

GeoBerichte 53

LANDESAMT FÜR
BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE



Entsiegelung
in der Klimaanpassung –
Leitfaden Teil B:
Erfassung, Bewertung,
praktische Umsetzung



Niedersachsen



GeoBerichte 53

Landesamt für
Bergbau, Energie und Geologie

Entsiegelung
in der Klimaanpassung –
Leitfaden Teil B:
Erfassung, Bewertung,
praktische Umsetzung

ANDRÉ KIRCHNER, ROBIN STADTMANN &
ALINA MAAS

Hannover 2026

Impressum

Herausgeber: © Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie

Stilleweg 2
30655 Hannover
Tel. (0511) 643-0

Download unter www.lbeg.niedersachsen.de

1. Auflage

Version: 04.03.2026

Redaktion: Ricarda Nettelmann

Mail: bodenkundlicheberatung@lbeg.niedersachsen.de

Titelbild: LGLN, LBEG, Berliner Regenwasseragentur | Andreas [FranzXaver] Süß.

ISSN 1864–6891 (Print)

ISSN 1864–7529 (digital)

DOI 10.48476/geober_53_2026

GeoBer.	53	S. 3 – 85	34 Abb.	10 Tab.	Anh.	Hannover 2026
---------	-----------	-----------	---------	---------	------	---------------

Entsiegelung in der Klimaanpassung – Leitfaden Teil B: Erfassung, Bewertung, praktische Umsetzung

ANDRÉ KIRCHNER, ROBIN STADTMANN & ALINA MAAS

Kurzfassung

Der vorliegende GeoBericht 53 widmet sich erneut dem Thema Bodenentsiegelung und ergänzt den grundlagenorientierten GeoBericht 52 (KIRCHNER & STADTMANN 2025) um praxisorientierte Instrumente, Bewertungsansätze und Beispiele.

Inhaltlich umfasst der GeoBericht 53 unter anderem Methoden zur Erfassung kommunaler Flächenversiegelung, die Ableitung und Bewertung von Entsiegelungspotenzialen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen, zentrale ökologische und monetäre Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen, Steckbriefe bereits umgesetzter Projekte sowie unterstützende Arbeitshilfen für die Praxis.

Zusammen mit dem Entsiegelungskataster.NI liegt damit eine fundierte Informationsgrundlage vor, um Entsiegelung schrittweise in kommunale Planungs- und Entscheidungsprozesse zu integrieren und so einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung sowie zur Bewältigung der Herausforderungen des 21. Jahrhunderts zu leisten.

Inhalt

Vorwort.....	5
1. Hintergrund und Zielsetzung	7
1.1. Warum dieser Leitfaden?	7
1.2. Aufbau des Leitfadens	7
2. Möglichkeiten zur Erfassung kommunaler Flächenversiegelung	10
2.1. Empirisch basierte Modelle	10
2.2. Satellitenbilddaten	11
2.2.1. GSE Land Projekt	11
2.2.2. Copernicus Imperviousness Daten	12
2.3. Versiegelungserkennung mittels KI-Anwendungen	12
2.3.1. Eingangsdaten	12
2.3.2. Modelltraining	13
2.3.3. Modellaufbau und Lernprozess	13
2.3.4. Anwendung des Modells	13
2.3.5. Aufbereitung der Ergebnisse	13
2.3.6. Vorteile und Grenzen der KI-basierten Versiegelungserkennung	15
3. Bewertung von Entsiegelungspotenzialen.....	18
3.1. Entsiegelungspotenzialbewertung im Entsiegelungskataster.NI	18
3.1.1. Inhaltliche Grundsätze	18
3.1.2. Entsiegelungspotenzial im Entsiegelungskataster.NI	19
3.1.3. Datengrundlagen des Entsiegelungspotenzials	19
3.1.4. Ausschlussflächen	20
3.1.5. Ermittlung und Klassifizierung relevanter Kennwerte	21
3.1.6. Berechnung des Entsiegelungspotenzials	21
3.2. Bewertung von Versiegelung und Entsiegelungspotenzialen vor Ort.....	23
3.2.1. Stufenweises Vorgehen	23
3.2.2. Prüfung der Fläche anhand von Luftbildern und weiteren Zusatzinformationen	24
3.2.3. Arbeit mit Katalog und Checklisten	27
4. Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen.....	29
4.1. Stärkung des natürlichen Wasserhaushalts durch Entsiegelung	29
4.1.1. Stärkung des Boden- und Landschaftswasserhaushalts durch Entsiegelung.....	29
4.1.2. Erhöhung der Grundwasserneubildung durch Entsiegelung	32
4.2. Stärkung der Kühlfunktion durch Entsiegelung.....	32
4.3. Einsparung von Abwassergebühr durch Entsiegelung	36
4.4. Stärkung der Lebensraumfunktion durch Entsiegelung.....	38
5. Praxisbeispiele umgesetzter Entsiegelungsmaßnahmen.....	42
5.1. Überblick möglicher Entsiegelungsmaßnahmen	42
5.2. Steckbriefe umgesetzter Maßnahmen	44
5.2.1. Entsiegelungsmaßnahme „Alter Zeughof“/Kannengießerstraße Braunschweig	44
5.2.2. Entsiegelungsmaßnahmen ehemals militärisch genutzter Flächen im Camp Reinshausen/Schneverdingen, LK Heidekreis	49
5.2.3. Entsiegelungsmaßnahme Buswendeschleife, Hildesheim	53
5.2.4. Entsiegelungsmaßnahme Kleingartenanlage Lerchenkamp, Hildesheim	56
5.2.5. Entsiegelungsmaßnahme Panzerstraße, Hildesheim.....	59
6. Fazit und Ausblick	63
7. Dank.....	63
8. Quellen	64
Anhang.....	67

Vorwort

Angesichts internationaler Konflikte, wirtschaftlicher Unsicherheiten, gesellschaftlicher Spannungen und politischer Umbrüche geraten zentrale Zukunftsthemen derzeit leicht aus dem öffentlichen Fokus. Dennoch bleibt der Klimawandel eine der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Seine Folgen sind schon heute deutlich spürbar – und die Notwendigkeit wirksamer Klimaanpassungsmaßnahmen ist ungebrochen.

Besonders Städte und Gemeinden rücken dabei in den Mittelpunkt: Hier treffen extreme Wetterereignisse, bauliche Verdichtung und vielfältige Nutzungsansprüche unmittelbar aufeinander. Die kommunale Ebene ist damit der zentrale Ort, an dem Klimaanpassung entschieden, gestaltet und in konkrete Maßnahmen überführt werden muss.

Eine besonders wirkungsvolle Maßnahme ist die Entsiegelung von Flächen. Sie stärkt natürliche Bodenfunktionen, verbessert unter anderem den Wasserrückhalt, erhöht die Kühlleistung und schafft wertvolle ökologische Räume. Um diesen Prozess zu unterstützen, stellt das Land Niedersachsen ab 2026 ein digitales Entsiegelungskataster bereit, das durch die Kommunen bearbeitet und fortgeführt werden soll.

Der vorliegende GeoBericht bildet die praxisorientierte Ergänzung zum GeoBericht 52, in dem die fachlichen Grundlagen zu Versiegelung und Entsiegelung dargestellt und Empfehlungen zur Durchführung entsprechender Maßnahmen formuliert wurden. Im zweiten Teil werden nun Methoden zur Erfassung der kommunalen Flächenversiegelung erläutert, die Ableitung und Bewertung des Entsiegelungspotenzials auf unterschiedlichen Maßstabsebenen vorgestellt, zentrale ökologische und monetäre Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen beschrieben und abschließend Steckbriefe bereits umgesetzter Entsiegelungsmaßnahmen präsentiert.

Das LBEG unterstützt als Teil des Niedersächsischen Kompetenzzentrums Klimawandel (NIKO) mit dem Geobericht 53 alle Akteurinnen und Akteure, die Entsiegelung vor Ort planen, bewerten oder umsetzen – und damit einen wichtigen Beitrag zur Klimaanpassung leisten.

Ich wünsche Ihnen eine informative und anregende Lektüre.

Carsten Mühlenmeier

Präsident LBEG



1.



HINTERGRUND
UND
ZIELSETZUNG



Fortschreitende Bodenversiegelung durch Ausweitung von Siedlungs- und Verkehrsflächen
(© GeoBasis-DE/LGLN 2025).

1. Hintergrund und Zielsetzung

1.1. Warum dieser Leitfaden?

Die Neuversiegelung von Böden und der insgesamt hohe Anteil der Bodenversiegelung ist und bleibt eine der großen Herausforderungen für den Umweltschutz und die Klimaanpassung in Städten und Gemeinden. Im Mittel der Jahre 2021–2024 nahm die Siedlungs- und Verkehrsfläche in Niedersachsen um etwa 5 ha pro Tag zu, was knapp 7 Fußballfeldern pro Tag entspricht. Die damit einhergehende Neuversiegelung betrug im Mittel 2,35 ha pro Tag (LBEG 2026). Folglich wird in Niedersachsen statistisch jedes Jahr mit fast 860 ha eine Fläche neu versiegelt, welche die 11fache Fläche des Maschsees einnimmt. Innerhalb von 2 Jahren wäre die Fläche der Insel Juist versiegelt. Es gehen also weiterhin wertvolle Böden verloren, die essenzielle Funktionen für Mensch und Umwelt erfüllen, vielfach mit direktem Bezug zum Klimageschehen, z. B. durch kühlende Verdunstung oder Wasser- und Kohlenstoffspeicherung. Im Umkehrschluss bedeutet das: Der Schutz der Böden vor Neuversiegelung sowie auch Entsiegelung zur Wiederherstellung dieser wichtigen Funktionen sind zentrale Klimaanpassungsmaßnahmen.

Teil A dieses Leitfadens (KIRCHNER & STADTMANN 2025) hat die Grundlagen zum Thema Versiegelung und Entsiegelung zusammengefasst, einen möglichen Ablaufplan zur Umsetzung von Entsiegelungsprojekten vorgestellt, wichtige Aspekte für die Planung und Durchführung aufgezeigt und zu häufig gestellten Fragen (FAQ) bei Entsiegelungsmaßnahmen Stellung bezogen. Mit dem vorliegenden Teil B wird der Leitfaden um weitere anwendungsorientierte Inhalte ergänzt. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, Kommunen und weitere Akteure bei der Argumentation, Planung und Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen zu unterstützen. Der Leitfaden soll zudem auch einen konkreten Beitrag zur Umsetzung des § 19 („Entsiegelungskataster“) des Niedersächsischen Gesetzes zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels (NKlimaG) leisten. Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) und begründet durch § 19 NKlimaG wurde durch das Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) das Entsiegelungskataster.NI entwickelt (Kap. 3).

Für die Plausibilisierung und kommunale Optimierung der enthaltenen Entsiegelungspotenziale sowie die darauf aufbauende Planung sind Detailbetrachtungen der zu entsiegelnden Flächen erforderlich. Hierfür soll dieser Teil des Leitfadens mit Checklisten, Katalogen und Handlungsempfehlungen hilfreiche Informationen bieten.

§ 19 NKlimaG – Entsiegelungskataster

(1) Jede Gemeinde, die nicht Mitglied einer Samtgemeinde ist, sowie jede Samtgemeinde ermittelt und erfasst bis zum 31. Dezember 2026, für welche Flächen ihres Gebietes die Möglichkeit zur Entsiegelung besteht. Die Erfassung erfolgt in einem vom Land zu diesem Zweck elektronisch bereitgestellten Entsiegelungskataster. Das Entsiegelungskataster ist fortlaufend zu ergänzen.

Die Ausgangslage, um Entsiegelungsprojekte erfolgreich umzusetzen, ist aktuell vielversprechend, insbesondere da entsprechende Fördermöglichkeiten bestehen. Auf Bundesebene ist dabei besonders die weiterentwickelte Fördermaßnahme „Natürlicher Klimaschutz in Kommunen“ (KfW-Programm 444, v. a. Modul D) zu nennen, die sowohl die Erstellung von Konzepten als auch die Umsetzung konkreter Entsiegelungsvorhaben bezuschusst. Insgesamt gilt es, Entsiegelung, neben der Reduzierung der Neuversiegelung, als festen Bestandteil einer nachhaltigen und klimaangepassten Stadt- und Freiraumgestaltung in die Praxis zu bringen und dabei bodenschutzfachliche Grundsätze zu verankern. Die beiden Leitfäden sollen dabei als konkrete Hilfestellung und Impulsgeber dienen.

1.2. Aufbau des Leitfadens

Der vorliegende Teil B des Entsiegelungsleitfadens ist in folgende thematische Kapitel gegliedert:

Kapitel 2 bietet einen Überblick über verschiedene Ansätze zur Erfassung der kommunalen Flächenversiegelung, eine wesentliche Datengrundlage für die Planung von Entsiegelungsmaßnahmen.

Kapitel 3 befasst sich mit der Ableitung und Bewertung des Entsiegelungspotenzials auf unterschiedlichen Maßstabsebenen, um geeignete Flächen für Entsiegelungsmaßnahmen zu identifizieren.

Kapitel 4 thematisiert ausgewählte ökologische und monetäre Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen, die z. B. für die Begründung von häufig kostspieligen Entsiegelungsmaßnahmen genutzt werden können.

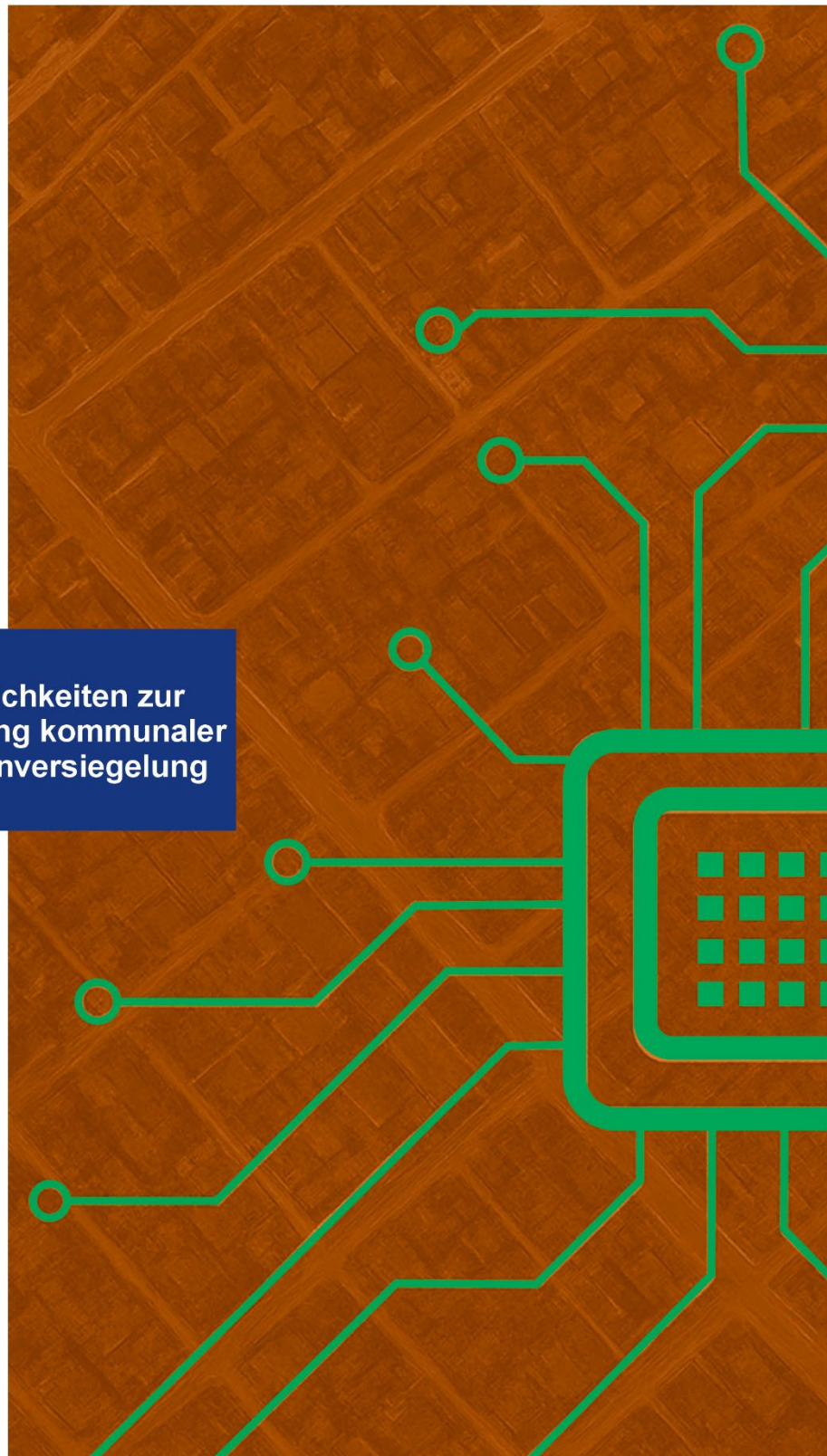
Kapitel 5 präsentiert abschließend Steckbriefe umgesetzter Entsiegelungsprojekte, die als praxisnahe Beispiele dienen.

Kapitel 6 gibt einen kompakten Ausblick darauf, wie Kommunen die gewonnenen fachlichen und methodischen Grundlagen künftig in strategische Entscheidungen einbinden können.

Im Anhang sind Katalog und Checklisten zu finden, welche als Hilfestellungen die Arbeit in der Praxis unterstützen sollen.

2.

**Möglichkeiten zur
Erfassung kommunaler
Flächenversiegelung**



2. Möglichkeiten zur Erfassung kommunaler Flächenversiegelung

Versiegelungsinformationen sind für unterschiedlichste Fragestellungen von zentraler Bedeutung. Diese reichen von der Erhebung der gesplitteten Abwassergebühr, kommunalen Planungsprozessen der Bauleitplanung oder stadtklimatischen Analysen, über großflächiges Umweltmonitoring und die Verwendung der Versiegelungsinformation für Modellierungen bis hin zur Ermittlung von Entsiegelungspotenzialen. Aus diesem Grund ist die Detektion von versiegelten Flächen seit Langem Gegenstand von Forschung und Planungspraxis, worüber im Folgenden ein Überblick gegeben wird. Während früher insbesondere über empirisch basierte Ansätze der Anteil der versiegelten Flächen an bestimmten Nutzungstypen ermittelt und dann auf größere Flächen übertragen wurde (Kap. 2.1), nahm die Bedeutung von Satellitenbildauswertungen (Kap. 2.2) und in jüngerer Zeit insbesondere der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) zu (Kap. 2.3). Sowohl die räumliche und spektrale als auch die zeitliche Auflösung von digitalen Datengrundlagen (digitale Orthophotos, Satellitenbilder) haben sich wesentlich erhöht, sodass mittlerweile sehr

hoch auflösende und aktuelle Erfassungen der versiegelten Fläche möglich sind (BUKEA 2024, LANGENKAMP et al. 2025).

2.1. Empirisch basierte Modelle

THARSEN & GUNREBEN (2001) stellten, basierend auf hochauflösenden Detailuntersuchungen eines niedersächsischen Beispielsgebiets, eine Methodik bereit, mit der auf Basis des ALB (Automatisiertes Liegenschaftsbuch, Vorgänger des ALKIS®) und ATKIS® (Amtliches Topographisch-kartographisches Informationssystem) eine Übertragung auf ganz Niedersachsen möglich wurde. Hierbei wurden in dem Beispielgebiet, basierend auf digitalen Orthophotos und Vor-Ort-Begehungen, die versiegelten Flächen erfasst, um bebaute und unbebaute versiegelte Flächen für die Berechnung der Abwassergebühr flurstückbezogen zu identifizieren. Auf Basis dieser Grundlage erfolgte die Zuweisung von mittleren Versiegelungsgraden zu den Nutzungstypen bzw. Objektarten als Grundlage der landesweiten Umsetzung (THARSEN & GUNREBEN 2001: 42ff., BASEDOW et al. 2009: 10ff.). Die Datenbasis wurde anschließend an neue Datenstrukturen von ALKIS® (Amtliches Liegenschaftskataster-Informationssystem) und ATKIS® angepasst (BASEDOW et al. 2009).



Abb. 1: Beispielhafte Umsetzung der Methodik zur Versiegelungserkennung nach THARSEN & GUNREBEN (2001) sowie BASEDOW et al. (2009) für das Stadtgebiet von Nienburg (Weser). Links: ATKIS®-basierte Darstellung mit größerflächigen Objektkategorien. Rechts: ALKIS®-basierte Darstellung mit flurstückscharfer Flächenabgrenzung.

Eine weitere Methodik, die zu auf Gemeindeebene aggregierten Ergebnissen führt, ist die aus der Tatsächlichen Nutzung (TN) des ATKIS® abgeleitete Versiegelung im Rahmen der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder (UGRdL). Dabei wird die Tatsächliche Nutzung gemeindebezogen ausgewertet und daraus die Siedlungs- und Verkehrsfläche berechnet. Mittels eines statistischen Schätzverfahrens wird anschließend auf empirischer Basis aus der Siedlungs- und Verkehrsfläche die versiegelte Fläche auf Gemeindeebene abgeleitet (FRIE & HENSEL 2009). Die Methodik ist für Niedersachsen im GeoBericht 14 (BASEDOW et al. 2021) beschrieben, und die Ergebnisse werden über den NIBIS®-Kartenserver bereitgestellt.

2.2. Satellitenbilddaten

Auf europäischer Ebene wurden und werden wichtige flächenhafte Datensätze erarbeitet, die grenzübergreifende Betrachtungen der Bodenversiegelung ermöglichen. Die Ergebnisse sind in erster Linie rasterbasiert und geben bei entsprechender räumlicher Auflösung graduelle Übergänge des Versiegelungsanteils in bebauten Gebieten gut wieder (Abb. 2).

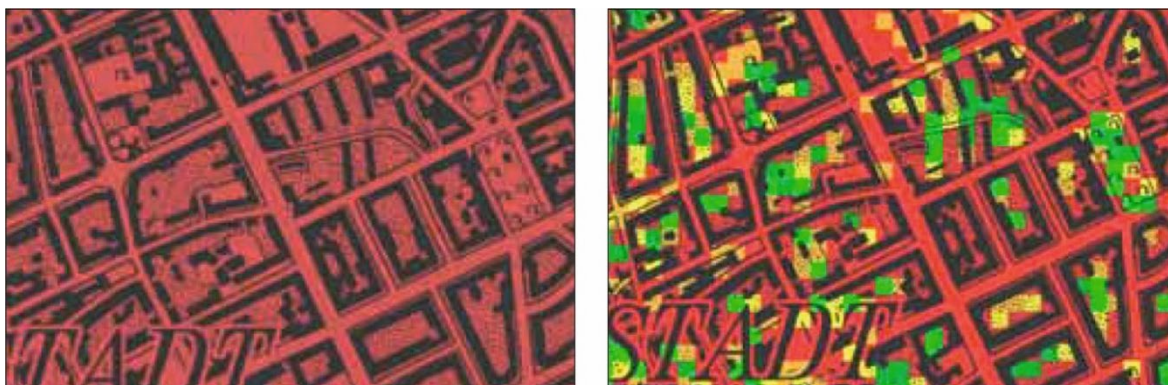


Abb. 2: Links: ATKIS®-DLM25-Ortslagen, rechts: Karte der Bodenversiegelung Niedersachsens (2005) auf Basis von Satellitendaten. Das Beispiel einer Bebauung mit Innenhöfen aus Hannover verdeutlicht: Die Satellitendaten (rechts) haben eine höhere Auflösung und sind wesentlich differenzierter als ATKIS®-Daten (links), insbesondere im städtischen Bereich (aus: BASEDOW et al. 2009).

2.2.1. GSE Land Projekt

Bereits Anfang der 2000er Jahre wurde eine hochauflösende flächenhafte Erfassung der Bodenversiegelung in den Siedlungsflächen Niedersachsens mittels Satellitenbilddaten (SPOT und IRS) umgesetzt (Auflösung: 10x10-Meter-Raster). Im Rahmen des Projektes GSE Land, einem GMES¹-Service-Element (GSE) der Europäischen Weltraumorganisation ESA, wurden entsprechende Dienste für Verwaltungsbehörden in neun europäischen Ländern implementiert und validiert, unter anderem in Niedersachsen für das LBEG (BASEDOW et al. 2009). Der erzeugte Rasterlayer beinhaltet einen Versiegelungswert zwischen 0 und 100 %. Die Daten

wurden anschließend aggregiert und mit hochauflösenden Orthophotos validiert. Neben einem 100x100-Meter-Raster wurde für die Darstellung im NIBIS® zusätzlich eine 20x20-Meter-Auflösung erstellt (Abb. 2). Rasterdatensätze mit mittlerer Auflösung zeigen in der Regel Probleme bei der Erfassung von linearen Strukturen wie Straßen, da sie nur anteilig durch die Rasterzellen abgebildet werden. Dies wurde durch die Kombination mit linearen ATKIS®-Strukturen überarbeitet, um ein besseres Ergebnis zu erzielen. Die Vorgehensweise ist in BASEDOW et al. (2009: 32f.) dokumentiert.

¹ Global Monitoring for Environment and Security.

2.2.2. Copernicus Imperviousness Daten

Ebenfalls auf Ebene der EU entstehen die Datensätze des Copernicus-Programms (Nachfolger des GMES), das mit den Sentinel-Satelliten räumlich und zeitlich hochauflösende Produkte bereitstellt. Mit dem Imperviousness-Datensatz, der in Drei-Jahres-Intervallen bereitgestellt wird

und seit 2018 eine Auflösung von 10 x 10 m aufweist, liegt eine Grundlage für ein kontinuierliches Monitoring der Bodenversiegelung vor (BASEDOW et al. 2021). Rückwirkend stehen Produkte bis 2006 in gröberer Auflösung zur Verfügung. Die Daten werden im NIBIS® für Auswertungen zur Bodenversiegelung verwendet (u. a. BUG et al. 2025), und die Anwendung für Niedersachsen ist in BASEDOW et al. (2021) beschrieben.

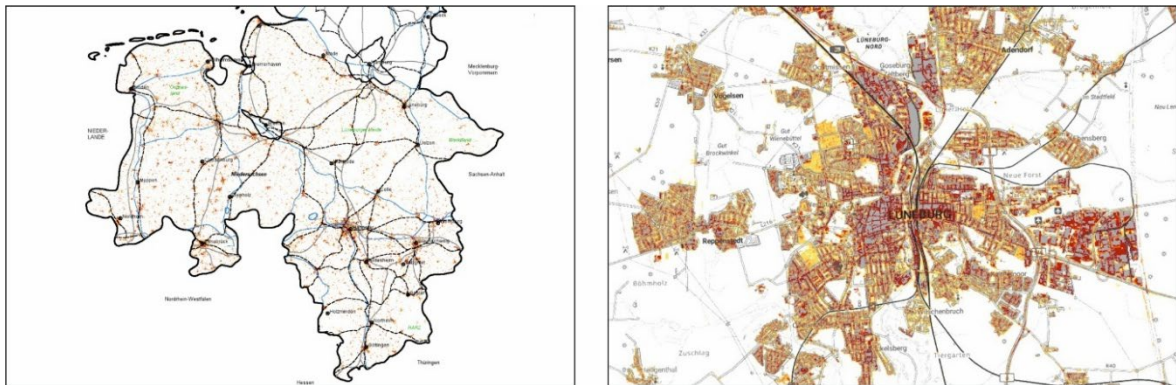


Abb. 3: Imperviousness-Produkte des Copernicus-Programms (Sentinel-Daten) zur quantitativen Erfassung der Bodenversiegelung. Links: landesweite Darstellung für Niedersachsen. Rechts: hochauflösender regionaler Ausschnitt für die Region Lüneburg.

2.3. Versiegelungserkennung mittels KI-Anwendungen

Grundlage des vom LGLN entwickelten Entseigelungskatasters (Kap. 1, § 19 NKlimaG) sind Versiegelungsinformationen. Zur automatisierten Erkennung versiegelter Flächen in Niedersachsen wird hier ein KI-Modell (künstliche Intelligenz) eingesetzt, bei dem die KI anhand vieler Beispiele trainiert wird, bestimmte Muster zu erkennen. Das Modell nutzt dabei als Eingangsdaten normalisierte digitale Oberflächenmodelle (nDOM) und digitale Orthophotos (DOP), um versiegelte Flächen zu identifizieren.

als eine Straße erkannt werden. Das nDOM ist die Differenz zwischen dem bildbasierten digitalen Oberflächenmodell (*bDOM*) und dem digitalen Geländemodell (*DGM*). Ein bildbasiertes digitales Oberflächenmodell (*bDOM*) zeigt die Erdoberfläche zusammen mit allen darauf befindlichen Objekten, wie Gebäuden oder Bäumen, zum Zeitpunkt der Luftbildaufnahme. Es wird aus den Luftbildern berechnet und stellt die Höheninformationen in einem regelmäßigen Raster dar. Ein digitales Geländemodell (*DGM*) beschreibt die Geländeoberfläche ohne Vegetation und Gebäude.

Digitale Orthophotos (DOP)

Klassische Luftbilder bilden seit Langem eine wichtige Grundlage unter anderem für die Fortschreibung topographischer Karten, projektbezogene Auswertungen (z. B. Validierungen) oder auch flächenhafte Bewertungen zur Bodenversiegelung auf kommunaler Ebene (u. a. THARSEN & GUNREBEN 2001, BASEDOW et al. 2009). Seit 2008 liegen DOP in einer Auflösung

2.3.1. Eingangsdaten

Normalisiertes digitales Oberflächenmodell (nDOM)

Das nDOM zeigt die Höhen von Objekten auf der Erdoberfläche, etwa Gebäude, Bäume oder Straßen, als Differenz zur umgebenden Geländeoberfläche. So kann z. B. ein Haus als höher

von 20 x 20 cm pro Pixel und mit einem zusätzlichen Spektralkanal im Infrarotbereich (CIR, RGBI) vor. Die Verfügbarkeit von vier Farbkanälen (RGBI = Rot, Grün, Blau, Nahinfrarot) verbessert die Anwendbarkeit für die Versiegelungserfassung deutlich, da Vegetationsindizes berechnet werden können. Seit 2021 erfolgt die Umstellung der DOP auf die Qualitätsstufe TrueDOP². Niedersachsen wird bei einer Auflösung von 20 x 20 cm von mehr als einer Billion Pixeln abgedeckt. Flächenhafte Auswertungen werden damit sehr daten- und rechenintensiv.

2.3.2. Modelltraining

Das KI-Modell wurde zunächst mit dem umfangreichen FLAIR-Datensatz trainiert. Dieser wurde vom französischen Vermessungsamt IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) veröffentlicht und enthält über 77.000 Bildausschnitte. Diese Ausschnitte zeigen jeweils einen Bereich von 102,4 x 102,4 m (512 x 512 Pixel) mit einer Auflösung von 20 cm. Die in den Bildausschnitten sichtbaren Objekte wurden 19 Klassen zugeordnet, darunter auch „versiegelt“ (GARIOUD et al. 2022). Das KI-Modell konnte also an diesen Daten bereits lernen, wie versiegelte und nicht versiegelte Flächen in den Orthophotos und Höhen-daten aussehen.

Die Bildausschnitte im FLAIR-Datensatz zeigen unterschiedliche Gebiete in Frankreich. Da das Modell jedoch versiegelte Flächen in Niedersachsen erkennen soll, war eine regionale Anpassung erforderlich. Deshalb wurde ein eigener Trainingsdatensatz für Niedersachsen erstellt. Dafür wurden 306 repräsentative Gebiete in Niedersachsen ausgewählt (jeweils 400 x 400 m groß). Die versiegelten Flächen in diesen Gebieten wurden auf Basis der FLAIR-Modellvorhersagen vorab markiert und anschließend durch Fachpersonen manuell überprüft und gegebenenfalls korrigiert, unter Nutzung der beschriebenen DOP- und nDOM-Daten vom LGLN.

Im Gegensatz zum französischen FLAIR-Datensatz (19 verschiedene Klassen) wurde für Niedersachsen nur zwischen „versiegelt“ und „nicht versiegelt“ unterschieden. Insgesamt entstanden dabei rund 4.900 Bildausschnitte, die

für das Training, die Validierung und den Test des Modells verwendet wurden (Aufteilung: 70 % Training, 15 % Validierung, 15 % Test).

2.3.3. Modellaufbau und Lernprozess

Zum Einsatz kam ein sogenanntes U-Net mit ResNet34-Encoder, ein bewährter Aufbau für bildbasierte Segmentierungsaufgaben. Dieses Modell wurde aus dem FLAIR-Projekt übernommen (GARIOUD et al. 2022) und für die niedersächsische Anwendung angepasst, um nur zwei Klassen zu unterscheiden. Um die Erkennung auch in unbekannten oder variierenden Gebieten zu verbessern, wurden sogenannte Datenaugmentierungen eingesetzt. Die Eingabebilder wurden unter anderem zufällig gedreht oder gespiegelt, damit das Modell flexibler lernen konnte und die Generalisierungsfähigkeit gesteigert wurde.

2.3.4. Anwendung des Modells

Nach dem Training wurde das Modell auf die jeweils aktuellen DOP- und nDOM-Daten Niedersachsens angewendet. Dabei berechnet das Modell für jeden Bildpunkt (Pixel), ob es sich um eine versiegelte oder eine nicht versiegelte Fläche handelt. Die Ausgabe ist eine sogenannte Rastermaske mit einer räumlichen Auflösung von 20 cm (Abb. 4B). Zusätzlich wurde eine Angabe zur Vorhersagegenauigkeit gespeichert, um die Qualität der Vorhersage nachvollziehbar zu machen. Am Ende dieses Schritts liegt eine flächendeckende, pixelgenaue Erkennung versiegelter Flächen für ganz Niedersachsen vor.

2.3.5. Aufbereitung der Ergebnisse

Damit die Ergebnisse im Entseigelungskataster (Kap. 3.1) sinnvoll weiterverwendet werden können, werden sie in mehreren Schritten aufbereitet und veredelt (Abb. 4):

- Die Rasterdaten wurden in Vektordaten (Flächengeometrien) umgewandelt.
- Kleine Löcher und Fragmente wurden entfernt oder geglättet.

² Bei einem TrueDOP wird bei der Entzerrung der Luftbilder ein bildbasiertes digitales Oberflächenmodell (bDOM) anstatt eines digitalen Geländemodells (DGM) verwendet.

Bei den TrueDOPs sind demnach auch hohe Objekte wie Gebäude und Mauern in ihrer korrekten Lage abgebildet.

- Eine Trennung zwischen versiegelten Gebäuden und versiegelten Oberflächen erfolgte mithilfe der KI-Gebäudeerkennung des LGLN. Weiterführende Informationen dazu sind auf der *Webseite des LGLN* zu finden.
- Die resultierenden Flächen wurden entlang der ALKIS®-Flurstücksgrenzen zugeschnitten, um eine spätere Analyse auf Grundstücksebene zu ermöglichen.

- Wasserflächen, wie sie in ALKIS® verzeichnet sind, wurden grundsätzlich als „nicht versiegelt“ eingestuft.

Nach Anwendung und Aufbereitung liegt eine flächendeckende, detaillierte Erfassung versiegelter Flächen für ganz Niedersachsen vor, mit einer Auflösung von 20 cm und einer Unterscheidung nach Versiegelungstypen (Gebäudefläche und versiegelte Oberfläche).

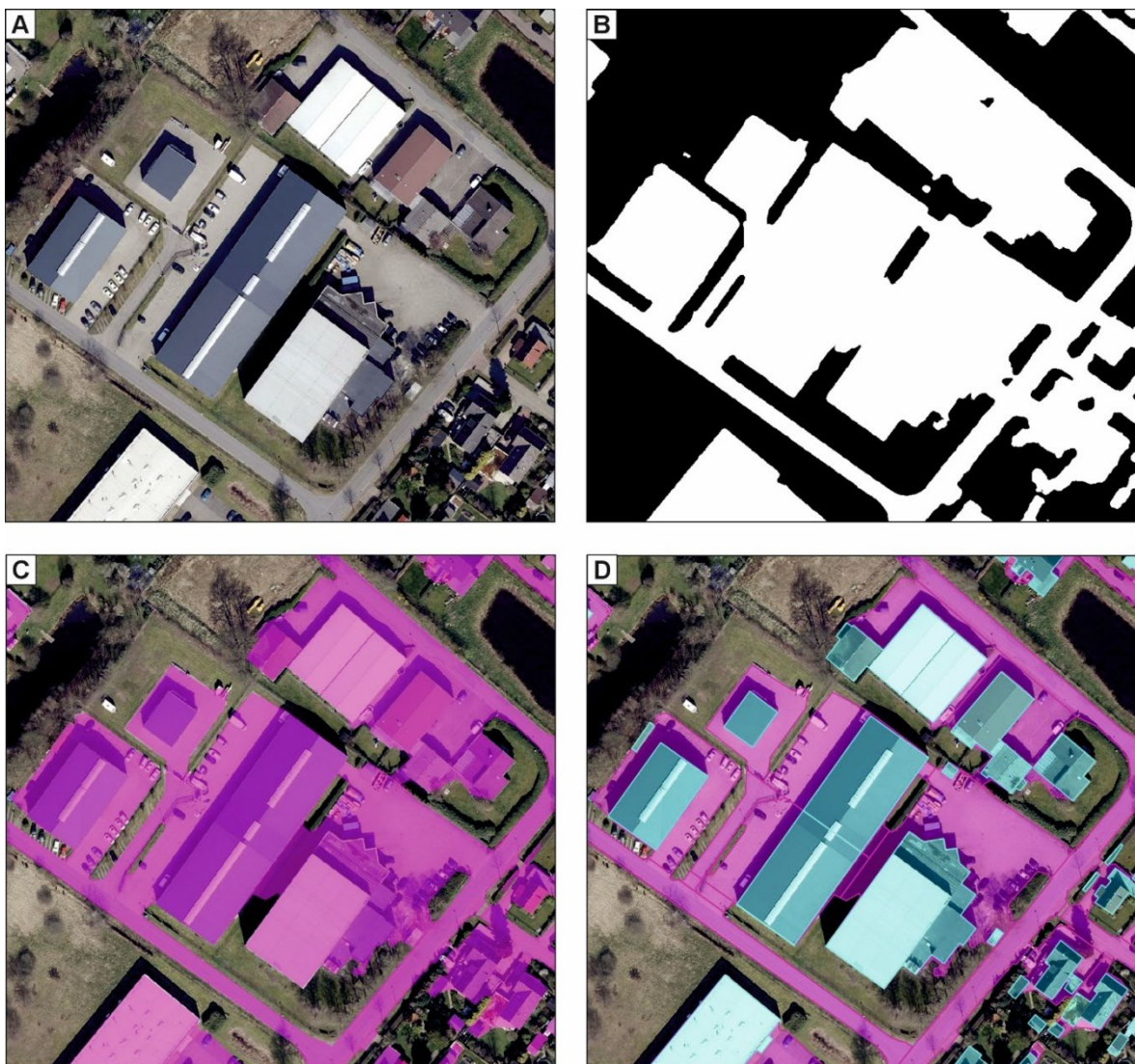


Abb. 4: Ergebnisse und Aufbereitung der Versiegelungserkennung. A: DOP (Oldenburg, NI); B: binäre Rastermaske („versiegelt“ = weiß, „nicht versiegelt“ = schwarz); C: Vektorisierung der Rastermaske („versiegelt“ = magenta); D: Endergebnis mit Trennung in „versiegelte Oberfläche“ (magenta) und „Gebäudefläche“ (cyan) sowie Zuschnitt an Flurstücksgrenzen (Bildrechte: LGLN).

2.3.6. Vorteile und Grenzen der KI-basierten Versiegelungserkennung

Die KI-basierte Erkennung versiegelter Flächen auf Grundlage von Orthophotos (DOP) und normalisierten Höheninformationen (nDOM) bietet eine effiziente Möglichkeit, flächendeckend und automatisiert Informationen zur Bodenversiegelung zu gewinnen. Im Vergleich zu einer klassischen, manuellen Digitalisierung bietet dieser Ansatz mehrere Vorteile:

- **Zeitersparnis:**
Die Auswertung großer Gebiete erfolgt automatisiert und deutlich schneller als bei einer manuellen Erfassung.
- **Einheitliche Ergebnisse:**
Da überall dieselbe Methode angewendet wird, entsteht ein konsistenter und objektiver Datensatz, der landesweit vergleichbar ist.
- **Hohe Skalierbarkeit:**
Die Methode wird nicht nur für einzelne Gemeinden, sondern für das ganze Land Niedersachsen eingesetzt.
- **Aktualität:**
Die Ergebnisse der Versiegelung basieren stets auf den neuesten DOP, die in der Regel in einem Turnus von zwei bis drei Jahren aktualisiert werden. Diese Aktualität kann bei anderen Geodaten (bspw. Basis-DLM) nicht gewährleistet werden.

Diese Eigenschaften machen es möglich, automatisiert landesweite Analysen durchzuführen, wie z. B. die Berechnung von Versiegelungsanteilen und Entsiegelungspotenzialen pro Flurstück (Kap. 3). Auch eine Beobachtung von Entwicklungen über die Zeit ist mit einer einheitlichen niedersachsenweiten Methode möglich. Beides wäre auf Basis manuell digitalisierter Flächen weder flächendeckend möglich noch wirtschaftlich.

Auch im Vergleich zu abgeleiteten Informationen aus anderen Datenquellen, etwa dem ALKIS®, ist der KI-basierte Ansatz deutlich genauer. In ALKIS®-Daten werden Flächen oft nur über Nutzungsarten (z. B. „Wohngebiet“) beschrieben, ohne dass ersichtlich ist, welche Bereiche tatsächlich asphaltiert oder bebaut sind. Die KI-Auswertung zeigt dagegen, wo tatsächlich Flächen versiegelt sind, unabhängig von der Nutzungskategorie.

Wie jedes automatisierte Verfahren hat aber auch die KI-basierte Erkennung Grenzen, die bei der Interpretation berücksichtigt werden sollten:

- **Schatten und Überdeckungen (Abb. 5):**
In Bereichen mit starkem Schattenwurf, dichter Vegetation oder durch Fahrzeuge verdeckten Flächen kann es zu Fehlklassifikationen kommen.
- **Ähnlich aussehende Oberflächen:**
Unbedeckter Boden, Baustellen, Reitplätze, Strand, unbefestigte Wege oder Ackerland sehen in den Eingangsdaten (DOP, nDOM) mitunter sehr ähnlich aus und können daher ggf. schlechter zugeordnet werden.
- **Große Asphaltflächen:**
Sehr gleichförmige Flächen wie Parkplätze oder große Plätze können vom Modell teilweise ungenau abgegrenzt werden, wenn umgebende Strukturen fehlen.
- **Binäre Klassifizierung:**
Es wird nur zwischen „versiegelt“ und „nicht versiegelt“ unterschieden. Teilversiegelte Flächen (z. B. Pflaster mit Fugen oder Rasengittersteine) werden nicht gesondert erfasst, sondern der Kategorie „versiegelt“ zugeordnet.
- **Trainingseinflüsse:**
Das Modell wurde mit ausgewählten Gebieten trainiert, die repräsentativ für die gesamte Landesfläche sein sollen. In Regionen, die sich stark davon unterscheiden (z. B. durch andere Bauweisen oder Materialien), kann die Erkennungsqualität etwas variieren.
- **Randartefakte:**
An den Übergängen zwischen Bildkacheln können gelegentlich kleine Unstimmigkeiten auftreten.
- **Abweichungen zu ALKIS®-Gebäudeumringen:**
Gebäude werden auf Basis des Dachumrisses erkannt. Dadurch können Unterschiede zu den Gebäudedaten aus ALKIS® entstehen, etwa durch Dachüberstände oder kleine Nebengebäude wie Gartenlauben, die im ALKIS® nicht enthalten sind.
- **Datenabhängigkeit:**
Die Ergebnisse spiegeln den Stand der letzten Luftbildbefliegung wider. Neuere Veränderungen werden erst mit der nächsten Aktualisierung sichtbar.

Der Einsatz von KI bei der Versiegelungsdetektion macht es möglich, versiegelte Flächen automatisiert landesweit und einheitlich zu erkennen und zu bewerten. Dies ist ein entscheidender Schritt, um die Versiegelung zu monitoren, Entsiegelungspotenziale landesweit einheitlich zu bestimmen (Kap. 3.1) und Entsiegelungsmaßnahmen gezielt zu planen. Trotz gewisser Unsicherheiten in Detailbereichen liefert der Ansatz die derzeit beste verfügbare Methode für eine sehr hoch auflösende, flächendeckende und objektive Erfassung von Versiegelung in Niedersachsen. Die resultierenden Daten eignen sich als belastbare Grundlage für Analysen, sollten bei Bedarf jedoch durch lokale Informationen weiter präzisiert werden.



Abb. 5: Beispiele für Versiegelungen, die mittels der KI-basierten Versiegelungserkennung nicht erfasst wurden (Bildrechte: LBEG). Links: Versiegelungen innerhalb eines Mischwaldes. Rechts: Versiegelung, die teilweise durch Moos und Gras überdeckt ist.

3.

Bewertung von Entsiegelungspotenzialen



Ausschnitt aus dem Entsiegelungskataster.NI des LGLN.

3. Bewertung von Entsiegelungspotenzialen

Entsiegelungspotenziale können auf unterschiedlichen Maßstabsebenen ausgewiesen werden. Im Folgenden ist zunächst die niedersachsenweit anwendbare Entsiegelungspotenzialbewertung des Entsiegelungskataster.NI beschrieben (Kap. 3.1). In Kapitel 3.2 werden anschließend Empfehlungen zur Vor-Ort-Bewertung von Entsiegelungspotenzialen gegeben.

3.1. Entsiegelungspotenzialbewertung im Entsiegelungskataster.NI

Im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) und begründet durch § 19 („Entsiegelungskataster“) des NKlimaG wurde durch das Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) das Entsiegelungskataster.NI entwickelt. Die Bereitstellung erfolgt über ein WebGIS.

3.1.1. Inhaltliche Grundsätze

Die im Folgenden erläuterte Bewertungsmethodik basiert auf einigen zentralen inhaltlichen Grundsätzen, die der in diesem Kapitel geschilderten Methodik zugrunde liegen:

- Es ist bekannt, dass die Entsiegelung von Böden zu einer naturnäheren Gestaltung von Siedlungen führt. Diese Gestaltung kann wesentlich dazu beitragen, Siedlungen an die Folgen des Klimawandels anzupassen.
- Besondere Bedeutung hat hierbei der Wasserhaushalt und deshalb die Schaffung von kühlenden Grünstrukturen und die Bewirtschaftung des Regenwassers.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) stellt in der Praxis breit etablierte Handlungsempfehlungen bereit. Das Merkblatt M 153 (Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser) weist einige zentrale Grundsätze und Maßnahmen für einen naturnahen Umgang mit Regenwasser aus (DWA 2007:10):

- „Die wirksamste Maßnahme der Regenwasserbewirtschaftung besteht darin, Siedlungsflächen so wenig wie möglich zu versiegeln und so durchlässig wie möglich zu gestalten.“
- „Auch der Einzelne hat die Möglichkeit, Wasser auf seinem Grundstück zurückzuhalten. Jeder Kubikmeter Wasser, der zurückgehalten wird, ist ein Gewinn für die Natur und entschärft die ortsnahe Hochwassersituation.“
- „Gering verschmutztes Wasser von Dächern an Ort und Stelle möglichst über bewachsenen Oberboden versickern,
- den Bau von Erschließungsstraßen in Wohngebieten auf Mindestmaße beschränken,
- Grünstreifen, Vegetationsflächen und Gehölzpflanzungen neben den Fahrbahnen zur Erhöhung der Verdunstung und zur Versickerung anlegen, [...]
- gering verschmutzte Verkehrsflächen durch Verwendung teildurchlässiger Oberflächenbefestigungen wie zum Beispiel Pflaster ohne Fugenverguss, Rasengittersteine, Rasenpflaster usw. durchlässig gestalten (Beispiele: Spiel- und Anliegerstraßen, Innenhöfe, wenig benutzte Park- und Stellplätze, Grundstückszufahrten),
- breitflächiges Versickern über bewachsene Seitenstreifen an Straßen, Wegen oder Plätzen, [...]“.

Durch versiegelungsarme Planung und Entsiegelung, die auch außerhalb von Siedlungsräumen wichtig sein kann, werden zahlreiche positive Effekte für den Naturhaushalt und die Menschen erreicht (KIRCHNER & STADTMANN 2025). Beispiele sind:

- Reduzierung der Hitzebelastung für die Bevölkerung durch erhöhte Kühlleistung von Boden und Vegetation,
- Schaffung von Lebensräumen und Förderung von Biodiversität und Naturschutz,
- Erhöhung der Grundwasserneubildung und damit Beitrag zur Sicherung der Wasserressourcen,
- Naturnähere Gestaltung des Bodenwasserhaushalts und Erhöhung des Bodenwasservorrats für Trockenphasen,
- Beitrag zum dezentralen Hochwasserschutz durch Wasserrückhalt in der Fläche.

3.1.2. Entsiegelungspotenzial im Entsiegelungskataster.NI³

Im Entsiegelungskataster.NI wird für die gesamte Landesfläche Niedersachsens das Entsiegelungspotenzial angezeigt. Es beschreibt die theoretisch entsiegelbaren Flächenanteile

auf Flurstückebene, die unter Berücksichtigung von Nutzungsbeschränkungen ermittelt werden. Für Kommunen soll es eine Hilfestellung bei der Flächenauswahl von Entsiegelungsmaßnahmen bieten. Ein schematischer Überblick zur Ermittlung des Entsiegelungspotenzials ist in Abbildung 6 dargestellt.

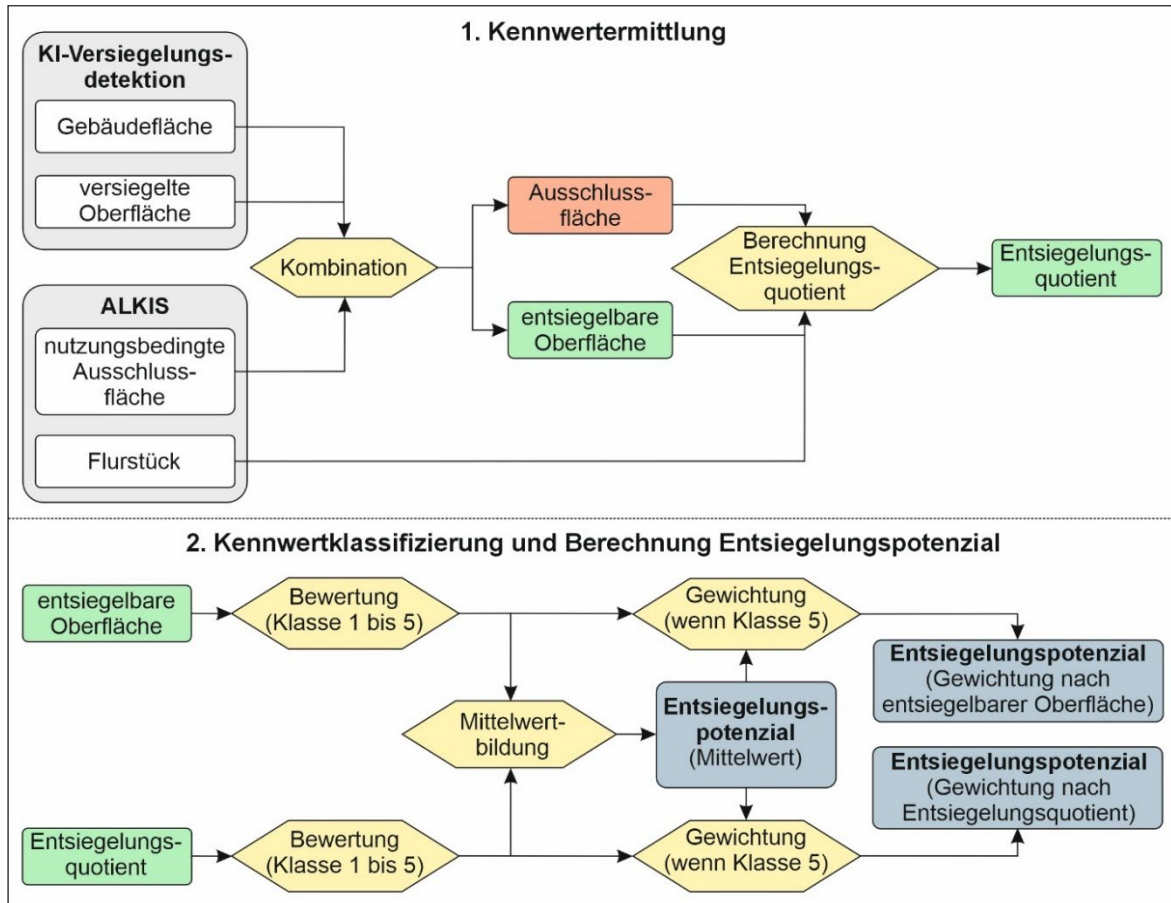


Abb. 6: Ablaufplan zur Bestimmung des Entsiegelungspotenzials.

3.1.3. Datengrundlagen des Entsiegelungspotenzials

Zentrale Datengrundlage für die Berechnung des Entsiegelungspotenzials bilden aus Orthophotos und nDOM mittels KI erkannte versiegelte Flächen (Kap. 2). Diese werden differen-

ziert in bebaute (Gebäude) und unbebaute versiegelte Flächen (z. B. Parkplätze, Straßen). Hinzu kommen Nutzungsinformationen, die aus dem Amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS®) bezogen werden. Als räumliche Gliederungsebene wird das Flurstück gewählt.

³ Bei dem hier beschriebenen Ansatz handelt es sich um den derzeit im Entsiegelungskataster.NI umgesetzten Berechnungsweg. In zukünftigen Entwicklungsstufen kann es zu methodischen Weiterentwicklungen kommen.

3.1.4. Ausschlussflächen

Gebäudeflächen

Gebäude (bebaute versiegelte Flächen) stellen Versiegelungen dar. Bei der Umsetzung von Entsiegelungsmaßnahmen liegt der Fokus jedoch weniger auf dem Gebäuderückbau, sondern auf unbebauten versiegelten Flächen. Gebäude sollten prioritär einer erneuten Nutzung zugeführt werden, unter anderem, um Neuinanspruchnahmen zu vermeiden. Zwar kann im Einzelfall auch der Rückbau von Gebäuden möglich und sinnvoll sein (kommunale Einzelfallprüfung), jedoch gelten bei der landesweiten Ausweisung des Entsiegelungspotenzials Gebäude als nicht entsiegelbar.

Nutzungsbedingte Ausschlussflächen

Nicht jede versiegelte Fläche eignet sich für eine Entsiegelung. Einen Überblick über die im Entsiegelungskataster.NI nutzungsbedingten Ausschlussflächen bietet Tabelle 1. Liegt eine versiegelte Fläche innerhalb nutzungsbedingter Ausschlussflächen, wird diese bei der Berechnung des Entsiegelungspotenzials als nicht entsiegelbar interpretiert.

Tab. 1: Flächen, die nutzungsbedingt bei der landesweiten Betrachtung des Entsiegelungspotenzials als nicht entsiegelbar gelten.

Nutzungsbedingte Ausschlussflächen	Genutzte ALKIS®-Objektarten	Ermittlung der Ausschlussgeometrie
Gleisbetten	AX_Bahnverkehr (42010)	Ausschluss von Objekten, deren Funktion nicht „Gebäude- und Freifläche zu Verkehrsanlagen, Schiene“ (2321) oder „Begleitfläche Bahnverkehr“ (2322) ist.
viel befahrene Straßen	AX_Straßenverkehr (42001), AX_KlassifizierungNachStrassenrecht (71001)	Nur Objekte mit Funktion = „Fahrbahn“ (2315) oder null. Ausschluss von „Bundesautobahn“ (1110), „Bundesstraße“ (1120), „Landstraße“ (1130) und „Kreisstraße“ (1140).
Bauwerke im Verkehrsbereich	AX_BauwerkImVerkehrsbereich (53001)	Ausschluss von Bauwerken, die dem Verkehr dienen (z. B. Brücken, Tunnel, Durchfahrten).
Flugverkehrsanlagen	AX_Flugverkehrsanlage (53007)	Ausschluss von Flächen, auf denen Luftfahrzeuge bewegt oder abgestellt werden (z. B. Startbahn, Landebahn, Vorfeld, Hubschrauberlandeplatz).
Einrichtungen Schiffsverkehr	AX_EinrichtungenFuerDenSchiffsverkehr (53008)	Ausschluss von Bauwerken, die dem Schiffsverkehr dienen (z. B. Anleger, Leuchtfeuer).
Bauwerke im Gewässerbereich	AX_BauwerkImGewasserbereich (53009)	Ausschluss von Bauwerken, die dem Abfluss, der Rückhaltung oder der Messung von Gewässern dienen (z. B. Durchlässe, Rückhaltebecken, Stau-mauern).

3.1.5. Ermittlung und Klassifizierung relevanter Kennwerte

Für die Ermittlung des Entsiegelungspotenzials eines Flurstücks werden zwei Kennwerte genutzt.

1. Entsiegelbare Oberfläche:

Von der gesamten versiegelten Fläche eines Flurstücks werden zunächst die Ausschlussflächen (Kap. 3.1.4) abgezogen. Die verbleibenden versiegelten Flächen bilden die entsiegelbaren Oberflächen, also jene versiegelten Flächen, die grundsätzlich für Entsiegelungsmaßnahmen in Betracht kommen könnten (s. Gl. 1).

Die ermittelten Werte der entsiegelbaren Oberflächen werden anschließend klassifiziert:

Klasse 1 (sehr niedrig): 0 bis <10 m²

Klasse 2 (niedrig): 10 bis <100 m²

Klasse 3 (mittel): 100 bis <1.000 m²

Klasse 4 (hoch): 1.000 bis <10.000 m²

Klasse 5 (sehr hoch): ≥10.000 m²

2. Entsiegelungsquotient:

Der Entsiegelungsquotient bezieht sich nicht auf die gesamte Flurstückfläche, sondern nur auf den Teil, der grundsätzlich entsiegelt werden kann. Ausschlussflächen (Kap. 3.1.4) werden bei der Berechnung sowohl aus der Gesamtfläche als auch aus der versiegelten Fläche herausgenommen (s. Gl. 2). Der Entsiegelungsquotient beschreibt somit, wie stark der theoretisch entsiegelbare Bereich aktuell versiegelt ist.

$$\text{Entsiegelbare Oberfläche [m}^2\text{]} = \text{versiegelte Oberfläche [m}^2\text{]} - \text{Ausschlussfläche [m}^2\text{]} \quad \text{Gl. 1}$$

$$\text{Entsiegelungsquotient [\%]} = \left(\frac{\text{versiegelte Oberfläche [m}^2\text{]} - \text{Ausschlussfläche [m}^2\text{]}}{\text{Flurstückgröße [m}^2\text{]} - \text{Ausschlussfläche [m}^2\text{]}} \right) * 100 \quad \text{Gl. 2}$$

Auch der Entsiegelungsquotient wird bewertet, wofür die folgenden Klassen genutzt werden:

Klasse 1 (sehr niedrig): 0 bis <20 %

Klasse 2 (niedrig): 20 bis <40 %

Klasse 3 (mittel): 40 bis <60 %

Klasse 4 (hoch): 60 bis <80 %

Klasse 5 (sehr hoch): 80 bis 100 %

Aus der Klassifizierung leitet sich eine zweite Potenzialbewertung für eine Entsiegelung (nach dem Entsiegelungsquotienten) ab, die ebenfalls zwischen 1 und 5 liegen kann.

3.1.6. Berechnung des Entsiegelungspotenzials

Die Berechnung des Entsiegelungspotenzials basiert auf den beiden vorgestellten Kennwerten „entsiegelbare Oberfläche“ und „Entsiegelungsquotient“ (Kap. 3.1.5) und wird ebenfalls auf einer fünfstufigen Skala von 1 („sehr niedrig“) bis 5 („sehr hoch“) angegeben. Aus der

Kombination dieser beiden Teilbewertungen können drei Varianten des Entsiegelungspotenzials berechnet werden (Abb. 7):

1. Entsiegelungspotenzial (Mittelwert):

Der Mittelwert beider Kennwertklassifikationen ergibt das Entsiegelungspotenzial. Beispiel: Ein Flurstück mit den Teilbewertungen 2 und 4 erhält ein gemitteltes Entsiegelungspotenzial von 3 („mittel“). Wird ein Mittelwert mit Dezimalstelle erreicht (z. B. 2,5), wird abgerundet.

2. Entsiegelungspotenzial (gewichtete Variante nach Flächengröße):

Auch bei dieser Variante wird der Mittelwert beider Kennwertklassifikationen verwendet. Wenn jedoch die Teilbewertung der entsiegelbaren Fläche außergewöhnlich hoch ist (Bewertung 5), wird das Entsiegelungspotenzial in dieser Variante auf die höchste Stufe angehoben, um den hohen räumlichen Einfluss zu berücksichtigen.

3. Entsiegelungspotenzial (gewichtete Variante nach Entsiegelungsquotient): Wenn der Entsiegelungsquotient die Teilbewertung 5 erreicht, wird das Entsiegelungspotenzial in dieser Variante auf 5 („sehr hoch“) angehoben. Dadurch können insbesondere Flurstücke mit großflächiger,

unbebauter Versiegelung oder Flächen mit überdurchschnittlich hohem Versiegelungsanteil gezielt identifiziert werden. Andernfalls wird auch bei dieser Variante der Mittelwert beider Kennwertklassifikationen verwendet.

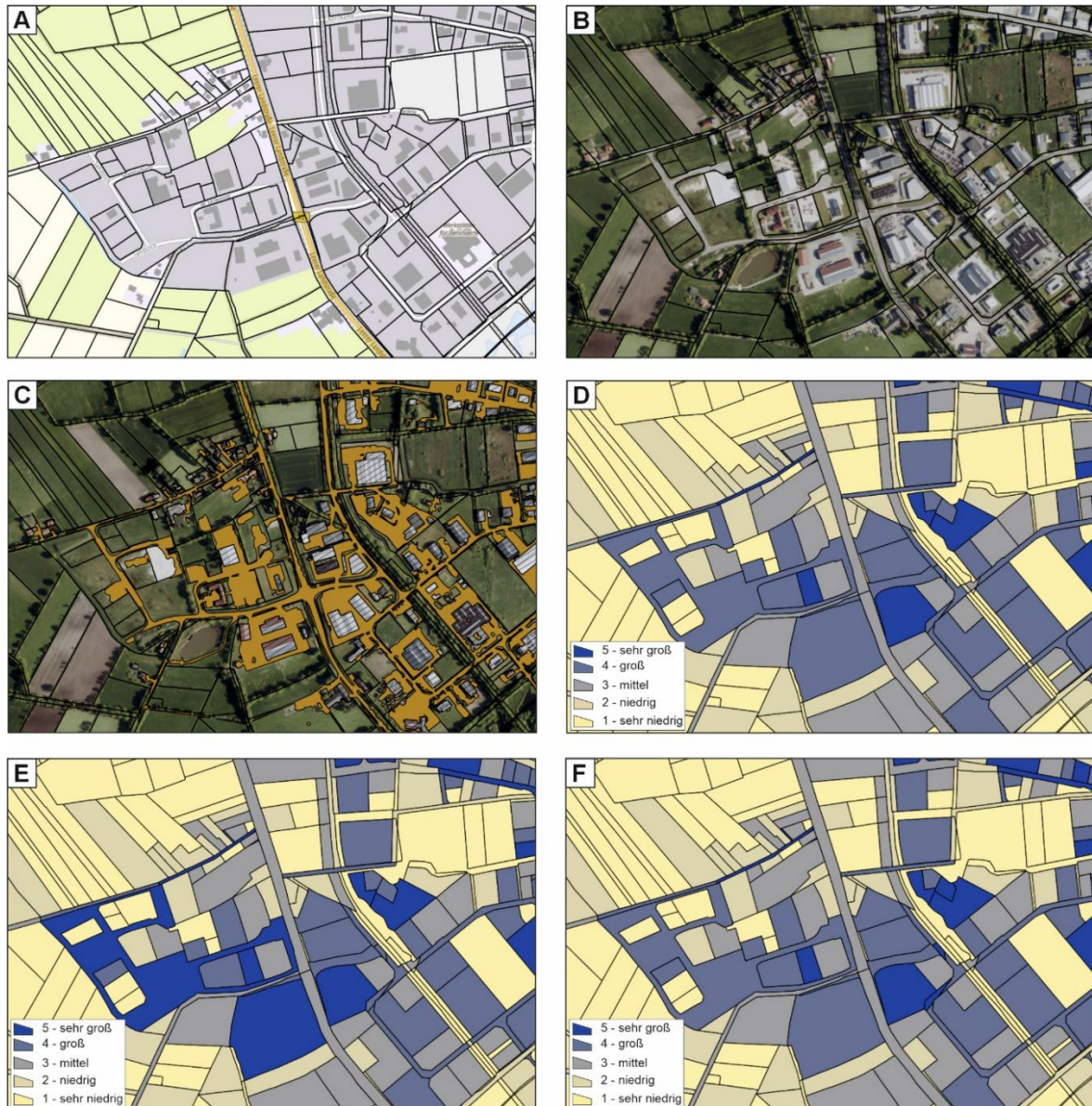


Abb. 7: Blick ins Entsiegelungskataster.NI. A: Übersichtskarte mit Darstellung der Flurstücksgrenzen. B: Luftbildausschnitt mit Darstellung der Flurstücksgrenzen im entsprechenden Gebiet. C: Versiegelungserkennung im Gebiet. Bebaute versiegelte Flächen (Gebäude) sind gestreift dargestellt, unbebaute versiegelte Flächen ocker. D: mittleres Entsiegelungspotenzial, E: nach Flächengröße gewichtetes Entsiegelungspotenzial, F: nach Entsiegelungsquotient gewichtetes Entsiegelungspotenzial (Bildrechte: LGLN).

3.2. Bewertung von Versiegelung und Entsiegelungspotenzialen vor Ort

Trotz der vielfältigen technischen Entwicklungen und der sehr hohen Auflösung der verfügbaren Daten ist für die Entscheidung, ob eine Entsiegelung möglich ist, ergänzend in der Regel eine Vor-Ort-Prüfung der Fläche und die Einbeziehung von lokalem Wissen erforderlich. So ist es beispielsweise aktuell noch nicht in hinreichendem Maße möglich, allein über die Auswertung der Orthophotos den Belag einer versiegelten Fläche zufriedenstellend und vor allem flächenhaft zu bestimmen. Gleichzeitig ist die Kenntnis über den Belag jedoch entscheidend dafür, ob dieser im Rahmen einer Teilentsiegelung versickerungsfreundlicher gestaltet werden kann.

3.2.1. Stufenweises Vorgehen

Um den Zeitaufwand für Begehungen zu reduzieren, wird ein stufenweises Vorgehen empfohlen (Abb. 8). Über das Entsiegelungskataster.NI können ggf. bereits Ausschlussflächen identifiziert werden, bei denen eine Entsiegelung nicht infrage kommt. Ebenso können Potenzialflächen identifiziert werden, die für die Detailbetrachtung priorisiert werden können. Nach GeoBericht 52 befinden sich die nachfolgend beschriebenen Arbeitsschritte je nach Vorhaben und Ausgangssituation in den Phasen 0 bis 2 eines Entsiegelungsprojektes, häufig in Phase 0. Letzteres gilt vor allem, wenn seitens der Kommune die im Entsiegelungskataster.NI ausgewiesenen Potenziale geprüft und optimiert sowie priorisiert werden. Aber auch anlassbezogene Prüfungen (z. B. Nachfrage zur Entsiegelung einer Fläche von privaten Akteuren) können so vorgenommen werden.

Detailliertere Untersuchungsschritte werden im Folgenden kurz beschrieben.

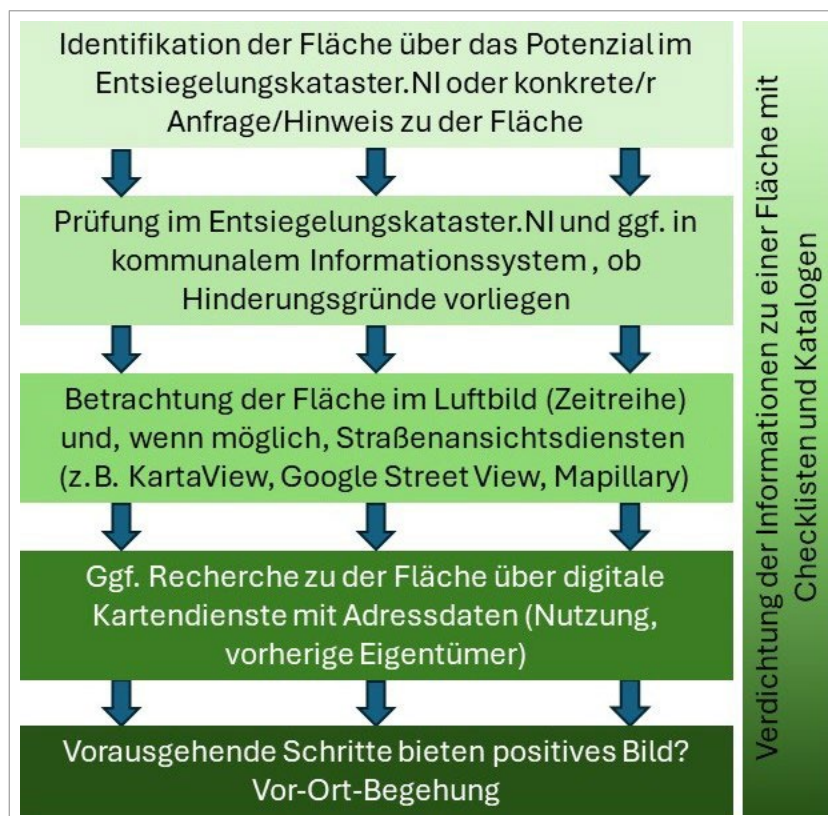


Abb. 8: Ablaufschema zur Prüfung einer potenziellen Entsiegelungsfläche und Einstufung des Entsiegelungspotenzials.

3.2.2. Prüfung der Fläche anhand von Luftbildern und weiteren Zusatzinformationen

Die Ausdehnung der versiegelten Flächen wird bereits durch das Entsiegelungskataster.NI bereitgestellt und durch die Entsiegelungspotenziale auch eine Priorisierung vorgeschlagen. Hinzu kommen weitere thematische Informationen aus dem Entsiegelungskataster.NI sowie vorliegende kommunale Daten. Diese Informationen können nun angereichert werden. Bevor eine Vor-Ort-Begehung stattfindet, sollten Informationen über eine Fläche aus dem Luftbild (Abb. 9) oder anderen Quellen gewonnen werden.

Exkurs: Luftbildauswertung zu Entsiegelungspotenzialen

Wie sehen Beläge im Luftbild aus und wie können sie differenziert werden? Welche Fehlerquellen gibt es bei der Luftbildinterpretation von Brachflächen? Diesen und ähnlichen Fragestellungen widmen sich zwei fundierte Leitfäden aus Nordrhein-Westfalen, die auch anschauliche Beispiele bieten (BERIEF et al. 2015, BERIEF & PANKRATZ 2017).

Wichtige Erkenntnisse aus dem Luftbild können sein:

- Welche Nutzung findet auf den Flächen statt (z. B. Parkplatz, Lagerfläche)?
- Lassen Zeitreihen der Luftbilder Rückschlüsse auf das Alter der Versiegelung und die Intensität der Nutzung zu (z. B. Auslastung von Parkplätzen, Markierungen, Gebäudezustand)?
- Gibt es erste Hinweise auf den Belag (vgl. BERIEF & PANKRATZ 2017: 22f.)?
Ist die Fläche bereits nur teilversiegelt, sinkt dadurch ggf. die Priorität der Entsiegelung?
- Liegt eine öffentliche Fläche vor (z. B. ein Schulhof oder ein öffentlicher Platz), kann ein aktuelles Luftbild Hinweise auf unausgewogene Verhältnisse von Versiegelung und Begrünung bieten?



Abb. 9: Identifikation einer Brachfläche mit möglichen Entsiegelungspotenzialen aus dem Vergleich der historischen und aktuellen Luftbilder sowie Vor-Ort-Aufnahme der aktuellen Situation. Die automatisierte Versiegelungserkennung in der heutigen Situation ist durch den Bewuchs erschwert, der Belag (Asphalt) der zentralen Fläche ist im Luftbild allerdings recht gut zu erkennen (© GeoBasis-DE/LGLN 2025). Ob die Fläche z. B. bereits für ein Brachflächenrecycling vorgesehen ist, muss anderen Quellen entnommen werden.

Um den Aufwand für Begehungen weiter zu verringern, können zudem Aufnahmen von kommerziellen Straßenansichtsdiensten (z. B. Kartaview, Google Street View oder Mapillary) hilfreich sein. Je nach Abdeckung ermöglichen sie einen schnellen Eindruck insbesondere von

straßennahen Flächen und auch die Identifikation von Belägen. Je nach Anbieter und Situation können auch Grundstücke eingesehen werden. Abbildung 10 zeigt die beispielhafte Anwendung im Straßenraum. Die Nutzung bzw. Nutzungshistorie weniger gut einsehbarer Flä-

chen kann auch durch die Recherche zu der jeweiligen Fläche in digitalen Kartendiensten mit Adressdaten unterstützt werden. Hier finden sich teilweise Hinweise auf Eigentumsverhältnisse oder frühere Gewerbetätigkeiten.



Abb. 10: Betrachtung von Entsiegelungspotenzialen im Straßenraum. Der Mittelstreifen ist in Bild A noch versiegelt, 50 m entfernt (Bild B) ist er bereits begrünt und durch Straßenbäume geprägt (Bildrechte: LBEG). Diese Verhältnisse und der Belag (Naturstein-Fugenpflaster) können auch den Fahrzeugaufnahmen (Bild C und D) entnommen werden. Eine Vor-Ort-Begehung wäre hier im frühen Planungsstadium somit noch nicht erforderlich (KartaView Darstellungen unterliegen der CC-BY-SA Lizenz).

3.2.3. Arbeit mit Katalog und Checklisten

Um eine möglichst standardisierte und effektive Beurteilung von Potenzialflächen zu erreichen, wurden Checklisten zur Bewertung erarbeitet.

Als Grundlage dienen die umfangreichen Arbeiten von NLO (2001) und BASEDOW et al. (2021), zudem KIRCHNER & STADTMANN (2025) sowie DWA (2024). Folgender Katalog und Checklisten liegen dem Anhang bei (Tab. 2):

Tab. 2: Übersicht zu den erarbeiteten Checklisten und Katalogen, die im Anhang dieses GeoBerichts zu finden sind.

Produkt	Anwendungsbereich
Katalog zu Belagsarten	Die Erfassung der Beläge ist von großer Bedeutung für die Planung. Um diese effektiv vornehmen zu können und neu mit dem Thema befasste Mitarbeitende zu unterstützen, bietet der Katalog Anschauungsmaterial, eine Bewertung der Eigenschaften (Vor- und Nachteile) sowie typische Anwendungsbereiche, die auch Hinweise auf Beläge bieten können, die ohne Funktionsverlust z. B. versickerungsfreundlicher ersetzt werden können.
Basis-Checkliste	Grundlageninformationen zur Ersteinschätzung einer Fläche und Ermittlung von Ausschlusskriterien und Informationsdefiziten
nach Nutzungstypen differenzierte Checklisten: • Straßen, • Geh- und Radwege, • Parkplätze, • Wohnflächen, • Gemeinbedarfsflächen, • Gewerbe- und Industrieflächen.	• Prüfung von typischen Entsiegelungspotenzialen in den Nutzungstypen und Aufzeigen von möglichen Maßnahmen, • gleichzeitig Erfassung von einschränkenden Faktoren (z. B. mögliche Schadstoffeinträge), • teilweise werden Hinweise darauf gegeben, was eine Umsetzung fördern kann (z. B. anstehende Unterhaltungsmaßnahmen).

Nach den oben beschriebenen vorbereitenden Arbeiten kann also bei Bedarf eine Vor-Ort-Prüfung erfolgen. Hierfür können die angebotenen Checklisten flächenspezifisch bereits zuvor ausgefüllt und ggf. digital mitgeführt werden.



Abb. 11: Spätestens bei der Vor-Ort-Begehung würde in diesem Fall klar: Diese Einfahrt wird im Entsiegelungskataster.NI zwar als Versiegelung detektiert, bietet aufgrund der versickerungsfreundlichen Gestaltung durch Kies, breitfugig verlegte Natursteine und der Funktion aber kaum noch Entsiegelungspotenzial (Bildrechte: LBEG).

4.

Effekte von
Entsiegelungsmaßnahmen



4. Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen

Entsiegelungsmaßnahmen tragen in vielfältiger Weise zur Wiederherstellung natürlicher Prozesse und Funktionen bei (KIRCHNER & STADTMANN 2025). Für die Planung von Entsiegelungsmaßnahmen und auch für die Argumentation für deren Umsetzung kann es wichtig sein, diese positiven Effekte auch in Zahlen fassen zu können. Im Folgenden wird deshalb an einigen Beispielen vorgestellt, wie diese Effekte von Entsiegelungsmaßnahmen mithilfe der Daten des LBEG quantifiziert werden können. Hierzu wird jeweils ein standorttypisches Bodenprofil angenommen, das im Zuge der Entsiegelung wiederhergestellt wird. Datengrundlage ist die mittelmaßstäbige Bodenkarte 1 : 50.000 (BK50) (GEHRT et al. 2021), die für ganz Niedersachsen vorliegt. So kann bei der Planung von Entsiegelungsmaßnahmen über die Auswertungskarten auf Basis der BK50 der Effekt abgeschätzt werden. Abweichungen von dem standorttypischen Profil bei der Entsiegelung können entsprechend zu Abweichungen im Ergebnis führen.

4.1. Stärkung des natürlichen Wasserhaushalts durch Entsiegelung

4.1.1. Stärkung des Boden- und Landschaftswasserhaushalts durch Entsiegelung

Um den Effekt von Entsiegelungsmaßnahmen auf den Boden- und Landschaftswasserhaushalt zu bewerten und quantitativ abzubilden, eignet sich insbesondere die Retentionskapazität des Bodens (BUG et al. 2022). Sie bildet die maximale Wassermenge ab, die ein Boden kurz- bis mittelfristig in seinen Poren aufnehmen kann und verdeutlicht damit die Fähigkeit des Bodens, Wasser vorübergehend zurückzuhalten, ohne dass es, wie auf versiegelten Flächen, sofort oberflächlich abfließt. Diese Kapazität steht nach einer Entsiegelung wieder zur Verfügung. Das gespeicherte Wasser kann beispielsweise von Pflanzen über ihre Wurzeln aufgenommen werden, verzögert ins Grundwasser geleitet werden (Sickerwasser) oder trägt dazu bei, den schnellen Oberflächenabfluss in Fließgewässer oder in die Kanalisation zu verringern. Die Retentionskapazität hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die Mächtigkeit des Bodenmaterials, Bodenart, Humusgehalt und Lagerungsdichte (BUG et al. 2022). Zur Veranschaulichung wird die Retentionskapazität hier bis in einen Meter Tiefe berechnet. Auch der Boden darunter kann allerdings Wasser aufnehmen und zwischenspeichern.

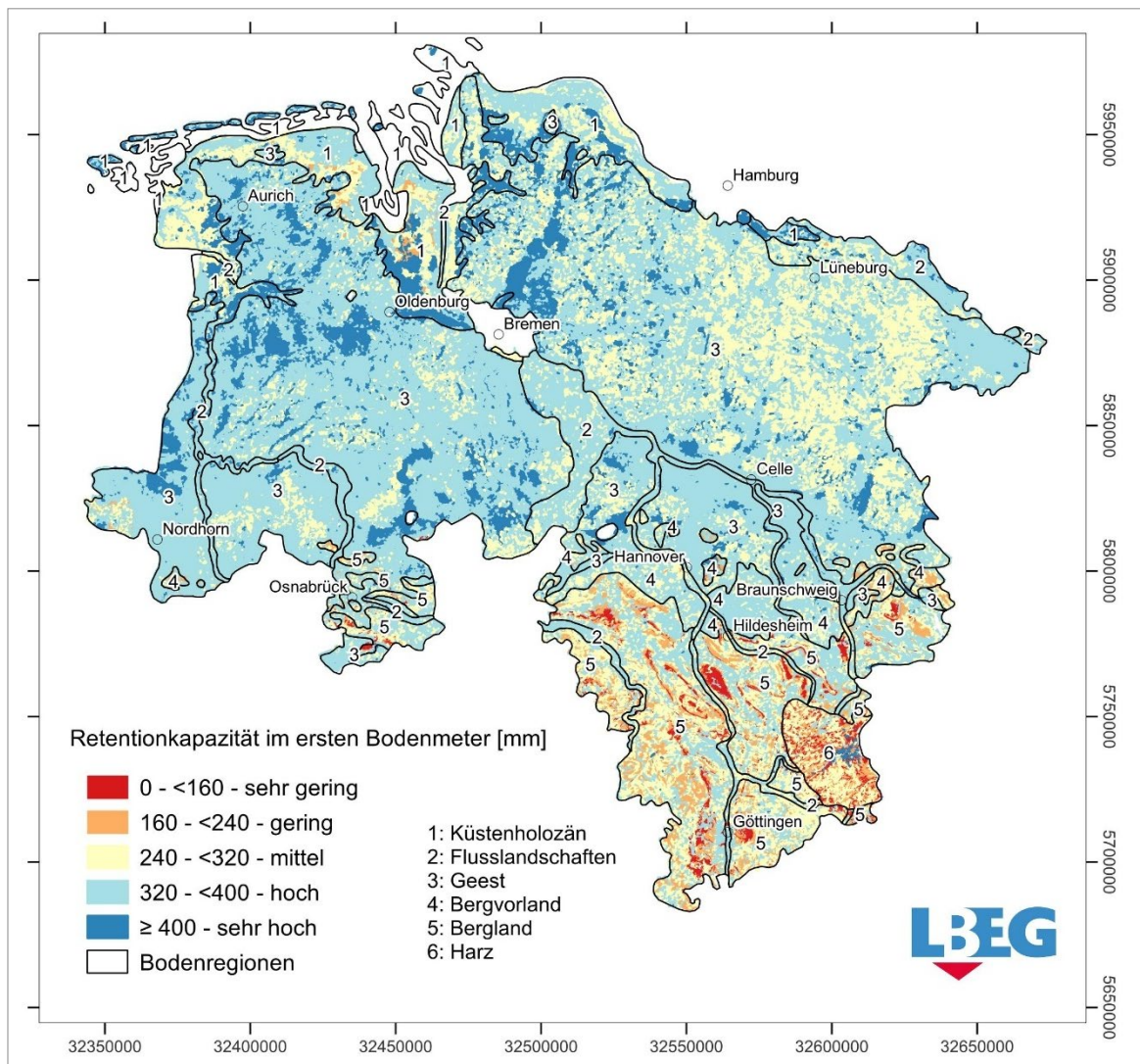


Abb. 12: Übersichtskarte zur Retentionskapazität niedersächsischer Böden im oberen Bodenmeter.

Unter natürlichen Voraussetzungen können beispielsweise in schluffdominierten Böden, wie sie in der niedersächsischen Lössbörde oder im Bergland weit verbreitet sind, allein im obersten Meter teils mehr als 400 mm bzw. Liter Wasser pro Quadratmeter aufgenommen werden (Abb. 12). Wird eine 500 m² große Fläche mit solchen Böden fachgerecht entsiegelt und damit reaktiviert, ergibt sich ein zusätzliches Rückhaltevolumen von über 200.000 Litern Wasser. Dieses zurückgehaltene Regenwasser muss im Gegensatz zur versiegelten Situation nicht mehr über die Kanalisation abgeleitet werden, wodurch das Kanalnetz und Kläranlagen entlastet werden und langfristig auch wirtschaftliche Einsparungen erzielt werden können.

Abbildung 13 verdeutlicht, dass die Retentionskapazität und weitere Kennwerte des Bodenwasserhaushalts u. a. abhängig von der Mächtigkeit des Feinbodenmaterials, den Bodenarten, dem Humusgehalt oder dem Steingehalt im Vergleich zu einem Boden aus Löss (Profil 1) deutlich abweichen können. So zeigen die Braunerde (Profil 2) oder auch die Rendzina (Profil 4) geringere Retentionskapazitäten, der sandige Podsol (Profil 3) eine höhere. Gleichzeitig kann letzterer deutlich weniger Wasser pflanzenverfügbar speichern. Dennoch leisten alle diese Böden einen wichtigen Beitrag zum Wasserrückhalt, indem sie beispielsweise den Oberflächenabfluss verringern und die Grundwasserneubildung durch eine erhöhte Sickerwasserrate fördern (Kap. 4.1.2).

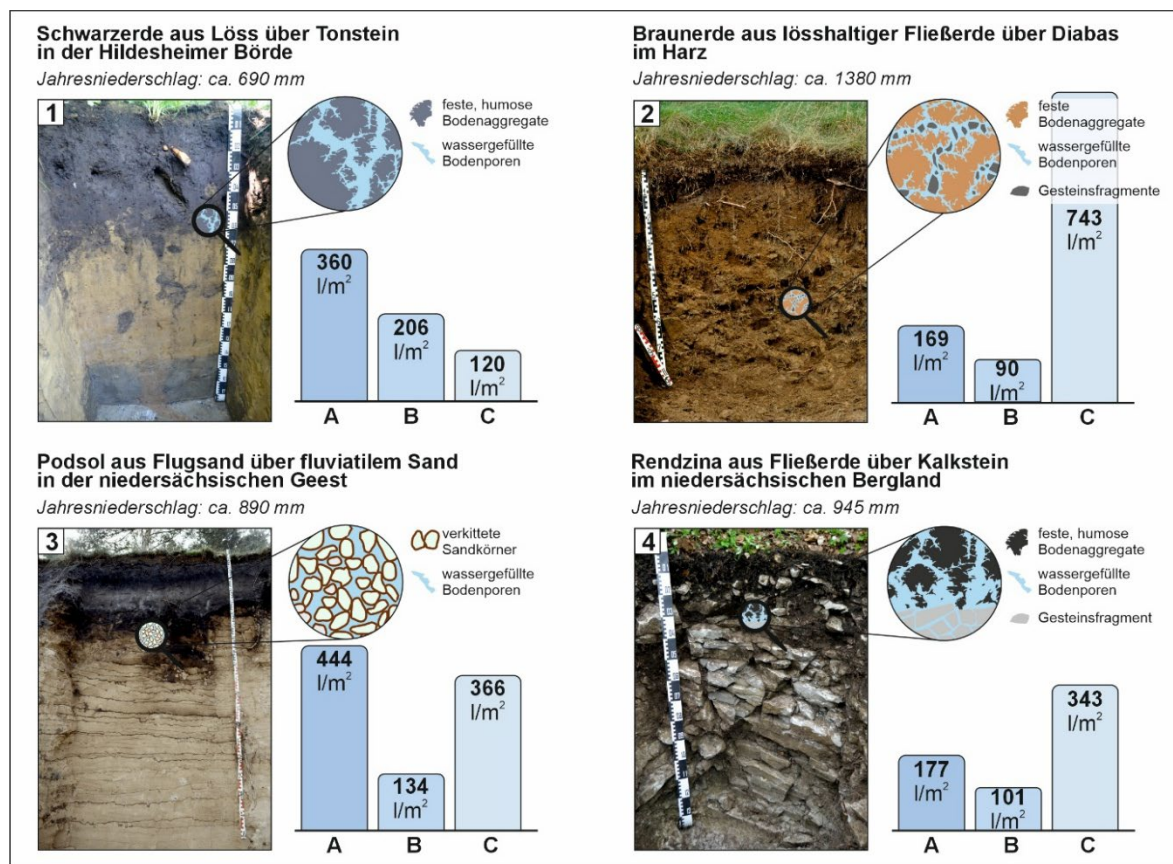


Abb. 13: Bilanzierung wichtiger Wasserhaushaltsgrößen bei Wassersättigung in niedersächsischen Böden. A: Retentionskapazität im oberen Meter. B: Pflanzenverfügbar gespeichertes Wasser (nutzbare Feldkapazität) im oberen Meter. C: Sickerwasserrate. Die Sickerwasserrate hängt wesentlich auch vom Niederschlag ab. Profil 2 liegt im Harz und weist auch deshalb eine sehr hohe Sickerwasserrate auf.

Wie dargestellt, sind die Potenziale für die Retention im Bodenkörper räumlich also sehr variabel. Gleiches gilt auch für die Böden, die bei einer Entsiegelung wiederhergestellt werden (vgl. Kap. 5). Dies zeigt: Für die Abschätzung des Effekts einer Entsiegelungsmaßnahme lohnt es sich, Bodeninformationen heranzuziehen, um belastbare Ergebnisse zu erzielen und neben der Retention beispielsweise auch die Wasserversorgung der Pflanzen beurteilen zu können.

Wo finden Sie die Informationen?

Viele Auswertungskarten zum Wasserhaushalt der Böden sind auf dem NIBIS®-Kartenserver frei zugänglich. Dort können Werte zur *Grundwasserneubildung*, zur *Sickerwasserrate* und zum *pflanzenverfügbar gespeicherten Wasser* abgerufen werden. Die Retentionskapazität ist in den gebündelten Informationen des Layers „Planungshinweise zur Entsiegelung“ enthalten, der in Geofakt 51 (STADTMANN et al. 2025) näher beschrieben ist.

4.1.2. Erhöhung der Grundwasserneubildung durch Entsiegelung

Ein zentraler Effekt der Entsiegelung ist die Förderung der Grundwasserneubildung (KIRCHNER & STADTMANN 2025). Wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben, kann Niederschlag auf unversiegelten Flächen in den Boden infiltrieren und versickern. Nach der Sättigung der oberen Bodenschichten gelangt ein Teil des Niederschlagswassers als Sickerwasser ins Grundwasser (Abb. 13) und trägt so zur Auffüllung der Vorräte bei. Besonders in Zeiten zunehmender Trockenphasen und regional sinkender Grundwasserspiegel gewinnt die Wiederherstellung natürlicher Versickerungsflächen daher an Bedeutung, unter anderem auch zur langfristigen Sicherung der Grundwasserressourcen (MU 2025).

Die Grundwasserneubildung kann mittels hydrologischer Modelle quantifiziert werden, wofür in Niedersachsen landesweit das Wasserhaushaltsmodell mGROWA22 zur Verfügung steht (ERTL et al. 2024). In Niedersachsen lag die durchschnittliche jährliche Grundwasserneubildung im Zeitraum 1991 bis 2020 bei 136 mm (bzw. Litern pro Quadratmeter), wobei durch unterschiedliche Standorteigenschaften erhebliche regionale und auch kleinräumige Unterschiede bestehen. Diese durchschnittliche Grundwasserneubildungsrate zugrunde gelegt, würde die Entsiegelung von 500 m² bei entsprechenden Untergrundeigenschaften zu einer zusätzlichen Grundwasserneubildung von rund 68.000 Litern pro Jahr führen.

4.2. Stärkung der Kühlfunktion durch Entsiegelung

Versiegelte Böden können ihre natürlichen Funktionen meist nicht mehr erfüllen und stehen weder als Vegetationsstandort noch als Wasserspeicher oder zur Temperaturregulierung zur Verfügung. Durch Versiegelung wird der natürliche Verdunstungsprozess, der größtenteils über Pflanzen erfolgt, die das Wasser dafür aus dem Boden aufnehmen, unterbrochen. Damit geht auch die kühlende Wirkung verloren, die unversiegelte, bewachsene Böden leisten.

Die Berechnung der mittleren aktuellen Kühlleistung von Böden (BUG et al. 2025), bei der auch der Versiegelungsgrad berücksichtigt wird, kann eine Möglichkeit bieten, den Verlust an Kühlleistung durch Versiegelung abzuschätzen. Der Vergleich dieser aktuellen Kühlleistung mit der potenziellen Kühlleistung, also dem Wert, den ein unversiegelter, standorttypischer Boden erreichen könnte, zeigt auf, welches Potenzial durch Entsiegelung und die Wiederherstellung von Bodenfunktionen ausgeschöpft werden kann. Dabei wird die Kühlleistung in Kilowattstunden pro Quadratmeter (kWh/m²) angegeben und bezieht sich auf die Vegetationsperiode (April bis September). Dieser Wert beschreibt die Energiemenge, die technisch aufgebracht werden müsste, um die natürliche Kühlleistung von Boden und Vegetation zu ersetzen (KASTLER et al. 2015). Niedersachsenweite Informationen zur mittleren aktuellen Kühlleistung sowie zur potenziellen Kühlleistung der Böden sind auf dem *NIBIS®-Kartenserver* verfügbar (Abb. 14).

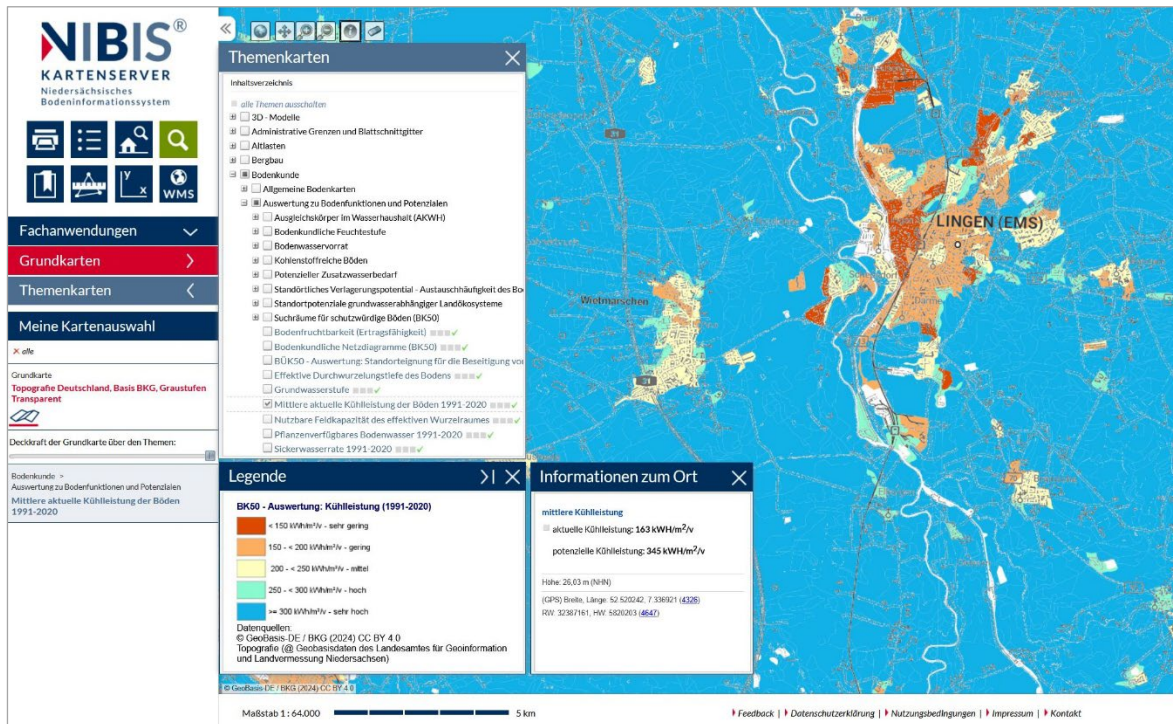


Abb. 14: Darstellung der mittleren aktuellen Kühleleistung im Raum Lingen (Ems) im NIBIS®-Kartenserver. Während die Kühleleistung des unversiegelten Umlands „sehr hoch“ bewertet wird, sind große Flächenanteile im Stadtzentrum oder auch Industrie- und Gewerbeflächen mit „gering“ bzw. „sehr gering“ bewertet. Die Informationsabfrage (weißer Punkt) ergab für ein typisches Wohngebiet eine mittlere aktuelle Kühleleistung von 163 kWh/m², der eine potenzielle Kühleleistung von 345 kWh/m² gegenübersteht.

Gerade im städtischen Raum, wo Böden oft stark verändert sind, lässt sich die Bewertung durch bodenkundliche Erhebungen verbessern. Auf dieser Grundlage können sowohl die aktuelle Situation als auch der angestrebte Zustand genauer bestimmt werden. Darüber hinaus ergeben sich durch die Aufnahme wichtige Informationen für den Planungsprozess (vgl. KIRCHNER & STADTMANN 2025).

Exkurs: Mit Geländeuntersuchungen die Genauigkeit verbessern

Je genauer die Eingangsinformationen für die Berechnung sind, desto realistischer können die Leistungen des Bodens ermittelt werden. Dies kann am Beispiel der Grünfläche „Alte Bult“ in Hannover verdeutlicht werden. Die Fläche weist eine *bewegte Nutzungsgeschichte* auf.

Die BK50, auf deren Basis die Ermittlung der oben beschriebenen Kühlleistung im ersten Schritt basiert, zeigt für den östlichen Teil der Fläche einen sandigen, versauerten und grundwassergeprägten Boden: einen Gley-Podsol, der bei einer natürlichen Bodenentwicklung zu erwarten wäre. Er ist im ganzen Profil durch feinsandigen Mittelsand dominiert, im oberen Bereich deutlich und bis 60 cm Tiefe nachlassend humos und durch geringe Kiesanteile geprägt.

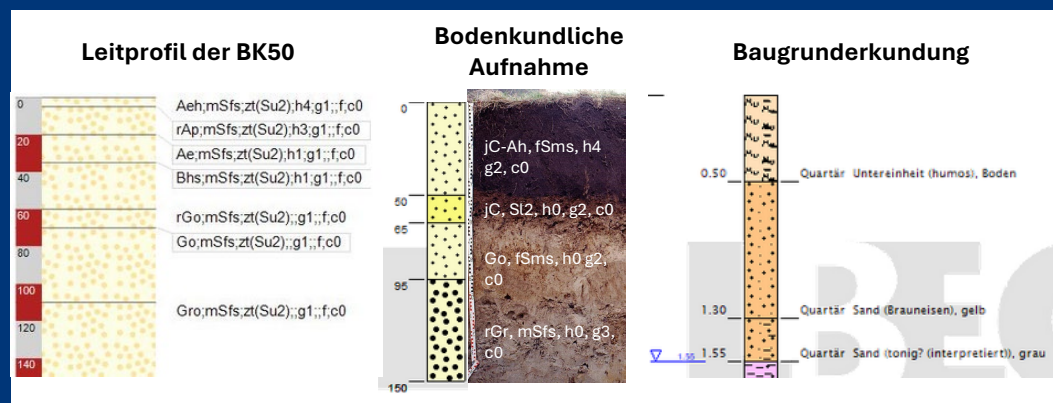


Abb. 15: Vergleich der unterschiedlichen Datengrundlagen (Bildrechte: LBEG).

1999 wurde in dem Gebiet eine bodenkundliche Profilaufnahme durchgeführt (SCHNEIDER et al. 1999). Diese spiegelt die anthropogenen Veränderungen, die die Böden erfahren haben, genauer wider. Die oberen Horizonte des natürlichen Bodens sind nicht mehr vorhanden, sie sind im Laufe der Zeit durch aufgetragenes Bodenmaterial ersetzt worden, in dem teilweise auch technogenes Material (Schlacke) enthalten ist. Der Boden ist insgesamt steiniger, und die Bodenarten sind im oberen Profilbereich feiner als in der Bodenkarte. Die grundlegende Prägung durch Sande und das Grundwasser wird allerdings bestätigt. Zieht man im Vergleich eine ältere Baugrunduntersuchung hinzu, die auch auf der Fläche vorgenommen wurde, so bestätigt diese zwar den Profilaufbau der bodenkundlichen Aufnahme (humoser Oberboden bis 50 cm Tiefe, Grundwasser), weist allerdings deutlich weniger Detailinformationen auf.

Exkurs: Fortsetzung

Die vor Ort bodenkundlich erhobenen Daten können also die Genauigkeit des Ergebnisses erheblich verbessern. Das zeigt auch die folgende Tabelle 3, in der wichtige Kennwerte für den Beitrag zur Klimaanpassung vergleichend berechnet wurden. Das Ergebnis auf Basis der Bodenkartierung fällt bei beiden Kennwerten deutlich höher aus. Dies liegt in diesem Fall insbesondere an der geringen Lagerungsdichte, die bei der Untersuchung festgestellt wurde (SCHNEIDER et al. 1999). Zudem ist der Boden im Unterschied zum BK50-Profil bis in 50 cm Tiefe stark humos und weist feinere Bodenarten auf (Abb. 15).

Tab. 3: Vergleichende Darstellung der errechneten Kennwerte.

Kennwert	BK50	Bodenkartierung	Baugrund- untersuchung
Retentionskapazität bis 1 m Tiefe	358 l/m ²	459 l/m ²	—*
Mittlere aktuelle Kühlleistung pro Vegetationsperiode	307 kWh/m ²	367 kWh/m ²	—*

*Auf Basis einer Baugrunduntersuchung ist üblicherweise keine Berechnung möglich, da notwendige bodenkundliche Parameter fehlen (u. a. Lagerungsdichte, Bodenart, Humusgehalt, Grobbodenanteile etc.). Diese müssten gezielt durch Fachpersonal bei der Untersuchung erhoben werden, um hier zu fundierten Ergebnissen zu kommen. Auch wenn teilweise mehr Informationen in Baugrunduntersuchungen enthalten sind, als in dem hier vorliegenden Beispiel, ist dies der Fall.

Im Falle der Kühlleistung des Bodens kann der Kühleffekt einer Entsiegelungsmaßnahme auch überschlägig monetarisiert werden, indem die durch Entsiegelung ermöglichte potenzielle Kühlleistung (kWh/m²), die zuvor versiegelungsbedingt nicht bereitgestellt wurde, in Relation zum aktuellen Strompreis (ca. 0,35 €/kWh) gesetzt wird (KASTLER et al. 2015). Hierzu wird angenommen, dass die Kühlleistung andernfalls durch Klimaanlagen geleistet werden müsste, die einen entsprechenden Stromverbrauch haben. Wird beispielsweise eine 500 m² große versiegelte Fläche entsiegelt und die Bodenfunktionen werden wiederhergestellt, kann bei einer zusätzlich wirksam werdenden Kühlleistung von 250 kWh/m² eine energetisch vergleichbare Kühlwirkung von 125.000 kWh pro Jahr (insbesondere in der Vegetationsperiode) erzielt werden. Bei einem Strompreis von 0,35 €/kWh entspricht dies einem potenziellen Gegenwert von 43.750 € pro Jahr. Im Umkehrschluss bedeutet dies natürlich auch, dass

durch eine Neuversiegelung von Böden ein jährlicher Verlust dieser natürlichen Kühlleistung entsteht, mit einem potenziellen Gegenwert von mehreren hunderttausend Euro pro Hektar und Jahr. Solche Bewertungen können Entscheidungsprozesse unterstützen, indem sie den ökonomischen Wert natürlicher Prozesse sichtbarer machen. Dabei sind sie vor allem als kommunikatives Hilfsmittel zu verstehen, z. B. zur Priorisierung von Maßnahmen oder zur Verdeutlichung der Leistungen von Böden. Diese monetären Größen stellen keinen realen Zahlungsbetrag dar, können jedoch über einen Vergleichswert eine Aussagekraft entfalten. Bei der Monetarisierung muss allerdings immer beachtet werden, dass viele ökologische, soziale und kulturelle Werte sich kaum oder gar nicht in Geld ausdrücken lassen (TEEB-DE 2012).

4.3. Einsparung von Abwassergebühr durch Entsiegelung

Der Großteil der niedersächsischen Kommunen erhebt eine sogenannte gesplittete Abwassergebühr. Diese wird in folgende zwei Bestandteile unterteilt:

1. Schmutzwassergebühr:
Diese Gebühr deckt die Kosten für die Behandlung des im Haushalt oder Gewerbe verbrauchten Frischwassers, das als Schmutzwasser in die Kanalisation gelangt. Sie wird in der Regel anhand der Menge des verbrauchten Frischwassers berechnet, die von der Wasseruhr abgelesen wird.
2. Niederschlagswassergebühr:
Diese Gebühr deckt die Kosten für die Ableitung und Reinigung von Regenwasser, das von versiegelten Grundstücksflächen (z. B. Dachfläche, Wegen, Terrasse) in die Kanalisation abfließt. Die Höhe dieser Gebühr richtet sich nach der Größe und der Art der Versiegelung dieser Flächen.

Wird eine Fläche vollentsiegelt oder mit wasserdurchlässigen Belägen gestaltet (z. B. mit Rasengittersteinen), verringert sich die gebührenpflichtige Fläche, die für die Berechnung der Niederschlagswassergebühr angesetzt wird. Dadurch können Kosteneinsparungen erzielt werden, wie die folgenden Exkurse verdeutlichen.

Exkurs: Anlage einer privaten Einfahrt

Eine Grundstückseigentümerin in Niedersachsen plant die Neuanlage einer 50 m² großen Einfahrt. Sie kann sich dabei zwischen einer vollständigen Versiegelung mit Betonpflaster oder einer teilversickerungsfähigen Variante mit Rasengittersteinen entscheiden.

Wählt sie das Betonpflaster, wird die gesamte Fläche als versiegelt angerechnet. Bei einer Niederschlagswassergebühr von 0,90 €/m² pro Jahr entstehen dadurch laufende Kosten von 45,00 €. Entscheidet sie sich hingegen für Rasengittersteine, reduziert sich die gebührenpflichtige Fläche um die Hälfte. Die jährlichen Kosten sinken somit auf 22,50 €. Neben der geringfügigen finanziellen Entlastung bietet die wasserdurchlässige Bauweise vielfältige ökologische Vorteile: Niederschläge können versickern, die Grundwasserneubildung wird unterstützt, und das Mikroklima wird angenehmer für die Bewohner.



Abb. 16: Neuanlage einer Einfahrt eines Einfamilienhauses (Bildrechte: LBEG).

Exkurs: Neugestaltung eines Schulhofs

Eine Kommune in Niedersachsen plant die Sanierung eines 2.000 m² großen Schulhofs, der bislang fast vollständig mit Asphalt versiegelt ist. Bei einer Niederschlagswassergebühr von 0,90 €/m² pro Jahr ergeben sich laufende Kosten von 1.800 €.

Im Rahmen der Neugestaltung wird ein Teil der Fläche entsiegelt: Rund 1.000 m² werden zu Grün- und Spielbereichen umgebaut, weitere 500 m² erhalten ein wasserdurchlässiges Pflaster. Nur die restlichen 500 m², die für Pausenhofspiele und Wege benötigt werden, bleiben vollversiegelt. Für die Gebührenberechnung ergibt sich daraus:

- 500 m² vollversiegelt = $500 \times 0,90 \text{ €} = 450 \text{ €}$
- 500 m² teilversiegelt (50 % Anrechnung) = $250 \times 0,90 \text{ €} = 225 \text{ €}$
- 1.000 m² Grünfläche = gebührenfrei

Insgesamt sinkt die jährliche Niederschlagswassergebühr so um 62,5 %, von 1.800 € auf nur noch 675 €. Darüber hinaus profitieren Schülerinnen und Schüler sowie Lehrkräfte von einer besseren Aufenthaltsqualität. Mehr Grün, kühlere Flächen im Sommer, weniger Pfützenbildung und eine insgesamt klimaangepasste Gestaltung des Schulhofs. Damit ist das Beispiel nicht nur wirtschaftlich interessant, sondern auch sozial und ökologisch überzeugend.



Abb. 17: Links: Stark versiegeltes Schulaußengelände in Niedersachsen (Bildrechte: LBEG). Rechts: Entsiegelter Schulhof der Freien Waldorfschule am Prenzlauer Berg nach einer Umgestaltung (Bildrechte: Berliner Regenwasseragentur | Andreas [FranzXaver] Süß).

4.4. Stärkung der Lebensraumfunktion durch Entsiegelung

Weitere wichtige Effekte der Entsiegelung lassen sich nur bedingt in Zahlen fassen: Böden sind der artenreichste Lebensraum der Erde, in dem schätzungsweise 59 % (± 15 %) aller Lebewesen zumindest einen Teil ihres Lebens verbringen (ANTHONY et al. 2023). Entsiegelter Boden wird somit „zu neuem Leben erweckt“, da durch den Anschluss an den Luft- und Wasserhaushalt für eine Vielzahl an Organismen ein neuer Lebensraum entsteht.

Diese Lebewesen übernehmen dabei vielfältige Funktionen und stellen auch die Erfüllung anderer natürlicher Bodenfunktionen sicher. Zersetzung und Bereitstellung von Nährstoffen im Boden, der Ab- oder Umbau von Schadstoffen und Exkrementen, die Schaffung eines für den Wasserrückhalt wichtigen Bodengefüges und Porensystems – zu all diesen Prozessen und Eigenschaften tragen Bodenorganismen wesentlich bei (NABEL et al. 2021, WIRTH et al. 2024).



Abb. 18: Einblick in einen meist übersehenen Lebensraum. Links: *Sminthurides malmgreni*, eine Springschwanzart, die Böden und Gewässer besiedelt. Rechts: Ein Springschwanz aus der Gattung *Pseudachorutes*. Beide Organismen tragen beispielsweise zur Zersetzung von organischer Substanz bei (Fotonutzung mit freundlicher Genehmigung von Andy Murray, <https://www.chaosofdelight.org/>).

Bodenleben bedeutet Biodiversität und Klimaschutz

Ein Teelöffel Boden enthält mehr Bodenorganismen, als Menschen auf der Erde leben (FAO 2020). Eine Entsiegelung mit der Herstellung eines funktionsfähigen Bodens ist somit immer auch ein Beitrag zur Biodiversität, da Lebensräume geschaffen werden.

„Die unzähligen Kleinstlebewesen zerkleinern und recyceln Laub und andere abgestorbene Pflanzenteile. Ein wichtiges Produkt dieses Prozesses ist Humus, der wichtigste Anteil fruchtbaren Bodens. Humus enthält Nährstoffe, speichert Wasser und stabilisiert das Bodengefüge. Der Boden speichert auch Kohlenstoff im Humus und senkt dadurch den Anteil des klimarelevanten Treibhausgases Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre.“ (KBU 2020).

Durch eine Entsiegelung wird der Boden als Pflanzenstandort reaktiviert und somit die Lebensraumfunktion für Pflanzen wiederhergestellt (Abb. 19). Das Vermögen, Wasser pflanzenverfügbar zu speichern (die nutzbare Feldkapazität), kann diesen Gewinn in Litern pro Quadratmeter abbilden (Abb. 13). Neben dem Beitrag zur Biodiversität ist diese Wiederherstellung eine wichtige Voraussetzung zur Schaf-

fung von grünen Erholungsräumen, für die Kühlungsfunktion von Freiflächen durch Verdunstung, das Wachstum schattenspendender Bäume oder auch für die Nahrungsmittelproduktion im Garten. Nicht zuletzt bietet der entsiegelte Boden auch gesunde Lebensverhältnisse für Menschen und oberirdisch lebende Tiere.



Abb. 19: Umgestalteter Außenbereich eines Einfamilienhauses. Links: sogenannter Schottergarten, der gemäß geltender Rechtsprechung (NBauO § 9 Abs. 2) unzulässig ist. Rechts: umgestalteter, rechtskonformer Außenbereich mit bepflanzter Grünfläche (Bildrechte: Stadt Helmstedt, Klimaschutzmanagement).

5.

Praxisbeispiele
umgesetzter
Entsiegelungsmaßnahmen



Entsiegelung in der Praxis – Entfernung von Asphalt und Beton als Bestandteil einer Maßnahme.

5. Praxisbeispiele umgesetzter Entsiegelungsmaßnahmen

5.1. Überblick möglicher Entsiegelungsmaßnahmen

Die Bandbreite möglicher Entsiegelungsmaßnahmen ist groß und bietet Kommunen vielfältige Handlungsoptionen. Sie wird ergänzt durch weitere Klimaanpassungsmaßnahmen, wie etwa Dach- oder Fassadenbegrünungen, die zur Verbesserung des Mikroklimas beitragen und, insbesondere bei Dachbegrünungen, auch einen Beitrag zur Regenwasserrückhaltung leisten können. Entsiegelungsmaßnahmen umfassen sowohl die vollständige Entsiegelung mit einer weitgehenden Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen als auch Teilentsiegelungen. Letztere ermöglichen eine weitere Nutzung der Flächen, etwa als Parkplatz, erfahren jedoch eine ökologische Aufwertung, z. B. durch den Einsatz wasserdurchlässiger Beläge oder die Vollentsiegelung bestimmter Teilflächen. Es ist wichtig zu betonen, dass sich die einzelnen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen teils deutlich unterscheiden (Kap. 4). Während etwa eine großflächige Vollentsiegelung eine besonders hohe Wirkung auf die Bodenfunktionen und den Wasserhaushalt entfalten kann, leisten auch kleinere Teilentsiegelungen oder begrünte Flächen einen wertvollen Beitrag, insbesondere in dicht bebauten urbanen Räumen, wo größere Maßnahmen oft nicht

umsetzbar sind. Alle Maßnahmen haben ihre spezifische Berechtigung, je nach Standortbedingungen, Flächennutzung und den jeweiligen Zielsetzungen vor Ort. Gleichzeitig ist es wichtig, dass die Maßnahmen so umgesetzt werden, dass der positive Effekt möglichst groß ist.

Um die Vielfalt der möglichen Ansätze systematisch darzustellen, fasst Tabelle 4 die wichtigsten Entsiegelungsmaßnahmen zusammen. Die gelisteten Maßnahmen sind in zwei übergeordnete Hauptkategorien gegliedert:

- **Vollentsiegelung:**
Umfasst den vollständigen Rückbau von Flächenversiegelungen und in der Regel den Wiederaufbau eines standorttypischen Bodens, der in der Lage ist, Bodenfunktionen zu übernehmen.
- **Teilentsiegelung (weiter untergliedert in Teilflächenentsiegelung, Belagswechsel und funktionelle Entsiegelung):**
Reduziert die Versiegelung bzw. den effektiven Versiegelungsgrad durch die vollständige Entsiegelung von Teilflächen, den Einsatz wasserdurchlässiger Beläge oder funktionale Anpassungen.

Diese systematische Gliederung soll den unterschiedlichen Planungs- und Handlungsebenen gerecht werden, die von kleinräumigen Umgestaltungen einzelner Grundstücke bis hin zu großflächigen Projekten reichen können.

Tab. 4: Übersicht möglicher Entsiegelungsmaßnahmen und -ansätze (Quellen: WASSMANN 1997, <https://mannheim-entsiegeln.de/massnahmen/>).

Entsiegelungskategorie		Entsiegelungsmaßnahme	Kurzbeschreibung der Maßnahme
Vollentsiegelung		Rückbau brachliegender Anlagen	Abriss ungenutzter Gebäude oder versiegelter Erschließungsflächen (z. B. alte Industriebrachen, aufgegebene Infrastruktur)
		Entsiegelung von Aufenthalts- und Freizeitflächen	Rückbau versiegelter Wege- oder Platzflächen, z. B. in Park-/Sportanlagen, Spielplätzen oder Promenaden
		Rückbau von Stellplätzen	Entsiegelung überzähliger oder nicht mehr genutzter Stellplätze
		Entsiegelung nicht befahrbarer versiegelter Flächen	Entfernung von Versiegelungsbelägen im Bereich ungenutzter Wege, Rand- oder Aufstellflächen
		Verkleinerung überdimensionierter Straßenquerschnitte	Rückbau von zu breiten oder ungenutzten Fahrbahnen
		Verkleinerung überdimensionierter Kreuzungsbereiche	Umgestaltung übergroßer Kreuzungsbereiche (z. B. Entsiegelung von Sperrflächen, Mittelinseln von Kreisverkehren begrünen)
		Rückbau von Schottergärten	Rückbau schotterreicher und vegetationsarmer Vorgärten zugunsten begrünter Flächen
Teilentsiegelung	Teilflächen-entsiegelung	Teilflächenentsiegelung	Vollentsiegelungsmaßnahmen (siehe oben) auf Teilflächen eines versiegelten Gebiets, während andere Teilflächen versiegelt bleiben
	Belagswechsel	Teilentsiegelung von PKW-Zufahrten	Umwandlung vollversiegelter in teilversiegelte Flächen durch Belagswechsel (z. B. Rasenfugenpflaster, Rasenwaben oder Sickersteine)
		Teilentsiegelung von PKW- und Fahrradstellflächen	Umgestaltung von Abstellflächen, wobei wasserdurchlässige Beläge genutzt werden
		Teilentsiegelung von Wegen, Plätzen und Eingangsbereichen	Umgestaltung von Geh-/Radwegen, Terrassen, Plätzen oder Eingangsbereichen, bei denen wasserdurchlässige Beläge genutzt werden
		Teilentsiegelung von Aufenthalts- und Freizeitflächen	Umgestaltung versiegelter Spiel- oder Erholungsflächen
	Funktionelle Entsiegelung	Abkopplung des Niederschlagswasserabflusses von der Kanalisation	Errichtung baulicher Anlagen, in denen Wasser zurückgehalten (z. B. Zisternen), mittels Verdunstung (z. B. Verdunstungsbeete) oder Versickerung (z. B. Versickerungsmulden) in den Wasserkreislauf zurückgeführt wird

5.2. Steckbriefe umgesetzter Maßnahmen

Grundsätzlich ist jede umgesetzte Entsiegelungsmaßnahme zu begrüßen. Auch kleinräumige Maßnahmen mit begrenztem Aufwand und mit folglich begrenzten Effekten können in der Summe messbare positive Veränderungen erbringen. Die folgenden Steckbriefe geben einen exemplarischen Einblick in umgesetzte Entsiegelungsmaßnahmen verschiedenster Art und Größe. Die Schwerpunkte und Umfänge bei der Vorstellung der Beispiele sind deshalb unterschiedlich, abhängig vom Vorhaben und den vorliegenden Informationen (Vorhabenträger, Literatur) und ob die Maßnahme während der Bauausführung oder erst lange nach deren Abschluss betrachtet wurde (eigene Beobachtungen). Im Mittelpunkt steht weniger die exakte technische Umsetzung, als vielmehr die Betrachtung der ökologischen Effekte, insbesondere im Hinblick auf die Wiederherstellung von

Bodenfunktionen und die Bereitstellung von Ökosystemleistungen. Die Ergebnisse der Berechnungen basieren dabei auf Leitprofilen, die entweder im Gelände aufgenommen wurden oder in Bodenkarten hinterlegt sind. Sie sollen repräsentativ für die Böden des jeweiligen Vorhabens sein. Am Ende der Kapitel wird verallgemeinert beschrieben, was aus den Beispielen für andere Vorhaben gelernt bzw. auf andere Vorhaben übertragen werden kann.

5.2.1. Entsiegelungsmaßnahme „Alter Zeughof“/Kannengießerstraße Braunschweig

Die Maßnahme wurde im historischen Altstadt-kern von Braunschweig umgesetzt. Vor der Umgestaltung wurde die Fläche als öffentlicher Parkplatz genutzt (Abb. 20), der zu einem Pocket-Park umgestaltet wurde. Die Fertigstellung erfolgte Ende 2025.

Ausgangssituation

Tab. 5: Rahmendaten zur Entsiegelungsmaßnahme Kannengießerstraße.

Lage der Fläche	historischer Altstadt-kern der Stadt Braunschweig
Flächengröße	ca. 1.700 m ²
Größe der Entsiegelungsfläche	ca. 1.500 m ²
bisherige Nutzung	Parkplatz mit Stellplätzen für ca. 70 PKW
bisherige Gestaltung	asphalterte Parkfläche mit überwiegend kleindimensionierten Bäumen und Altbaumbestand (Abb. 20)
Eigentumsverhältnisse	städtisches Eigentum
weitere Flächeninformationen	insbesondere bei Strahlungswetterlagen sehr starke Wärmebelastung
Träger der Maßnahme und Projektsteuerung	Stadt Braunschweig (Referat Grün- und Freiraumplanung)
weitere beteiligte Behörden	Niedersächsisches Landesamt für Denkmalpflege, Untere Bodenschutzbehörde (UBB) und Untere Wasserbehörde (UWB)
Planung und Fachplanung	Landschaftsarchitekturbüro für die Gestaltung der Freianlagen, Ingenieurbüros für Wassertechnik und Beleuchtung
Baugewerke	Baugrund- und umwelttechnische Untersuchung, Ingenieurbauwerk Technischacht (Tiefbau), Freianlagen (Tief-, Garten- und Landschaftsbau), Wasser- und Beleuchtungstechnik, Baubegleitung (Archäologie, Kampfmittel, Baumschutz), Bodenmanagement (gutachterliche Begleitung der Aushubarbeiten, umwelttechnische Untersuchungen und Dokumentation).

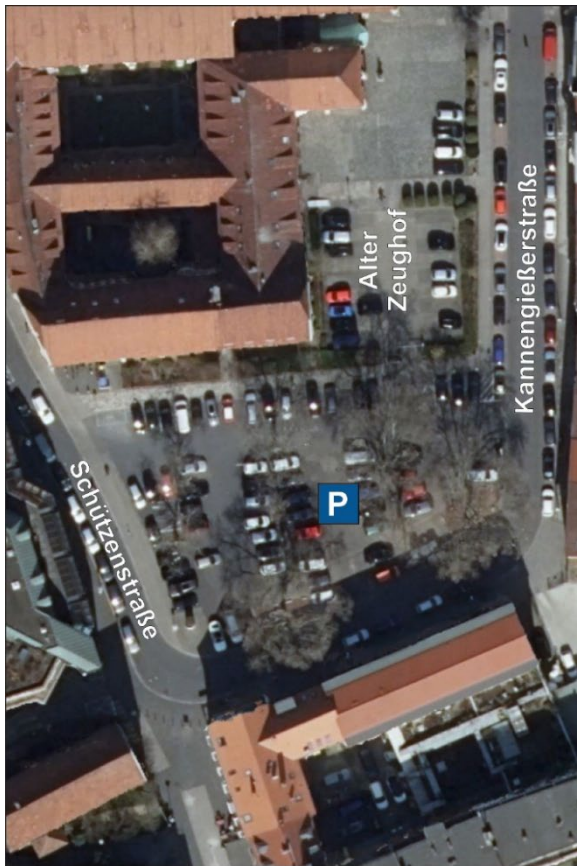


Abb. 20: Ausgangssituation vor der Entsiegelungsmaßnahme. Links: Luftbild des Parkplatzes Kannengießerstraße (© GeoBasis-DE/LGLN 2025), verändert. Rechts: Eindruck vom Parkplatz mit klein dimensionierter Baumscheibe einer Platane (Bildrechte: LBEG).

Ziele, Kosten und Finanzierung der Entsiegelungsmaßnahme

Als übergeordnetes Ziel der Maßnahme wurde die „Aktivierung ökologischer und freiräumlicher Funktionen in der Innenstadt durch Entsiegelung von Flächen im Kronentraufbereich von Altbäumen“ definiert. Darüber hinaus sollten durch die Umsetzung folgende Teilziele erreicht werden:

- Entwicklung eines Pocket-Parks,
- Erhöhung der Aufenthalts- und Lebensqualität für das direkte Umfeld und Besucherinnen und Besucher der Braunschweiger Innenstadt,
- Reduktion der städtischen Hitzebelastung durch Beschattung und erhöhte Verdunstung,

- Förderung des Wasserrückhalts durch Niederschlagswasserversickerung und Flächenentkopplung vom Kanalsystem,
- Erhöhung des städtischen Grünflächenanteils.

Die Gesamtkosten der Maßnahme belaufen sich auf rund 2.000.000 €. Davon wurden etwa 740.000 € (37 %) durch Fördermittel gedeckt. Der verbleibende Anteil von ca. 1.260.000 € (63 %) wurde aus Eigenmitteln finanziert.

Bauvorbereitende und -begleitende Arbeiten

- Planung und Fachplanung (v. a. Freianlagen, Technik),
- Grundlagenermittlung aus Bestandsdaten (z. B. Altlasten, Leitungsverläufe, archäologische/(bau-)denkmalpflegerische Situation, Kampfmittelverdachtsprüfung),
- Baugrund- und umwelttechnische Untersuchung (z. B. hinsichtlich Bodenaufbau und

Versickerungsfähigkeit, Schadstoffbelastung und einer potenziellen Grundwassergefährdung),

- Umsetzung von Baumschutzmaßnahmen (z. B. Stammummantelung, Kennzeichnung des Wurzelbereichs, Abzäunung),
- Errichtung von Schachtbauwerken (Technik),
- Archäologische Fund-/Befunddokumentation und Kampfmittelerkundung (Abb. 21).



Abb. 21: Links: Baumschutzmaßnahmen im Vorfeld der Entsiegelungsmaßnahme (Bildrechte: LBEG). Rechts: Archäologische Untersuchungen im Bereich eines errichteten Technischschachts (Bildrechte: Stadt Braunschweig, Referat Stadtbild und Denkmalpflege).

Bauausführung

- Rückbau der Asphaltierung und der unterlagernden Schlacketragschicht, die im Bereich der Wurzelschutzzonen der Bestandsplatanen in Handarbeit durchgeführt wurden (FGSV 2023),
- Anlage von Leitungsgräben und Leitungseinbau (Strom, Wasser),
- Ausheben von Pflanzgruben und Verfüllung mit Baumsubstrat (FLL 2010),
- Auftrag von Pflanzsubstraten im Bereich von Vegetationsflächen (DIN 18915),

- Wurzelschutzzonen um Bestandsplatanen: flachgründige innovative Bauweise im Wegebau,
- Versickerungsfreundliche Gestaltung der Oberflächenbeläge (Epoxidharz (EPDM)-Oberfläche mit wasser- und luftdurchlässigen Eigenschaften, sowie Natursteinbeläge),
- Grünflächengestaltung: insbesondere Gräser, Stauden- und Gehölzpflanzung,
- Errichtung eines Wasserspiels und eines Trinkwasserbrunnens; Installation von Fahrradstellplätzen, Sitz- und Spielelementen sowie Parkbeleuchtung.



Abb. 22: Eindrücke aus der Bauausführung (Bildrechte: LBEG). Links: ausgehobene Pflanzgrube, rechts: verfüllter Leitungsgraben.

Effekte der Entsiegelungsmaßnahme

Der Rückbau der Asphaltdecke und die Neugestaltung des Pocket-Parks mit wasserdurchlässigen Belägen und Grünflächen ermöglichen die Vor-Ort-Versickerung von Regenwasser auf ca. 1.500 m², sodass das städtische Kanalnetz entlastet wird. Insbesondere im Bereich der Grünflächen (ca. 1.000 m²) ist der Boden nun

wieder in der Lage, Bodenfunktionen zu übernehmen und dadurch positive Effekte auf Umwelt und Gesellschaft zu entfalten. So steht der Boden nach der Entsiegelung in vielen Bereichen wieder als Lebensraum für eine Vielzahl von Bodenlebewesen sowie oberirdisch lebender Tiere und die Pflanzen zur Verfügung – ein Beitrag zur Biodiversitätsförderung.

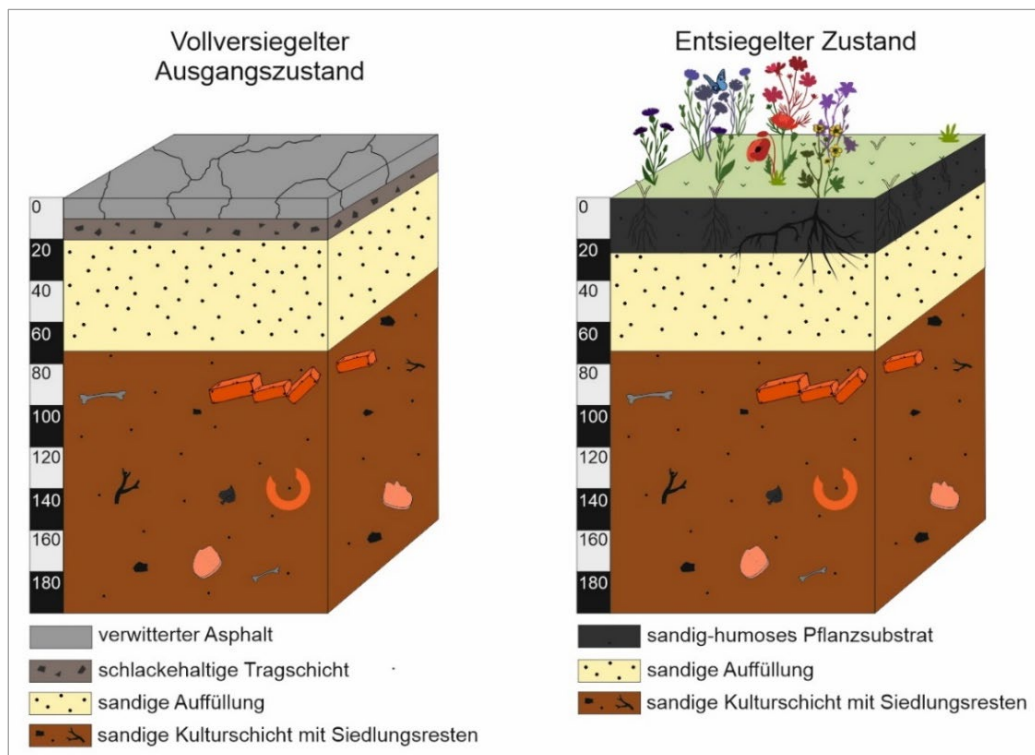


Abb. 23: Idealisierter Bodenaufbau vor (links) und nach (rechts) der Entsiegelungsmaßnahme.

Der Boden als Wasserspeicher

Entsiegelter Boden kann Wasser speichern und es nach einem Niederschlag verzögert an Vegetation oder Grundwasser abgeben (Kap. 4.1). Der in Abbildung 23 dargestellte Boden im Bereich einer neugestalteten Grünfläche bietet auf einem Quadratmeter bis in einen Meter Tiefe einen Porenraum für etwa 413 Liter Wasser, davon können 97 Liter für einen längeren Zeitraum und pflanzenverfügbar zurückgehalten werden. Für die gesamten Grünflächen des Pocket-Parks (ca. 1.000 m²) summiert sich diese längerfristig gespeicherte Wassermenge auf 97.000 Liter (oder 97 m³) auf. Bezieht man die tieferen Bereiche des Bodens mit ein, z. B. bis in zwei Meter Tiefe, werden diese Werte noch deutlich höher. Die vom Boden aufgenommene Wassermenge wird nicht über das Kanalsystem abgeführt und entlastet dieses somit insbesondere bei Starkregenereignissen. Außerdem steht das gespeicherte Wasser der Vegetation zur Verfügung. Für Grasvegetation kann der entsiegelte Boden pro Quadratmeter 62 Liter pflanzenverfügbar speichern. Tiefer wurzelnde Bäume könnten sich 140 Liter pro Quadratmeter erschließen. Auch dies ist Teil der Funktion des Bodens als Lebensraum.

Aber auch die Grundwasserressourcen können durch die Entsiegelungsmaßnahme positiv beeinflusst werden, da Niederschlagswasser, welches nicht im Boden gehalten werden kann, dem Grundwasser zugeführt wird. Im Falle des neugestalteten Pocket-Parks Kannengießersstraße kann mittels eines hydrologischen Modells (Kap. 4.1.2) berechnet werden, dass nach der Entsiegelung von den durchschnittlich etwa 660 mm Jahresniederschlag (Referenzperiode: 1991–2020) ca. 175 mm (26,5 %) ins Grundwasser gelangen können. Im Bereich der Vegetationsflächen summiert sich die jährliche Grundwasserneubildung auf ca. 175.000 Liter (175 m³). Versiegelungsbedingt war diese Leistung vorher erheblich eingeschränkt.

Die Kühlleistung von Böden

Das im Boden gespeicherte Wasser steht unter anderem der Verdunstung durch Pflanzen zur Verfügung. Je mehr Wasser verdunstet, desto stärker kühlt sich die umgebende Luft ab und desto besser wird die Luftfeuchtigkeit reguliert (Kap. 4.2). Somit sind Entsiegelungsprojekte wichtige Maßnahmen zur Reduzierung städtischer Hitzeinseln. In der Vegetationsperiode

(April bis September) beträgt die potenzielle Kühlleistung im neugestalteten Pocket-Park auf den Grasflächen ca. 269 kWh pro Quadratmeter. Hierzu wird die jährliche Verdunstung der Fläche berechnet, die von dem fallenden Niederschlag, der Vegetation, aber vor allem auch von dem Wasserspeichervermögen des Bodens abhängig ist. Um diese Kühlleistung technisch zu erzeugen, würden bei einem Strompreis von aktuell ca. 0,35 €/kWh jährliche Kosten von etwa 94.150 € anfallen (Kap. 4.2). Da die Berechnung lediglich die Verdunstung über Grasflächen einbezieht, kann durch den vorhandenen Baumbestand von einer erheblich höheren tatsächlichen Kühlleistung ausgegangen werden. Dieser Wert wird durch den entsiegelten Boden und die Vegetation jährlich kostenlos erzeugt.

Was kann anhand dieses Beispiels für andere Projekte verdeutlicht werden?

Größere Entsiegelungsprojekte im verdichteten urbanen Raum in Kombination mit der Schaffung von attraktiven Aufenthaltsräumen sind möglich. Dabei können spezielle Fragestellungen auftreten:

- **Altbaumbestand:**
Ein zentrales Ziel des Projekts war der Erhalt und die Verbesserung der Wachstumsbedingungen für den bestehenden Gehölzbestand. Dies wurde durch verschiedene Maßnahmen erreicht, z. B. die Vergrößerung vorhandener Baumgruben (inklusive Substrataustausch), der Einbau von Flachrigolen im Wurzelbereich von Bestandsbäumen oder die Wurzelstimulation. Darüber hinaus wurde auf eine möglichst vegetationsschonende Arbeitsweise während der Baumaßnahme geachtet (Stamm- und Wurzelschutz, z. B. durch Baumschutzmanschetten, Abzäunung des Wurzelbereichs oder schonende Hand-schachtungen in Wurzelnähe).
- **Neuanpflanzungen:**
Bei Neupflanzungen wurden großzügige Baumbeete angelegt. Für eine bedarfsge-rechte Bewässerung wurde außerdem in unterschiedlichen Tiefen des Wurzelraums Feuchtigkeitssensorik mit automatischer Datenübertragung eingebaut.

- **Archäologie:**
Durch die zentrale Lage des Objektes im Altstadtzentrum Braunschweigs ist seitens der Denkmalpflege von Anfang an mit archäologischen Funden/Befunden unter dem Parkplatz gerechnet worden. Dementsprechend erfolgte eine enge Abstimmung mit der städtischen Denkmalpflege und dem Landesdenkmalschutz (NLD), um archäologische Funde/Befunde zu dokumentieren und dadurch wertvolle Informationen zur Stadtgeschichte Braunschweigs zu erhalten. Für eine entsprechende archäologische Dokumentation ist ausreichend Zeit einzuplanen, da es andernfalls zu Verzögerungen des Baufortschrittes kommen kann. Es empfiehlt sich daher, bei der Planung in Gegenden, in denen archäologische Funde wahrscheinlich sind, eng mit den zuständigen Stellen der Archäologie und Denkmalpflege zusammenzuarbeiten und von vornherein einen entsprechenden Zeitpuffer für die Dokumentation einzuberechnen.
- **Bodenbelastung:**
Die umwelttechnische Untersuchung ergab stellenweise eine erhöhte Schadstoffbelastung des Bodens, die durch die Nutzungsgeschichte des Standorts erklärt werden kann. Daraus resultierte eine potenzielle Gefährdung des Grundwassers. Diese Frage wurde gutachterlich, in Abstimmung mit der Unteren Bodenschutzbehörde, bearbeitet.
- **Akzeptanz der Maßnahme:**
Es ist zu erwarten, dass die Akzeptanz von Entsiegelungsprojekten unterschiedlich ausfällt. Öffentlichkeitsarbeit kann also zielführend sein. Während viele Menschen die

beschriebene Maßnahme als wertvolle Aufwertung des Wohnumfelds und als Beitrag zur städtischen Lebensqualität und Klimaanpassung schätzen, stießen sie bei anderen auf Kritik – etwa aufgrund des Wegfalls von Parkplätzen oder der Befürchtung, dass der neu geschaffene Park verstärkt als Treffpunkt für den Konsum von Suchtmitteln genutzt werden könnte. Zur Erhöhung der Akzeptanz fand eine Informations- und Austauschveranstaltung statt, welche die Belange der Anwohnerschaft aufnahm. Gleichzeitig konnte diese Anregungen und Wünsche für den Pocket-Park formulieren. Von Anwohnern und ansässigen Gewerbetreibenden wurde es überwiegend positiv aufgenommen, dass der Park-/Suchverkehr im umgebenden Straßenraum künftig reduziert sein wird, da bis auf wenige Ausnahmen Anwohnerparken vorgesehen ist. Für die ansässigen Gewerbetreibenden wurden Be- und Entladezonen im angrenzenden Straßenraum ausgewiesen.

5.2.2. Entsiegelungsmaßnahmen ehemals militärisch genutzter Flächen im Camp Reinsehlen/Schneverdingen, LK Heidekreis

Das Camp Reinsehlen befindet sich ca. vier Kilometer nordöstlich der Stadt Schneverdingen im Landkreis Heidekreis. Das Gebiet ist Bestandteil des Naturparks Lüneburger Heide, umgeben vom NSG Lüneburger Heide und LSG Barlter Dünen und Wacholderheide (Abb. 24).

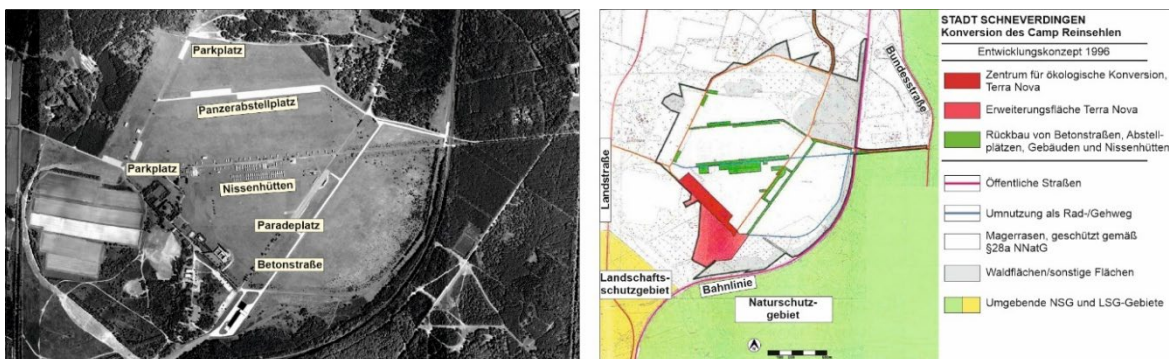


Abb. 24: Links: Luftbild des Camps aus dem Jahr 1997. Rechts: Entwicklungskonzept für das Gelände des Camp Reinsehlen (Bereitstellung durch die Stadt Schneverdingen).

Ausgangssituation

Tab. 6: Rahmendaten zur Entsiegelungsmaßnahme Camp Reinsehlen (BLOSSEY et al. 2005, Stadt Schneverdingen).

Lage der Fläche	ca. 4 km nordöstlich von Schneverdingen
Flächengröße	ca. 1,56 km ²
Größe der Entsiegelungsfläche	ca. 76.000 m ²
Geschichte der Fläche	1938 bis 1994: militärische Nutzung, ab 1991: Erstellung eines Rückbaukonzeptes, 1997: Kauf großer Flächen des Camps Reinsehlen durch die Stadt Schneverdingen und eine private Investorengruppe, seit 1998: laufende Umsetzung der Entsiegelungsmaßnahmen, insbesondere jedoch bis 2000.
Gestaltung vor der Entsiegelung	militärische Infrastruktur (unter anderem Beton-/Asphaltstraßen, Pflastersteine, Nissenhütten, Sanitärgebäude, Panzerwaschanlagen, Fahrzeughallen), umgeben von Magerrasen und Waldgebieten
Eigentumsverhältnisse	vor 1997 Bundeseigentum, ab 1997 städtisches Eigentum.
Träger der Maßnahme und Projektsteuerung	Stadt Schneverdingen (Fachbereich Umwelt)
weitere beteiligte Institutionen	Bundesvermögensamt Soltau (heute Bundesanstalt für Immobilienaufgaben), private Investorengruppe, Alfred Toepfer Akademie für Naturschutz.

Ziele, Kosten und Finanzierung der Entsiegelungsmaßnahme

Als übergeordnetes Ziel der Maßnahme wurde die Entwicklung zur größten zusammenhängenden Sandmagerrasenfläche Nordwestdeutschlands definiert. Darüber hinaus sollten durch die Umsetzung unter anderem folgende weitere Teilziele erreicht werden:

- Realisierung eines Modellprojekts zur ökologischen Konversion eines Militärgeländes,
- Stärkung des regionalen Naherholungsnetzes,
- Entwicklung nachhaltiger Tourismus- und Weiterbildungsangebote.

Die Gesamtkosten beliefen sich nach dem Schwerpunkt der Umsetzung (1998 bis 2000) auf ca. 140.000 €, die v. a. über städtebauliche Verträge gedeckt wurden. 50.000 € (ca. 35 %) wurden durch den Verkauf von Pflastersteinen erwirtschaftet (BLOSSEY et al. 2005).

Bauvorbereitende und -begleitende Arbeiten und Entwicklungen

- Erstellung eines Rückbaukonzeptes für eine ökologische Konversion militärischer Übungsgelände,
- Kauf großer Flächen des Camps Reinsehlen durch die Stadt Schneverdingen und eine private Investorengruppe,
- Baugrund- und umwelttechnische Untersuchung, insbesondere hinsichtlich potenzieller Schadstoff- und Kampfmittelbelastungen,
- baubegleitende Kampfmittelräumung,
- Vertrag zur Übernahme der Altlastenhaftung für 30 Jahre durch den Bund.

Bauausführung und weitere Entwicklung

- Entfernung der Versiegelungsbeläge (v. a. Betonpflastersteine, Asphalt) sowie unterlagernder Materialien,
- Entsorgung, Wiederverwendung oder Verkauf von Versiegelungsbelägen,

- Flächenbegradigung und Auffüllung mit Mineralboden (ca. 3.400 m³),
- Entwicklung von Sandmagerrasenflächen durch natürliche Sukzession.

Auswirkungen der Entsiegelungsmaßnahme

Durch den Rückbau der vorhandenen Versiegelung wurden ca. 76.000 m² entsiegelt. Natürliche Bodenverhältnisse wurden durch die Entsiegelung jedoch nicht vollständig wiederherge-

stellt, da für die militärische Nutzung beispielsweise Niedermoorflächen mit „Tonnen von Sand aus den umliegenden Waldgebieten aufgefüllt und trockengelegt“ wurden (NNA 2005). Ursprünglich im Gebiet verbreitete Podsole mit Ortsteinhorizonten wurden mit schwerem Gerät bis zu einem Meter tief umgebrochen, Torf und vermutlich Stall- und Kunstdünger in den Boden eingebracht (KÖSTER 2002). Die entsiegelten Böden unterscheiden sich also überwiegend von den natürlichen Böden, die vor 1938 im Gebiet vorkamen (Abb. 25).

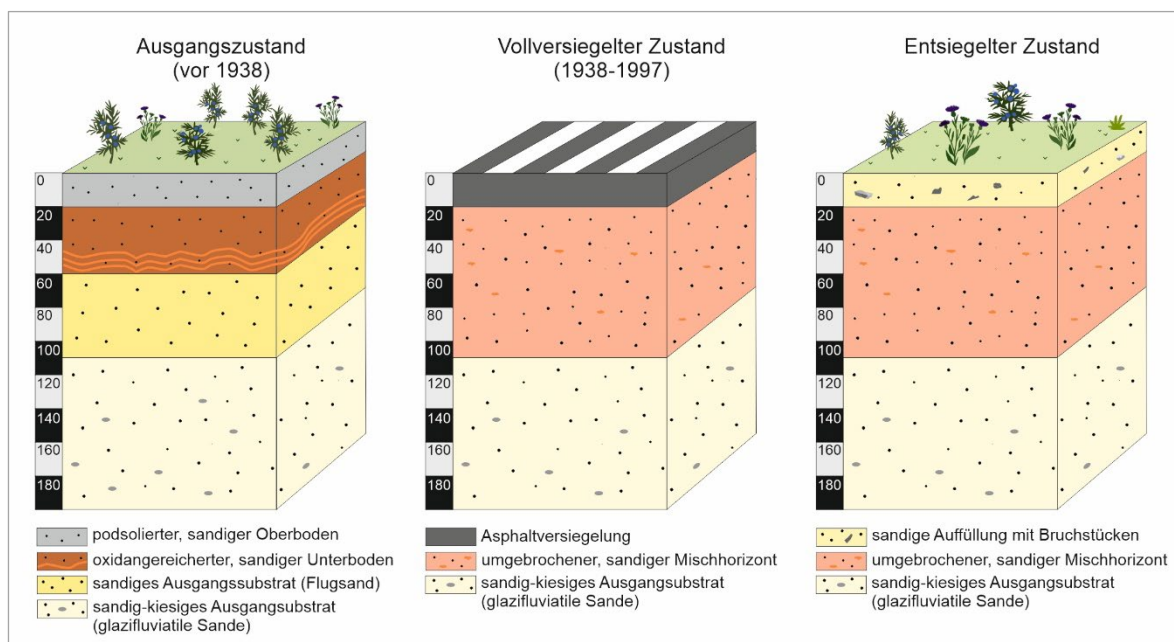


Abb. 25: Idealisierter Bodenaufbau vor (links) und während (Mitte) der militärischen Nutzung sowie nach der Entsiegelungsmaßnahme (rechts), basierend auf der Bodenkarte 1 : 50.000 und der Arbeit von PACKMOOR (2012).

Der Boden als Pflanzenstandort

Obschon die entsiegelten Böden sich überwiegend von den natürlichen Böden unterscheiden, sind sie dennoch in der Lage, natürliche Bodenfunktionen zu erfüllen und erbringen außerdem ihre Funktion im Naturhaushalt. So steht der Boden nach der Entsiegelung wieder als Lebensraum für eine Vielzahl von Bodenlebewesen sowie oberirdisch lebende Tiere und die Pflanzen zur Verfügung – eine Wiederherstellung der Lebensraumfunktion. Zudem entstand durch die

Entsiegelung das größte Sandmagerrasengebiet Niedersachsens (Abb. 26). Diese weite, offene Landschaft, wie man sie in der heutigen Kulturlandschaft nur noch selten findet, bietet diversen bedrohten Arten ideale Lebensbedingungen (NLWKN o. J.). Aus naturschutzfachlicher Sicht wurde die Entsiegelungsmaßnahme somit als großer Erfolg und wichtiger Beitrag für die Biodiversität bewertet.



Abb. 26: Landschaftseindrücke aus dem Camp Reinsehlen im Sommer 2024 (Bildrechte: LBEG). Oben: Drohnenaufnahme des Camps Reinsehlen. In einigen Bereichen (z. B. linke Bildhälfte) sind die ehemaligen Versiegelungen noch anhand eines veränderten Pflanzenwachstums nachzuvollziehen. Mitte links: Großflächiger Sandmagerrasenbewuchs. Mitte rechts: Blühende Besenheide (*Calluna vulgaris*), welche inselartig neben Sandmagerrasenvegetation verbreitet ist. Unten links: Sandmagerrasen im Bereich einer ehemaligen Nissenhütte. Der Gebäudeumriss ist im Gelände auch heute noch anhand eines veränderten Wachstums zu erkennen. Unten rechts: Stellenweise sind noch kleine bis mittelgroße Versiegelungsreste anzutreffen.

Der Boden als Wasserspeicher

Wie im vorangehenden Beispiel können die Effekte auf den Wasserhaushalt betrachtet werden. Durch die Entsiegelung wurden Böden wiederhergestellt, die im ersten Bodenmeter bis zu 324 Liter Wasser pro Quadratmeter aufnehmen können. Damit tragen sie zum Wasser-rückhalt in der Fläche bei: Für die entsiegelte Gesamtfläche (76.000 m²) ergibt sich allein im ersten Bodenmeter eine Retentionskapazität von fast 25.000 m³. Die eher trockenen sandigen Böden können etwa 70 Liter pro Quadratmeter so speichern, dass das Wasser länger für Pflanzen zur Verfügung steht. Etwa 325 Liter Wasser pro Quadratmeter versickern im Mittel an dem Standort in tiefere Bodenschichten und können so auch zur Grundwasserneubildung beitragen.

Die Kühlleistung von Böden

Durch die großflächigen Maßnahmen sind die entsiegelten Böden in die Lage versetzt worden, wieder eine Kühlleistung auszuüben. Zwar regulieren die Böden hier nicht die Temperaturen in einem urbanen Lebensraum, wie sonst bei der Betrachtung der Kühlleistung im Fokus, sie tragen aber durch die Verdunstung zur Regulierung des Mikroklimas im Gebiet bei. Pro Quadratmeter beträgt die mittlere aktuelle Kühlleistung in der Vegetationsperiode (Kap. 4.2) ca. 325 kWh. Daraus ergibt sich für die gesamte entsiegelte Fläche eine reaktivierte Kühlleistung von insgesamt rund 24,7 Millionen kWh. Würde diese Energiemenge technisch bereitgestellt, entspräche dies bei einem Strompreis von etwa 0,35 €/kWh jährlichen Kosten von mehr als 8,6

Millionen Euro. Diese Zahlen verdeutlichen eindrucksvoll, welchen Beitrag Entsiegelungsmaßnahmen zur natürlichen Kühlung und damit zur Klimaanpassung leisten können.

Was kann anhand dieses Beispiels für andere Projekte verdeutlicht werden?

Auch großflächige Entsiegelungsprojekte im Außenbereich sind umsetzbar. Zwar werden zukünftig möglicherweise weniger ehemals militärische Flächen zur Verfügung stehen, trotzdem bieten sich ggf. ähnliche Möglichkeiten. In großen Flächenkomplexen können auch schrittweise über viele Jahre Entsiegelungsmaßnahmen umgesetzt und im Sinne eines Flächenpools genutzt werden.

Sind die Böden eines Gebiets durch die Nutzung sehr umfangreich verändert, muss die Rekultivierung nicht zwingend die vollständige Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands zum Ziel haben, wenn dies nur mit einem außergewöhnlich hohen Aufwand erreichbar wäre. Kann die Rekultivierung mit anderen Zielen, in vorliegendem Beispiel die gezielte Schaffung von Lebensräumen für Biotop (Natur- und Artenschutz) verbunden werden, so ist auch das ein sinnvolles Ziel für eine Entsiegelung.

5.2.3. Entsiegelungsmaßnahme Buswendschleife, Hildesheim

Die Entsiegelungsfläche liegt im Stadtgebiet von Hildesheim. 2009/2010 wurde eine nicht mehr benötigte Buswendschleife entsiegelt, um damit einen baulichen Eingriff zu kompensieren (Abb. 27).

Ausgangssituation

Tab. 7: Rahmendaten zur Entsiegelungsmaßnahme Buswendschleife.

Lage der Fläche	südliches Stadtgebiet Hildesheim
Größe der Entsiegelungsfläche	ca. 290 m ²
Gestaltung vor der Entsiegelung	fugenarme Betonpflasterfläche, umgeben von Waldgebiet
Eigentumsverhältnisse	städtisches Eigentum
beteiligte Akteure	Stadt Hildesheim, Büro für Landschaftsplanung, Unternehmen zur Umsetzung der Arbeiten.

Ziele und Finanzierung der Entsiegelungsmaßnahme

Folgende Ziele sollten mit der Entsiegelungsmaßnahme erreicht werden:

- Anpflanzung und Pflege von Bäumen und die Eingliederung in das angrenzende Landschaftsschutzgebiet,
- Beitrag zur Kompensation von Beeinträchtigungen des Naturhaushalts und des Landschaftsbildes, die durch die Errichtung eines Bauwerks in der Umgebung verursacht wurde.

Die Entsiegelungsmaßnahme wurde durch den Bauherrn des baulichen Eingriffs finanziert.

Bauausführung

- Entfernung und Entsorgung der Betonpflasterung,
- teilweise Entfernung der Pflasterbettung,
- Einbau von regionalem Füll- und Oberbodenmaterial,
- Erstellung eines ebenen Planums für Pflanzflächen,
- etwa 70 Gehölzpflanzungen.



Abb. 27: Vor-Ort-Eindrücke der Entsiegelungsmaßnahme (Bildrechte: LBEG). Oben: Straßenansicht auf die entsiegelte Buswendeschleife. Unten links: Detailfoto des ehemaligen Fahrbahnbereichs mit den Anpflanzungen im Herbst 2025. Unten rechts: Profilgrube im ehemaligen Fahrbahnbereich. Der anstehende Löss (ab ca. 65 cm) wird von sandig-kiesigem Substrat überlagert (ca. 40 bis 65 cm), die Reste der Tragschicht der ehemaligen Straße. Darüber folgt Auffüllsubstrat.

Auswirkungen der Entsiegelungsmaßnahme

Vor der Nutzung der Fläche als Buswendschleife ist von einer lockeren Bewaldung auszugehen. In vergleichbarer regionaler Lage dominieren häufig sogenannte Parabraunerden, ein sehr fruchtbarer Bodentyp, der aufgrund seiner Eigenschaften auch große Wassermengen speichern kann (Kap. 4.1.1). Teilweise können die Böden durch umgelagertes Bodenmaterial geprägt sein (Kolluvisole). Die Umwandlung in eine Verkehrsfläche veränderte den ursprünglichen Zustand erheblich, insbesondere in den

oberen etwa 60 cm (Abb. 28). Ober- und Unterboden wurden abgetragen, das Ausgangssubstrat verdichtet. Anschließend wurde als Unterbau der ehemaligen Fahrbahn ein sandiges bis sandig-kiesiges Material eingebracht, bevor die Fläche gepflastert wurde. Im Rahmen der Entsiegelung wurde auf einer Fläche von ca. 290 m² das fugenarme Pflaster und Teile der Pflasterbettung entnommen. Der sandig-kiesige Straßenunterbau wurde bei der Ausführung teilweise im Boden belassen und eine darunterliegende baubedingte Verdichtung nicht entfernt, bevor die Fläche mit regionalem Füll- bzw. Oberboden aufgefüllt wurde (Abb. 27, 28).

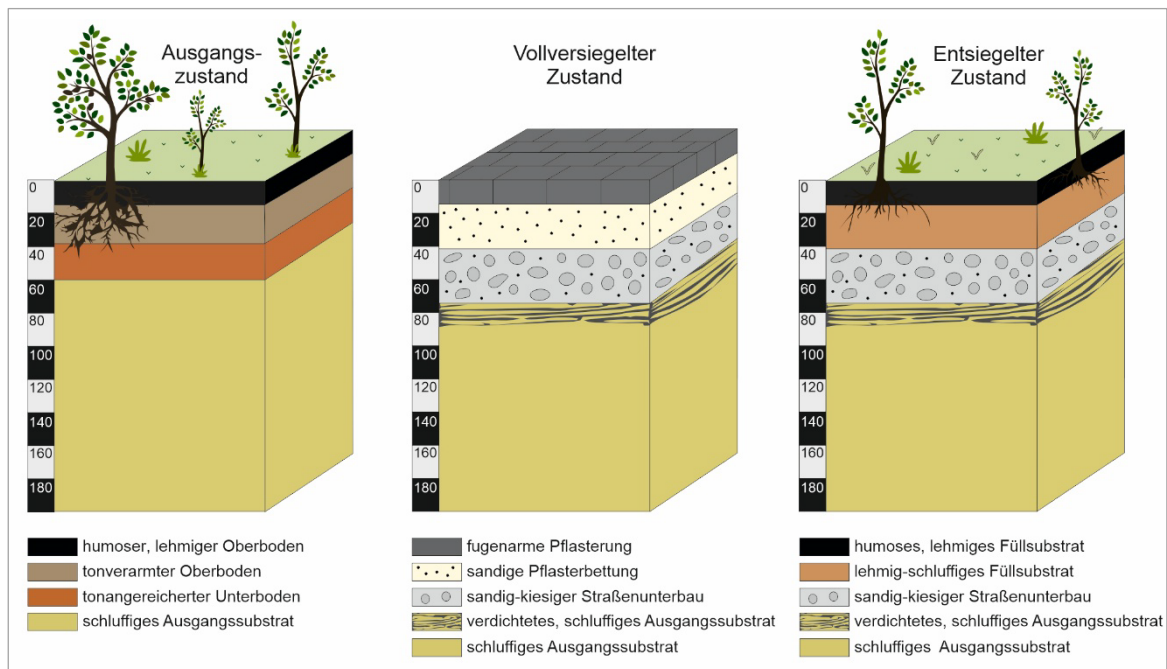


Abb. 28: Idealisierter Bodenaufbau des Ausgangszustands (links), während der Nutzung (Mitte) und nach der Entsiegelungsmaßnahme (rechts).

Der Boden als Wasserspeicher

Im unversiegelten Ausgangszustand war der Boden in der Lage, allein im oberen Meter etwa 330 Liter Wasser pro Quadratmeter zu speichern, einen Großteil davon so, dass es für die Pflanzen am Standort verfügbar war (etwa 210 Liter Wasser pro Quadratmeter). Durch die Vollversiegelung von 290 m² ging somit ein Retentionsvolumen von rund 96.000 Liter (96 m³) verloren. Durch die Entsiegelung und den anschließenden Profilaufbau wurden Bodenfunktionen reaktiviert, sodass der Boden heute im obersten Meter etwa 260 Liter Wasser pro

Quadratmeter speichern kann, was rund 79 % des ursprünglichen Volumens entspricht. Da der Wurzelraum durch Reste des sandig-kiesigen Straßenunterbaus eingeschränkt ist, steht nicht die gesamte Wassermenge der Vegetation zur Verfügung. Die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum, also die für Pflanzen verfügbare Wassermenge, ist im Vergleich zum Ausgangszustand um fast 60 % reduziert (91 l/m²). Gleichzeitig kann das grobkörnige Substrat die Wasserinfiltration erhöhen, sodass erhöhte Sickerwassermengen zum Grundwasser vorliegen können.

Die Kühlleistung von Böden

Wie beschrieben, können versiegelte Böden ihre Funktion zur Temperaturregulierung nicht mehr erfüllen, da der natürliche Verdunstungsprozess unterbrochen ist (Kap. 4.2). Durch die Entsiegelungsmaßnahme wurde die Kühlleistung des Bodens auf einer Fläche von 290 m² wiederhergestellt. Während der Vegetationsperiode kann dabei pro Quadratmeter von einer mittleren Kühlleistung von etwa 280 kWh ausgegangen werden. Das entspricht etwa 88 % der anzunehmenden Kühlleistung vor der Versiegelung. Insgesamt ergibt sich für die entsiegelte Fläche eine reaktivierte Kühlleistung von über 81.000 kWh. Würde diese Energiemenge technisch bereitgestellt, entsprächen die jährlichen Kosten einem Wert von mehr als 28.000 €.

Was kann anhand dieses Beispiels für andere Projekte verdeutlicht werden?

- Am Rande von Siedlungen gelegene versiegelte Flächen, die nicht mehr genutzt werden, sind gute Ziele für Entsiegelungsmaßnahmen. Sie können gut in die bestehenden Grünstrukturen integriert werden und die Leistungen kommen gleichzeitig den umliegenden Siedlungsflächen zugute. Insbesondere in Natur- und Landschaftsschutzgebieten können sich Synergien hinsichtlich der Entwicklungsziele ergeben.

- Grobkörnige Substrate und Verdichtungen erschweren die Durchwurzelung und damit das Pflanzenwachstum. Zwar ist die vollständige Entfernung dieser Schichten immer eine Entscheidung im Einzelfall (unter anderem Beurteilung von Aufwand und Kosten, angestrebte Vegetation), aus bodenschutzfachlicher Sicht und mit Blick auf den Beitrag zur Klimaanpassung ist jedoch die Entfernung sämtlicher Sperr- und Deckschichten, Fremdmaterialien sowie Verdichtungen wichtig und lohnenswert. Gegebenenfalls besteht der Bedarf, dass Planer oder umsetzende Firmen hierfür sensibilisiert werden.

5.2.4. Entsiegelungsmaßnahme Kleingartenanlage Lerchenkamp, Hildesheim

Die Maßnahme wurde im Jahr 2021 im Norden von Hildesheim umgesetzt und liegt angrenzend an ein Gewerbegebiet, Kleingartenanlagen und landwirtschaftliche Nutzflächen (Abb. 29).

Ausgangssituation

Tab. 8: Rahmendaten zur Entsiegelungsmaßnahme Kleingartenanlage.

Lage der Fläche	nördliches Stadtgebiet Hildesheim
Größe der Entsiegelungsfläche	ca. 6.250 m ²
Gestaltung vor der Entsiegelung	parzellierte Flächen mit kleingärtnerischer Infrastruktur (z. B. Lauben, Wege, Einfriedungen)
Eigentumsverhältnisse	städtisches Eigentum
beteiligte Akteure	Stadt Hildesheim, Unternehmen für die Rückbauarbeiten.



Abb. 29: Links: Luftbild der Kleingartenanlage vor der Maßnahme. Rechts: Luftbild der Kleingartenanlage nach der Maßnahme (© GeoBasis-DE/LGLN 2025).

Ziele und Finanzierung der Entsiegelungsmaßnahme

Mit der Entsiegelungsmaßnahme verbundene Ziele waren:

- Räumung der Fläche von den Kleingartenanlagen und Entsiegelung der Flächen,
- Rückbau der unterirdischen Infrastruktur,
- Etablierung einer naturnahen Blühwiese als Beitrag zu einer naturnahen Gestaltung städtischer Grünflächen.

Die Begrünung der Fläche wurde durch das Projekt „StadtGrün naturnah“ gefördert.

Bauausführung

Die Bauausführung umfasste die folgenden wesentlichen Arbeitsschritte:

- Rückbau der Wege (Bodenplatten), der Gartenlauben und des Vereinsheims,
- Abtransport und Entsorgung des Abrissguts und weiteren Abfalls (Baumischabfälle, Metall, Altholz usw.),
- Entfernung und Entsorgung von ca. 650 m Wasserleitung und Verfüllung der Leitungsschächte,
- Herstellung eines Planums und Aussaat von gebietsheimischem Blühpflanzensaatgut.



Abb. 30: Links: Profilgrube im Bereich einer ehemaligen Gartenlaube. Der natürliche Boden (Parabraunerde) ist unterhalb von 50 cm erhalten und wird von humosem Substrat überlagert, in dem technogene Substrate (Bauschutt, Glas, Metall, Schlacke, Holzreste) enthalten sind. Rechts: Blühwiese mit gebietsheimischen Blühpflanzen im Spätsommer 2023 (Bildrechte: LBEG).

Ausgewählte Effekte der Entsiegelungsmaßnahme

Vor der Nutzung der Fläche als Kleingartenkolonie ist von einer Ackernutzung des Standorts auszugehen. In vergleichbarer regionaler Lage dominieren häufig Parabraunerden, Schwarzerden oder Übergangsformen dieser beiden Bodentypen, die allesamt aufgrund ihrer Eigenschaften große Wassermengen speichern können und deshalb eine sehr hohe natürliche Fruchtbarkeit besitzen (Kap. 4.1.1). Während ein Großteil des ehemaligen Ackerlandes nach der Umwandlung in eine Gartenkolonie kleingärtnerisch genutzt wurde, wurden rund 25 % der Fläche (ca. 6.250 m²) versiegelt. Dabei wurde kleinflächig oder punktuell in den Boden

eingegriffen, z. B. bei der Errichtung von Gartenlauben (z. B. Punkt-/Streifenfundamente), der Anlage des Wegenetzes (Pflaster und -bettungen) oder dem Leitungsbau (Wasserversorgung). Im Rahmen der Entsiegelung wurde die kleingärtnerische Infrastruktur entfernt, die technogenen Materialien nach Möglichkeit entsorgt und die Fläche anschließend rekultiviert und begrünt. Dementsprechend sind in den oberen ca. 50 cm im Bereich der entsiegelten Flächen neben humosem Mineralboden Reste technogener Substrate enthalten, die auf die kleingärtnerische Nutzung zurückzuführen sind (Abb. 30, 31). Als Lebensraum für Pflanzen bietet der entsiegelte Boden dennoch gute Bedingungen, sodass sich eine üppige Vegetation ausbildete (Abb. 30).

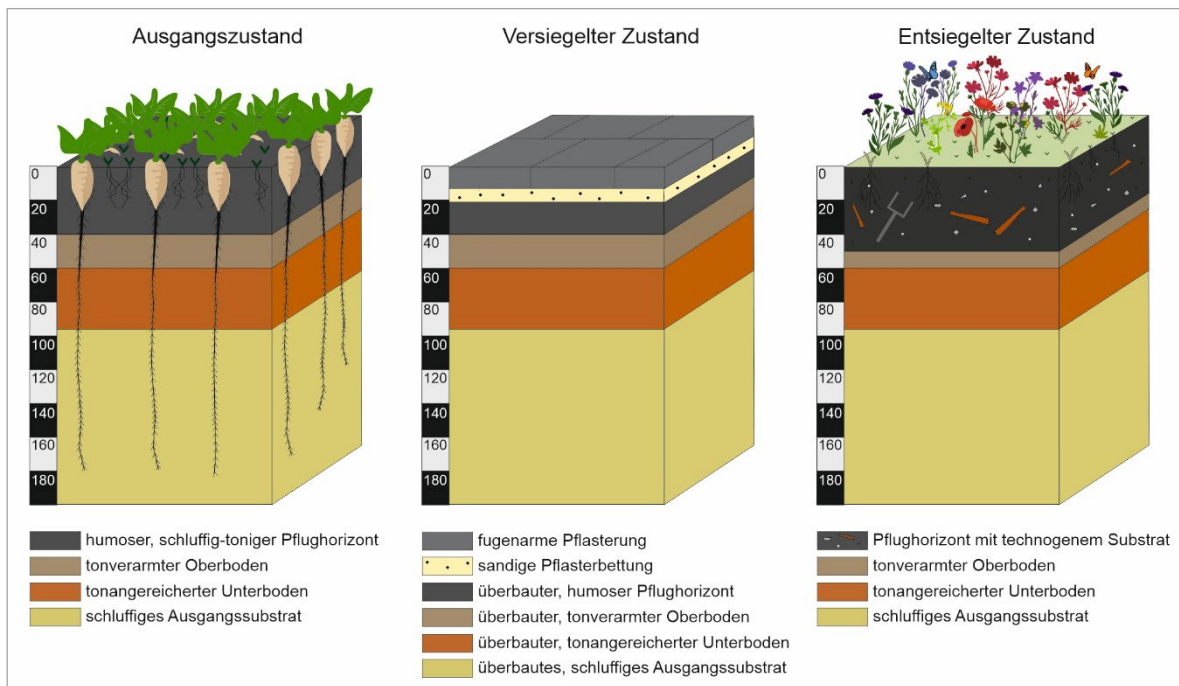


Abb. 31: Idealisierter Bodenaufbau des Ausgangszustands (links), während der Nutzung (Mitte) und nach der Entsiegelungsmaßnahme (rechts).

Der Boden als Wasserspeicher

Vor der Versiegelung war der Boden in der Lage, im obersten Meter etwa 280 Liter Wasser pro Quadratmeter aufzunehmen, wobei ein Großteil dieses Wassers pflanzenverfügbar war. Im Bereich der Versiegelungen (z. B. Gebäude, gepflasterte Terrassen und Wege) reduzierte sich die Wasserspeicherung während der anschließenden kleingärtnerischen Nutzungsphase. Der entsiegelte Boden speichert aktuell

im oberen Bodenmeter wieder etwa 270 Liter Wasser.

Die Kühlleistung von Böden

Das im Boden gespeicherte Wasser steht zu großen Teilen der Verdunstung zur Verfügung, sowohl über die Pflanzen als auch direkt aus dem Boden. Aktuell beträgt die mittlere Kühlleistung in der Vegetationsperiode (Kap. 4.2) etwa

310 kWh pro Quadratmeter und entspricht damit in etwa dem Niveau vor der Versiegelung. Bezogen auf die entsiegelte Fläche von rund 6.250 m² ergibt sich eine Kühlleistung von mehr als 1,9 Millionen kWh. Würde diese Energiemenge technisch bereitgestellt werden müssen, entspräche dies jährlichen Energiekosten von über 665.000 €. Es ist davon auszugehen, dass während der Zeit als Kleingartenanlage die Kühlleistung in der Summe nicht wesentlich reduziert war, da insbesondere die ehemals vorhandene Baumvegetation durch erhöhte Verdunstungsleistungen und die Beschattung der Bodenoberfläche zur Abkühlung des Mikroklimas beitrug.

Was kann anhand dieses Beispiels für andere Projekte verdeutlicht werden?

- Bei günstigen Voraussetzungen (z. B. eher extensiven Nutzungen, weniger tiefgründigen baulichen Eingriffen) können mit begrenztem Aufwand Bodenfunktionen wieder hergestellt werden.
- Die Begrünung von entsiegelten Flächen durch entsprechende Saatgutmischungen kann den positiven Eindruck der Fläche verstärken und gleichzeitig auch zur weiteren Wiederherstellung von Bodenfunktionen beitragen.

Durch die tiefe Durchwurzelung der Pflanzen wird die erneute Entwicklung eines Porensystems im Boden gefördert, was weitere positive Beiträge zum Wasseraufnahmevermögen des Bodens zur Folge hat.

5.2.5. Entsiegelungsmaßnahme Panzerstraße, Hildesheim

Die Maßnahme wurde im Nordwesten Hildesheims umgesetzt, im Naturschutzgebiet „Lange Dreisch und Osterberg“.

Ausgangssituation

Vor 1937 wurde das Gebiet überwiegend landwirtschaftlich genutzt, bevor es in einen Schießplatz und 1961 in einen Truppenübungsplatz umgewandelt wurde. Nach Aufgabe der militärischen Nutzung (2007) fiel die Liegenschaft an die Bundesimmobilienverwaltung (BIMA). Unter kommunaler Beteiligung wurde die Fläche bis 2013 schrittweise an eine Naturschutzstiftung übertragen. Im Jahr 2017 erfolgte die halbseitige Entsiegelung einer ehemaligen Panzerstraße (Abb. 32).

Tab. 9: Rahmendaten zur Entsiegelungsmaßnahme Panzerstraße.

Lage der Fläche	nordwestliches Stadtgebiet Hildesheim
Größe der Entsiegelungsfläche	ca. 365 m ²
Gestaltung vor der Entsiegelung	vollversiegelte Panzerstraße
Eigentumsverhältnisse	Naturschutzstiftung
beteiligte Akteure	Stadt Hildesheim

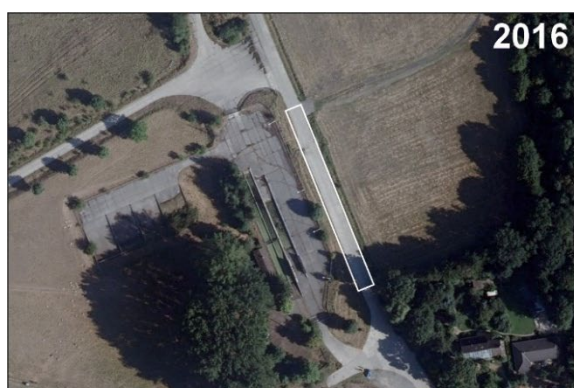


Abb. 32: Links: Panzerstraße vor der Maßnahme (2016), Rechts: Situation im Bereich der entsiegelten Panzerstraße 2019 (© GeoBasis-DE/LGLN 2025).

Ziele und Finanzierung der Entsiegelungsmaßnahme

Mit der Maßnahme sollte eine Verkehrsberuhigung erreicht werden, vor allem, um die Verluste wandernder Amphibien zu verringern. Gleichzeitig diene sie der Entwicklung von Grünlandflächen als Kompensationsmaßnahme für bauliche Eingriffe (STADT HILDESHEIM 2022).

Bauausführung

Die Bauausführung umfasste die folgenden wesentlichen Arbeitsschritte:

- Entfernung einer Betonplattenreihe auf die üblichen Maße eines Feldweges,
- rückschreitende Entfernung von Teilen der Tragschicht bis auf ca. 35 cm,
- Rekultivierung mit standorttypischem Bodenmaterial.



Abb. 33: Profilgrube im Bereich der zurückgebauten Panzerstraße (Bildrechte: LBEG). In der linken Bildhälfte ist der vollversiegelte Ausgangszustand zu erkennen. Im Zuge der Entsiegelung wurden halbseitig die Betonplatten sowie die gebundene Tragschicht entfernt und die oberen 30 cm anschließend mit sandigem bzw. schluffig-tonigem Bodenmaterial aufgefüllt.

Ausgewählte Effekte der Entsiegelungsmaßnahme

Im Umfeld der Maßnahme erbohrtes humoses, schluffiges Kolluvium weist auf eine frühere landwirtschaftliche Nutzung des Gebiets hin, die der militärischen Nutzung vorausging. Die überwiegend schluffigen Substrate boten günstige Bedingungen für die pflanzliche Nährstoff- und Wasserversorgung. Älteres Kartenmaterial verdeutlicht, dass der hier betrachtete Bereich der Panzerstraße auch früher bereits als Wegeverbindung genutzt wurde. Mit dem militärischen

Wege- und Flächenbau wurden die Böden verdichtet und überbaut, wodurch ihre natürlichen Funktionen in weiten Teilen verloren gingen. Im Zuge der Entsiegelung wurden eine Betonplattenreihe und Teile der Tragschicht entfernt und der entstandene Volumenverlust mit Bodenmaterial aufgefüllt. Natürliche Bodenverhältnisse entsprechend der umliegenden naturnäheren Böden sollten dabei nicht wiederhergestellt werden (Abb. 33). Mit dem Bodenaufbau wurde das Ziel verfolgt, eine Nachnutzung als Grünstreifen zu ermöglichen.

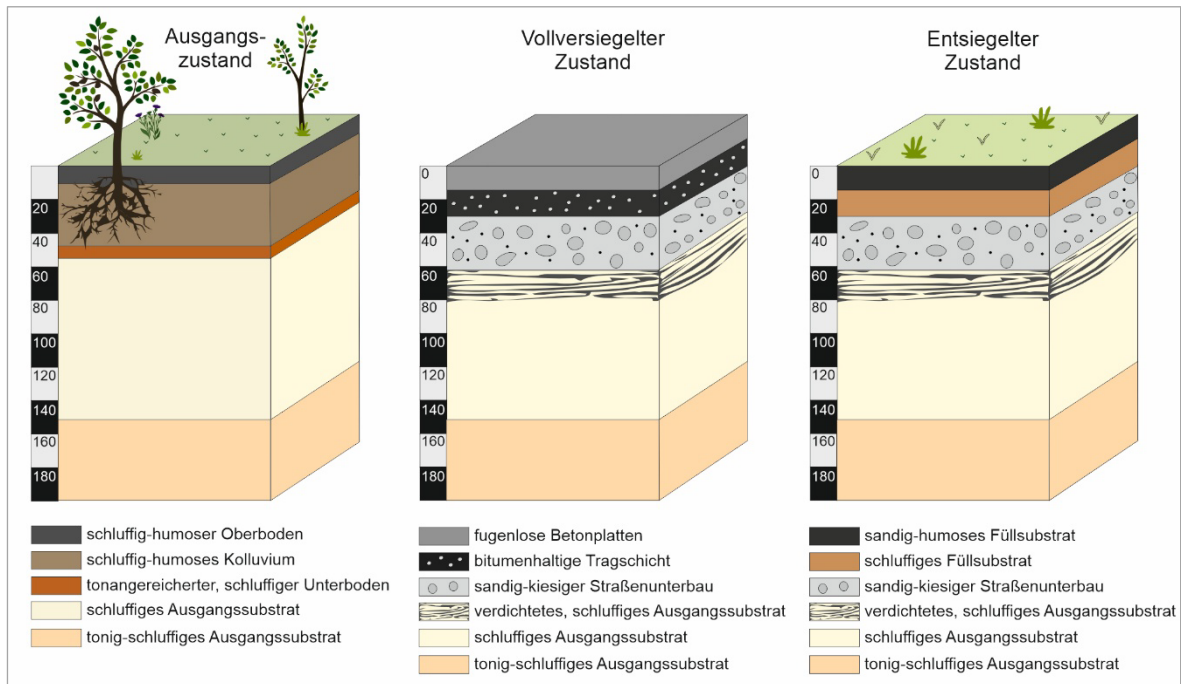


Abb. 34: Idealisierter Bodenaufbau des Ausgangszustands (links), während der Nutzung (Mitte) und nach der Entsiegelungsmaßnahme (rechts).

Der Boden als Wasserspeicher

Im unversiegelten Ausgangszustand vor der Wegenutzung war der Boden in der Lage, allein im oberen Meter mehr als 340 Liter Wasser pro Quadratmeter aufzunehmen, etwa die Hälfte (180 l/m^2) davon so, dass es für die Pflanzen am Standort verfügbar war. Im vollversiegelten Zustand war die Infiltration von Niederschlagswasser unterbunden, und dementsprechend stand der Boden in diesen Bereichen nur sehr begrenzt als Wasserspeicher zur Verfügung. Das anfallende Niederschlagswasser wurde in dieser Zeit über wegbegleitende Entwässerungsgräben relativ schnell aus dem Gebiet geleitet. Nach der Entsiegelung und dem anschließenden Profilaufbau kann der Boden heute im obersten Meter etwa 260 Liter Wasser pro Quadratmeter speichern, was rund 76 % des ursprünglichen Volumens entspricht. Pflanzenverfügbar sind davon ca. 110 Liter pro Quadratmeter, vor allem, da der Wurzelraum durch die im Boden verbliebenen Reste des sandig-kiesigen Straßenunterbaus eingeschränkt ist. Ein Teil des Niederschlagswassers kann in tiefere Bereiche versickern und zur Grundwasserneubildung beitragen.

Die Kühlleistung von Böden

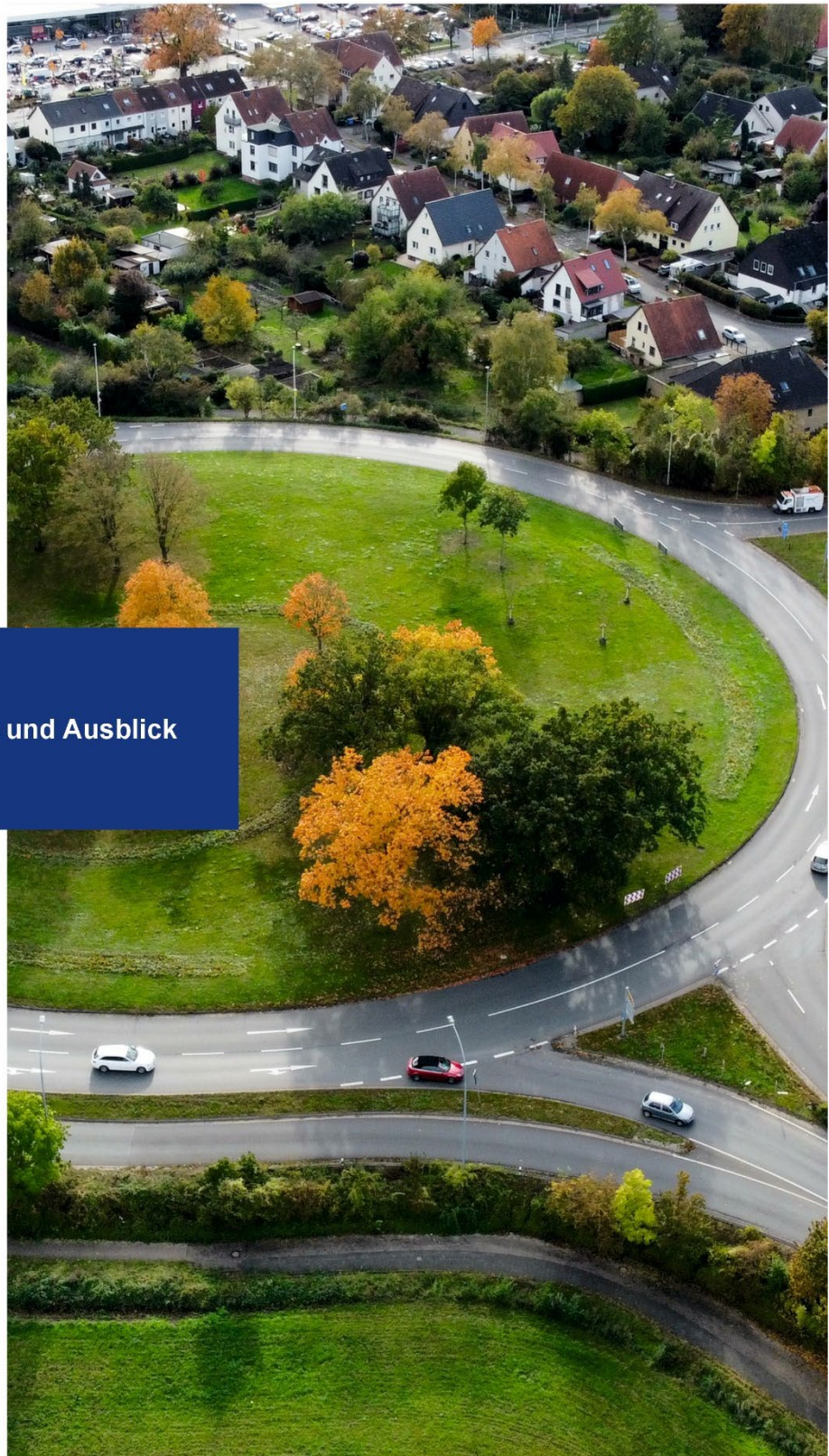
Über die Pflanzenverdunstung des im Boden gespeicherten Wassers sowie die Direktverdunstung aus dem Boden tragen die entsiegelten Bereiche zur Abkühlung des Mikroklimas bei. Pro Quadratmeter ist in der Vegetationsperiode für die entsiegelten Bereiche von einer mittleren Kühlleistung (Kap. 4.2) von etwa 275 kWh auszugehen. Für die gesamte Entsiegelungsfläche (365 m^2) summiert sich der Wert auf ca. 100.375 kWh . Müsste diese Energiemenge jährlich technisch zur Verfügung gestellt werden, lägen die Energiekosten, bei einem Preis von $0,35 \text{ €/kWh}$, bei mehr als 35.000 € .

Was kann anhand dieses Beispiels für andere Projekte verdeutlicht werden?

- Entsiegelung kann als Maßnahme des Naturschutzes dienen, z. B. als Teil von Managementplänen zu Schutzgebieten sowie der Kompensation von Eingriffen.

6.

Fazit und Ausblick



Gelungenes Beispiel für eine begrünte Straßenraumgestaltung.

6. Fazit und Ausblick

Der vorliegende Leitfaden ergänzt als zweiter Teil die Grundlagen zur Entsiegelung um praxisorientierte Instrumente, Bewertungsansätze und Beispiele. Die vorgestellten Methoden zur Erfassung kommunaler Versiegelungsmuster und zur Bewertung des Entsiegelungspotenzials sollen Kommunen dabei unterstützen, geeignete Flächen systematisch zu identifizieren und deren ökologische sowie, soweit in Einzelfällen möglich, monetäre Wirkungen zu bewerten. Die Steckbriefe bereits umgesetzter Maßnahmen zeigen, wie vielfältig die positiven Effekte der Entsiegelung in der Praxis ausfallen können und wie unterschiedlich die Maßnahmen sind.

In der Zusammenschau bietet der Leitfaden, zusammen mit dem Entsiegelungskataster.NI, einen fachlichen und praktischen Rahmen zur Entwicklung und Umsetzung von Entsiegelungsvorhaben. Während Teil A das grundlegende Verständnis für Prozesse, Wirkungen und Rahmenbedingungen schafft, liefert Teil B die methodischen Werkzeuge, um darauf aufbauend fundierte Entscheidungen zu treffen und Maßnahmen zielgerichtet umzusetzen. So können Kommunen Entsiegelung schrittweise in ihre Planungs- und Entscheidungsprozesse integrieren.

Die systematische Erfassung und Bewertung der Versiegelung schafft die Grundlage für die Priorisierung von Entsiegelungsmaßnahmen. Die dokumentierten positiven Wirkungen der Entsiegelung können es erleichtern, die Relevanz des Themas in Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit zu verdeutlichen. Entsiegelung sollte, zusammen mit der Verringerung von Neuversiegelung, ein kontinuierlicher Bestandteil einer nachhaltigen Flächennutzung mit dem Ziel der Flächenkreislaufwirtschaft sein und ist ein wesentlicher Beitrag zu klimaresilienten, lebenswerten und ökologisch funktionsfähigen Kommunen.

Der Leitfaden soll Kommunen darin bestärken, die Potenziale der Entsiegelung aktiv zu nutzen und die gewonnenen Erkenntnisse in zukünftige Planungs- und Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen. Bereits realisierte Beispiele zeigen, dass praktikable Lösungen existieren und kommunale Handlungsspielräume vielfältig

sind. Diese konsequent zu nutzen, ist ein zentraler Schritt dahin, den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts wirksam zu begegnen.

7. Dank

Die Erstellung dieses GeoBerichts wurde durch zahlreiche Institutionen und Personen unterstützt. Dafür bedanken sich die Autoren herzlich.

Dem Niedersächsischen Kompetenzzentrum Klimawandel (NIKO) danken wir für die Finanzierung des Projekts KliBoG (Klimafolgenanpassung Boden und Grundwasser), in dessen Rahmen die GeoBerichte 52 und 53 entstanden sind.

Unser Dank gilt zudem den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) für die produktive Zusammenarbeit in den vergangenen Jahren.

Herzlich danken wir ebenso den Kolleginnen und Kollegen aus den Kommunen für den Austausch zu bereits umgesetzten Entsiegelungsmaßnahmen und für praxisnahe Anregungen sowie dem „Begleitkreis Entsiegelungskataster“ für die Unterstützung.

Ein weiterer Dank richtet sich an die Kolleginnen und Kollegen des Landesamts für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) sowie des Landesamts für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) für die referatsübergreifend reibungslose Zusammenarbeit zu diesem Schnittstellenthema sowie für wertvolle fachliche Hinweise.

8. Quellen

- ANTHONY, M. A., BENDER, S. F. & V. D. HEIJDEN, M. G. A. (2023): Enumerating soil biodiversity. – *PNAS* **120** (33); <https://doi.org/10.1073/pnas.2304663120>.
- BASEDOW, H.-W., BOLZE, I., GUNREBEN, M., JACOB, P., SBRESNY, J., SCHRAGE, T., STEININGER, A. & WEICHSELDORN, J. (2009): Flächenverbrauch und Bodenversiegelung in Niedersachsen. – *GeoBerichte* **14**: 1. Aufl., 90 S., 53 Abb., 12 Tab., 4 Anh.; Hannover (LBEG).
- BASEDOW, H.-W., BOLZE, I., ENGEL, N., GUNREBEN, M., HAMMERSCHMIDT, U., PALM, S., SBRESNY, J., STADTMANN, R. & STEININGER, A. (2021): Flächenneuanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen. – *GeoBerichte* **14**: 4. Aufl., 84 S., 39 Abb., 13 Tab., 2 Anh.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober_14_2021.
- BERIEF, K.-J., PANKRATZ, E., KAUFMANN-BOLL, C. & KASTLER, M. (2015): Leitfaden zur Erfassung von Brachflächen in Nordrhein-Westfalen. – LANUV-Arbeitsblatt **26**; Recklinghausen (LANUV); https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/40026.pdf.
- BERIEF, K.-J. & PANKRATZ, E. (2017): Erfassung von Brachflächen in Nordrhein-Westfalen. – LANUV-Arbeitsblatt **34**; Recklinghausen (LANUV); https://www.lanuk.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/Arbeitsblatt_34_gesichert.pdf.
- BLOSSEY, S., BUSCH, J., DAHLMANN, I., FELDWISCH, N., OESER, G.-H., PENNDORF, O. & SCHÜRER, S. (2005): Entsiegelung von Böden im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung. – *Bodenschutz* **2/05**: 36–41.
- BUG, J., HEUMANN, S., MÜLLER, U. & WALDECK, A. (2020): Auswertungsmethoden im Bodenschutz - Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS®). – *GeoBerichte* **19**: 9. Aufl., 383 S., 36 Abb., 384 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober_19_2020.
- BUG, J., SCHARUN, C., HARDERS, D. & STADTMANN, R. (2022): Der Wasserhaushalt der Böden in Niedersachsen - Neue methodische Ansätze zur bodenfunktionalen Bewertung. – *Geofakten* **36**: 17 S., 7 Abb., 5 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt_36_1_2022.
- BUG, J., KIRCHNER, A. & STADTMANN, R. (2025): Die Kühlleistung von Böden als Beitrag zur Klimaanpassung in Niedersachsen. – *Geofakten* **50**: 13 S., 5 Abb., 1 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt_50_1_2025.
- BUKEA – FREIE UND HANSESTADT HAMBURG, BEHÖRDE FÜR UMWELT, KLIMA, ENERGIE UND AGRARWIRTSCHAFT (Hrsg.) (2024): Versiegelungsmonitoring Hamburg. – Abschlussbericht, Freie und Hansestadt Hamburg, Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft; <https://www.hamburg.de/resource/blob/982200/b0ec3aecac93ceec3224d9e769532262/d-2024-versiegelung-monitoring-data.pdf>.
- DIN 18915 (2018): Vegetationstechnik im Landschaftsbau - Bodenarbeiten. – 39 S., Ausgabedatum 2018-06; (DIN-Media); <https://dx.doi.org/10.31030/2837784>.
- DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (2007): Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser. – Arbeitsblatt DWA-M **153**, 37 S., korrigierte Fassung Dezember 2020; Hennef (DWA), [ISBN 978-3-96862-068-8].
- DWA – DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E. V. (2024): Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser – Teil 1: Planung, Bau, Betrieb. – Arbeitsblatt DWA-A **138-1**, 98 S., Hennef (DWA), [ISBN 978-3-96862-757-1].
- ERTL, G., BUG, J., GHALICHEHBAF, S., HAJATI, M.-C., HERRMANN, F., WALDECK, A. & ELBRACHT, J. (2024): Die Grundwasserneubildung und weitere Wasserhaushaltskomponenten von Niedersachsen – Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA22. – *GeoBerichte* **51**: 66 S., 30 Abb., 3 Tab., Anh.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober_51_2024.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2020): State of Knowledge of Soil Biodiversity - Status, challenges and potentialities. – 618 S.; Rom (FAO, ITPS, GSBI, SCBD and EC); <https://doi.org/10.4060/cb1928en>.

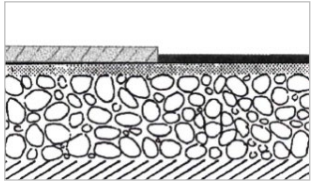
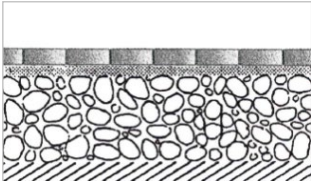
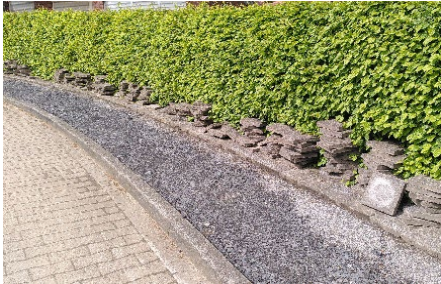
- FGSV – FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESSEN (2023): Richtlinien zum Schutz von Bäumen und Vegetationsbeständen bei Baumaßnahmen. – FGSV-Nr.: **293/4**: 28 S.; Köln; <https://galk.de/startseite/r-sbb-richtlinien-zum-baumschutz-auf-baustellen/>.
- FLL – FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG-LANDSCHAFTSBAU E. V. (2010): Empfehlungen für Baumpflanzungen – Teil 2: Standortvorbereitung für Neupflanzungen; Pflanzgruben und Wurzelraumerweiterung, Bauweisen und Substrate. – 2. Ausgabe, 64 S.; Bonn.
- FRIE, B. & HENSEL, R. (2009): Schätzverfahren zur Bodenversiegelung: Ansatz der Umweltökonomischen Gesamtrechnung der Länder. – In: MEINEL, G. & SCHUMACHER, U. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring. Konzepte - Indikatoren - Statistik: 17–45; Aachen (Shaker), [ISBN 978-3-8322-8740-5]; https://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/DFNS/2009_1_DFNS/Buchbeitraege/IOER_DFNS_I_2009_S_17-45_PDFA.pdf, (letzter Zugriff: 14.10.2025).
- GARIOUD, A., PEILLET, S., BOOKJANS, E., GIORDANO, S. & WATTRELOS, B. (2022): FLAIR #1: semantic segmentation and domain adaptation dataset. – arXiv:2211.12979; <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.12979>.
- GEHRT, E., BENNE, I., EVERTSBUSCH, S., KRÜGER, K. & LANGNER, S. (2021): Erläuterung zur BK 50 von Niedersachsen. – GeoBerichte **40**: 282 S., 125 Abb., 100 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober_40_2021.
- KASTLER, M., MOLT, C., KAUFMANN-BOLL, C. & STEINRÜCKE, M. (2015): Kühlleistung von Böden. Leitfaden zur Einbindung in stadtklimatische Konzepte in NRW. – In: LANUV (Hrsg.): LANUV Arbeitsblatt **29**, Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen; Recklinghausen; https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/4_arbeitsblaetter/LANUV-Arbeitsblatt_29_web.pdf.
- KBU – KOMMISSION BODENSCHUTZ BEIM UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.) (2020): Boden und Biodiversität – Forderungen an die Politik. – 8 S.; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/boden-biodiversitaet-forderungen-an-die-politik>; (letzter Zugriff: 12.12.2025).
- KIRCHNER, A. & STADTMANN, R. (2025): Entsiegelung in der Klimaanpassung – Leitfaden Teil A: Hintergründe, Vorgehensweisen, bodenschutzfachliche Hinweise. – GeoBerichte **52**: 99 S., 32 Abb., 14 Tab., Anh.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geober_52_2025.
- KÖSTER, W. (2002): Die Geschichte des „Camp Reinsehlen“. Von der Fintauquelle zum Magerrasen. – 2. Aufl.; Schneverdingen (Heimatbund Schneverdingen e. V.).
- LANGENKAMP, J.-P., BAMMINGER, C., ESCHER, T., KIANI, S., KREKE, M., MEIDLER, E., NEITE, H., PIEPER, M., RADELOFF, L., RIENOW, A., ROTH, P., WAETKE, M., WOLFF, I. & HERKT, M. (2025). Abschlussbericht zum Projekt EBOVE: Erfassung der landesweit versiegelten Fläche und Ermittlung des Indikators Bodenversiegelung für NRW. – Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.); Recklinghausen; <https://www.lanuv.nrw.de/themen/boden/bodenschutz-beim-planen-und-bauen/bodenversiegelung>.
- LBEG – LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2026): Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung. – https://www.lbeg.niedersachsen.de/boden_grundwasser/bodenschutz/flaecheninanspruchnahme_und_bodenversiegelung/flaecheninanspruchnahme-und-bodenversiegelung-in-niedersachsen-797.html.
- MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2025): Masterplan Wasser Niedersachsen. – Lebensgrundlage schützen. – Entwurf, Stand: August 2025; https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/wasser/masterplan_wasser/.
- NABEL, M., SELIG, C., GUNDLACH, J., V. D. DECKEN, H., KLEIN, M. & JESSEL, B. (2021): BfN Bodenreport: Vielfältiges Bodenleben - Grundlage für Naturschutz und nachhaltige Landwirtschaft. – 54 S., Bundesamt für Naturschutz; Bonn; <https://www.bfn.de/publikationen/bfn-report/bodenreport>.
- NLÖ – NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (2001): Entwicklung eines kommunalen Entsiegelungskonzeptes. Dargestellt am Beispiel der Stadt Hildesheim. – Nachhaltiges Niedersachsen **16**, 52 S.

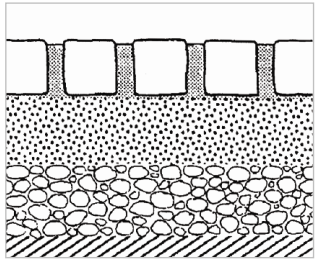
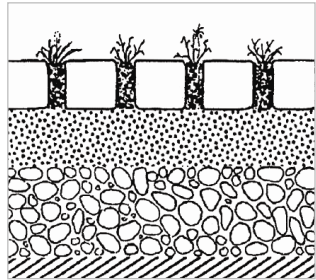
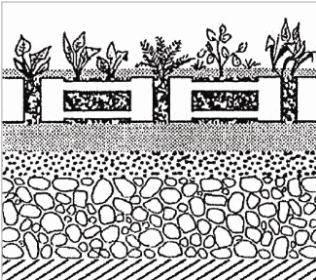
- NLWKN – NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (o. J.): FFH-Gebiet 157 Sandmagerrasen Camp Reinsehlen. – <https://www.nlwkn.niedersachsen.de/ffh-gebiete/ffh-gebiet-157-sandmagerrasen-camp-reinsehlen-197877.html>; (letzter Zugriff: 17.12.2025).
- NNA – ALFRED TOEPFER AKADEMIE FÜR NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2005): Aus Grau wird Grün - Landschaftswandel auf den ehemals militärisch genutzten Roten Flächen im Naturschutzgebiet Lüneburger Heide. – Mitteilungen aus der NNA, 16. Jg. 2005/1, 64 S.; Schneverdingen; <https://www.nna.niedersachsen.de/download/100867>.
- PACKMOOR, W. (2012): Bodeneigenschaften entsiegelter Flächen und umgebender Böden. – Diplomarbeit am Institut für Physische Geographie und Landschaftsökologie, Leibniz Universität Hannover [Unveröff.].
- SCHNEIDER, J., BARTSCH, U., JORDAN, K. & OELKERS, K.-H. (1999): Böden im Ballungsraum Hannover (engeres Stadtgebiet). Exkursion G7 zur Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1999 in Hannover.
- STADT HILDESHEIM (Hrsg.) (2022): Managementplan Nationales Naturerbe Himmelsthür. - Teilraum des FFH-Gebietes 115 „Haseder Busch, Giesener Berge, Gallberg, Finkenberg“ - NSG HA 81 „Giesener Teiche“, HA 218 „Lange Dreisch und Osterberg“, HA 246 „Osterberg“. – Teilaktualisierung 2024; Hildesheim; https://www.nlwkn.niedersachsen.de/download/177396/Massnahmenplan_Himmelsthuer.pdf.
- STADTMANN, R., KIRCHNER, A., BUG, J., ADRIAN, Y., ELBRACHT, J., FLEER, M., HAMMERSCHMIDT, U., LIETZOW, A., REINARTZ, H. & ENGEL, N. (2025): Geowissenschaftliche Fachdaten zur Planung von Entsiegelungsmaßnahmen. – Geofakten 51: 10 S., 3 Abb., 5 Tab.; Hannover (LBEG); DOI 10.48476/geofakt_51_1_2025.
- TEEB DE – NATURKAPITAL DEUTSCHLAND (2012): Der Wert der Natur für Wirtschaft und Gesellschaft. Eine Einführung. - Ein Beitrag Deutschlands zum internationalen TEEBProzess, – 90 S.; München (Ifuplan), Leipzig (Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)), Bonn (Bundesamt für Naturschutz); https://www.ufz.de/export/data/global/19049_9_TEEB_DE_Einfuehrungsbericht_dt.pdf.
- THARSEN, J. & GUNREBEN, M. (2001): Bodenversiegelung in Niedersachsen. – Arb.-H. Boden 2001/3: 39–54, 7 Abb., 2 Tab.; Hannover (NLFb).
- WASSMANN, M. (1997): Entsiegelung von innerstädtischen Verkehrsflächen - Möglichkeiten, Planung und Maßnahmen. – Diplomarbeit, Institut für Grünplanung und Gartenarchitektur, Leibniz Universität Hannover, [Unveröff.].
- WIRTH, C., BRUELHEIDE, H., FARWIG, N., MARX, J. & SETTELE, J. (Hrsg.) (2024): Faktencheck Artenvielfalt. Bestandsaufnahme und Perspektiven für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland. – 1256 S.; München (oekom), [ISBN 978-3-98726-095-7]; <https://doi.org/10.14512/9783987263361>.

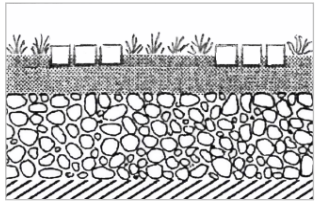
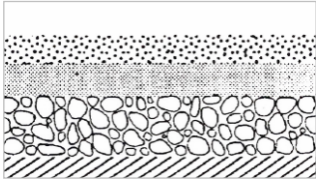
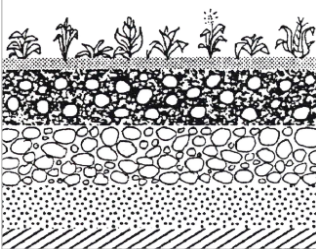
Anhang

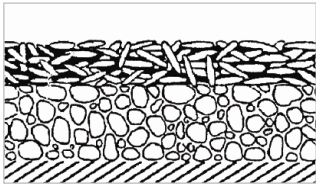
Belagsarten-Katalog

Tab. 10: Eigenschaften und Anwendungsbereiche von häufigen Belagsarten aus BASEDOW et al. (2021), ergänzt. Orientierender Abflussbeiwert (OA) nach DWA (2024) und KIRCHNER & STADTMANN (2025). Legende siehe unterhalb der Tabelle.

Belagsart und Aufbau (beispielhaft, Abweichungen je nach Ausführung)	Beispielfoto	Detailfoto	Eigenschaften	Anwendungsbereich, orient. Abflussbeiwert (OA)
Beton- und Asphaltdecken 			• keine Versickerung möglich, • verhindert Schadstoffeintrag in den Boden, • hohe Belastbarkeit, • hoher Wasserabfluss, • Vorhalten einer Entwässerungsanlage nötig.	• stark befahrene Straßen, • Parkplätze und Hofflächen mit gewerblicher und industrieller Nutzung. OA: sehr hoch ($\geq 0,8$)
Verbundpflaster, Plattenbeläge 			• geringe Wasserdurchlässigkeit, da engfugige Verlegung, • geringe Wasserspeicherung in der Oberfläche, • hoher Wasserabfluss.	• Wohnstraßen, • Plätze, Schulhöfe, • Fuß- und Radwege. OA: hoch (0,6–0,8)

Belagsart und Aufbau (beispielhaft, Abweichungen je nach Ausführung)	Beispielfoto	Detailfoto	Eigenschaften	Anwendungsbereich, orient. Abflussbeiwert (OA)
Spaltfugenpflaster 			• hoher Versickerungsanteil bei Fugenbreiten >3 cm, • stark belastbar und befahrbar, • Wasserundurchlässigkeit bei Fugenverdichtung möglich, • kein Pflanzenbewuchs.	• Fußwege, • Stellflächen, • Parkplätze, • Zufahrts- und Fahrwege, • Hof und Terrasse. OA: hoch (0,6–0,8)
Rasenfugenpflaster, Natursteinpflaster 			• mittelmäßige Versickerung, • hohe Versickerung bei Fugenbreite >3 cm, • hohe Belastbarkeit, • befahrbar, • Gras- oder Pflanzenbewuchs möglich, • Wasserundurchlässigkeit bei Fugenverdichtung möglich.	• Fußwege, • Stellflächen, • Parkplätze, • Zufahrts- und Fahrwege, • Hof und Terrasse. OA: mittel (0,4 – ≤0,6)
Rasengitter-/kammersteine 			• gute Versickerung, • gut belastbar und befahrbar, • große Hohlräume (bis zu ca. 50 % unversiegelte Fläche), • Schutz der Pflanzen in den Hohlräumen, • bei Trockenheit spärlicher Bewuchs, • begrenzt barrierefrei.	• Parkplätze, • Zufahrtswege, • Fahrspuren für Garagen- und Feuerwehrezufahrten, • zur Befestigung nicht zu steiler Böschungen, • stark benutzte Randzonen. OA: gering (≤0,4) (abhängig von Befahrungshäufigkeit)

Belagsart und Aufbau (beispielhaft, Abweichungen je nach Ausführung)	Beispielfoto	Detailfoto	Eigenschaften	Anwendungsbereich, orient. Abflussbeiwert (OA)
Fahrspuren 			• gute Versickerung, • befahrbar, • eingeschränkte Einsatzmöglichkeit.	• Zufahrten zu Stellplätzen oder Garagen, • wenig befahrene Wege. OA je nach Materialwahl, oft gering ($\leq 0,4$).
Kies-/Splittdecken (wassergebundene Decken) 			• gute Versickerung, • Ausbreitung von Pionierpflanzen möglich, • einfache Herstellung, • nicht sehr tragfähig.	• wenig frequentierte Fahr- bzw. Gehwege und Stellplätze, • Fuß- und Radwege. OA: mittel – hoch (0,5–0,8; verdichtungsabhängig)
Schotterrasen 			• voll versickerungsfähig, • gute Tragfähigkeit, • Pflanzenbewuchs, • natürliches Erscheinungsbild, • Gesteinsverlagerung bei Brems- oder Anfahrvorgängen möglich, • Spurrillenbildung.	• Stellflächen, • Spielflächen, • wenig frequentierte Verkehrsflächen wie Zufahrten und Parkplätze, Festplätze, Feuerwehrezufahrt. OA: gering ($\leq 0,4$)

Belagsart und Aufbau (beispielhaft, Abweichungen je nach Ausführung)	Beispielfoto	Detailfoto	Eigenschaften	Anwendungsbereich, orient. Abflussbeiwert (OA)
Rindenschrot 			• gute Versickerung, • pflegeleicht, • Pflanzenwuchs wird unterdrückt, • muss regelmäßig erneuert werden.	• Gartenwege, • Spielflächen, • selten befahrene Stellflächen. OA: gering ($\leq 0,4$)

Legende

	Splitt
	Humus mit Steinen 1:1
	Schotter
	Kiessand / Feinkies
	Unterbau / Untergrund

Basis-Checkliste Entsiegelung

Datum:	Projektnr.:	Erfassung durch (Name):	
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Weitere Anmerkungen, Notizen:			

Vorab/parallel: Prüfung der Fläche im niedersächsischen Entsiegelungskataster.

Frage	Ja	Nein	Unklar	Info/Handlungsbedarf bei unklarer Bewertung
Liegt eine Altlastenverdachtsfläche vor?	☐	☐	☐	Abfrage des Altlastenkatasters, Austausch mit der Unteren Bodenschutzbehörde
Liegt die Fläche im Bereich einer Schadstoff-fahne bzw. einer laufenden Sanierung?	☐	☐	☐	Abfrage des Altlastenkatasters, Austausch mit der Unteren Bodenschutzbehörde
Gibt es Hinweise oder Unterlagen zu Kampfmitteln im Boden?	☐	☐	☐	Prüfung kampfmittelspezifischer Kommunalunterlagen oder Anfrage zur Kriegsluftbildauswertung beim Niedersächsischen Kampfmittelbeseitigungsdienst (KBD)
Unterliegt die betrachtete Fläche dem Denkmalschutz?	☐	☐	☐	Abgleich im Entsiegelungskataster oder Suche im Denkmalatlas Niedersachsen , Austausch mit Unterer Denkmalschutzbehörde
Gibt es Hinweise (z.B. Schilder) auf Leitungsverläufe im Boden?	☐	☐	☐	Abfrage Leitungskataster, kommunale Daten, Abfrage bei Anbietern und Versorgern
Besteht die Gefahr von Schadstoffeintrag in Boden und Grundwasser nach Entsiegelung, z.B. durch den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen?	☐	☐	☐	z.B. Tankstellen, entsprechendes Gewerbe wie Reinigungsbetriebe, Werkstätten, LKW-Parkplätze; ggf. ist eine Entsiegelung auszuschließen bzw. ein Abstand zu wahren.
Ist es möglich bzw. geplant, Niederschlagswasser von umliegenden Flächen oder Dächern zu versickern?	☐	☐	☐	Schema zu Versickerungsanlagen in Geobericht 14 nutzen, ggf. mit Unterer Wasserbehörde austauschen.

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Wohnflächen

Datum:	Projektnr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen			
Wirken Hauszufahrten überdimensioniert ausgebaut oder versiegelt?	☐	☐	Reduzierung der Hauszufahrten zugunsten von Grünsteifen; Austausch durch versickerungsfreundliche Beläge
Sind Terrassen vollversiegelt?	☐	☐	Belagänderung durch versickerungsfreundliche Beläge
Sind Hinterhöfe vollversiegelt?	☐	☐	Vollentsiegelung zugunsten von Grünflächen; Belagsänderung zu versickerungsfreundlichen Belägen, wenn eine Befestigung erforderlich ist
Fehlen Saumstreifen am Häusersockel?	☐	☐	Entsiegelung zugunsten begrünter Saumstreifen
Reicht der Platz für die Einrichtung von Vorgärten?	☐	☐	Entsiegelung und Anlegen von Vorgärten
Weist die Fläche Schottergärten auf?	☐	☐	Rückbau von Schottergärten zugunsten von Grünflächen
Sind Parkplätze im Hof von Wohnanlagen platziert?	☐	☐	Statt einzelner Stellflächen Sammelgaragen mit gemeinsamer Zufahrt einrichten; ggf. Reduzierung der Stellplätze nach Bedarf; Gestaltung des entsiegelten Hinterhofes als Grünfläche
Sind vollversiegelte Parkplätze in Wohnanlagen vorhanden?	☐	☐	siehe »Checkliste Parkplätze«
Ist die Qualität des Wohnumfeldes durch starken Verkehr belastet?	☐	☐	Entsiegelung und Anlegen begrünter Ausgleichsflächen zwischen Wohn- und Verkehrsflächen.
Umsetzungsmöglichkeiten			
Besteht Bedarf nach einer Wohnumfeldverbesserung?	☐	☐	Integration von Entsiegelungsmaßnahmen in Gestaltungspläne
Stehen in nächster Zeit Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Aufbruch versiegelter Flächen für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen
Ergänzende Maßnahmen			
Werden Niederschläge über die Kanalisation abgeführt?	☐	☐	Regenwasserversickerung unbelasteter Niederschläge auf Grünflächen

Besteht besonderer Handlungsbedarf zur Aufwertung des Mikroklimas (z.B. Hitze)?	☐	☐	Reduzierung der Versiegelung durch Entsiegelung; Regenwasserversickerung und/ oder Dach- und Fassadenbegrünung wirken ausgleichend.
---	--------------------------	--------------------------	---

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Gemeinbedarfsflächen

Datum:	Projektnr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen			
Sind Schulhöfe stark versiegelt?	☐	☐	Anlegen von Schulgärten; naturnahe Spielmöglichkeiten schaffen; Belagänderung durch versickerungsfreundliche Beläge, wenn Befestigung erforderlich ist; Entsiegelung ggf. auch für Pflanzgruben, um durch Bäume für Beschattung zu sorgen (besonders vulnerable Personen).
Sind Kinderspielplätze stark versiegelt?	☐	☐	naturnahe Spielmöglichkeiten schaffen; auf Versiegelung möglichst ganz verzichten; Barrierefreiheit ggf. durch durchlässige Beläge ermöglichen; Entsiegelung ggf. auch für Pflanzgruben, um für durch Bäume für Beschattung zu sorgen (besonders vulnerable Personen).
Sind vollversiegelte Parkplätze vorhanden?	☐	☐	vgl. »Checkliste Parkplätze«
Sind Stadtplätze vollversiegelt?	☐	☐	Belagsänderung durch versickerungsfreundliche Beläge, Anlegen von Pflanzbeeten und/oder Baumscheiben
Sind Fußgängerzonen vollversiegelt?	☐	☐	Belagsänderung durch versickerungsfreundliche Beläge, Anlegen von Pflanzbeeten und/oder Baumscheiben
Umsetzungsmöglichkeiten			
Besteht Bedarf nach einer Attraktivitätssteigerung des Stadtteils (z.B. Stadtplätze, Fußgängerzonen)?	☐	☐	Kombination mit Entsiegelungsmaßnahmen sinnvoll
Stehen in nächster Zeit Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Aufbruch versiegelter Flächen für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen
Ergänzende Maßnahmen			
Werden Niederschläge über die Kanalisation abgeführt?	☐	☐	Regenwasserversickerung unbelasteter Niederschläge auf Grünflächen

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Gewerbe- und Industrieflächen

Datum:	ProjektNr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:			Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:			Verortung auf Flurstück:
Flächengröße:			Art der Flächennutzung:
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat			Art der Versiegelung, Beläge:
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen			
Sind vollversiegelte Parkplätze vorhanden?	☐	☐	Vgl. »Checkliste Parkplätze«, v.a. Kunden- und Mitarbeiterparkplätze können ggf. mit durchlässigen Belägen gestaltet werden.
Wirken Straßen überdimensioniert?	☐	☐	Vgl. »Checkliste Straßen«
Sind LKW-Parkplätze vorhanden?	☐	☐	In der Regel keine Entsiegelung in diesen Bereichen wegen potentieller Schadstoffeinträge.
Sind vollversiegelte Lagerflächen vorhanden?	☐	☐	Änderung des Belags durch versickerungsfreundliche Materialien, wenn durch die lagernden Stoffe keine Schadstoffeinträge zu erwarten sind. Ggf. Abgrenzung von Lager- und Verkehrsflächen durch Grünstreifen oder Pflanzbeete.
Fehlen Grünverbindungen?	☐	☐	Entsiegelung zur Entwicklung von Grünverbindungen
Weist die Fläche Schottergärten auf?	☐	☐	Rückbau von Schottergärten zugunsten von Grünflächen
Liegen versiegelte Flächen brach?	☐	☐	Entsiegeln und Zwischenbegrünen oder Spontanvegetation zulassen
Umsetzungsmöglichkeiten			
Besteht Bedarf nach einer Verbesserung des Gewerbeumfelds?	☐	☐	Integration von Entsiegelungsmaßnahmen in Gestaltungspläne
Stehen in nächster Zeit Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Aufbruch versiegelter Flächen für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen
Erfolgt bei brachliegenden Flächen bald eine Nachnutzung?	☐	☐	Entsiegelung bei der Planung mitdenken und im Rahmen der ohnehin anstehenden Arbeiten umsetzen.
Ergänzende Maßnahmen			
Werden Niederschläge über die Kanalisation abgeführt?	☐	☐	Regenwasserversickerung unbelasteter Niederschläge auf Grünflächen
Besteht besonderer Handlungsbedarf zur Aufwertung des Mikroklimas (z.B. Hitze)?	☐	☐	Regenwasserversickerung und/oder Dach- und Fassadenbegrünung. Letztere ist auch dann möglich, wenn aufgrund bestehender Schadstoffbelastung keine Entsiegelung und Regenwasserversickerung durchgeführt werden kann.

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Straßenraum

Datum:	Projekttnr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen (zu FGSV siehe auch Geobericht 14)			
Wirkt die Breite der Straße überdimensioniert?	☐	☐	Querschnittverminderung unter Beachtung der Angaben der FGSV; Reduzierung der Fahrspurenanzahl; Pflanzstreifen oder Fuß- und Radwege anlegen
Sind versiegelte Mittel- und Seitenstreifen vorhanden?	☐	☐	Mittel- und Seitenstreifen entsiegeln und begrünen; Anlegen von Baumscheiben
Sind Knotenpunkte überdimensioniert ausgebaut (z.B. Verkehrsinseln, Abbiegespuren)?	☐	☐	Knotenpunktreduzierung unter Beachtung der Angaben der FGSV und Entsiegelung/ Begrünung der neugewonnenen Flächen; Nicht zu befahrende versiegelte Flächen können voll zurückgebaut und begrünt werden.
Sind Sperrflächen oder Fahrbahnverengungen versiegelt?	☐	☐	Entsiegelung der Sperrflächen und Begrünung (Pflanzbeete, Baumreihen)
Wird die Straße nur selten genutzt?	☐	☐	Straßenrückbau, Querschnittverminderung, Reduzierung der Fahrspurenanzahl
Liegt die Straßenbelastung unter 2000 KFZ pro Tag (z.B. Zufahrten, Erschließungsstraßen)?	☐	☐	Austausch des Straßenbelags durch versickerungsfreundliche Beläge
Umsetzungsmöglichkeiten			
Besteht Bedarf nach einer Verkehrsberuhigung?	☐	☐	Kombination mit Entsiegelungsmaßnahmen sinnvoll
Stehen zukünftig Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Straßenaufbruch für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Geh- und Radwege

Datum:	Projektnr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen			
Wirkt die Wegbreite überdimensioniert ausgebildet?	☐	☐	Querschnittverminderung und Begrünung der neugewonnen Seitenstreifen
Liegt eine doppelte Wegeführung vor?	☐	☐	Wegerückbau zugunsten von Grünflächen
Sind Fuß- oder Radwege vollversiegelt?	☐	☐	Belagsänderung zugunsten versickerungsfähiger Beläge; Berücksichtigung von Barrierefreiheit (Belagswahl)
Umsetzungsmöglichkeiten			
Stehen in nächster Zeit Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Aufbruch der Beläge für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen
Ergänzende Maßnahmen			
Erfolgt der Abfluss der Niederschläge über die Kanalisation?	☐	☐	Versickerung der Niederschläge auf angrenzenden Grünflächen (siehe hierzu Geobericht 14)
Weitere Notizen:			

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Checkliste Entsiegelung: Parkplätze

Datum:	Projektnr.:		Erfassung durch (Name):
Bearbeitungsstand:		Methodik (vor-Ort/Luftbild/Straßenansicht):	
Flurstücksbezeichnung oder Nummer:		Verortung auf Flurstück:	
Flächengröße:		Art der Flächennutzung:	
Eigentum: ☐ öffentlich ☐ privat		Art der Versiegelung, Beläge:	
Notiz:			
Anmerkungen, Notizen:			
Frage	Ja	Nein	Maßnahmenprüfung bei Beantwortung der Frage mit Ja
Entsiegelungsmaßnahmen			
Wirken Stellflächen überdimensioniert ausgebildet?	☐	☐	Reduzierung der Stellplatzflächengröße gemäß der Mindestangaben der FGSV; Rückbau von Stellflächen; Begrünung der entstandenen Freiflächen
Werden die Parkplätze selten genutzt?	☐	☐	Rückbau von Stellflächen zugunsten von Grünflächen; Belagsänderung auf den restlichen Stellplätzen und in der Fahrgasse zugunsten versickerungsfähiger Beläge.
Werden die Parkplätze »normal« frequentiert (z.B. Wohngebiete, Einzelhandel)?	☐	☐	Belagsänderung auf den Stellplätzen und in der Fahrgasse zugunsten versickerungsfähiger Beläge (zur Bewertung der Frequentierung siehe DWA 2024 oder GeoBericht 52)
Werden die Parkplätze »hoch« frequentiert (z.B. sehr stark genutzte Parkplätze vor Einkaufszentren)?	☐	☐	Stellflächen und die Fahrgasse sollten versiegelt bleiben. Ein Entsiegelungspotential ergibt sich durch die Möglichkeit in Teilbereichen einen Rückbau durchzuführen und z.B. Grünstreifen und Baumscheiben anzulegen.
Sind LKW-Parkplätze vorhanden?	☐	☐	In der Regel keine Entsiegelung in diesen Bereichen wegen potentieller Schadstoffeinträge.
Sind Parkplätze im Hof von Wohnanlagen platziert?	☐	☐	Statt einzelner Stellflächen Sammelgaragen mit gemeinsamer Zufahrt einrichten; ggf. Reduzierung der Stellplätze nach Bedarf; Gestaltung des entsiegelten Hinterhofes als Grünfläche
Liegt nur eine geringe Grünversorgung des Parkplatzes vor?	☐	☐	Entsiegelungsmaßnahmen zugunsten von Baumscheiben und Grünstreifen durchführen; Mittelflächenbegrünung
Umsetzungsmöglichkeiten			
Stehen in nächster Zeit Umbaumaßnahmen/ Unterhaltungsarbeiten an?	☐	☐	Aufbruch der Beläge für Entsiegelungsmaßnahmen nutzen
Ergänzende Maßnahmen			
Erfolgt der Abfluss der Niederschläge bei »gering« und »normal« frequentierten Parkplätzen über die Kanalisation?	☐	☐	Versickerung der Niederschläge auf angrenzenden Grünflächen

Weitere Notizen:

Fotos: (in ein Feld klicken/ein Feld berühren, um ein Foto hinzuzufügen/zu löschen)

Hinweis: Anwendung z.B. mit Adobe Acrobat Reader (kostenlos). In Browsern ist i.d.R. kein Einfügen von Bildern möglich. Android und iOS-Umgebungen können die Funktion blockieren. Sicherheitsrichtlinien können zudem einschränkend wirken.

Autorenschaft

Kapitel 1, 2.1, 2.2, 3.2, 4, 5, 6, Anhang

- Dr. André Kirchner

<https://orcid.org/0000-0002-6124-8021>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 2.1 Bodenschutz, Bodenkundliche Landesaufnahme,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

- Dr. Robin Stadtmann

<https://orcid.org/0000-0002-6232-4188>

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie,
Referat L 2.1 Bodenschutz, Bodenkundliche Landesaufnahme,
Stilleweg 2,
30655 Hannover.

Kapitel 2.3, 3.1

- Dr. Alina Maas

Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN),
– Regionaldirektion Aurich –,
Dezernat 2 – Geodatenmanagement,
Oldersumer Straße 48,
26603 Aurich.

ISSN 1864 – 7529