

2 Urbane Metrik – Ein Messkonzept zur Physiognomie der Stadt

Martin Behnisch, Iris Lehmann, Ulrich Schumacher, Juliane Banse, Karin Gruhler

2.1	Begriffsbestimmung und Analysematrix.....	16
2.2	Wirkungszusammenhänge	21
2.3	Sinnstiftende Messgrößen und Indizes.....	25
2.4	Daten und Indikatoren im urbanen Kontext	32
2.5	Konstruktion des Siedlungskörpers	48
2.6	Visualisierung und Quantifizierung.....	50

2.1 Begriffsbestimmung und Analysematrix

Im Kontext eines Messkonzepts zur Physiognomie der Stadt nehmen Daten, Messgrößen und Bewertungsansätze eine Schlüsselposition ein.

Aufgrund der Verfügbarkeit neuer georeferenzierter Datenquellen haben sich in den vergangenen Jahren die Möglichkeiten zur Erforschung der physisch-strukturellen Eigenschaften von Stadt in Deutschland und Europa deutlich verbessert. Analysen können in größerer sachlicher und räumlicher Auflösung und zum Teil auch im zeitlichen Längsschnitt erfolgen. Genannt seien dazu Daten der Fernerkundung (European Programme Copernicus, EEA High Resolution Soil Sealing Layers, Global Urban Footprint u. a.), Daten aus supranationalen Monitoringsystemen (CORINE Land Cover, European Urban Atlas u. a.), amtliche Geobasisdatenbe-

stände (wie ATKIS oder ALK in Deutschland), wie auch nutzergenerierte Geodatenprodukte (Volunteered Geographic Information, z. B. Open Street Map). Mit solchen Datengrundlagen sind Auswertungen nicht mehr nur auf Ebene von administrativen Raumbezugssystemen möglich, sondern beispielsweise auch auf Ebene von flächennutzungsspezifischen Untersuchungseinheiten oder Rastermodellen.

Aufbauend auf dem verbesserten Datenangebot (vertiefend Abschnitt 2.4) zur Beschreibung von Stadt wird mit dem Begriff der urbanen Metrik ein mehrdimensionaler Untersuchungsansatz zur Physiognomie der Stadt bezeichnet. Der Untersuchungsansatz basiert auf Messgrößen, die explizit eine Beschreibung von räumlichen Strukturen, Formen und Mustern einer Stadt ermöglichen (Abschnitt 2.5: Konstruktion des Siedlungskörpers). Eine Analysematrix (Tab. 2.1.1), die sich in Zeilen und Spalten gliedert, ermöglicht die strukturierte Vorgehensweise bei der Eigenschaftsanalyse von Stadt.

Tab. 2.1.1: Matrix zur Analyse von stadträumlichen Strukturen – vereinfacht

Analyse stadträumlicher Strukturen				Physiognomie bzw. Geometrie						
	Wirkungszusammenhänge zwischen ... und ...	Untersuchungsraum	Datenebene	Diversität	Formkomplexität	Heterogenität	Kernfläche	Nachbarschaft	Zerschneidung	Räumliche Basisinformation
1	... Kompaktheit bzw. Komplexität des Siedlungskörpers und Erreichbarkeit städtischer Räume	GS	SK		X	X	X			X
2	... Grün- und Wasserflächen im Siedlungskörper und Stadtklima sowie potenziellem Wohnwert	SK	OBJ (SK)				X	X		X
3	... Fragmentierung des Siedlungskörpers und Zersiedelung der Freiraumlandschaften	GS	SK			X		X		X
4	... Verteilung von Industrie, Gewerbe sowie Flächen besonderer funktionaler Prägung und Ausprägung der Nutzungsmischung	GS	OBJ (SK)					X		X
5	... Hauptverkehrsstrassen und Zerschneidung, Immissionen im Siedlungskörper sowie potenziellem Wohnwert der Bebauung	GS	OBJ (SK)						X	X
6	... Gebäudeanordnung, -höhen sowie -abstände und dem Grad der Verschattung von Gebäuden und Freiflächen sowie der Wohnnutzungsdichte	BF	G SST OBJ (SK)							X
7	... Überbauung sowie versiegelten Flächen und Oberflächenwasserabfluss	GS SK	G SST OBJ (SK)							X
8	... baulicher Verdichtung (Baumasse/Überbauung) und ökologischer bzw. ökonomischer Situation	SK	G SST OBJ (SK)							X
9	... Gebäudekompaktheit und potenziellen Transmissionswärmeverlusten	GS	G							X
10	... Strukturvielfalt der Wohnbebauung und der Lebensqualität für unterschiedliche Lebensstile	GS	G SST	X		X	X			X

GS: . Gesamtstadt
SK: Siedlungskörper
OBJ: ATKIS-Objekt

G: Gebäude
BF: Baulich geprägte Fläche
SST: Städtebaulicher Strukturtyp

In den Zeilen der Analysematrix sind ausgewählte Wirkungszusammenhänge aufgetragen. Zwischen den Wirkungszusammenhängen bestehen enge Verflechtungen (Abb. 2.1.1).

Jeder Wirkungszusammenhang (siehe vertiefend Abschnitt 2.2) wird durch Thesen untersetzt, die zum einen die Umweltqualität, zum anderen die Kompaktheit bzw. Effizienz der Städte charakterisieren (Tab. 2.1.3).

Die Wirkungszusammenhänge werden durch Umweltqualitäts-, Kompaktheits- und Effizienzmerkmale lebensweltlicher städtebaulicher Leitvorstellungen beschrieben (Tab. 2.1.2). Dargestellt sind in der Tabelle acht Umweltqualitätsmerkmale sowie neun Kompaktheits- und Effizienzmerkmale, die eine vertiefende Untersuchung ermöglichen (Kapitel 4).

In den Spalten (vertiefend Abschnitt 2.3) der vorgestellten Analysematrix sind Hauptkategorien bzw. analytische Themenkomplexe aufgeführt. Es handelt sich um die folgenden sechs Hauptkategorien: Diversität, Formkomplexität, Heterogenität, Zerschneidung sowie Kernflächen- und Nachbarschaftsanalyse. Jeder Hauptkategorie sind Messgrößen zugeordnet. Es bestehen enge Bezüge zu den etablierten Forschungsansätzen der landschaftsökologischen Forschung und den vor diesem Hintergrund bereits entwickelten Messgrößen zur Charakterisierung von Landschaft und Siedlungsraum (Gustafson und Parker 1992; Li und Reynolds 1993; Hunsaker et al. 1994; McGarigal und Marks 1995; Frohn 1995; Herold et al. 2003; Herold et al. 2005; Lang und Blaschke 2007; Vanderhaegen und Canters 2010;

Voorde et al. 2011; Walz 2013). Ergänzt wurde die Analysematrix durch eine weitere Spalte mit räumlichen Basisinformationen (wie z. B. absolute Flächengrößen, spezifische Dichtegrößen), die bei jedem Wirkungszusammenhang Relevanz besitzen.

Bei der Auswahl von Messgrößen zur Analyse der Physiognomie der Stadt und zur Charakterisierung von Wirkungszusammenhängen ist zu berücksichtigen, dass kein Standardset an Messgrößen bereits verfügbar bzw. etabliert ist (Schwarz 2010). Somit sollten die gewählten Messgrößen im Zuge des Untersuchungsansatzes der urbanen Metrik systematisch auf ihre Einsatzmöglichkeiten überprüft werden. Zu hinterfragen ist der Datenbedarf zur Berechnung der jeweiligen Messgröße. Anhand von Testrechnungen lässt sich ferner die jeweilige Problemrelevanz einzelner Messgrößen überprüfen. Vorausgesetzt ist hierbei die genaue Kenntnis der Definition und der Aussagekraft jeder einzelnen Messgröße. Die Messgrößen sollten Eigenschaften des formulierten Wirkungszusammenhangs prägnant und verständlich abbilden sowie geeignet sein, eine eindeutige, bewertende Aussage zu treffen. Darüber hinaus empfiehlt sich dabei der Einsatz thematischer Karten (Abschnitt 2.6), um die Plausibilität des räumlichen Musters der Wertausprägungen von Messgrößen zu überprüfen.

Mit Blick auf das mehrdimensionale Grundprinzip der urbanen Metrik und die in der Analysematrix aufgeführten Hauptkategorien ist darauf zu achten, dass die Anzahl der Messgrößen zur Charakterisierung eines Wirkungszusammenhangs im Sinne der Verständlichkeit und Kommunizierbarkeit von Ergebnissen überschaubar

Tab. 2.1.2: Umweltqualitätsmerkmale, Kompaktheits- und Effizienzmerkmale zur Charakterisierung der Städte

Umweltqualitätsmerkmale	Kompaktheits- und Effizienzmerkmale
<ul style="list-style-type: none"> • Erreichbarkeit des Freiraums (Abschnitt 4.1) • Mikroklimatische Wirkung von Grün- und Wasserflächen (Abschnitt 4.2) • Wohnumfeldqualität durch Grün- und Wasserflächen (Abschnitt 4.2) • Zerschneidung des Siedlungskörpers (Abschnitt 4.5) • Immissionsbelastung der Siedlungsflächen (Abschnitt 4.5) • Verschattung baulich geprägter Flächen (Abschnitt 4.6) • Oberflächenabfluss und Regenwasserversickerung (Abschnitt 4.7) • Potenzielle Wärmeinseln in der Stadt (Abschnitt 4.8) 	<ul style="list-style-type: none"> • Siedlungsinterne Erreichbarkeiten (Abschnitt 4.1) • Fragmentierung des Siedlungskörpers und Zersiedlung der Freiraumlandschaften (Abschnitt 4.3) • Erschließungseffizienz der Stadt (Abschnitt 4.3) • Nutzungsmischung von Versorgung und Produktion (Abschnitt 4.4) • Verdichtungsräume der Wohn- und Mischgebiete (Abschnitt 4.6) • Technische Energie- und Ressourceneffizienz (Abschnitt 4.8) • Gebäudekompaktheit und Energieeffizienz (Abschnitt 4.9) • Vielfalt des Wohnens in der Stadt (Abschnitt 4.10) • Großflächige Strukturen der Wohnbebauung (Abschnitt 4.10)

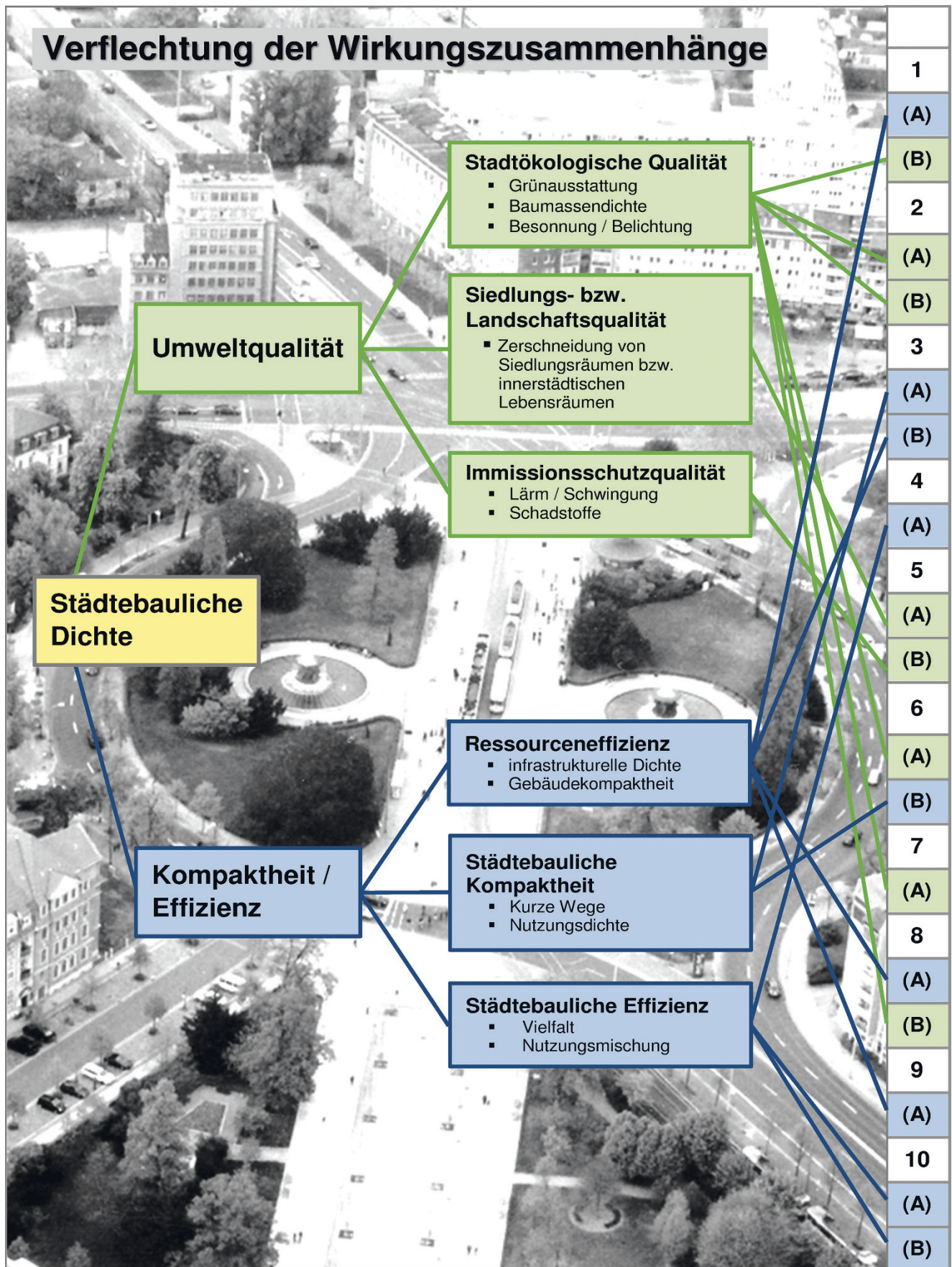


Abb. 2.1.1: Verflechtung der Wirkungszusammenhänge

	Wirkungszusammenhänge zwischen...
1	... der Form des Siedlungskörpers einerseits und der Erreichbarkeit von städtebaulichen Räumen im Siedlungskörper sowie von Erholungsräumen im Freiraum andererseits.
(A)	Je kompakter der Siedlungskörper, desto größer ist die Erreichbarkeit städtischer Räume, desto effizienter die theoretisch mögliche Verflechtung der Grunddaseinsfunktionen Wohnen, Arbeiten und Erholen.
(B)	Je stärker die Verzahnung von Siedlungskörper und Freiraum, desto länger ist der Rand der bebauten Siedlungsfläche und desto höher ist der Anteil freiraumnaher bebauter Flächen.
2	... der Lage und Größe der Grün- und Wasserflächen im Siedlungskörper sowie der Lage des Freiraums einerseits und der mikroklimatischen, lufthygienischen Situation in städtebaulichen Räumen sowie dem potenziellen Wohnwert der Bebauung andererseits.
(A)	Je mehr Grün- und Wasserflächen den Siedlungskörper, insbesondere Flächen mit hoher baulicher Dichte, gliedern, desto wirksamer kann möglichem Hitzestress der Stadtbewohner an heißen Tagen entgegen gewirkt werden.
(B)	Die Lage und Größe der Grün- und Wasserflächen im Siedlungskörper sowie die Lage zum Freiraum beeinflussen potenziell die Wohnumfeldqualität der Bebauung in der Stadt.
3	... der Inanspruchnahme von Siedlungsflächen einerseits und dem Maß der Fragmentierung des Siedlungskörpers bezüglich Anzahl, Größe und Lage separater Teilflächen sowie der Zersiedlung der Freiraumlanschaft andererseits.
(A)	Mit steigender Anzahl, disperser Verteilung sowie zunehmenden Abständen separater Siedlungsflächen nehmen die Fragmentierung der Siedlungsflächen und damit die Zersiedlung von Freiraumlanschaften zu.
(B)	Je größer die Anzahl separater Siedlungsflächen einer Stadt ist, desto höher sind die Aufwendungen für deren Erschließung durch Ausbau des Straßenverkehrsnetzes.
4	... der Lage und Größe von Industrie- und Gewerbeflächen sowie Flächen besonderer funktionaler Prägung in einer Stadt einerseits und der Ausprägung der Nutzungsmischung andererseits.
(A)	Je nahräumlicher die Lage der Flächen von Industrie und Gewerbe sowie besonderer funktionaler Prägung, desto höher ist das Potenzial für Versorgungleistungen und Arbeitsplätze in der Stadt.
5	... der Anzahl und Verteilung von Hauptverkehrsstraßen im Siedlungskörper einerseits und dem Maß der Zerschneidung des Siedlungskörpers, den Immissionen im Siedlungskörper sowie dem potenziellen Wohnwert der Bebauung andererseits.
(A)	Je mehr Verkehrsstraßen einen Siedlungskörper gliedern, desto stärker ist dieser in teilstädtische Räume zerschnitten und beeinträchtigt die Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Stadt.
(B)	Je mehr Wohnbauflächen einer Stadt im Immissionsbereich von Verkehrsstraßen liegen, desto geringer sind die Wohn- und Wohnumfeldqualität. Der potenzielle Wohnwert in der Stadt sinkt.
6	... der Gebäudeanordnung, der Gebäudehöhe sowie dem Gebäudeabstand einerseits und dem Grad der Verschattung von Gebäuden und den dazugehörigen Freiflächen sowie der Wohn- und Wohnumfeldqualität, aber auch der Nutzungseffizienz der baulich geprägten Flächen andererseits.
(A)	Mit sinkendem Gebäudeabstand im Verhältnis zur Gebäudehöhe nehmen die Verschattung der Gebäude sowie der Gebäudefreiflächen zu. Gleichzeitig sinken die Aufenthalts- und Lebensqualität in den städtebaulichen Räumen.
(B)	Mit steigender Geschossigkeit und Baumassendichte der Bebauungsstrukturen in Wohn- und Mischgebieten nimmt die Wohnnutzungsdichte (Nutzungseffizienz) zu.
7	... dem Überbauungsgrad in Abhängigkeit von dem städtebaulichen Strukturtyp sowie der Nutzungsart einerseits und dem Anteil versiegelter Flächen sowie potenzieller Grünflächen im Siedlungskörper andererseits.
(A)	Mit zunehmendem Überbauungsgrad und Anteil an versiegelten Freiflächen in städtebaulichen Räumen steigt der Oberflächenwasserabfluss. Gleichzeitig verringern sich die lokale Regenwasserversickerung und das Grundwasserneubildungsvermögen.
8	... dem Grad baulicher Verdichtung (Baumassendichte und Überbauungsgrad) einerseits und der ökologischen sowie ökonomischen Situation einer Stadt andererseits.
(A)	Je stärker die baulichen Strukturen verdichtet sind, desto kürzer sind die Verkehrswege und umso geringer werden die technischen Infrastrukturaufwendungen pro Serviceeinheit in der Stadt.
(B)	Mit zunehmender Baumassendichte und Versiegelung städtebaulicher Strukturen steigen das Wärmespeichervermögen und damit die Jahresdurchschnittstemperatur (Wärmeineffekt).
9	... dem Verhältnis von Gebäudevolumen und Gebäudeoberfläche (Gebäudekompaktheit) einerseits und den potenziellen Transmissionswärmeverlusten andererseits.
(A)	Mit zunehmender Gebäudekompaktheit steigen die Voraussetzungen für technische Energieeffizienz und Ressourceneffizienz. Damit können die Instandhaltungsaufwendungen sinken.
10	... der Vielfalt der städtebaulichen Strukturen in Art und Lage einerseits und der Lebensqualität für unterschiedliche Lebensstile andererseits.
(A)	Je höher die Anzahl unterschiedlicher Bebauungsstrukturen, desto größer ist die Vielfalt des Wohnens in der Stadt.
(B)	Wird eine Stadt von wenigen großflächigen und homogenen Wohnbebauungsstrukturen geprägt, desto reizloser und eintöniger wird eine Stadt.

Tab. 2.1.3: Wirkungszusammenhänge und Thesen im Umfeld von Kompaktheit, Effizienz und Umweltqualität

bleibt. In diesem Kontext sollten auch denkbare Zusammenhangsstrukturen bzw. Korrelationen der Messgrößen untereinander geprüft werden, um darauf aufbauend über die Relevanz jeder einzelnen Messgröße entscheiden zu können.

Ferner sollten die Messgrößen auf ihre Einsatzfähigkeit in einem urbanen Monitoring überprüft werden (zusätzlich Abschnitt 2.4). Urbane Monitoring-Systeme bieten die Möglichkeit, eine einzelne Stadt basierend auf einem Set von Messgrößen zu beobachten oder eine Vielzahl an Städten anhand geeigneter und zuverlässiger Informationen miteinander zu vergleichen. Es sollte geklärt werden, ob eine spezifische Messvorschrift einer Messgröße den Vergleich zwischen unterschiedlich großen und unterschiedlich strukturierten Städten überhaupt ermöglicht. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass urbanes Monitoring auf die Beobachtung eines Phänomens im zeitlichen Verlauf fokussiert. Die Daten zur Quantifizierung der Messgröße sowie das der Messgröße zu Grunde liegende Messkonzept müssen somit eine zeitpunktbezogene und regelmäßige Erfassung des Beobachtungsgegenstandes gewährleisten. Erst dann ist es überhaupt möglich, sich über eine Reihe von Messgrößen im zeitlichen Verlauf einen Überblick zu verschaffen, frühzeitig vor problematischen Entwicklungen gewarnt zu sein und Handlungsbedarf erkennen zu können. Bei einem beobachteten Prozess soll dann steuernd eingegriffen werden, sobald gewisse Schwellenwerte überschritten bzw. der beobachtete Prozess nicht den gewünschten Verlauf nimmt. Folglich

ist es ratsam, dass bei Anwendung in einem urbanen Monitoring auch die Auswahl der Wirkungszusammenhänge und die Auswahl der Messgrößen wiederkehrend qualifiziert diskutiert wird und eine Verständigung über Erfolg, Misserfolg und Änderungsbedarf erfolgt.

Die Analysematrix berücksichtigt darüber hinaus den Aufbau eines Gesamtindex zur Charakterisierung eines jeden Wirkungszusammenhangs im Stadtvergleich. Die Indizes werden mittels Extremwertnormierung erzeugt und basieren auf den Messgrößen, die zuvor auf Thesenebene (Zeile) ausgewählt und berechnet wurden (vertiefend Abschnitt 2.6). Ausgangspunkt sollte eine ausführliche Datensichtung (Behnisch 2009; Behnisch und Ultsch 2009; Behnisch und Ultsch 2015) jeder einzelnen Messgröße sein. Ferner ist darauf zu achten, dass eine ausreichend große Anzahl von Städten mit bestimmten Kriterien (Anwendungsbereich, Abschnitt 3.1) für den Vergleich zur Verfügung steht.

Zusätzlich zur Gesamteinschätzung auf Zeilenebene bietet die Analysematrix die Möglichkeit zur quantitativen Betrachtung der Verflechtung von Wirkungszusammenhängen untereinander. Beispielsweise lassen sich Umweltqualitätsmerkmale oder Kompaktheits- bzw. Effizienzmerkmale getrennt voneinander analysieren (Tab. 2.1.2). Durch Kombination der Indizes lassen sich so beispielsweise differenzierte Aussagen sowohl zur stadtökologischen Qualität, zur Zerschneidung von Siedlungsräumen und der Immissionsschutzqualität als auch zur Ressourceneffizienz oder der städtebaulichen Kompaktheit und Effizienz treffen (Abb. 2.1.1).

2.2 Wirkungszusammenhänge

Im folgenden Abschnitt werden die Wirkungszusammenhänge vorgestellt und auf der Grundlage eigener und recherchierter Untersuchungsergebnisse diskutiert. Der für die Analyse gewählte Untersuchungsraum ist die Gesamtstadt in ihren administrativen Grenzen auf der Untersuchungsebene des Siedlungskörpers in seiner planaren Ausprägung. Es handelt sich dabei um eine generalisierte Verschmelzung der Ortslage mit den baulich geprägten Flächen der Nutzungsarten Wohnen, Mischnutzung, Industrie/Gewerbe sowie besondere funktionale Prägung (Abschnitt 2.5).

(1) Wirkungszusammenhänge zwischen der Form des Siedlungskörpers einerseits und der Erreichbarkeit von städtebaulichen Räumen im Siedlungskörper sowie von Erholungsräumen im Freiraum andererseits.

Zwischen der Form des Siedlungskörpers und der internen Erreichbarkeit von Flächen mit Daseinsfunktionen sowie der Erreichbarkeit des Freiraumes besteht ein konträrer Zusammenhang. Städte mit einer hohen Kompaktheit des Siedlungskörpers und damit guten Voraussetzungen für räumliche Nähe und Verflechtung der städtischen Daseinsfunktionen können sich dem Leitbild der „Stadt der kurzen Wege“ annähern, werden aber einer hohen Verzahnung mit dem Freiraum nicht gerecht. In einer kompakten Stadt kann durch die Konzentration aller Funktionen eine hohe Funktionsmischung und Nutzungsdichte erzielt werden, die positiv auf die infrastrukturelle Effizienz der Stadt wirken.

Zur Verzahnung des Siedlungskörpers mit dem Freiraum gibt es in der Fachwelt sehr unterschiedliche Sichtweisen: Der klaren Trennung von Siedlungskörper und Freiraum durch eine kurze Randlinie steht die starke Verzahnung beider Raumkomponenten gegenüber. Im Fall stärkerer Verzahnung sind die Erholungsflächen des Freiraumes für viele Bewohner der Stadt potenziell schneller erreichbar. Demgegenüber entstehen Nachteile bezüglich der durchschnittlichen Erreichbarkeit kultureller und sozialer Einrichtungen im Zentrum der Stadt. Zugleich steigen der Aufwand und die Kosten für Ver- und Entsorgung.

Die Bedeutung der Verzahnung eines Siedlungskörpers mit dem Freiraum wächst mit der Einwohnerdichte im Siedlungskörper. In Städten mit sehr hoher Einwohnerdichte verbessert sich die Wohnumfeldqualität, wenn die Erholungsräume im Freiraum auf Grund stärkerer Verzahnung von Siedlungskörper und Freiraum besser erreichbar sind.

Je größer der Grünflächenanteil innerhalb des Siedlungskörpers einer Stadt, desto geringer wird die Bedeutung einer Verzahnung des Siedlungskörpers mit dem

Freiraum für Erholung und mikroklimatischen Ausgleich (Clemens 2002).

(2) Wirkungszusammenhänge zwischen der Lage und Größe der Grün- und Wasserflächen im Siedlungskörper sowie der Lage des Freiraums einerseits und der mikroklimatischen, lufthygienischen Situation in städtebaulichen Räumen sowie dem potenziellen Wohnwert der Bebauung andererseits.

Die Flächennutzungsstruktur des Siedlungskörpers und insbesondere die Größe, Struktur und räumliche Verteilung öffentlicher Grünflächen und Gewässer sind Schlüsselfaktoren für stadtoökologische Qualität und städtische Lebensqualität (Arlt et. al 2005). Es ist seit langem bekannt, dass Grün- und Wasserflächen in den Städten, insbesondere in Strukturen hoher baulicher Dichte, im hohen Maße ökologische Funktionen übernehmen, wie beispielsweise den Ausgleich bzw. die Reduktion von Überwärmung sowie Filterfunktionen. Somit erbringen öffentliche Grün- und Wasserflächen ökologische Leistungen für die Städte. In bebauten städtischen Räumen tragen sie zu einer verbesserten Umfeldqualität bei und erfüllen für die Bevölkerung aber auch die Besucher der Städte die Funktion der Erholung (Clarke und Bach 1971; Finke 1993).

Lufthygienisch tragen urbane Grünflächen durch ihre Filterfunktion zur Reduzierung der Luftschadstoffe bei. Um deren Effekte genauer quantifizieren und verallgemeinernde Aussagen über typische Strukturen der öffentlichen Grünanlagen treffen zu können, untersuchte Bongardt 2005 Parkanlagen und deren Umgebung. Er kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Luftqualität – trotz Unsicherheiten – innerhalb der urbanen Grünanlagen und in der unmittelbaren Umgebung verbessert. Entscheidend für den erzielbaren Effekt über die öffentlichen Grün- und Wasserflächen hinaus ist die Struktur der angrenzenden Bebauung (Arlt et al. 2005; Mathey et al. 2011). Zugleich ist die Lage der Grünfläche zur Windrichtung bedeutsam. So entstehen an der windabgewandten Seite von Grünflächen die größten Effekte (Universal-Lexikon 2012). Ebenso wie die Grünflächen reduzieren natürliche und künstliche Wasserflächen am Tag die thermische Belastung im Siedlungskörper. Dies ergaben Modellsimulationen. Im Gegensatz zu Vegetationsflächen, wo die absenkende Wirkung eine Reichweite bis zu 100 m erreicht, beschränkt sich der positive Wirkungsbereich der Wasserflächen meist ausschließlich auf die eigene Fläche (Kuttler et al. 2012).

Über die ökologischen Funktionen hinaus erfüllen Grün- und Wasserflächen in Städten soziale und psycho-hygienische Funktionen. Spätestens seit dem 19. Jahrhundert spiegelt dies die städtebauliche Praxis wider. Seit dieser Zeit wurden in den Siedlungsräumen der Städte gezielt

Parkanlagen geschaffen, wie beispielsweise in Magdeburg der Volkspark (1824-1825), in Dresden die Bürgerwiese (1858-1863), in Köln der Stadtgarten (1865) oder in Bremen der Bürgerpark (ab 1866) (Bunzel 1992). Sie wurden damals, insbesondere in städtebaulichen Räumen mit hoher Bebauungsdichte, als Erholungsräume im Freien geschaffen. Bis zur heutigen Zeit haben sie nicht an Bedeutung verloren und sind ein Kriterium für die Identifikation der Bewohner mit ihrem Wohngebiet (Bunzel 1992).

Über die ökologische und soziale Bedeutung von öffentlichen Grünflächen hinaus beeinflussen Grünflächen die Bodenrichtwerte der Städte. Hoffmann und Gruehn 2010 kamen zur Erkenntnis, dass sich, in Abhängigkeit von spezifischen, räumlich differenzierten Freiraumfunktionen und Merkmalen der Freiraumausstattung (neben städtebaulichen und ökonomischen Faktoren), die Bodenrichtwerte zwischen 5 % und 10 %, unter spezifischen Bedingungen bis zu 20 % verändern, in Ausnahmefällen sogar darüber. Als höchst bedeutsame Faktoren wurden u. a. die Freiraumversorgung mit hochwertigen Parkanlagen und Stadtgrünplätzen bzw. der Freiraummangel identifiziert.

(3) Wirkungszusammenhänge zwischen der Inanspruchnahme von Siedlungsflächen einerseits und dem Maß der Fragmentierung eines Siedlungskörpers bezüglich Anzahl, Größe und Lage separater Teilflächen sowie der Zersiedelung der Freiraumlandschaften andererseits.

Der fragmentierte Siedlungskörper als Ausdruck der Suburbanisierung und Zersiedelung repräsentiert eine gegenläufige Entwicklung zur „kompakten Stadt“ mit ihrer kleinräumigen Nutzungsmischung und Urbanität sowie Innenentwicklung und Zentrumsstärkung. Suburbanisierung geht mit Inanspruchnahme von Flächen im Freiraum, der Verstädterung des Umlandes und Zersiedelung der Landschaft einher. Mit zunehmender Anzahl separater Polygone des Siedlungskörpers einer Stadt (innerhalb seiner administrativen Fläche) werden mehr Lebensräume für Pflanzen und Tiere zersplittert oder zerstört. Weitere Folgen sind der Verlust größerer zusammenhängender Freiraumlandschaften, der Verlust der Erholungsfunktion sowie die physische, optische und akustische Zerstörung von Lebensräumen (Aring 1999). Die Landschaft wird verstädtert (Heuer 1978; Hesse 2001).

Ein weiteres Kriterium sind die Entfernungen der separaten Flächen des Siedlungskörpers voneinander. Je größer sie werden, desto höher sind die erforderlichen infrastrukturellen Aufwendungen, um die Gesamtstadt zu vernetzen. Darüber hinaus ist eine erhöhte Alltagsmobilität innerhalb der Stadt zu erwarten, die ein verstärktes Verkehrsaufkommen zur Folge hat. Dadurch kommt es

zu größeren Umweltbelastungen in Form von Lärm-, Schwingungs-, Staub- und Luftschadstoffimmissionen. Die Wohn- und Umweltqualität sinkt. Die ökologische Leistungsfähigkeit des Freiraumes wird reduziert.

(4) Wirkungszusammenhänge zwischen der Lage und Größe von Industrie- und Gewerbeflächen sowie Flächen besonderer funktionaler Prägung in einer Stadt einerseits und der Ausprägung der Nutzungsmischung andererseits.

In Deutschland hat sich – bezüglich des Charakters der Arbeitsplätze – ein Wandel vollzogen. Das produzierende Gewerbe wird zunehmend zu Gunsten des Dienstleistungssektors zurückgedrängt. Außerdem werden die Betriebe kleiner. Diese Tertiärisierung der Wirtschaft bewirkt einen Rückgang von Emissionen durch störende Industrie- und Gewerbebetriebe. Damit besteht die Möglichkeit stärkerer räumlicher Funktionsmischung von Arbeiten und Wohnen in der Stadt (Beckmann und Gies 2011). Nach den vorrangig monostrukturell ausgerichteten Prozessen der Stadtentwicklung in der Vergangenheit, die mit den Konsequenzen der Suburbanisierung und Inanspruchnahme von Freiraumflächen einhergingen, besteht in den Städten jetzt die Tendenz zu kompakten, gemischten und durch Funktionsvielfalt geprägten Strukturen. Eine auf kompakte Strukturen orientierte Stadtentwicklung wirkt sich positiv auf die städtebauliche Qualität aus und passt sich an die unterschiedlichen Bedürfnisse und Lebenslagen in einer Stadt an. Sie erhöht die Effizienz durch reduzierten Energieverbrauch und höhere Flächenproduktivität bei der Inanspruchnahme von Flächen für Siedlung und Verkehr. Darüber hinaus werden die Emissionen durch Verkehr reduziert. Gleichzeitig sinken die Folgekosten, die sich beispielsweise durch geringere Fahrwege ergeben (Hesse 1996).

(5) Wirkungszusammenhänge zwischen der Anzahl und Verteilung von Hauptverkehrsstrassen im Siedlungskörper einerseits und dem Maß der Zerschneidung des Siedlungskörpers, den Immissionen im Siedlungskörper sowie dem potenziellen Wohnwert der Bebauung andererseits.

Verkehrsstrassen wirken wie Barrieren und können zusammengehörende städtebauliche Strukturen (Stadtteile) trennen. Der Siedlungskörper als wesentlicher Lebensraum für den Menschen wird durch Verkehrsstrassen fragmentiert – vergleichbar mit der Landschaftszerschneidung. Damit wird die Lebens- und Aufenthaltsqualität in Abhängigkeit von der Verkehrskategorie beeinträchtigt. Es kommt zu einer Zäsur, die je nach Stärke des Verkehrsaufkommens zu einer „harten“ Trennung der zerschnittenen städtischen Räume

führt. Je nach Lage der Verkehrsstrasse können somit „Insellagen“ innerhalb einer Stadt entstehen. Es kommt zu stofflichen, energetischen, funktionstrennenden, visuell-ästhetischen oder nutzungsstrukturellen Veränderungen (Clemens 2002).

Mit steigendem Verkehrsaufkommen auf den Trassen nehmen die durch Lärm- und Schadstoffimmissionen betroffenen Flächen zu. Befragungen haben ergeben, dass Straßenverkehrslärm am stärksten störend empfunden wird, u. a. auch dadurch bedingt, dass die Menschen ihm nicht entrinnen können, der Verkehr ständig zunimmt und es kaum noch Zeiten gibt, in denen der Verkehr abflaut (Fürst und Kuhne 2010).

Straßenverkehrslärm beeinflusst das Wohlbefinden der Menschen und fördert Gesundheitsrisiken, wie Bluthochdruck, Herzerkrankungen oder psychische Erkrankungen. Darüber hinaus kommt es verstärkt zu Schlafstörungen (Fürst und Kuhne 2010).

Nach Giering 2009 betragen die volkswirtschaftlichen Kosten des Straßenverkehrslärms geschätzt ca. 9 Milliarden Euro pro Jahr. Es besteht eine signifikante Korrelation zwischen Lärmemission und Betroffenheit, wobei die Betroffenheitsangaben der Bevölkerung durch nicht-akustische Parameter, wie beispielsweise individuelle Reaktionen gegenüber Lärm, sowie dem Ort der Pegelmessung (innen, außen oder innen am geöffneten Fenster) stark beeinflusst wurden (Giering 2010). Analysen von Schultz 1978, Fidell et al. 1991, Finegold et al. 1994 und Miedema et al. 1998 belegen diesen Zusammenhang. Quartiere mit Belastung durch mehrere Schallquellen weisen auf ihren Freiflächen eine geringe Aufenthaltsqualität auf. Die Folgen sind geringere Mieten und Mieteinnahmen, verminderte Grundstückswerte und sinkendes Steueraufkommen (Fürst und Kuhne 2010).

(6) Wirkungszusammenhänge zwischen der Gebäudeanordnung, der Gebäudehöhe sowie dem Gebäudeabstand einerseits und dem Grad der Verschattung von Gebäuden und den dazugehörigen Freiflächen sowie der Wohn- und Wohnumfeldqualität, aber auch der Nutzungseffizienz der baulich geprägten Flächen andererseits.

In Abhängigkeit von der Bebauungsstruktur sowie der Stellung der Gebäude zur Himmelsrichtung, der Gebäudehöhe und Bebauungsabstände ergeben sich unterschiedliche Situationen der Belichtung bzw. Verschattung der Gebäude und der Freiflächen innerhalb und zwischen den Quartieren (Strukturen). Deshalb ist es wichtig, den Zusammenhang zwischen baulicher Dichte und Wohnqualität auszuloten. Dabei erweisen sich historische Stadtkerne bzw. gründerzeitliche Quartiere als problematisch, da diese meist eine hohe Bebauungsdichte aufweisen, welche ein hohes Maß an Verschattung

verursacht. Die geltenden Mindestforderungen basieren auf den gesetzlichen Regelungen der Baunutzungsverordnung (BauNVO) § 17 Abs. 1, worin die Obergrenzen für die Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung festgelegt sind, die in der Regel nicht überschritten werden dürfen, wobei die Möglichkeiten der Überschreitung der Dichte-Obergrenzen gelockert wurden (Roskamm 2016). Ausnahmen ergeben sich aus besonderen städtebaulichen Gründen (Nachverdichtung), bei Gewährleistung der allgemeinen Anforderungen an gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse (BauNVO §17 Abs. 2). Der Belichtung und Besonnung der Bebauungsstrukturen, besonders in den Wintermonaten mit niedrigem Sonnenstand, kommt an dieser Stelle eine besondere Bedeutung zu. Aus diesem Grund sind bestimmte Bebauungsabstände einzuhalten, die den gesetzlichen Regelungen zu Abstandsflächen entsprechend der Musterbauordnung (MBO, Bauministerkonferenz, ARGEBAU 2008, § 6) unterliegen. Auf Grund der Gesetzgebungskompetenz der Länder für das Bauordnungsrecht erfolgt die Spezifizierung der Regelungen zu Abstandsflächen in den Landesbauordnungen. Ein hohes Maß an Verschattung der Gebäude und Freiflächen innerhalb von Bebauungsstrukturen beeinträchtigt stark die Wohn- und Wohnumfeldqualität sowie die Aufenthaltsqualität auf den Freiflächen. Andererseits ermöglichen dichte Bebauungsstrukturen bei einer hohen Einwohner- und Arbeitsplatzdichte eine hohe Nutzungsdichte und damit Nutzungseffizienz.

(7) Wirkungszusammenhänge zwischen dem Überbauungsgrad in Abhängigkeit vom städtebaulichen Strukturtyp sowie der Nutzungsart einerseits und dem Anteil versiegelter Flächen sowie potenzieller Grünflächen im Siedlungskörper andererseits.

Es besteht ein grundlegender Zusammenhang zwischen dem nutzungsartspezifischen Überbauungsgrad, der Versiegelung sowie der potenziellen Grünausstattung teilstädtischer Räume bzw. einer Stadt. Mit steigendem Überbauungsgrad erhöht sich die bauliche Dichte. Der Bedarf an versiegelten Freiflächen für Verkehrs- und Erschließungsflächen steigt jedoch nicht zwangsläufig proportional. Vielmehr ist es notwendig, die versiegelten und damit abflusswirksamen Flächen zu minimieren. Die Zunahme dieser Flächen durch die anhaltende Siedlungsentwicklung sowie die forcierte Innenentwicklung reduzieren die Grundwasserneubildung durch größere Abflussmengen in das kanalisierte Abwassersystem. Sie führen bei Starkregen zu Abflussspitzen mit Überstauereignissen in der Kanalisation, zu Schmutzwassereinträgen durch Notabflüsse aus überlasteten Kläranlagen in die Fließgewässer sowie zu Hochabflüssen in den Vorflutern bzw. Fließgewässern (Heber 1998).

Mit zunehmender Überbauung und Versiegelung der städtischen Flächen werden auf diesen die Ökosystemleistungen, d. h. im speziellen Zusammenhang regulierende Leistungen, immer stärker eingeschränkt.

(8) Wirkungszusammenhänge zwischen dem Grad baulicher Verdichtung (Bau-massendichte und Überbauungsgrad) einerseits und der ökologischen sowie ökonomischen Situation einer Stadt andererseits.

Der Grad der baulichen Verdichtung ist eine Kenngröße aus der Stadtplanung und im Rahmen der Diskussion zur nachhaltigen Stadtentwicklung ein wesentliches quantitatives städtebauliches Maß neben anderen Dichtemaßen, wie beispielsweise der Einwohnerdichte, der Beschäftigtendichte und der Nutzungsdichte (Apel et al. 2000).

Je geringer die bauliche Dichte städtebaulicher Strukturen ist, desto höher ist der spezifische infrastrukturelle Erschließungsaufwand. Damit sinkt die spezifische Erschließungseffizienz pro Kopf. Beträgt beispielsweise der Erschließungsaufwand in verdichteten Bebauungsstrukturen 1 m pro Einwohner, so erhöht sich die Länge in einer aufgelockerten Ein- und Zweifamilienhausstruktur um Faktor zwei bis Faktor sieben (Westphal 2008). Im Sinne des ökologischen Leistungsvermögens und der damit einhergehenden ökologischen Lebensraumqualität gibt es für kompaktere städtebauliche Siedlungsstrukturen ein bisher noch nicht quantifiziertes Optimum baulicher Verdichtung (Arlt und Lehmann 2005). In städtebaulichen Räumen mit hoher baulicher Verdichtung können Nachverdichtungsmaßnahmen im Sinne von Innenentwicklung zu erheblichen stadtoökologischen Funktionsverlusten führen. Unter anderem kommt es zur Reduzierung der Grundwasserneubildung, zur Beeinträchtigung der mikroklimatischen Situation sowie zur Erhöhung der Lärm- und Luftimmissionen (Henkel et al. 2010). Aber auch soziale Konflikte und Beeinträchtigung der Wohnzufriedenheit können die Folge und Gründe für die mangelnde Akzeptanz hoher städtebaulicher Dichten sein (u. a. BfLR 1996; Jenks et al. 2000).

(9) Wirkungszusammenhänge zwischen dem Verhältnis von Gebäudevolumen und Gebäudeoberfläche (Gebäudekompaktheit) einerseits und den potenziellen Transmissionswärmeverlusten andererseits.

Eine kompakte Siedlungsstruktur mit einer hohen Siedlungsdichte erfordert eine hohe Kompaktheit der Baukörper. Sie steht wiederum im engen Zusammenhang mit dem zu erwartenden Heizwärmebedarf und damit den potenziellen Transmissionswärmeverlusten der

Gebäude. Die Kompaktheit der Baukörper ergibt sich vor allem aus dem Verhältnis von Volumen (V) des Baukörpers zur Außenwand- oder Hüllfläche (A) und wird als A/V-Verhältnis definiert (die Bauform bestimmt weitgehend das A/V-Verhältnis). Bei gleichem Dämmstandard gilt, je geringer das A/V-Verhältnis, desto geringer sind die relativen Wärmeverluste eines Gebäudes. Dabei handelt es sich um einen Orientierungswert, der im konkreten Fall geprüft und durch eine fallbezogene Energiebilanz untersetzt werden muss (Energiesparhaus 2015). Die Spannweite der A/V-Verhältnisswerte der verschiedenartigen Bauformen reicht im Einzelnen von 0,25 (günstig) bei einer mehrgeschossigen Blockrandbebauung bis zu etwa 1,2 (ungünstig) bei einer eingeschossigen Winkelbungalowbebauung, wobei mit steigendem A/V-Verhältnis die relativen Wärmeverluste zunehmen. Im Allgemeinen tendieren verdichtete Bebauungsformen zu günstigen A/V-Verhältnissen.

(10) Wirkungszusammenhänge zwischen der Vielfalt der städtebaulichen Strukturen in Art und Lage einerseits und der Lebensqualität für unterschiedliche Lebensstile andererseits.

Eine lebenswerte Stadt erfordert städtebauliche Angebote für unterschiedliche Lebensstile. Je größer die Vielfalt der Strukturen ist, desto anziehender und lebendiger wird eine Stadt. Dies äußert sich zum einen in der Nutzungsmischung der Siedlungsflächen, zum anderen aber auch in den unterschiedlichen Bebauungsstrukturen, die soziale, kulturelle und funktionale Vielfalt ermöglichen. Städte, die durch großflächige Monostrukturen geprägt sind, bergen die Gefahr der Segregation von Bevölkerungsgruppen und der Konzentration von Problemlagen in sich. Außerdem sind diese Strukturen wenig anpassungsfähig gegenüber sozialen und gesellschaftlichen Veränderungen.

Stadt im Spannungsfeld von Kompaktheit, Effizienz und
Umweltqualität

Anwendungen urbaner Metrik

Deilmann, C.; Lehmann, I.; Schumacher, U.; Behnisch,
M. (Hrsg.)

2017, IX, 231 S. 103 Abb., 56 Abb. in Farbe., Hardcover

ISBN: 978-3-662-48989-5