

Jörg Weber und Martin Sandtner

Beschreibung städtischer Teilräume mittels Oberflächenstrukturen

Ein Beitrag zur Erfassung, Analyse und Bewertung der nachhaltigen Stadtentwicklung
am Beispiel von München

The Use of Surface Structures in the Description of Urban Spaces

*A Contribution to the Mapping, Analysis and Evaluation of Sustainable Urban Development:
The Example of Munich*

Kurzfassung

Das Gefüge von Baukörpern und Freiflächen in städtischen Teilräumen, hier als Oberflächenstrukturen bezeichnet, prägt die stadtoökologische Situation entscheidend. Der zur Erfassung entwickelte Klassifizierungsschlüssel wird vorgestellt sowie die Vorgehensweise bei der Durchführung der Kartierung erläutert. Der Schlüssel eignet sich zur analog-visuellen Interpretation großmaßstäbiger Luftbilder. Dabei wird auf die bereits gemachten Erfahrungen einer Grunderhebung aus dem Jahr 1988 sowie einer Aktualisierung von 1996 für das Gebiet der Landeshauptstadt München zurückgegriffen. Der Schwerpunkt der dargestellten Auswertemöglichkeiten liegt auf Fragestellungen, die sich aus stadtoökologischer Sicht der Frage der Erfassung, Analyse und Bewertung einer nachhaltigen Stadtentwicklung widmen.

Abstract

The urban ecology of a town is shaped to a very considerable extent by the fabric of built structures and spaces (referred to here as surface structures) in the various sections of the urban territory. This paper presents a classificatory code developed for the purpose of mapping such structures and spaces and describes the cartographic procedure employed. This code can be used for the analogue/visual interpretation of large-scale aerial photographs. The authors draw on experience gathered in the course of a land survey conducted in 1988 for the territory of Munich, the Bavarian state capital, subsequently up-dated in 1996. The main focus of the forms of classification described is on issues of urban ecology relating to the mapping, analysis and evaluation of sustainable urban development.

1 Einleitung

Räumliche Planungen vor allem in hoch verdichteten urban-industriellen Räumen bedürfen einer immer umfassenderen und zugleich detaillierten Kenntnis der jeweiligen aktuellen räumlichen Gegebenheiten im Planungsgebiet und der näheren Umgebung. Auch zur Beschreibung und Bewertung der Auswirkungen von Planungen z.B. im Rahmen eines Bauleitplanverfahrens oder bei Umweltanalysen im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP) sind entsprechende raumbezogene Daten notwendig. Zuletzt wurde die Bedeutung infor-

meller Planungsinstrumente, wie z.B. städtebauliche Entwicklungsplanungen, städtebauliche Rahmenpläne usw., mit der Novellierung des Baugesetzbuches (BauGB) zum 1.1.98 gestärkt.¹

Mit den aufkommenden Diskussionen und Arbeiten über die Möglichkeit der Beurteilung des Prozesses der nachhaltigen Entwicklung über sogenannte „Nachhaltigkeits-Indikatoren“ kommen weitere Anforderungen an die Erhebung raumbezogener Daten hinzu. Das Funktionieren eines derartigen Indikatorensystems zur Beurteilung der nachhaltigen Stadtentwicklung ist unter anderem abhängig vom Auf-

bau eines über festgelegte Zeitschritte hinweg operierenden Monitoringsystems.²

Förmliche und informelle städtebauliche Planungen werden überwiegend im Maßstabbereich zwischen 1:10 000 (Flächennutzungsplanung) bis 1:1 000 (Bebauungsplanung) vorgenommen. Daten über die Struktur der städtischen Oberfläche, die als Planungsgrundlage dienen sollen, sollten ebenfalls diesem Maßstabbereich entsprechen. Deren Erhebung sollte kostengünstig, flächendeckend auch für größere Stadtgebiete, allgemein anwendbar, wiederhol- und vergleichbar durchgeführt werden können.

Grundsätzlich werden Methoden der Fernerkundung diesen Anforderungen gerecht. Bei Daten, die aus der satellitengestützten Fernerkundung abgeleitet sind, besteht allerdings eine Diskrepanz zwischen der räumlichen Auflösung der Daten und den Ansprüchen der Planung. Die inzwischen für Deutschland flächendeckend vorhandenen CORINE-Daten etwa liegen in 1:100 000 vor, das Projekt STABIS wird im Arbeitsmaßstab 1:25 000 realisiert.

Die für die Stadtplanung erforderlichen Maßstäbe können derzeit nur durch Auswertung mittel- bis großmaßstäbiger Luftbilder erreicht werden. Diese Methodik hat schon seit langem einen festen Platz in der Datenerhebung. Luftbilder geben Aufschluss über die Morphologie des Siedlungskörpers, die über die Ausprägung entsprechender physischer Einflußgrößen, wie z.B. das thermische Klima und die Durchlüftungsverhältnisse, entscheidend für das Wohn- und Arbeitsumfeld in einer Stadt sein können.

Die Kartierschlüssel, welche sich an den Erhebungsmöglichkeiten der Fernerkundung orientieren, entsprechen in ihrer inhaltlichen Auflösung oft nicht dem vorgenannten Maßstabsbereich städtebaulicher Planungen. Schlüssel, die sich an der Stadtplanung orientieren, sind andererseits zumeist auf den Einzelfall ausgerichtet und entsprechen daher oft nicht den Anforderungen an eine kostengünstige, flächendeckende, allgemein anwendbare und vergleichbare Erhebungsmethodik. In beiden Fällen ist damit ein Verlust an Information verbunden bzw. eine Einschränkung der Anwendbarkeit der Daten gegeben. Außerdem sind für Einzelerhebungen entwickelte Kartierschlüssel oft nicht für Wiederholungs- bzw. Kontrolluntersuchungen geeignet.

Für kommunale Planungen ist weiterhin eine Methodik zur Erhebung raumbezogener Daten gesucht, welche sich sowohl an den aus Planungskategorien erwachsenden

Anforderungen als auch den spezifischen Möglichkeiten der Luftbildauswertung orientiert.

Hierfür wurde der Kartierschlüssel der Oberflächenstrukturen entwickelt und dessen Anwendungsmöglichkeiten anhand des Stadtgebietes von München überprüft.

2 Methodik

Der Entscheidungsweg zur schrittweisen Erfassung von Oberflächenstrukturen ist aus Abbildung 1 abzulesen. Als räumliche Erhebungseinheit wird zunächst vom *Baublock* ausgegangen. Ein Baublock umfasst in der Regel eine allseitig von öffentlichen Verkehrsflächen umgebene Fläche. „Bau“-Blöcke können im Stadtgebiet bebaut, teilweise bebaut oder unbebaut sein. Für die Verwendung des Baublocks als Erhebungseinheit spricht, dass dessen räumliche Abgrenzung methodisch einwandfrei geklärt ist und in vielen Kommunen seit geraumer Zeit angewandt wird.³ Somit liegen auf dieser räumlichen Ebene zahlreiche und über viele Jahre erhobene Daten in der Stadtplanung bereits vor, wie z.B. soziodemographische Daten aus der Volkszählung. Dies ermöglicht die Herstellung von Korrelationen zwischen der Oberflächenstruktur und anderen blockbezogenen Daten. Im Weiteren wird zunächst nur die jeweils in einem Baublock flächenmäßig dominierende Oberflächenstruktur betrachtet.

Bezüglich der Einheitlichkeit der wahrgenommenen Struktur im Baublock kommen zwei Fälle in Betracht: Bei *Reinblöcken* herrscht klar nur eine Oberflächenstruktur vor. In einigen Baublöcken sind entsprechend der baulichen Entwicklung unterschiedliche Oberflächenstrukturen nebeneinander anzutreffen, sie nehmen in diesen Fällen unterschiedlich große Flächenanteile des jeweiligen Blocks ein. Derartige Baublöcke werden als *Mischblöcke*

bezeichnet. Um die Information der *Mischblöcke* weiter aufzulösen, wurde der Objektschlüssel hierarchisch aufgebaut. Dies bedeutet, dass weniger dominante Objektklassen eines Mischblockes je nach ihrem Flächenanteil in einer zweiten und dritten Informationsstufe aufgezeichnet werden können. Die über den Erhebungsschlüssel erfasste Information kann somit bis zu drei verschiedene Flächenanteile pro Baublock aufweisen.

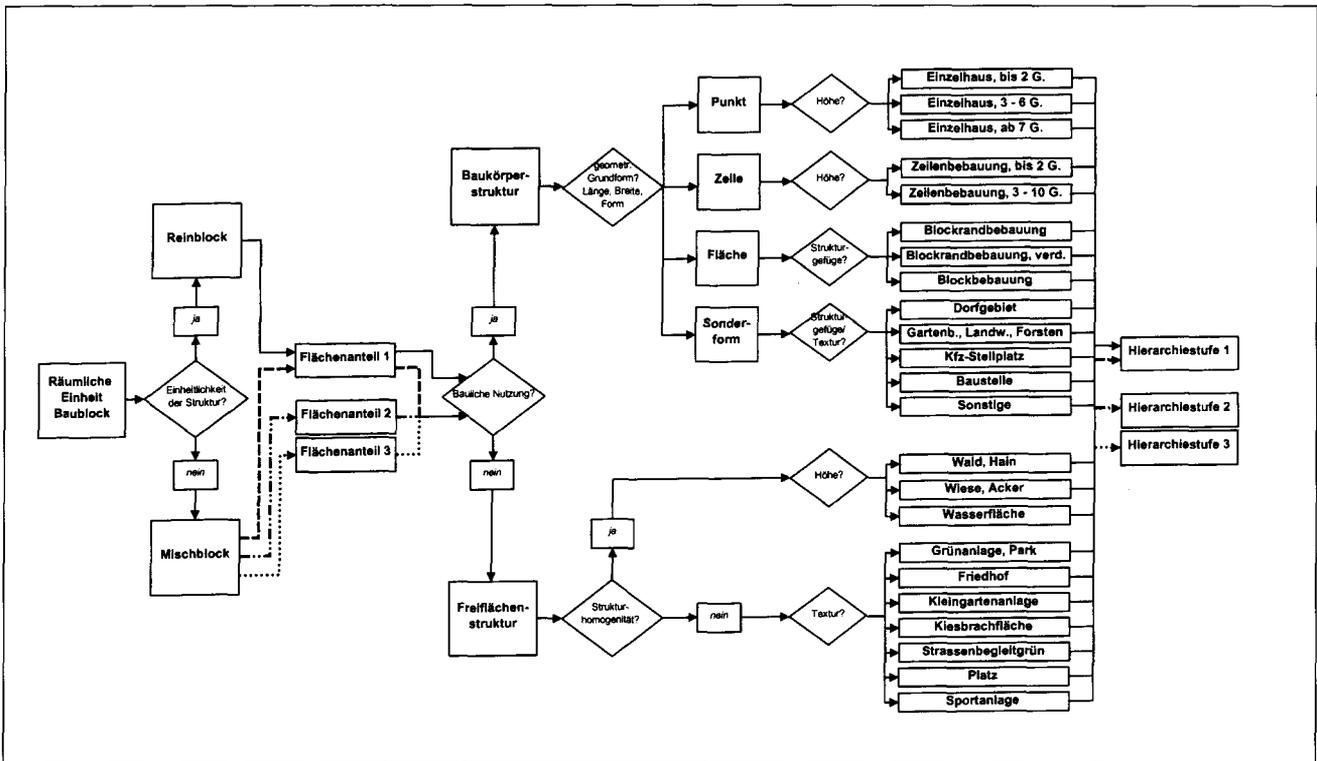
Die erste Entscheidung bei der Klassifizierung eines Baublocks bezieht sich auf dessen bauliche Nutzung. Handelt es sich um eine mit Baukörpern bestandene Fläche, so wird der Baublock als *Baukörperstruktur* angesprochen, verfügt er dagegen nicht über Baukörper, handelt es sich um eine *Freiflächenstruktur*.

Die *Baukörperstrukturen* werden über die geometrische Grundform der Baukörper (Länge, Breite, Höhe) und über deren strukturbildende Lagebeziehung zueinander beschrieben. In Abhängigkeit von der Ausprägung flächen-, linien- oder punkthafter Grundformen werden die Oberklassen Einzelstruktur, Zeilenstruktur, Flächenstruktur sowie Sonderbauformen gebildet. Innerhalb der Oberklassen unterscheiden sich die einzelnen Klassen durch Änderungen der Baukörpermassen sowohl in der Grundfläche als auch in der Höhe (z.B. Einzelhausbebauung bis zwei Geschosse, drei bis sechs Geschosse...).

Bei den Sonderformen, d.h. Einheiten, die nicht eindeutig flächen-, linien- oder punkthafter Grundformen zugeordnet werden können, wird als Unterscheidungsmerkmal das Strukturgefüge bzw. die Textur herangezogen.

Freiflächenstrukturen umfassen Baublöcke, welche nicht baulich genutzt werden, d.h. keine Baukörper im eigentlichen Sinne aufweisen. Eine Beschreibung der *Freiflächenstrukturen* über geometrische Kriterien ist daher nur in wenigen Fällen möglich. Deswegen wird bei Freiflä-

Abbildung 1
Entscheidungsweg bei der Erhebung von Oberflächenstrukturen in besiedelten Bereichen*



* Die Zuordnung der Objektklassen erfolgt bei Mischblöcken auf maximal drei Flächenanteile.

chenstrukturen, welche in ihrer Struktur homogen sind, als Identifikationsmerkmal die Höhe herangezogen. Bei inhomogenen Strukturen wird die jeweils typische Textur im Bildgefüge zur weiteren Unterscheidung verwendet.

Zur Kartierung selbst wurde in München auf S/W-Orthophotos der Maßstäbe 1:5 000 und 1:1 000, welche im fünfjährigen Turnus für das gesamte Stadtgebiet erstellt werden, zurückgegriffen. Die Abgrenzung der Erhebungseinheit Baublock wurde der jeweils aktuellen Karte der Baublöcke des Vermessungsamtes entnommen.

3 Auswertemöglichkeiten und Anwendungen

3.1 Erhebungen der Oberflächenstrukturen in München

Für das Gebiet der Landeshauptstadt München wurden die Oberflächenstrukturen nach der im Kapitel 2 beschriebenen Methodik für die Jahre 1985 sowie 1994 jeweils flächendeckend erhoben.^{4,5}

Für die Ersterhebung 1985 wurden insgesamt 10 087 Baublöcke erfasst. Hiervon weisen 8606 (= 85 %) einheitliche Oberflächenstrukturen auf (Reinblöcke). 1 481 (= 15 %) der Blöcke sind Mischblöcke, von denen 1 255 (= 12 %) eine und 226 (= 3 %) zwei weitere Oberflächenstrukturen umfassen.

Die Ergebnisse der Kartierungen sind in Tabelle 1 zusammenfassend dargestellt. Die beiden ersten Spalten „1985“ und „1994“ weisen für die 1. Hierarchiestufe die Flächensummen der einzelnen Objektklassen in [ha] sowie in [%] aus. Es wird deutlich, dass ein vergleichsweise hoher Anteil an bebauter Fläche von bis zu zweigeschossiger Einzelhausbebauung belegt wird. Die Objektklassen der Blockrandbebauung, der verdichteten Blockrandbebauung sowie der Blockbebauung stellen demgegenüber zusammen einen gleichgroßen Flächenanteil (= 16,3 %). In Verbindung mit anderen Informationen, wie z.B. der unter dem Gesichtspunkt des flächensparenden Bauens anzustrebenden Bauform der Blockrandbebauung, ergeben sich erste Beurteilungsmöglichkeiten der Stadtstruktur.

Tabelle 1
Die Ergebnisse der Kartierungen der Oberflächenstruktur
in München 1985 und 1994

Oberflächenstruktur (Hierarchiestufe 1)	1985		1994		Veränderung 1985 bis 1994 in %
	Flächensumme in ha	% der Gesamtfläche	Flächensumme in ha	% der Gesamtfläche	
Einzelhausbebauung, bis 2 Geschosse	4 163	16,3	4 210	16,1	+1,13
Einzelhausbebauung, 3–6 Geschosse	626	2,5	641	2,5	+2,33
Hochhaus, Punkthaus	258	1,0	229	0,9	-11,00
Zeilenbebauung, bis 2 Geschosse	694	2,7	774	3,0	+11,44
Zeilenbebauung, 3–10 Geschosse	2 356	9,2	2 720	10,4	+15,45
Blockrandbebauung	680	2,7	653	2,5	-4,00
Blockrandbebauung, verdichtet	1 104	4,3	1 108	4,2	+0,31
Blockbebauung	2 359	9,3	2 532	9,7	+7,35
Dorfgebiet	236	0,9	231	0,9	-1,98
Gebäude f. Gartenbau, Landwirtschaft, Forst	352	1,4	306	1,2	-13,24
Kfz-Stellplatzanlage	128	0,5	164	0,6	+27,44
Baustelle	377	1,5	439	1,7	+16,45
Sonstige	77	0,3	151	0,6	+96,90
Summe Baukörperstrukturen	13 410	52,6	14 157	54,2	+5,57
Wald, Hain	1 371	5,4	1 489	5,7	+8,61
Wiese, Acker	6 786	26,6	6 388	24,5	-5,86
Grünanlage, Park	1 796	7,0	1 899	7,3	+5,73
Friedhof	416	1,6	422	1,6	+1,55
Kleingartenanlage	454	1,8	452	1,7	-0,33
Kiesbrachfläche	247	1,0	263	1,0	+6,54
Straßenbegleitgrün	183	0,7	194	0,7	+6,18
Platz	18	0,1	16	0,1	-11,59
Sportanlage	730	2,9	757	2,9	+3,58
Wasserfläche	80	0,3	88	0,3	+10,08
Summe Freiflächenstrukturen	12 080	47,4	11 968	45,8	-0,93
Summe gesamt	25 490	100,0	26 125	100,0	+2,49

Die Abbildung läßt im Wesentlichen die Säulengruppen der Baukörperstrukturen und der Freiflächenstrukturen mit jeweils vergleichsweise hohen Flächensummen der Baublockfläche erkennen.

Die in Tabelle 1 enthaltene Information über zweigeschossige Einzelhausbebauung und drei- bis zehngeschossige Zeilenbebauung kann in Verbindung mit den Versiegelungswerten weiter vertieft werden.

Nennenswerte Flächenanteile der Klassen der Einzelhausbebauung, der Zeilenbebauung, der Blockrandbebauung sowie die Blockbebauung streuen immer über mindestens vier Versiegelungsklassen. Deutlich wird der sich im mittleren Bereich der Versiegelung (31–50 %) bewegende hohe Flächenanteil der Einzelhausbebauung bis zwei Geschosse. Die Zeilenbebauung bis zwei Geschosse bewegt sich mit geringeren Flächenanteilen ebenfalls im Bereich mittlerer Versiegelung. Bei der Zeilenbebauung mit drei bis zehn Geschossen ist eine breitere Streuung zu verzeichnen. Der Versiegelungsgrad bewegt sich mit höheren Flächensummen zwischen 31 und 80 %, d.h. im Bereich einer mittleren und hohen Versiegelung. Deutlich wird ebenso eine Konzentration der Blockrandbebauung und der Blockbebauung auf hohe Versiegelungsklassen.

Bei den Freiflächenstrukturen weisen Wiesen und Äcker, Wälder und Haine sowie Grünanlagen sehr hohe Flächenanteile an der gesamten Baublockfläche mit naturgemäß sehr geringen Versiegelungswerten auf.

Mit dem aus Tabelle 1 ersichtlichen gegenwärtigen Trend zur drei- bis zehngeschossigen Zeilenbebauung werden somit Strukturen erzeugt, welche eher hohe Versiegelungsgrade aufweisen. Auch wenn durch die damit verbundene hohe Nutzungsdichte diese Baustruktur unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Stadtentwicklung grundsätzlich

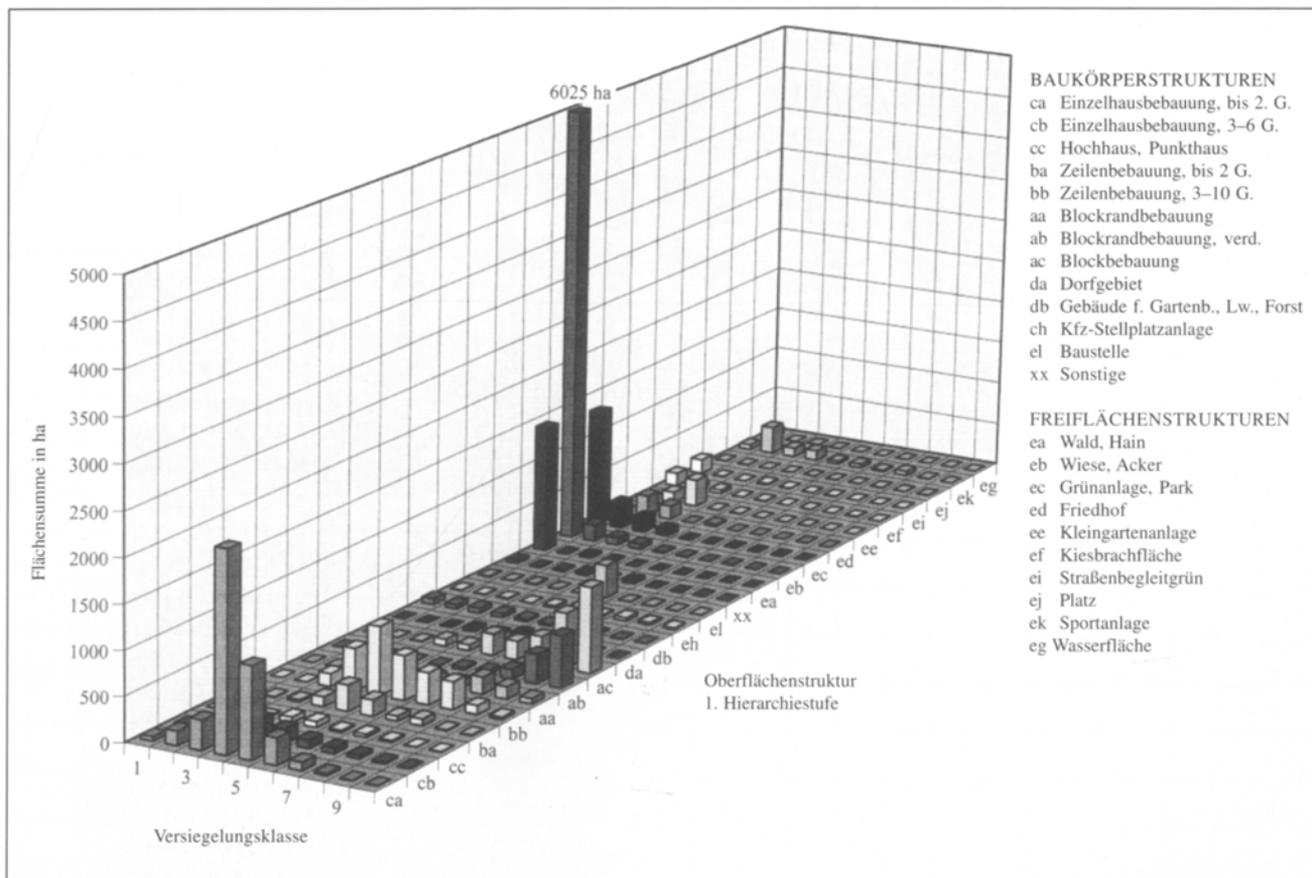
3.2 Oberflächenstruktur und Versiegelung

Die Spalte „Veränderung 1985–1994“ erfasst die stadträumlich relevanten Veränderungen und zeigt z.B. den Trend hin zu Geschosswohnungsbau in Zeilen (= Zeilenbebauung drei bis zehn Geschosse) auf.

Der Informationsgehalt der Daten erhöht sich jedoch durch die Verknüpfung mit anderen Daten für den Bereich der Stadt München. In den nächsten Kapiteln werden die Möglichkeiten der Auswertung und Anwendung dieser Daten beispielhaft aufgezeigt.

Parallel zu den Oberflächenstrukturen wurde bei den Kartierungen jeweils der Versiegelungsgrad der Baublöcke erhoben (Klassenbreite: 10 %).⁵ Eine Verknüpfung der Datensätze Versiegelung und Oberflächenstrukturen ist in Abbildung 2 dargestellt. Auf der x-Achse sind die Versiegelungsklassen und auf der y-Achse die Klassen der Oberflächenstrukturen aufgeführt. Über die z-Achse sind die Flächensummen der jeweils eine bestimmte Kombination aus Versiegelungsgrad und Oberflächenstruktur aufweisenden Baublöcke des gesamten Stadtgebietes angetragen.

Abbildung 2
Versiegelung und Oberflächenstruktur 1994



Quelle: Siehe Anm. (5)

positiv bewertet wird⁶, so weist dies auf einen mittelbaren Bedarf an ausgleichenden Freiflächenstrukturen in der näheren Umgebung hin.

Die erste Zeile von Tabelle 2 zeigt, wie stark der Zusammenhang zwischen der Oberflächenstruktur und dem Versiegelungsgrad ist. Betrachtet man nur die Reinblöcke, so ergibt sich eine Varianzaufklärung von 75,4 %, d.h. drei Viertel der Streuung des Versiegelungsgrades gehen auf die Oberflächenstruktur zurück. Die Streuung innerhalb der Klassen der Oberflächenstruktur macht dagegen nur ein Viertel der Gesamtvarianz aus. Daraus wird deutlich, dass die vergleichsweise einfache und schnelle Erhebung der Oberflächenstrukturen bereits gute Aussagen über den stadtoökologisch relevanten Versiegelungsgrad auf Baublock-

ebene erlaubt, da sich die einzelnen Klassen des Kartierschlüssels bezüglich des Merkmals Versiegelung signifikant voneinander unterscheiden. Der Vorteil der Erhebung der

2. Hierarchiestufe für Mischblöcke wird aus den beiden letzten Spalten deutlich. Die Varianzaufklärung wird durch Einbezug der 2. Hierarchiestufe um 10 % erhöht.

Tabelle 2
Zusammenhang zwischen der Oberflächenstruktur und der Versiegelung sowie den Oberflächentemperaturen

Zusammenhang zwischen ...	in % Varianzaufklärung bei Einbezug ...			
	... aller Blöcke, 1. Hierarchiestufe	... nur der Reinblöcke, 1. Hierarchiestufe	... nur der Mischblöcke, 1. Hierarchiestufe	... nur der Mischblöcke, 1. + 2. Hierarchiestufe
... Oberflächenstruktur 1994 und Versiegelungsgrad 1994	71,9	75,4	48,4	58,4
... Oberflächenstruktur 1985 und Oberflächentemperatur tags 1988	40,8	42,4	30,0	37,8
... Oberflächenstruktur 1985 und Oberflächentemperatur nachts 1988	47,2	49,1	32,4	41,6

3.3 Oberflächenstruktur und Thermaldaten

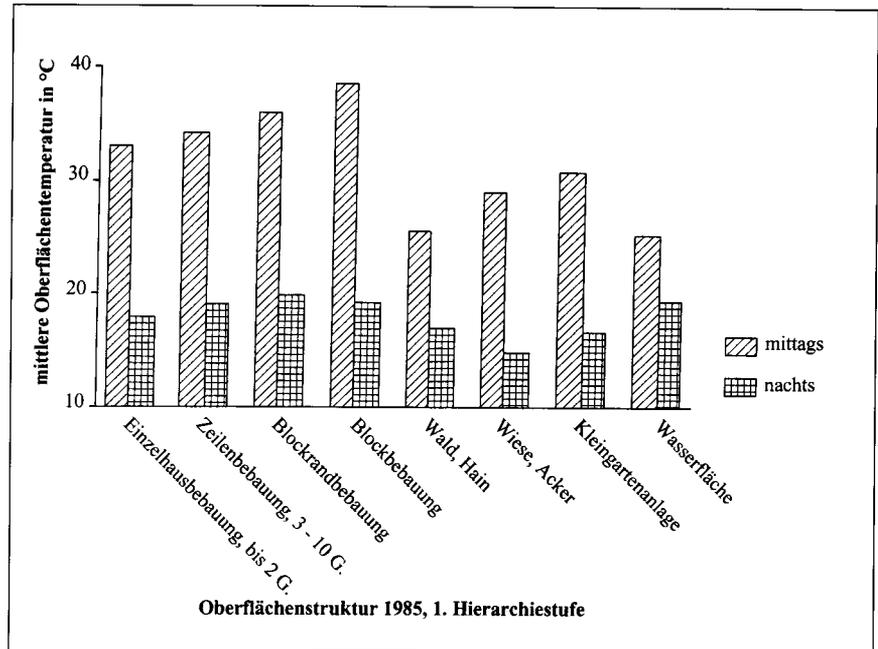
Im Juli 1982 wurden während einer sommerlichen Hochdrucklage die Oberflächentemperaturen des gesamten Stadtgebietes mittels eines Multispektralscanners erfasst.⁷ Die Oberflächentemperaturen spiegeln das unterschiedliche thermische Verhalten der verschiedenen Arten urbaner Oberflächenbedeckung (z.B. Asphalt, Kies, Rasen) wider. Im Zusammenhang mit den Prozessen der Energieumsetzung und Wärmeübertragung bei austauscharmen Wetterlagen beeinflusst dies den Zustand der urbanen Atmosphäre und das thermische Empfinden der Menschen in der Stadt (Hitzestress). Über die Thermalbilder ist es möglich, die thermischen Verhältnisse urbaner Raumeinheiten zu charakterisieren und diese Eigenschaften aus ihrem räumlichen Zusammenhang zu analysieren.

Das unterschiedliche Wärmeverhalten einzelner Oberflächenstrukturen ermöglicht eine erste grobe Abschätzung der thermischen Konsequenzen von Änderungen in der Stadtstruktur. Die Zusammenführung der Aussagen der Thermalbilder und der Daten der Oberflächenstrukturen ermöglicht eine detaillierte Beschreibung und Bewertung der klimatischen Verhältnisse und möglicher Klimafunktionen.

Hierzu wurden beispielhaft in Abbildung 3 die im 6,5 x 6,5 m Raster erhobenen Oberflächentemperaturen als mittlere Oberflächentemperaturen der einzelnen Baublöcke für mittags und nachts dargestellt und mit den Klassen der Oberflächenstrukturen (1. Hierarchiestufe) in Bezug gesetzt.

Es zeigen sich für die einzelnen Klassen typische unterschiedliche Temperaturen bzw. Differenzen zwischen den Tag- und den Nachtwerten. Dies ermöglicht eine weitere

Abbildung 3
Oberflächentemperaturen ausgewählter Oberflächenstrukturklassen tags und nachts



Charakterisierung der einzelnen Oberflächenstrukturklassen hinsichtlich der zu erwartenden humanbioklimatologischen Auswirkungen.

Bei der Klasse „Wald, Hain“ wird beispielsweise die temperaturregelnde Wirkung der Vegetation, hervorgerufen durch die Evapotranspiration der Pflanzen, deutlich. Die Mittagstemperatur ist vergleichsweise niedrig und damit die Amplitude zwischen Tag und Nacht gering. Maximal ist die Tag-Nacht-Amplitude im Bereich der Blockbebauung. Hierbei handelt es sich großteils um Gewerbegebiete mit großen Gebäuden, deren Dächer sich tags stark aufheizen, nachts aber relativ stark abkühlen. Temperaturdämpfende Vegetation fehlt meist fast völlig. Zwischen diesen beiden Extremen liegen Einzel- und Zeilenbebauung mit ihren mittleren Versiegelungsgraden.

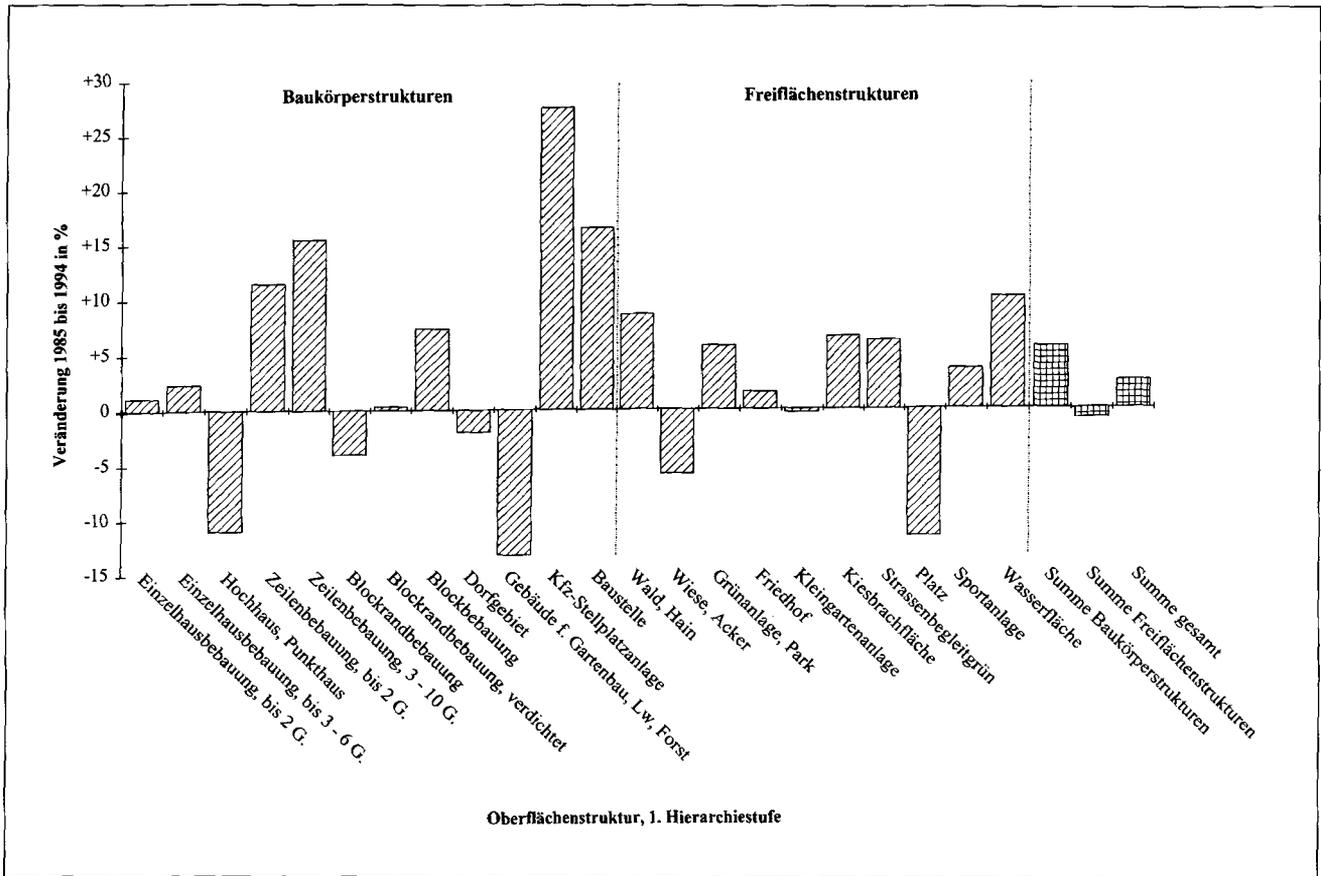
Wie entscheidend die Oberflächenstruktur für das Temperaturverhalten ist, wird aus den beiden unteren Zeilen der Tabelle 2 klar. Die Varianzaufklärung der Oberflächentemperatur tags beträgt für Reinblöcke

42,6 %, nachts sogar 49,1 %. Die restliche Varianz erklärt sich v.a. aus der Lage innerhalb des Stadtgebiets, den Oberflächenstrukturen in der unmittelbaren Nachbarschaft und den strukturellen Unterschieden innerhalb der Oberflächenstrukturklassen.

3.4 Oberflächenstruktur im multitemporalen Verlauf

Um Entwicklungen innerhalb der städtischen Umwelt abzubilden und analysieren zu können, bedarf es der wiederholten Erhebung relevanter Daten über sinnvolle Zeitschritte. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund einer sich stetig verschlechternden finanziellen Situation der Kommunen und sinkender Bereitschaft zu Ausgaben im Umweltvorsorgebereich ist dabei zu berücksichtigen, dass die Aufwendungen zur Datennachführung verhältnismäßig gering bleiben. Um eine Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten, sollte die Erhebungsmethodik leicht von verschiedenen Kartierern nachvollzogen werden können.

Abbildung 4
Oberflächenmonitoring: Veränderungen der einzelnen Oberflächenstrukturen zwischen 1985 und 1994 (ohne „Sonstige“)



Bei der Fortschreibung der Karte der Oberflächenstrukturen wurde aus Gründen der inhaltlichen, finanziellen und personellen Effizienz sowie der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Methodik der Erstkartierung von 1985 gefolgt.

Um den Kartierungsumfang und -aufwand einzugrenzen, wurden in einem ersten Schritt aus S/W-Orthophotoluftbildern im Maßstab 1:5 000 die Baublöcke identifiziert, bei denen eine wesentliche Änderung des Gebäudebestandes festzustellen war. Dies war dann gegeben, wenn sich der Bestand an Objekteinheiten in einem Baublock um mehr als eins erhöht oder verringert hatte. Bei den so identifizierten Baublöcken wurde die Oberflächenstruktur aus S/W-Orthophotoluftbildern im Maßstab 1:1 000 neu bestimmt. Der Zeitschritt von neun Jahren zwischen Erstkartierung 1985 und Fortschreibungskartierung 1994 ergibt

sich aus den Befliegungszeitpunkten der S/W-Orthophotoluftbilder des Vermessungsamtes München. In Anbetracht der für die Planung, Genehmigung und Erstellung von Gebäuden anzusetzenden Zeiten erscheinen etwa zehn Jahre als ausreichender Zeitschritt, um wesentliche Veränderungen in einem Siedlungskörper erfassen zu können.

Abbildung 4 zeigt die Veränderungen der Flächenanteile der einzelnen Oberflächenstrukturen zwischen 1985 und 1994 in [%].

Die letzte Spalte „Summe gesamt“ weist auf einen positiven Flächensaldo hin. Dies beruht auf einer Zunahme der als Baublock ausgewiesenen und damit durch die Kartierung erfassten Fläche. Im Vergleich der Flächensummen von Baukörper- und Freiflächenstrukturen wird deutlich, dass Freiflächenstrukturen im Beobachtungszeitraum eine prozentuale Abnahme zu

verzeichnen hatten. Aus der Darstellung der einzelnen Freiflächenklassen lässt sich dies auf entsprechende Verlust der Klassen „Wiese, Acker“ sowie „Platz“ zurückführen. Der Flächenanteil der Baukörperstrukturen hat demgegenüber um ca. 5,5 % zugenommen. Dies ist auf entsprechende Zuwächse der Klassen „Zeilenbebauung bis zwei Geschosse“, „Zeilenbebauung drei bis zehn Geschosse“, „Kfz-Stellplatzanlagen“ sowie „Baustellen“ zurückzuführen.

Gemäß einer Untersuchung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen über Flächennutzung und Flächennutzungswandel in Bayern für den Zeitraum 1981–1993 hat die Region München hinsichtlich des Anteils an Siedlungs- und Verkehrsfläche mit 13,4 % bereits eine kritische Größe erreicht.⁸ Die oben aufgeführten Ergebnisse für das

Tabelle 3
Nachhaltigkeitskriterien für verschiedene Baukörperstrukturen

Baukörperstruktur (Hierarchiestufe 1)	Versiegelung 94 in %		Temperatur 88 tags in °C		Temperatur 88 nachts in °C	
	Mittelwert	Standardabw.	Mittelwert	Standardabw.	Mittelwert	Standardabw.
Einzelhausbebauung, bis 2 Geschosse	38,9	11,3	33,1	2,9	18,0	1,4
Einzelhausbebauung, 3-6 Geschosse	51,1	17,7	32,5	3,0	18,6	1,3
Hochhaus, Punkthaus	52,5	19,8	33,5	2,6	19,0	1,1
Zeilenbebauung, bis 2 Geschosse	49,8	13,7	34,5	3,1	18,3	1,4
Zeilenbebauung, 3-10 Geschosse	53,9	17,0	34,2	2,6	19,1	1,2
Blockrandbebauung	73,3	15,7	35,9	3,1	19,9	1,1
Blockrandbebauung, verdichtet	89,3	9,4	38,6	3,2	20,3	1,2
Blockbebauung	80,8	17,3	38,5	4,4	19,2	1,7

Stadtgebiet bestätigen grundsätzlich diese für die Region München aufgezeigte Tendenz. Die Inanspruchnahme neuer Fläche übersteigt die Freigabe bisher genutzter Fläche im Stadtgebiet. Dieser Sachverhalt steht im Konflikt mit dem Leitbild eines nachhaltigen Gleichgewichtes zwischen der Inanspruchnahme neuer Flächen und der Freigabe von bisher genutzten Flächen.

4 Schlussfolgerung und Ausblick

Für die zur Ermittlung, Analyse und Bewertung von für die Umweltplanung relevanten Sachverhalten in städtischen Räumen wurde die Methodik der Oberflächenstrukturen entwickelt. Diese lehnt sich an inhaltliche und räumliche Vorgaben der Stadtplanung an und berücksichtigt die Möglichkeiten der Auswertung großmaßstäbiger Luftbilder. Die räumliche Erhebungseinheit des Baublocks ermöglicht eine einfache Verknüpfung mit anderen Datensätzen und dient der Beschreibung und Analyse der gesamten Stadt, aber auch von städtischen Teilräumen der Umwelt. Die gewonnenen Daten lassen sich in ihrer Struktur gut in ein Geographisches Informationssystem einbinden. Durch die Verknüpfung mit anderen Datensätzen kann raumbezogene Umweltinformation in ihrem Aussagegehalt weiter verdichtet

werden. Mit der beschriebenen Methode können die Oberflächenstrukturen als Indikatoren zur Beurteilung der nachhaltigen Stadtentwicklung bzw. der Identifikation der Indikatoren dienen. Tabelle 3 zeigt hierzu eine Verknüpfung ausgesuchter Baukörperstrukturen (Spalte 1) mit den zuzuordnenden Mittelwerten der Versiegelung (Spalte 2) und der Oberflächentemperaturen von 1988 (Spalten 3 und 4). Die relativ hohen Werte der Standardabweichung als einfaches Streuungsmaß weisen darauf hin, dass bei der Zuordnung von mittleren Versiegelungswerten zu Baukörperstrukturen weitere Faktoren berücksichtigt werden müssen. Insgesamt ist von einem relativ hohen Aussagegrad der relativ leicht zu gewinnenden Daten auszugehen.

Für das gesamte Gebiet der Landeshauptstadt München wurden für zwei Zeitpunkte (1985 und 1994) bereits Daten nach dieser Kartiermethodik erhoben. Damit wurde ein wesentlicher Beitrag für den Aufbau eines Monitoring-Systems geschaffen. Die Ergebnisse weisen in einigen Bereichen Münchens, vor allem in dem Übergangsbereichen zwischen Innenstadt und Stadtrand, auf deutliche Veränderungen hin. Gesamtstädtisch ist für den Zeitraum 1985-1994 von einer Zunahme der Baukörperstrukturen und einer Abnahme der Freiflächenstrukturen auszugehen.

Anmerkungen

- (1) Battis, Ulrich.; Krautzberger, Michael; Löhr, R.-P.: Die Neuregelungen des Baugesetzbuchs zum 1.1.1998. In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, Frankfurt/ Main (1997) H. 12, S. 1145-1167
 - (2) Umweltgutachten 1998. Hrsg.: Rat von Sachverständigen für Umweltfragen. - Bonn 1998 = BT-Drucksache
 - (3) Kleinräumige Gliederung der Gemeinde. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium des Innern, Oberste Baubehörde.-München 1982. = Arbeitsblätter für die Bauleitplanung Nr. 3.
 - (4) Karte der Oberflächenstrukturen. In: Umweltatlas München 1. Ergänzungslieferung. Hrsg: Landeshauptstadt München - Umweltschutzreferat. - München 1993
 - (5) Katalog von Maßnahmen zur Entsiegelung von Flächen / Münchner Entsiegelungsprogramm. Bearb.: Landeshauptstadt München - Umweltschutzreferat. - München 1996. = Beschluss der Vollversammlung des Stadtrates vom 23.10.1996
 - (6) Messestadt Riem - Ökologischer Baustein Teil II. Hrsg.: Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung. - München 1998
 - (7) Karten der Oberflächentemperaturen. In: Umweltatlas München. Hrsg.: Landeshauptstadt München, Umweltschutzreferat. - München 1986
 - (8) Flächennutzung und Flächennutzungswandel in der Region München. Hrsg.: Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen. - München 1990
- Dipl.-Geogr. Jörg Weber
Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt
RGU 115 Umweltvorsorge
in der räumlichen Planung
Bayerstraße 28a
80335 München
E-Mail: jweber@muenchen.roses.de
- Dipl.-Geogr. Martin Sandtner
Geographisches Institut der
Universität Basel
Abteilung Humangeographie/
Stadt- und Regionalforschung
Klingelbergstrasse 16
CH - 4056 Basel
E-Mail: martin.sandtner@unibas.ch