



## Flächennutzungsmonitoring VII Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien

IÖR Schriften Band 67 · 2015

ISBN: 978-3-944101-67-5

### Wirkungszusammenhänge zwischen Formstruktur und Lebenswelt – Monitor städtebaulicher Qualität?

*Clemens Deilmann, Iris Lehmann, Ulrich Schumacher*

Deilmann, Clemens; Lehmann, Iris; Schumacher, Ulrich (2015): Wirkungszusammenhänge zwischen Formstruktur und Lebenswelt – Monitor städtebaulicher Qualität? In: Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch, Tobias Krüger (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VII. Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien. Berlin: Rhombos-Verlag, 2015, (IÖR-Schriften; 67), S. 289-296

# Wirkungszusammenhänge zwischen Formstruktur und Lebenswelt – Monitor städtebaulicher Qualität?

*Clemens Deilmann, Iris Lehmann, Ulrich Schumacher*

## Zusammenfassung

Formen und Strukturen – als physische Ausprägungen des Städtischen – stehen in engem Zusammenhang mit Aspekten der Umwelt- und Lebensqualität, der Ressourcen- und Energieeffizienz, der Mobilität und städtischen Vielfalt. Einige dieser Zusammenhänge lassen sich formanalytisch beschreiben.

Das Ziel der Untersuchung besteht in der Entwicklung eines methodischen Analyse- und Bewertungsansatzes stadträumlicher Kompaktheit im Spannungsfeld von Effizienz und Umweltqualität, der perspektivisch die Grundlagen für ein Stadtmonitoring liefern kann. Methodisch erfolgt eine Prüfung von Ansätzen aus der Landschaftsbewertung bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf die Beschreibung von Siedlungsräumen. Bei der modifizierten Anwendung ausgewählter Ansätze werden geometrische Kennzahlen GIS-gestützt ermittelt. Die Untersuchungen erfolgen auf mittelmaßstäbiger Ebene für sieben Beispielstädte in Deutschland.

## 1 Einführung

Was bedeutet das Vermessen, das Mathematisieren der physischen Erscheinungen der Dingwelt-Stadt? Es ist im Kern ein naturwissenschaftliches Vorgehen, bei dem – will man einen Bezug zur Phänomenologie nach Edmund Husserl (1913) herstellen – von der physikalischen Welt ausgegangen wird, die formalisiert und messbar gemacht und darauf aufbauend eine eigene (Natur-)Wissenschaft entwickelt wird. Bei diesem Vorgehen wird auf die Lebenswelt als Fundierung der physischen Welt zurückverwiesen. Eine mit den Sinnen wahrnehmbare, abgrenzbare Einheit erlaubt aber lediglich einen indirekten Einblick zu der dahinterliegenden Lebenswelt. Die Lebenswelt kann also bei der Auseinandersetzung mit den Phänomenen nur indirekt Gegenstand der Erkenntnis sein.

Zu dieser Sichtweise gibt es in der Phänomenologie eine Gegenposition, die von Aron Gurwitsch vertreten wurde, der die Prioritäten anders setzte, und damit den Zugang anders verstand. Für Gurwitsch bildet die Lebenswelt „den Ausgangspunkt wissenschaftlicher Untersuchung, hinter der die Dingwelt in Erscheinung tritt. Im Ausgang der Dingwelt kann man zu einem wiederum hinter dieser liegenden naturwissenschaftlichen Universum gelangen“ (Embree 1974).

Die Autoren der hier vorgestellten Forschung lehnen sich an die Sichtweise von Gurwitsch an. Es wird das Ziel verfolgt, die Lebenswelt als Ausgangsbasis zu verstehen, die sich in physischen Phänomenen ausprägt. Gesucht wurde nach städtebaulichen Leitbildern, nach lebensweltlichen Mustern, nach umweltorientierten Zielen, insgesamt nach Vorstellungen eines guten Lebens in der Stadt, von denen man annehmen kann, dass sie in einem unmittelbaren Zusammenhang zu den Strukturen und Effekten stehen, die sich physisch abbilden. Im Umkehrschluss können Zusammenhangsvermutungen (Wirkungszusammenhänge) formuliert werden zwischen der Erscheinung (Form/Struktur) und der davorliegenden Lebenswelt.

Die Forschungsarbeit stellt Formstrukturen in den Mittelpunkt (hiermit sind im Folgenden immer die physischen Ausprägungen des Städtischen gemeint), die in engem direkten Zusammenhang mit Aspekten der Umwelt- und Lebensqualität, der Ressourcen- und Energieeffizienz, der Mobilität und städtischen Vielfalt stehen und die sich analytisch beobachten lassen. So ermöglicht z. B. ein zerklüfteter Siedlungskörperrand – wie eine gespreizte Hand –, dass Landschaftsstrahlen bis zum Rand des Stadtzentrums hineinfließen und somit viele Stadtbewohner einen kurzen Weg zum Freiraum haben. Eine ähnliche Wirkung – um bei diesem Beispiel zu bleiben – hat auch ein sogenannter „green belt“ als innerer Grüngürtel meist entlang der alten Befestigungsanlagen (Beispiele: Soest, Neubrandenburg), oder als äußerer grüner Ring (Beispiele: Hannover, Köln). Die Aussage zur Erreichbarkeit solcher „Grünräume“ lässt sich aus der Vogelperspektive formanalytisch (Topographie bzw. Flächennutzung) treffen.

Zugleich ist zu akzeptieren, dass es über die Historie der Städte hinweg eine Vielzahl von Lebenswelten gibt und gab, die zur Ausprägung der Stadt, wie wir sie heute wahrnehmen, führen. Eine Beobachtung aus heutiger Sicht verdeutlicht dabei mögliche Differenzen zu vorgelagerten Zeiten. Lebenswelten vergangener Zeiten können Formstrukturen hervorgebracht haben, die heute wirksam sind und auf die gegenwärtige Lebenswelt einschränkend wirken können. Beispielsweise ist die Auswirkung des Leitbildes der autogerechten Stadt der 1950er und frühen 1960er Jahre in der Formanalyse sichtbar und heute weniger ein Resultat als ein Treiber hinsichtlich Verlärmung und zerschneidender Wirkung. Aus dem Erscheinen solcher Formstrukturen (Beispiel Grüngürtel oder Straßenschneisen) in der GIS-Analyse können also Vermutungen hinsichtlich bestimmter Leistungen und Qualitäten des Systems Stadt angestellt werden. Welche Leitbilder bei deren Entstehung Pate standen, wird nicht nachvollziehbar sein. Auf Grund der Anpassungsträgheit der gebauten Umwelt kann man nicht davon ausgehen, dass Leitbilder des Städtebaus innerhalb weniger Jahre zu nachweisbaren formstrukturellen Änderungen führen. Nur das neu Hinzugewonnene kann Spuren davon enthalten. Dennoch bleibt langfristig ablesbar, ob Städtebauplanung und Planungsrecht das Baugeschehen als Teilsystem des Städtebaus strukturiert lenken konnten.

## **2 Methodik – Analyserahmen und Messkonzept**

Der methodische Ansatz basiert einerseits auf Leitvorstellungen von „Stadt“, die in Wirkungszusammenhängen zwischen Struktur und Phänomen münden, andererseits auf Kenngrößen und Indizes, mit denen es möglich wird, die formulierten Wirkungszusammenhänge physiognomisch zu identifizieren, zu quantifizieren und damit zu beschreiben. Dazu wurde eine Analysematrix entwickelt (Tab. 1), wobei in den Zeilen zehn relevante Wirkungszusammenhänge aufgetragen sind.

In den Spalten ist eine Systematik ausgewählter physiognomischer Eigenschaften zu finden – mit Anlehnung an die landschaftsökologische Strukturforschung. Dies betrifft Indizes zur Diversität, Formkomplexität, Heterogenität, Zerschneidung sowie Kernflächen- und Nachbarschaftsanalyse (für die Beschreibung des Siedlungsraumes modifiziert). Ergänzt wurden diese Indizes durch räumliche Basiskenngrößen, wie beispielsweise absolute Flächengrößen und bezogene Größen.

Die Wirkungszusammenhänge sind durch jeweils ein bis zwei konkrete städtebauliche Thesen untersetzt. Für jede These wurden sinnstiftende Algorithmen entwickelt, um sie mit Maßzahlen inhaltlich zu belegen und zu quantifizieren. Die Erprobung des methodischen Ansatzes erfolgte GIS-gestützt für sieben ausgewählte (ursprünglich kreisfreie) Städte unterschiedlicher Flächengröße, Einwohnerzahl und Stadtstruktur: Aachen, Dresden, Halle (Saale), Krefeld, Landau i. d. Pfalz, Neubrandenburg und Oldenburg (Oldb). Im folgenden Abschnitt wird ein Wirkungszusammenhang exemplarisch dargestellt.

Tab. 1: Analysematrix zur indexgestützten Analyse von Siedlungsstrukturen – vereinfacht (Quelle: eigene Bearbeitung)

Indexgestützte Analyse von Stadtstrukturen				Physiognomie bzw. Geometrie								
	Wirkungszusammenhänge zwischen ...	Untersuchungsraum	Datenebene	Diversität	Formkomplexität	Heterogenität	Kernfläche	Nachbarschaft	Zerschneidung	Räumliche Basisformation	Kombination von Datenebenen	Geometrie-basiertes Ranking
		1.	... Komplexität des Siedlungskörpers <i>und</i> Erreichbarkeit städtischer Räume	GS	SK							
2.	... Grün-/Gewässerflächen im Siedlungskörper <i>und</i> Stadtklima sowie potenziellem Wohnwert	SK	OBJ									
3.	... Fragmentierung des Siedlungskörpers <i>und</i> Zersiedlung der Freiräume	GS	SK									
4.	... Verteilung von Industrie/ Gewerbe, Flächen bes. funkt. Prägung <i>und</i> Ausprägung der Nutzungsmischung	GS	OBJ (SK)									
5.	... Hauptverkehrsstrassen <i>und</i> Zerschneidung sowie städtebau-hygienischer Situation	GS	OBJ (SK)									
6.	... Gebäudehöhe, -abstand, Bebauungsstruktur <i>und</i> Grad der Belichtung von Gebäuden sowie der Wohnnutzungsichte	BF	G SST OBJ (SK)									
7.	... Überbauungsgrad abhängig von Strukturtyp/Nutzungsart <i>und</i> potenziellem Anteil versiegelter Fläche/Grünfläche	GS SK	G SST OBJ (SK)									
8.	... baulicher Verdichtung (Baumasse/Überbauung) <i>und</i> ökologischer bzw. ökonomischer Situation	SK	G SST OBJ (SK)									
9.	... Gebäudekompaktheit <i>und</i> potenziellen Transmissionswärmeverlusten	GS	G									
10.	... Strukturvielfalt der Wohnbebauung <i>und</i> der Lebensqualität für unterschiedliche Lebensstile	GS	SST									

GS: Gesamtstadt  
SK: Siedlungskörper  
OBJ: ATKIS-Objekt

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

### 3 Beispiel Versiegelung

#### 3.1 Grundlagen

In dem hier vorgestellten Ansatz werden die baulich geprägten Flächen bezüglich ihres Verhältnisses von versiegelten und unversiegelten Flächen untersucht (siehe Analyse-matrix, Zeile 7). Darüber hinaus werden die baulich geprägten Einzelflächen mit einem versiegelten Anteil größer als 75 % (versickerungswirksamer Flächenanteil kleiner als 25 %) quantitativ bestimmt sowie räumlich verortet.

Auf der Grundlage von früheren Felduntersuchungen und Luftbildauswertungen am IÖR (u. a. Heber, Lehmann 1993, 1996; Artl, Lehmann 2007, 2008a, 2008b) konnten Korrelationen zwischen Überbauungs- und Versiegelungsgrad für baulich geprägte Flächen im Siedlungskörper ermittelt werden. Die Untersuchungen stützen sich auf die im ATKIS® Basis-DLM (AdV 2008) definierten Objektarten der baulich geprägten Fläche (Wohnbebauung, Mischnutzung, Industrie/Gewerbe sowie besondere funktionale Prägung) in Überlagerung mit der Gebäudegeometrie der amtlichen Hausumringe (AdV 2011). Dadurch war es möglich, Überbauungsgrade differenziert nach Nutzungsarten für jedes einzelne ATKIS-Polygon auszuweisen. Der Siedlungskörper wurde dabei durch eine generalisierte Vereinigung von Ortslage und baulich geprägter Fläche abgegrenzt (Schumacher et al. 2012).

Unter Anwendung von Regressionsfunktionen nach Polynomansätzen wurden die versiegelten Flächenanteile aller baulich geprägten ATKIS-Polygone im Siedlungskörper ermittelt, um potenziell kritische Flächen zu identifizieren. Folgende aus früheren Felduntersuchungen und Luftbildauswertungen am IÖR abgeleitete Regressionsfunktion wurde speziell auf die ATKIS-Polygone der Wohnbebauung und Mischnutzung angewendet:

$$y = -0,0169x^2 + 2,3123x + 11,087; \text{ (Bestimmtheitsmaß } R^2 = 0,7795)$$

y – Versiegelungsgrad, x – Überbauungsgrad (über Hausumringe ermittelt).

#### 3.2 Ausgewählte Beobachtungen und Ergebnisdiskussion

In den Beispielstädten liegt die Spannweite durchschnittlich versiegelter Flächenanteile der baulich geprägten Flächen zwischen ca. 51 % (Dresden, Neubrandenburg) und 59 % (Landau). Die komplementären Flächen können dagegen als potenziell versickerungswirksam bzw. unversiegelt gelten. Im Einzelnen schwankt der Anteil der bebauten Flächen im Siedlungskörper mit mehr als 75 % Versiegelung zwischen 6 % (Oldenburg) und 18 % (Krefeld, Landau).

Maßgeblich handelt es sich bei den baulich geprägten Flächen mit einem potenziell versickerungswirksamen Anteil  $\leq 25\%$  in der Gesamtstadt um Flächen für Industrie- und Gewerbe sowie besondere funktionale Prägung. Bei den Wohnbauflächen betrifft dies vor allem die Bebauungsstrukturen der gründerzeitlichen Blockrandbebauung in den Innenstädten von Aachen, Dresden und Halle (Karte, siehe Abb. 1) sowie die alten ländlichen Bebauungsstrukturen in Landau.

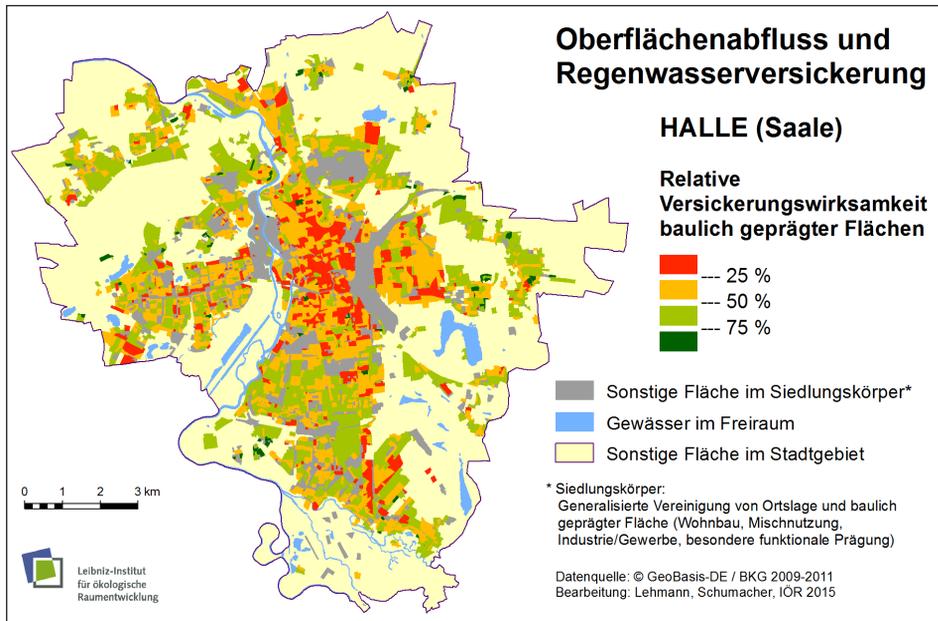


Abb. 1: Karte Oberflächenabfluss und Regenwasserversickerung in Halle (Saale) (Quelle: eigene Bearbeitung)

### 3.3 Städtevergleich

Ein Vergleich der sieben Beispielstädte erfolgt auf der Grundlage multikriterieller Bewertung durch Extremwertnormierung der Kenngrößen. Zur Beschreibung der ökologischen Bodenfunktionen Regenwasserversickerung und Grundwasserneubildung durch Überbauung und Versiegelung bzw. Teilversiegelung der Böden wurden die Kenngrößen „Potenzieller unversiegelter baulich geprägter Flächenanteil – gesamt“ sowie „Flächenanteil baulich geprägter Flächen mit einem versickerungswirksamen Anteil  $\leq 25\%$ “ gewählt. Beide Kenngrößen beziehen sich auf die baulich geprägte Gesamtfläche im Siedlungskörper. Für beide Kenngrößen erfolgte eine Extremwertnormierung, bei der die Kenngrößen in Skalenwerte zwischen Null (schlechtester Wert) und Eins (bester Wert) umgewandelt werden. Im Vergleich der sieben Städte zeigt sich, dass Oldenburg, Dresden und Neubrandenburg einerseits sowie Landau, Krefeld und Aachen andererseits, bezogen auf die analysierten Kenngrößen, ähnliche Anteilswerte aufweisen. Sie

lassen den Schluss zu, dass ähnliche strukturelle Muster der baulich geprägten Flächen innerhalb der Siedlungskörper der betreffenden Städte bestehen (Abb. 2).

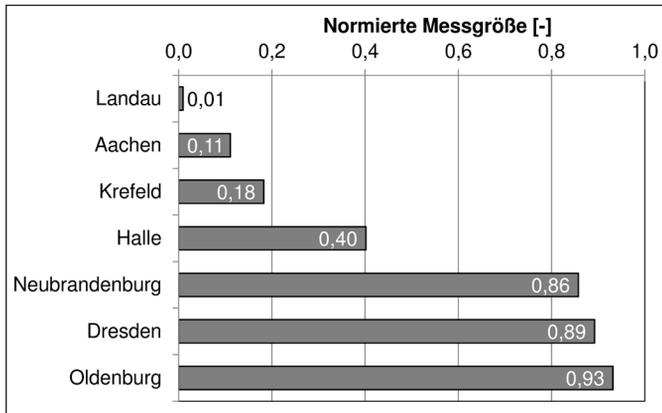


Abb. 2: Städtevergleich zur Versiegelungsbelastung im Siedlungskörper auf Grundlage multikriterieller Bewertung durch Extremwertnormierung (Datenquelle: © GeoBasis-DE/BKG 2009-2011, Bearbeitung: Lehmann 2015)

## 4 Fazit

Das hier vorgestellte Beispiel des Aufspürens hoher, kritischer Versiegelung im Siedlungskörper verdeutlicht das Prinzip des indexgestützten Untersuchungsansatzes. Insgesamt wurden 17 städtebauliche Aspekte bzw. Thesen identifiziert, die geeignet sind, auf mittelmaßstäblicher Ebene (1:25 000) einen Zusammenhang mit der Formstruktur zu erkennen. Von diesen Thesen konnten neun dem gesellschaftlich-städtebaulichen Zielfeld „Effizienz“ und acht dem Zielfeld „Umweltqualität“ zugeordnet werden. Ein Städtevergleich kann für einzelne Aspekte oder für die Gesamtheit aller 17 Thesen durchgeführt werden. Dabei ist es nicht möglich, kulturelle und sozioökonomische Aspekte formanalytisch zu untersetzen.

Die Ergebnisse der geometrischen Formanalyse können prinzipiell mit statistischen Daten verknüpft werden. So kann z. B. das Merkmal der „Betroffenheit von Geschossfläche“ (durch Verlärmung, wenig Grün, Erreichbarkeitsdefizite etc.) in „Betroffenheit von Bewohnern“ übersetzt werden, wenn entsprechende kleinräumige Einwohnerzahlen vorliegen. An Hand der sieben Fallbeispiele wird erkennbar, dass Städte deutlich voneinander abweichende Qualitäten aufweisen, welche immer in einem stadtspezifischen Spannungsfeld von Stärken und Schwächen angesiedelt sind. Der Vergleich bzw. ein hierauf aufbauendes Monitoring hat somit nicht das Ziel, die „beste“ Stadt hinsichtlich aller Thesen herauszufiltern, sondern Hinweise auf Optimierungsansätze zu geben.

Es bleibt künftigen Forschungen vorbehalten, weitere Aspekte hinzuzufügen oder durch eine höhere räumliche Auflösung neue Zusammenhänge zu finden. Die Darlegung der

Gesamtergebnisse in Bezug auf die Analysematrix und die vorgestellten zehn Wirkungszusammenhänge mit allen Thesen wird demnächst als Buchpublikation bei Springer Spektrum erscheinen.

## 5 Literatur

- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2008): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS).  
www.adv-online.de/AdV-Produkte/Geotopographie/ATKIS (Zugriff: 27.07.2015).
- AdV – Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (2011): Die amtlichen Hausumringe Deutschland (HU-DE).  
www.adv-online.de/AdV-Produkte/Liegenschaftskataster/Amtliche-Hausumringe (Zugriff: 27.07.2015).
- Arlt, G.; Lehmann, I. (2007): Ökologische Flächenleistungen. Typologische Untersuchungen von städtischen Wohn-, Misch- und Zentrumsgebieten. In: *Stadt + Grün* 56(5)/2007, 36-41.
- Arlt, G.; Lehmann, I. (2008a): Ökologische Flächenleistungen teilstädtischer Gebiete – Fallstudien in Bonn und Dresden. In: Roch, I.; Banse, J.; Leimbrock, H. (Hrsg.): *Freiraum- und Wohnqualitäten – Potenziale für den städtischen Umbau*. Aachen: Shaker, 259-279.
- Arlt, G.; Lehmann, I. (2008b): Ökologische Leistungen. In: *Bundesbaublatt* 57(1)/2008, 12-15.
- Embree, L. (1974): Nachruf auf Aron Gurwitsch – Aron Gurwitsch als phänomenologischer Wissenschaftstheoretiker. In: *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* V/1 1974, F. Steiner Verlag GmbH, Wiesbaden.
- Heber, B.; Lehmann, I. (1993): Stadtstrukturelle Orientierungswerte für die Bodenversiegelung in Wohngebieten – Teilergebnis zum Forschungsprojekt „Stadtstrukturelle Orientierungswerte für die Bodenversiegelung – Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten“. IÖR Schriften 05, Dresden.
- Heber, B., Lehmann, I. (1996): Beschreibung und Bewertung der Bodenversiegelung in Städten. Zweiter Beitrag zum Forschungsprojekt „Stadtstrukturelle Orientierungswerte für die Bodenversiegelung - Naturnahe Regenwasserbewirtschaftung in Siedlungsgebieten“. IÖR Schriften 15, Dresden.
- Husserl, E. (1913): *Ideen zu einer reinen Phänomenologie und phänomenologischen Philosophie*. Erstes Buch: Allgemeine Einführung in die reine Phänomenologie. Max Niemeyer Verlag, Halle (Saale).
- Schumacher, U.; Bräuer, A.; Behnisch, M. (2012): Zur Analyse der Formkomplexität von Siedlungsstrukturen und ihrer Lage zum Freiraum – Ergebnisse aus Halle (Saale). In: Strobl, J.; Blaschke, T.; Griesebner, G. (Hrsg.): *Angewandte Geoinformatik 2012*. Beiträge zum 24. AGIT-Symposium Salzburg. Berlin: Wichmann, 795-800.  
[http://gispoint.de/fileadmin/user\\_upload/paper\\_gis\\_open/537520084.pdf](http://gispoint.de/fileadmin/user_upload/paper_gis_open/537520084.pdf) (Zugriff: 20.08.2015).