muenster.de/r2q-leitfaden-ressourcenplan. Bitte zitieren als:

Hörnschemeyer, B., Söfker-Rieniets, A., Niesten, J., Arendt, R., Kleckers, J., Stretz, C.J., Klemm, C., Budde, J., Wagner, R., Vonhoegen, L., Reicher, C., Grimsehl-Schmitz, W., Wirbals, D., Stieglitz-Broll, E.-M., Agatz, K., Bach, V., Finkbeiner, M., Lewe, M., Henrichs, M., Haberkamp, J., Nießen, M.L., Walter, G., Flamme, S., Vennemann, P., Zamzow, M., Seis, W., Matzinger, A., Sonnenberg, H., Rouault, P., Maßmann, S., Fuchs, L., Plogmeier, C., Steinkamp, A., Şereflioğlu, Ş., Müller, C., Spital, M., Uhl, M. (2023): *Leitfaden RessourcenPlan – Teil 1: Konzeption RessourcenPlan. Ergebnisse des Projekts R2Q RessourcenPlan im Quartier*. Münster: FH Münster, IWARU Institut für Infrastruktur·Wasser·Ressourcen·Umwelt. doi: [10.25974/fhms-15746](https://doi.org/10.25974/fhms-15746).



Dieses Dokument ist unter einer Open Access Creative Commons CC BY 4.0-Lizenz lizenziert ([Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)). Das bedeutet, dass das Dokument kostenlos heruntergeladen und gelesen werden kann. Darüber hinaus darf das Dokument wiederverwendet und zitiert werden, sofern die veröffentlichte Originalversion zitiert wird.

Münster, Februar 2023

Hinweis: Struktur des „Leitfaden RessourcenPlan“

Der „Leitfaden RessourcenPlan“ dient der anwendergerechten Darstellung der Ergebnisse des BMBF-Projekts „RessourcenPlan im Quartier (R2Q)“. Der Leitfaden

- *definiert den RessourcenPlan* als neuen Planungsansatz für das Ressourcenmanagement im Quartier inklusive seiner Anwendungs- und Bewertungsroutinen;
- diskutiert darauf aufbauend einzelne *Elemente des Ressourcenmanagements* für die Schwerpunkte (i) Wasser, (ii) Baustoffe, (iii) Energie und (iv) Fläche und
- stellt ergänzende *Anwendungs- und Planungshilfen* bereit.

Zur übersichtlichen Lesbarkeit und Anwendbarkeit untergliedert sich der Leitfaden in mehrere Teile, die in der folgenden Grafik dargestellt werden. Die einzelnen Teile stehen unter <https://www.fh-muenster.de/r2q-leitfaden-ressourcenplan> zum Download zur Verfügung.

Teil 1: Konzeption des RessourcenPlans	<i>Definition RessourcenPlan Definition RessourcenPlan als Planungsinstrument inkl. Bewertungssystematik Herleitung RessourcenPlan als rechtliches Instrument Empfehlungen für Beteiligungsformate</i>	
Teil 2: Elemente des RessourcenPlans		
2.1: Ressourcenmanagement Niederschlagswasser	<i>Sektorale Betrachtungen zu (i) Werkzeugen des Ressourcenmanagements und (ii) Bewertung der Ressourceneffizienz Aufstellung sektoraler RessourcenPläne</i>	2.5: Ressourcenmanagement Fläche <i>Integrierte, lokal-funktionale Betrachtungen zu (i) Werkzeugen des Ressourcenmanagements und (ii) Bewertung der Ressourceneffizienz Aufstellung RessourcenPlan</i>
2.2: Ressourcenmanagement Schmutzwasser		
2.3: Ressourcenmanagement Baustoffe		
2.4: Ressourcenmanagement Energie		
Teil 3: Anwendungs- und Planungshilfen		
3.1: Kurzanleitung RessourcenPlan	<i>Schritt-für-Schritt-Anleitung; Kurzübersichten zu Treibern, Indikatoren, Instrumenten und Daten</i>	
3.2: Lernen von anderen – Booklet „Best-Practice“	<i>Best-Practice-Beispiele für Planungs- und Beteiligungsprozesse, Verwaltungsstrukturen und Quartiersgestaltung</i>	
3.3: Maßnahmensteckbriefe	<i>Maßnahmensteckbriefe für Maßnahmen des Quartiersmanagements für Wasser, Baustoffe und Energie</i>	
3.4: Stakeholder-Beratung blau-grüne Infrastrukturen	<i>Empfehlungen und Materialien für die Stakeholderberatung zum Thema blau-grüner Infrastrukturen</i>	
3.5: Baukonstruktionskatalog (Aufteilung in zwei Dokumente)	<i>Katalog zur Abschätzung von Materialmengen und -zusammensetzungen verschiedener Baukonstruktionen 3.5.1: Erläuterungen 3.5.2: Steckbriefkatalog</i>	

Inhaltsverzeichnis

I. EINFÜHRUNG.....	3
<i>Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets, Mathias Uhl</i>	
1 Veranlassung und Zielsetzung.....	4
2 Methodik.....	5
3 Funktionseinheit Quartier.....	6
4 Fallbeispiele.....	7
II. DEFINITION RESSOURCENPLAN.....	9
<i>Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets</i>	
III. RESSOURCENPLAN ALS PLANERISCHES INSTRUMENT.....	12
<i>Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets, Rosalie Arendt, Jonas Kleckers, Celestin Stretz, Christian Klemm, Janik Budde, Mathias Uhl</i>	
5 Definition von Anforderungen und Grundsätzen der Bewertungssystematik.....	13
6 Definition der Bewertungssystematik.....	15
7 Definition Bewertungsstränge.....	19
7.1 Systemisch-sektorale Bewertung.....	19
7.1.1 Wasser (Niederschlags- und Schmutzwasser).....	19
7.1.2 Baustoffe.....	22
7.1.3 Energie.....	23
7.2 Lokal-funktionale Bewertung.....	26
7.3 Ökologische Bewertung und Ökobilanzierung.....	29
7.3.1 Integration in den Bewertungsprozess.....	29
7.3.2 Methodische Weiterentwicklung im Projekt.....	30
7.3.3 Treibhausgasbilanz der Quartiere und Ableitung von Handlungsempfehlungen.....	31
7.4 Ökonomie.....	34
8 Durchführung Bewertungsprozess.....	34
IV. RESSOURCENPLAN ALS RECHTLICHES INSTRUMENT.....	35
<i>Jan Niesten</i>	
9 Vorgehensweise.....	36

10 Erarbeitung von Prämissen für die Integration des Ressourcenschutzes auf allen Rechtsebenen.....	36
10.1 Analyse aktueller rechtlicher Strukturen des Klimaschutzes als vergleichbarer Megatrend zum Ressourcenschutz	36
10.2 Stärkung der rechtlichen Strukturen des Ressourcenschutzes.....	40
11 Umsetzung des RessourcenPlans in kommunalen Strukturen.....	41
V. BETEILIGUNGSPROZESSE ZUR AUFSTELLUNG DES RESSOURCENPLANS	45
<i>Rüdiger Wagner</i>	
12 Empfehlungen für Beteiligungsprozesse	46
13 Beteiligungsformate.....	48
13.1 Formate der Fachbeteiligung.....	48
13.2 Formate Bürger:innenbeteiligung	49
13.3 Flankierende Formate.....	50
14 Fazit.....	50
VI. ANHANG	51
<i>Literaturverzeichnis</i>	<i>52</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>57</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>57</i>

I. Einführung

Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets, Mathias Uhl

1 Veranlassung und Zielsetzung

Städte sind bevorzugte Lebensräume der Menschen. Sie zeichnen sich durch eine hohe Dichte materieller und immaterieller Ressourcen aus, die zeitlich und räumlich Wandelprozessen unterliegen. Ein hoher Anteil der Bevölkerung und der Ressourcenbindung ist in Mittel- und Kleinstädten verortet, die eine große Verantwortung für den Wandel zur Stadt der Zukunft tragen. Die Vulnerabilität und Resilienz der Städte entscheiden über ihre Zukunft in Zeiten des Wandels des Klimas, der Wirtschaft und der Gesellschaft.

Trotz umfassender Kenntnisse der Natur-, Gesellschafts-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften über Ressourcen vertraut die Planungspraxis noch auf eine sektorale Ressourcenallokation, die Ineffizienz und Synergieabstinenz in Kauf nimmt. Kurzfristige wirtschaftliche Entscheidungen, Kenntnismangel, Komplexitätsflucht, administrative und juristische Rahmenbedingungen sind Hemmnisse für ressourcenschonende, soziale Transformationen.

Das Quartier als städtebauliche, bautechnische, infrastrukturelle und soziale Einheit eignet sich besonders für Transferprozesse in der Stadt. Deren Wirkungen kann auf einzelne Quartiere beschränkt sein oder Wirkungen im Verbund mit anderen Quartieren und dem Umland aufweisen.

Vor diesem Hintergrund ist das Gesamtziel des Vorhabens ein der Praxis verpflichteter Planungsansatz zur sukzessiven Entwicklung eines nachhaltigen, effizienten Ressourceneinsatzes in unterschiedlichen Quartierstypologien mit aufeinander aufbauenden Einzelzielen:

- (1) praxisgerechtes Methodenset („Baukasten“) mit Planungs- und Bewertungstools, Bau- und Verfahrenstechniken sowie Beteiligungsverfahren zum effizienten Ressourcenmanagement in Stadtquartieren
- (2) planungspraktisch brauchbarer RessourcenPlan als Masterplan für die Infrastruktur- und Stadtentwicklung auf Quartiersebene mit (i) multifunktionaler Flächennutzung in Zeiten des Wachstums und der Schrumpfung, (ii) Maßnahmen zum effizienten Umgang mit Ressourcen (Fläche/Raum, Wasser, Stoffe), (iii) zeitlich kohärent abgestimmten Zwischenzuständen, (iv) Fähigkeit zum up- und down-scaling (Liegenschaft-Quartier-Stadt),
- (3) RessourcenPläne für zwei Modellquartiere, die exemplarisch erarbeitet und deren Umsetzung im Reallabor mit Beteiligungs- und Verstetigungsverfahren initiiert werden,
- (4) Nachweise zur Erweiterbarkeit und Übertragbarkeit auf andere Städte und Ressourcen,
- (5) Transferarbeit in einen ausgewählten Kreis von Klein- und Mittelstädten („assoziierte Partner“) zur Anregung weiterer Projekte zum Ressourcenmanagement

Die Verwertung der Projektergebnisse erfolgt (i) durch die Stadt Herne bei der Entwicklung weiterer Stadtquartiere, (ii) durch die assoziierten Städte in eigenen Transferprojekten, (iii) durch die beteiligten KMU im Rahmen ihrer planerischen oder gewerblichen Tätigkeit, (iv) durch Planungsbüros, die Methoden und Instrumente für ihre kommunale Auftraggeberschaft nutzbar machen, und (v) durch die beteiligten Hochschulen im Rahmen ihrer laufenden Transferaufgaben, der Projektentwicklung für weitere Städte, der Ingenieurausbildung und neuer Forschungsprojekte.

2 Methodik

Im Rahmen des Projekts wurde der s. g. „RessourcenPlan“ entwickelt. Der integrierte Planungsansatz soll eine nachhaltige und effiziente Ressourcennutzung im Quartier adressieren und dazu die Ressourceneffizienz in den relevanten Sektoren des städtischen Bau- und Infrastrukturmanagements (i) Wasser, (ii) Baustoffe, (iii) Energie und (iv) Fläche/ Raum betrachten. Diese exemplarische Auswahl soll sich in modularer Form erweitern lassen.

Das Vorgehen bei der Entwicklung des RessourcenPlans ist in Abbildung 1 zusammengefasst. Der RessourcenPlan ist als Zwei-Komponenten-Instrument konzipiert (Abbildung 1, blau). Als rechtliches Instrument soll der RessourcenPlan Transformationsstrategien für das Quartier verbindlich in den formellen und informellen kommunalen Instrumenten verankern. Als Planungsinstrument soll der RessourcenPlan Methoden bereitstellen, um die Ressourceneffizienz im Quartier analysieren und bewerten zu können.

Die Entwicklung folgte einem explorativen Ansatz und basierte auf einem engen, transdisziplinären Austausch zwischen Wissenschaftlern und Akteuren der Kommunen (Abbildung 1, rot). Auf wissenschaftlicher Seite waren Experten für alle zu betrachtenden Ressourcen beteiligt. Auf der kommunalen Seite erfolgte die Zusammenarbeit mit Stadtplanern, Ingenieuren und Politikern aus der Stadt Herne und im Rahmen einer Erprobung und Überprüfung mit Mitarbeitern aus acht weiteren assoziierten Kommunen. Alle Themen werden in einem rekursiven dreistufigen Prozess von (i) Identifikation der kommunalen Anforderungen und Bedarfe, (ii) Entwicklung von Instrumenten und (iii) Evaluation und Optimierung diskutiert (Abbildung 1, grün). Die kommunalen Anforderungen und Bedarfe wurden von den Beteiligten zu Beginn des Projekts ermittelt. Die definierten Aspekte gehen zurück auf Erfahrungen aus vergangenen Projekten, identifizierte Barrieren in aktuellen Strukturen und Anforderungen, die sich aus zukünftigen Herausforderungen ergeben. Die Priorisierung erfolgte in gemeinsamer Diskussion aller Beteiligten. Anschließend wurden die Aspekte als „Prämissen“ formuliert und später als Bewertungs- und Optimierungskriterien herangezogen. Die Entwicklung erfolgte stets anhand

von zwei Fallstudien in der Stadt Herne, die schrittweise zur Validierung der entwickelten konzeptionellen Methoden genutzt werden.¹

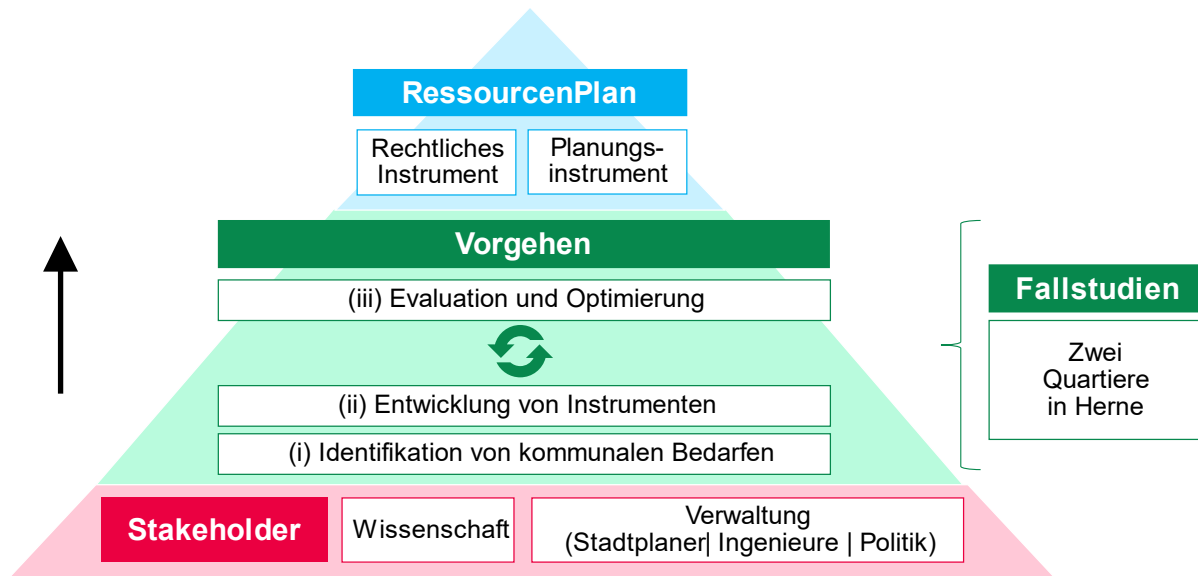


Abbildung 1. Vorgehen zur Entwicklung des RessourcenPlans

3 Funktionseinheit Quartier

Als Handlungs- und Transformationsraum wird das Quartier definiert. Der Begriff „Quartier“ leitet sich aus dem französischen „quartier“, Viertel und dies aus dem Lateinischen „quartus“, der Vierte ab und bezeichnet einen Teil einer Stadt. Auf Grundlage des von Olaf Schnur für die Quartiersdefinition angewendeten Fuzzy-Concept besitzt das Quartier im Gegensatz zu administrativen Abgrenzungen von Stadtteilen oder -bezirken einen nicht konkret definierten Rand. Gemäß Olaf Schnur ist das Quartier ein „[...] unscharf konturierten Mittelpunkt-Ort alltäglicher Lebenswelten [...], deren Schnittmengen sich im räumlich-identifikatorischen Zusammenhang eines überschaubaren Wohnumfelds abbilden“ (Schnur 2008, 40). Denn die Schnittmenge, hier die Kernzone eines Quartiers empfinden die Bewohner meist mehrheitlich als Bezugsraum, die Außengrenzen werden oft unterschiedlich definiert (Grates, Krön, und Rüzler 2018). Damit übernimmt die Kernzone des Quartiers eine identitätsstiftende Aufgabe. Auf den Forschungsansatz übertragen bedeutet dies: Als Lebenswelten werden hier die betrachteten Quartiersdimensionen begriffen, die Ressourcen Wasser, Energie, Baustoffe und Fläche darstellen. Die angestrebte Bilanzierung soll in einem konkret abgegrenzten Raum möglich sein. Hierzu soll - angelehnt an den Begriff Kontrollraum in der Hydromechanik (Preser 2011, 133)

¹ Dieser Absatz ist bereits in englischer Sprache unter Hörschemeyer et al. (2022) erschienen.

– die Schnittfläche, also die Kernzone der betrachteten vier Quartiersdimensionen, hier der Ressourcen, als Kontrollraum dienen (Abbildung 2). So wird die Kernzone des Quartiers nach Olaf Schnur im Rahmen des Forschungsansatzes in das Prinzip des in der Hydromechanik angewendeten Kontrollraums übertragen.²

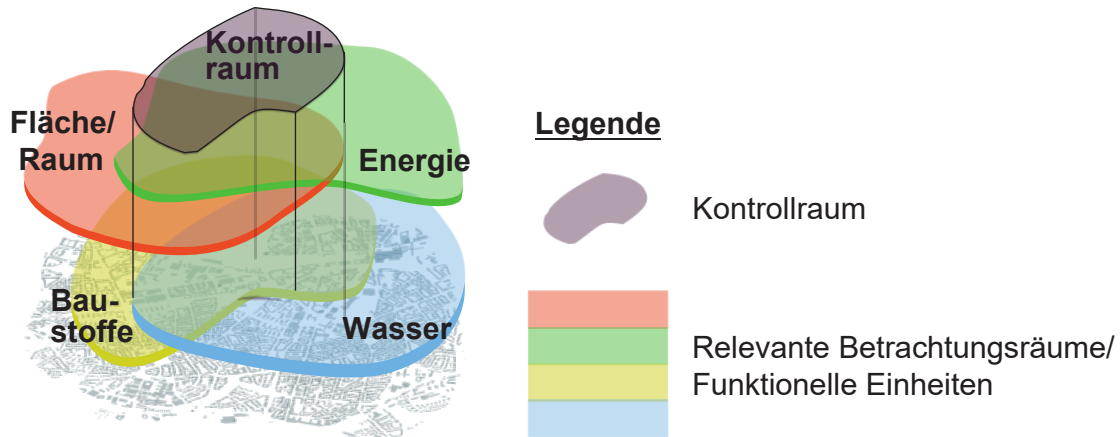


Abbildung 2. Quartiersdimensionen und Kontrollraum (Kartengrundlage Openstreetmap, lizenziert durch CC-BY-SA 2.0)

4 Fallbeispiele

Die Entwicklung des RessourcenPlans erfolgte im Projekt anhand der beiden Modellquartiere (1) Herne Baukau-Ost und (2) Herne-Pantringshof. Sie entsprechen den Auswahlkriterien (i) diverser Stadtstruktur bzw. Stadtraumtypen (ii) Handlungsbedarf im Rahmen der Stadtentwicklung wie Verdichtungsfähigkeit, (iii) einem Sanierungsbedarf und energetischem Potenzial, (iv) und dem Partizipationspotenzial der Bewohner und stellen somit die Übertragbarkeit auf andere Quartiere sicher.

Wesentliche Informationen zu den Quartieren sind in Tabelle 1 sowie Abbildung 3 zusammengefasst. Das durch die Autobahn A43 und A42 begrenzte Quartier Baukau bildet ein in sich relativ geschlossenes Quartier aus den 1950er und 1960er Jahren mit einer gemischten Struktur aus Ein- und Zweifamilienhäusern, Geschosswohnungsbeständen, teilweise als Hochhäuser und einem funktionslosen ehemaligen Nahversorgungszentrum und einem Friedhof. Der Schlosspark Strünkede im Südosten grenzt an das überwiegend altbaulich geprägte Quartier um die Bahnhofstraße. Die in der Entwicklung befindliche Fläche des ehemaligen Baukauer Kirmesplatzes in der nördlichen Mitte des Quartiers soll zukünftig ein neues Quartierszentrum

² Dieser Absatz ist bereits in englischer Sprache unter Hörschemeyer et al. (2022) erschienen.

(„Dienstleistungspark Schloss Strünkede“) bilden. Das sich nördlich anschließende Gewerbegebiet Forellstraße mit dem Standort des Innovationszentrums Herne bildet den Abschluss zum Rhein-Herne-Kanal im Norden.

Das Quartier Pantringshof am nordwestlichen Stadtrand Hernes, wird im Nordwesten entlang der Emscher durch die Stadtgrenze zu Recklinghausen, im Osten durch die Stadtgrenze zu Castrop-Rauxel, im Süden durch den Rhein-Herne-Kanal und im Westen durch den Landwehrbach begrenzt, an den sich weiter westlich ein schmaler werdender, gewerblich genutzter Streifen anschließt. Der größere Gebietsteil zwischen Emscher und Pöppinghauser Straße wird durch 1-2-Familienhaus-Bebauung der 1950er-Jahre geprägt. Der aus den 1970er-Jahren stammende Stadtraum am östlich gelegenen Emsring wird durch Punkthochhäuser dominiert sowie großkörnige Elemente wie großflächiger Einzelhandel, eine Sporthalle, eine Schule und einen Kindergarten. Der Süden des Quartiers im Anschluss an die Wohnbebauung am Emsring ist bis zum Kanal durch Freiraum geprägt.

Tabelle 1. Ausgewählte Modellquartiere in der Stadt Herne

Quartier	Fläche	Einwohner	Bebauungsstruktur
Baukau	ca. 150 ha	3600	gründerzeitliche Struktur vor 1948, Wohnungsbau nach 1948, große Gewerbegebiete, Park, Friedhof
Pantringshof	ca. 88 ha	2500	überwiegend kleinteilige Ein- und Zweifamilienhäuser, Punkthochhäuser zwischen 1950 und 1970

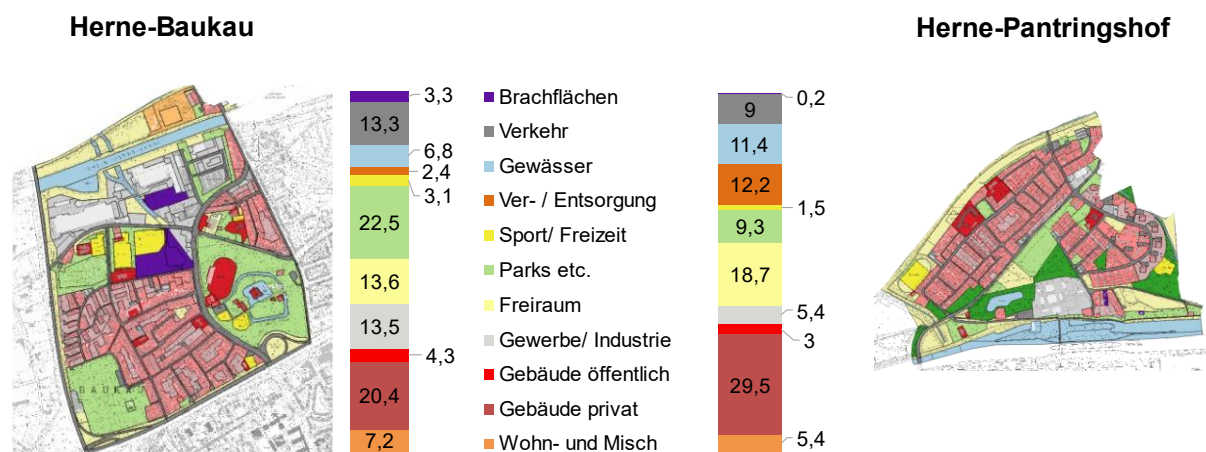


Abbildung 3. Übersichtsplan und Flächennutzung der Modellquartiere

II. Definition RessourcenPlan

Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets

Der RessourcenPlan ist ein aus zwei Komponenten bestehendes Instrument zur Förderung der effizienten Nutzung von Ressourcen im Quartier.

Zur ganzheitlichen Anwendung lässt der RessourcenPlan als *Planungsinstrument* sowohl eine sektorale als auch interdisziplinäre Bewertung der Ressourceneffizienz im Quartier zu. Mit Hilfe des multi-methodischen Bewertungsansatzes kann das Quartier analysiert werden, um Bedarfe zu ermitteln, Planungsziele festzulegen, Defizite und Veränderungspotenziale zu identifizieren und Planungsentscheidungen zu treffen. Soweit möglich, werden bestehende Verfahren und Methoden integriert, um den Personalaufwand sowie die Komplexität möglichst gering zu halten.

Der RessourcenPlan soll als *rechtliches Instrument* eine Verbindlichkeit für die identifizierten Transformationsbedarfe ermöglichen und hierdurch zu einer nachhaltigen Verankerung des Ressourcenschutzes in der Quartiersentwicklung beitragen. Umgesetzt werden die Maßnahmen des RessourcenPlans sowie die planerischen Zielgrößen. Es wird empfohlen, den RessourcenPlan als Paket unter Nutzung der bestehenden formellen und informellen Instrumente der Kommune umzusetzen. Als Umsetzungsinstrumente kommen beispielsweise die Bauleitplanung, städtebauliche Konzepte und Verträge, Maßgaben bei Konzeptvergaben, Förder-, Beratungs- oder auch Schulungsprogramme infrage. Zusätzlich können die für verschiedene Quartiere sehr individuellen Maßnahmen bedarfsgerechter und somit zielgerichteter festgesetzt werden. Eine spätere Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen ist ebenfalls möglich.

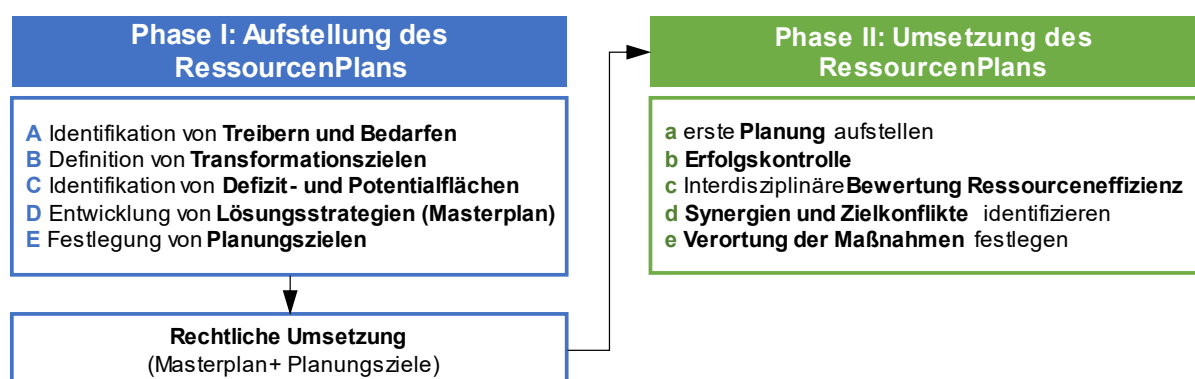


Abbildung 4. Ablaufschema Aufstellung und Umsetzung RessourcenPlan

Der Planungsansatz sieht einen zweistufigen Prozess vor, der die Phasen der Aufstellung und Umsetzung des RessourcenPlans durchläuft (Abbildung 4).

In Phase I wird der RessourcenPlan mit Hilfe der Bewertungssystematik aufgestellt. Zunächst werden die Treiber und Bedarfe (A) des Quartiers ermittelt, um daraus Transformationsziele (B) abzuleiten. Anschließend führt die Identifizierung von Defizit- und Potenzialbereichen (C)

zur Entwicklung von Lösungsstrategien (D) und Planungszielen (E). Drittens wird der RessourcenPlan mit der Verrechtlichung unter Nutzung bestehender oder modifizierter formeller und informeller kommunaler Instrumente in die Praxis umgesetzt.

Die Phase II stellt die Umsetzung der Festlegungen des RessourcenPlans bei planerischen Entscheidungen dar. Während des Entscheidungsprozesses (a) können Erfolgskontrollen (b) und interdisziplinäre Überlegungen (c) durchgeführt werden. Synergien und Zielkonflikte (d) können dann in die interdisziplinäre Abwägung einbezogen werden. Darüber hinaus unterstützt der Bewertungsrahmen die Auswahl des Standortes der Maßnahmen (e).³

³ Dieser Absatz ist bereits in englischer Sprache unter Hörnschemeyer et al. (2022) erschienen.

III. RessourcenPlan als planerisches Instrument

Birgitta Hörnschemeyer, Anne Söfker-Rieniets, Rosalie Arendt, Jonas Kleckers, Celestin Stretz, Christian Klemm, Janik Budde, Mathias Uhl

5 Definition von Anforderungen und Grundsätzen der Bewertungssystematik

Zur Anwendung des RessourcenPlans als Planungsinstrument muss eine Bewertungssystematik erarbeitet werden, mit der die Ressourceneffizienz des Quartiers analysiert und bewertet werden kann. Die Systematik soll als multimethodischer Bewertungsprozess konzipiert sein, der einerseits auf (i) den drei Säulen der nachhaltigen Entwicklung (ökologisch - sozial - ökonomisch) aufbaut und andererseits (ii) die relevanten Bau- und Infrastruktursysteme in der Stadt (Wasser, Baustoffe, Energie und Fläche/Raum) betrachtet. Die Bewertung soll sowohl die globalen Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus des Quartiers als auch lokale Systemfunktionalitäten in die Bewertung integrieren. Um die sektoralen Systemzustände sowie deren Wechselwirkungen erfassen zu können, müssen (i) sektorale Ressourceneffizienzbewertungen sowie (ii) deren Zusammenfassung in einem integrierten Bewertungsrahmen vorgesehen werden.

Die Entwicklung des Planungsinstruments erfolgt daher modular. Das Grundkonzept geht von einer gemeinsamen Definition von Ressourceneffizienz aus. Darauf aufbauend wird der Ansatz übertragen und sektoral spezifiziert. Bestehende sektorale Bewertungsprinzipien werden als Ausgangspunkt genommen und an die spezifischen Bedürfnisse der Bewertungssystematik des RessourcenPlans angepasst. Um die Praxistauglichkeit auf kommunaler Ebene zu gewährleisten zu können, sollen die Bewertungsergebnisse auf Basis von Geoinformationssystemen (GIS) zusammengefasst werden können.

Die rahmenden Prinzipien für die Entwicklung des Planungsinstruments und dessen rekursive Auswertung und Optimierung sind:

- (1) *Übertragbarkeit*: Der Bewertungsrahmen muss auf andere Stadtteile und Gemeinden übertragbar sein;
- (2) *Praxisrelevanz*: Die Ergebnisse müssen anwendungsorientiert und leicht verständlich sein. Hilfreich sind Planungsziele und Lösungsstrategien, die zur Orientierung und Erfolgskontrolle in zukünftigen Projekten genutzt werden können;
- (3) *Relative Bewertung*: Aufgrund der unterschiedlichen Bedingungen in verschiedenen Stadtteilen ist eine relative Bewertung einer absoluten Bewertung vorzuziehen;
- (4) *Anpassungsfähigkeit*: Aufgrund der unterschiedlichen (qualitativen und quantitativen) Parameter in den verschiedenen Sektoren wird ein offener und flexibler Ansatz angestrebt;
- (5) *Nationale Orientierung*: Die Kriterien müssen auf bundesweit gültige Zielsetzungen abgestimmt sein, die dem anerkannten Stand der Forschung und den globalen Trends und Transformationszielen genügen. Dazu gehören das Aufhalten des Klimawandels,

die Anpassungen an das bereits veränderte Klima, die Umgangsweise mit der Urbanisierung und den Migrationsströmen, das Wirken gegen soziale Segregation, die Digitalisierung, der Gesundheitsschutz, der Arten- und Naturschutz und vieles mehr. Gleichzeitig ist es aber vor dem Hintergrund der vielfältigen kommunalen Voraussetzung ebenso wichtig, den Ressourcenschutz den örtlichen Begebenheiten anzupassen. Hierfür ist einerseits die Übertragbarkeit der Ziele relevant, andererseits ist der Einfluss von lokalen, spezifischen Parametern für die Anwendbarkeit der Bewertung essentiell;

- (6) *Fortschreibungsfähigkeit*: Neue wissenschaftliche Erkenntnisse und sich wandelnde Ziele müssen ohne großen Aufwand Einzug in die Soll-Werte erhalten. Um die dem Ressourcenschutz dienende Bewertung nicht durch politisch geprägte kommunale Zielsetzungen zu verwässern, sollen die wissenschaftliche Erkenntnisse als Regulatorisch in die Bewertung eingebracht werden;
- (7) *Aufwand*: Das Verfahren sollte ressourcensparend sein, was die finanziellen und personellen Ressourcen der Gemeindeverwaltung betrifft.

6 Definition der Bewertungssystematik

In Anlehnung an o.g. Anforderungen wurde im Austausch zwischen Forschung und Praxis eine Bewertungssystematik konzipiert, die auf drei Säulen und vier resultierenden Bewertungssträngen beruht (Abbildung 5). Die Bewertung der lokalen (Öko-)Systemleistungen (1) hat einen guten ökologischen Zustand, eine resiliente Systemwirkung sowie eine hohe Lebensqualität zum Ziel. Im Rahmen der systemisch-sektoralen Bewertung (1a) wird das Quartier für alle Ressourcen entsprechend den spezifischen fachlichen Anforderungen analysiert. Mit der lokal-funktionalen Bewertung (1b) können die sektoralen Belange in einer geodatenbasierten Bewertung zusammengefasst werden, die die Ressourceneffizienz aller Ressourcen in Abhängigkeit der Summe und Güte der Funktionen einer Fläche quantifiziert. In Ergänzung stellt die Ökobilanzierung (2) die Minimierung der globalen Umweltauswirkungen entlang der Lieferkette sicher, während die ökonomische Betrachtung (3) zur volks- und betriebswirtschaftlichen Transparenz beitragen soll.

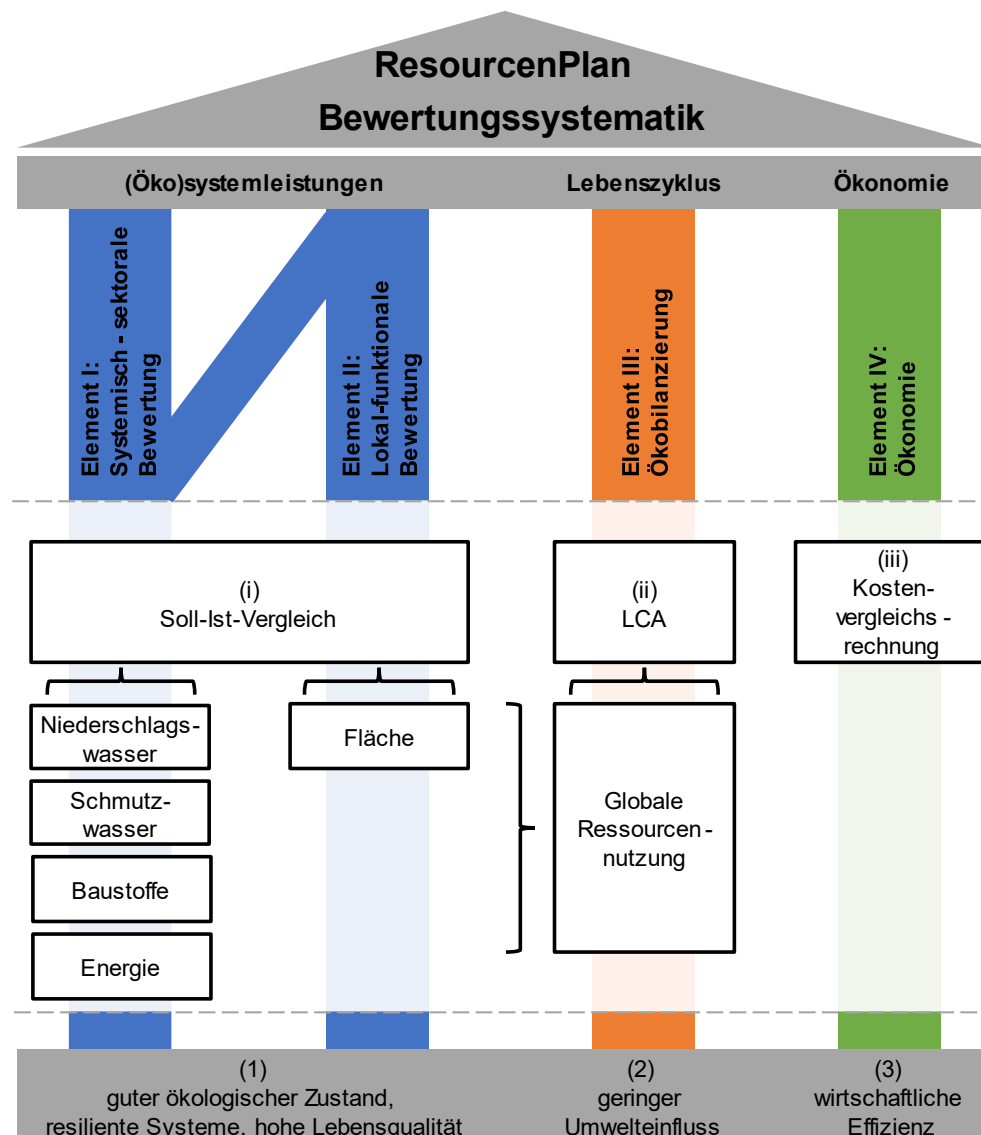


Abbildung 5. Säulen der Bewertungssystematik im RessourcenPlan

Die Bewertung der (Öko-)Systemleistungen ist in die beiden Elemente systemisch-sektorale Analyse (Element I) und lokal-funktionale Analyse (Element II) unterteilt. Die systemisch-sektorale Analyse wird für Wasser (Niederschlags- und Schmutzwasser), Baustoffe und Energie einzeln durchgeführt. Die lokal-funktionale Analyse ist die zusammenfassende Analyse, die auf die Ressource Fläche projiziert wird. Die gewählte Kombination aus sektoraler und funktionaler Bewertung stellt sowohl die ausreichende Beachtung systemischer Aspekte als auch die integrierte, interdisziplinäre Analyse des Quartiers sicher.

(Öko-)Systemleistungen: Definition Ressourceneffizienz

Die Ergebnisse der systemisch-sektoralen Betrachtung werden auf Grundlage einer vereinheitlichten Definition der Ressourceneffizienz in der lokal-funktionalen Bewertung zusammengeführt. Diese zugrundeliegende Definition geht zurück auf das Umweltbundesamt und wird beschrieben als „Verhältnis eines bestimmten Nutzens oder Ergebnisses zum dafür nötigen Ressourceneinsatz“ (Kosmol et al. 2012).

Ausgehend von dieser Definition liegen im Projekt sektorale Unterschiede im Betrachtungsrahmen vor, die auf die komplexen Wirkzusammenhänge eines Quartiers und daraus resultierende unterschiedliche ressourcenspezifische Bedarfe zurückzuführen sind. Diese Definitionen bilden dann die Grundlage für die weitere Anwendung der Bewertungsverfahren. In der folgenden Tabelle 2 werden die sektoralen Definitionen zusammengetragen.

Tabelle 2. Sektorale Definition der Ressourceneffizienz

Sektor	Definition
Wasser	Die effiziente Ressourcennutzung im Bereich Wasser setzt sich durch ein hohes Maß an Erfüllung siedlungswasserwirtschaftlicher Aufgaben bei einem gleichzeitigen geringen Einsatz von Ressourcen in Form von Materialien und Energie zusammen.
Baustoffe	Da die Ressourceneffizienzbetrachtung einem Ressourcenschutzgedanken zugrunde liegt, müssen auch die Aspekte der Konsistenz und Suffizienz berücksichtigt werden. Unter dieser Voraussetzung werden Baustoffe ressourceneffizient genutzt, wenn eine Kreislaufführung möglich ist und die Materialmengen für die spezifischen Anforderungen minimal ausgelegt werden.
Energie	Im Sinne der Ressourceneffizienzbetrachtung ist es erstrebenswert, dass die Kosten und Treibhausgasemissionen der Energieversorgung sowie der Endenergiebedarf auf ein Minimum reduziert werden. Je nach Gewichtung der Teilkriterien ergeben sich unterschiedliche Zielszenarien.
Fläche	Eine Fläche wird dann in hoher Effizienz genutzt, wenn sie in mehrfacher Hinsicht nutzbar oder von Nutzen ist, das heißt, eine große Anzahl an Funktionen aufweist, die positive Effekte auf die Bedarfe der Menschen haben. Diese wird definiert als die möglichst große Menge an Funktionen einer Fläche, die die Bedarfe des Quartiers erfüllen.

(Öko-)Systemleistungen: Definition Bewertungsansatz (Soll-Ist-Vergleich)

Zur Bewertung der oben definierten Ressourceneffizienz wird ein übergreifender Bewertungsansatz definiert, der für alle Bewertungsstränge der (Öko-)Systemleistungen sektoral spezifiziert angewendet wird. Abbildung 6 fasst den Soll-Ist-Vergleich als einen dreistufigen Prozess

zusammen. Der erste Schritt (1) zielt auf die Ableitung der SOLL-Funktion ab. Grundlage für die Handlungen in einem Quartier sind die Belange der Bauleitplanung, die in §1 BauGB, Absatz 6 definiert sind. Sie können als Aufgaben formuliert werden - wie z.B. die Sicherung von Raum und Flächen für Wohnen, Erholung, Verkehr oder Wasser für Bewässerung, Abfallentsorgung usw. -, aber auch als Reaktionen auf Trends - wie Klimawandel und Artensterben und vieles mehr - sein. Für den Soll-Ist-Vergleich werden diese Grunddaseinsfunktionen und Trends als Treiber definiert. Zusätzlich werden ortsspezifische Treiber in den Quartieren berücksichtigt, die nicht immer auf andere Kommunen übertragbar sind. Aus den Treibern lassen sich die Transformationsziele ableiten, die die Anforderungen an den Ressourceneinsatz in einem Quartier bestimmen, wie z.B. Klimaschutz, Klimaanpassung, Gesundheitsschutz, Naturschutz, Erhaltung und Weiterentwicklung der Lebensgrundlagen. Die Ziele können mit einem bestimmten Ressourceneinsatz, den sogenannten SOLL-Funktionen, erreicht werden.

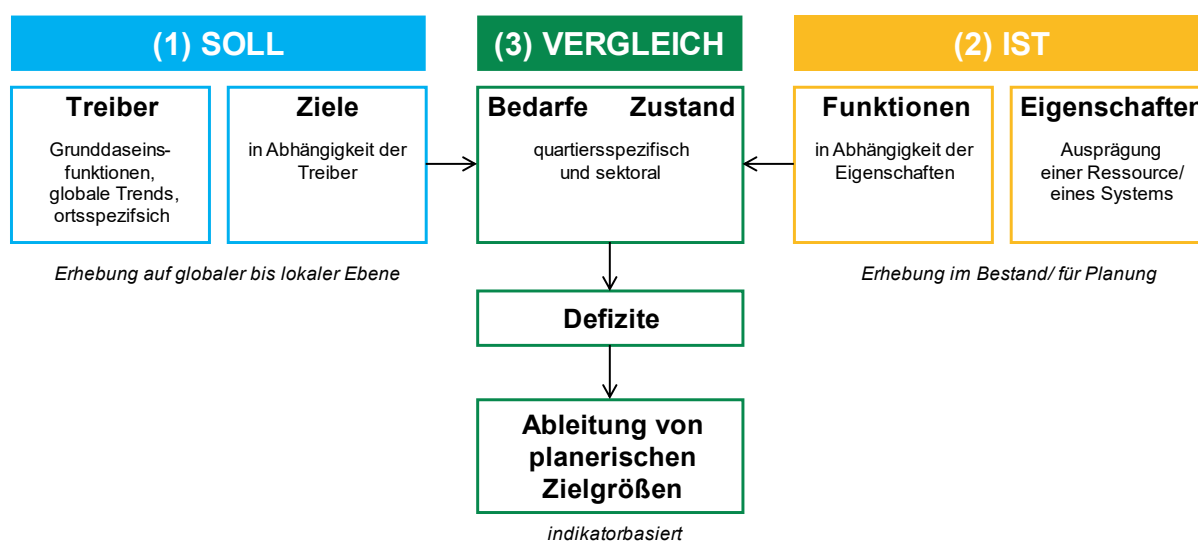


Abbildung 6. Soll-Ist-Vergleich zur Bewertung der (Öko-)Systemleistungen im Quartier

Im zweiten Schritt (2) wird der Ist-Zustand analysiert. Entsprechend der SOLL-Werte werden die IST-Werte im Quartier sektoral erhoben. Dazu werden Verfügbarkeit, Ort der Verfügbarkeit, Art/Eigenschaften der vorliegenden Ressource erhoben, um die Funktionen zu bestimmen, die die Ressource im IST-Zustand einnimmt.

Der dritte Schritt (3) schließt mit der Ableitung von planerischen Zielgrößen ab. Um die Defizite des Quartiers zu identifizieren, werden SOLL- und IST-Werte anhand von Indikatoren verglichen. Dabei kann es bei verschiedenen Indikatoren zu Zielkonflikten kommen. Die Zielkonflikte müssen individuell nach den oben genannten Bedarfen des Quartiers abgewogen werden.

Die individuelle Umsetzung des beschriebenen Bewertungsansatzes für die systemisch-sektorale sowie die lokal-funktionale Bewertung wird in den Kapiteln 7.1 sowie 7.2 sowie in den Teilen 2.1 bis 2.5 des „Leitfaden RessourcenPlans“ weitergehend beschrieben.⁴

Ökobilanzierung und Ökonomie

Zur ökobilanziellen und ökonomischen Bewertung wird auf bestehende Bewertungsansätze zurückgegriffen. Sie werden in den Kapiteln 7.3 und 7.4 beschrieben

⁴ Dieser Absatz ist bereits in englischer Sprache unter Hörnschemeyer et al. (2022) erschienen.

7 Definition Bewertungsstränge

Im Folgenden sollen die in Kapitel 6 dargestellten Bewertungsstränge nähergehend definiert werden. Es wird jeweils ein kurzer Überblick zur Definition des Sektors sowie zur Spezifizierung des Soll-Ist-Vergleichs gegeben.

Nähergehende Ausführungen sowie exemplarische Anwendungen der Bewertung werden in den Teilen 2.1 bis 2.5 des „Leitfaden RessourcenPlan“ gegeben. Eine übersichtliche Zusammenstellung aller relevanter Treiber, Indikatoren, Daten und Instrumente gibt der Teil 3.1 des „Leitfaden RessourcenPlan“. Alle Teile des Leitfadens sind auf der Projekthomepage unter www.fh-muenster.de/r2q-leitfaden-ressourcenplan verfügbar.

7.1 Systemisch-sektorale Bewertung

7.1.1 Wasser (Niederschlags- und Schmutzwasser)

Die Ressource Wasser umfasst im Projekt alle siedlungswasserwirtschaftlichen Infrastruktursysteme zur Nutzung, Ableitung und Behandlung von Schmutz- und Niederschlagswasser.

Als Schmutzwasser ist das durch häuslichen, gewerblichen, landwirtschaftlichen oder sonstigen Gebrauch in seinen Eigenschaften veränderte Wasser definiert. Dabei werden die im Abwasser enthaltene nutzbare Energie (Wärme und stoffliche Energie), Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor) und das zur Wiederverwendung aufbereitete Wasser betrachtet. Ein besonderer Fokus liegt auf der Trennung und separaten Behandlung von Schmutzwasserteilströmen wie bspw. Schwarz- und Grauwasser.

Als Niederschlagswasser wird das bei Niederschlägen im Bereich von bebauten oder befestigten Flächen anfallende Wasser definiert. Zentrale quantitative Bilanzierungsgrößen sind die drei Wasserhaushaltskomponenten Abfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung. Die Qualität des Niederschlagswassers hängt im Wesentlichen von der Nutzung und Beschaffenheit der befestigten Flächen ab.

Definition des Bewertungsansatzes

Der Bewertungsansatz baut auf dem übergreifend definierten Soll-Ist-Vergleich (Abbildung 6) auf und orientiert sich an bestehenden Regularien und Nachweisen der Wasserbewirtschaftung in Deutschland. Er ist in Abbildung 7 zusammengefasst. Als Betrachtungsraum dient das gesamte wasserwirtschaftliche System vom Ort des Abwasseranfalls (Gebäude und Oberflächen) im Quartier bis zum Gewässer einschließlich aller dazugehörigen Infrastrukturen (Kanalisation, Entlastungsbauwerke, Kläranlage, blau-grüne Infrastrukturen etc.). Mit Hilfe der für den RessourcenPlan entwickelten vereinfachten Betrachtungen und/ oder siedlungswasserwirtschaftlichen Simulationsmodellen werden Defizite des wasserwirtschaftlichen Systems

herausgearbeitet und anhand von System- bzw. Gebietscharakteristika davon die Zielgrößen für das spezifische Quartier abgeleitet. Die Analyse und Bewertung erfolgen mithilfe ausgewählter Indikatoren. Die Rahmenbedingungen der Betrachtungen setzen sich aus gesetzlichen Reglementierungen sowie siedlungswasserwirtschaftlichen Nachweisen zusammen. Unter Bezugnahme auf die festgesetzten Zielgrößen können im Planungsfall mit den o.g. Instrumenten die Auswirkungen quartierspezifischer Maßnahmen auf das Gesamtsystem abgeschätzt werden. Für den Sektor Niederschlagswasser unterstützt die o.g. geodatenbasierte Flächenkategorisierung bei der Allokation der Maßnahmen.

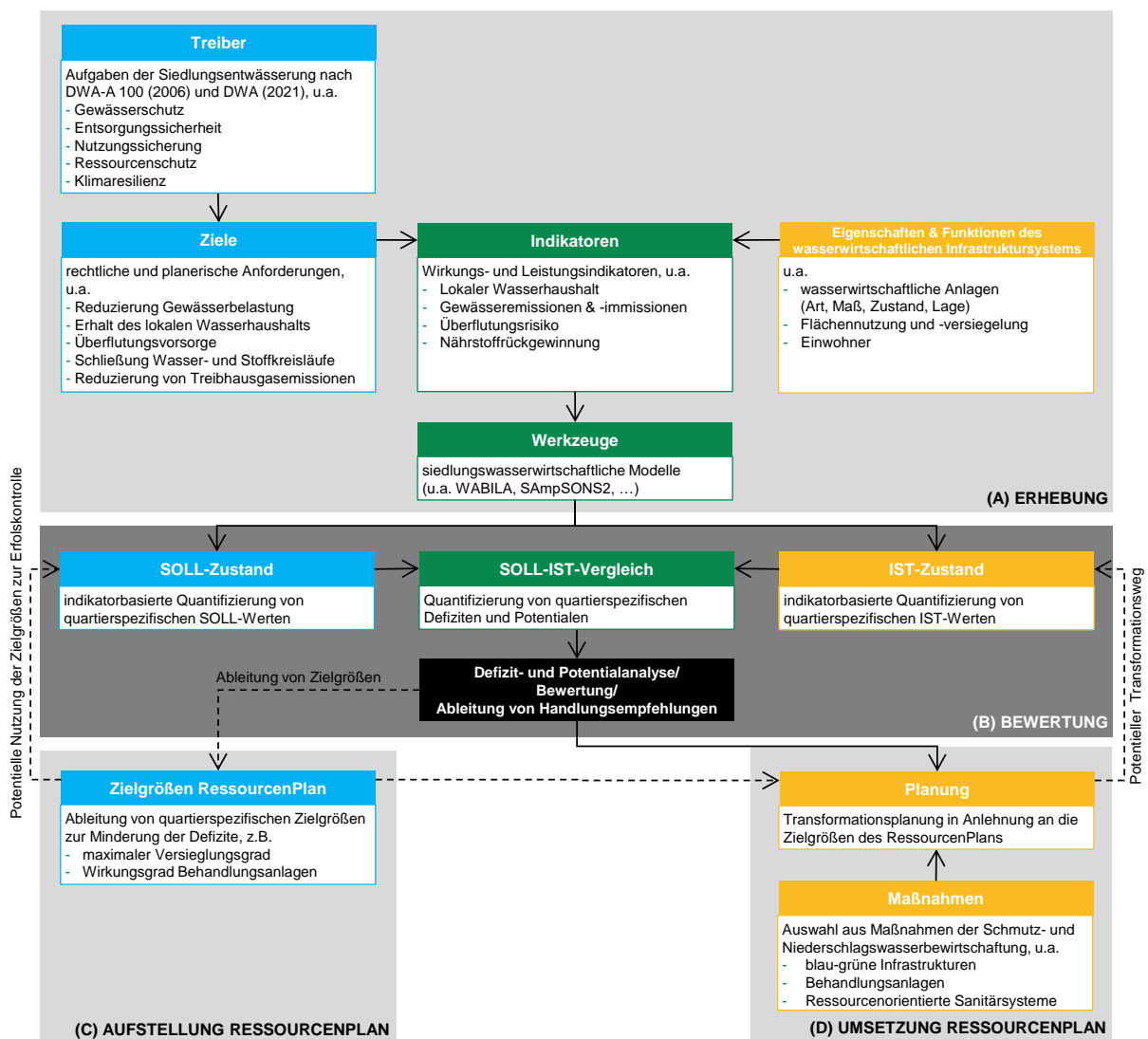


Abbildung 7. Bewertungsansatz für Schmutz- und Niederschlagswasser im Quartier

Treiber und Transformationsziele

Die Treiber leiten sich aus den klassischen Aufgaben der Siedlungsentwässerung ab. Diese umfassen den Gewässerschutz, die Entsorgungssicherheit, die Nutzungssicherung, den Ressourcenschutz und die Klimaresilienz. Entsprechend setzt sich der RessourcenPlan aus was-

serwirtschaftlicher Sicht zum Ziel, dass innerhalb des kommunalen Planungs- und Abwägungsprozesses die wasserwirtschaftlichen Belange ausreichend Beachtung finden und gleichwohl den fachlichen und methodischen Anforderungen einer integralen Entwässerungsplanung (Entsorgungssicherheit, Gewässerschutz und Nutzungssicherung; DWA-A 100 (2006)) sowie einer wasserbewussten Stadtentwicklung (DWA 2021) entsprechen. Der Ressourcenschutz wird dabei als wesentlicher Bestandteil der integralen Entwässerungsplanung betrachtet. Die Bearbeitungsschwerpunkte der Ressource Wasser sind die Nutzung und Verwertung der vorhandenen Ressourcen wie Schmutz- und Niederschlagswasser, der Erhalt des lokalen natürlichen Wasserhaushalts, die Minimierung der quantitativen und qualitativen Gewässerbelastungen sowie die Resilienz gegenüber zukünftigen Extremwetterereignissen (Starkregen, Dürre).

In der planerischen Praxis gibt der RessourcenPlan somit der kommunalen Verwaltung, Planungsbüros sowie Trägern öffentlicher Belange Anforderungen für die Quartiersentwicklung und Bauvorhaben unter besonderer Berücksichtigung des Ressourcenschutzes vor. Dadurch setzt er einerseits den planerischen Rahmen für langfristige Planungsstrategien und wirkt andererseits bis in die konkrete Detailplanung.

Indikatoren

Die Indikatoren (Abbildung 7) leiten sich aus den im vorherigen Abschnitt beschriebenen Treibern und Transformationszielen ab. Sie orientieren sich an Indikatoren der in der Praxis gängigen Nachweise z. B. DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2 (2020), DWA-M 102-3/ BWK-M 3-3 (2021), DWA-M 119 (2016) und bereits vorhandenen Indikatorensammlungen (vgl. DWA-A 272 2014; Sartorius et al. 2016) ab.

Methoden und Instrumente

Zur Bewertung der wasserwirtschaftlichen Ressourceneffizienz im Quartier wird der in Abbildung 7 dargestellte Soll-Ist-Vergleich durchgeführt. In Abhängigkeit des betrachteten Indikators werden bereits bestehende Modelle (z.B. DWA (2017), Schütze et al. (2019)) oder vereinfachte Betrachtungen zur Nutzung im Kontext des RessourcenPlans (Zamzow et al. 2022) angewendet.

Ausführliche Informationen werden in den fachspezifischen Ausführungen des Leitfadens RessourcenPlan für den Sektor Niederschlagswasser (Teil 2.1) und Schmutzwasser (Teil 2.2) zusammengestellt.

7.1.2 Baustoffe

Die Anthroposphäre beschreibt den Teil der Biosphäre, der durch menschliche Aktivität geschaffen und bewirtschaftet wird. Sie wird auch als die „bebaute Umwelt“ bezeichnet und bildet den Lebensraum des Menschen. Die Anthroposphäre ist ein komplexes System aus Energie-, Material- und Informationsflüssen (Baccini und Bader 1996).

Die Substands der Anthroposphäre bilden biologische und technische Materialien, die in kurzlebige und langlebige materielle Güter unterschieden werden. Während die Materialien kurzlebiger Konsumgüter in der Anthroposphäre zirkulieren und somit der Input mit dem Output nahezu identisch ist, entsteht durch langlebige Konsumgüter sowie den Bauwerken im Hoch- und Tiefbau, ein anthropogenes Materiallager. Im Rahmen der “Baustoffe” wird der Teilbereich der Materialien in Gebäuden, Kanalisation, sowie Straßen und Wege, in der Anthroposphäre, betrachtet.

Definition des Bewertungsansatzes

Grundlage für die Bewertung der Ressourceneffizienz von Baustoffen, Identifizierung von Ressourcenschutzpotenzialen sowie der Ableitung geeigneter Maßnahmen für ein ressourceneffizientes Quartier, bildet der Materialbestand im Hoch- und Tiefbau.

Für die Erhebung dieser Grundlage fehlt es aktuell jedoch an Modellen mit Hilfe derer eine umfassende und detaillierte, quantitative und qualitative Abbildung kommunaler Materiallager sowie deren zeitlicher Veränderung möglich ist.

Die Abbildung 8 zeigt die Einordnung der Bewertungssystematik im Handlungsbereich der Ressource Baustoffe.

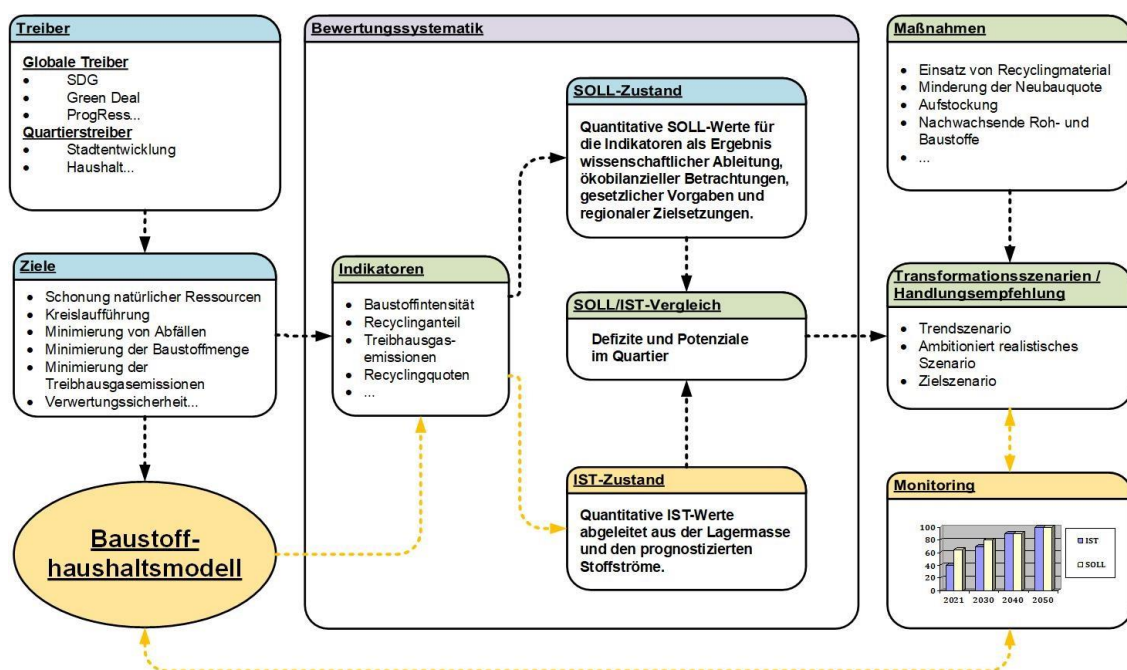


Abbildung 8. Einordnung Bewertungssystematik im Handlungsbereich der Baustoffe

Treiber und Transformationsziele

Die Recherche und Analyse globaler und regionaler Treiber für eine nachhaltige Entwicklung im Hoch- und Tiefbau hat gezeigt, dass derzeit keine konkreten Indikatoren und Zielgrößen für die Ressource Baustoffe existieren, die eine integrale Bewertung auf Grundlage einer Nutzwertanalyse ermöglichen. Dazu wäre es erforderlich einen Soll-Zustand zu beziffern, der aus globalen und regionalen Zielgrößen abgeleitet werden muss.

Indikatoren

Auf Grund fehlender Daten und Bezugsgrößen für spezifischere Indikatoren im Bereich der Baustoffe, wie u.a. die Materialintensität, der Recyclinganteilen oder die Wiederverwendungsquote, wird im Rahmen der Bewertung auf die Treibhausgasemissionen zurückgegriffen.

Methoden und Instrumente

Die eigentliche Bewertung erfolgt über den Ist-Soll-Vergleich, wobei der Soll-Wert für den jeweiligen Indikator im Rahmen der Forschung und Bewertung explorativ auf Grundlage regionaler und globaler Treiber entwickelt werden muss.

Im Ergebnis kann das Quartier den Soll-Wert übersteigen, erfüllen oder unterschreiten, wobei die Unterschreitung als Regelfall angenommen werden kann. Daraus ergibt sich in Bezug auf den betrachteten Indikator ein Transformationsbedarf. So könnte über den Soll-Wert z. B. die entstehenden Treibhausgasemissionen im Quartier pro Einwohner*in für den Bereich Baustoffe im Hoch- und Tiefbau forciert werden.

Darauf aufbauend können über geeignete Maßnahmen, Transformationsszenarien für das Quartier entwickelt werden, um sich dem Soll-Wert anzunähern. Maßnahmen können dabei u.a. der Einsatz von Recyclingmaterialien oder die Nachverdichtung darstellen, aber auch über Mobilitätskonzepte und das Ordnungsrecht können Transformationsziele erreicht werden.

7.1.3 Energie

Urbane Energiesysteme sind die Gesamtheit aller Prozess der Energiegewinnung und -nutzung eines definierten räumlichen Gebiets (Jaccard 2006) mit hoher Dichte und Differenzierung von Bewohnern, Gebäuden, gewerblichen Bereichen, Infrastruktur (Rutledge et al. 2011) und Energiesektoren (z. B. Wärme, Strom, Kraftstoffe) (Rosales Carreón und Worrell 2018).

Definition des Bewertungsansatzes

Zur Bewertung der lokalen Energieeffizienz werden Methoden der Energiesystemmodellierung genutzt, um die Einbindung verschiedener Maßnahmen – von der Installation von Wärmepumpen bis hin zur Implementierung eines lokalen Energiemarkts – in urbane Multi-Energiesystem zu untersuchen. Durch den Einsatz von Optimierungsalgorithmen werden alle theoretisch

möglichen Maßnahmenkombinationen miteinander verglichen und eine optimale Quartierslösung ermittelt (Söfker-Rieniets et al. 2020).

Treiber und Transformationsziele

Verschiedene Interessensgruppen innerhalb urbaner Systeme (z.B. Bewohner, Verwaltung, Investoren) haben unterschiedliche Anforderungen an urbane Energiesysteme, welche als Transformationsziele, bzw. -Treiber fungieren (Emec et al. 2015; Fuso Nerini et al. 2018; Marquez-Ballesteros et al. 2019):

- nationale und internationale Klimaschutzziele
- die Nachfrage nach kostengünstiger Energieversorgung
- Einsparung von fossilen Energieträgern
- Steigerung der regionalen Wertschöpfung

Um die Komplexität der Energienachhaltigkeit auf eine durch Energiesystemmodelle abbildbare Komplexität zu begrenzen, wird sich auf die Analyse der techno-ökonomischen Energienachhaltigkeit urbaner Energiesysteme beschränkt. Dies umfasst technische und ökonomische Aspekte eines Energiesystems, die regionale (z.B. Regionalwert, Energieversorgungskosten) oder globale (z.B. Klimaneutralität, Verzicht auf fossile Energieträger) Auswirkungen haben. Die Versorgungssicherheit wird als Grundvoraussetzung betrachtet. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die lokalen Emissionen (Luftschadstoffe, Lärm, Schattenwurf etc.) sowie der Verbrauch von Land und Wasser durch entsprechende Genehmigungsverfahren auf ein nachhaltiges Maß begrenzt werden (Klemm und Wiese 2022).

Auf der Grundlage dieser Zielsetzung und den oben genannten Transformationstreibern werden die Energiekosten, die Treibhausgasemissionen und der Endenergieverbrauch eines Energiesystems als Transformationsziele festgelegt, welche durch ein Energiesystemmodell optimiert werden sollen (Rosales Carreón und Worrell 2018). Die Kombination von Technologien und Maßnahmen, die diese Transformationsziele minimieren kann, wird als Zielszenario festgelegt.

Indikatoren

Für die Optimierung urbaner Energiesysteme können die verschiedensten Zielindikatoren herangezogen werden (Vera und Langlois 2007; Zhang et al. 2018). Im Sinne der techno-ökonomischen Optimierung empfehlen wir eine multi-kriterielle Optimierung. Als Zielindikatoren sollten die absoluten Treibhausgasemissionen, die absoluten Energiekosten und falls möglich auch der absolute Energiebedarf angesetzt werden (Klemm und Wiese 2022).

Je nach Gewichtung der Einzelindikatoren kann es dabei zu unterschiedlichen Szenarien kommen, beispielsweise ein kosten- und ein emissionsoptimiertes Szenario oder ein kostenoptimiertes Szenario mit gedeckelten Emissionen.

Für Benchmarking und Vergleichsprozesse können diese Werte auf den Endenergiebedarf oder die Einwohnerzahl des untersuchten Gebiets bezogen werden (Klemm und Wiese 2022).

Methoden und Instrumente

Um reproduzierbare Ergebnisse für beliebige Quartiere erstellen zu können, wurde eine Methodik entwickelt. Teil dieser Methodik ist ein Modellierungswerkzeug, welches es ermöglicht, innerstädtische Energiesysteme zu modellieren und optimieren, ohne dabei Programmierkenntnisse anwenden zu müssen. Das Modellierungstool wird für die Nutzung in Planungsbüros und Behörden aufgearbeitet und dokumentiert. Eine aktuelle Version steht unter einer Open Source Lizenz offen zur Verfügung: <https://spreadsheet-energy-system-model-generator.readthedocs.io/en/latest/> (Klemm et al. 2022).

Mithilfe des SESMG wird der IST-Zustand des Energiesystems dargestellt und mithilfe der vorher definierten Indikatoren bewertet. Durch ein Optimierungsmodell wird die Umsetzung verschiedener Maßnahmen, welche zum Erreichen der festgelegten Ziele beitragen könnten, geprüft. Die geeigneten Maßnahmen (z.B. Photovoltaikanlagen, Batteriespeicher, Fernwärmenetze, lokale Energiemärkte) werden aufeinander abgestimmt und dimensioniert. Die festgelegten Indikatoren dienen dabei als Optimierungsgrößen.

Das Ergebnis dieser Optimierung ist also der SOLL-Zustand des Energiesystems, welcher sich aus einer Maßnahmenkombination, welche eine Minimierung bzw. Maximierung der Indikatoren ermöglicht, zusammensetzt. Die umzusetzenden Maßnahmen lassen sich für die Bewertung der ganzheitlichen Ressourceneffizienz, als Funktionen auffassen. Diese Funktionen dienen als Eingangsgrößen für die Gesamtbewertungssystematik.

7.2 Lokal-funktionale Bewertung

Der Bewertungsansatz der lokal-funktionalen Bewertung basiert auf der Definition der Flächeneffizienz. Diese lautet: Eine Fläche wird dann effizient verwendet, wenn sie über möglichst viele Funktionen verfügt, die positive Effekte auf die gegenwärtigen Transformationsziele haben. Die Steigerung der Ressourceneffizienz der Ressource Fläche wird durch Nutzenstiftung auf Flächen erreicht.

Die Funktionen von Flächen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Zielgruppe und ihres Planungsstatus: Während beispielsweise einige Ökosystemdienstleistungen, die Flächen aufgrund ihrer natürlichen Beschaffenheit vollbringen, benötigen anthropozentrische Funktionen wie das Wohnen, Gewerbe oder Verkehr einen starken baulichen Eingriff oder eine vollständige Überformung der natürlichen Flächeneigenschaften. Zusätzlich werden in unserem gegenwärtigen Planungsprozess im Rahmen der Bauleitplanung genau diese, stark überformten Flächen überwiegend anthropozentrischen Funktionen zugeordnet, wenn sie nicht deskriptiv dargestellt (Flächennutzungsplan) oder festgesetzt (Bebauungsplan) werden (z. B. Grünfläche, Wald...). Um ihrer Relevanz im gegenwärtigen, anthropozentrisch geprägten Planungsprozess gerecht zu werden, werden diese Funktionen auch zum Zweck des Ressourcenschutzes als Primärfunktion bezeichnet und mit einem Bestandsschutz versehen. Die Ökosystemdienstleistungen und Funktionen, die Flächen und ihre Ausprägungen sozial, kulturell und identitätsstiftend leisten, und die sich gut mit anthropozentrischen Funktionen überlagern lassen werden als Sekundärfunktionen bezeichnet. Funktionen, die ohne Planung durch einen Aneignungsprozess neu entstehen, werden als Tertiärfunktionen bezeichnet. Welche Flächen überlagerungsfähig sind, wurde in einer systematischen Überprüfung aller Kombinationsmöglichkeiten erarbeitet und der Bewertung zugrunde gelegt.

Für die lokal-funktionale Bewertung der Ressource Fläche werden alle Funktionen von Flächen im Quartier mit Hilfe ihrer Eigenschaften erfasst und denjenigen gegenübergestellt, die positive Effekte auf gegenwärtige Transformationsziele haben. Das Bewertungsverfahren stellt im Rahmen eines Soll-Ist-Vergleichs Defizite und Bedarfe an diesen Flächenfunktionen dar. Für das Verfahren werden daher Soll- und Ist-Werte benötigt, die im Folgenden näher erläutert werden.

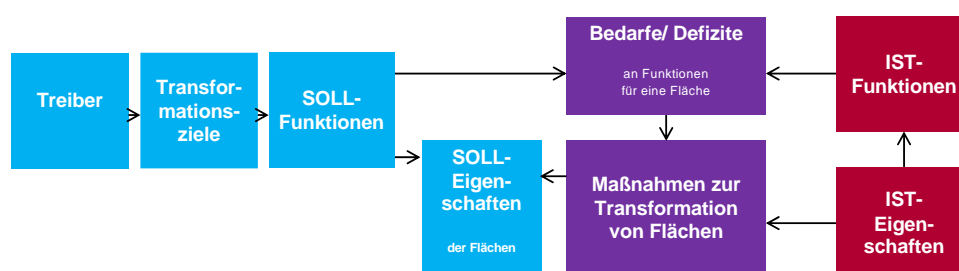


Abbildung 9. Soll-Ist-Vergleich der lokal-funktionalen Bewertung

Definition des Bewertungsansatzes

Die zwei wesentlichen Bausteine des Bewertungsansatzes lauten:

1. SOLL-Werte

Für die Erkenntnis über defizitäre oder überflüssige Flächenfunktionen im betrachteten Quartier werden zunächst die örtlichen Treiber und daraus abgeleitet die aufs Quartier wirkenden Transformationsziele ermittelt. Diese werden aus einer Treiberanalyse auf Quartiers- bis globaler Ebene abgeleitet. Häufig existieren für gefundene Treiber bereits Strategien, Deklarationen oder Zielvereinbarungen von internationalen Kooperationen oder Verbänden, der EU-Kommission oder der Bundesregierung. Wissenschaftliche, begutachtete Arbeiten bieten hierfür das Fundament. Dies gilt auch für Treiber, die lokal im Quartier oder nur auf einzelnen Flächen auftreten oder so akut sind, dass sie noch nicht auf legislativer oder exekutiver Ebene verarbeitet werden konnten. Aus den ermittelten Zielen werden diejenigen Funktionen abgeleitet, die einen positiven Effekt auf die Zielerreichung haben. Aus den betrachteten Fallbeispielen im Forschungsprojekt konnten Basisfunktionen hergeleitet und als Grundlage für eine zum jetzigen Stand übertragbar anwendbare Bewertung definiert werden. Aus diesen benötigten Flächenfunktionen im Quartier kann mit Hilfe fachspezifischer Expertise, wie sie in diesem Projekt zu den Ressourcen Niederschlags- und Schmutzwasser, Baustoffe und Energie vorlag quantifiziert werden. Zur Grundausstattung von Zielwerten stehen aus wissenschaftlicher Arbeit abgeleitete Universalwerte zur Verfügung.

Das Ergebnis der Analyse der Soll-Werte sind eine Zusammenstellung aller zu einer effizienteren Bewirtschaftung der Ressource Fläche benötigten Flächenfunktionen und ihrem Flächenbedarf, sowie die dazu notwendigen Eigenschaften. Diese Soll-Werte liegen in Form von Indikatoren und Kennwerten vor.

2. IST-Werte

Die für den Soll-Ist-Vergleich benötigten vorhandenen Flächenfunktionen im Quartier werden auf Grundlage von vorhandenen Eigenschaften der Erdkruste ermittelt. Es gilt dabei, dass bestimmte Eigenschaftenbündel von Flächen unterschiedliche Funktionalitäten von Flächen auslösen oder begünstigen. So hat beispielsweise die Gestalt der Oberfläche einer Fläche und ihre Bodenbeschaffenheit (z.B. Grundwasserflurabstand, Bodenart) Einfluss auf die Flächenfunktion „Verdunstung“. Je nachdem, welchen Eigenschaften eine Fläche aufweist, verdunstet sie gar nicht bis sehr stark. Dabei sind einige Eigenschaften maßgeblich für die jeweilige Funktion, einige wirken nur regulierend, also verbessernd oder verschlechternd. Aus wissenschaftlichen Studien und etablierten Verfahren konnten diejenigen Eigenschaften zusammengetragen werden, die Funktionen von Flächen ermöglichen. Die unterschiedlichen Funktionalitäts-

grade werden mit Hilfe einer vierstufigen Bewertung ermittelt. Das visuelle Ergebnis der Analyse des IST-Zustands sind GIS-basierte Karten zu den verschiedenen Funktionen (vgl. Leitfaden RessourcenPlan, Teil 2.5, S. 27 ff).

Der Soll-Ist-Vergleich bietet die Möglichkeit folgender Bewertungsstränge:

Bilanzierung:

- (a) Lokale Funktionalität: Gegenüberstellung von Ist-Funktionen und Soll-Funktionen über Eigenschaften je spezifischer Fläche: z.B. Anteil versiegelter Fläche, Anteil durch Bäume verschattete Fläche, Anteil geförderten Wohnraums usw. Darstellung mittels Kreis- oder Balkendiagrammen.
- (b) Quartiersbilanzen: Gegenüberstellung von Ist-Funktionen und Soll-Funktionen (Zielwerte z.B. aus den systemisch-sektoralen Bewertungen) bzw. den dafür notwendigen Eigenschaften: z.B. Anteil an Verkehrsfläche an der gesamten Quartiersfläche, Anteil realer Gewerbenutzung, Anteil Einfamilienhäuser an allen Wohngebäuden. Darstellung mittels Kreis- oder Balkendiagrammen.
- (c) Potenzialkarten: Anzahl von Funktionen je Fläche, Anzahl an potenziellen Funktionen je Fläche
- (d) Identifizierung von Flächen mit nur primären oder nur sekundären Funktionen.

Grundlage für Maßnahmen

- (a) Potenzialkarte mit ausgewiesenen Flächen, die nach Anwendung des Schemas für die Überlagerungsfähigkeit von Funktionen über ein Potenzial für weitere Funktionen verfügen.
- (b) Maßnahmenkarte, die Maßnahmen den Potenzialflächen zur Steigerung ihrer Funktionalität zuweist.
- (c) Defizitkarte, die Dysfunktionen ausweist, z.B. Funktionen, die keine positiven Effekte auf die Transformationsziele haben oder die überschüssig sind.
- (d) Transformationskarte, die Flächen mit Dysfunktionen alternative Funktionen zuweist.

7.3 Ökologische Bewertung und Ökobilanzierung

7.3.1 Integration in den Bewertungsprozess

Für die Bewertung von ökologischen Auswirkungen von Technologien entlang der Lieferkette steht die standardisierte Methodik der Ökobilanz nach ISO 14040/44 zur Verfügung. Sie bewertet Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen entlang des Lebensweges, d.h. inklusive aller vor- und nachgelagerten Prozessketten (ISO 2006a, 2006b). Neben der Anwendung für Produkte und Dienstleistungen wird die Ökobilanz zudem auch vermehrt im städtischen Kontext oder bei größeren Planungsentscheidungen angewendet (Cremer et al. 2020).

In diesem Projekt werden Ökobilanzfallstudien von Stadtplanungsmaßnahmen durchgeführt. Dabei werden für die Handlungsfelder Regenwasser, Abwasser und Energie jeweils IST- und definierte SOLL-Szenarien bilanziert und miteinander verglichen. Um die Vergleichbarkeit des IST-Zustandes und der durch planerische Maßnahmen erreichten SOLL-Zustände zu gewährleisten, muss auf eine gleiche Funktionalität der Systeme geachtet werden. Die Ergebnisse werden in den jeweiligen Unterkapiteln detailliert erläutert (Leitfaden RessourcenPlan, Teile 2.1-2.4).

Zusätzlich werden CO₂-Fußabdrücke der Quartiere Baukau und Pantringshof berechnet, um die Signifikanz der Technologien im Gesamtkontext der städtischen CO₂-Emissionen einordnen zu können. Eine solche Vorgehensweise ist generell bei großen Stadtplanungsmaßnahmen zu empfehlen, damit CO₂-Emissionen entlang der Lieferkette berücksichtigt werden können. Die Treibhausgasbilanzen auf Quartiersebene werden nach der Bisko-Methode (Hertle et al. 2014) durchgeführt. Die Bisko-Methode ist dahingehend für das Ziel der Analyse geeignet, da sie die Treibhausgasemissionen bemisst auf die die Kommune einen direkten Einfluss hat (Lenk et al. 2021). Emissionen des individuellen Konsumverhaltens der Stadtbewohner können von der Kommune nur schwer beeinflusst werden, daher erscheint ein produktionsbasierter Ansatz zielführend. Die Ergebnisse ermöglichen es, zu identifizieren, wie sich die Umweltauswirkungen der bewerteten Maßnahmen auf die Gesamtemissionen des Quartiers (territoriale Emissionen) auswirken und wie sie sich in die Planung eines nachhaltigen Quartiers einbetten lassen.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Bilanzen werden Handlungsempfehlungen abgeleitet. Das Vorgehen ist schematisch in der nachfolgenden Abbildung 10 dargestellt:

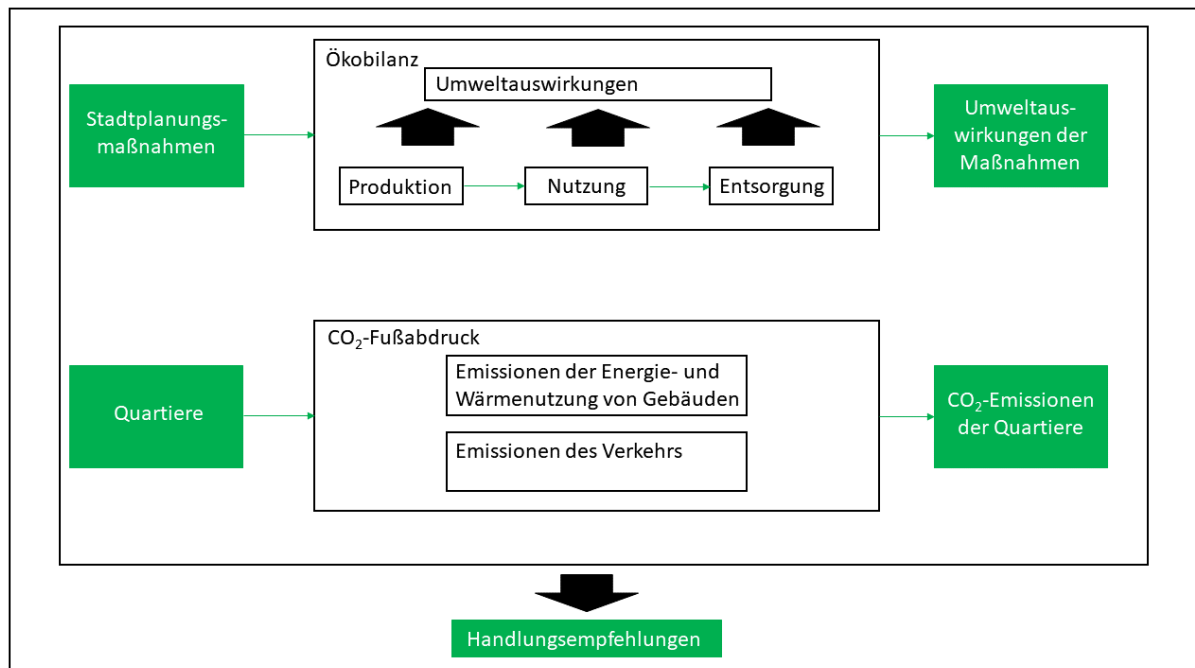


Abbildung 10. Schritte zur Bewertung von Umweltauswirkungen der Stadtplanungsmaßnahmen und Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Quartiere

Basierend auf den Ergebnissen der ökobilanziellen Bewertung der Maßnahmen und den Quartiersbilanzen werden Handlungsempfehlungen abgeleitet, die es den städtischen Mitarbeitenden ermöglichen, ökologische Auswirkungen entlang der Lieferkette in ihre Stadtplanungsmaßnahmen zu integrieren, ohne selbst Ökobilanzen für Quartiere und Maßnahmen durchführen zu müssen. Diese werden in Kapitel 7.3.3 ausgeführt.

7.3.2 Methodische Weiterentwicklung im Projekt

Im Rahmen des Projektes wurden Ansätze zur monetären Bewertung von Umweltauswirkungen weiterentwickelt. Dazu wurde zuerst eine Literaturübersicht und -auswertung über mögliche Methoden zur Monetarisierung von Ökobilanzergebnissen erstellt (Arendt et al. 2020a). Im Laufe des Projektes wurden basierend auf den durch die Literatursauswertung gewonnenen Informationen zwei Ansätze entwickelt, welche die Monetarisierung von Ökobilanzergebnissen im Kontext der Ressourcennutzung ermöglichen. Diese wurden in Fallstudien auf europäischer (Arendt et al. 2020b, 2022a) und globaler Ebene (Arendt et al. 2022b) zur Bewertung der Ressourcenverfügbarkeit, sowie der ökologischen Auswirkungen von abiotischem Ressourcenverbrauch angewendet. Somit können die ökologischen Auswirkungen der Gewinnung und Verarbeitung von abiotischen Ressourcen monetär ausgedrückt werden. Einer der Ansätze (Arendt et al. 2022a) basiert unter anderem auf dem umweltökonomischen Konzept der „Social cost of carbon“ und bewertet die Umweltauswirkungen der Bereitstellung von Ressourcen für die Europäische Energie und Verkehrswende entlang der Lieferkette. Wassernutzung, Landnutzung, den Abbau von nicht erneuerbaren Ressourcen und Treibhausgasemissionen

werden in Umweltkosten ausgedrückt. Die Ergebnisse beziehen sich zwar auf die Europäische Union, lassen aber auch Rückschlüsse auf mögliche entstehende Umweltkosten in Bezug auf die Energie- und Verkehrswende im untersuchten Quartier zu. Der andere Ansatz fußt auf der monetären Bewertung der drei Schutzgüter menschliche Gesundheit, Biodiversität und Ressourcen (Arendt et al. 2022b).

7.3.3 Treibhausgasbilanz der Quartiere und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Die Ergebnisse der Ökobilanzfallstudien der verschiedenen Technologien werden im Teil 2 des Leitfadens RessourcenPlan dargestellt.

In diesem Teilkapitel wird sich daher auf die Ergebnisse der CO₂-Bilanzierung der Quartiere fokussiert und mit den ermittelten Treibhausgasemissionen der Ökobilanzfallstudien der verschiedenen Emissionen ins Verhältnis gesetzt. Anschließend werden basierend auf den Ergebnissen Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Der CO₂-Fußabdruck der Quartiere bezieht bestehende lokale Primär- und Sekundärdaten für den Verkehrs-, Wärme- und Strombereich mit ein. In Abbildung 11 werden die pro-Kopf-Emissionen der Stadtquartiere Strünkede und Pantringshof den durchschnittlichen pro-Kopf-Emissionen in Herne gegenübergestellt (Ritzkowsky (2022)).

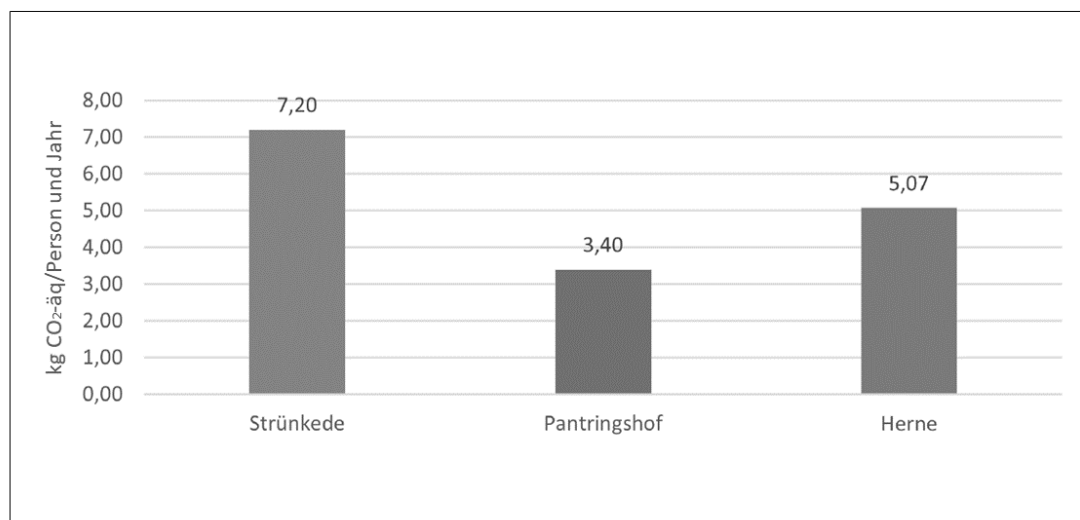


Abbildung 11. Vergleich der pro-Kopf-Bilanzen von Strünkede und Pantringshof basierend auf Ritzkowsky (2022) mit den durchschnittlichen pro-Kopf-Emissionen der Stadt Herne für Strom, Wärme und Verkehr

Die Ergebnisse zeigen, dass die Emissionen voneinander abweichen. In dem Stadtquartier Strünkede ergeben sich fast doppelt so viele pro-Kopf-Emissionen verglichen mit Pantringshof. Dies lässt sich über die strukturellen Unterschiede erklären: in Strünkede hat insbesondere die Verkehrsinfrastruktur mit 48% einen erheblichen Einfluss, da beispielsweise die dort vorhandenen Autobahnabschnitte sehr hohe Emissionen verursachen. Dieses Ergebnis liegt über dem Durchschnitt, da die Verkehrsemissionen in Deutschland durchschnittlich nur 19,4% der

Gesamtemissionen ausmachen (UBA 2022). Zudem spielen das Gebäudealter und die Wohn-dichte eine Rolle. So sind die Emissionen in älteren Stadtquartiere, so auch Strünkede, höher. Neben den pro-Kopf-Emissionen für Verkehr, Wärme und Strom werden auch die pro-Kopf-Emissionen für Regenwasser und Abwasser für die beiden Quartiere betrachtet (siehe Abbildung 12). Hier ist ein aufgeschlüsselter Vergleich mit Herne nicht möglich, da die zur Verfügung stehenden Daten für Herne nicht in die betrachteten Sektoren unterteilt sind. Da für die betrachteten Gebiete der Verkehr und Gebäudesektor klar dominieren, kann davon ausgegangen werden, dass dies für die Stadt Herne ebenfalls der Fall ist.

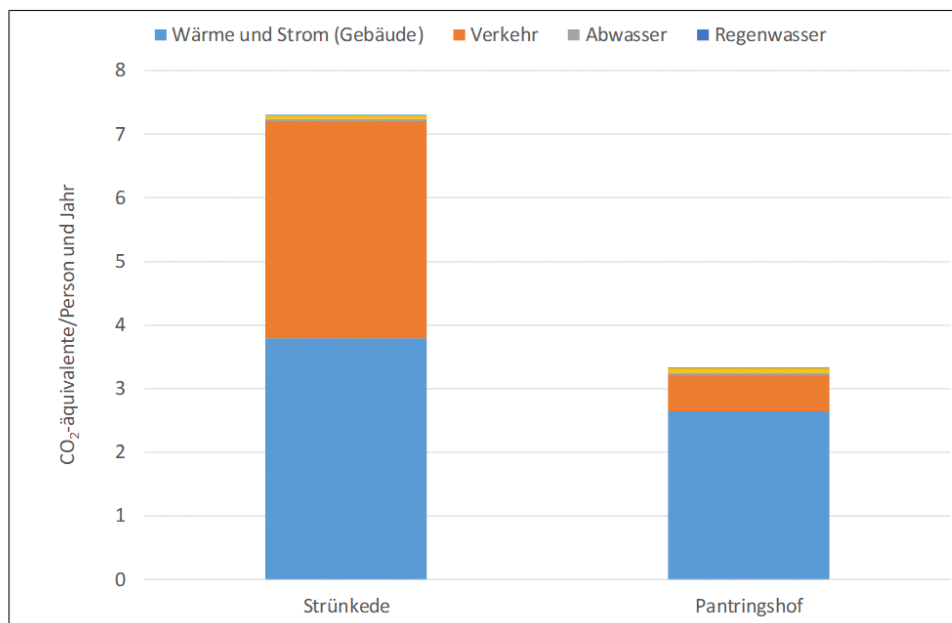


Abbildung 12. Pro-Kopf-Emissionen von Strünkede und Pantringshof (Ritzkowsky 2022) ergänzt durch die Emissionen der Abwasserbehandlung und der Regenwasserbewirtschaftung

Basierend auf Abbildung 12 lässt sich schließen, dass Verkehr, Wärme und Energie die zentralen Stellschrauben sind, um Klimaschutz in der Stadt voranzubringen. Für die Bereiche Energie, Niederschlagswasser und Schmutzwasser lassen sich basierend auf den Ökobilanzergebnissen Empfehlungen ableiten (Tabelle 3). Für den Verkehr ist dies nicht der Fall, da dieser Sektor im Projekt nicht analysiert wurde. Diese Empfehlungen bilden jedoch nicht dauerhaft den Stand der Forschung ab, sondern stellen eher eine Momentaufnahme der derzeitigen Situation unter Berücksichtigung des Standes der Technik dar.

Abschließend sollte noch erwähnt werden, dass für die, wie in Abbildung 12 erkenntlich, signifikanten Sektoren Verkehr und Wohnen keine Handlungsempfehlungen gegeben werden können, da hier keine Maßnahmen quantitativ evaluiert werden. Für zukünftige Forschungsprojekte werden solche Bewertungen empfohlen (Tabelle 3).

Tabelle 3. Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Quartiersentwicklung

Handlungsfeld	Empfehlung
Niederschlagswasser	Für dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen ergeben sich höhere Umweltauswirkungen im Vergleich zur zentralen Regenwasserableitung über Kanalsysteme. Eine Ausnahme bilden Maßnahmen, die einen hohen Stromverbrauch haben. Auf diese sollte zugunsten des Klimaschutzes verzichtet werden. Die Abwägung der Ziele Klimaschutz und Klimaanpassung bleibt Aufgabe der Planenden.
Schmutzwasser	Die Wärmerückgewinnung aus Grauwasser zeigt Potential zur Reduktion des thermischen Endenergiebedarfs, des Primärenergiebedarfs und der Treibhausgasemissionen auf. Allerdings hat das Grauwasserrecycling mit Wärmerückgewinnung ein erhöhtes Eutrophierungspotential, wenn überschüssiges behandeltes Grauwasser direkt ins Gewässer geleitet wird. Dieser Zielkonflikt kann vermieden werden, wenn das behandelte Grauwasser, das nicht zur Toilettenspülung oder andere Verbraucher benötigt wird, in das Kanalsystem geleitet wird. Für die Rückgewinnung von Dünger (Aurin) aus Urin von Trenntoiletten hängen die Ökobilanzergebnisse von der Menge an substituierten mineralischen Dünger und der Entlastung der bestehenden Abwasserinfrastruktur ab. Wenn eine Nachfrage nach Aurin besteht und dadurch andere Düngemittel ersetzt werden können, die eine höhere Umweltbelastung aufweisen, ist die Rückgewinnung von Aurin als Dünger ökobilanziell zu empfehlen. Können dagegen keine Abnehmenden gefunden werden, oder ist die Gewinnung des alternativen Düngers mit einer geringeren Umweltbelastung verbunden als die Gewinnung von Aurin, stellt sie eine zusätzliche Umweltbelastung dar. Für eine abschließende Bewertung einer Urinseparation müssten zusätzlich der reduzierte Energieverbrauch der Kläranlage durch geringere Stickstofffrachten im Abwasser sowie potentiell verringerte Lachgasemissionen miteinbezogen werden.
Energie	Für die Ausnutzung aller Potentiale urbaner Energiesystems ist eine ganzheitliche Optimierung nötig (multisektoral, räumlich, Dimensionierung und Betrieb, etc.). Dabei werden Methoden der Energiesystemmodellierung eingesetzt, die sowohl Kosten- als auch CO ₂ -Emissionen berücksichtigen. Um sicherzustellen, dass dabei keine anderen Umweltauswirkungen unverhältnismäßig ansteigen, empfiehlt sich weiterhin die Überprüfung geplanter Systeme mithilfe von Ökobilanzen. So kann beispielsweise eine Überdimensionierung von Batteriespeichern und dadurch stark ansteigende Werte der Toxizität und Eutrophierung identifiziert und vermieden werden.
Baustoffe	Für eine nachhaltige Quartiersentwicklung in Bezug auf Baustoffe sollten Bauwerke im Hoch- und Tiefbau möglichst lange genutzt werden. Da ältere Gebäude häufig eine schlechtere Energiebilanz in der Nutzung haben, müssen die Aufwendungen einer Sanierung, dem Rück- und anschließendem Neubau gegenübergestellt werden, um den gesamten Lebenszyklus zu berücksichtigen. Die Ergebnisse zeigen, dass Einfamilienhaussiedlungen eine höhere Ressourcenanspruchnahme haben. Neue Siedlungen sollten daher einen guten Kompromiss aus Verdichtung und Attraktivität bieten.

7.4 Ökonomie

Kommunen sind dazu verpflichtet ihre Planungsentscheidungen betriebs- und volkswirtschaftlich effizient zu gestalten. Transparente Kostenaufschlüsselungen können Argumentationshilfen sein und zur Entscheidungsfindung beitragen. Aus diesen Gründen wird die Ökonomie als dritte Säule in das Bewertungsverfahren integriert. Da im Projekt kein ökonomischer Fokus besteht, muss eine ökonomische Analyse von den städtischen Mitarbeitenden innerhalb des Planungsprozesses selbst durchgeführt werden. Diese können durch umweltökonomische Betrachtungen ergänzt werden.

8 Durchführung Bewertungsprozess

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebene Bewertungssystematik ermöglicht die Anwendung als Planungsinstrument in der Phase der strategischen Transformationsplanung eines Quartiers („Aufstellung RessourcenPlan“) sowie bei der Entscheidungsfindung im konkreten Planungsprozess („Umsetzung RessourcenPlan“).

Eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Anwendung des Planungsinstruments ist im Teil 3.1 des „Leitfaden RessourcenPlan“, der „Kurzanleitung RessourcenPlan“ enthalten.

IV. RessourcenPlan als rechtliches Instrument

Jan Niesten

9 Vorgehensweise

Die Entwicklung des RessourcenPlans als Rechtsinstrument erfolgte induktiv auf der Basis bestehender Rechtsstrukturen. Für die Herleitung wurden zwei Schritte durchgeführt. Erstens wurden Prämissen für die Integration des Ressourcenschutzes auf allen Rechtsebenen abgeleitet. Hierzu wurde eine Analyse der aktuellen Rechtsstrukturen des Klimaschutzes auf EU-, Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene durchgeführt. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse wurden zur Aufstellung von Prämissen für die Stärkung des Ressourcenschutzes genutzt. Zweitens wurde die Implementierung des Ressourcenschutzes durch vorhandene Instrumente innerhalb kommunaler Strukturen aufgezeigt. Dazu wurden bestehende formelle und informelle Instrumente hinsichtlich (i) des Einflusses auf die Ressourcen, (ii) der Relevanz von Eigentumsverhältnissen, (iii) der Eignung bei unterschiedlichen Lebenszykluszuständen (neu/bestehend) sowie (iv) der Rechtsverbindlichkeit evaluiert.

10 Erarbeitung von Prämissen für die Integration des Ressourcenschutzes auf allen Rechtsebenen⁵

Für die Integration des Ressourcenschutzes auf allen Rechtsebenen wurden Prämissen abgeleitet. Hierzu wurde eine Analyse der aktuellen Rechtsstrukturen des Klimaschutzes von der EU- bis zur kommunalen Ebene durchgeführt. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse konnten zur Aufstellung von Prämissen für die Stärkung des Ressourcenschutzes genutzt werden.

10.1 Analyse aktueller rechtlicher Strukturen des Klimaschutzes als vergleichbarer Megatrend zum Ressourcenschutz

Der Ressourcenschutz als globale Herausforderung ist vergleichbar mit dem Klimaschutz. Beides reduziert die globale Relevanz zu Fragestellungen auf Ebene der Stadtplanung. Der Klimaschutz wurde in den letzten Jahrzehnten zunehmend in rechtliche Strukturen integriert. Die wichtigsten Meilensteine sind nachfolgend zusammengefasst.

Startpunkt für eine intensivere Auseinandersetzung mit dem menschengemachten Klimawandel bildet die Verabschiedung der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC) von 1992 in Rio de Janeiro (UNFCCC 1992). Das auf völkerrechtlicher Ebene 1997 beschlossene

⁵ Dieses Kapitel ist bereits in englischer Sprache unter Hörnschemeyer et al. (2022) erschienen.

Kyoto-Protokoll operationalisiert die UNFCCC, indem es die internationale Staatengemeinschaft dazu verpflichtet die Treibhausgasemissionen zu begrenzen (UNFCCC 1997). Das Pariser Klimaschutzabkommen von 2015 hat zum Ziel den Anstieg der Erderwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Die EU und damit auch die Bundesregierung als Mitgliedstaat verpflichten sich, die THG-Emissionen bis 2030 um mind. 55% (gegenüber 1990) zu senken (EU 2015).

Diese grundsätzlichen nationsübergreifenden Übereinkünfte spiegeln sich in den Verträgen und Gesetzgebungen auf EU- sowie Bundesebene wider.

Auf primärrechtlicher Ebene der EU hebt der Vertrag von Lissabon die Bekämpfung des Klimawandels explizit als Ziel der europäischen Umweltpolitik hervor (EU 2008).

Mit dem Klima und Energiepaket 2020 wurde 2009 eine Reihe von Gesetzen verabschiedet, die sicherstellen sollen, dass die EU ihre Klima- und Energieziele für 2020 erreicht. Zu den Zielen gehören eine Minderung der THG-Emissionen um 20%, eine EU-Stromerzeugung zu 20% aus erneuerbaren Energien und eine Verbesserung der Energieeffizienz um 20% (EU 2020). Hauptbestandteile sind der europäische Emissionshandel (ETS) als dem zentralen Instrument zur Umsetzung der Verpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll sowie die Effort Sharing Entscheidung (ESD), welche 2018 durch die Effort Sharing Regulation (ESR) abgelöst wurde (EU 2021).

In einer 2009 verfassten Schlussfolgerung steckt sich die EU das Ziel die THG-Emissionen bis 2050 um 80 - 95 % (gegenüber 1990) zu senken (EU 2009). Dieses Ziel übt keine unional rechtlich bindende Kraft aus, die Bundesregierung hat 2010 jedoch ihre Ziele für 2050 in Anlehnung an die Ziele der EU formuliert (BMW/ BMU 2010). In 2018 verschärfte die EU-Kommission ihr Ziel und legte die langfristige Strategie einer klimaneutralen EU bis 2050 vor (EU 2018).

Hieran schließt sich der 2019 veröffentlichte European Green Deal an, der einen Fahrplan für die EU-weite Treibhausgas-Neutralität bis 2050 sowie eine Abkopplung des Wirtschaftswachstums von der Ressourcennutzung aufzeigt (EU 2019). Im Juli 2021 trat das europäische Klimagesetz in Kraft, das die formulierten Ziele gesetzlich verankert.

Auf Bundesebene beschloss die Regierung 2007 das integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP), welches 29 Maßnahmen vor allem zugunsten mehr Energieeffizienz sowie mehr erneuerbaren Energien beinhaltet (BMW 2007). In diesem wird ebenfalls dargelegt, wie die Bundesregierung das Treibhausgasminderungsziel von 40% bis 2020 gegenüber 1990 erreichen möchte. Wie bereits erwähnt, legte die Bundesregierung in ihrem Energiekonzept 2010 das langfristige Ziel einer Senkung der THG-Emissionen bis 2050 um 80% bis 95% (gegenüber 1990) fest (BMW/ BMU 2010). Zu beachten ist, dass dieses Minderungsziel als politische

Absichtserklärung anzusehen ist und nicht als rechtsverbindliche Vorgabe. Mit dem Förderprogramm der Kommunalrichtlinie innerhalb der Nationalen Klimaschutzinitiative unterstützt die Bundesregierung seit 2008 Kommunen dabei, ihre Treibhausgase zu reduzieren und Klimaschutzmaßnahmen auf kommunaler Ebene umzusetzen. Gleichzeitig erfolgt ein Wissenstransfer von der Bundes- und Landesebene auf die kommunale Ebene (BMWK o. J.).

2011 leitete die Bundesregierung die Energiewende mit sechs neuen Gesetzen ein (1. Ausstieg Kernenergie, 2. Novelle EEG, 3. EnWGÄndG, 4. NABEG, 5. Energie- und Klimafonds, 6. Stärkung der klimagerechten Entwicklung (BauGB)) (Die Bundesregierung 2011).

Im Jahr 2016 verabschiedete das Bundeskabinett den Klimaschutzplan 2050, der die klimaschutzpolitischen Grundsätze und Ziele der Bundesregierung aufzeigt. In diesem wird eine Minderung der THG-Emissionen bis 2030 um 55% (gegenüber 1990) sowie eine weitgehende Treibhausgasneutralität bis 2050 angestrebt. Zudem enthält er konkrete Leitbilder für die einzelnen Sektoren (Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft) mit definierten Zielen und Maßnahmen bis zum Jahr 2050 (BMUV 2016).

2019 wurde das Bundes-Klimaschutzgesetz beschlossen. Zweck dieses Gesetzes ist zum einen die gesteckten nationalen Klimaschutzziele zu erreichen sowie zum anderen die Einhaltung der europäischen Zielvorgaben zu gewährleisten. Mit der Entscheidung des Bundesverfassungsgerichts im Jahr 2021 wurde festgehalten, dass die Regelungen des Bundes-Klimaschutzgesetzes in Teilen nicht mit den Grundrechten vereinbar sind. Es fehlen hinreichende Maßgaben für die Minderung der Emissionen ab dem Jahr 2031 (BVerfG 2021). Darauf folgend wurde das Klimaschutzgesetz von der Bundesregierung angepasst. Es sieht eine Minderung der Treibhausgasemissionen von mindestens 65% bis zum Jahr 2030 und eine Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045 vor.

Das deutsche Klimaschutzrecht weist seit 2019 zwar ein übergreifendes Gesetz zur Erfüllung der nationalen Klimaschutzziele auf, die Ausgestaltung zur Umsetzung der jährlichen Minderungsziele der einzelnen Sektoren gibt das Gesetz jedoch nicht vor. Die Aufgabe des Klimaschutzes besteht somit in vielen Umwelt- und Wirtschaftsbereichen, die über eine Vielzahl an fachgesetzlichen Instrumenten verfügen. Beispiele für diese Instrumente sind u.a. die Verordnung Nr. 443/2009 zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Pkws im Verkehrssektor (EG), das Erneuerbare-Energien-Gesetz im Energiesektor (EEG), das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) im Industriesektor oder das Gebäudeenergiegesetz (GEG) im Gebäudesektor. Bei der Vielzahl an Instrumenten ist eine Abstimmung untereinander zugleich erforderlich.

Auf Landesebene wurde 2011 in Nordrhein-Westfalen das Klimaschutz-Start-Programm mit 22 Einzelmaßnahmen in zehn Themenfeldern beschlossen (MULNV NRW 2011). 2013 trat das Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen in Kraft. Dieses sieht

eine Reduzierung der THG-Emissionen bis 2020 um 25% (gegenüber 1990) und um 80% bis 2050 vor. Die Landesregierung ist verpflichtet, ihre Handlungsmöglichkeiten zu nutzen, um die landesweiten Klimaschutzziele zu erreichen.

2015 wurde ein Klimaschutzplan von der Landesregierung vorgelegt. Er enthält 220 Maßnahmen zu Klimaschutz und Klimafolgenanpassung und soll Kommunen, Wirtschaft sowie Bürgerinnen und Bürger bei der Umsetzung dieser Maßnahmen unterstützen (MULNV NRW 2015). Im Jahr 2021 trat das Gesetz zur Neufassung des Klimaschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen in Kraft. Wie auch auf Bundesebene sollen in NRW bis zum Jahr 2030 die THG-Emissionen um mindestens 65 % reduziert werden und bis zum Jahr 2045 eine Treibhausgasneutralität erreicht werden.

Auf der kommunalen Ebene kommt der städtebaulichen Planung eine erhebliche Bedeutung zu, da sie lokal langfristige Weichen hinsichtlich Art und Maß der baulichen Nutzung stellt. Mit der Novellierung des Baugesetzbuches im Jahr 2011 wurde der Klimaschutz und die Erhöhung der Widerstandsfähigkeit der Kommunen gegenüber den Folgen des Klimawandels vom Bundesgesetzgeber als Grundsätze in die Bauleitplanung eingefügt (§ 1 Abs. 5 BauGB). Kommunen sind dazu angehalten, bei der Aufstellung von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen eine besonders sorgfältige Abwägung in Bezug auf die klimatischen Auswirkungen vorzunehmen. Gleichzeitig hat der Klimaschutz keinen Vorrang gegenüber anderen Belangen der Bauleitplanung. Verschiedene formelle und informelle Instrumente der Stadtplanung bieten zudem die Möglichkeit, den Klimaschutz stärker in der Kommune zu verankern. Vorhabenbezogene Bebauungspläne ermöglichen es bspw. im Rahmen eines konkreten Bauvorhabens, bauliche Standards zu vereinbaren, die über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen. In Satzungen können zudem bspw. Festlegungen hinsichtlich eines Anschluss- und Benutzungszwangs für vorhandene oder geplante Nah- bzw. Fernwärmenetze erfolgen.

Zusammenfassend zeigt die Analyse der rechtlichen Ausgestaltung des Klimaschutzes in den letzten Jahren eine zunehmende Stärkung auf internationaler und nationaler Ebene. Sowohl die EU als auch Deutschland haben ihre THG-Reduktionsziele stetig erhöht und sich verpflichtet bis spätestens 2050 treibhausgasneutral zu werden. Gleichzeitig wurden internationale und nationale Gesetze verabschiedet, die die Ziele stärken. Darüber hinaus bilden die vielfältigen Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene die Grundlage für die Förderung des Klimaschutzes in der Kommune. Der Klimaschutz kann daher als ein gutes Beispiel angesehen werden, um den Ressourcenschutz auf internationaler und nationaler Ebene rechtlich zu stärken, durch geeignete Maßnahmen national zu fördern und die kommunale Ebene handlungsfähiger zu machen.

Zusammenfassend lassen sich aus der empirischen Fallstudie zu rechtlichen Ausgestaltungen des Klimaschutzes folgende Lehren für den Ressourcenschutz ableiten:

- Konsequente Integration des Ressourcenschutzes in alle Rechtsquellen;
- Enge Abstimmung zwischen den einzelnen ressourcenbezogenen Rechtsquellen;
- Entwicklung einer Strategie zum Ressourcenschutz und Erarbeitung von Handlungsempfehlungen auf Bundes- und Landesebene zur Förderung des Ressourcenschutzes auf kommunaler Ebene;
- Wissenstransfer von der Bundes- und Landesebene auf die kommunale Ebene.

10.2 Stärkung der rechtlichen Strukturen des Ressourcenschutzes

Die derzeitigen Strukturen des Ressourcenschutzes lassen sich wie folgt kurz beschreiben: In den verschiedenen Vereinbarungen, Verträgen und Gesetzen der unterschiedlichen politischen Ebenen findet der Ressourcenschutz zum Teil bereits Berücksichtigung. Auf EU-Ebene ist im Vertrag von Lissabon in Art. 191 AEUV die Rede von der umsichtigen und rationellen Nutzung natürlicher Ressourcen (EU 2008). Auch der European Green Deal erwähnt eine Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Ressourcenverbrauch (EU 2019). Auf Bundesebene wird das Thema Ressourcenschutz im Ressourceneffizienzprogramm der Bundesregierung (ProgRess) behandelt (BMUV 2020). Die Aspekte des nachhaltigen Bauens und der nachhaltigen Stadtentwicklung werden immer wichtiger. Auf regionaler Ebene misst das Klimaschutzgesetz des Landes Nordrhein-Westfalen in § 4 Abs. 4 der Steigerung des Ressourcenschutzes sowie der Ressourcen- und Energieeffizienz und der Energieeinsparung besondere Bedeutung bei.

Aus den Erkenntnissen zur rechtlichen Struktur des Klimaschutzes lassen sich folgende Aspekte ableiten, die es im Ressourcenschutz zu stärken gilt:

- *Konsequente Integration:* Das Ziel des Ressourcenschutzes sollte in allen Rechtsquellen aufeinander aufbauend auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene gesetzlich verankert werden. Die Ebene der Operationalisierung ist schließlich die kommunale Ebene, auf der in verschiedenen Handlungssträngen und -verfahren der Ressourcenschutz im Rahmen der Quartierstransformation umgesetzt wird. Zudem muss der Ressourcenschutz stärker in bestehende Verfahren auf Quartiersebene integriert werden. In der Stadtplanung gibt es verschiedene Möglichkeiten den Ressourcenschutz und die Ressourceneffizienz stärker zu integrieren. Ähnlich dem Klimaschutz könnte in § 1 Abs. 5 BauGB der Ressourcenschutz als Grundsatz in die Bauleitplanung aufgenommen werden.
- *Enge Abstimmung:* Für eine effektive Anwendung ist eine enge Abstimmung zwischen den einzelnen ressourcenbezogenen Rechtsquellen notwendig. Darüber hinaus sollen neue, zusätzliche Verfahren im Rahmen der Bauleitplanung vermieden werden, um

personelle und finanzielle Ressourcen auf kommunaler Ebene zu schonen. Da die Aufgabe des Ressourcenschutzes in vielen Umwelt- und Wirtschaftsbereichen besteht, sollte auch versucht werden, die bestehenden Gesetze ressourcenschutzgerecht weiterzuentwickeln.

- *Handlungsempfehlungen:* Die geforderte Steigerung der Ressourceneffizienz sollte durch einen Ressourcen(schutz)plan auf Bundes- und Landesebene ähnlich dem Klimaschutzplan umgesetzt werden. Der Ressourcen(schutz)plan gibt Zielvorgaben aus, zeigt die Mittel- und Langfriststrategie auf und dient als inhaltliche Orientierung für alle Handlungsfelder. Er enthält keine Verpflichtungen für die Kommune, empfiehlt aber eine Vielzahl von Maßnahmen und unterstützt möglichst beim Prozess der Umsetzung durch Förderangebote. Der auf kommunaler Ebene durch integrative Betrachtung erarbeitete Ressourcenplan dient der Entscheidung über konkrete Maßnahmen zur Ressourceneffizienz. Dies gewährleistet eine langfristige Resilienz sowie Fortschreibbarkeit und ermöglicht es sich den ortsspezifischen Voraussetzungen auf Quartiersebene anzupassen.
- *Wissenstransfer:* Zusammen mit den Handlungsempfehlungen und Förderangeboten soll ein organisierter Wissenstransfer zu den Folgekosten des Ressourcenverbrauchs zugänglich gemacht werden. Der Ansatz der Ökosystemleistungen ist hierbei explizit zu nennen. Zugleich gilt es u.a. in Schulungen das Thema der Ökobilanzierung zu vermitteln, um aufzuzeigen, dass eine lokale Maßnahmenumsetzung auch immer eine globale Dimension hat, die es zu berücksichtigen gilt.

11 Umsetzung des RessourcenPlans in kommunalen Strukturen⁶

Im Rahmen des RessourcenPlans sollen mittels der kommunalen Planungsinstrumente die abgeleiteten Lösungsstrategien und Planungsziele umgesetzt werden. Um mögliche rechtliche Umsetzungsoptionen aufzuzeigen, wurde eine Analyse formeller und informeller städtebaulicher Instrumente durchgeführt. Die kommunalen Instrumente wurden dabei hinsichtlich des (i) Ressourceneinflusses, (ii) der Eigentumsrelevanz, (iii) der Eignung nach Lebenszyklusstatus (Neubau/ Bestand) und (iv) der Rechtsverbindlichkeit untersucht. Die Ergebnisse werden in Tabelle 4 zusammengefasst.

⁶ Dieses Kapitel ist bereits in englischer Sprache unter Hörnschemeyer et al. (2022) erschienen.

Die Kommunen verfügen über eine Vielzahl verschiedener bereits bestehender rechtlicher Instrumente. Das Maß der möglichen Einflussnahme auf die Ressourcen ist jedoch unterschiedlich, da die städtischen Instrumente unterschiedliche Wirtktiefen und Verbindlichkeiten aufweisen. Ein wirksamer Ressourcenschutz kann somit nur durch das Zusammenspiel von informellen und formellen stadtplanerischen Instrumenten erfolgen, wobei der Instrumentenmix immer abhängig von den kommunalen Rahmenbedingungen ist. Zu nennen sind hierzu u.a. das Eigentumsverhältnis, Bestand oder Neubau, Größe und Lage der Fläche sowie vorhandene Akteure.

Der Bebauungsplan (1) hat als formelles Instrument die Möglichkeit ressourcenrelevante Aspekte, z.B. im Bereich der Energie- oder Wasserwirtschaft, rechtsverbindlich zu regeln. Zugleich ist der Ressourcenschutz bisher jedoch kein Grundsatz der Bauleitplanung und damit auch kein Gegenstand der Bauordnung (§ 1 BauGB). Das städtebauliche Entwicklungskonzept (2) als informelles Instrument kann hierbei als Vorstufe dienen, um ressourcenrelevante Aspekte zu adressieren. Dieses Instrument ist jedoch nicht rechtlich bindend. Vorhabenbezogene Bebauungspläne (3) sind ein sinnvolles Instrument, um Maßnahmen zum Ressourcenschutz direkt mit dem Investor einer Fläche zu vereinbaren. Die Ressourcen Wasser, Energie, Fläche und Baustoffe können direkt angesprochen werden und der Plan ist rechtsverbindlich.

Darüber hinaus haben städtebauliche Instrumente wie die Konzeptvergabe (4) oder der städtebauliche Vertrag (5) ebenfalls einen größeren Handlungsspielraum, um den Ressourcenschutz bei gleichzeitiger Gewährleistung von Rechtssicherheit positiv zu beeinflussen. Während bei der Konzeptvergabe die Kommune Eigentümerin der Fläche ist, sind bei einem städtebaulichen Vertrag die Grundstücke zumeist im Privatbesitz.

Informelle Planwerke mit verwandten Themen wie das Integrierte Klimaschutzkonzept oder der Masterplan Nachhaltige Mobilität (6) dienen als inhaltliche Orientierung und Grundlage für die Umsetzung von spezifischen Maßnahmen in der Stadt. Ein Masterplan zum Ressourcenschutz würde die städtische Strategie und Zielsetzung zum Thema aufzeigen und es stärker in den Fokus des städtischen Handelns rücken. Gleichzeitig können die einzelnen Ressourcen direkt adressiert und Handlungsempfehlungen ausgegeben werden.

Die Auswahl eines geeigneten Instruments oder eines Instrumentenmixes hängt immer von den kommunalen Rahmenbedingungen ab. Wie sich bereits gezeigt hat, stellt das Eigentumsverhältnis einer Fläche ein entscheidendes Kriterium dar. Zugleich erfordern der Bestand sowie der Neubau zuweilen unterschiedliche Instrumente. Gerade bei Bestandsgebäuden im Privatbesitz ist die Auswahl an Instrumenten eingeschränkt. Aufgelegte Förderprogramme (7) oder Beratungsangebote (8) können hierbei den Ressourcenschutz gezielt ansprechen und somit einen positiven Einfluss haben.

Die Analyse zeigt, dass auf kommunaler Ebene bereits verschiedenste formelle und informelle Instrumente vorhanden sind, um die Ressourcen gezielt zu adressieren. Obwohl weitere rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden sollten, um den Ressourcenschutz zu fördern, kann die Ressourcenplanung bereits durch diese städtebaulichen Instrumente positiv beeinflusst werden. Bei der Auswahl der Instrumente sind die jeweiligen Rahmenbedingungen immer zu berücksichtigen (Tabelle 4).

Tabelle 4. Umsetzung des RessourcenPlans in kommunalen Strukturen

ID	Instrument	Ressourceneinfluss ^{1,2}				Eigentumsrelevanz	Neubau/ Bestand	Rechtsverbindlichkeit
		W	B	E	F			
(1)	Bebauungsplan	++	o	++	++	nicht vorhanden	nicht relevant	ja
(2)	städtebauliches Entwicklungskonzept	++	+	++	++	vorhanden; z. B. Zwischenerwerb von Grundstücken durch die Kommune	relevant; Neubau wird bevorzugt adressiert	nein
(3)	vorhabenbezogener Bebauungsplan	++	+	++	++	vorhanden; ein Investor ist zumeist der Eigentümer	relevant; Neubau wird bevorzugt adressiert	ja
(4)	Konzeptvergabe	++	++	++	++	vorhanden; die Kommune ist Eigentümerin des Grundstücks	relevant; Neubau wird bevorzugt adressiert	ja (Vertrag)
(5)	städtebaulicher Vertrag	++	o	++	++	vorhanden; das Grundstück ist zumeist im Privatbesitz	relevant; Neubau wird bevorzugt adressiert	ja
(6)	Masterplan	++	++	++	++	nicht vorhanden	nicht relevant	nein
(7)	Förderprogramm	+	+	+	+	vorhanden; Privateigentümer werden zumeist angesprochen	Relevant; Bestand wird bevorzugt adressiert	nein
(8)	Beratung	+	+	+	o	vorhanden; Privateigentümer werden zumeist angesprochen	nicht relevant	nein

¹ Ressourcenabkürzung: W=Wasser, B=Baustoffe, E=Energie, F=Fläche

² Skala: o = gering, + = mittel, ++ = groß

V. Beteiligungsprozesse zur Aufstellung des RessourcenPlans

Rüdiger Wagner

12 Empfehlungen für Beteiligungsprozesse

Beteiligung in Prozessen und Projekten des Ressourcenschutzes ist dann erfolgreich, wenn es gelingt, das vergleichsweise komplexe Thema auf greifbare Auswirkungen in Bezug auf die Lebensrealität der Bewohner:innen der betreffenden Quartiere und Stadtteile herunterzubrechen – dies gilt insbesondere für die Zielgruppe der Gebäudeeigentümer:innen ohne spezifischen fachlichen Background, aber mit persönlicher Betroffenheit bei allen Maßnahmen der Flächen- und Ressourceneffizienz im Quartier. Bei den Fachleuten der planenden Verwaltung ist wiederum entscheidend, wie sich Projekte der Ressourceneffizienz mit den bereits eingesetzten Planungsinstrumenten sinnvoll verzahnen und mit vertretbarem Ressourceneinsatz umsetzen lassen. Die folgenden Kapitel geben projektorientierte Empfehlungen für zielorientierte Beteiligungsmöglichkeiten und -formate rund um Ressourcenschutz im Quartier.

Das Quartier als Maßstab

Ein Quartier stellt einen städtebaulich funktionalen und sozialen Raum unterhalb der Stadtteilbene dar, der in jeder Kommune individuell definiert werden kann. Jedes Quartier hat seine individuellen Eigenarten, die sich zunächst räumlich durch allgemeine städtebauliche Zusammenhänge oder denkmalpflegerische, baukulturelle oder wohnungswirtschaftliche Besonderheiten und Charakteristika in Bezug auf die Flächennutzung auszeichnen. Hier bietet sich zuständigen Planungsbehörden der Kommunen und Gebietskörperschaften die Chance, städtebaulichen Erneuerungsbedarf, wohnungswirtschaftliche Problemlagen oder politische Ziele zur Stadt- oder Dorfentwicklung mit Potenzialen des Ressourcenschutzes und der Flächeneffizienz zu verbinden.

Chancen für die Ressourceneffizienz im Quartier entstehen, wenn Projekte im Quartier immer gemeinsam mit möglichen Effekten für Ressourcen- und Klimaschutz sowie Klimafolgenanpassung gedacht werden. Integrierte ressortübergreifend erarbeitete Konzepte bilden nicht nur eine zentrale Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für jede Kommune. Sie bieten die Chance, den Menschen in den Quartieren eine Aussicht auf die konkrete Verbesserung von Lebensqualität am Wohnort in Aussicht zu stellen. Dazu gehören neben den Perspektiven des baulichen Klimaschutzes durch Ertüchtigung von Gebäuden auch die räumliche Klimafolgenanpassung und deren Auswirkungen auf die öffentlichen Räume, der Erhalt und die Fortentwicklung von Gebäuden und Orten mit historischer Identität bis hin zu klimaschonender Mobilität.

Beteiligungsfahrplan aufstellen

Für eine erfolgversprechende Beteiligung in Projekten der Ressourceneffizienz im Quartier – besonders in der Phase der Konzeptentwicklung – ist es hilfreich, in einem möglichst fach-

übergreifenden Projektteam zu Beginn des Prozesses inhaltliche und organisatorische Leitplanken zu definieren. Im Sinne eines Beteiligungsfahrplans sollten grundsätzliche Fragen beantwortet werden: Welches sind die kommunalen Ziele für die Ressourceneffizienz, und welche Erwartungen gibt es an die Beteiligung? Welche Beteiligungsformate wurden im Quartier, aber auch gesamtkommunal bereits durchgeführt, und mit welchem Ergebnis? Gibt es positive Entwicklungen, aber auch negativ besetzte Themen im Quartier? Welche Ressourcen, Orte und Medien stehen zur Verfügung und können in der Bürgerbeteiligung genutzt werden? Ein Beteiligungsfahrplan ist keine starre Vorgabe, sondern vielmehr eine dynamische Arbeitshilfe.

Den Kreis der Akteure schrittweise erweitern

Prozesse der Flächen- und Ressourceneffizienz im Quartier starten häufig mit analytischen ersten Schritten der Datenerfassung und räumlicher Grundlagenerhebung. Die Ziele, mögliche Ergebnisse und letztendlich die konkreten Beteiligungsangebote sind zu Beginn des Prozesses oft noch nicht hinreichend geschärft. Oft gelingt es daher in dieser Prozessphase noch nicht, die Bewohnerinnen und Bewohner der Quartiere zur Teilnahme an Veranstaltungen und Beteiligungsformaten zu bewegen, da der Bezug zum Thema Ressourceneffizienz fehlt. Die wenigen lokalen Teilnehmer bleiben nach Informationsveranstaltungen oft etwas ratlos zurück, da die Relevanz des Themas und die eigenen Möglichkeiten und Chancen noch nicht klar werden.

Es ist daher empfehlenswert, die Beteiligung der lokalen Akteure und Zielgruppen schrittweise zu beginnen und – neben den kommunalen Projektmachern aus planender Verwaltung und Klimaschutzstellen – mit den relevanten Personenkreisen für das Thema zu starten. In geeigneten Werkstattformaten werden gemeinsame Ziele und Handlungsfelder (Beispiele: Freiraumgestaltung im Quartier, Entsiegelung, Umgang mit der Ressource Wasser etc...) definiert und erste Angebote und Lösungen erarbeitet – erst dann beginnt die Bürgerbeteiligung vor Ort mit dem Fokus auf konkreten Handlungsmöglichkeiten. Die Beispiele: Welche kommunalen Angebote sind zukünftig sinnvoll? Wie lässt sich bürgerschaftliches Engagement stärken und die Lebensqualität im Quartier verbessern? Wo benötigt das Thema Ressourceneffizienz evtl. auch restriktive Maßnahmen?

Die ersten konzeptionellen Schritte in kleiner und fachlich geprägter Runde zu gehen, bedeutet jedoch nicht, die Ziele und Erfahrungen der betroffenen Bewohnerinnen und Bewohner im Quartier zu ignorieren: Über die Einbindung bürgerschaftlicher Multiplikatoren in die Fachworkshops, frühzeitige Öffentlichkeitsarbeit und flankierende Formate der Bürgerbefragung lässt sich die breite und aktive Teilnahme der Bürgerschaft in Projekten der Ressourceneffizienz gezielt vorbereiten.

Sinnvoller erster Schritt ist die Aufstellung eines Akteurskatasters, welches die relevanten Unternehmen und Institutionen sowie deren Ansprechpartner benennt, nach grundlegenden Kategorien sortiert und im gesamten Prozess fortgeschrieben wird. Dabei kann ein Akteurskataster auch schrittweise um engagierte bürgerschaftliche Vertreter aus den Zielgruppen im Quartier erweitert werden, wenn diese motiviert und bereit sind, im Umsetzungsprozess eine sichtbare Rolle zu spielen.

Ein Akteurskataster ist dabei mehr als eine bloße Kontaktliste, sondern dient dazu, die Akteurslandschaft im Quartier mit deren Zielen, Motiven und Handlungsmöglichkeiten im Prozess zu erfassen und zu einem schlagkräftigen Netzwerk für die Umsetzungsphase zu bündeln. Das Werkzeug erleichtert es so auch, mögliche Zielkonflikte im Quartier zwischen kommunalen, gewerblichen und bürgerschaftlichen Akteuren frühzeitig zu erkennen und zu entschärfen. Es unterstützt darüber hinaus die Transparenz der Beteiligungsprozesse und hilft auch ganz praktisch bei der ressourcenschonenden Organisation und dem Management der Veranstaltungen.

Die nächsten Unterkapitel formulieren eine Reihe von ergänzenden Empfehlungen für Beteiligungsformate im Quartier, welche sich insbesondere für die Beteiligung in Prozessen der Ressourceneffizienz eignen – die „klassischen“ Veranstaltungsformen (Bürgerversammlung etc.) werden dabei bewusst nicht aufgeführt.

13 Beteiligungsformate

13.1 Formate der Fachbeteiligung

Projektwerkstätten

Um Schlüsselprojekte der Ressourceneffizienz im Quartier vorzubereiten und geeignete Projektpartner zu suchen, empfehlen sich Projektwerkstätten als geeignetes Format. Die Werkstätten richten sich an lokale und regionale Institutionen, Unternehmen, Start-ups und organisierte Akteure der Bürgergesellschaft, die Projekte und Projektideen zu quartiersrelevanten Themen gemeinsam weiterentwickeln möchten. Im moderierten Verfahren kann mit Methoden zur integrierten Projektkonkretisierung und der Geschäftsmodellentwicklung unterstützt werden. In den Projektwerkstätten geht es weniger um technische Lösungen, sondern vielmehr um die individuelle Umsetzung im Quartier und mögliche Betreibermodelle.

Kollegiale virtuelle Fallberatung

Das Format „Kollegiale virtuelle Fallberatung“ ist ein Format zur Wissensvermittlung und eignet sich besonders für innovative Themen und Prozess im kommunalen Kontext. Die Teilnehmer

der kollegialen Fallberatung beraten sich wechselseitig zu komplexen Projekten und entwickeln gemeinsam Lösungen im Umgang mit Stakeholdern und Projektakteuren. Das Format fördert das Lernen voneinander und unterstützt die Qualifizierung. Kollegiale Fallberatungen laufen in Gruppen von vier bis neun Mitgliedern nach einer klaren und transparenten Struktur ab. Die Teilnehmer wechseln sich als „Fallerzähler“, Moderator und Berater ab. Auf diese Weise hat jeder Teilnehmer die Chance, das sowohl eigene Probleme in der Gruppe zu lösen sowie die eigenen Fähigkeiten als Moderator/Berater zu üben und weiterzubilden. Der Ablauf gliedert sich in vier Phasen: Vorstellungsrunde, Kernfragen (Beispiel: 5 Folien/5 Minuten), Beratung und Abschluss/Wechsel. Für diesen Ablauf ergibt sich pro Fall ein Zeitrahmen von circa 30 min. Das Format eignet sich insbesondere auch für die Umsetzung im virtuellen Raum via Videokonferenz.

13.2 Formate Bürger:innenbeteiligung

Aufsuchende Beteiligung

Ergänzend zu klassischen Beteiligungsformaten wie beispielsweise Infoveranstaltungen im Bürgersaal des örtlichen Rathauses werden individuelle und zielgruppenspezifische Angebote der aufsuchenden Beteiligung empfohlen: Das Team der Konzeptentwicklung ist in Kooperation mit städtischen Akteuren vor Ort auf Märkten, Events und öffentlichen Plätzen präsent und gibt den Bürgern aller Milieus und Altersgruppen die Möglichkeit, sich ohne großen Aufwand direkt vor Ort zu ihren Themen und Wünschen rund um die energetische Quartierssanierung zu äußern.

Mitmachaktionen

In ausgewählten Stadträumen und Orten mit erkennbar hohem Bedarf und Handlungspotenzial in Bezug auf Ressourceneffizienz können kurzfristig umsetzbare Maßnahmen der aktivierenden Stadt- und Quartiersentwicklung gemeinsam mit der engagierten Bürgerschaft durchgeführt werden. Wichtig ist hier, das komplexe Thema Ressourceneffizienz auf sichtbare Themen mit Relevanz für die örtliche Bewohnerschaft herunterzubrechen. Die Bandbreite kann von informativen Spaziergängen über nachbarschaftliche Sanierungs-, Pflanz- und Aufräumaktionen bis hin zur Gründung langfristiger Quartiersinitiativen reichen. Die Mitmachaktionen können bereits gemeinschaftlich im Zuge der Projektwerkstätten vorbereitet werden.

13.3 Flankierende Formate

Medienstrategie

Die aktive Beteiligung im Quartier wird sinnvoll mit einer aktiven Medienarbeit flankiert. Erster Schritt ist es, frühzeitig gemeinsam mit den kommunalen Fachleuten für Presse- und Öffentlichkeitsarbeit in wenigen Stichpunkten eine Medienstrategie zu formulieren. Die genannten Verantwortlichen der kommunalen Öffentlichkeitsarbeit sind idealerweise – zumindest anlassbezogen – Teil des kommunalen integrierten Projektteams für die Ressourceneffizienz im Quartier.

Diese Medienstrategie listet Beteiligungsveranstaltungen und den damit jeweils verbundenen Nachrichtenwert als visuellen Zeitplan auf, benennt Kommunikationsziele sowie Medienkanäle und dient als Leitfaden für die kommunale Pressearbeit rund um die energetische Quartiersanierung.

Onlinepanel- und Fokusgruppenbefragungen

Flankierend zu der direkten Bürgerbeteiligung vor Ort können Onlinepanel- und Fokusgruppenbefragungen zu relevanten Themen der Stadt- und Quartiersentwicklung empfehlenswert sein. Dieses Werkzeug erlaubt es, die Diskussion um inhaltliche Schwerpunktthemen zu versachlichen, da eine vergleichsweise repräsentative Einschätzung der Bürgermeinung mit Berücksichtigung aller Zielgruppen möglich ist. Dies erfasst auch ausgewählte Vertreter von Zielgruppen und Milieus, die sich von den klassischen Beteiligungsformaten nicht angesprochen fühlen.

14 Fazit

Die klassischen Formate der Bürgerbeteiligung sind in Prozessen und Projekten der Ressourceneffizienz im Quartier nur bedingt einsetzbar, da das Thema durch eine hohe fachliche Komplexität geprägt ist, deren Relevanz für die eigene Lebensrealität sich den Zielgruppen vor Ort nicht immer erschließt. Zukünftig muss es darum gehen, diese Themen greifbarer in die Kommunikation zu bringen, um eine Betroffenheit bei den Bewohner:innen der Quartiere hervorzurufen und das Interesse an einer aktiven Teilhabe zu wecken – dies ist eine der zentralen Erkenntnisse aus dem Projekt R2Q in Bezug auf die Bürgerbeteiligung. Bei den kommunalen Fachzielgruppen geht es eher darum, das aktuell überwiegend noch in informellen Planungsprozessen behandelte Thema der Ressourceneffizienz im Quartier stärker in die formale Planung (Bauleitplanung etc.) zu integrieren.

VI. Anhang

Literaturverzeichnis

- Arendt, R., Bach, V., Finkbeiner, M. (2022a): „*Environmental costs of abiotic resource demand for the EU's low-carbon development*“. In: *Resources, Conservation and Recycling*. 180 , S. 106057, doi: 10.1016/j.resconrec.2021.106057.
- Arendt, R., Bach, V., Finkbeiner, M. (2022b): „*The global environmental costs of mining and processing abiotic raw materials and their geographic distribution*“. In: *Journal of Cleaner Production*. 361 , S. 132232, doi: 10.1016/j.jclepro.2022.132232.
- Arendt, R., Bachmann, T.M., Motoshita, M., Bach, V., Finkbeiner, M. (2020a): „*Comparison of Different Monetization Methods in LCA: A Review*“. In: *Sustainability*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute 12 (24), S. 10493, doi: 10.3390/su122410493.
- Arendt, R., Muhl, M., Bach, V., Finkbeiner, M. (2020b): „*Criticality assessment of abiotic resource use for Europe– application of the SCARCE method*“. In: *Resources Policy*. 67 , S. 101650, doi: 10.1016/j.resourpol.2020.101650.
- Baccini, P., Bader, H.-P. (1996): *Regionaler Stoffhaushalt Erfassung, Bewertung und Steuerung Peter Baccini und Hans-Peter Bader*. Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akademischer Verlag.
- BMUV (2020): *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm III – 2020 bis 2023. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.
- BMUV (2016): *Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung*. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.
- BMWi (2007): *Das Integrierte Energie- und Klimaprogramm (IEKP) der Bundesregierung*. Bundesministerium für Wirtschaft.
- BMWi/ BMU (2010): *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).
- BMWK (o. J.): „*Kommunalrichtlinie*“. Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Abgerufen 18.11.2022 von <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung/foerderprogramme/kommunalrichtlinie>.
- BVerfG (2021): *Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021*. Karlsruhe: Bundesverfassungsgericht.
- Cremer, A., Müller, K., Berger, M., Finkbeiner, M. (2020): „*A framework for environmental decision support in cities incorporating organizational LCA*“. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment*. 25 (11), S. 2204–2216, doi: 10.1007/s11367-020-01822-9.
- Die Bundesregierung (2011): „*Energiewende - die Gesetze*“. Abgerufen 24.05.2022 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/energiewende-die-gesetze-404298>.
- DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (Hrsg.) (2021): *DWA-Positionen: Wasserbewusste Entwicklung unserer Städte*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (DWA-Positionen).

- DWA (2017): *Wasserbilanz-Expert Handbuch*. (Software zum Arbeitsblatt DWA A-102) (DWA Software).
- DWA-A 100 (2006): *DWA-Regelwerk: Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-A 102-2/ BWK-A 3-2 (2020): *DWA-Regelwerk: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-A 272 (2014): *Grundsätze für die Planung und Implementierung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS)*. Hennef (Sieg): Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA).
- DWA-M 102-3/ BWK-M 3-3 (2021): *DWA-Regelwerk: Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer - Teil 3: Immissionsbezogene Bewertungen und Regelungen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- DWA-M 119 (2016): *DWA-Regelwerk: Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen*. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA).
- Emec, S., Bilge, P., Seliger, G. (2015): „*Design of production systems with hybrid energy and water generation for sustainable value creation*“. In: *Clean Technologies and Environmental Policy*. 17 (7), S. 1807–1829, doi: 10.1007/s10098-015-0947-4.
- EU (2018): *A Clean Planet for all. A European strategic long-term vision for a prosperous, modern, competitive and climate neutral economy*. Brüssel: Europäische Kommission.
- EU (2008): „*Article 191*“. In: *Official Journal of the European Union*. 115 , S. 0132–0133.
- EU (2019): *Der Europäische Grüne Deal*. Brüssel: Europäische Kommission (Mitteilung der Kommission).
- EU (2021): „*Fragen und Antworten – Lastenteilungsverordnung und Verordnung über Landnutzung, Forstwirtschaft und Landwirtschaft*“. Europäische Kommission. Abgerufen 09.12.2021 von https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3543.
- EU (2020): „*Klima- und Energiepaket 2020*“. Europäische Kommission. Abgerufen 09.12.2021 von https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2020-climate-energy-package_en.
- EU, Europäische Union (Hrsg.) (2009): „*Regulation (Ec) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO2 emissions from light-duty vehicles*“. In: *Official Journal of the European Union*.
- EU (2015): „*Übereinkommen von Paris*“. Europäische Kommission. Abgerufen 24.05.2022 von https://climate.ec.europa.eu/eu-action/international-action-climate-change/climate-negotiations/paris-agreement_de.

- Fuso Nerini, F., Tomei, J., To, L.S., Bisaga, I., Parikh, P., Black, M., Borrion, A., Spataru, C., Castán Broto, V., Anandarajah, G., Milligan, B., Mulugetta, Y. (2018): „*Mapping synergies and trade-offs between energy and the Sustainable Development Goals*“. In: *Nature Energy*. 3 (1), S. 10–15, doi: 10.1038/s41560-017-0036-5.
- Grates, M., Krön, A., Rößler, H. (2018): *Stadtquartiere: Rahmenbedingungen verstehen und Ausgangssituation erfassen [Urban neighborhoods: understanding framework conditions and capturing the initial conditions]*. (Nr. 1) Dortmund: Fachhochschule Dortmund, Forschungsinstitut Geragogik (Handbuchreihe „Ältere als (Ko-)Produzenten von Quartiersnetzwerken - Impulse aus dem Projekt QuartiersNETZ“).
- Hertle, H., Dünnebeil, F., Gebauer, C., Gugel, B., Heuer, C., Kutzner, F., Vogt, R. (2014): *Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgas- bilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland*. Heidelberg: ifeu.
- Hörnschemeyer, B., Söfker-Rieniets, A., Niesten, J., Arendt, R., Kleckers, J., Klemm, C., Stretz, C.J., Reicher, C., Grimsehl-Schmitz, W., Wirbals, D., Bach, V., Finkbeiner, M., Haberkamp, J., Budde, J., Vennemann, P., Walter, G., Flamme, S., Uhl, M. (2022): „*The ResourcePlan—An Instrument for Resource-Efficient Development of Urban Neighborhoods*“. In: *Sustainability*. 14 (3), S. 1522, doi: 10.3390/su14031522.
- ISO (2006a): *ISO 14040: Environmental management—life cycle assessment—Principles and framework*. Geneva, Switzerland: International Standard Organization.
- ISO (2006b): *ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines*. Geneva, Switzerland: International Standard Organization doi: 10.1007/s11367-011-0297-3.
- Jaccard, M. (2006): *Sustainable fossil fuels: The unusual suspect in the quest for clean and enduring energy*. Reprinted. Cambridge: Cambridge Univ. Press doi: 10.1017/CBO9780511754104.
- Klemm, C., Budde, J., Becker, G., Vennemann, P. (2022): „*The Spreadsheet Energy System Model Generator*“. Abgerufen 27.04.2022 von <https://spreadsheet-energy-system-model-generator.readthedocs.io/en/latest/>.
- Klemm, C., Wiese, F. (2022): „*Indicators for the optimization of sustainable urban energy systems based on energy system modeling*“. In: *Energy Sustainability and Society*. 12 (3), doi: 10.1186/s13705-021-00323-3.
- Kosmol, J., Kanthak, J., Herrmann, F., Golde, M., Alsleben, C., Penn-Bressel, G., Schmitz, S., Gromke, U., Umweltbundesamt (Hrsg.) (2012): *Glossar zum Ressourcenschutz*. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt Pressestelle.
- Lenk, C., Arendt, R., Bach, V., Finkbeiner, M. (2021): „*Territorial-Based vs. Consumption-Based Carbon Footprint of an Urban District—A Case Study of Berlin-Wedding*“. In: *Sustainability*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute 13 (13), S. 7262, doi: 10.3390/su13137262.
- Marquez-Ballesteros, M.-J., Mora-López, L., Lloret-Gallego, P., Sumper, A., Sidrach-de-Cardona, M. (2019): „*Measuring urban energy sustainability and its application to two Spanish cities: Malaga and Barcelona*“. In: *Sustainable Cities and Society*. 45 , S. 335–347, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.10.044>.

- MULNV NRW (2015): *Klimaschutzplan Nordrhein-Westfalen: Klimaschutz und Klimafolgenanpassung*. Düsseldorf: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- MULNV NRW (2011): *KlimaschutzStartProgramm der Landesregierung*. Düsseldorf: Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- Ritzkowsky, X. (2022): „Erstellung und Analyse einer Treibhausgas-Bilanz nach BSKO von zwei Stadtquartieren in Herne“. (Masterarbeit (unveröffentlicht)) Berlin: Technische Universität Berlin.
- Rosales Carreón, J., Worrell, E. (2018): „Urban energy systems within the transition to sustainable development. A research agenda for urban metabolism“. In: *Resources, Conservation and Recycling*. 132, S. 258–266, doi: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.004>.
- Rutledge, K., Ramroop, T., Boudreau, D., McDaniel, M., Teng, S., Sprout, E., Costa, H., Hall, H., Hunt, J., National Geographic Society (Hrsg.) (2011): „Urban area: An urban area is the region surrounding a city“.
- Sartorius, C., Hillenbrand, T., Levai, P., Nyga, I., Schulwitz, M., Tettenborn, F. (2016): *Indikatoren zur Bewertung alternativer Wasserinfrastrukturen im Projekt TWIST++*. (Arbeitspapier AP 5).
- Schnur, O., Gebhard, D. (2008): *Quartiersforschung: zwischen Theorie und Praxis [Neighborhood research: between theory and practice]*. 1. Aufl. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften (VS research. Quartiersforschung).
- Schütze, M., Wriege-Bechtold, A., Zinati, T., Söbke, H., Wißmann, I., Schulz, M., Vesper, S., Londong, J., Barjenbruch, M., Alex, J. (2019): „Simulation and visualization of material flows in sanitation systems for streamlined sustainability assessment“. In: *Water Science and Technology*. 79 (10), S. 1966–1976, doi: 10.2166/wst.2019.199.
- Söfker-Rieniets, A., Hörnschemeyer, B., Kleckers, J., Klemm, C., Stretz, C. (2020): „Mit Nutzenstiftung zu mehr Ressourceneffizienz im Quartier“. In: *Transforming Cities*. 2020 (4), S. 42–46.
- UBA (2022): „Treighausgas-Emissionen“. *Umweltbundesamt*. Abgerufen 28.06.2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>.
- UNFCCC (1997): *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Kyoto: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- UNFCCC (1992): *United Nations Framework Convention on Climate Change*. Rio de Janeiro: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).
- Vera, I., Langlois, L. (2007): „Energy indicators for sustainable development“. In: *Energy*. 32 (6), S. 875–882, doi: 10.1016/j.energy.2006.08.006.
- Zamzow, M., Seis, W., Hörnschemeyer, B., Matzinger, A. (2022): „Ein immissionsbasiertes Bewertungstool zur Berechnung des Potentials und zur konkreten Planung des Anschlusses urbaner Flächen an die Trennkanalisation“. In: EAWAG (Hrsg.) *Tagungsband Aqua Urbanica 2022 - Grün statt Grau*. Glattfelden.

Zhang, X., Lovati, M., Vigna, I., Widén, J., Han, M., Gal, C., Feng, T. (2018): „*A review of urban energy systems at building cluster level incorporating renewable-energy-source (RES) envelope solutions*“. In: *Applied Energy*. 230 , S. 1034–1056, doi: 10.1016/j.apenergy.2018.09.041.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.	Vorgehen zur Entwicklung des RessourcenPlans	6
Abbildung 2.	Quartiersdimensionen und Kontrollraum (Kartengrundlage Openstreetmap, lizenziert durch CC-BY-SA 2.0).....	7
Abbildung 3.	Übersichtsplan und Flächennutzung der Modellquartiere	8
Abbildung 4.	Ablaufschema Aufstellung und Umsetzung RessourcenPlan	10
Abbildung 5.	Säulen der Bewertungssystematik im RessourcenPlan	15
Abbildung 6.	Soll-Ist-Vergleich zur Bewertung der (Öko-)Systemleistungen im Quartier	17
Abbildung 7.	Bewertungsansatz für Schmutz- und Niederschlagswasser im Quartier	20
Abbildung 8.	Einordnung Bewertungssystematik im Handlungsbereich der Baustoffe.....	22
Abbildung 9.	Soll-Ist-Vergleich der lokal-funktionalen Bewertung.....	26
Abbildung 10.	Schritte zur Bewertung von Umweltauswirkungen der Stadtplanungsmaßnahmen und Bilanzierung der Treibhausgasemissionen der Quartiere	30
Abbildung 11.	Vergleich der pro-Kopf-Bilanzen von Strünkede und Pantringshof basierend auf Ritzkowsky (2022) mit den durchschnittlichen pro-Kopf-Emissionen der Stadt Herne für Strom, Wärme und Verkehr	31
Abbildung 12.	Pro-Kopf-Emissionen von Strünkede und Pantringshof (Ritzkowsky 2022) ergänzt durch die Emissionen der Abwasserbehandlung und der Regenwasserbewirtschaftung	32

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.	Ausgewählte Modellquartiere in der Stadt Herne	8
Tabelle 2.	Sektorale Definition der Ressourceneffizienz	16
Tabelle 3.	Handlungsempfehlungen zur nachhaltigen Quartiersentwicklung	33
Tabelle 4.	Umsetzung des RessourcenPlans in kommunalen Strukturen	44