

Erhebung von Entsiegelungspotenzial in Kommunen

Studie und Verfahrensanleitung am
Beispiel der Stadt Ettlingen



Erhebung von Entsiegelungs- potenzial in Kommunen

**Studie und Verfahrensanleitung am
Beispiel der Stadt Ettlingen**



Herausgegeben von der
Landesanstalt für Umweltschutz
Baden-Württemberg

IMPRESSUM

Herausgeber	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg 76157 Karlsruhe · Postfach 21 07 52 http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de
Auftraggeber	Regierungspräsidium Karlsruhe, Referat 52, Schloßplatz 1 - 3, 76131 Karlsruhe
Bearbeitung	IUS Weisser & Ness GmbH, Heidelberg - Potsdam - Kandel, Bergheimer Straße 53 - 57, 69115 Heidelberg
Redaktion	Regierungspräsidium Karlsruhe Referat 52 Herr Dr. Berg, Herr Mayer-Ullmann Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Abteilung 2 · Ökologie, Boden- und Naturschutz M. Lehle
Bildnachweis:	Alle Abbildungen und Bilder: IUS Weisser & Ness GmbH, Heidelberg - Potsdam - Kandel, Bergheimer Straße 53 - 57, 69115 Heidelberg

Nachdruck - auch auszugsweise - nur mit Zustimmung des Herausgebers unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.

Karlsruhe, November 2000

Inhaltsverzeichnis

VORBEMERKUNG	3
1 ZIEL DER STUDIE	4
2 METHODIK	4
2.1 ERSTELLEN DER KARTOGRAFISCHEN GRUNDLAGEN.....	8
2.2 ERHEBUNG UND KARTOGRAFISCHE DARSTELLUNG DES VERSIEGELUNGSGRADES.....	9
2.2.1 <i>Bildung von Kartiereinheiten</i>	10
2.2.2 <i>Schätzen des Versiegelungsgrades</i>	11
2.2.3 <i>Kontrolle der Schätzung an Testflächen</i>	13
2.3 ERHEBUNG UND KARTOGRAFISCHE DARSTELLUNG DES ENTSIEGELUNGS- UND BELAGÄNDERUNGSPOTENZIALS.....	15
2.3.1 <i>Festlegen der Teilbereiche mit relevantem Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial</i>	15
2.3.2 <i>Ermittlung der Entsiegelungs- / Belagänderungspotenziale</i>	17
2.3.3 <i>Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale der Strukturtypen</i>	22
2.4 EINBEZIEHUNG UMSETZUNGSRELEVANTER INFORMATIONEN.....	33
2.4.1 <i>Grundwasserschutz</i>	33
2.4.2 <i>Eigentumsverhältnisse</i>	34
2.4.3 <i>Räumliche Priorisierung</i>	34
3 ERGEBNISSE UND AUFWAND	36
3.1 ERGEBNISSE DER MODELLHAFTEN ERHEBUNG IN ETTLINGEN.....	36
3.1.1 <i>Gesamtes Untersuchungsgebiet</i>	37
3.1.2 <i>Einzelne Strukturtypen</i>	40
3.1.3 <i>Kommunale Flächen</i>	47
3.2 ERGEBNISSE DER MODELLHAFTEN ERHEBUNG IN SINSHEIM.....	49
3.3 AUFWAND FÜR DIE ERHEBUNG.....	50
4 LITERATUR	53
ANHANG	57
ANHANG 1 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN.....	57
ANHANG 2 METHODEN ZUR ERHEBUNG DES VERSIEGELUNGSGRADES.....	59

Anlagenverzeichnis

Anlage 1	Karte der Nutzungs- und Bebauungsstruktur (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
Anlage 2	Karte des Gesamtversiegelungsgrades (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
Anlage 3	Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials, Maßstab 1:5.000
Anlage 4	Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials differenziert nach den Eigentumsverhältnissen (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
Anlage 5	Grundlagenkarte für die Beurteilung der Untergrundbeschaffenheit im Hinblick auf ausreichenden Grundwasserschutz bei Durchführung von Entsiegelungs- oder Belagänderungsmaßnahmen (Ausschnitt), Maßstab 1:10.000

Vorbemerkung

Die Erhebung von Entsiegelungspotenzial wurde in zwei Kommunen getestet. Die erste Studie wurde in Sinsheim von Rubel und Partner, Mannheim durchgeführt. Eine Überprüfung der Studie erfolgte in Ettlingen und führte zu vorliegender Empfehlung zur Erhebung von Entsiegelungspotential in Kommunen. Die Studie in Ettlingen wurde von einem Projektbeirat fachlich begleitet, dem folgende Personen angehörten: Herr Dr. Berg, Regierungspräsidium Karlsruhe; Herr Bubel, Stadt Ettlingen, Umweltbeauftragter; Herr Bergdolt, Regierungspräsidium Karlsruhe; Herr Busch, Regierungspräsidium Karlsruhe; Herr Mayer-Ullmann, Regierungspräsidium Karlsruhe; Herr Haller, Landesanstalt für Umweltschutz; Herr Lehle, Landesanstalt für Umweltschutz; Herr Ziegler, Stadt Heidelberg.

Unterstützt wurden die Arbeiten durch das Planungsamt der Stadt Ettlingen, Herrn Jensch, Landratsamt Karlsruhe; Herrn Wittemann, Gewässerdirektion Nördlicher Oberrhein, Bereich Karlsruhe und Herrn Wiggering, Photogrammetrie GmbH Karlsruhe.

1 Ziel der Studie

Zur Überprüfung der bisherigen Siedlungstätigkeit und der Ableitung von möglichen Sanierungsmaßnahmen fehlen bislang oftmals die erforderlichen Daten, sowohl was die Feststellung des Versiegelungsgrades betrifft, als auch was die Einschätzung angeht, wo aus heutiger Sicht eine übermäßige Versiegelung vorhanden ist. Diese Daten wurden bislang lediglich von einigen Großstädten Deutschlands selbstständig, z.B. für Entsiegelungsprogramme oder im Rahmen von Umweltinformationssystemen, Umweltleitplänen etc. erhoben.

Die Studie soll für Gemeinden mittlerer Größe eine praxisnahe **Handlungsgrundlage** zur Erhebung der Entsiegelungspotenziale in Kommunen darstellen.

Mit möglichst einfachen Instrumenten und mit vertretbarem Aufwand sollen dabei der Versiegelungsgrad der Siedlungsflächen in der Gemeinde dargestellt, der Umfang der bestehenden Versiegelung kritisch überprüft und die Entsiegelungs- sowie Belagänderungspotenziale sichtbar gemacht werden; hierbei müssen die berechtigten Komfortansprüche der zulässigen Nutzungen berücksichtigt werden. Bei der zumindest teilweisen Wiederherstellung des Bodens mit seinen Funktionen muß insbesondere der Schutz des Grundwassers gewährleistet sein.

Ziel ist, eine Übersicht über die relevanten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale zu erhalten ohne zu sehr ins Detail zu gehen. Der räumliche Detaillierungsgrad der Darstellung muß dabei aber so hoch sein, dass Bereiche hoher Potenziale hinreichend genau lokalisiert werden können. Nur so kann die Anleitung Handlungsgrundlage für die Umsetzung der Potenziale sein.

Neben der Methodik zur Ermittlung der Entsiegelungspotenziale werden in der Studie die Einbindung umsetzungsrelevanter Informationen beispielhaft dargestellt.

Die Studie stellt die zweite modellhafte Praxisanwendung zur Erhebung der Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale dar. Die am Beispiel der Stadt Sinsheim in einer Pilotstudie angewendete Methode wurde dabei überprüft und teilweise modifiziert.

Im Hinblick auf die Vorteile der Datenverwaltung und -auswertung und die zunehmende Verbreitung von Geografischen Informationssystemen erfolgte die Bearbeitung rechnergestützt. Die einzelnen Arbeitsschritte sind jedoch prinzipiell auch auf Grundlage analoger Karten durchführbar.

2 Methodik

Mit der angewandten Methode werden der Versiegelungsgrad und die Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale für das Siedlungsgebiet einer Gemeinde **flächendeckend** erhoben und kartografisch dargestellt.

Die Bearbeitung und Darstellung erfolgte mit Hilfe eines **Geografischen Informationssystems (GIS)**. Im Idealfall ist dieses z.B. in Form eines Umweltinformationssystems in einer Gemeinde bereits vorhanden und kann als Basis für die Erhebungen dienen. (*)

(*) Die vorgestellte Methode wurde an Gemeinden mittlerer Größe entwickelt und erprobt. Die nachfolgend dargestellten Bearbeitungsschritte b) und c) sind auch auf Grundlage analoger Karten durchführbar (z.B. Stadtplan, Grundkarte), was für kleinere Gemeinden sinnvoller sein kann. Auch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, Schwerpunkte der Versiegelung und der Entsiegelungspotenziale aus der Ortskenntnis der Verwaltung zu benennen. Allerdings wird mit zunehmender Bearbeitungsfläche die Differenz zu einer systematischen, flächendeckenden Kartierung größer werden.

Die Erhebung gliedert sich in die folgenden Arbeitsschritte:

a) Erstellen der kartografischen Grundlagen für die nachfolgenden Arbeitsschritte (Kap. 2.1):

- Aufbau eines flurstücksbezogenen GIS auf Grundlage der Automatischen Liegenschaftskarte (ALK).

b) Erhebung und kartografische Darstellung des Versiegelungsgrades (Kap. 2.2):

- Bildung von Kartiereinheiten durch Zusammenfassung von Flurstücken gleichen Nutzungs- bzw. Bebauungsstrukturtyps sowie ähnlichen Versiegelungsgrades zu Kartiereinheiten auf Grundlage analoger und digitaler Luftbilder (Karte der Nutzungs- und Bebauungsstrukturtypen: Karte 1, Anlage 1),
- Schätzen des Versiegelungsgrades der Kartiereinheiten auf Grundlage analoger und digitaler Luftbilder und punktueller Vor-Ort-Begehungen (Karte des Gesamtversiegelungsgrades: Karte 2, Anlage 2),
- Kontrolle der Schätzung an Testflächen durch Detailkartierung der Versiegelungsstrukturen auf Grundlage digitaler Luftbildausschnitte.

c) Erhebung und kartografische Darstellung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials (Kap. 2.3):

- Festlegen der Teilbereiche von Nutzungs- und Bebauungsstrukturtypen, die unter Berücksichtigung der nutzungsbedingten Mindestversiegelung ein relevantes Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial aufweisen ("Grundmuster" entsiegelbarer Fläche),
- Ausmessen und Schätzen der entsprechenden Flächenanteile auf Grundlage analoger und digitaler Luftbilder; Überprüfung durch punktuelle Vor-Ort-Begehungen. Summieren der absoluten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale [m²] einer Kartiereinheit; Darstellung als relativer Anteil [%] an der Gesamtfläche der jeweiligen Kartiereinheit. (Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials: Karte 3, Anlage 3);

d) Einbeziehung umsetzungsrelevanter Informationen (Kap. 2.4):

- Erhebung und Berücksichtigung der Anforderungen des Grundwasserschutzes (Grundlagenkarte für die Beurteilung der Untergrundbeschaffenheit: Karte 5, Anlage 5);
- Berücksichtigung der Eigentumsverhältnisse durch Verknüpfung der GIS-Datenbank mit dem Automatischen Liegenschaftsbuch (ALB); (Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials differenziert nach den Eigentumsverhältnissen: Karte 4, Anlage 4),
- Räumliche Priorisierung mit Hilfe weiterer Informationsebenen.

Die Arbeitsschritte "Schätzen des Versiegelungsgrades" und "Ausmessen/Schätzen des Flächenanteils mit Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzial" erfolgen auf der selben Datengrundlage und sollten im Interesse eines rationalen Vorgehens parallel ausgeführt werden. Die Grundlagendaten sind in Tabelle 1 in der Übersicht dargestellt.

Eine Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials, die räumlich ausreichend detailliert ist, um konkrete Anhaltspunkte für die Umsetzung der wichtigsten Potenziale zu geben, erfordert einen **Darstellungsmaßstab von mindestens 1:5.000**. Im Interesse einer guten Vergleichbarkeit der verschiedenen Ergebniskarten wurde daher als einheitlicher Zielmaßstab für alle Karten 1:5.000 gewählt.

Tab. 1: Übersicht über geeignete Grundlagendaten für die Erhebung des Versiegelungsgrades und der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale mit Hilfe eines GIS

Automatische Liegenschaftskarte (ALK)

Die beim Landesvermessungsamt für 80% der Landesfläche Baden-Württembergs erhältliche ALK ist eine vektorisierte Ausgabe der Flurkarte. Sie enthält die Flurstücksgrenzen und -nummern und stellt eine gute Grundlage zum Aufbau eines Geografischen Informationssystems dar. Informationen zur Ermittlung des Versiegelungsgrades sind in der ALK nur in Form der Gebäudegrundrisse enthalten, deren Fläche mit Hilfe des GIS ermittelt werden kann. Allerdings sind die Gebäude - je nach Fortschreibungsstand des ALK - nicht immer vollständig verzeichnet, so dass eine automatische und flächendeckende Berechnung der auf die Gebäude zurückgehenden Versiegelung nicht sinnvoll ist.

Automatisches Liegenschaftsbuch (ALB)

Im ALB sind flurstücksbezogene Informationen in digitaler, tabellarischer Form abgelegt. Von diesen sind folgende für die Bearbeitung der Fragestellung von Bedeutung:

Flurstücksnummer,

Eigentümer,

Nutzung.

Über die Flurstücksnummer erfolgt die automatische Verknüpfung der ALB-Daten mit der GIS-Datenbank. Den Flurstücken kann nach einer entsprechenden Vorsortierung der Grundstückseigentümer die Eigenschaften "öffentliches" bzw. "privates Eigentum" zugeordnet und diese kartografisch dargestellt werden - ein Aspekt, der für die Umsetzung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale von Bedeutung ist.

Die Angaben zur Nutzung stellen eine gewisse Hilfe bei der Einteilung in Nutzungs-/ Strukturtypen dar, sind aber nicht differenziert und aktuell genug, um diesen Schritt automatisch vollziehen zu können.

Die ALB-Daten sind beim Staatlichen Vermessungsamt im ASCII-Format erhältlich ("Liste 277/287") und können in die gebräuchlichen Tabellenkalkulationsprogramme eingelesen werden (z.B. Excel, Lotus 123).

Analoge Farb-Luftbilder

Farb-Luftbilder sind nicht flächendeckend für Baden-Württemberg vorhanden, die Befliegungen werden in der Regel im Rahmen konkreter Fragestellungen von privaten Photogrammetrie-Unternehmen durchgeführt. Der Aufnahmemaßstab richtet sich nach der Art der Fragestellung. Für eine Erhebung des Versiegelungsgrades (und die Ermittlung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziales) sollten Luftbilder guter Qualität im Maßstab 1:1.000 vorliegen. Dies macht, bei einer möglichen 4 - 5fachen Vergrößerung, einen Befliegungsmaßstab von ca. 1:5.000 erforderlich. Auch bei entzerrten Luftbildern (Orthofotos) erscheinen die Gebäude zu den Rändern des Luftbildes hin verstärkt in Schrägansicht, so dass "hinter" höheren Gebäuden gelegene Bereiche nicht einsehbar sind. Die zentralperspektivische Verzerrung der Gebäude ist um so stärker, je geringer die Flughöhe, d. h. je größer der Aufnahmemaßstab war.

Analoge Infrarot-Luftbilder

Das für Echtfarben-Luftbilder hinsichtlich der Beschaffung, der Auflösung und Verzerrung gesagte gilt für Infrarot-Luftbilder in gleicher Weise. Da in Infrarot-Luftbildern mit Vegetation bewachsene Flächen von vegetationsfreien besser unterscheidbar sind als in Echtfarb-Luftbildern, stellen sie zur Erkennung unversiegelter Bereiche eine wertvolle Ergänzung dar. Da aber Gebäude und versiegelte Freiflächen weniger deutlich differenziert erscheinen als im Echtfarb-Luftbild, sollte dieses in jedem Fall auch zur Verfügung stehen.

Digitale Schwarzweiß-Orthobilder

Schwarzweiß-Orthobilder sind beim Landesvermessungsamt flächendeckend für ganz Baden-Württemberg erhältlich. Die auch in digitaler Form erhältlichen Orthobilder können am Bildschirm der ALK hinterlegt und mit dieser exakt zur Deckung gebracht werden. Der Aufnahmemaßstab beträgt ca. 1:10.000 bis 1:18.000, die Auflösung am Boden 0,23 x 0,23 m. Eine Differenzierung versiegelter und unversiegelter Flächen ist auf Basis der digitalen Orthobilder allein kaum möglich, da bei der gebotenen Auflösung die Oberflächenstruktur nicht detailliert genug abgebildet wird und Farben natürlich nicht zur Unterscheidung herangezogen werden können. Die Gebäude erscheinen am Bildrand zwar ebenfalls leicht zu Seite geneigt, dieser Effekt ist aufgrund des großen Aufnahmeabstands (der größeren Flughöhe) aber nur schwach ausgeprägt.

Abbildung 1 veranschaulicht die Abfolge der Arbeitsschritte sowie die Einbeziehung der Grundlegendaten anhand des Ablaufschemas der in Ettligen durchgeführten Erhebung.

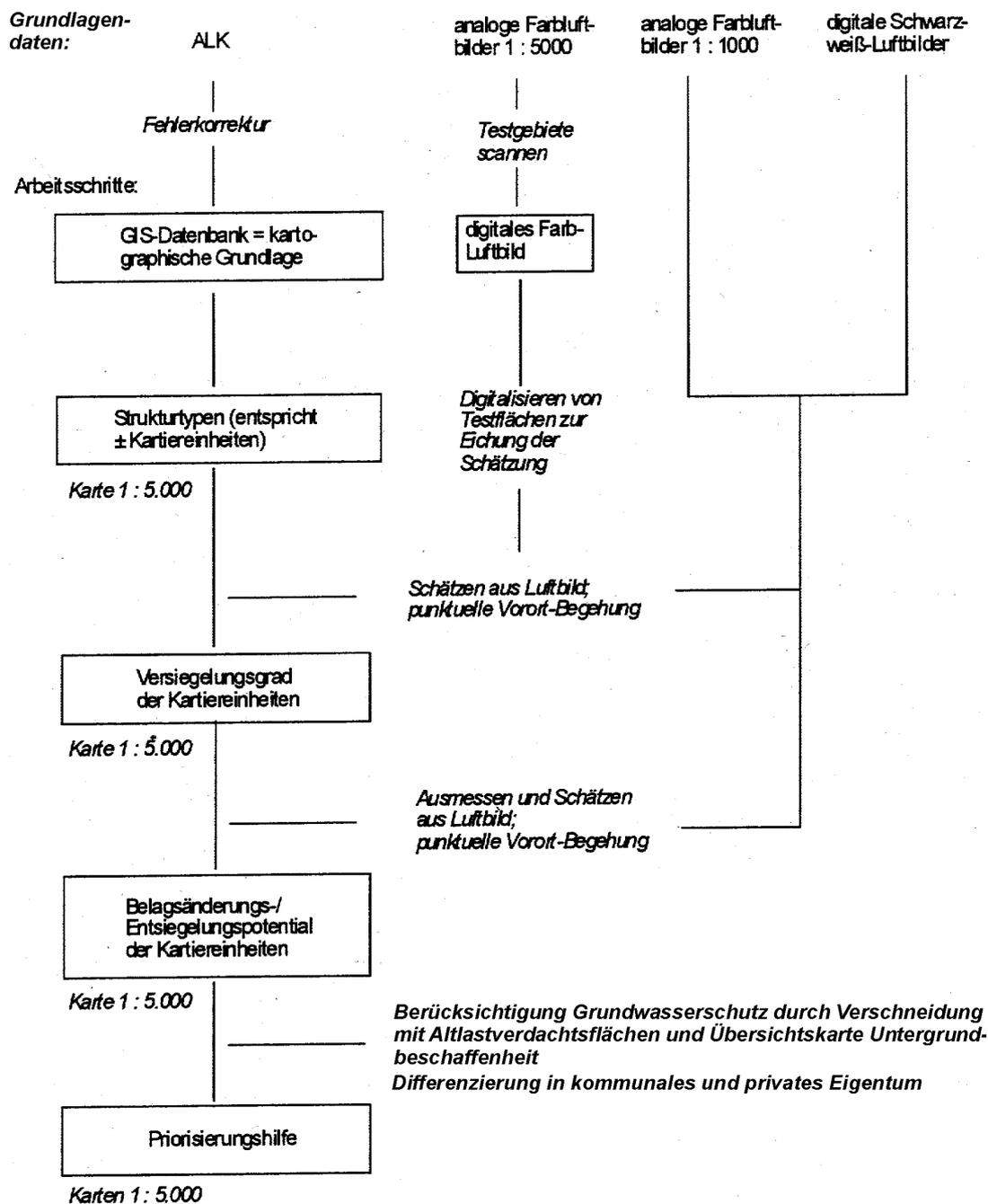


Abb. 1: Ablaufschema der Erhebung des Versiegelungsgrades und des Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenzials in Ettlingen.

2.1 Erstellen der kartografischen Grundlagen

Zum Aufbau des GIS wird eine möglichst genaue digitale Karte des Untersuchungsgebietes benötigt. Hier kann die **Automatische Liegenschaftskarte (ALK)** verwendet werden, die in ihrem Inhalt der Flurkarte entspricht.

Mit Hilfe eines geeigneten GIS-Programmes (z.B. ArcCAD, SICAD, GeoGraphics, ArcINFO) wird aus der digitalen Flurkarte eine GIS-Datenbank erstellt, in der jede Zeile einer geschlossenen Fläche - hier einem Flurstück - zugeordnet ist. Für die eindeutige Zuordnung der Ta-

bellenzeilen zu den Flächen muß auf der Karte innerhalb jeder Fläche genau eine Flurstücksnummer vorhanden sein. Dies ist in der ALK nicht immer der Fall, da bei sehr kleinen Grundstücken die Flurstücksnummer häufig neben dieser Fläche steht. Zudem ist die Flurstücksnummer nicht immer vollständig angegeben, z.B. statt 1022/12 nur /12. Diese Einträge müssen vor der Berechnung der GIS-Datenbank korrigiert werden. Die so entstandene Grunddatenbank enthält zunächst nur wenige Spalten mit geometrischer Information (Größe und Umfang der Flächen) sowie die Flurstücksnummern. Darüber hinaus können dann weitere thematische Spalten hinzugefügt und die ermittelten Werte z.B. für den Versiegelungsgrad eingetragen werden. Über die Zuweisung einer Farblegende zu dieser Spalte entsteht dann eine Karte des Versiegelungsgrades.

Weitere in der Gemeinde vorhandene Informationen, die im Zusammenhang mit der Entsiegelung von Bedeutung sind - etwa ein digitales Altlastenkataster - können ebenfalls in das GIS implementiert werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, vorhandene digitale Tabellen (z.B. Excel, Dbase etc.), die Informationen zu den Flurstücken enthalten, automatisch mit der GIS-Datenbank zu verknüpfen. Auf diese Weise können die im Automatischen Liegenschaftsbuch (ALB) enthaltenen Informationen zu den Eigentumsverhältnissen der GIS-Datenbank hinzugefügt und kartografisch dargestellt werden.

Neben der Zuordnung von Information zu bestimmten Flächen und der kartografischen Darstellung bietet das GIS die Möglichkeit, **statistisch-räumliche Analysen** durchzuführen, die zur Auswertung und Interpretation der Kartiererergebnisse hilfreich sind.

In Ettlingen wurde die GIS-Datenbank mit Hilfe des GIS-Programmes ArcCAD erstellt. Zur weiteren Bearbeitung der Datenbank und zur Erstellung der Ergebniskarten wurde das GIS-Programm ArcView verwendet.

Ein hierzu aktuell geeigneter Rechner hinsichtlich Taktfrequenz und Arbeitsspeicher wird vorausgesetzt.

2.2 Erhebung und kartografische Darstellung des Versiegelungsgrades

In dieser Studie wird zur Erhebung des Versiegelungsgrades ein Schätzverfahren verwendet. Es existieren jedoch mehrere alternative Vorgehensweisen, die ebenfalls für eine Erhebung des Versiegelungsgrades auf kommunaler Ebene geeignet sind. Sie unterscheiden sich vor allem hinsichtlich ihrer Genauigkeit, ihres Automatisierungsgrades und des Einsatzes von Fernerkundungsmethoden. In Anhang 3 werden diese Methoden erläutert und diskutiert.

Die Ermittlung des Versiegelungsgrades orientiert sich an der Bestandssituation im Moment der Aufnahme. Eine planungsrechtlich zulässige Bebauung von zz. noch unversiegelten Baulücken bleibt unberücksichtigt.

2.2.1 Bildung von Kartiereinheiten

Um den Aufwand für die Erhebung des Versiegelungsgrades in Grenzen zu halten, werden Bereiche vergleichbarer Bebauungs- bzw. Nutzungsstruktur und ähnlichen Versiegelungsgrades zu Kartiereinheiten zusammengefasst.

Große, hinsichtlich ihrer Versiegelungsstruktur sehr inhomogene Flurstücke sollten hingegen weiter unterteilt werden. Dadurch wird die kartografische Grundlage, d.h. die im GIS mit einer Datenbank verknüpfte Flurstückskarte, räumlich weiter differenziert. Flächenteilungen sollten auch dann vorgenommen werden, wenn Teilbereiche großer Flurstücke hohe und flächenmäßig relevante Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenziale aufweisen (z.B. größere Parkplätze in Gewerbegebieten), damit ihr Potenzial in der späteren kartografischen Darstellung deutlich hervortritt und nicht in der Gesamtfläche "untergeht".

Nutzungs- und Bauungsstruktur stehen zwar in engem Zusammenhang, die letztere wird aber auch durch die Lage im Stadtgebiet mitbestimmt. So umfasst z.B. der Strukturtyp "Gemeinbedarfsflächen" (z.B. Schulen, Gemeindezentren, Pflegeheime, Krankenhäuser) alle Flurstücke, die durch größere, zusammenhängende Gebäudekomplexe und ausgedehnte, versiegelte oder unversiegelte Freiflächen charakterisiert sind - eine Baustruktur, die für alle größeren Schulen im Stadtrandbereich typisch ist. In der Innenstadt sind Schulen und vergleichbare öffentliche Einrichtungen dagegen oft in die Blockbebauung integriert, für größere Freiflächen ist kein Raum vorhanden. Unabhängig von der Nutzung, die auf dem Luftbild (eben aufgrund der untypischen Bauungsstruktur) oft ohnehin nicht erkennbar ist, wird solchen Flurstücken der Strukturtyp "Block- und Blockrandbebauung" zugewiesen, d.h. bei der Zuordnung der einzelnen Flurstücke zu den Nutzungs- und Bauungsstrukturtypen steht die Bauungsstruktur eindeutig im Vordergrund.

Die in Tabelle 2 aufgeführten Nutzungs- und Bauungsstrukturtypen können unterschieden und in einer eigenen Karte im Maßstab 1:5.000 dargestellt werden (vgl. Karte der Nutzungs- und Bauungsstruktur: Karte 1, Ausschnitt in Anlage 1).

Die Grenzen der Kartiereinheiten entsprechen häufig, jedoch nicht immer denen der Strukturtypen. Wenn die Inhomogenität des Versiegelungsgrades innerhalb einer Gruppe benachbarter Flurstücke eines einheitlichen Strukturtyps besonders hoch ist, können diese auch auf mehrere Kartiereinheiten aufgeteilt werden.

Tab. 2: Nutzungs- und Bauungsstrukturtypen

Flächen mit hohem Grünanteil und unversiegelte Flächen

Unversiegelte Flächen,

Grünanlagen, Parks, Sportanlagen mit hohem Grünanteil (Rasenplätze),

Schrebergärten,

Gärtnereien.

Sportanlagen mit geringem Grünanteil (Tennisplätze, Hartplätze)

Verkehrsflächen, Straßen und Wege, sofern mit Kfz nutzbar

Von Straßen oder Wegen dominierte Flurstücke, die aber durch Grüninseln oder Randstreifen einen

relativ hohen Grünanteil aufweisen (mind. 10%),

Größere Parkplatzflächen und Garagenanlagen (i. d. R. mehr als 40 Stellplätze),

Gleisanlagen,

Rasengleis.

Gemeinbedarfsflächen, Ver- und Entsorgungsbetriebe

Überwiegend öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Krankenhäuser, Gemeindezentren, deren Nutzungs- und Bebauungsstruktur durch größere Gebäudekomplexe und ausgedehnte versiegelte und unversiegelte Freiflächen charakterisiert ist.

Ver- und Entsorgungsbetriebe (z.B. Energieversorgung, Abwasserbehandlung).

Wohnbebauung

Zeilen- oder Punktbebauung mit geringer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung,

Zeilen- oder Punktbebauung mit größerer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung, v. a. durch größere Parkplätze und Kfz-Zufahrten; Einzel- oder Reihenhausbauung mit geringer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung,

Einzel- oder Reihenhausbauung mit größerer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung, v. a. durch versiegelte Parkplätze und Höfe sowie lange Kfz-Zufahrten zu Stellplätzen im Blockinneren

Aufgelockerte Blockbebauung, Blockrandbebauung,

Dichte Blockbebauung.

Gewerbegebiete

Gewerbegebiet mit überwiegendem Dienstleistungscharakter (meist Bürogebäude), Freiflächen vornehmlich als Kunden- und Mitarbeiterparkplätze genutzt; auch Bahnhofsanlagen des Personenverkehrs (ohne Gleiskörper),

Gewerbegebiet mit überwiegendem technisch/industriellem Charakter; meist Lager- und Werkhallen, z.T. Bürogebäude; Freiflächen überwiegend als Lager- oder Nutzfahrzeugstellplatz genutzt; auch Bahnanlagen des Güterverkehrs (ohne Gleiskörper) und sonstige Einrichtungen mit technischer Nutzung.

Baustellen

Einstufung des Versiegelungsgrades z.Zt. nicht möglich

Gewässer

2.2.2 Schätzen des Versiegelungsgrades

Auf Grundlage eines analogen Farb-Luftbildes wird für jede Kartiereinheit der Anteil der Gebäudefläche, der versiegelten bzw. teilversiegelten und der unversiegelten Freifläche geschätzt und in die GIS-Datenbank eingegeben. Der Gesamtversiegelungsgrad wird anschließend rechnerisch ermittelt und in zehn Farbstufen (0 - 10%, ..., >90 - 100%) im Maßstab 1:5.000 kartografisch dargestellt (vgl. Karte des Gesamtversiegelungsgrades: Karte 2, Ausschnitt in Anlage 2).

Das entscheidende Kriterium für die Unterscheidung in voll- oder teilversiegelte Oberflächen in dieser Studie ist der **Grünanteil**, den ein bestimmter Belag aufweist. Die Durchlässigkeit der Beläge als weiteres Kriterium ist weder im Rahmen einer Luftbilddauswertung noch bei einer Vor-Ort-Kartierung quantifizierbar.

Als **vollversiegelt** eingestuft werden:

- Gebäude,
- geschlossene Asphalt- und Betondecken (auch durchlässige aber unbewachsene Beläge wie z.B. Porenasphalt),
- alle Pflasterbeläge mit einem bewachsenen Fugenanteil unter 20%,
- wassergebundene Decken,

Als **teilversiegelt** werden betrachtet:

- alle Pflasterbeläge mit einem bewachsenen Fugenanteil über 20% wie z.B. Rasenfugenpflaster mit 3cm Fugenbreite, Rasengittersteine,
- begrüntes Schotterbett von Rasengleisen.

Als teilversiegelt eingestufte Flächen werden bei der Schätzung des Versiegelungsgrades pauschal als 50% versiegelt gewertet.

Als **unversiegelt** eingestuft werden - mit Ausnahme begrünter Dächer - alle Flächen, die im Luftbild als vollständig begrünt erscheinen. Eine ggf. vorhandene Unterbauung der Grünflächen, z.B. durch Tiefgaragen, wurde dabei nicht berücksichtigt. Begrünte Tiefgaragendächer sind im Luftbild nicht immer als unterbaut erkennbar oder ihre Ausdehnung ist nicht festzustellen. In dem vorliegenden ALK der Stadt Ettlingen waren Tiefgaragen nicht vollständig verzeichnet. Da von begrünten Tiefgaragendächern zumindest teilweise die gleichen Positivwirkungen wie von begrünten Freiflächen ausgehen, werden sie im Interesse einer rationellen Vorgehensweise bei der Erhebung des Versiegelungsgrades wie Freiflächen behandelt.

Als **Sonderflächen** werden betrachtet:

- unbegrüntes Schotterbett von Bahngleisen. (*)

(*) Das Schotterbett von Bahngleisen stellt - ebenso wie andere wasserdurchlässige Befestigungen (z. B. Porenasphalt) - einen Sonderfall dar: Unter dem Aspekt des Grundwasserschutzes sind diese Beläge als un- oder nur teilversiegelt einzustufen, da sie keinen Schutz gegenüber nutzungsbezogenen Grundwassergefährdungen (z. B. früher üblicher starker Herbizideinsatz auf Bahnstrecken) darstellen können. Abgesehen von ihrer Durchlässigkeit erfüllen Schotterkörper aktuell genutzter Bahnstrecken jedoch nicht alle Funktionen eines bewuchsfähigen Bodens.

Zur Schätzung des Versiegelungsgrades standen in Ettlingen folgende Datengrundlagen zur Verfügung:

- analoge Farb-Luftbilder (Orthofotos) im Maßstab ca. 1:5.000
- analoge Farb-Luftbilder im Maßstab 1:1.000 (Vergrößerungen der vorigen)
- digitale Schwarzweiß-Orthobilder mit der Auflösung 0,23 x 0,23m am Boden

Die Schätzung des Versiegelungsgrades basiert auf dem Farb-Luftbild im Maßstab 1:1.000 sowie punktuellen Vor-Ort-Begehungen.

- analoge Farb-Luftbilder (Orthofotos) im Maßstab ca. 1:5.000
- analoge Farb-Luftbilder im Maßstab 1:1.000 (Vergrößerungen der vorigen)
- digitale Schwarzweiß-Orthobilder mit der Auflösung 0,23 x 0,23m am Boden

Die Schätzung des Versiegelungsgrades basiert auf dem Farb-Luftbild im Maßstab 1:1.000 sowie punktuellen Vor-Ort-Begehungen.

Die Überprüfung vor Ort hat gezeigt, dass in gut einsehbaren Bereichen die Einteilung in versiegelte, teilversiegelte und unversiegelte Oberflächen weitgehend auf Grundlage des analogen Farb-Luftbildes im Maßstab 1:1.000 durchgeführt werden kann, so sind z.B. vollversiegelte Kfz-Stellplätze von teilversiegelten mit einem begrünten Fugenanteil von 20 - 25% gut unterscheidbar. Die Ausdehnung der Teilflächen kann im Luftbild wegen der besseren Übersicht sogar meist besser abgeschätzt werden. Schwieriger ist die Bearbeitung dann, wenn die Fläche z.B. durch Baumkronen teilweise verdeckt wird. Oft kann die Versiegelungsstruktur der betreffenden Fläche aber, ausgehend von dem neben oder in Lücken zwischen den Bäumen sichtbaren Teil der Bodenoberfläche, extrapoliert werden.

Im Farb-Luftbild im Maßstab 1:1.000 sind auch die Strukturen, die für die anschließende Ermittlung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziales ausschlaggebend sind, genügend deutlich erkennbar. Die Ermittlung des Versiegelungsgrades und des Entsiegelungspotenzials ist also im selben Arbeitsschritt möglich.

Die in der **ALK** abgelegten Gebäudegrundrisse, deren Fläche zuvor mit Hilfe des GIS errechnet und auf die Kartiereinheiten bezogen wurde, kann zur Erleichterung der Schätzung hinzugezogen werden; dies allerdings nur dort, wo die Gebäude vollständig eingetragen sind, was je nach Fortführungsstand des ALK nicht überall gegeben ist. Durch Dachüberhänge und Vordächer besteht zwischen der im Luftbild sichtbaren Dachfläche und der in der ALK eingezeichneten Grundrissfläche mitunter ein deutlicher Unterschied, der um so größer ausfällt je kleiner die Gebäude sind und je kleinräumiger die Bebauungsstruktur ist. In Wohngebieten mit Einzel- und Reihenhausbebauung beträgt sie nicht selten 30% und mehr. Am kleinsten ist die Differenz bei Wohngebieten mit Zeilen- oder Punktbebauung (ca. 10 - 20%) sowie Schulen und Gewerbegebieten (ca. 5 - 10%), die sich durch wenige und große Gebäudekomplexe charakterisiert sind. Vor allem bei diesen Strukturtypen können die ALK-Daten zur Ermittlung der Gebäudeflächen herangezogen werden.

Die **digitalen Schwarzweiß-Orthobilder** werden dem ALK am Bildschirm hinterlegt. Sie ermöglichen auf diese Weise die eindeutige und genaue Lokalisierung der Flurstücks- bzw. Kartiereinheitengrenzen im analogen Farb-Luftbild. Diese wäre ohne direkte Überlagerung von Luftbild und ALK nur schwer möglich, ist vom digitalen Graustufen-Orthobild (in dem die Grenzen direkt erkennbar sind) auf das analoge Farb-Luftbild aber gedanklich leicht zu vollziehen.

2.2.3 Kontrolle der Schätzung an Testflächen

Zur Unterstützung bzw. Kontrolle der Schätzung wurden auf mehreren repräsentativen Testflächen aus verschiedenen Bau-/Nutzungsstrukturtypen Gebäude sowie versiegelte und unversiegelte Flächen digitalisiert, für die Testflächen eine GIS-Datenbank erstellt und somit der Gesamt- bzw. Freiflächenversiegelungsgrad errechnet. (*)

(*) Dies ist nicht gleichbedeutend mit einer Übertragung der auf Testflächen ermittelten Versiegelungsgrade auf alle Flächen gleicher Bebauungsstruktur (BERLEKAMP & PRANZAS 1986, vgl. Anhang 3). Die Schätzung wurde in der Studie auf der ganzen Fläche durchgeführt und durch die Ergebnisse in den Testgebieten lediglich überprüft bzw. geeicht.

Die Digitalisierung der Versiegelungsstrukturen auf den Testflächen erfolgt auf der Grundlage eines digitalen Luftbildes, das als Rasterbild-Hintergrund in das CAD-Programm eingelesen wird (AutoCAD/CAD-Dia ESP). Bei gleichzeitiger Auswertung der analogen Farb-Luftbilder im Maßstab 1:1.000 können dazu die beim Landesvermessungsamt erhältlichen digitalen Schwarzweiß-Orthobilder verwendet werden. Genauer und einfacher ist dieser Arbeitsschritt aber mit Hilfe digitaler Farb-Luftbilder durchzuführen.

Digitale Farb-Luftbilder sind wegen der enormen Datenmenge nicht in einer der Qualität des analogen Bildes entsprechenden Auflösung erhältlich. Jedoch können kleinere Teilausschnitte der analogen Farb-Luftbilder (Maßstab 1:5.000) mit hoher Auflösung gescannt und am Bildschirm der ALK hinterlegt werden (siehe Abbildungen 2 und 3).

Eine Überprüfung der Schätzergebnisse empfiehlt sich vor allem für Kartiereinheiten mit kleinräumiger Versiegelungsstruktur wie sie z.B. im Bereich der Einzel- und Reihenhausbebauung anzutreffen ist.



Abb. 2: Gescannter Farbluftbildausschnitt, überlagert mit der Automatischen Liegenschaftskarte (ALK) als Datengrundlage zur Digitalisierung einer Testfläche (Einzel- und Reihenhausbebauung)



Abb. 3: Testfläche zur Unterstützung und Kontrolle der flächenhaften Schätzung des Versiegelungsgrades (Rot = Gebäude, Grau = versiegelte Freifläche, Grün = unversiegelte Freifläche)

2.3 Erhebung und kartografische Darstellung des Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzials

Die Erhebung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials erfolgt auf derselben kartografischen Grundlage wie die Ermittlung des Versiegelungsgrades und beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Festlegen der Teilbereiche von Nutzungs- und Bebauungsstrukturtypen, die unter Berücksichtigung der nutzungsbedingten Mindestversiegelung ein relevantes Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials aufweisen ("Grundmuster" entsiegelbarer Fläche)
- Ermittlung der Potenziale: Ausmessen und Schätzen der entsprechenden Flächenanteile auf Grundlage analoger und digitaler Luftbilder; Überprüfung durch punktuelle Vor-Ort-Begehungen. Summieren der absoluten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials [m²] einer Kartiereinheit; Darstellung als relativer Anteil [%] an der Gesamtfläche der jeweiligen Kartiereinheit. (vgl. Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials: Karte 3, Ausschnitt in Anlage 3);

2.3.1 Festlegen der Teilbereiche mit relevantem Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial

Ermitteln der nutzungsbedingten Mindestversiegelung

Die Ausweisung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzialen basiert auf dem Vergleich der nutzungsbedingten Mindestversiegelung mit den tatsächlich vorhandenen versiegelten Flächen. Die Einschätzung der nutzungsbedingten Mindestversiegelung orientiert sich an folgenden grundsätzlichen Kriterien:

Mindestkomfortansprüche:

- Die nutzungsbedingten Mindestkomfortansprüche müssen erfüllt sein: Rad- und Rollstuhlfahrer benötigen vollversiegelte öffentliche Wege; für Hauszugänge, Zuwege zu Gebäuden, Müllbehälter- oder Fahrradabstellflächen ist eine Versiegelung sinnvoll.

Nutzungsintensität:

- Auf intensiv genutzten Flächen ist eine Vollversiegelung notwendig; auf nur sporadisch begangenen oder befahrenen Flächen genügt in der Regel eine Teilversiegelung.

Dimensionierung:

- Die Flächen, die aufgrund intensiver Nutzung oder berechtigter Komfortansprüche versiegelt sein müssen, sind häufig überdimensioniert. Der über die nutzungsbedingte Mindestgröße hinausgehende Flächenanteil kann entsiegelt werden.

Das Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial einer Fläche kann umso genauer erhoben werden, je detaillierter die vorliegenden Informationen über die erforderlichen, intensiv genutzten Verkehrsflächen und die nutzungsbedingten Komfortansprüche sind. Dies kann für die öffentlichen Flächen in der Regel durch die zuständigen Ämter ermittelt werden.

Die Mindestkomfortansprüche für Verkehrsflächen in Abhängigkeit von den verschiedenen Funktionen finden sich in folgenden Schriften:

- EAE 85/95 - Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen (FGSV 1995 a),
- EAHV 93 - Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen (FGSV 1993),

die zusammen für Straßen innerhalb bebauter Gebiete die Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS-Q, RAS-L und RAS-K) ersetzen und u.a. einen Beitrag zum flächensparenden Bauen leisten sollen.

Ergänzende Angaben sind enthalten in:

- EAR 91 - Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs (FGSV1991),
- ERA 95 - Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (FGSV 1995 b) und
- ESG 96 - Empfehlungen zur Straßenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete (FGSV 1996).

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale ergeben sich vor allem auf:

- Verkehrsflächen des fließenden und ruhenden motorisierten Individualverkehrs wie Kfz-Zufahrten und Stellplätzen im Bereich der Wohnbebauung oder größere Parkplatzflächen in Gewerbegebieten. In Wohngebieten stehen größere versiegelte Freiflächen fast immer im Zusammenhang mit der Kfz-Nutzung.
- Gemeinbedarfsflächen wie z.B. Schulen, Gemeindezentren u.ä.
- Flächen, die einer anderen Nutzung zugeführt werden, wie Gewerbebrachen und aufgegebene Militäreinrichtungen.

Die Ausweisung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials basiert weniger auf einer exakten Aufschlüsselung aller jeweils vorhandenen Nutzungsansprüche und der daraus ab-

geleiteten Mindestversiegelung sondern auf handhabbaren "**Grundmustern**" **entsiegel- bzw. teilentsiegelbarer Fläche**.

Abgesehen von der Gefahr, zu sehr ins Detail zu gehen, ohne dabei nennenswerte Potenziale aufzuzeigen, sind die tatsächlichen Nutzungs- bzw. Flächenansprüche in vielen Fällen nicht im Detail erkennbar. So verfügen zum Beispiel sehr viele Flurstücke des Strukturtyps "Einzel- und Reihenhausbebauung" über eine etwa 3m breite Kfz-Zufahrt, die am Haus vorbei zu einem im hinteren Teil des Grundstücks gelegenen Stellplatz (einer Garage) führt und den größten Teil der Freiflächenversiegelung ausmacht. Private Kfz-Zufahrten und Stellplätze sind mit einer teilversiegelten Oberfläche ausreichend befestigt. Die Zufahrt wird aber in den meisten Fällen auch als Zuweg in den Hof genutzt, für den eine sinnvolle Mindestversiegelung von 1,5m Breite angenommen wird. Das daraus abgeleitete "Grundmuster" besagt, dass bei allen Flurstücken dieses Typs, sofern die Kfz-Zufahrt vollversiegelt ist, grundsätzlich ein Belagänderungspotenzial von 1,5m x Länge der Zufahrt, ggf. ergänzt um die Fläche des Stellplatzes, angenommen wird. Alle weiteren versiegelten Fußwege und kleinere versiegelte Flächen bleiben außer Betracht - die hier zu erwartenden Potenziale sind im Vergleich zu der für Kfz genutzten Freifläche unerheblich.

Eine an den oben genannten Kriterien orientierte Grunderhebung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzialen lässt sich um weiterführende Aspekte und konkrete Ansätze zur Verringerung des Versiegelungsgrades ergänzen, wie die mögliche Reduzierung der für den motorisierten Individualverkehr benötigten Fläche durch Änderung des "Modal Split" (Verteilung des Verkehrs auf die verschiedenen Verkehrsträger) oder der Ersatz ebenerdiger Parkplätze durch Parkhäuser und Tiefgaragen.

2.3.2 Ermittlung der Entsiegelungs- / Belagänderungspotenziale

Da immer eine **Einzelfallbeurteilung** der Notwendigkeit von Versiegelung bestimmter Flächen unter Berücksichtigung der herrschenden Nutzung **erforderlich** ist, kann das Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial nicht wie der Versiegelungsgrad (vgl. Anhang 3) durch ein automatisiertes Verfahren ermittelt werden. (*)

(*) Eine Übertragung von auf Referenzflächen erhobenen Änderungspotenzialen auf den Gesamttraum - entsprechend der von BERLEKAMP UND PRANZAS (1986) für die Kartierung des Versiegelungsgrades vorgestellte Methode - ist nur eingeschränkt möglich. Bei einer im Raum Saarbrücken durchgeführten Ermittlung des Entsiegelungspotenzials nach dieser Methode wiesen Testflächen gleicher Nutzungstypen eine relativ große Schwankungsbreite der Änderungspotenziale auf (ARK 1996), so dass die Ergebnisse in einer nur dreistufigen, halbquantitativen Klassifizierung dargestellt wurden (ohne bis sehr geringes, geringes - mittleres, teilweise hohes Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial)

Basierend auf den zur Erhebung des Versiegelungsgrades geschaffenen kartografischen Grundlagen kann das Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial entweder durch eine Kartierung vor Ort oder durch die Auswertung der großmaßstäbigen Farbluftbilder ermittelt werden.

In Ettlingen wurde das Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial auf Grundlage des analogen Farbluftbildes im Maßstab 1:1.000 sowie des digitalen Schwarzweiß-Orthofotos ermittelt. An die Stelle der Vermessung/Schätzung der Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenziale vor Ort tritt das Ausmessen/Schätzen der entsprechenden Flächen im analogen Luftbild oder im

digitalen Orthobild auf dem Bildschirm. Auf dem Farbluftbild im Maßstab 1:1.000 können versiegelte Flächen mit einer Genauigkeit von etwa 0,5m vermessen werden. Bei ähnlicher Versiegelungsstruktur zweier Flurstücke lassen sich die Potenziale auch durch einen Vergleich schätzen.

Der Vorteil der Luftbildmethode gegenüber einer Vor-Ort-Begehung liegt vor allem im geringeren Zeitaufwand. Begehungen des Kartiergebietes sind nur punktuell zur Überprüfung von Belägen oder von im Luftbild nicht einsehbaren Bereichen nötig. Hinzu kommt, dass die Erhebung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale in einem Arbeitsschritt mit der Schätzung des Versiegelungsgrades erfolgen kann. Ein weiterer Vorteil liegt in der besseren (optischen) "Zugänglichkeit" aller Flächen, die vor Ort nicht immer gegeben ist.

Die Ergebnisse (Flächensummen in m²) werden in der GIS-Datenbank auf die Gesamtfläche der entsprechenden Kartiereinheit bezogen, klassifiziert und in zehn Farbstufen kartografisch dargestellt (vgl. Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials: Karte 3, Ausschnitt in Anlage 3).

Da die Werte für die Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale auf der Skala von 0% -100% erfahrungsgemäß mit einem Schwerpunkt auf Werten kleiner 20%, verteilt sind, wird eine nichtlineare Klassifizierung angewandt (in Prozent: 0 -1/>1 -2/>2 - 3/>3 - 5/>5 - 10/>10 - 20/>20 - 30/>30 -50/>50 - 75/>75 - 100);

Im Folgenden werden die Möglichkeiten zur Ausweisung von Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenzial zunächst in der Übersicht (Tabelle 3) dargestellt und anschließend für die verschiedenen Nutzungs-/Baustrukturtypen im einzelnen erläutert.

Tab. 3: Nutzungs-/baustrukturtypische Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale (Kartierschlüssel)

Nutzungs-/ Baustrukturtyp	Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale
Verkehrsflächen Grundlagen: EAE 85/95, EAHV 93	
<p>Parkplätze (Angaben beziehen sich auf aktuell vollständig versiegelte Parkflächen) Vgl. auch Abb. 4 u. 5, Kap. 2.3.3.2</p>	<p>Parkplätze (bzw. Garagenanlagen) kommen als eigener, in einer separaten Kartiereinheit erfasster Strukturtyp oder als Teilflächen von Kartiereinheiten anderer Strukturtypen vor. Grundsätzlich haben nur Kfz-Parkplätze ein Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial, Lkw-Parkplätze bleiben vollversiegelt.</p>

Nutzungs-/ Baustrukturtyp	Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale							
Verkehrsflächen Grundlagen: EAE 85/95, EAHV 93								
kleinere Parkplätze mit ein- bis zweireihiger Aufstellung der Kfz (eine Fahrgasse):	<p>Geringe Nutzungsintensität: (z.B. Wohngebiete, Mitarbeiterparkplätze in Gewerbegebieten)</p> <table border="1" data-bbox="612 421 1433 768"> <tr> <td data-bbox="612 421 911 470">a) <10 Stellplätze,</td> <td data-bbox="911 421 1433 470">a) gesamter Stellplatzbereich und Fahrgasse Belagänderungspotenzial</td> </tr> <tr> <td data-bbox="612 470 911 519">b) >10 - 20 Stellplätze,</td> <td data-bbox="911 470 1433 519">b) gesamter Stellplatzbereich und 50% der Fahrgasse Belagänderungspotenzial</td> </tr> <tr> <td data-bbox="612 519 911 768">c) >40 - 50 Stellplätze.</td> <td data-bbox="911 519 1433 768">c) gesamter Stellplatzbereich Belagänderungspotenzial, Fahrgasse bleibt vollversiegelt.</td> </tr> </table>		a) <10 Stellplätze,	a) gesamter Stellplatzbereich und Fahrgasse Belagänderungspotenzial	b) >10 - 20 Stellplätze,	b) gesamter Stellplatzbereich und 50% der Fahrgasse Belagänderungspotenzial	c) >40 - 50 Stellplätze.	c) gesamter Stellplatzbereich Belagänderungspotenzial, Fahrgasse bleibt vollversiegelt.
a) <10 Stellplätze,	a) gesamter Stellplatzbereich und Fahrgasse Belagänderungspotenzial							
b) >10 - 20 Stellplätze,	b) gesamter Stellplatzbereich und 50% der Fahrgasse Belagänderungspotenzial							
c) >40 - 50 Stellplätze.	c) gesamter Stellplatzbereich Belagänderungspotenzial, Fahrgasse bleibt vollversiegelt.							
	Höhere Nutzungsintensität: (z.B. öffentliche Parkflächen, Kundenparkplätze in Gewerbegebieten).	gesamter Stellplatzbereich normalerweise Belagänderungspotenzial, Fahrgasse bleibt vollversiegelt. Stellplätze mit sehr häufigem Fahrzeugwechsel (z.B. Einkaufszentren) bleiben ebenfalls vollversiegelt.						
größere Parkplätze mit mehrreihiger Kfz-Aufstellung (zwei oder mehr Fahrgassen)	Hier kann pauschal von 50% Belagänderungs- (Stellfläche) und 10% Entsiegelungspotenzial (Grünstreifen zwischen den Parkreihen) ausgegangen werden. Auch hier gilt, dass Stellplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel versiegelt bleiben sollten. Bei größeren Parkplätzen von Einkaufszentren ist dies für ca. 50% der Stellplätze der Fall.							
Straßen	<p>Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale können nur für Straßen angegeben werden, für die die aktuellen und zukünftigen Nutzungsansprüche bekannt sind (z.B. Art und Umfang des Verkehrsaufkommens). Potenziale ergeben sich vor allem:</p> <ul data-bbox="612 1413 1433 1637" style="list-style-type: none"> • bei überbreiten Fahrbahnquerschnitten • auf Parkplatzflächen (s. o.) • im Bereich von Kreuzungen, die in Kreisverkehre umgestaltet werden können • auf Sperrflächen, die nicht überfahrbar sein müssen <p>Keine Belagänderung ergibt sich auf Rad- und Gehwegen, die aufgrund berechtigter Komfortansprüche versiegelt bleiben sollten (Kinderwagen, Rollstuhlfahrer)</p>							

Nutzungs-/ Baustrukturtyp	Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale	
Gemeinbedarfsflächen		
	Parkplätze	wie oben ausgeführt
	Schulhöfe und andere größere versiegelte Freiflächen, die nicht der Kfz-Nutzung oder anderen intensiven Nutzungen unterliegen (wie z.B. Marktplätze).	die notwendige Mindestversiegelung solcher Flächen kann nicht pauschal angegeben werden. Bei großflächig versiegelten Schulhöfen mit "Gründefizit" kann aber, ausgehend von einer "provisorischen Gestaltungs-idee", meist ein Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial von mindestens 25% angenommen werden.
Wohnbebauung		
Zeilen- und Punktbebauung	Sammelparkplätze und Garagenanlagen	wie oben ausgeführt
	Grundstückszufahrten zu Sammelparkplätzen und Garagenanlagen, ausschließlich als Kfz-Zufahrt genutzt,	Belagänderung auf der gesamten Fläche
	wie vor, aber zusätzlich als Zuweg für Fußgänger und Radfahrer genutzt	ein 1,5 - 2m breiter Streifen bleibt als Zuweg vollversiegelt, auf der übrigen Fläche kann Belagänderungspotenzial ausgewiesen werden
Einzel- und Reihenhausbebauung Vgl. Abb. 6, Kap. 2.3.3.4	Stellplatz	Belagänderungspotenzial auf der gesamten Fläche (ca. 12m ²)
	Grundstückszufahrten zu Stellplatz oder Garage, ausschließlich als Kfz-Zufahrt genutzt (Stellplatz vor/neben dem Haus an der Straße)	Belagänderungspotenzial auf der gesamten Fläche
	wie vor, aber zusätzlich als Zuweg für Fußgänger und Radfahrer genutzt (Stellplatz im hinteren Bereich des Grundstücks)	Ein 1,5 - 2m breiter Streifen bleibt als Zuweg vollversiegelt, auf der übrigen Fläche kann Belagänderungspotenzial ausgewiesen werden. Im Bereich der Einzel- und Reihenhausbebauung stellen 2,5 - 3,5m breite Hofzufahrten als einziger Grundstückszugang die Regel dar. Bei "normal" breiten Hofzufahrten kann daher pauschal von 50% Belagänderungspotenzial ausgegangen werden

Nutzungs-/ Baustrukturtyp	Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale	
Wohnbebauung (Fortsetzung)		
	<p>Versiegelte Höfe mit gemischter Nutzung; flächig versiegelte Höfe stehen bei diesem Struktur-typ fast immer im Zusammenhang mit Kfz-Nutzung</p>	<p>Belagänderungspotenzial ergibt sich für den Bereich des Hofes, der ausschließlich zum Rangieren des Kfz benutzt wird.</p> <p>Zuwege zu Nebengebäuden (ca. 1,5m breit) und einen "angemessen" dimensionierten Flächenanteil als Fahrrad- und Müllbehälterstellfläche bleiben vollversiegelt; letzterer erschließt sich am besten durch den Vergleich mit ähnlich strukturierten Grundstücken.</p>
Blockbebauung	<p>Sammelparkplätze und Garagenanlagen</p>	<p>wie oben ausgeführt</p>
	<p>Versiegelte Höfe mit gemischter Nutzung;</p> <p>im Innenstadtbereich sind Höfe häufiger auch dann versiegelt, wenn sie nicht mit Kfz befahren werden.</p>	<p>Die Höfe sind aufgrund der hohen Einwohnerdichte i. d. R. auch dann intensiv und mehrfach genutzt, wenn keine Kfz darauf abgestellt werden. Ein Mindestversiegelungsbedarf ist kaum abzuschätzen.</p> <p>Höfe, die - im Vergleich mit ähnlichen Grundstücken - auffällig großflächig versiegelt sind, sollten jedoch durch Zuweisung eines gewissen Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials (10 - 20%) in der Karte kenntlich gemacht werden.</p>

Nutzungs-/ Baustrukturtyp	Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale	
Gewerbegebiete		
	Kunden- und Mitarbeiter-, Parkplätze (Kfz)	wie oben ausgeführt
	Insbesondere in Gewerbegebieten mit technisch / industriellem Charakter finden sich große versiegelte Freiflächen, die als Lagerplatz, Lkw-Stell-, Rangier- und Ladeflächen usw. genutzt werden, und deren nutzungsbedingte Mindestversiegelung (auch im Hinblick auf evtl. Grundwassergefährdungen) ohne genaue Kenntnis der Betriebsstruktur nicht erkennbar ist. Eine pauschale Zuweisung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial ist daher nicht möglich.	

2.3.3 Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale der Strukturtypen

2.3.3.1 Flächen mit hohem Grünanteil

(Unversiegelte Flächen, Grünanlagen, Parks, Friedhöfe, Schrebergärten, Gärtnereien, landwirtschaftliche Betriebe und Sportanlagen mit hohem Grünanteil)

Diese Strukturtypen zeichnen sich naturgemäß überwiegend durch eine geringe (bzw. keine) Freiflächenversiegelung aus. Entsprechend ergeben sich selten relevante Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale. Dies ist fast ausschließlich im Bereich von Parkplätzen der Fall. Das Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial von Parkplätzen wird im folgenden Kapitel diskutiert (s. Strukturtyp "Parkplatz"). Asphaltierte oder betonierte Teilflächen von Grünanlagen oder Spielplätzen, die z.B. als Basketballfeld oder Rollschuhbahn genutzt werden, können ihre Funktion nur bei Beibehaltung der Versiegelung erfüllen.

Fußball- und Tennisplätze mit wassergebundener Decke (Hartplätze) oder mit Kunststoffbelag wurden aufgrund ihrer hohen Freiflächenversiegelung aus diesem Strukturtyp ausgegliedert.

2.3.3.2. Verkehrsflächen

Parkplätze

Parkplätze (*) sind ab einer gewissen Mindestgröße (ca. 40 - 50 Stellplätze) als eigene Strukturtypen kartiert, kommen aber auch als Teile anderer Strukturtypen vor.

(*) Bemessungsgrundlagen für Parkplätze siehe EAR 91, EAE 85/95

Lkw-Stellplätze

Lkw-Stellplätze sollten grundsätzlich vollständig versiegelt bleiben (Stand der Abstimmung zwischen Regierungspräsidium Karlsruhe und der LfU über die Gestaltung von Parkplatzoberflächen 1998).

Kfz-Stellplätze

Grundsätzlich ist für Kfz-Stellplätze eine Teilversiegelung ausreichend. In Abhängigkeit von der Häufigkeit des Fahrzeugwechsels weisen vollversiegelte Stellplätze ein entsprechendes Belagänderungspotenzial auf. (s.u.)

Kfz-Stellplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel

Eine Ausnahme bilden Stellplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel, etwa im Bereich von Einkaufszentren. Allerdings sind auf solchen Parkplätzen nicht alle Stellflächen gleich stark frequentiert. Hier wird pauschal davon ausgegangen, dass die Hälfte aller Stellplätze wenig frequentiert sind; ein Belagänderungspotenzial ergibt sich auf derartigen Parkplätzen also nur für 50% der Stellfläche.

Kfz-Stellplätze in Wasserschutzgebieten

Auf Parkplätzen in Wasserschutzgebieten sollte bei ungünstigen Untergrundverhältnissen (gemäß RiStWag 1982) im Interesse des Grundwasserschutzes auf eine Teilentsiegelung der Stellplätze ebenfalls verzichtet werden.

Wo stark frequentierte Stellplätze im Luftbild erkannt werden, sollte bereits bei der Erhebung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale auf die Ausweisung eines Belagänderungspotenzials verzichtet werden. Vorhandene Informationen über die Untergrundbeschaffenheit von in Grundwasserschutzgebieten gelegenen Flächen sind in der Regel nicht detailliert genug, um bestimmte Teilbereiche von einer möglichen Entsiegelung-/Belagänderung im vorhinein auszuschließen. Es besteht jedoch die Möglichkeit, durch Auswertung vorhandener Daten Bereiche abzugrenzen, in denen vor Umsetzung der Potenziale eine genauere Prüfung des Untergrundes sinnvoll ist (vgl. Kap. 2.4.1).

Andere Kfz-Stellplätze

Bei mehrreihiger Kfz-Aufstellung und bei einreihigen, nicht an eine Straße angrenzenden Parkplätzen, befindet sich zwischen bzw. neben den Stellplätzen eine Fahrgasse. Ob für diese eine Vollversiegelung über die ganze Breite (in der Regel 6m) notwendig ist, hängt wiederum von der Nutzungsintensität ab. Diese nimmt mit der Zahl der von der Fahrgasse bedienten Stellplätze zu und ist in Wohngebieten geringer als auf öffentlichen Flächen oder in Gewerbegebieten. Bei geringer Nutzungsintensität genügt auch für die Fahrgasse eine Teilversiegelung (vgl. Tabelle 4).

Tab. 4: Nutzungsbedingte Mindestversiegelung von Parkplatz-Fahrgassen

	geringe Nutzungsintensität (Wohngebiete, Mitarbeiterparkplätze in Gewerbegebieten)	hohe Nutzungsintensität (öffentliche Parkflächen, Kunden- parkplätze in Gewerbegebieten)
< 10 - 20 Stellplätze	Fahrgasse auf ganzer Breite teilversiegelt	
> 10 - 20 Stellplätze	Fahrgasse auf 3m Breite vollversiegelt, auf 3m teilversiegelt	Fahrgasse auf ganzer Breite (6m) vollversiegelt
> 40 - 50 Stellplätze		

Hier sollte die bequeme Erreichbarkeit der Stellflächen z.B. für Rollstuhlfahrer bedacht werden, die auf vollversiegelten Belägen eher gewährleistet ist. Die weiteste zurückzulegende Entfernung hängt auch von der Form des Parkplatzes ab. Bei 10 Stellplätzen in einreihiger Aufstellung ist sie genauso groß wie bei 20 Stellflächen, die in zwei Reihen angeordnet sind, bei der üblichen Stellplatzbreite von 2,5m also maximal 25m. Bei 20 Stellplätzen in einreihiger Aufstellung beträgt sie bereits 50m, so dass eine zumindest zum Teil vollversiegelte Fahrgasse auch unter diesem Aspekt wünschenswert ist. Abbildung 4 soll an drei Beispielen den Zusammenhang zwischen Parkplatzgröße bzw. -form und dem jeweils vorhandenen Belagänderungspotenzial verdeutlichen.

Bei vollversiegelten Parkplätzen mit mehr als zwei Stellplatzreihen kommt im Bereich stirnseitig aneinanderstoßender Stellflächen ein relevantes Entsiegelungspotenzial hinzu, da der vom Fahrzeugüberhang vor bzw. hinter den Radachsen eingenommene Teil des Stellplatzes unversiegelt sein kann (s. Abbildung 5).

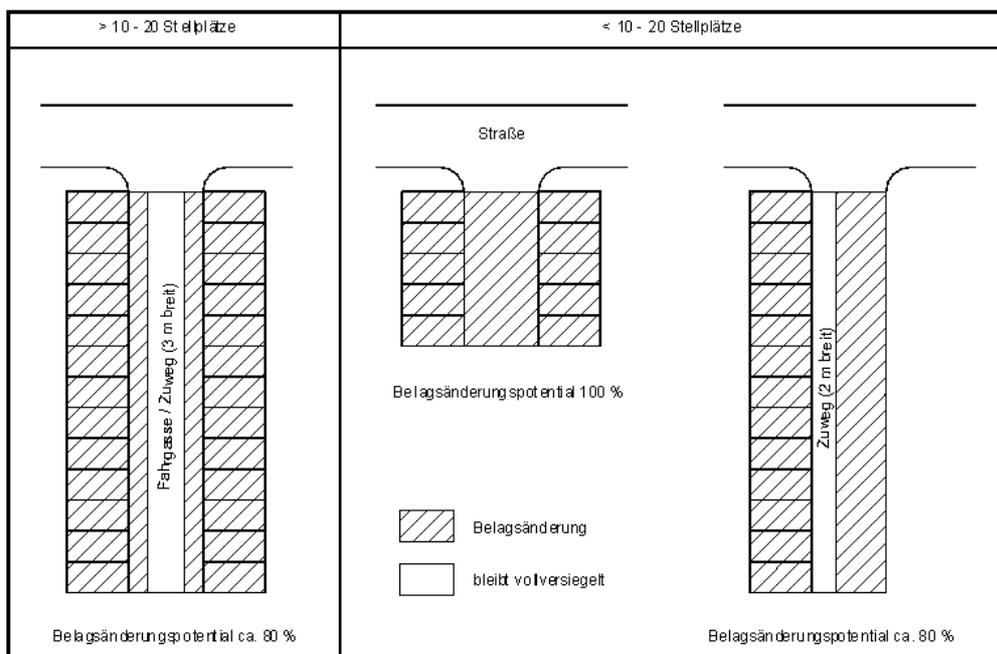


Abb. 4: Belagänderungspotenzial von kleineren Parkplätzen (<40 - 50 Stellplätze) mit seltenem Fahrzeugwechsel (Wohngebiete, Mitarbeiterparkplätze in Gewerbegebieten)

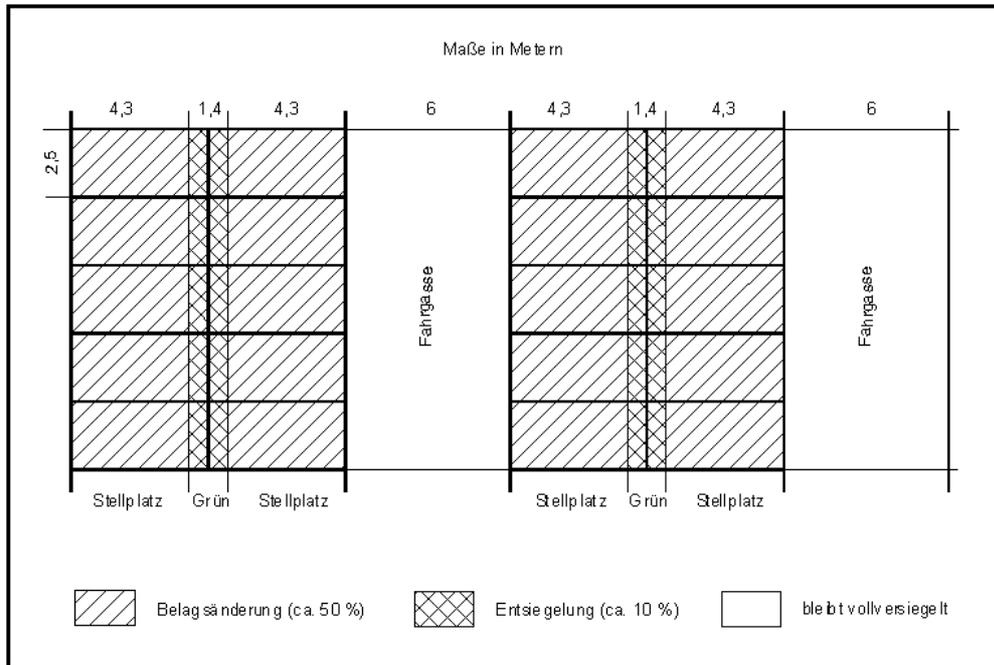


Abb. 5: Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial von größeren Parkplätzen (>40 - 50 Stellplätze) mit mehrreihiger Kfz-Aufstellung

Ausgehend von dieser Gestaltungsvariante wurde für alle vollversiegelten mehrreihig genutzten Parkplatzflächen pauschal ein Belagänderungspotenzial von 50% und ein Entsiegelungspotenzial von 10% angenommen. Mitunter ist zwischen den Stellplatzreihen bereits ein Grünstreifen vorhanden; in diesen Fällen ergibt sich nur für die Stellplätze selbst ein Belagänderungspotenzial.

Größeren Parkplatzflächen (mehr als 40 - 50 Stellplätze) sollte eine eigene Kartiereinheit zugewiesen werden. Dies ist direkt möglich, wenn der Parkplatz auf einem eigenen Flurstück liegt, d. h. bereits von seiner Umgebung abgegrenzt ist. Große Parkplatzflächen, die Teilflächen großer Flurstücke sind (z.B. große Mitarbeiterparkplätze in Gewerbegebieten), sollten von der sie umgebenden Fläche abgetrennt werden, so dass sie im GIS als eigene Fläche erscheinen. Dieses Vorgehen bewirkt eine "Aufkonzentration" der Belagänderungspotenziale, die ja immer als relativer Anteil an der Gesamtfläche der Kartiereinheit dargestellt werden (vgl. dazu Kap. 2.2.1).



Bild 1: Vollversiegelter, in einem Wohngebiet gelegener Parkplatz mit Belagänderungspotenzial auf den Stellplätzen, vor den Garagen und auf einem großen Teil der Fahrgasse.



Bild 2: In einem Wohngebiet gelegener Parkplatz mit bereits teilversiegelten Stellplätzen. Belagänderungspotenzial besteht jedoch auf dem Teil Hofes, der nur als Zufahrt zu Stellplätzen genutzt wird.

Straßen (*)

(*) Bemessungsgrundlagen für Straßen in bebauten Gebieten siehe EAE 85/95, EAHV 93

Die Zuweisung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzialen zu Straßen - etwa durch Reduzierung unnötig großer Straßenquerschnitte - ist ohne eine genaue Kenntnis der Netzfunktion der Straße sowie der gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungsansprüche nicht sinnvoll. Zur Beurteilung des notwendigen Mindestquerschnitts müssen Art und Umfang des

Verkehrsaufkommens, die möglichen Begegnungsfälle, die zugrundegelegte Entwurfsgeschwindigkeit sowie eventuell bereits vorhandene Umbaukonzeptionen (z.B. Schaffung verkehrsberuhigter Zonen) bekannt sein. Die Zuordnung von realistischen Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzialen kann daher nur in enger Zusammenarbeit mit der Verkehrsplanung erfolgen. Liegt eine entsprechende Klassifikation des Straßennetzes vor, können unter Anwendung der genannten Empfehlungen Mindestquerschnitte definiert und überbreite Straßen erkannt werden. Häufig werden derartige Straßenquerschnitte aber nicht entsiegelt, sondern einer neuen Nutzung zugeführt (Radwege, Parkplätze, Straßenbahngleise).

Grundsätzlich können Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale auf Straßen in folgenden Bereichen vorhanden sein:

- Parkstreifen,
- Kreuzungen, für die eine Umgestaltung in Kreisverkehre möglich ist,
- Sperrflächen, die nicht befahrbar sein müssen,
- Straßenabschnitte, deren Querschnitte unter Berücksichtigung der gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungsansprüche verringert werden können.



Bild 3: Straße mit Belagänderungspotenzial im Bereich des Parkstreifens

Keine Belagänderungspotenziale ergeben sich auf Rad- und Gehwegen, die aufgrund berechtigter Komfortansprüche versiegelt bleiben sollten (Kinderwagen, Rollstuhlfahrer). Die notwendige Mindestbreite von Rad- und Gehwegen hängt von der Nutzungsfrequenz und dem städtebaulichen Zusammenhang ab und kann ohne entsprechende Detailkenntnis nicht angegeben werden.

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale von Straßen in Ettlingen wurden nur für die Abschnitte dargestellt, für die beim Planungsamt Umbauplanungen bzw. -konzepte vorlagen.

Gleisanlagen

Ein Belagänderungspotenzial ist im Bereich von Straßenbahntrassen durch die Möglichkeit gegeben, bestimmte Streckenabschnitte als Rasengleis zu führen. Die Auskartierung solcher Potenziale ist ebenfalls nur in Zusammenarbeit mit dem Betreiber der Straßenbahn sinnvoll.



Bild 4: Rasengleis

2.3.3.3 Gemeinbedarfsflächen

Die Nutzungs- und Bebauungsstruktur von Schulen, Krankenhäusern, Gemeindezentren u. ä. wird durch größere Gebäudekomplexe und ausgedehnte versiegelte und unversiegelte Freiflächen charakterisiert. Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale ergeben sich auch bei diesem Strukturtyp häufig im Bereich von Parkplatzflächen und Kfz-Zufahrten. Hier kann entsprechend der für den Strukturtyp "Parkplatz" grundsätzlich geschilderten Vorgehensweise verfahren werden (s. dort).

Einen Sonderfall stellen Zufahrten zu Krankenhäusern oder Alters- und Pflegeheimen dar, die von Krankenwagen benutzt werden und versiegelt bleiben müssen. Feuerwehrzu- und -umfahrten benötigen dagegen als nur sporadisch genutzte Flächen keine Vollversiegelung.

Neben den der Kfz-Nutzung gewidmeten Flächen bieten großflächig versiegelte Schulhöfe Möglichkeiten zur Ausweisung relevanter Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale. Anders als bei Parkplätzen stehen hier nicht allein die Nutzungsansprüche im Vordergrund, sondern auch gestalterische Aspekte. Ein nutzungsbedingter Mindestbedarf an versiegelter Schulhoffläche lässt sich ohnehin nur schwer ableiten; er hängt vor allem von der Zahl der Schüler ab. Hier sollte stattdessen versucht werden, der Schätzung des Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzials ein ausgewogenes Verhältnis zwischen begrünter und versiegelter Freifläche zugrunde zu legen. Änderungspotenziale bestehen dann vor allem dort, wo unter dem Aspekt eines angenehmen Lern- und Arbeitsumfeldes zu wenig Grünanteile vor-

handen sind. In diesem Fall kann, orientiert an einer provisorischen Gestaltungsidee, ein "vorläufiges" Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial (i.d.R. mindestens 25% der versiegelten Schulhoffläche) geschätzt werden, das erst im Rahmen eines konkreten (Um-) Gestaltungskonzeptes genauer ermittelt werden kann.

Anders als bei Schulen sind bei anderen Einrichtungen mit einer ähnlichen Bebauungsstruktur i.d.R. größere versiegelte Freiflächen nicht anzutreffen. Krankenhäuser, Pflegeheime oder Gemeindezentren sind - abgesehen von Parkplätzen und Zufahrten - typischerweise von unversiegelten Freiflächen mit teilweise parkartigem Charakter umgeben, für die kein Entsiegelungs-/ Belagänderungsbedarf besteht .

2.3.3.4 Wohnbebauung

Im Bereich der Wohnbebauung konzentrieren sich die Belagänderungspotenziale auf für private Kfz genutzte vollversiegelte Flächen wie Stellplätze, Zufahrten, Fahrgassen größerer Parkplätze und Garagenanlagen.

Für Hauszugänge oder Zuwege zu Nebengebäuden kann von einer nutzungsbedingten Mindestversiegelung in einer Breite von 1 - 2m ausgegangen werden (Ministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau 1988).

Der Bedarf an versiegelter Freifläche für Fahrräder oder Müllbehälter hängt von der Zahl der zugehörigen Wohneinheiten bzw. Bewohner ab. Diese ist aber - v.a. bei verdichteter Wohnbebauung im Innenstadtbereich - kaum abzuschätzen. Hier kann der Bearbeiter z.B. durch den Vergleich der Versiegelungsstruktur von Hofflächen ähnlich großer Wohngebäude eine auffällig hohe Freiflächenversiegelung erkennen und zu einer sinnvollen Einschätzung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale gelangen.

Fast immer geht die großflächige Versiegelung von Hofflächen aber auf eine Nutzung durch Kfz zurück.

Zeilen- oder Punktbebauung

Wohngebiete mit Zeilen- oder Punktbebauung verfügen meist über größere Sammelparkplätze oder Garagenanlagen, die entsprechend der grundsätzlichen Vorgehensweise bei Parkplätzen in Wohngebieten behandelt wurden (s.o.).

In Wohngebieten mit Zeilen- oder Punktbebauung wird Parkraum oft in Form von Tiefgaragen bereitgestellt. Neben begrünten Tiefgaragendächern (die als unversiegelte Freifläche aufgefasst wurden, vgl. Kap. 2.2.2), finden sich auch Tiefgaragen, deren Dach als zusätzliche Parkmöglichkeit oder als unbegrünte, meist mit einigen Pflanzkübeln bestandene Hoffläche genutzt wird. In beiden Fällen würde eine "Entsiegelung" im Sinne einer (teilweisen) Dachbegrünung das Aufbringen von Erdreich voraussetzen. Ob dies bei einer gegebenen Dachkonstruktion realisierbar ist, kann nicht ohne weiteres beantwortet werden. Auf eine Ausweisung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial sollte daher verzichtet werden.

Einzel- oder Reihenhausbebauung

In Wohngebieten mit Einzel- oder Reihenhausbebauung befinden sich die Kfz-Stellflächen bzw. Garagen meist auf dem jeweiligen Grundstück. In der Regel handelt es sich um ein oder zwei Stellplätze, die über eine Zufahrt von der Straße aus erreicht werden können. Der Freiflächenversiegelungsgrad wie auch die vorhandenen Belagänderungspotenziale innerhalb des Strukturtyps "Einzel- oder Reihenhausbebauung" hängen eng mit der Lage der Kfz-Stellflächen auf dem Grundstück zusammen. Befindet sich die Garage oder der Stellplatz im vorderen, der Straße zugewandten Teil, sind nur kurze, mitunter gar keine Zufahrten nötig. Bei im hinteren Grundstücksbereich gelegenen Stellplätzen oder Garagen sind außer der entsprechend langen Zufahrt oft größere, zum Rangieren des Kfz vorgesehene Hofflächen versiegelt.

Belagänderungspotenziale ergeben sich im Bereich der Einzel- und Reihenhausbebauung primär für:

- alle Kfz-Stellflächen zu 100% (auch Stellflächen vor Garagen),
- den Anteil versiegelter Hoffläche, der allein zum Rangieren des Kfz dient,
- Zufahrten zu den Kfz-Abstellmöglichkeiten zu 100%, falls sie ausschließlich mit dem Kfz befahren werden; falls sie auch als Zuweg zum Hof dienen, bleibt ein ca. 1,5m breiter Streifen von der Belagänderung ausgenommen (dies entspricht in vielen Fällen etwa 50% der Fläche).



Bild 5: Hofzufahrt mit ca. 50% Belagänderungspotenzial für den Einfahrtsbereich selbst (da auch als Zuweg genutzt) und weiterem Potenzial auf einem großen Teil des Hofes, der überwiegend zum Abstellen und Rangieren der Kfz dient



Bild 6: Hofzufahrt ohne Belagänderungspotenzial

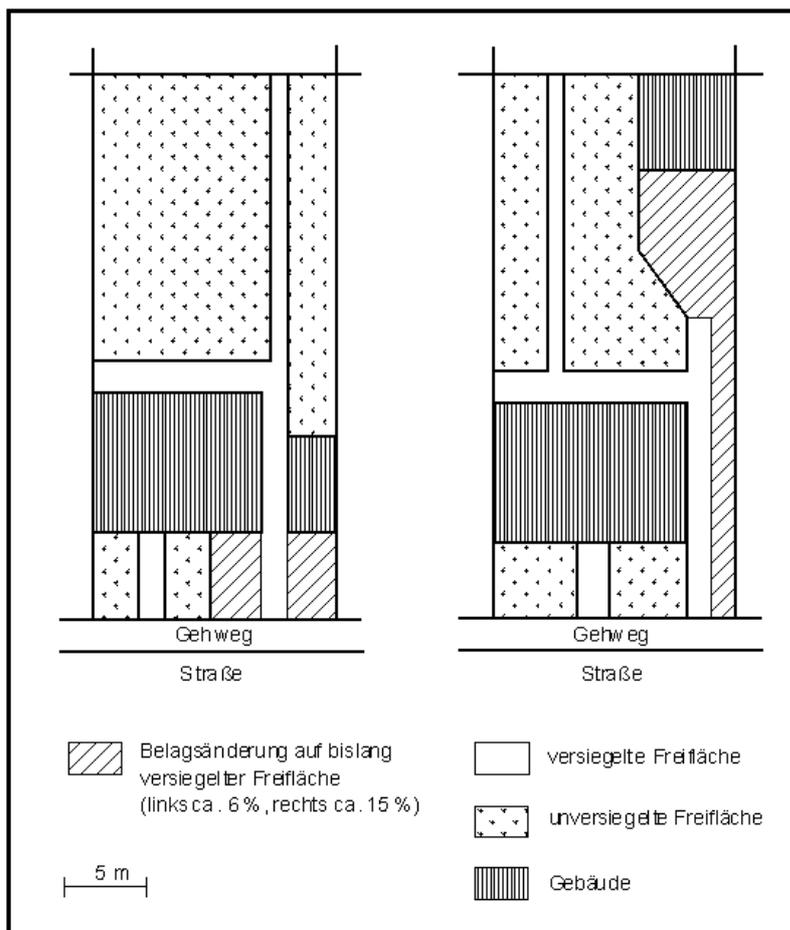


Abb. 6: Belagänderungspotenziale im Bereich der Einzel- und Reihenhausbauung

Alle Hauszugänge, Zuwege auf das Grundstück und sonstige kleinere versiegelte Freiflächen (z.B. als Fahrrad- oder Müllbehälterstellplatz genutzt) bleiben bei der Ausweisung von

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial unberücksichtigt, sofern sie nicht auffällig überdimensioniert sind.

Block- und Blockrandbebauung

Der hohe Versiegelungsgrad dieses für das Stadtzentrum charakteristischen Strukturtyps geht in erster Linie auf Gebäudeflächen zurück. Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenziale ergeben sich auch hier zunächst auf Flächen, die durch Kfz genutzt werden. Dies ist auf vielen der für diesen Strukturtyp typischen Hinterhöfe zumindest teilweise der Fall.

Im Innenstadtbereich sind meist auch Höfe, die nicht von Kfz befahren werden, flächig versiegelt und aufgrund der hohen Einwohnerdichte in der Regel intensiv genutzt. Für die als Zugänge zu Hinterhäusern oder Nebengebäuden, als Stellfläche z.B. für Zweiräder oder als Spielplatz (z.T. mehrfach) genutzten Flächen ist die notwendige Mindestversiegelung nicht im einzelnen zu ermitteln. Dennoch sollte auffällig großen, flächenhaft versiegelten Höfen ein gewisses Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenzial zugeordnet werden, mit dem auf die hier mögliche Verbesserung des Wohnumfeldes durch Erhöhung des Grünanteils hingewiesen wird (auf 10 - 20% der versiegelten Hoffläche kann vermutlich immer verzichtet werden, ohne die bisherige Nutzung wesentlich einzuschränken).

In Ettlingen wurde die historische Altstadt von der Erhebung der Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenziale ausgenommen.

2.3.3.5 Gewerbegebiete

Kartiereinheiten des Strukturtyps "Gewerbegebiete" weisen durchweg besonders hohe Freiflächenversiegelungsgrade auf. Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale ergeben sich im Bereich von Mitarbeiterparkplätzen, die in der Nutzungsintensität (Häufigkeit von Fahrzeugwechseln) mit größeren Parkplätzen in Wohngebieten vergleichbar sind. Dies gilt branchenabhängig auch eingeschränkt für Kundenparkplätze (zur Vorgehensweise bei Parkplätzen von Einkaufszentren vgl. Strukturtyp "Parkplätze").

In **Gewerbegebieten mit überwiegendem Dienstleistungscharakter** werden die Freiflächen vor allem als Kunden- und Mitarbeiterparkplätze genutzt, für die sich entsprechende Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale ermitteln lassen.

Dies trifft in **Gewerbegebieten mit überwiegendem technisch/industriellem Charakter** nur auf einen Teil der Freiflächen zu. Sie werden überwiegend als Lagerflächen oder Zufahrten, Lade-, Rangier- und Abstellflächen für Lkw oder Lieferwagen genutzt. Auf diese Weise genutzte Flächen sollten vollversiegelt bleiben; sie unterliegen einer größeren mechanischen Belastung als ausschließlich durch Kfz befahrene Flächen. Zudem kann von ihnen eine durch den Kartierer nicht kalkulierbare Grundwassergefährdung ausgehen. Der wirkliche Bedarf an versiegelter Fläche ist ohne genauere Kenntnis der Betriebsstruktur letztlich nicht schätzbar.

Größere Parkplatzflächen in Gewerbegebieten sollten bereits bei der Schätzung des Versiegelungsgrades als eigene Kartiereinheiten des Strukturtyps "Parkplatz" aufgefasst werden.

Einen Sonderfall stellen nicht mehr genutzte Gewerbebrachen dar. Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenziale ergeben sich durch den Vergleich des gegenwärtigen Versiegelungsgrades mit dem bei einer zukünftigen Nutzung zu erwartenden (Der Einschätzung des Änderungspotenzials kann entweder eine vorhandene Bebauungsplanung oder, wenn nur die angestrebte Nutzung bekannt ist, eine für diese Nutzung typische Bebauungsstruktur zugrundegelegt werden).

2.4 Einbeziehung umsetzungsrelevanter Informationen

Die Aspekte, die bei einer Umsetzung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale von Bedeutung sind, sind entweder unmittelbar flurstücksbezogen (z.B. die Eigentumsverhältnisse) oder weisen einen allgemeinen räumlichen Bezug zum Untersuchungsgebiet auf (z.B. Hydrogeologie, Stadtklima). Stehen die entsprechenden Daten in Form einer digitalen Karte oder als flurstücksbezogene Datenbank zur Verfügung, können sie in das GIS einbezogen und kartografisch dargestellt werden. Dabei ist eine räumliche Verschneidung grundsätzlich mit jeder der im GIS bereits angelegten Informationsebenen möglich.

2.4.1 Grundwasserschutz

Bei der Realisierung von Entsiegelungs-/Belagänderungsmaßnahmen ist der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigung zu gewährleisten. Da jede Entsiegelung mit einer Erhöhung der Durchlässigkeit verbunden ist, sollte zuvor geklärt werden, ob die betreffende Fläche

- im Bereich einer altlastverdächtigen Fläche,
- in einem Grundwasserschutzgebiet liegt und
- wie in diesem Fall die Untergrundbeschaffenheit ist.

Liegt ein **Altlastenkataster** in digitaler Form vor, so kann dieses mit den Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzialen überlagert und in einer Karte dargestellt werden. Potenziale im Bereich von altlastverdächtigen Flächen können z.B. durch eine - je nach Kategorie (Erkundung, Belassen zur Wiedervorlage) - verschiedenfarbige Schraffur hervorgehoben werden.

In **Wasserschutzgebieten** können wenig frequentierte Kfz-Stellplätze insbesondere bei günstigen Untergrundverhältnissen teilsiegelt werden (vgl. Kap. 2.3.3.2 "Strukturtyp Parkplatz").

Für eine Einschätzung der Untergrundbeschaffenheit gemäß RiStWag (1982) sind die Bodenart und der (geringste) Grundwasserflurabstand entscheidend. Die Untergrundbeschaffenheit kann auf Grundlage vorhandener Daten eingeschätzt werden. Dazu eignen sich:

- Schichtprofile, die z.B. bei Brunnenbohrungen erstellt wurden,
- Geologische Karten (1:25.000),
- Bodenkarten (1:25.000),
- Flurabstands- und Grundwasserhöhengleichenkarten (Hydrogeologische Kartierung 1:50.000),

- Pegeldaten von Grundwassermeßstellen des hydrologischen Meßnetzes.

Diese Informationen können digitalisiert und flächenhaft oder punktuell in einer gemeinsamen Karte dargestellt werden (vgl. Grundlagenkarte für die Beurteilung der Untergrundbeschaffenheit: Karte 5, Ausschnitt in Anlage 5).

Ergeben sich aus der Interpretation dieser Karte Bereiche, in denen die Untergrundbeschaffenheit nicht sicher als "günstig" im Sinne der RiStWag zu beurteilen ist, sind die Untergrundverhältnisse vor der Umsetzung der Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenziale auf den betreffenden Flächen im Einzelfall zu prüfen (z.B. Schlagstocksondierung).

2.4.2 Eigentumsverhältnisse

Bei der Umsetzung der Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenziale bestehen wesentliche Unterschiede zwischen Flächen, die in kommunalem und solchen, die in privatem Eigentum stehen:

- Auf Flächen, die in **kommunalem** Eigentum stehen, wird es am ehesten möglich sein, Entsiegelungsmaßnahmen unmittelbar zu realisieren. Hier hat die Gemeinde den direkten Zugriff auf die Fläche, z.B. auf öffentliche Grünflächen, Straßen und Parkplätze in kommunalem Besitz, Schulen und öffentliche Verwaltungen. Hier bedarf es vor allen Dingen der Selbstverpflichtung der Kommune, Entsiegelungsmaßnahmen durchzuführen, und den Willen zur konsequenten Umsetzung. Auch ist es denkbar, dass für bestimmte Typen von Gemeinschaftsanlagen entsprechende Förderprogramme aufgelegt werden.
- Auf **privaten** Flächen sind Informationen, Anregungen und insbesondere Anreize vordringlich. Entsiegelungsmaßnahmen auf kommunalen Flächen haben Vorbildcharakter und sind wesentliche Voraussetzungen für Belagänderung und Entsiegelung von Flächen in privatem Eigentum. Förderprogramme stehen im Vordergrund.

Eine entsprechende Karte, in der die Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenziale nach den Eigentumsverhältnissen differenziert sind, kann durch eine Verknüpfung des Automatischen Liegenschaftsbuches (ALB) mit der GIS-Datenbank erstellt werden (vgl. Karte des Entsiegelungs-/ Belagänderungspotenzials differenziert nach Eigentumsverhältnissen: Karte 4, Ausschnitt in Anlage 4).

Die Zuordnung erfolgt nach einer entsprechenden Anpassung der Datenstruktur des ALB über die in beiden Tabellen abgelegten Flurstücksnummern.

2.4.3 Räumliche Priorisierung

Eine räumliche Priorisierung als Grundlage für die Umsetzung von Entsiegelungs- und Belagänderungsmaßnahmen dient zur Verdeutlichung bestimmter thematischer Problemstellungen und Handlungsfelder. Die entsprechenden fachspezifischen Informationen oder Konzepte können dem GIS als weitere Informationsebenen hinzugefügt werden, wenn die hierfür benötigten Daten in digitaler Form vorliegen. Durch eine Verschneidung mit den Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzialen können positive Auswirkungen von Entsiegelungsmaßnahmen oder auch z.B. fachliche Einschränkungen herausgearbeitet werden.

Beispiele hierfür wären thematische Karten

- zum Erneuerungsbedarf des Kanalnetzes und sonstiger Leitungsnetze - bei Durchführung größerer Baumaßnahmen im öffentlichen Raum können Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale kostengünstig oder gar kostenneutral realisiert werden ("Huckepackmaßnahmen"),
- über klimatische Belastungsräume im Siedlungsgebiet,
- zur Parkraumbewirtschaftung,
- zum Versorgungsgrad von Wohngebieten mit Spielplätzen und mit privat nutzbaren Freiräumen oder
- zu städtebaulich angestrebten Grünachsen.

Diese Aspekte können auch als Voraussetzungen für die Teilnahme an kommunalen Förderprogrammen herangezogen werden. Ob diese räumliche Priorisierung als Bestandteil des Entsiegelungskonzeptes durchgeführt wird, oder im Rahmen integraler Betrachtungen wie städtebauliche Gesamtkonzeption, Umweltleitplan etc., ist sekundär.

3 Ergebnisse und Aufwand

3.1 Ergebnisse der modellhaften Erhebung in Ettlingen

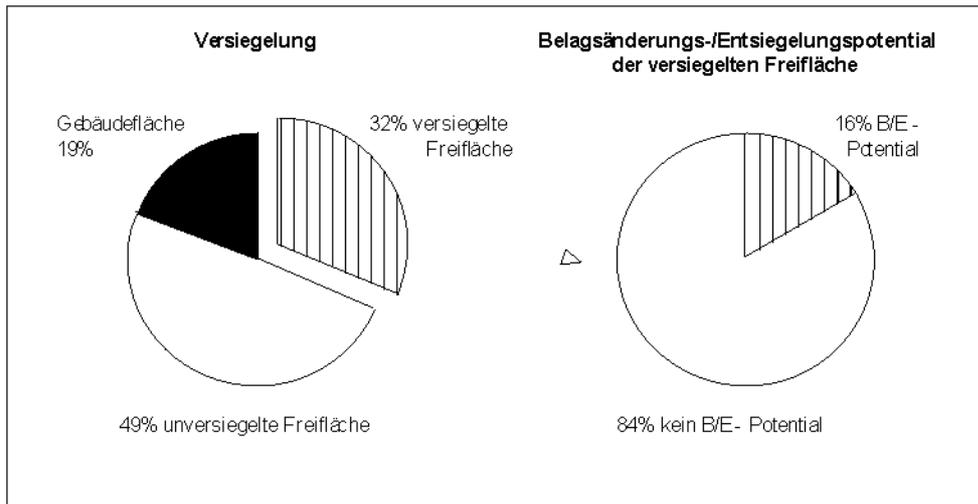
Nach einer an den übergeordneten Strukturtypen orientierten, zusammenfassenden Darstellung der quantitativen Ergebnisse für das gesamte Untersuchungsgebiet (Kap. 3.1.1) werden die Versiegelung und die Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale für die wichtigsten Strukturtypen getrennt betrachtet (Kap. 3.1.2). Zuletzt wird eine Übersicht über den Anteil kommunaler Flächen an der Versiegelung und an den Änderungspotenzialen gegeben (Kap. 3.1.3).

Die prozentualen Flächenanteile der jeweils betrachteten Größen werden mit Kreisdiagrammen veranschaulicht, die zugehörigen absoluten Flächen in tabellarischer Form aufgeführt. Den Kreisdiagrammen im Kapitel 3.1.2 ist eine Kartengrafik vorangestellt, die die Verbreitung des jeweiligen Strukturtyps im Untersuchungsgebiet zeigt.

In der historischen Altstadt Ettlingens und auf dem größten Teil der Straßenflächen (vgl. dazu Kap. 2.3.2) wurde kein Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial erhoben. Die angegebenen Prozentwerte der Änderungspotenziale beziehen sich jeweils auf den Teil der versiegelten Freifläche, der auf eine mögliche Belagänderung/Entsiegelung hin untersucht wurde.

Die in den Diagrammen angegebenen Prozentwerte der Flächenanteile sind auf ganze Zahlen, die in den Tabellen wiedergegebenen absoluten Werte der Flächengrößen auf 0,1 ha gerundet.

3.1.1 Gesamtes Untersuchungsgebiet



Versiegelung (absolute Werte)		Belagsänderungs-/ Entsiegelungspotential (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	255,5 ha	Belagsänderungspotential	20,2 ha
unversiegelte Freifläche	397,6 ha	Entsiegelungspotential	6,4 ha
Gebäudefläche	152,8 ha	Summe der Potentiale	26,6 ha
Gesamtfläche	805,9 ha (= 100 %)	versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde	163,4 ha (= 100%)

Abb. 7: Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche

Versiegelungsgrad

Der Gesamtversiegelungsgrad (Gebäudefläche und versiegelte Freifläche) des Untersuchungsgebietes beträgt 51%, der Freiflächenversiegelungsgrad 39% (Verhältnis versiegelte Freifläche zu gesamter Freifläche) (Abbildung 7).

Entsiegelungs- und Belagänderungspotenzial

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial konnte in Ettlingen auf 16,3% der versiegelten Freifläche ausgewiesen werden. Dieser Wert ist auf den Teil der versiegelten Freifläche bezogen, auf dem Potentiale erhoben wurden (163 von 256 ha). Der überwiegende Teil des Betrages (12,4%) geht auf Belagänderungspotenziale, d. h. eine mögliche Teilentsiegelung von Flächen zurück. Eine vollständige Entsiegelung wurde für 3,9% der versiegelten Freifläche vorgeschlagen.

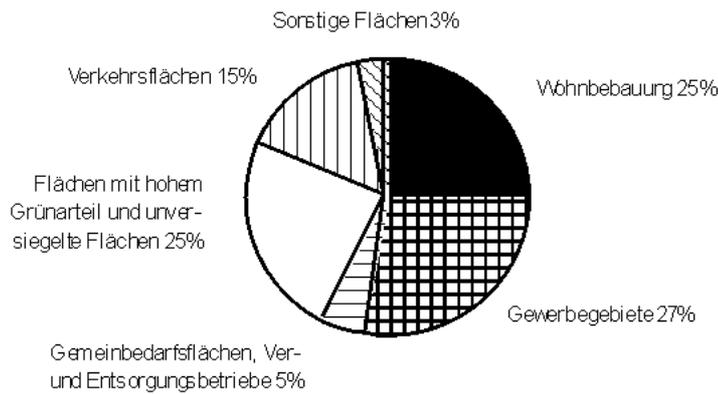
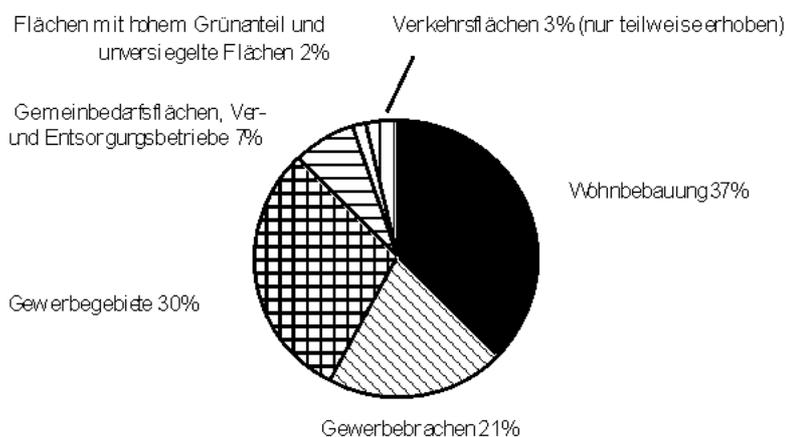
A Flächenanteile der einzelnen Strukturtypen an der Gesamtfläche**B Flächenanteile der einzelnen Strukturtypen an der gesamten versiegelten Freifläche****C Verteilung des Belagsänderungs- / Entsiegelungspotentials auf die Strukturtypen**

Abb. 8: Flächenanteile der einzelnen Strukturtypen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes (A), an der versiegelten Freifläche (B) sowie am gesamten Entsiegelungs-/Belagsänderungspotenzial (C). In Diagramm C ist der Anteil der Gewerbebrachen aus dem Gesamtanteil der Gewerbegebiete ausgegliedert (zugehörige Tabelle mit absoluten Werten umseitig).

Strukturtyp	Gesamtfläche	Versiegelte Freifläche (absolute Werte)	Belagsänderungs-/ Entsiegelungspotential (absolute Werte)
Wohnbebauung	207,4 ha	34,4 ha	9,9 ha
Gewerbegebiete (aktuell genutzt)	212,8 ha	86,2 ha	8,0 ha
Gewerbegebiete (Brachen)	12,0 ha	7,3 ha	5,4 ha
Gemeinbedarfsflächen, Ver- und Entsorgungsbetriebe	41,1 ha	9,2 ha	1,9 ha
Verkehrsflächen (nur teilweise erhoben)	123,7 ha	107,0 ha	0,9 ha
Flächen mit hohem Grünanteil	195,8 ha	11,4 ha	0,4 ha
sonstige Flächen (Gewässer, Baustellen)	13,0 ha	-	-
gesamtes Untersuchungsgebiet	805,9 ha	255,5 ha	26,6 ha

Abb. 8: Fortsetzung

Gewerbegebiete und Verkehrsflächen, die an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes einen ähnlichen Anteil haben wie die Wohnbebauung und die Flächen mit einem hohen Grünanteil (Abbildung 8, Diagramm A), verursachen mit zusammen etwa 80% den weit überwiegenden Anteil der gesamten Freiflächenversiegelung im Untersuchungsgebiet (Diagramm B).

Die Annahme, dass Bereiche mit hohem Anteil an der versiegelten Freifläche auch hohe Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale aufweisen (Diagramm C), bestätigt sich für die Gewerbegebiete (51%). Dass die Verkehrsflächen dagegen nur ca. 3% zum gesamten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial beitragen, liegt daran, dass Straßenflächen nur beispielhaft dort untersucht wurden, wo die nutzungsabhängigen Mindestquerschnitte bekannt waren. Die auf diesen Abschnitten erhobenen Potenziale werden im folgenden Kapitel diskutiert.

Ein großer Teil des in Gewerbegebieten erhobenen Potenzials geht auf Gewerbebrachen zurück, die infolge der Nutzungsaufgabe und der dadurch möglichen (geringer versiegelten) Neubebauung in Relation zu ihrer Gesamtfläche besonders hohe Änderungspotenziale aufweisen (vgl. Abbildung 8: Tabelle der absoluten Flächengrößen). Zur Verdeutlichung dieses Sachverhaltes sind die Gewerbebrachen, die nicht als eigener Strukturtyp kartiert wurden, im Diagramm C als separate Einheit dargestellt.

Neben den Gewerbegebieten tragen die Flächen mit Wohnbebauung am meisten zum Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial bei.

3.1.2 Einzelne Strukturtypen

Strukturtyp Parkplätze

Die größeren Parkplätze wurden im Hinblick auf die spätere Umsetzung der Potenziale in einem eigenen Strukturtyp "Parkplatz" erfasst und kartografisch dargestellt (vgl. Anlage, Karten 1 - 4), da hier auf kleinem Raum große Belagänderungspotenziale konzentriert sind. Funktional und räumlich ist der Strukturtyp Parkplatz aber eng mit den übrigen Strukturtypen verwoben: Die Freiflächenversiegelung eines großen Sammelparkplatzes, der von den Mitarbeitern eines oder mehrerer Betriebe genutzt wird, wird letztlich durch den Nutzungs- und Bebauungsstrukturtyp "Gewerbegebiete" verursacht. Im Folgenden werden daher die größeren Parkflächen in den Kreisdiagrammen der Strukturtypen mit dargestellt, denen sie in diesem Sinne zuzuordnen sind.

Strukturtyp Straßen

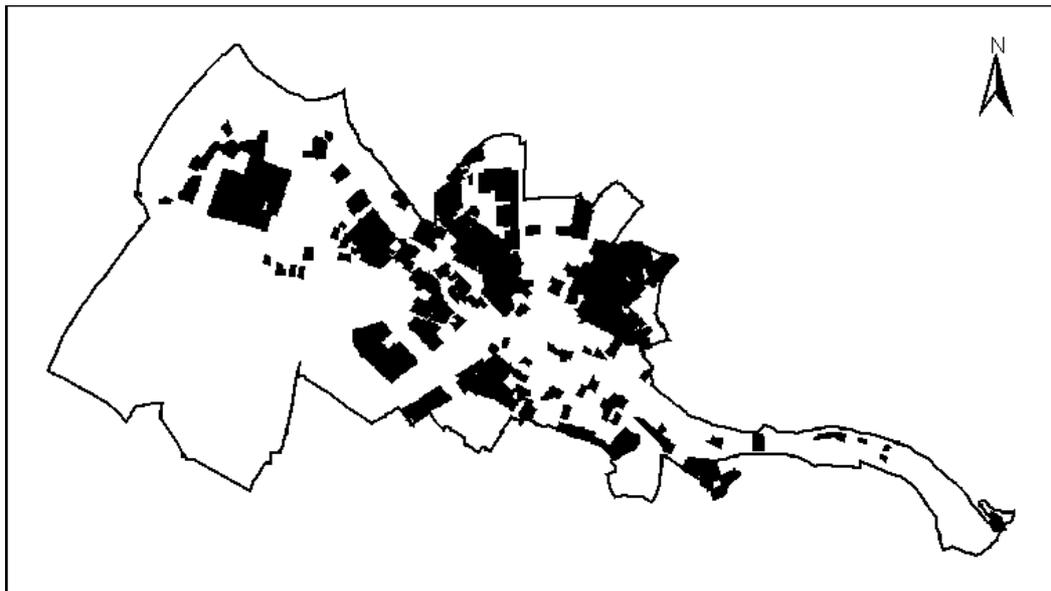
Die Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale der Straßenflächen wurden nur beispielhaft dort untersucht, wo die gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungsansprüche bekannt waren (vgl. Karten 3 und 4): Im Bereich einer Straßenkreuzung, die in einen Kreisverkehr umgestaltet werden kann, und im Bereich zweier Durchgangsstraßen, deren Querschnitte aufgrund eines verringerten Verkehrsaufkommens vermindert werden können. Allerdings stellen die dadurch freiwerdenden Querschnitte nicht durchgängig ein Entsiegelungspotenzial dar, da sie streckenweise für die Anlage einer Straßenbahnlinie neu genutzt werden. Da die Trasse als Grüngleis geplant ist, wurde die Umnutzung der in Anspruch genommenen aktuell vollversiegelten Flächen als Belagänderung, d.h. Teilentsiegelung gewertet. Die Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale der drei Straßenabschnitte sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

Tab. 5: Entsiegelungs- und Belagänderungspotenziale der beispielhaft untersuchten Straßenzüge, für die Umbauplanungen vorlagen.

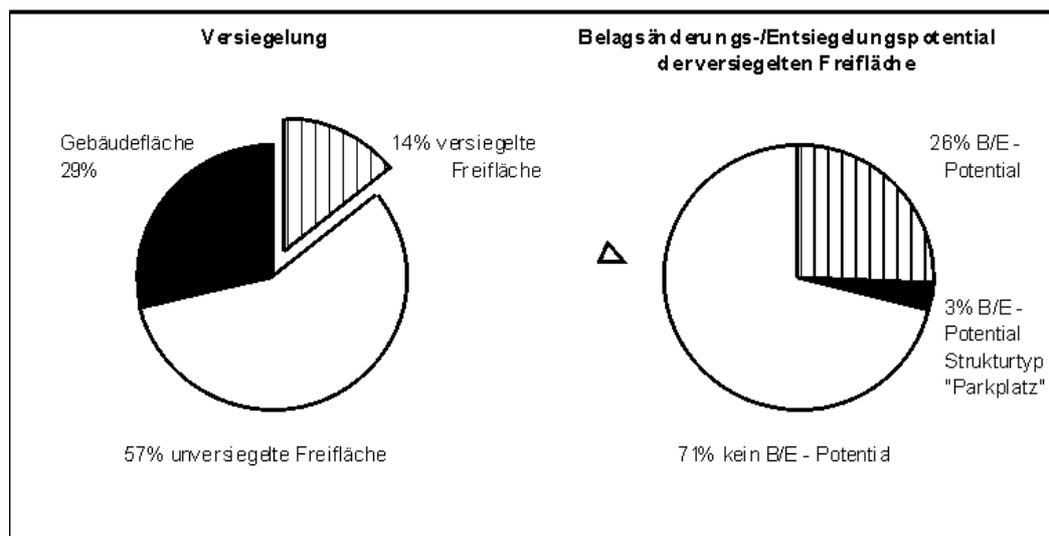
Nutzung / Ursache der Änderungspotenziale	Versiegelte Freifläche	Entsiegelung (absolut)	Belagänderung (absolut)	Belagänderung-/ Entsiegelung (relativ)
Kreuzung (Umbau in Kreisverkehr)	0,4 ha	1250 m ²	-	30,1 %
Durchgangsstraße (Querschnittsverminderung)	1,6 ha	1200 m ²	-	7,4 %
Durchgangsstraße (Querschnittsverminderung, teilweise Umnutzung als Straßenbahntrasse)	2,3 ha	200 m ²	2400 m ²	11,2 %

Die relativen Werte können nicht pauschal auf die übrigen Straßenzüge und -kreuzungen übertragen werden. Sie sind jedoch ein Hinweis auf die erheblichen Potenziale, die im Straßenbereich vorhanden sein können.

Strukturtyp Einzel- und Reihenhausbebauung



Fläche: 130,6 ha (16,2 % der Gesamtfläche)

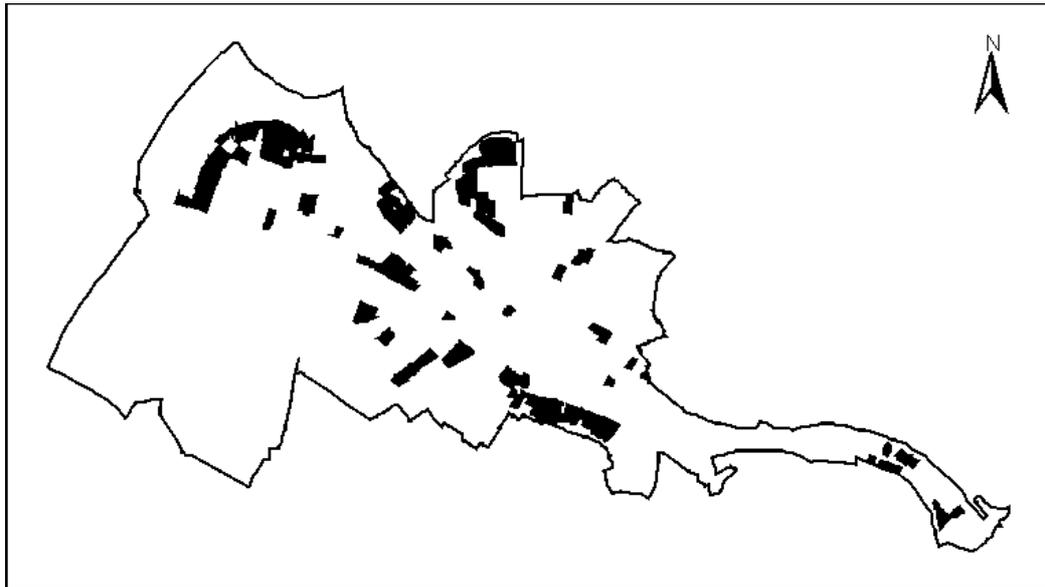


Versiegelung (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	18,5 ha
unversiegelte Freifläche	74,1 ha
Gebäudefläche	37,9 ha
Gesamtfläche	130,5 ha (= 100%)

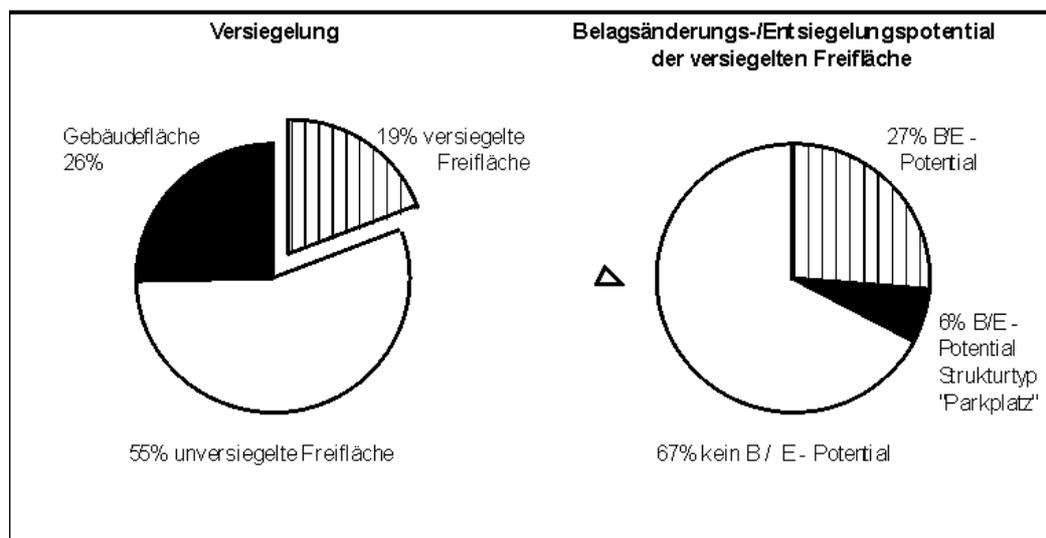
Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte) in Klammern: Anteil des Strukturtyps Parkplatz	
Belagsänderungspotential	5,4 (0,6) ha
Entsiegelungspotential	-
Summe der Potentiale	5,4 (0,6) ha
versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde	18,5 ha (= 100%)

Abb. 9 : Einzel- und Reihenhausbebauung: Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche

Strukturtyp Zeilen- und Punktbebauung



Fläche: 58,8 ha (6,8 % der Gesamtfläche)

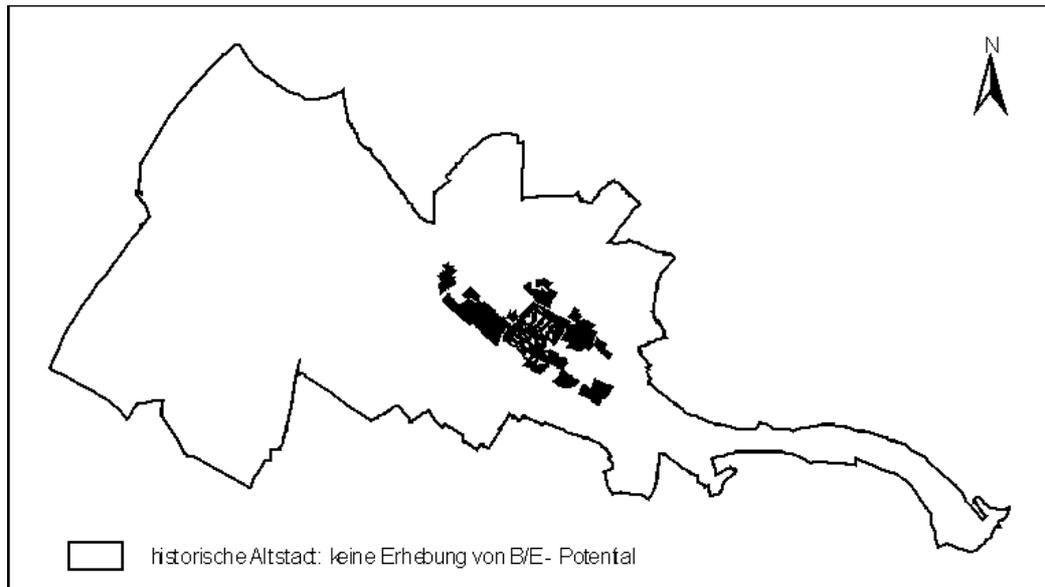


Versiegelung (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	10,5 ha
unversiegelte Freifläche	30,3 ha
Gebäudefläche	14,0 ha
Gesamtfläche	54,8 ha (= 100%)

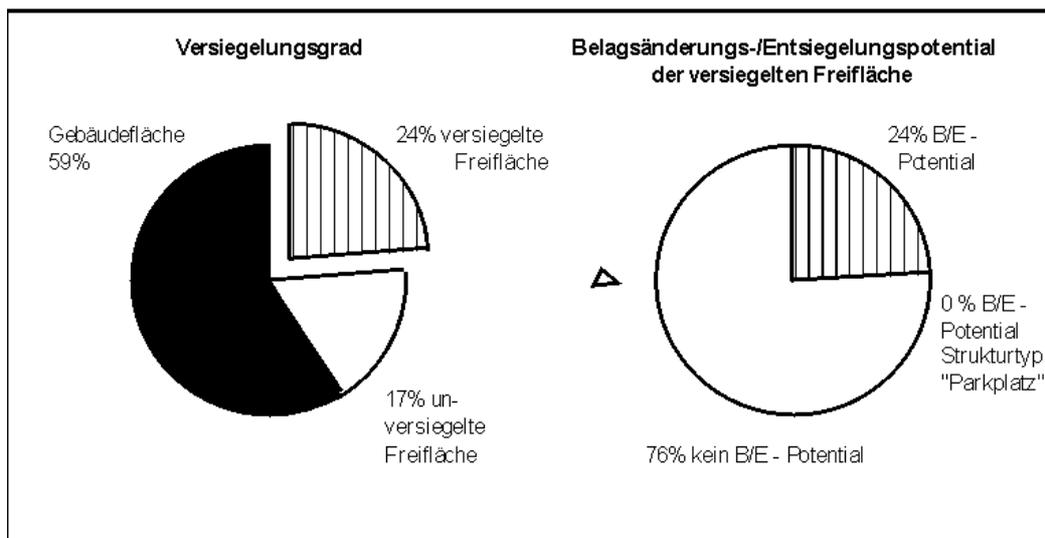
Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte) in Klammern: Anteil des Strukturtyps Parkplatz	
Belagsänderungspotential	3,4 (0,6) ha
Entsiegelungspotential	0,1 (-) ha
Summe der Potentiale	3,5 (0,7) ha
versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde	10,5 ha (= 100%)

Abb. 10: Zeilen- und Punktbebauung: Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche

Strukturtyp Block- und Blockrandbebauung



Fläche: 22,0 ha (2,7 % der Gesamtfläche)

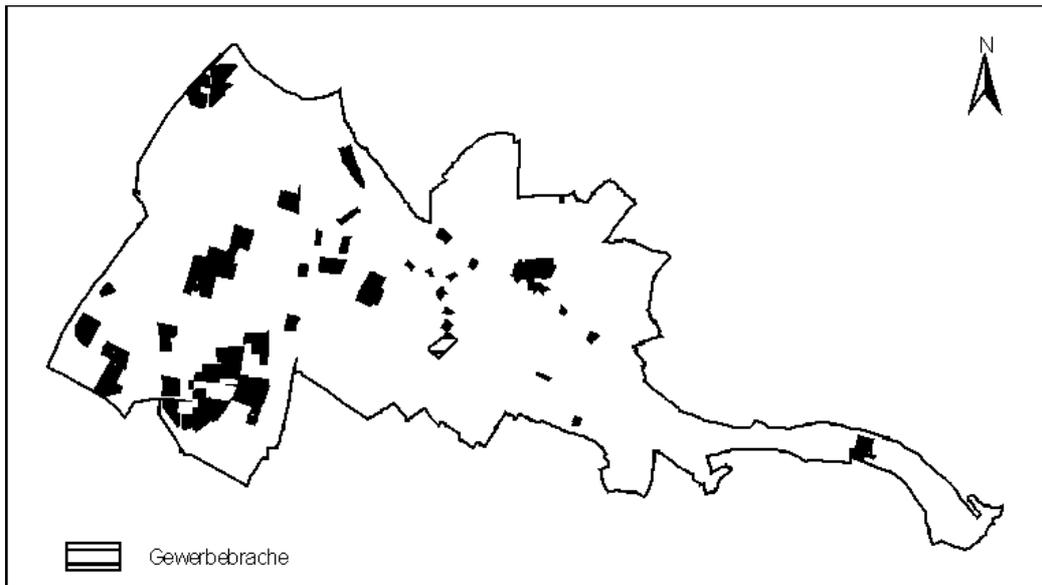


Versiegelung (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	5,3 ha
unversiegelte Freifläche	3,7 ha
Gebäudefläche	13,0 ha
Gesamtfläche	22,0 ha (= 100%)

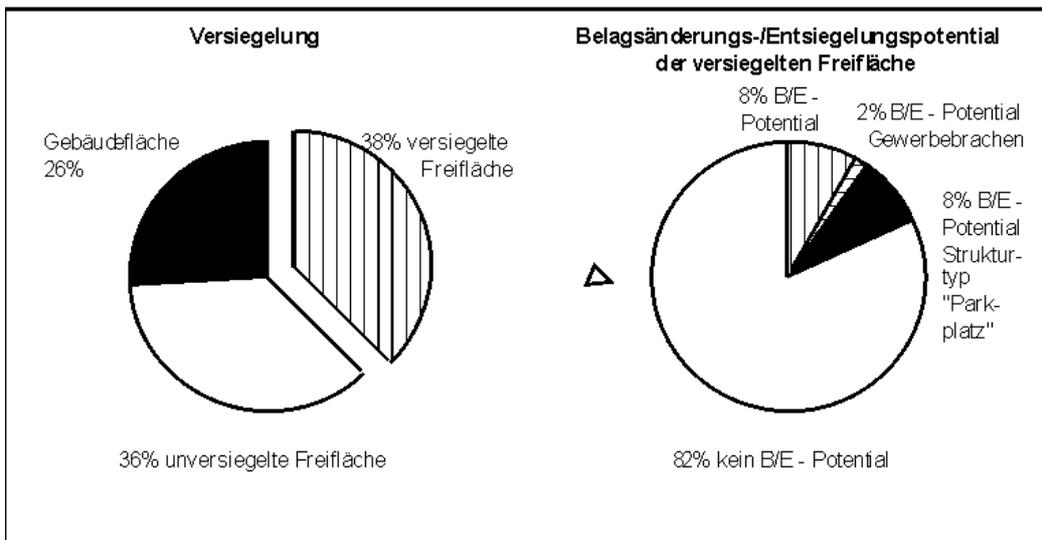
Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte) in Klammern: Anteil des Strukturtyps Parkplatz	
Belagsänderungspotential	1,0 (-) ha
Entsiegelungspotential	-
Summe der Potentiale	1,0 (-) ha
versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde (ohne historische Altstadt)	4,3 ha (= 100%)

Abb. 11: Block- und Blockrandbebauung: Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagsänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche

Strukturtyp Gewerbegebiete (überwiegend Dienstleistungscharakter)



Fläche: 59,3 ha (7,4 % der Gesamtfläche)

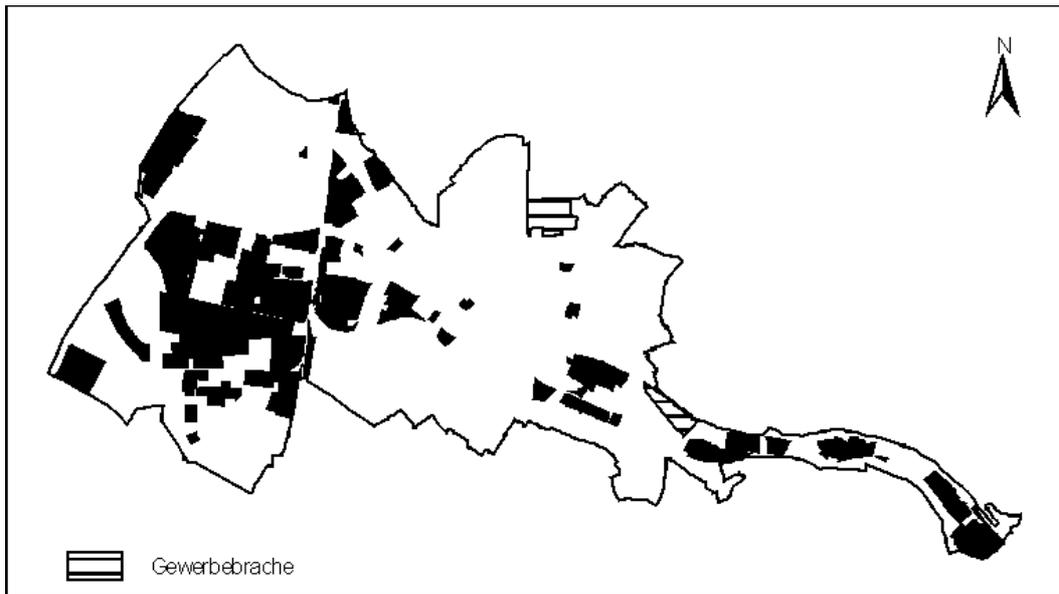


Versiegelung (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	22,4 ha
unversiegelte Freifläche	21,5 ha
Gebäudefläche	15,4 ha
Gesamtfläche	59,3 ha (= 100%)

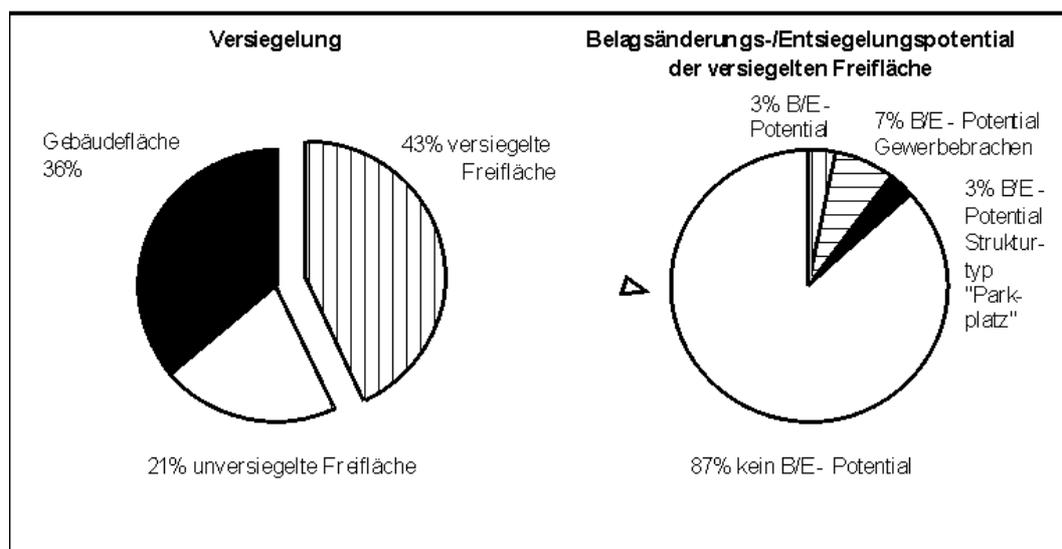
Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte)			
	Gew	Bra	PP
Belagsänderungspotential	1,8 ha	-	1,7 ha
Entsiegelungspotential	-	0,4 ha	0,1 ha
Summe der Potentiale	1,8 ha	0,4 ha	1,8 ha
versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde	22,4 ha (= 100%)		

Abb. 12: Gewerbegebiete (überwiegend Dienstleistungscharakter): Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche (Gew = aktuell genutzte Gewerbegebiete, Bra = Gewerbebrachen, PP = Strukturtyp "Parkplatz")

Strukturtyp Gewerbegebiete (überwiegend technisch-industrieller Charakter)



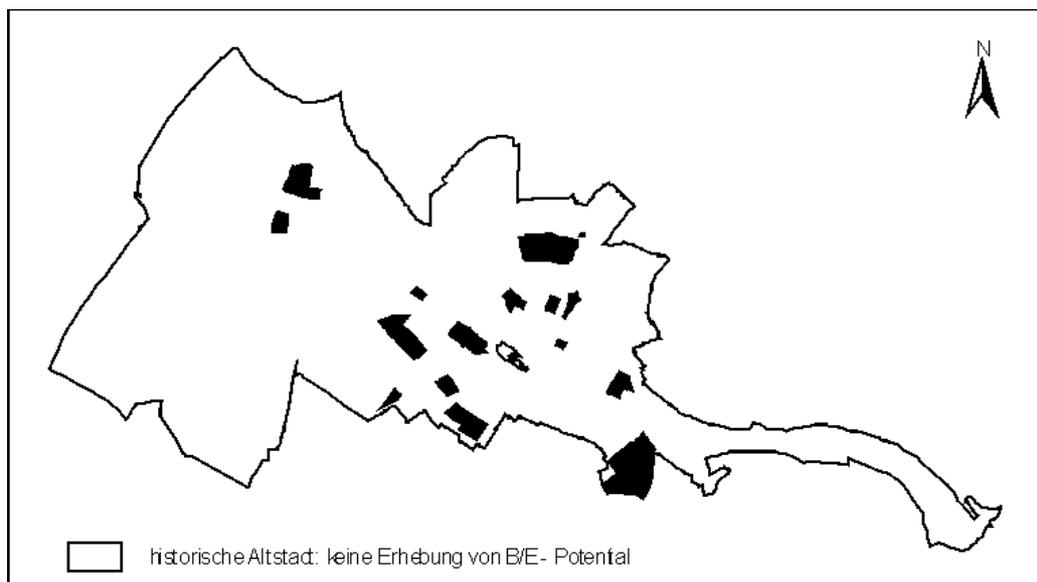
Fläche: 165,5 ha (20,5 % der Gesamtfläche)



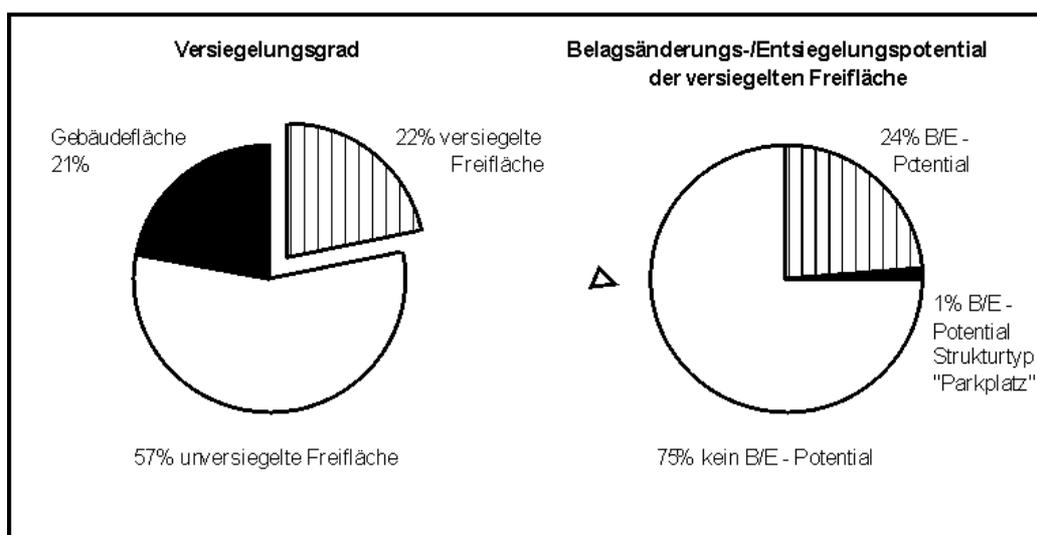
Versiegelung (absolute Werte)		Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte)			
			Gew	Bra	PP
versiegelte Freifläche	71,2 ha	Belagsänderungspotential	2,3 ha	0,4 ha	1,9 ha
unversiegelte Freifläche	34,1 ha	Entsiegelungspotential	-	4,6 ha	0,1 ha
Gebäudefläche	60,2 ha	Summe der Potentiale	2,3 ha	5,0 ha	2,0 ha
Gesamtfläche	165,5 ha (= 100%)	versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde	71,2 ha (= 100%)		

Abb. 13: Gewerbegebiete (überwiegend technisch-industrieller Charakter): Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche (Gew = aktuell genutzte Gewerbegebiete, Bra = Gewerbebrachen, PP = Strukturtyp "Parkplatz")

Strukturtyp Überwiegend öffentliche Einrichtungen (Schulen, Krankenhäuser, Gemeindezentren etc.)



Fläche: 38,4 ha (4,8 % der Gesamtfläche)



Versiegelung (absolute Werte)	
versiegelte Freifläche	8,4 ha
unversiegelte Freifläche	21,6 ha
Gebäudefläche	8,4 ha
Gesamtfläche	38,4 ha (= 100%)

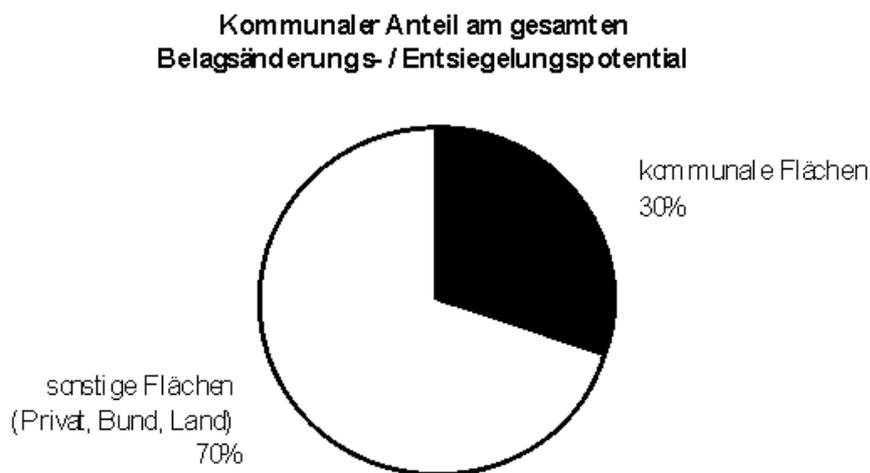
Entsiegelungs-/Belagsänderungspotential (absolute Werte) in Klammern: Anteil des Strukturtyps Parkplatz	
Belagsänderungspotential	1,2 (0,1) ha
Entsiegelungspotential	0,7 (-) ha
Summe der Potentiale	1,9 (0,1) ha
versiegelte Freifläche, auf der B/E-Potential erhoben wurde (ohne historische Altstadt)	7,6 ha (= 100%)

Abb. 14: Überwiegend öffentliche Einrichtungen (Schulen, Krankenhäuser etc.). Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes und Anteil des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials an der versiegelten Freifläche

3.1.3 Kommunale Flächen

Die Abgrenzung der Kartiereinheiten, auf die sämtliche Kartiererergebnisse räumlich bezogen sind, erfolgte auf Grundlage der Bebauungsstruktur, die flurstücksbezogenen Eigentumsverhältnisse wurden dabei nicht berücksichtigt. Zwar sind die Eigentumsverhältnisse innerhalb einer Kartiereinheit oft einheitlich (z.B. Verkehrsflächen, Gemeinbedarfsflächen, Flächen mit hohem Grünanteil), es kann aber auch vorkommen, dass die Flurstücke einer Kartiereinheit unterschiedliche Eigner haben (Wohnbebauung). In diesen Fällen wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass der kommunale Anteil an der Versiegelung bzw. am Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial einer Kartiereinheit dem Anteil der kommunalen Fläche an der Gesamtfläche der Kartiereinheit proportional ist. (*)

(*) Diese Annahme führt nur dann zu exakten Werten, wenn die zu einer Kartiereinheit gehörenden Flurstücke hinsichtlich ihres Versiegelungsgrades und ihrer Änderungspotenziale homogen strukturiert sind. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse sind vor diesem Hintergrund als Näherungswerte zu verstehen.

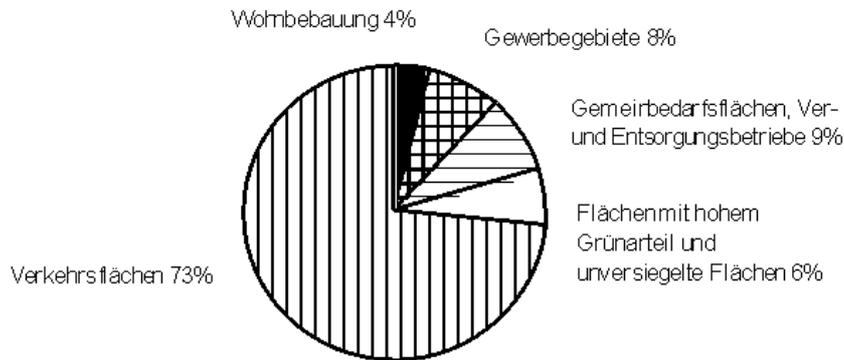


Belagsänderungs-/ Entsiegelungspotential	
(absolute Werte)	
kommunale Flächen	8,1 ha
sonstige Flächen (Privat, Bund Land)	18,5 ha
Summe der Potentiale	26,6 ha

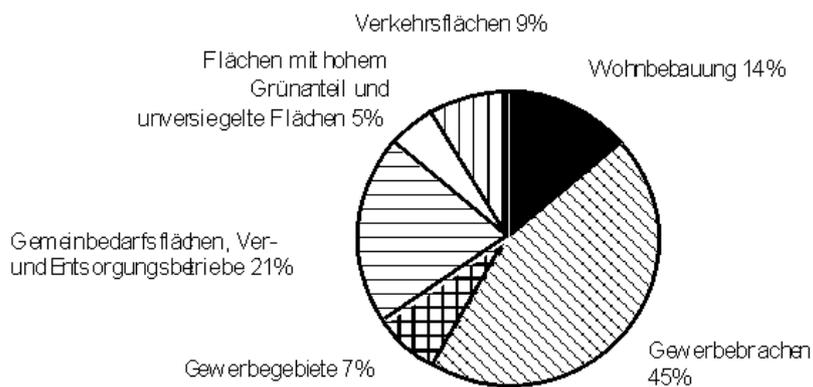
Abb. 15: Kommunaler Anteil am gesamten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial

Der kommunale Anteil an der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes beträgt 35,9% (289,3 ha von 805,9 ha), der kommunale Anteil an der versiegelten Freifläche 39,6% (101,2 ha von 255,5 ha). In Abbildung 16 ist der kommunale Anteil an der Freiflächenversiegelung und am Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial nach Strukturtypen differenziert.

A Verteilung der versiegelten Freifläche in kommunalem Besitz auf die Strukturtypen



B Verteilung des Belagsänderungs- / Entsiegelungspotentials auf die Strukturtypen (kommunale Flächen)



Strukturtyp	Versiegelte Freifläche (absolute Werte)	Entsiegelungs-/ Belagsänderungspotential (absolute Werte)
Wohnbebauung	3,7 ha	1,1 ha
Gewerbegebiete (aktuell genutzt)	3,2 ha	0,6 ha
Gewerbegebiete (Brachen)	5,1 ha	3,6 ha
Gemeinbedarfsflächen, Ver- und Entsorgungsbetriebe	8,8 ha	1,7 ha
Verkehrsflächen (nur teilweise erhoben)	74,2 ha	0,7 ha
Flächen mit hohem Grünanteil	6,2 ha	0,4 ha
gesamtes Untersuchungsgebiet	101,2 ha	8,1 ha

Abb. 16: Kommunale Flächen: Verteilung der versiegelten Freifläche (A) und des Entsiegelungs- / Belagsänderungspotenzials (B) auf die Strukturtypen. In Diagramm B ist der Anteil der Gewerbebrachen aus dem der Gewerbegebiete insgesamt ausgegliedert.

In Abb. 16 (Diagramm A) wird deutlich, dass der weit überwiegende Teil kommunaler versiegelter Freiflächen Verkehrsflächen sind (vor allem im Bereich von Straßen und Gehwegen). Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass das Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial von Straßen nur beispielhaft an drei Abschnitten erhoben wurde (vgl. Kap. 3.1.2), was den geringen Anteil der Verkehrsflächen am gesamten kommunalen Änderungspotenzial erklärt (Diagramm B). Hier bestehen für die Kommune sicherlich weitere Potenziale.

Die größten Änderungspotenziale kommunaler Flächen wurden im Bereich des Strukturtyps "Gewerbegebiete" ausgewiesen (52%). Die Potenziale gehen zum größten Teil auf Gewerbebrachen in städtischem Besitz (*) zurück, die in Diagramm B aus den Gewerbegebieten ausgegliedert wurden. Etwa ein Drittel des kommunalen Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials besteht in Wohngebieten und auf Gemeinbedarfsflächen, dort vor allem auf Schulhöfen.

(*) Im vorliegenden Fall handelt es sich um den 6,8 ha großen technischen Bereich eines ehemaligen Kasernengeländes, dessen Bebauungsstruktur dem Strukturtyp "Gewerbegebiete mit überwiegend technischem Charakter" entspricht (vgl. dazu Kap. 2.2.1 "Bildung von Kartiereinheiten").

3.2 Ergebnisse der modellhaften Erhebung in Sinsheim

Die in Sinsheim von Rubel & Pfeiffer (1997) erhobenen Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale sind mit den in Ettlingen ermittelten nicht uneingeschränkt vergleichbar. Die Nutzungs- und Strukturtypen wurden in Sinsheim nicht auf Grundlage des Luftbildes definiert, sondern aus dem Flächennutzungsplan abgeleitet, so dass nicht durchgängig dieselben Kategorien vorhanden sind (z.B. die Kategorie "Gemischte Bauflächen" nur in der Sinsheimer Studie). Auch wurde bei der Erhebung der Änderungspotenziale von anderen berechtigten Komfortansprüchen ausgegangen.

Versiegelungsgrad

Die Erhebung des Versiegelungsgrades erbrachte für die Stadt Sinsheim die folgenden Werte:

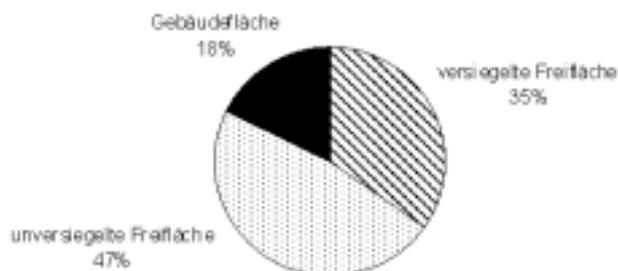


Abb. 17: Anteile versiegelter und unversiegelter Flächen

Der **Gesamtversiegelungsgrad** der Stadt Sinsheim beträgt 53%, der Freiflächenversiegelungsgrad 43%. Der größte Teil der versiegelten Freiflächen wird als Verkehrsfläche (37%) oder als Gewerbe- bzw. Industriefläche (41%) genutzt.

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial

Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial konnte in Sinsheim auf 23% der versiegelten Freifläche ausgewiesen werden. Der weit überwiegende Teil dieses Betrages (20,9%) geht auf Belagänderungspotenziale, d. h. eine mögliche Teilentsiegelung von Flächen zurück. Eine vollständige Entfernung des Belages wurde für 2,3% der versiegelten Freifläche vorgeschlagen.

Entsprechend ihrem hohen Anteil an der Freiflächenversiegelung wurde auf Verkehrsflächen und Gewerbe- bzw. Industrieflächen auch der größte Teil des gesamten Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials ermittelt (37% bzw. 27%).

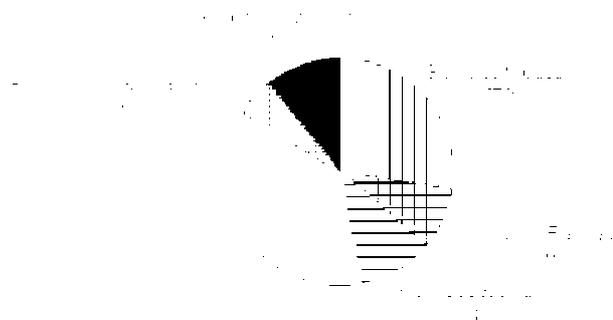


Abb. 18: Verteilung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials auf die Nutzungstypen

3.3 Aufwand für die Erhebung

Die Kosten für die Erhebung des Versiegelungsgrades und des Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzials können nicht pauschal angegeben werden. Sie hängen von der Größe des Untersuchungsgebietes und den jeweiligen örtlichen Verhältnissen ab. Der Erhebungsaufwand wird stark von der örtlichen Siedlungsstruktur beeinflusst (Bebauungsdichte, Differenziertheit).

Wesentlich ist insbesondere, ob bereits ein Geografisches Informationssystem in der Gemeinde vorhanden ist und welche Grundlagendaten und umsetzungsrelevanten Informationen bereits vorliegen (z.B. ALK, Altlastenkataster) und in digitaler Form aufbereitet sind.

Bei den Kosten für neu zu beschaffende **Daten** ist zu beachten, dass diese in der Regel nicht nur für die Erhebung des Entsiegelungspotenzials, sondern auch für **weitere kommunale Aufgaben nutzbar sind** (z.B. Luftbilder). Gleiches gilt für die Erhebungen des Versiegelungsgrades: Wenn die Kommune z.B. beabsichtigt, getrennte Abwassergebühren einzuführen, kann für die Beitragsbemessung der Versiegelungsgrad herangezogen werden.

In den Tabellen 6 und 7 ist der Aufwands- bzw. Kostenrahmen dargestellt, wie er sich nach den beiden modellhaften Erhebungen in Sinsheim und Ettlingen, bezogen auf ein Kartiergebiet von ca. 8 km² darstellt.

Tab. 6: Zeitaufwand für die Erhebung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial

Arbeitsschritt	Teilschritte	Zeitaufwand
Erstellung der kartografischen Grundlagen (GIS)	Aufbereitung des ALK zum Aufbau des GIS Beschaffung und Aufbereitung der ALB-Daten Beschaffung und Anpassung der digitalen Orthobilder	ca. 1 Woche (GIS-Fachkraft)
Erhebung des Versiegelungsgrades und des Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzials	Karte der Strukturtypen Karte des Versiegelungsgrades Karte des Entsiegelungs- bzw. Belagänderungspotenzials punktuelle Vor-Ort-Begehungen Digitalisierung der Testflächen zur Eichung der Schätzung inkl. Scannen und Georeferenzierung der Farb-Luftbildausschnitte	ca. 8 - 11 Wochen (Sachbearbeiter mit GIS-Kenntnissen)
Einbeziehung umsetzungsrelevanter Informationen	Grundwasserschutz Eigentumsverhältnisse räumliche Priorisierung	abhängig von Datenlage
Statistische Auswertung der Ergebnisse, Kurzbericht		ca. 1 Woche

Tab. 7: Kosten für die Beschaffung der Grundlagendaten

Daten	Berechnung (> 5.000 Flurstücke)	Kostenaufwand für ca. 8 km ² Siedlungsgebiet mit ca. 6.000 Flurstücken
Automatische Liegenschaftskarte (ALK) (Landesvermessungsamt)	Grundgebühr 3.000 DM + 0,5 * (Anzahl der Flurstücke + 0,5 * Anzahl der Gebäude) DM	ca. 7.000.- DM
Automatisches Liegenschaftsbuch (ALB) Liste 277/278 (Landesvermessungsamt)	Grundgebühr 3.000 DM + 0,5 * (Anzahl der Flurstücke) DM	ca. 6.000.- DM
Digitale Schwarzweiß-Orthobilder (Landesvermessungsamt)	ca. 160.- je Bild (1 Bild hat 8,52 km ²)	ca. 500.- DM für das Gesamtgebiet einer mittleren bis kleinen Kommune
Farbluftbilder (Orthofotos) (Private Photogrammetrie-Unternehmen)	Bildflug Entzerrung ca. 40 Papierabzüge M 1:5.000 ca. 20 Papierabzüge M 1:1.000	ca. 13.000.- DM ca. 250 - 350.- DM/ha
die Kosten für die Erstellung der Luftbilder hängen nicht nur von der Größe, sondern auch von der Form des Bearbeitungsgebietes ab. Sie sind hier auf die Ettlinger Gegebenheiten bezogen.		

4 Literatur

- ARK - ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR RAUMBEWERTUNG UND ÖKOLOGISCHE KONFLIKTANALYSEN (1996): Ermittlung von Entsiegelungspotenzialen an Testflächen im Großraum Saarbrücken - unter besonderer Berücksichtigung vorhandener Informationsgrundlagen des Stadtbodeninformationssystems (SAAR-BIS), Erstellt im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Saarbrücken.
- ARTHEN, M. (1996): Methoden zur Erfassung von Versiegelungsgraden und Entsiegelungspotenzialen. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 28-39.
- BAESTLEIN, A. & LOSCH, S. (1990): Kommunale Strategien und Maßnahmen zur Verminderung der Bodenversiegelung. - In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G., Harreß, H.-M. (Hrsg.) (1988): 4785, 18 S.
- BEIER, H.-E. (1996): Entsiegelungswirkung verschiedener Oberbauarten, modellhaft an einem Parkplatz in Abhängigkeit von Witterungsverlauf und Nutzung. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 66-78.
- BERLEKAMP, L.-R. & PRANZAS, N. (1986): Methode zur Erfassung der Bodenversiegelung von städtischen Wohngebieten. Ein Beitrag zum Hamburger Landschaftsprogramm. - Natur und Landschaft 61. Jg. (3): 92-95.
- BERLEKAMP, L.-R. & PRANZAS, N. (1990): Erhebung von Bodenversiegelungen in Ballungsräumen. - In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G., Harreß, H.-M. (Hrsg.) (1988): 3355, 24 S.
- BGBL. BUNDESGESETZBLATT (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998; Bundesgesetzblatt 1998, Teil I S. 502 ff.
- BISCHOFF, G. (1992): Verzicht auf unnötige Bodenversiegelung. Zur Problematik der Bewertung durchlässiger Beläge. - Naturschutz und Landschaftsplanung 5: 192-195.
- BISCHOFF, G. (1996): Neue Entwässerungsstrategien. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 11-19.
- BMI BUNDESMINISTERIUM DES INNERN (Hrsg.) (1985): Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung. Bundestags-Drucksache 10/2977 vom 7. März 1985. - Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz, o. S. S.
- BÖCKER, R. (1985): Bodenversiegelung - Verlust vegetationsbedeckter Flächen in Ballungsräumen - am Beispiel Berlin (West). - Landschaft und Stadt 17 (2): 57-61.
- BORGWARDT, S. (1996): Versickerung von Niederschlägen über wasserdurchlässige Pflasterbeläge. - Dauerhaftes Infiltrationsvermögen und resultierende Einsatzmöglichkeiten. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 97-108.
- BREUSTE, J., KEIDEL, T., MEINEL, G., MÜNCHOW, B., NETZBAND, M. & SCHRAMM, M. (1996): Erfassung und Bewertung des Versiegelungsgrades befestigter Flächen. - UFZ Umweltforschungszentrum - Bericht Nr. 12, Leipzig, Halle.
- BRUNNER, P.G., DREISEITL, H., GEIGER, W.F., GROTTKER, M., JACOBI, D., JONASSON - SCHMIDT, A., KAUL, G., LANGE, G., MEIßNER, E., MICHELBACH, S., RICHTER, J., ROTH, H., SCHMITT, T. G., SOPPERT, H. & UHL, M. (1996): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. 2. Arbeitsbericht der ATV - Arbeitsgruppe 1.4.3 "Regenwasserbehandlung" im ATV - Fachausschuß 1.4 "Beurteilung und Behandlung des Regenwetterabflusses". - Korrespondenz Abwasser 43. Jahrgang (8): 1445-1454.
- FGSV, FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN, ARBEITSGRUPPE STRASSENENTWURF (1995 a): Empfehlungen für die Anlage von Erschließungsstraßen EAE 85/95. 1985, ergänzte Fassung 1995. Köln, 112 S.
- FGSV, FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN, ARBEITSGRUPPE STRASSENENTWURF (1991): Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs EAR 91. - Köln, 67 S.

- FGSV, FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN, ARBEITSGRUPPE STRASSENENTWURF (1995 b): Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA 95. - Köln, 91 S.
- FGSV, FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRAßEN- UND VERKEHRSWESSEN, ARBEITSGRUPPE STRAßENENTWURF (1993): Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstraßen. EAHV 93. - Köln, 202 S.
- FLL, FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG, LANDSCHAFTSBAU E. V. (HRSG.) (1996): Entsiegelung und Oberflächenwasserversickerung mit durchlässigen Platten- und Pflasterbelägen. Dokumentation von Vorträgen. - Selbstverlag, Troisdorf, 158 S.
- GEOSCAN DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR FERNERKUNDUNG UND UMWELTANALYTIK (1995): GIS-gestützte Erhebung von Abwassergebühren einer Kommune (Flächenversiegelung in Hildesheim).
- HEBER, B. & LEHMANN, I. (1993): Stadtstrukturelle Orientierungswerte für die Bodenversiegelung in Wohngebieten. - IÖR Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., IÖR-Schriften, Dresden, 88 S.
- HEBER, B. & LEHMANN, I. (1996): Beschreibung und Bewertung der Bodenversiegelung in Städten. - Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., IÖR-Schriften 15, Dresden, 57 S.
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, JUGEND, FAMILIE UND GESUNDHEIT (Hrsg.) (1998): Praxisratgeber Entsiegeln und Versickern in der Wohnbebauung. - 2. Aufl. - Wiesbaden.
- HUCKE, J. & ZU LYNAR, W. (1988): Ergebnisse des Forschungsprojektes "Städtebauliche Lösungsansätze zur Verminderung der Bodenversiegelung als Beitrag zum Bodenschutz". - Informationen zur Raumentwicklung 8/9: 499-503.
- INSTITUT FÜR LANDES- UND STADTENTWICKLUNGSFORSCHUNG DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1993): Entsiegelung von Verkehrsflächen. - Bausteine für die Planungspraxis in Nordrhein-Westfalen 14, Dortmund, 107 S.
- INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE RAUMENTWICKLUNG E. V. (1997): Erarbeitung von Übersichtskarten zur Versiegelungsintensität.- Im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Bereich Boden und Geologie, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle; Dresden; unveröffentlicht.
- KOLB, W. (1996): Ökologische Notwendigkeit der Entsiegelung. - In: FLL (Hrsg.): 7-10.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ DES SAARLANDES, ABT. GEOLOGIE - SACHBEREICH BODENKUNDE (Hrsg.) (o. J.): Bodeninformationssystem des Saarlandes (SAAR - BIS). Informationsgrundlagen zum urbanen Bodenschutz im Großraum Saarbrücken: Bodennutzung und -versiegelung.
- LFU LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) (1988): Fibel zum Landschaftsverbrauch. Schritte zur Verringerung des Verbrauchs im Siedlungsbereich. - Untersuchungen zur Landschaftsplanung Band 15, Karlsruhe, 63 S.
- LFU LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994a): Haus - Hof - Garten. Flächen entsiegeln - Flächen aktivieren. - Karlsruhe.
- LFU LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1994b): Flächenaktivierung im Siedlungsbereich. Anregung zur Verbesserung des Naturhaushalts und der Lebensqualität. - Untersuchungen zur Landschaftsplanung Band 28, Karlsruhe, 64 S.
- LOSCH, S. & NAKE, R. (1989): Flächenansprüche der technischen Infrastruktur als Problem des Bodenschutzes. - Raumforschung und Raumordnung Heft 2-3: 116-129.
- LOSCH, S. (1988): Sparsamer und schonender Umgang mit Grund und Boden in der Stadtplanung. - Informationen zur Raumentwicklung 8/9: 485-497.
- LOSCH, S., RACH, D. & SELKE, W. (1984): Flächennutzung und Bodenschutz. - Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung 25: 203-214.
- MAGIERA, P., WEINZIERL, W. & LEIBUNDGUT, CH. (1998): Flächenversiegelung und Wasserkreislauf - der Einfluß des Naturraumes auf die Versickerung von Regenwasser. - Wasser & Boden 50. Jahrg. (4): 32-36.

- MEYFAHRT, R. (1988): Entsiegelungsmaßnahmen auf Gemeinbedarfsflächen. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 573-578.
- MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND VERKEHR (HRSG.) (1997): Bodenentsiegelung im Saarland. Bericht mit Handlungsempfehlungen. - Saarbrücken, unveröffentlicht.
- MOHS, B & MEINERS, H.-G. (1993): Kriterien des Bodenschutzes bei der Ver- und Entsiegelung von Böden - Untersuchungsprogramm Bodenver- und -entsiegelung. - Texte 50/94, Berlin, o. S. S.
- MOHS, B. & MEINERS, H.-G. (1990): Untersuchungsprogramm Bodenver- und -entsiegelung. Ein Instrument zur Berücksichtigung des Bodenschutzes bei der Ver- und Entsiegelung von Böden - In: Rosenkranz, D., Bachmann, G., Einsele, G., Harreß, H.-M. (Hrsg.) (1988): 7650, 24 S.
- NETZBAND, M. & MEINEL, G. (1994): Kriterien des Bodenschutzes bei der Ver- und Entsiegelung von Böden. - Umwelt 12: 456-457.
- NETZBAND, M. & MEINEL, G. (1998): Versiegelungserhebung durch automatisierte Auswertung von digitalen, multispektralen Fernerkundungsdaten. - IÖR Institut für ökologische Raumentwicklung e. V., IÖR-INFO Nr. 9, Mai: 1-2.
- PIETSCH, J. & KAMIETH, H. (1991): Stadtböden. Entwicklungen, Belastungen, Bewertung und Planung. - Taunusstein
- PTV SYSTEM SOFTWARE UND CONSULTING GMBH & IFEU, INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG (1996): Stadt Ettlingen. Verkehrsentwicklungsplan. Verkehr und Klimaschutz.
- REIß-SCHMIDT, S. (1988): Entsiegelungsmaßnahmen auf gewerblichen Flächen. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 557-572.
- RICHTER, F. (1996): Anforderungen an den Untergrund von wasserdurchlässigen Pflaster- und Plattenbelägen. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 40-49.
- RiSTWAG - RICHTLINIEN FÜR BAUTECHNISCHE MAßNAHMEN AN STRAßEN IN WASSERGEWINNUNGSGEBIETEN (1982) - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.)- StB Lfg. 5:
- ROSENKRANZ, D., BACHMANN, G., EINSELE, G., HARREß, H.-M. (Hrsg.) (1988): Bodenschutz. Ergänzbare Handbuch der Maßnahmen und Empfehlungen für Schutz, Pflege und Sanierung von Böden, Landschaft und Grundwasser, Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- RUBEL & PFEIFER GBR, MANAGEMENT FÜR UMWELT UND TECHNOLOGIE (1997): Modellhafte Erhebung von Entsiegelungspotenzial auf kommunaler Ebene. Abschlußbericht zur Pilotstudie. - Im Auftrag von: Regierungspräsidium Karlsruhe. Abteilung Umweltschutz - Referat Bodenschutz, unveröffentlicht.
- SAMU MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND VERKEHR, Saarland (1997): Bodenentsiegelung im Saarland. unveröffentlicht.
- SCHRADER, C. (1998): Das neue Bundes-Bodenschutzgesetz. - Wasser & Boden 50 (5): 8-13.
- SCHRAMM, M. (1996): Berechnungsversuche zur Ermittlung der Infiltrations- und Abflußcharakteristik neuer und gealterter Flächenbefestigungen. - In: FLL (Hrsg.) (1996); 79-96.
- SCHULTE, W. (1988): Auswirkungen von Verdichtungen und Versiegelungen des Bodens auf die Pflanzenwelt als Teil städtischer Ökosysteme. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 505-515.
- SÖNTGEN, M. (1988): Auswirkungen von Verdichtungen und Versiegelungen des Bodens auf die Tierwelt. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 517-521.
- STADT ETTLINGEN, PLANUNGSAMT (1998): Richtlinien-Entwurf. Richtlinien der Stadt Ettlingen zur Durchführung von Entsiegelungsmaßnahmen und Dachbegrünungsmaßnahmen (Entsiegelungs- und Dachbegrünungsförderung). - Ettlingen, 3 S.
- STADT LEVERKUSEN, UMWELTAMT (Hrsg.) (1992): Bodenentsiegelung. Die Chance, ein Stück Natur zurückzugewinnen! - Leverkusen, 25 S.

STEWEN, R. (1988): Bodenversiegelung beim ökologischen Bauen. Ansätze zur Minimierung des Versiegelungsgrades. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 549-555.

STICH, R. (1988): Instrumentelle Ansätze zur Verminderung der Bodenversiegelung im geltenden Bundes- und Landesbaurecht und Möglichkeiten ihrer Weiterentwicklung. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 579-585.

WESSOLEK, G. (1988): Auswirkungen der Bodenversiegelung auf Boden und Wasser. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 535-541.

WIRTH, W. (1988): Ökologische Grenzen der Versiegelung - Artenverdrängung auf unversiegelten Flächen. - Information zur Raumentwicklung 8/9: 523-527.

Karten:

GEOLOGISCHES LANDESAMT, BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1993): Bodenkarte von Baden-Württemberg 1:25.000. Blatt 7016, Karlsruhe-Süd. Karte und tabellarische Erläuterung. - Freiburg i. Br., 41 S.

GEOLOGISCHES LANDESAMT, BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1985): Geologische Spezialkarte von Baden - Ettlingen 1:25.000.

LFU BADEN WÜRTTEMBERG, UMWELTVERWALTUNGEN DER STADT- UND LANDKREISE (1997): Wasserschutzgebiete in Baden-Württemberg, Maßstab 1:50.000.

MINISTERIUM FÜR UMWELT BADEN WÜRTTEMBERG, MINISTERIUM FÜR UMWELT RHEINLAND-PFALZ (1987): Hydrologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Raum Karlsruhe - Speyer, 9. Flurbestand und Grundwasserhöhengleichen des oberen Grundwassers am 2.10.1987.

ANHANG

Anhang 1 Begriffsbestimmungen

Vollversiegelung	Versiegelte Fläche, durchgängig nicht durchwurzelbar, nicht bewachsen oder Bewuchs auf schmale Fugen beschränkt (hierunter werden auch alle wasserundurchlässigen und wasser-durchlässigen Beläge mit Fugenanteil <20%, inkl. wassergebundene Wegedecke verstanden)
Teilversiegelung	nicht vollständig versiegelte Fläche; Beläge mit durchwurzelbaren, bewachsenen, teilweise wasser-durchlässigen Fugen- oder Flächenanteilen > 20% (hierzu zählen z.B. Pflaster mit Rasenfugen >3cm Breite, Schotterrasen, Rasengitter- und Rasenwabensteine. Nicht jedoch Kleinpflaster, Großpflaster mit normaler Fuge)
Entsiegelung	Verringerung der Bodenversiegelung: Vollständiges Entfernen der Versiegelung; Schaffung von durchlässigen, bewuchsfähigen Bodenoberflächen Umwandlung nicht benötigter versiegelter Flächen in Grünflächen
Entsiegelungspotenzial	Der Anteil der versiegelten Freifläche, auf dem eine Beseitigung der Versiegelung möglich ist. Dabei müssen Komfortansprüche der Nutzer berücksichtigt werden
Belagänderung	Teilentsiegelung: Ersatz undurchlässiger, nicht durchwurzelbarer Beläge durch teilweise wasser-durchlässige, bewachsene Beläge (Fugenanteil mit Bewuchs > 20%) Erhöhung des Begrünungsanteils auf ein mit der Nutzung noch verträgliches Maß
Belagänderungspotenzial	Der Anteil der versiegelten Freifläche, bei der unter Beachtung der gegenwärtigen Nutzung ein Ersatz der vorgefundenen Versiegelung durch eine teilweise wasser-durchlässige und bewachsene Belagart möglich erscheint

Wasserdurchlässiger Belag	Belag, der zwar Regenwasser aufnehmen und der Versickerung zuführen kann, jedoch ohne Funktion als durchwurzelbarer Standort für Pflanzen; Im Sinne der Studie vollversiegelt (Drainasphalt, haufwerksporiger Betonstein, etc.)
Gesamtversiegelungsgrad	Der Anteil der gesamten versiegelten Fläche (versiegelte Freifläche und Gebäudefläche) an einer betrachteten Gesamtfläche

Mit dem Begriff der Entsiegelung werden in der Fachliteratur und der öffentlichen Diskussion recht unterschiedliche Inhalte verbunden. Je nach der Intensität der Veränderung kann unterschieden werden zwischen

- dem vollständigen Entfernen des Versiegelungsprofils (Deck- und Tragschicht),
- der Entfernung der versiegelnden Belagsschicht und
- dem Ersatz undurchlässiger oder gering durchlässiger Belagsmaterialien durch stärker durchlässige.

Teilweise wird daher unter dem Begriff der Entsiegelung lediglich der Ersatz vollständig versiegelter Beläge durch wasserdurchlässige Beläge verstanden. Für die vorliegende Studie erschien diese Begriffsbestimmung als nicht umfassend genug, besonders was die Funktionen des Bodens als Lebensraum für Pflanzen und Tiere, den Einfluss des Versiegelungsgrades auch auf das Stadtklima und die Wohnumfeldqualität angeht.

Unter Entsiegelung wird in der Studie daher die Schaffung von durchlässigen, bewuchsfähigen Bodenoberflächen durch vollständiges Entfernen der Versiegelung (Gebäude, versiegelnde Beläge) verstanden. Analog wird der Begriff Versiegelung als Herstellung nicht oder nur kaum bewachsener Flächen, unabhängig von dem Grad ihrer Wasserdurchlässigkeit definiert. Dies korrespondiert mit dem Betrachtungsmaßstab und der Erhebungsmethodik des Versiegelungsgrades auf der Grundlage von Luftbildern, die eine Differenzierung hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit gar nicht ermöglichen.

Anhang 2 Methoden zur Erhebung des Versiegelungsgrades

Die im Folgenden dargestellten Verfahren eignen sich für eine Bearbeitung der Fragestellung auf kommunaler Ebene und ermöglichen die Darstellung der Ergebnisse in geeigneten Maßstäben von 1:10.000 oder größer. Nicht dargestellt werden die in der Veröffentlichung Bodenentsiegelung in Kommunen erwähnten Methoden „Vermessung und Kartierung“ sowie „Selbstveranlagung“. Der Bezug zu den in o.g. Veröffentlichung erwähnten Methoden wird jeweils in der Klammer angegeben.

- **Ermittlung des Versiegelungsgrades durch flächenhaftes Digitalisieren der Versiegelungsstruktur auf Grundlage digitaler Ortholuftbilder (Geoscan/STADT HILDESHEIM 1995).** Für dieses Verfahren wird ein hochaufgelöstes digitales Ortholuftbild des Untersuchungsgebietes benötigt, das der CAD-Zeichnung am Bildschirm hinterlegt wird und von dem die Gebäudeumrisse und Flächengrenzen digital "abgezeichnet" werden. Aus der so entstandenen CAD-Zeichnung wird eine GIS-Datenbank erstellt und der Versiegelungs- bzw. Freiflächenversiegelungsgrad jedes Flurstückes berechnet. (Luftbildmessung und Auswertung)
- **Ermittlung des (Gesamt-) Versiegelungsgrades auf Basis digitaler multispektraler Fernerkundungsdaten (NETZBAND & MEINEL 1998, INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE RAUMENTWICKLUNG 1997).** Mit einer Scanner-Befliegung gewonnene Rasterdaten werden in einer ähnlichen Weise und mit ähnlicher Software wie Satellitenbilder ausgewertet. Der Unterschied liegt vor allem in der zur Zeit noch höheren Auflösung der Flugzeugscannerdaten (ca. 1 x 1m). Die Abgrenzung unversiegelter Flächen kann über die Infrarotkanäle des Scannerbildes (Vegetation = unversiegelte Freifläche) sowie die Thermalkanäle erfolgen (unterschiedliche Wärmeabstrahlung versiegelter und unversiegelter Flächen). Da bei dieser Methode nicht in Gebäude und Freifläche unterschieden, sondern der Gesamtversiegelungsgrad integrativ ermittelt wird, ist eine Darstellung der Freiflächenversiegelung ohne Einbeziehung anderer Datenquellen nicht möglich. Die kartografische Darstellung erfolgt ohne Bezug auf bestimmte Flächeneinheiten, indem unversiegelte und versiegelte Bereiche in verschiedenen Farben gezeichnet werden. Es besteht jedoch die Möglichkeit, diese Karte mit Hilfe einer geeigneten GIS-Anwendung mit einer digitalen Flurstückskarte zu "verschneiden" und für einzelne oder zu größeren Einheiten zusammengefasste Flurstücke den Versiegelungsgrad als Zahlenwert zu errechnen. (Satellitenfernerkundung)
- **Übertragung des auf Testflächen exakt ermittelten Versiegelungsgrades auf Flächen gleicher Baustruktur (BERLEKAMP & PRANZAS 1986).** Zunächst wird für ausgewählte Testflächen durch Detailkartierung vor Ort bzw. die Auswertung großmaßstäbiger Luftbilder der Versiegelungsgrad bestimmter Baustrukturtypen genau ermittelt. Ausgehend von der Annahme, dass auf Flächen gleicher Baustruktur ähnliche Nutzungsansprüche und Versiegelungsgrade vorliegen, sollen die auf den Testflächen gewonnenen Werte mit Hilfe einer Strukturtypenkarte auf das gesamte Stadtgebiet übertragen werden. Die Arbeitshypothese wird durch die statistische Auswertung der Ergebnisse auf den Testflächen überprüft. Dies setzt voraus, dass für jeden Strukturtyp eine ausreichende Anzahl von Testflächen kartiert wurde. Mit der statistischen Auswertung kann für jeden Strukturtyp die Streuung des Versiegelungsgrades und daraus abgeleitet die "Versiegelungstreue" angegeben werden (z.B. Streubreite $\pm 5\%$ = hohe Versiegelungs-

- treue). Die Genauigkeit einer auf dieser Methode basierenden Karte ist demnach strukturtypbezogen unterschiedlich hoch. (Musterflächenauswertung)
- **Schätzen des Versiegelungsgrades auf Grundlage eines großmaßstäbigen analogen Luftbildes und Vor-Ort-Begehungen (Studien Sinsheim und Ettlingen).** Um die sehr zeitaufwendige Vor-Ort-Kartierung auf ein Minimum zu beschränken, sollte als Grundlage für ein solches Schätzverfahren ein Farbluftbild im Maßstab 1:1000, mindestens aber 1:2000 vorliegen. Vor-Ort-Begehungen sind dann nur noch zur stellenweisen Überprüfung des im Luftbild gewonnen Eindrucks sowie für im Luftbild schlecht einsehbare Bereiche (Baumkronen, Schattenwurf) notwendig. Das Schätzergebnis wird in eine GIS-Datenbank, die in der oben beschriebenen Art und Weise aus der ALK erstellt wurde, eingetragen. Zur Rationalisierung der Bearbeitung werden mehrere Flurstücke homogener Bau- bzw. Versiegelungsstruktur zu Kartiereinheiten zusammengefasst und für diese ein gemeinsamer Wert geschätzt. Dabei kann entweder der Versiegelungsgrad direkt oder die Gebäude-, die versiegelte und unversiegelte Freifläche getrennt geschätzt und die Gesamt- bzw. Freiflächenversiegelung rechnerisch ermittelt werden. Die angewandte Schätzmethode wird von Bearbeiter zu Bearbeiter unterschiedlich sein und auch von der Struktur der Kartiereinheit abhängen. (Musterflächen mit digitalen Informationen)

Vor- und Nachteile der genannten Verfahren:

Wann welches Verfahren sinnvoll eingesetzt werden kann, hängt zum einen vom Zweck der Erhebung ab, zum anderen von den bereits vorhandenen Datengrundlagen. Dies betrifft insbesondere die bei allen Verfahren in unterschiedlichem Umfang hinzugezogenen Fernerkundungsdaten. Auch kann die Methode zur Erhebung des Entsiegelungspotenzials nicht getrennt von einer ggf. vorgesehenen Ermittlung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale gesehen werden. Hier ist es im Interesse einer rationellen Vorgehensweise wünschenswert, dass beide Arbeitsschritte auf Basis des selben Datenmaterials und - im Idealfall - zugleich durchgeführt werden können.

Das flächenhafte Digitalisieren von Versiegelungsstrukturen ist mit Sicherheit das genaueste, aber auch ein sehr zeitaufwendiges Verfahren. Neben dem Digitalisieraufwand selbst sind auch die Kosten für die Beschaffung geeigneter digitaler Ortholuftbilder zu berücksichtigen (die Auflösung der beim Landesvermessungsamt erhältlichen digitalen Schwarzweiß-Ortholuftbilder von 0,23 x 0,23m ist für diesen Zweck bereits zu grob). Der Aufwand für dieses Verfahren kann sich vor allem dann lohnen, wenn über die Erfassung und Darstellung des Versiegelungsgrades hinaus Ziele verfolgt werden, die eine so hohe Genauigkeit erforderlich machen. Im Falle der Stadt Hildesheim sollte auf Grundlage der Versiegelung jedes Flurstückes eine gerechte Abwassergebühr ermittelt werden (Literatur). Die Erhebung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale kann bei dieser Methode ohne Schwierigkeiten im selben Arbeitsschritt geleistet werden.

Wird beim flächenhaften Digitalisieren versiegelter und unversiegelter Flächen der Großteil der Kosten durch den Digitalisieraufwand selbst verursacht, entstehen sie bei der Scanner-Luftbildauswertung vor allem durch die Befliegung und die Datenaufbereitung. Das Verfahren ist um so rentabler einzusetzen, je größer der betrachtete Raum ist. Schon deswegen, aber auch wegen der im Vergleich mit den anderen Verfahren geringeren Auflösung, eignet sich die Methode eher für Übersichtskartierungen im Maßstab 1:10.000 - 1:25.000.

Der Aufwand für die Datenbeschaffung wird sich in Zukunft aber bedeutend verringern, wenn Satellitenbilder auf dem Markt erhältlich sein werden, die den **Scannerbefliegungen** vergleichbare Auflösungen erreichen, aber wesentlich kostengünstiger sind (NETZBAND & MEINEL 1993). Für eine Erhebung allein des Gesamtversiegelungsgrades wäre diese Methode dann - vor allem im Hinblick auf eine kontinuierliche Aktualisierung - das kostengünstigste Verfahren.

Für eine anschließende Quantifizierung der Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziale ist eine Auflösung von maximal 1 x 1m, wie sie bei einer Scannerbefliegung erreicht wird, in jedem Fall nicht ausreichend. Bei dieser Auflösung sind Versiegelungsstrukturen mit einer Ausdehnung von wenigen Metern, wie z.B. Wege, Kfz-Zufahrten und -Stellplätze nicht mehr gegen die Umgebung abgrenzbar (um die Umrisse von Bildelementen dieser Größenordnung scharf abzubilden, muss die Auflösung mindestens 0,25 x 0,25m betragen). Außerdem ist die Interpretation des Luftbildes im Hinblick auf die herrschenden Nutzungen, die ein zentrales Kriterium für die Ausweisung von Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzialen sind, kaum möglich, da z.B. Kfz nicht mehr als solche erkennbar sind. Für die Erhebung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials müsste eine zweite, detailliertere Bearbeitung des Untersuchungsgebietes mit Hilfe eines Luftbildes entsprechend höherer Auflösung, ggf. ergänzt durch Vor-Ort-Begehungen, durchgeführt werden.

Der Aufwand für eine Erhebung des Versiegelungsgrades durch Übertragung der auf Testflächen ermittelten Werte auf Flächen gleicher Bebauungsstruktur entsteht primär durch die detaillierte Kartierung der Testflächen vor Ort oder mit Hilfe großmaßstäbiger Luftbilder. Dabei lässt sich die Genauigkeit der Erhebung durch eine große Zahl von Testflächen nicht beliebig steigern, da sie von der (gegebenen) Streubreite des Versiegelungsgrades innerhalb eines Strukturtyps abhängt. Je größer die Anzahl der Testflächen je Strukturtyp, desto genauer lässt sich die Streuung und damit der bei pauschaler Übertragung des Versiegelungsgrades auf alle Flächen dieses Strukturtyps in Kauf genommene Fehler eingrenzen. BERLEKAMP & PRANZAS (1986), die dieses Verfahren für die Wohnbebauungstypen der Stadt Hamburg erprobten, fanden nur für einige Strukturtypen eine Streubreite, die im Bereich von $\pm 5\%$ lag. Bei den meisten betrug die Streubreite $\pm 5 - 15\%$, im Falle eines Strukturtyps lag sie noch darüber. Damit liegt die Genauigkeit etwa im Bereich von Schätzverfahren auf Basis von Luftbildern, für die ein Fehler von $\pm 5 - 10\%$ angenommen werden kann.

Der Aufwand für ein **Schätzverfahren** hängt vom angestrebten Detaillierungsgrad und von der Art der verwendeten Luftbilder ab. Je größer deren Maßstab und je besser deren Qualität, um so eher kann auf zeitintensive Kartierungen vor Ort verzichtet werden.

Die räumliche Differenziertheit der Versiegelungsschätzung resultiert aus Größe und Anzahl der Kartiereinheiten. Diese bestehen aus einem oder mehreren in ihrer Versiegelungsstruktur ähnlichen Flurstücken, für die ein gemeinsamer Versiegelungsgrad geschätzt wird. Je homogener eine Kartiereinheit hinsichtlich ihrer Versiegelungsstruktur sein soll, desto weniger Flurstücke lassen sich in ihr zusammenfassen und desto mehr Kartiereinheiten werden sich ergeben. Dabei nimmt sowohl die räumliche Auflösung der Ergebniskarte als auch die Genauigkeit der Schätzung zu, da in ihrer Versiegelungsstruktur homogene Flächen leichter zu schätzen sind. Durch Unterstützung bzw. Überprüfung der Schätzung auf Grundlage von repräsentativen Testflächen, deren Versiegelungsgrad exakt ermittelt wird, z.B. durch Digita-

lisieren versiegelter Strukturen, kann die Zuverlässigkeit des Verfahrens weiter verbessert werden (dies ist nicht gleichbedeutend mit einer Übertragung der auf Testflächen ermittelten Versiegelungsgrade auf alle Flächen gleicher Bebauungsstruktur. Die Schätzung wird auf der ganzen Fläche durchgeführt und durch die Ergebnisse in den Testgebieten lediglich überprüft).

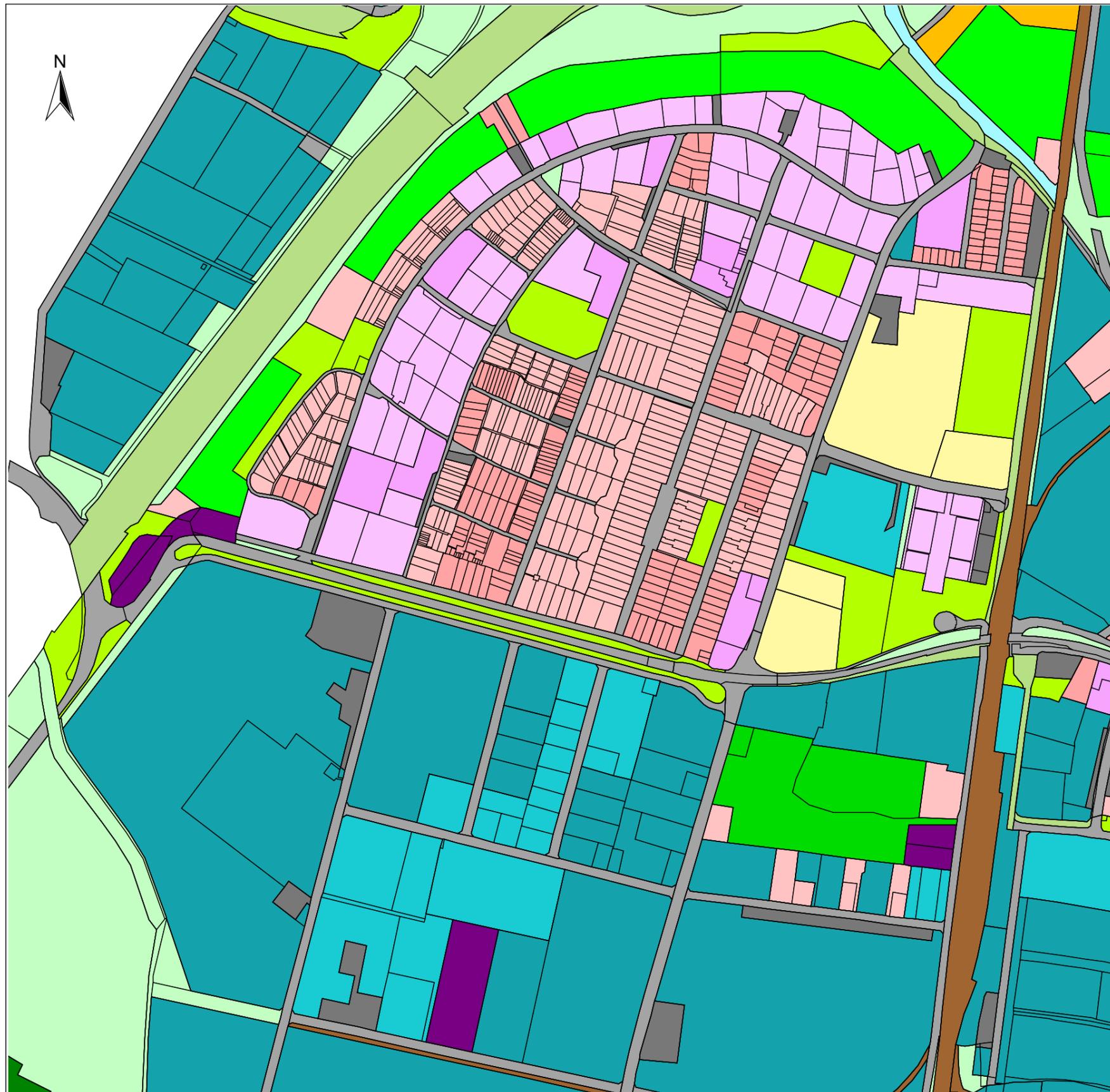
Der Schätzfehler kann bei dieser Vorgehensweise im Bereich von $\pm 5 - 10\%$ gehalten werden. Dies bedeutet, dass bei einer kartografischen Darstellung der Ergebnisse in zehn Versiegelungsklassen zwischen 0% und 100% eine bestimmte Kartiereinheit maximal eine Klasse zu hoch oder zu niedrig eingestuft werden kann.

Erfolgt die Schätzung des Versiegelungsgrades unter Verwendung genügend großmaßstäbiger Farbluftbilder (1:500 - 1:2.000), kann im gleichen Arbeitsschritt auch das Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzial ermittelt werden.

Liegen nur die Luftbilder nur im Maßstab 1:5.000 vor, kann die Schätzung des Versiegelungsgrades zwar auch durchgeführt werden. Das Kartiererergebnis wird jedoch zum einen weniger detailliert, d.h. die Unterteilung in Kartiereinheiten gröber sein, zum anderen werden mehr Vor-Ort-Begehungen notwendig. Die spätere Ermittlung des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenziales ist auf der Grundlage von 1:5.000er Farbluftbildern nicht möglich; sie müsste dann in Form einer flächendeckenden Kartierung vor Ort durchgeführt werden.

Anlagen

- Anlage 1 Karte der Nutzungs- und Bebauungsstruktur (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
- Anlage 2 Karte des Gesamtversiegelungsgrades (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
- Anlage 3 Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials, Maßstab 1:5.000
- Anlage 4 Karte des Entsiegelungs-/Belagänderungspotenzials differenziert nach den Eigentumsverhältnissen (Ausschnitt), Maßstab 1:5.000
- Anlage 5 Grundlagenkarte für die Beurteilung der Untergrundbeschaffenheit im Hinblick auf ausreichenden Grundwasserschutz bei Durchführung von Entsiegelungs- oder Belagänderungsmaßnahmen (Ausschnitt), Maßstab 1:10.000



Anlage 1:

Karte der Nutzungs- und Strukturtypen (Ausschnitt)
 Maßstab 1 : 5.000

-  Flurstücksgrenzen
-  Grenzen der Kartiereinheiten

Flächen mit hohem Grünanteil und Sportanlagen

-  unversiegelte Flächen
-  Grünanlagen, Parks, Sportanlagen mit hohem Grünanteil (Rasenplätze)
-  Schreberärten
-  Gärtnereien
-  Landwirtschaftliche Betriebe
-  Sportanlagen mit geringem Grünanteil (Tennisplätze, Hartplätze)

Verkehrsflächen

-  Straßen und Wege, sofern mit KFZ nutzbar
-  Von Straßen oder Wegen dominierte Flurstücke, die aber durch Grüninseln oder Randstreifen einen relativ hohen Grünanteil aufweisen (mind. 10 - 20 %)
-  größere Parkplatzflächen und Garagenanlagen (i. d. R. mehr als 40 Stellplätze)
-  Gleisanlagen
-  Rasengleis

Gemeinbedarfsflächen, Ver- und Entsorgungsbetriebe

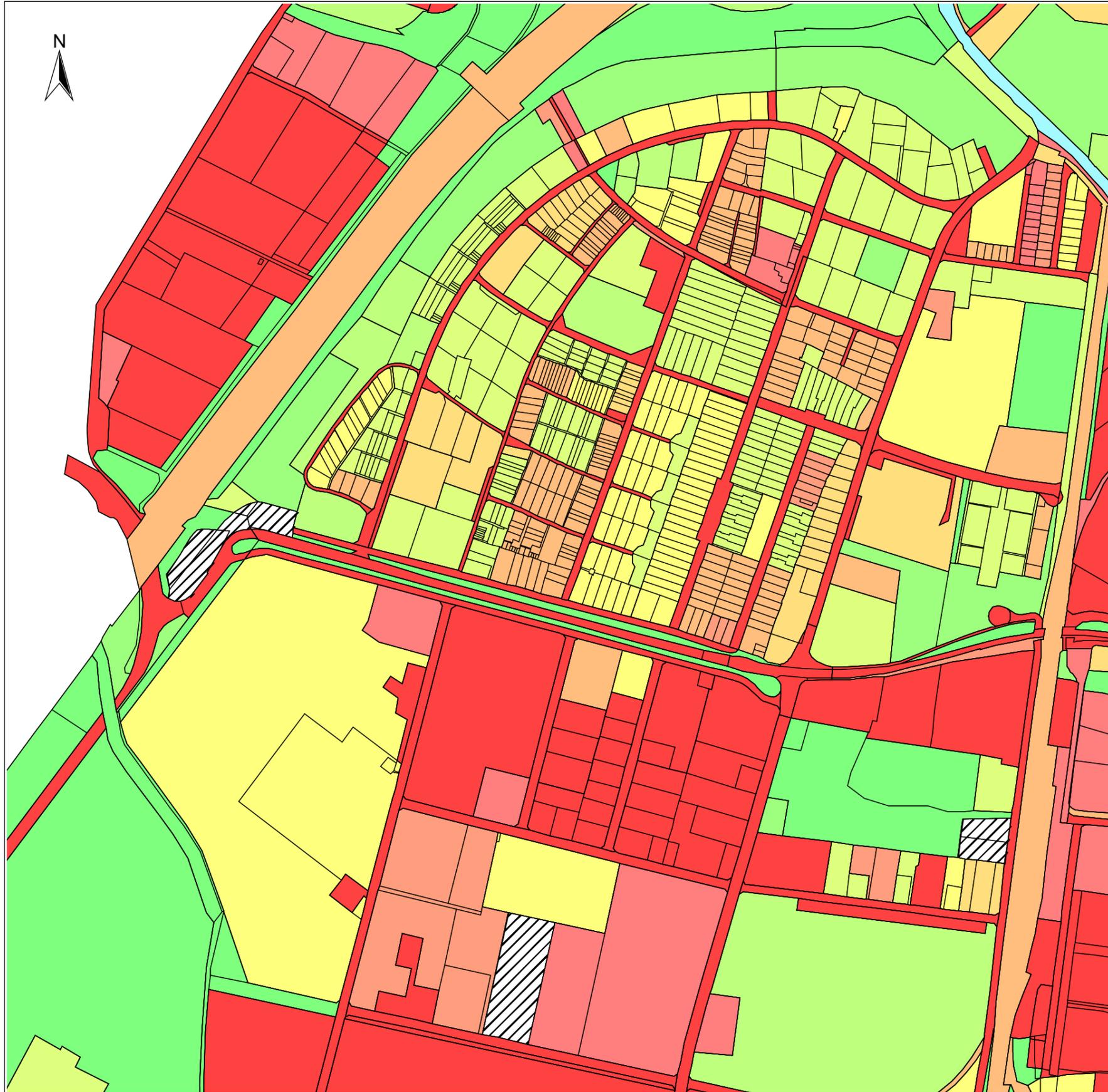
-  überwiegend öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Krankenhäuser, Gemeindezentren, deren Nutzungs- und Bebauungsstruktur durch größere Gebäudekomplexe und ausgedehnte versiegelte und unversiegelte Freiflächen charakterisiert ist.
-  Ver- und Entsorgungsbetriebe (z.B. Energieversorgung, Abwasserbehandlung)

Wohnbebauung

-  Zeilen- oder Punktbauung; geringe Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung
-  wie vor aber mit größerer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung v. a. durch größere Parkplätze und KFZ-Zufahrten
-  Einzel- oder Reihenhausbauung; geringe Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung
-  wie vor aber mit größerer Freiflächen- und/oder Gesamtversiegelung v. a. durch versiegelte Parkplätze und Höfe sowie lange KFZ-Zufahrten zu Stellplätzen im Blockinneren
-  aufgelockerte Blockbauung, Blockrandbauung
-  dichte Blockbauung

Gewerbegebiete

-  Gewerbegebiet mit überwiegend Dienstleistungscharakter; meist Bürogebäude; Freiflächen vornehmlich als Kunden- und Mitarbeiterparkplätze genutzt; auch Bahnhofsanlagen des Personenverkehrs (ohne Gleiskörper)
-  Gewerbegebiet mit überwiegend technisch/industriellem Charakter; meist Lager- und Werkhallen, z.T. Bürogebäude; Freiflächen überwiegend als Lagerplatz oder Nutzfahrzeugstellplatz genutzt; auch Bahnanlagen des Güterverkehrs (ohne Gleiskörper) und sonstige Einrichtungen mit technischer Nutzung.
-  Baustellen
-  Gewässer



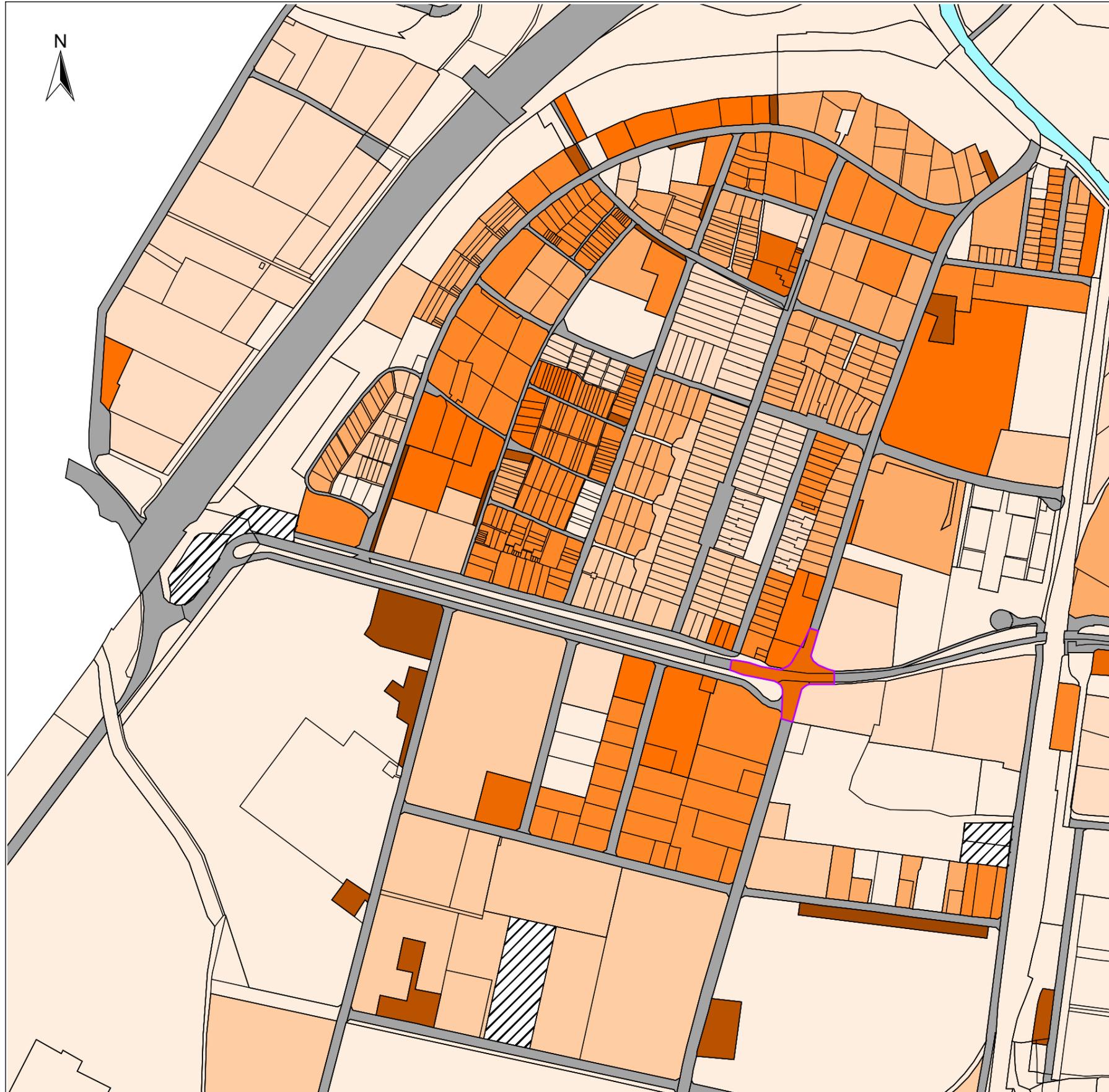
Anlage 2:

Karte des Gesamtversiegelungsgrades (Ausschnitt)
 Maßstab 1 : 5.000

-  Flurstücksgrenzen
-  Grenzen der Kartiereinheiten

Gesamtversiegelungsgrad der Kartiereinheiten:

-  > 90 - 100 %
-  > 80 - 90 %
-  > 70 - 80 %
-  > 60 - 70 %
-  > 50 - 60 %
-  > 40 - 50 %
-  > 30 - 40 %
-  > 20 - 30 %
-  > 10 - 20 %
-  > 0 - 10 %
-  Baustellen; z. Zt. keine Einstufung möglich
-  Gewässer



Anlage 3:

Karte des Belagsänderungs-/Entsiegelungspotentials (Ausschnitt)
 Maßstab 1 : 5.000

-  Flurstücksgrenzen
-  Grenzen der Kartiereinheiten

Belagsänderungs-/Entsiegelungspotential der Kartiereinheiten

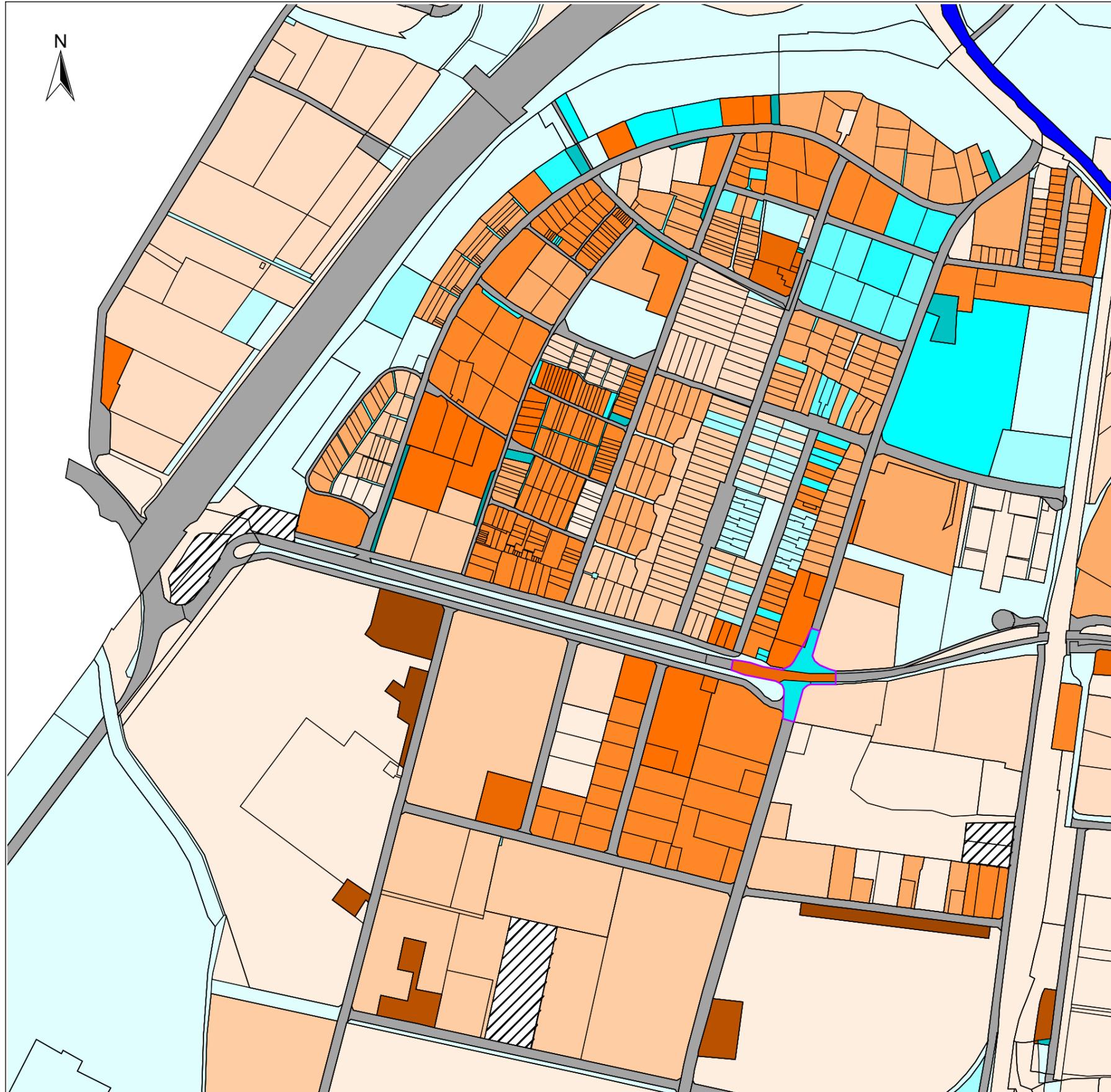
-  > 75 - 100 %
-  > 50 - 75 %
-  > 30 - 50 %
-  > 20 - 30 %
-  > 10 - 20 %
-  > 5 - 10 %
-  > 3 - 5 %
-  > 2 - 3 %
-  > 1 - 2 %
-  0 - 1 %

 Baustellen; z. Zt. keine Einstufung möglich

 Gewässer

 Straßenzüge bzw. Kreuzungen für die Umbauplanungen vorliegen, aus denen die dargestellten Entsiegelungs- bzw. Belagsänderungspotentiale entnommen sind.

 Straßen, für die ohne genauere Kenntnis der gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungsansprüche keine Entsiegelungs- bzw. Belagsänderungspotentiale angegeben werden können



Anlage 4:

Karte des Belagsänderungs-/Entsiegelungspotentials differenziert nach den Eigentumsverhältnissen (Ausschnitt)
Maßstab 1 : 5.000

-  Flurstücksgrenzen
-  Grenzen der Kartiereinheiten

Belagsänderungs-/Entsiegelungspotential der Kartiereinheiten

Städtisches Eigentum

-  > 75 - 100 %
-  > 50 - 75 %
-  > 30 - 50 %
-  > 20 - 30 %
-  > 10 - 20 %
-  > 5 - 10 %
-  > 3 - 5 %
-  > 2 - 3 %
-  > 1 - 2 %
-  0 - 1 %

Übrige Eigentümer (Privat, Bund, Land)

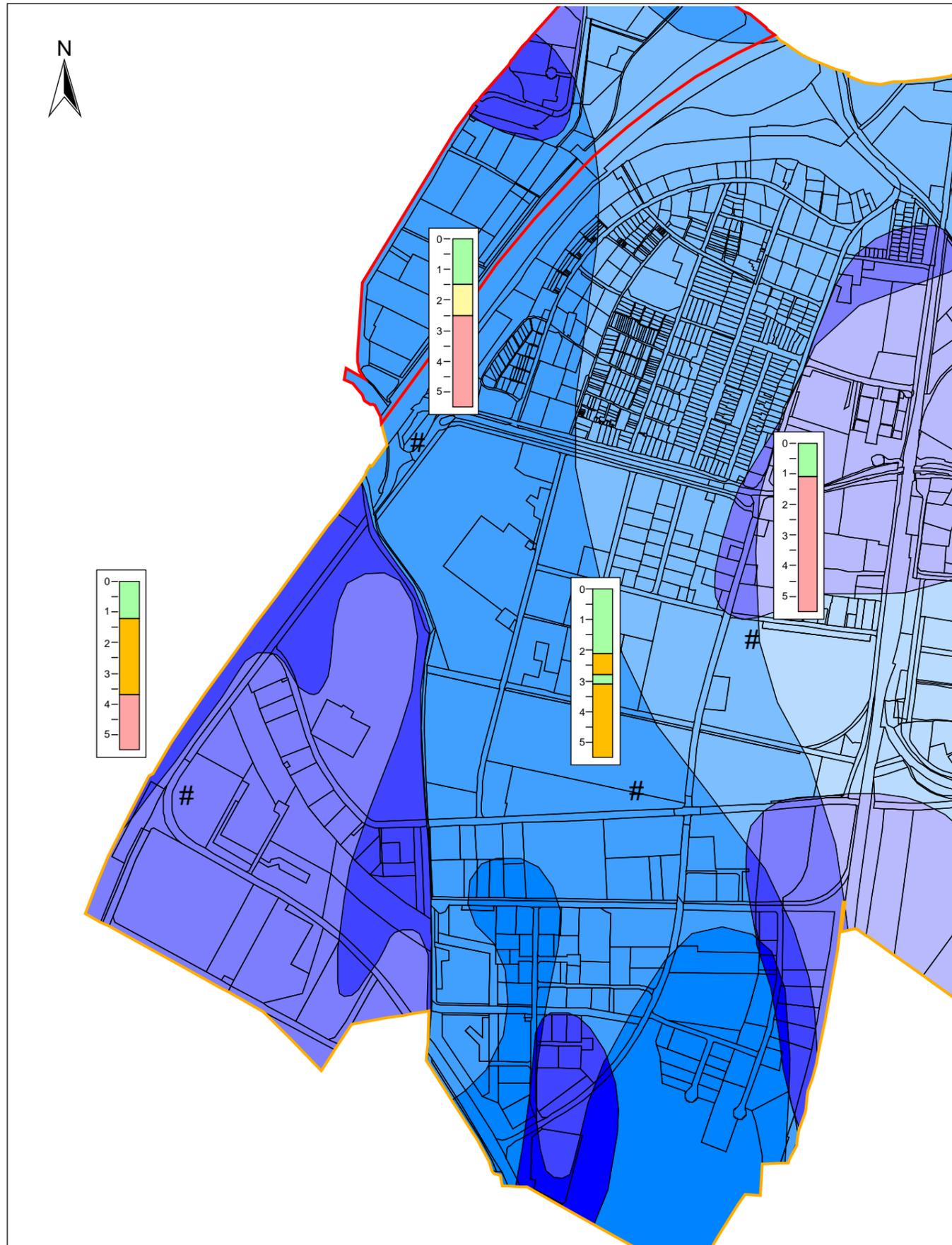
-  > 75 - 100 %
-  > 50 - 75 %
-  > 30 - 50 %
-  > 20 - 30 %
-  > 10 - 20 %
-  > 5 - 10 %
-  > 3 - 5 %
-  > 2 - 3 %
-  > 1 - 2 %
-  0 - 1 %

 Baustellen; z. Zt. keine Einstufung möglich

 Gewässer

 Straßenzüge bzw. Kreuzungen für die Umbauplanungen vorliegen, aus denen die dargestellten Entsiegelungs- bzw. Belagsänderungspotentiale entnommen sind.

 Straßen, für die ohne genauere Kenntnis der gegenwärtigen und zukünftigen Nutzungsansprüche keine Entsiegelungs- bzw. Belagsänderungspotentiale angegeben werden können



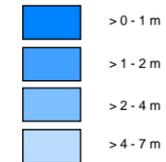
Anlage 5:

Grundlagenkarte für die Beurteilung der Untergrundbeschaffenheit im Hinblick auf ausreichenden Grundwasserschutz bei Durchführung von Entseigelungs- oder Belagänderungsmaßnahmen (Ausschnitt) Maßstab 1 : 10.000

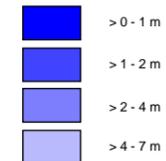
Flurstücksgrenzen sowie hinzugefügte Nutzungs-/Bebauungsstrukturgrenzen

Flurabstand Mai/Juni 1983 (sehr hoher GW-Stand)

überwiegend lehmig-sandiger Oberboden (lehmig-sandige Auflage meist > 1m Mächtigkeit)



überwiegend sandig-kiesiger Oberboden (lehmig-sandige Auflage meist < 1m Mächtigkeit)



Quellen: Karte 1 : 50.000 "Flurabstand und Grundwassergleichen des oberen GW-Leiters am 2.10.1978; Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Raum Karlsruhe - S. Speyer (1978); Angepaßt an GW-Stand Mai/Juni 1982 mithilfe von Pegelkaten des Hydrologischen Meßnetzes. Karte 1 : 25.000 "Geologische Spezialkarte von Baden"; Badische Geologische Landesanstalt (1930)

Erläuterung der Schichtprofile (Tiefenangabe in Metern)

- # Bohrung mit Schichtprofil
- Green box: Schwer oder nicht wasserdurchlässige Schichten z.B. aus Ton, Schluff oder sonstigen Bodenarten mit einer höchstens dem Schluff entsprechenden Durchlässigkeit. Eine günstige Untergrundbeschaffenheit im Sinne der RiStWag liegt ab einer Mächtigkeit von 1m vor.
- Yellow box: Wasserdurchlässige aber gut reinigende Schichten z.B. aus Feinsand, bindigen Sanden und sonstigen Bodenarten mit nicht größerer Durchlässigkeit. Eine günstige Untergrundbeschaffenheit im Sinne der RiStWag liegt ab einer Mächtigkeit von 2,5 m vor (bei höchstem Grundwasserstand).
- Orange box: Wasserdurchlässige aber gut reinigende Schichten z.B. aus Mittelsand, Grobsand oder kiesigem Sand und sonstigen Bodenarten mit nicht größerer Durchlässigkeit. Eine günstige Untergrundbeschaffenheit im Sinne der RiStWag liegt ab einer Mächtigkeit von 4 m vor (bei höchstem Grundwasserstand).
- Red box: Wasserdurchlässige und schlecht reinigende Schichten z.B. aus sandigem Kies oder Kies. Nach RiStWag liegt unabhängig von der Mächtigkeit eine ungünstige (bei nicht ausreichender Reinigungswirkung des Grundwasserleiters) oder mittlere Untergrundbeschaffenheit vor (bei ausreichender Reinigungswirkung im Grundwasserleiter)

Quelle: Private Brunnenbohrungen

Grundwasserschutzgebiet

- Red outline: Zone III A
- Yellow outline: Zone III B

Landschaftsarchitekten
Ökologen
Umweltgutachter

Bergheimer Straße 53-57
D-69115 Heidelberg
Telefon: 0 62 21 - 138 30-0
e-mail: ius-heidelb@online.de

IUS
Weisser & Ness