

Nadine Haid und Uwe Treter

## Die Bodenversiegelung in Erlangen

### Bestandsaufnahme und Bewertung

mit 7 Abbildungen, 3 Tabellen, 1 Kartenbeilage und 1 Tabellenbeilage

#### 1 Einführung

Böden sind Lebensgrundlage bzw. Lebensraum für Mikroorganismen, Pflanzen, Tiere und Menschen. Sie sind Grundlage für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung und Produktion. Neben diesen wichtigen Funktionen ist aber auch die Regulationsfunktion der Böden von großer Bedeutung. Sie filtern, puffern, transformieren und speichern Stoffe und sind ein entscheidendes Glied im Energiefluss und in den natürlichen und vom Menschen beeinflussten Stoffkreisläufen der Ökosysteme (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1998). Nach dem *Bundesnaturschutzgesetz* (2002) sollen daher die Böden so erhalten werden, dass sie ihre vielfältigen Funktionen im Naturhaushalt erfüllen können.

Ogleich Grund und Boden eine begrenzte und nicht vermehrbare Ressource ist, wird ihre Verfügbarkeit durch den unaufhaltsamen Flächenverbrauch immer mehr eingeschränkt. Täglich werden bundesweit große Flächen, die vormals land- und forstwirtschaftlich genutzt wurden oder von Vegetation der unterschiedlichsten Art bestanden waren, zu Siedlungs-, Industrie-, Gewerbe- und Verkehrsflächen umgewandelt. Damit nimmt gleichzeitig der Anteil an versiegelten Flächen stetig zu.

Für den Begriff „Bodenversiegelung“ werden auch die Bezeichnungen „Oberflächenversiegelung“, „Flächenversiegelung“ oder meistens kurz und knapp „Versiegelung“ verwendet. Versiegelung bezeichnet ursprünglich das Haltbarmachen oder Veredeln von Oberflächen. Dieser an sich positive Begriff hat bei der Übertragung auf die Befestigung von Bodenoberflächen eine negative Bedeutung bekommen.

Unter der Versiegelung von Böden durch verschiedene Flächennutzungen und Bauungsmaßnahmen wird nach BERLEKAMP & PRANZAS (1992) „eine - auch teilweise - Isolierung des Bodens von der Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre durch Ab- und Verdichtung, Aufschüttungen bzw. Auffüllungen sowie unterirdische Baukörper“ verstanden.

Es wird zwischen bebaut versiegelten, d.h. von Gebäuden besetzten Flächen und unbebaut versiegelten Flächen unterschieden. Die unbebaut versiegelten Flächen erfahren durch das Aufbringen von unterschiedlichen Belägen eine Versiegelung bzw. Verdichtung. Das geschieht bei Wegen, Straßen, städtischen Plätzen, Parkplätzen, Stellflächen, Industrie- und Gewerbeflächen, die zusammengefasst als „versiegelte Freiflächen“ bezeichnet werden. Während Gebäude sowie Asphalt- und Betonbeläge eine vollständige, d.h. wasserundurchlässige Versiegelung bewirken, sind viele der mit Platten oder Pflastersteinen „versiegelten Freiflächen“ wenigstens teilweise wasserdurchlässig (Tab.1).

Tabelle 1: Abflussanteil, ausgedrückt durch den Abflussbeiwert, für verschiedene Belagsarten und Versiegelungskategorien (nach BUNZEL 1992 und GAERDES 1995)

Versiegelungskategorien			Gruppe	Versiegelungs - bzw. Belagsart	Abfluss - beiwert
versiegelt	bebaut versiegelt	wasser- undurchlässig versiegelt	1	Gebäude	1,0
	unbebaut versiegelt		2	Asphalt Beton Fugen mit Verguss	0,9
teilversiegelt		3	Platten Verbundpflaster Großpflaster	0,6 - 0,85	
		4	Mosaik - u. Kleinpflaster	0,5 - 0,6	
			Rasengitter und verdichteter Sand	0,4 - 0,5	
			Schotter, Schotterrasen	0,2 - 0,3	

Obwohl durch Versiegelungen die lebensnotwendigen Funktionen der Böden weitgehend ausgeschlossen oder eingeschränkt werden, sind sie immer dann als unvermeidbar einzustufen, wenn Gefahr besteht, dass Schadstoffe aus Verkehr, Industrie und Gewerbe auf die Bodenoberfläche oder in tiefere Bodenschichten gelangen können.

## 2 Auswirkungen der Bodenversiegelung auf den Naturhaushalt

Die Versiegelung jeglicher Art verursacht insbesondere in urbanen Räumen nachhaltige Veränderungen untereinander vernetzter Faktoren und Prozesse des Naturhaushaltes: Bei vollständiger Versiegelung mit undurchlässigen Materialien werden alle Austauschvorgänge zwischen Atmosphäre und Boden sowie zwischen Boden und belebter Umwelt unterbunden. Auch teilversiegelte oder stark verdichtete Böden weisen erhebliche Veränderungen insbesondere hinsichtlich ihres natürlichen Filter-, Puffer- und Speichervermögens auf. Beträchtliche Auswirkungen hat die Versiegelung auf den städtischen Wasserhaushalt, das Stadtklima und die städtische Flora und Fauna.

Durch das Abdichten des Bodens wird die Infiltration des Niederschlags verhindert bzw. vermindert. Die Fähigkeit der verschiedenen Belagsarten, Niederschlagswasser in den Untergrund passieren zu lassen, nimmt mit steigendem Fugenanteil des Pflastermaterials zu. Das wirkt sich auch auf die Grundwasser-

neubildung aus, die vor allem unter großflächigen, vollständigen Versiegelungen weitgehend unterbunden ist.

Der Anteil an Niederschlagswasser, der nicht infiltrieren und versickern kann, fließt auf den versiegelten Flächen ab und wird über die Regenwasser- bzw. Mischkanalisation abgeführt. In der Tab. 1 ist für die verschiedenen Belagsarten dieser Anteil durch den Abflussbeiwert angegeben. Ein Abflussbeiwert von 1,0 für die Gebäudeflächen bedeutet einen vollständigen Abfluss des Niederschlagswassers. Da selbst „glatte“ Asphalt- oder Betonbeläge so viel Oberflächenrauigkeit besitzen, dass noch ein geringer Anteil zurückgehalten wird, ergibt sich ein Abflussbeiwert von 0,9.

Wegen des geringen Rückhaltes des Niederschlagswassers auf versiegelten, wasserundurchlässigen Flächen ist die Verdunstung gering und nur von kurzer Dauer, da die Oberflächenspeicher klein sind. Zusammen mit der starken Erwärmung der versiegelten Flächen resultiert daraus eine geringe relative Luftfeuchtigkeit (vgl. Beitrag SAMIMI & STROBEL in diesem Band). Etwas günstiger für Versickerung, Verdunstung und resultierende Luftfeuchtigkeit sind dagegen die wasserdurchlässig versiegelten Flächen.

Bodenversiegelung führt zu einer Einschränkung, Einengung, Verinselung oder gar Vernichtung von Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Während vollständig versiegelte Flächen lebensfeindlich sind, eröffnen sich mit zunehmendem Fugenanteil des Belags- und Pflastermaterials Lebensstätten insbesondere für Pflanzen. Allerdings müssen sie mit einer Reihe von spezifischen Lebensbedingungen zurechtkommen. Da selbst auf teilversiegelten Flächen noch ein großer Teil des Niederschlags oberflächlich abfließt, ist die Wasserversorgung an den Standorten in Platten- und Pflasterritzen stark eingeschränkt. Zusätzlich sind die Pflanzen einer hohen Wärmebelastung ausgesetzt, da sich die versiegelten Flächen bei starker Sonneneinstrahlung aufheizen und wegen ihrer hohen Wärmekapazität die erhöhten Temperaturen lange erhalten.

Durch Stäube der verschiedensten Herkunft sind die Pflanzen hohen Schad- und Nährstoffeinträgen ausgesetzt, an die sie angepasst sein müssen. Insbesondere stickstoffliebende oder stickstofftolerante Pflanzenarten sind daher besonders häufig an diesen Standorten anzutreffen. Auch gegenüber mechanischen Belastungen durch Tritt und Befahren müssen diese Pflanzen weitgehend resistent sein.

### 3 Erfassung der städtischen Versiegelung

Flächendeckende Erhebungen des Versiegelungsgrades gibt es bislang nur für wenige Städte in Deutschland (BUNZEL 1992 und WIRTH 1992). Ein wesentlicher Grund dafür ist wohl auch darin zu sehen, dass der Aufwand für derartige Untersuchungen sehr hoch ist.

Die genaueste Methode zur Erfassung der Versiegelung ist die großmaßstäbliche Kartierung, bei der Belagsart und Größe jeder versiegelten Fläche aufgenommen wird. Für ganze Stadtgebiete ist dieses Verfahren jedoch viel zu zeit- und

arbeitsintensiv. Um den Versiegelungsgrad in Erlangen zu quantifizieren, wurde daher im Rahmen einer Diplomarbeit das „nutzungstypenbezogene Verfahren“ angewendet (HAID 2001). Dabei wird von der Annahme ausgegangen, dass gleiche Nutzungstypen (siehe Tabellenbeilage) ähnliche Ansprüche an die Fläche haben und damit auch gleiche oder ähnliche Flächenanteile bezüglich der Gesamtversiegelung und der beteiligten Belagsarten aufweisen.

Grundlagen für die Kartierung waren die digitale Stadtkarte von Erlangen und die Nutzungstypenkarte, die aus dem ABSP (Arten- und Biotopschutzprogramm) für die Stadt Erlangen aus dem Jahr 1990 vorlag. Jeder Teilfläche auf der digitalen Stadtkarte wurde unter Verwendung des GIS-Programms ArcView der entsprechende Nutzungstyp zugeordnet. Von den insgesamt 47 ausgewiesenen Nutzungstypen wurden jedoch nur diejenigen einbezogen, die nennenswerte Versiegelungsgrade erwarten ließen. So blieben sämtliche forst- und landwirtschaftlichen Flächen, Gewässer u.a. von der Erhebung ausgeschlossen. (Sie sind in der Tab. 3 unter dem Kürzel „Übrige“ zusammengefasst).

Von jedem der im Rahmen der Untersuchung berücksichtigten 21 Nutzungstypen wurden bis zu 8 Teilflächen ausgewählt, die als repräsentativ eingeschätzt wurden und auf denen großmaßstäbig die bebauten, unbebaut versiegelten und unversiegelten Flächen kartiert wurden (siehe Tab. 1 und Abb. 1 - 6). Angrenzende Straßen wurden dabei nicht berücksichtigt, da ihr Anteil als eigener Nutzungstyp ermittelt wurde.

Der Mittelwert dieser Teilerhebungen innerhalb eines Nutzungstyps wurde dann als Referenzwert für alle vorkommenden Flächen des gleichen Nutzungstyps gesetzt. Da die verschiedenen Nutzungstypen in ihrer Flächengröße aus den Karten der Nutzungstypen bekannt waren, konnte mit diesem Verfahren der Versiegelungsgrad der gesamten Stadt Erlangen bestimmt werden.

Die Berechnung des Versiegelungsgrades erfolgte nach der Methode, die von BERLEKAMP & PRANZAS (1988) beschrieben wurde. Der Versiegelungsgrad (VG) setzt sich danach aus dem Anteil der bebauten Fläche ( $F_b$ ) und der unbebaut versiegelten Fläche ( $F_{uv}$ ) an der Gesamtfläche ( $F_{ges}$ ) zusammen, so dass sich folgende Gleichung ergibt :

$$VG = (F_b + F_{uv}) / F_{ges} * 100.$$

Die Gesamtfläche ist die Summe aus der bebauten, der unbebaut versiegelten und der unversiegelten Fläche.

Um eine differenzierte Gewichtung der einzelnen Versiegelungsarten nach ihrer ökologischen Auswirkung zu erreichen, wurden einerseits die wasserundurchlässig versiegelten Flächen (Gebäude, Asphalt, Beton, Fugen mit Verguss) und andererseits die teilversiegelten Flächen (Tab.1) zusammengefasst und den unversiegelten Flächen gegenübergestellt.

An einem Beispiel aus dem Nutzungstyp BE (Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung) aus dem Gebiet zwischen Sebaldusstraße und Lupinenweg wird die detaillierte und differenzierte Aufnahme und Kartierung deutlich (Abb. 1 und Tab. 2), die für alle repräsentativen Flächen in gleicher Weise vorgenommen wurde.

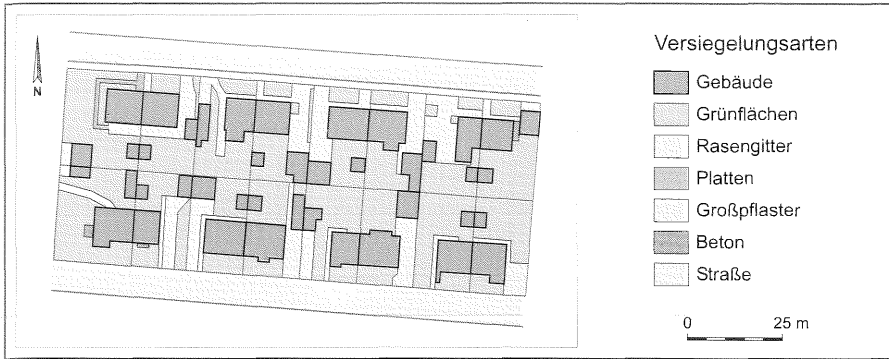


Abb. 1: Nutzungstyp BE 1 „Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung“ zwischen Sebaldusstraße und Lupinenweg mit 49% unversiegelten, 20 % teilversiegelten und 31 % vollversiegelten Flächen

Tab. 2: Flächenangaben (in m<sup>2</sup> und %) für die unversiegelten und die durch Gebäude und unterschiedliche Belagsarten versiegelten Bereiche im Nutzungstyp BE 1 aus Abb. 1

unversiegelt	bebaut		unbebaut		
	versiegelt		unbebaut versiegelt teilversiegelt		
Grünflächen	Gebäude	Beton	Platten	Großpflaster	Rasengitter
3125	1969	14	36	1069	184
	1983		1289		
49 %	31 %		20 %		
Fges = 6397 m <sup>2</sup>					

## 4 Ergebnisse

In der Tabellenbeilage sind für alle 23 Nutzungstypen die auf Stichprobenkartierung basierenden Versiegelungsanteile zusammengestellt. Von der 7492 ha großen Fläche des Stadtgebietes entfallen 3000 ha (= 40 %) auf die 21 Nutzungstypen mit Versiegelungsanteilen von >10 %. Davon sind 1969 ha (= 65 %) durch eine der in Tab. 1 aufgeführten Belagsarten oder durch Bebauung versiegelt. Die übrigen 35 % sind unversiegelte Flächen, die größtenteils auf Gärten, Grünanlagen, Sportplätze und Friedhöfe entfallen.

Wird zwischen den Belagsarten hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Wasserhaushalt unterschieden, so sind von den 1969 ha versiegelten Flächen lediglich 30 % als mehr oder weniger wasserdurchlässig einzustufen, die einen Abflussbeiwert von 0,2-0,85 aufweisen. Die bebaut und unbebaut versiegelten, wasserundurchlässigen

sigen Flächen mit einem Abflussbeiwert von 0,9 - 1,0 stellen mit 70 % dagegen den weitaus größeren Anteil (vgl. Tab. 1).

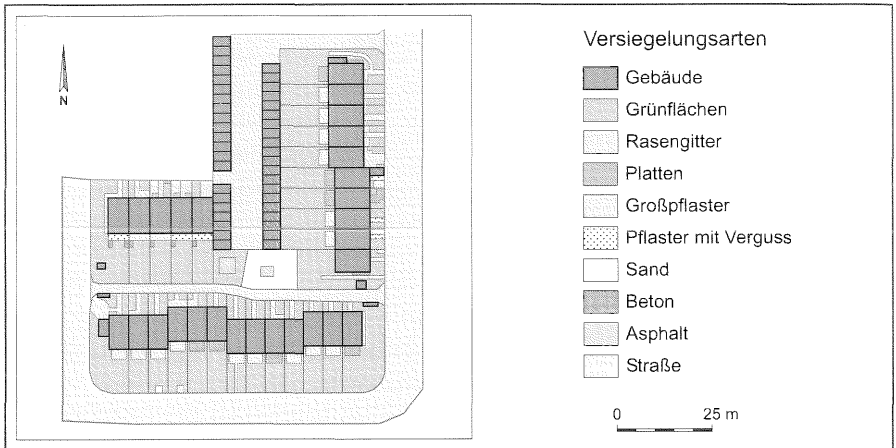


Abb. 2: Versiegelungsarten im Nutzungstyp BE 1 „Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung“ am Beispiel einer Reihenhausbebauung im Gebiet zwischen Stiftungsstraße, Kulmbacher Straße und Frankwaldallee



Abb. 3: Versiegelungsarten im Nutzungstyp BE 1 „Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung“ am Beispiel einer Doppelhausbebauung im Gebiet zwischen Forchheimer Straße, Kapellenstraße, Stiftungsstraße und Frankwaldallee



Abb. 4: Versiegelungsarten im Nutzungstyp BM 1 „Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung“ am Beispiel einer Doppelhausbebauung im Gebiet zwischen Breslauer Straße, Görlitzer Straße und Stettiner Straße

Bezogen auf die absoluten Flächen sind die Nutzungstypen Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung (BE 1 + BE 2), Geschosswohnungsbau (BM 1 + BM 2), Gemeinbedarfsflächen (BG), Industrie und Gewerbe (IG1 + IG2) sowie vor allem die Straßen mit Randflächen (VS) mit zusammen 1574 ha (= 81 %) an der gesamten versiegelten Fläche beteiligt. Allerdings bestehen zwischen diesen Flächen erhebliche Unterschiede, was ihre Anteile an voll- bzw. teilversiegelten Flächen betrifft. So zeichnen sich die Straßen wie auch die verschiedenen Parkplatzanlagen (VP) und die Blockbebauung (BB), die beide jedoch nur vergleichsweise geringe Gesamtflächen erbringen, durch hohe Anteile (67 - 85 %) an wasserundurchlässig versiegelten Flächen auf. Die Gebiete mit Geschosswohnungsbau (BM 1 und BM 2) sowie Einzel-, Reihen-, Doppelhausbebauung (BE 1 und BE 2) haben dagegen nur 25 - 30 % vollversiegelte Flächen, wovon die Gebäude den größten Teil ausmachen. Zwischen den beiden Wohnbebauungstypen BE und BM bestehen jedoch

Unterschiede hinsichtlich der teilversiegelten bzw. unversiegelten Flächen, die auch in den repräsentativen Kartierungen deutlich werden (Abb. 2, 3 und 4). Der Anteil teilversiegelter Flächen ist auf Kosten der unversiegelten Flächen im Nutzungstyp BE z. B. mit Reihen- bzw. Doppelhausbebauung (Abb. 2 und 3) stets größer als im Nutzungstyp BM, in dem zwischen den Mehrfamilienhäusern größere zusammenhängende Grünflächen liegen (Abb. 4).

Hohe Versiegelungsgrade mit nur etwa 15- 20 % unversiegelten Flächen weisen sowohl die Blockbebauung (BB) als auch die Industrie- und Gewerbegebiete (IG 1 und IG 2) auf. Dazu tragen in erster Linie mit durchschnittlich 70 % die Gebäude-deflächen und nur zu geringeren Anteilen von 5 - 20 % die unbebaut versiegelten Flächen bei (Abb. 5).

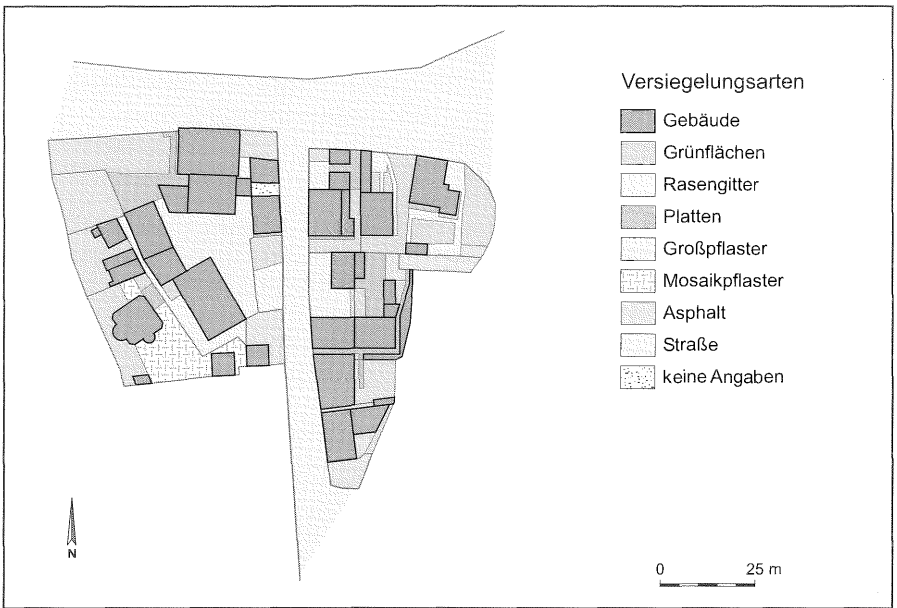


Abb. 5: Versiegelungsarten im Nutzungstyp IG 1 „Industrie- und Gewerbegebiete“ am Beispiel eines Gebietes zwischen Hammerbacher Straße und Friedrich-Bauer-Straße

Die Kernbereiche der (ehemaligen) Dörfer (BD) und die Gemeinbedarfsflächen (BG) zeigen bemerkenswerte Ähnlichkeiten bezüglich des Versiegelungsgrades und des Versiegelungstyps: rund 40 % sind durch Gebäude und wasserundurchlässige Beläge versiegelt, etwa 25 % sind teilversiegelt und 35 % unversiegelt (Abb. 6).

In Abb. 7 sind die Nutzungstypen nach ihrem prozentualen Anteil an bebaut und unbebaut versiegelten Flächen geordnet, die sich zusammen mit den teilversiegelten und unversiegelten Flächen zu 100 % addieren. Die tatsächliche ökologische Relevanz dieser Versiegelungsanteile insbesondere hinsichtlich des Wasserhaus-



halts ergibt sich jedoch erst unter Berücksichtigung der absoluten Flächengrößen der einzelnen Nutzungstypen, die in Tab. 3 aufgelistet sind.

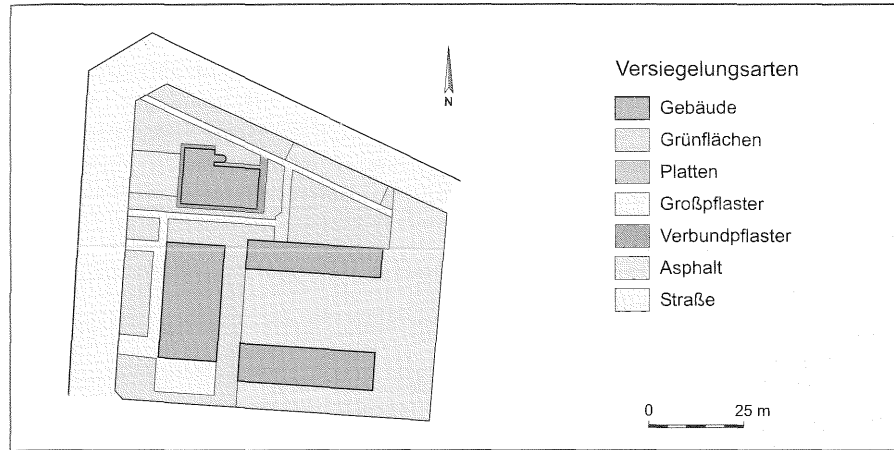


Abb.6: Versiegelungsarten im Nutzungstyp BD „Kernbereich der Dörfer“ am Beispiel des Gebietes zwischen Herzogenauracher Damm und Fürther Straße im Stadtteil Bruck

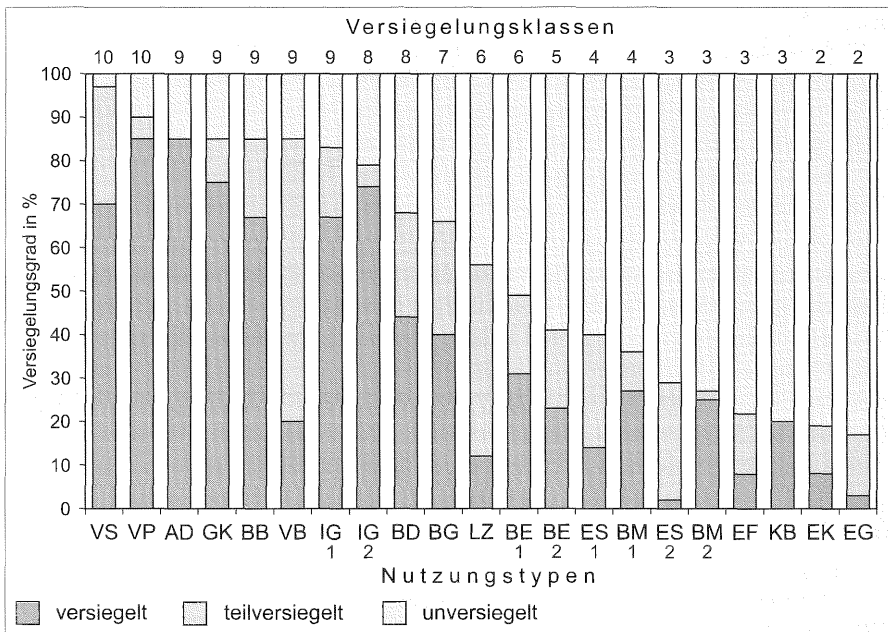


Abb. 7: Prozentuale Anteile der versiegelten und unversiegelten Flächen verschiedener Nutzungstypen

Um die räumliche Verbreitung des Versiegelungsgrades sinnvoll in einer Karte (Kartenbeilage) darstellen zu können, werden die für die einzelnen Nutzungstypen ermittelten Werte in 10 Versiegelungsklassen gegliedert (Tab. 3). Dabei werden jedoch die vollständig versiegelten und teilversiegelten Flächen zusammengefasst, so dass Nutzungstypen mit sehr unterschiedlichen Anteilen an teilversiegelten Flächen in der gleichen Klasse stehen (Abb. 7). So fallen die Bahnanlagen (VB) mit großen teilversiegelten Flächen in die gleiche Klasse wie z.B. die Parkplatzanlagen (VP). Die ökologische Relevanz der Versiegelungsarten insbesondere hinsichtlich des Wasserhaushalts wird durch dieses Klassifizierungsverfahren verschleiert.

*Tabelle 3: Zuordnung des Versiegelungsgrades in Versiegelungsklassen und deren Verbreitung in den Nutzungstypen*

Versiegelungsgrad in %	Versiegelungsklasse	Fläche		Nutzungstyp
		in ha	in %	
0-10	1	4439	59,2	Übrige
11-20	2	180	2,4	EG, EK
21-30	3	117	1,6	BM 2, ES 2, EF, KB
31-40	4	335	4,5	BM 1, ES 1,
41-50	5	214	2,9	BE 2
51-60	6	531	7,1	BE 1, LZ
61-70	7	196	2,6	BG
71-80	8	176	2,3	BD, IG 2,
81-90	9	523	7,0	BB, VB, GK, AD, IG 1
91-100	10	734	9,8	VS, VP
keine Zuordnung	0	49	0,7	

Bezogen auf das gesamte Stadtgebiet dominiert mit 59 % die Versiegelungsklasse 1, in der Wälder, Forste, landwirtschaftliche Flächen (Grün- und Ackerland) sowie Wasserflächen den größten Anteil haben. Den nächst größeren Flächenanteil mit rund 10 % stellt die Klasse 10 mit den Nutzungstypen VS und VP (Straßen und Parkplätze). Die Klassen 6 und 9 sind mit jeweils rund 7 % vertreten, unterscheiden sich aber deutlich bezüglich der beteiligten Nutzungstypen. Während sich die Klasse 9 aus fünf Nutzungstypen mit z.T. geringen Flächenanteilen zusammensetzt, wird die Klasse 6 aus den Nutzungstypen BE 1 und LZ (Erwerbsgartenbau) gebildet, wobei letztere nur mit vergleichsweise kleinen Flächen vertreten ist.

Insgesamt ist der Versiegelungskarte (s. Kartenbeilage) zu entnehmen, dass sich die einzelnen Versiegelungsklassen nicht auf spezielle Bereiche der Stadt konzentrieren, sondern unregelmäßig verteilt vorkommen. Ausnahmen davon sind der Burgberg und das südliche Dechsendorf, wo die größten Konzentrationen der Klasse 5 mit dem Nutzungstyp BE 2 auftreten. Industrie- und Gewerbeflächen, die in

die Klassen 8 und 9 fallen, bilden zwar größere zusammenhängende Areale, kommen aber ebenfalls über das Stadtgebiet verteilt vor mit Schwerpunkten entlang des Kanals und der Bahnanlagen.

## 5 Zusammenfassende Bewertung

Der Versiegelungsgrad von 26 % für Erlangen erscheint gegenüber Werten von  $30 \pm 5\%$  für Hamburg und 34,4 % für Berlin (BURZEL 1992) vergleichsweise gering. Diese 26 % bedeuten aber immerhin 1934 ha (also fast 2 km<sup>2</sup>), von denen 1345 ha (= 70%) bebaute und vollständig versiegelte Flächen sind.

Der Flächenverbrauch und damit auch die Versiegelung hält jedoch ungebrochen an. Er ist „derzeit so hoch, dass sich bei seiner Fortdauer eine komplette Besiedlung des Stadtgebietes, einschließlich der Wälder, Teiche und der Regnitzaue in 60-80 Jahren prognostizieren ließe“ (*Amt für Stadtentwicklung und Bauwesen Stadt Erlangen* 2000). Wenn diese Prognose auch zu pessimistisch erscheint und z.B. vor dem Hintergrund der Erfahrungen mit großen Hochwassereignissen der letzten Jahre eine Bebauung der Regnitzaue auszuschließen ist, so steckt doch in der zitierten Aussage eine ernstzunehmende Befürchtung und Warnung.

Es sollten daher Maßnahmen ergriffen werden, um die negativen Folgen der Bodenversiegelung auf ein Mindestmaß zu begrenzen. Zum einen sollte der Anteil versiegelter Fläche insgesamt nicht mehr so schnell weiterwachsen, zum anderen sollte Vorsorge getroffen werden, dass bei der Neuanlage von versiegelten Freiflächen ein vertretbares Maß an wasserdurchlässigen Belagsarten verwendet wird. Dadurch könnten einige der Regelungsfunktionen der Böden zumindest in begrenztem Umfang aufrecht erhalten werden. Nur wo aus umwelttechnischen Gründen eine Abdichtung des Bodens zwingend erforderlich ist, muss sie auch durchgeführt werden. Das gilt insbesondere für alle Verkehrsflächen und Gewerbeflächen. Als problematisch für die Wahl der Belagsart gelten die für den sog. ruhenden Verkehr erforderlichen Flächen (Parkplätze, Abstellflächen, Garagenhöfe usw.). Hier sind zwar wasserdurchlässige Beläge günstig für den städtischen Wasserhaushalt und das Stadtklima, aber es besteht auch gleichzeitig die Gefahr einer Kontamination der Böden mit Schadstoffen.

Ob eine Entsiegelung, d.h. die vollständige Entfernung des bestehenden Versiegelungsprofils, oder die Reduzierung der Versiegelungsintensität nützlich und sinnvoll ist, um die naturhaushaltlichen Funktionen zu verbessern, ist insbesondere bei kleinen Flächen höchst fraglich. Denn ob das Niederschlagswasser auf einer solchen Flächen oberflächlich z. B. in eine angrenzende Rasenfläche abfließt oder auf der Fläche selbst versickert, macht für Wasserhaushalt und Mikroklima keinen Unterschied.

In städtischen Räumen ist die Bodenversiegelung eine zwingende Notwendigkeit, denn es müssen Flächen für die verschiedensten Nutzungsansprüche zur Verfügung stehen. Dabei muss aber stets das Augenmerk darauf gerichtet sein, möglichst sparsam mit diesem „notwendigen Übel“ umzugehen.

## Literatur

- ABSP 1992: s. Bayerisches Staatsministerium ...
- Amt für Stadtentwicklung (Stadtplanung?) und Bauwesen Stadt Erlangen (Hrsg.) 2000: Flächennutzungsplan und Landschaftsplan Erlangen 2000. Erläuterungsbericht Entwurf Juli 1999. Erlangen
- Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (Hg.) 1992: Arten- und Biotopschutzprogramm (ABSP) Bayern: Stadt Erlangen.-München
- BERLEKAMP, L. & PRANZAS, N. 1988: Probleme der Bodenversiegelung in Ballungsräumen. Hamburg
- Bunzel, A. 1992: Begrenzung der Bodenversiegelung, Planungsziele und Instrumente. Berlin
- Bundesnaturschutzgesetz (BnatSchG) Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege. BGBl. I Nr. 22 vom 3.4.2002.
- GAERDES, S. 1995: Methoden zur Erfassung und Bewertung von versiegelten Flächen in Nürnberg. Diplomarbeit am Institut für Geographie, Erlangen
- HAID, N. 2001: Versiegelungsgrad und Versiegelungsart in Erlangen. Diplomarbeit am Institut für Geographie, Erlangen
- KONZOG, B. 1998: Entsiegelungs- und Belagänderungspotential in einem Teilbereich von Nürnberg. Eine GIS-gestützte Analyse. Diplomarbeit am Institut für Geographie, Erlangen
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (Hg. Schachtschabel, P.; Blume, H.-P.; Brümmer, G.; Hartge, K. H. und Schwertmann, U.) 1998: Lehrbuch der Bodenkunde.- Stuttgart
- WIRTH, W. 1992: Artenverdrängung bei Fauna und Flora. In: Bodenversiegelung und ihre ökologischen Grenzen. Bd. 1992:79-84, München