



GODELMANN
DIE STEIN-ERFINDER

Flächenversickerungssysteme
Grundlagen & Bauweise







Seit 30 Jahren führend

Umweltschutz hat bei GODELMANN hohe Priorität. Wir haben den wasserdurchlässigen Pflasterbelag auf den Weg gebracht und dafür gesorgt, dass viele Millionen Quadratmeter Verkehrsfläche entsiegelt werden konnten. Und wir geben Antworten auf neue Herausforderungen durch Innovationen für eine bessere Umwelt. Auf den folgenden Seiten finden Sie die Essenz aus mehr als 30 Jahren Know-how und Erfahrung, Forschung und Entwicklung unter Berücksichtigung der aktuell gültigen technischen Regelwerke und Gesetze.

Silvia und Bernhard Godelmann

Inhalt

	1	EINFÜHRUNG
9	1.1	Klärungsbedarf
10	1.2	Wasserrechtliche und straßenbautechnische Bestimmungen
12	1.3	Schadstoffe und Schadstoffrückhalt
14	1.4	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) vom Deutschen Institut für Bautechnik DIBt
	2	PLANUNG
16	2.1	Grundlagen
16	2.2	Bestimmung des leistungsfähigsten Bausystems
18	2.3	Hydraulische Grundlagen
18	2.3.1	Böden, Niederschlag und Versickerung
19	2.3.2	Anforderungen/Nachweis Versickerungsfähigkeit des Untergrundes/des Unterbaus (ZTV E-StB, M VV)
20	2.3.3	Grundwasserstand und Bewertung Tragfähigkeit/ Frostsicherheit/Filterwirkung des Oberbaus
22	2.3.4	Erfassung der Ist-Situation/Zulässigkeit, Ermittlung der wassertechnischen Grundlagen
24	2.4	Straßenbautechnische Grundlagen (RASt 06)
25	2.4.1	Bestimmung der Belastungsklassen nach RStO
25	2.4.2	Dimensionierung des Oberbaus
26	2.5	ECOSAVE – das komplette Leistungsprogramm
28	2.6	ECOSAVE protect
30	2.6.1	Basic
32	2.6.2	PLUS
34	2.6.3	Select
36	2.7	Wirtschaftlichkeitsberechnung
38	2.8	Planen mit ECOSAVE
40	2.9	Die Bauweise (allgemein)
40	2.9.1	Untergrund/Unterbau/Planum (ZTV E-StB, M VV)
40	2.9.2	Oberbau (RStO, ZTV SoB-StB, ZTV Pflaster-StB, DIN 18138, MFP, M VV)
41	2.9.3	Frostschuttschicht (ZTV SoB-StB, M VV)
41	2.9.4	Tragschichten (ZTV SoB-StB, TL-Gestein StB, M VV)
42	2.9.5	Pflasterdecke (ZTV Pflaster-StB, DIN 18318, M FP 1, M VV)
43	2.9.6	Bettung und Fugen (TL Gestein-StB, ZTV Pflaster-StB, M VV)
44	2.9.7	Beispiele für Oberbaukonstruktionen
46	2.9.8	Gefälle/Querneigung (s. RAS-Ew, M VV)
46	2.9.9	Fugen/Verfugung (DIN 18138)
46	2.9.10	Pflasterverbände



	3	AUSFÜHRUNG
48	3.1	Ausschreibungshinweise
48	3.2	Ausführungsbeginn/Baustelleneinrichtung
48	3.2.1	Allgemeines
48	3.2.2	Bauanlauf
48	3.2.3	Logistik
49	3.2.4	Materialanlieferung (Technische Hinweise zur Lieferung von Betonprodukten für den Straßen-, Landschafts- und Gartenbau)
49	3.2.5	Fläche vorbereiten
49	3.2.6	Zusätzlicher Unterbau nach Erfordernis (ZTV E-StB, M VV)
49	3.2.7	Zusätzliche Entwässerung (RAS-Ew, M VV)
50	3.3	Tragschichten einbauen/verdichten/prüfen (ZTV Pflaster StB, ZTV SoB-StB, TL Gestein-StB, Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, M VV)
51	3.4	Bettung herstellen
51	3.5	Entwässerung bei Oberflächenabfluss
51	3.6	Verlegehinweise
52	3.7	Verfugung (ZTV Pflaster-StB, DIN 18318)
52	3.8	Abrütteln
52	3.9	Betriebliche Hinweise
	4	REINIGUNG UND PFLEGE
53	4.1	Wartung allgemein
53	4.2	Wartung speziell
53	4.3	Kehrmaschinen
53	4.4	Winterdienst (Merkblatt für Winterdienst auf Straßen/TL Streu)
53	4.5	Aufgrabungen (ZTV A-StB/ZTV BEA-StB/ZTV BEB-StB/ZTV BEB-StB)
54	4.6	Reinigungsverfahren GEOCLEANING

ANHANG

56	Checkliste Planungsvoraussetzung
57	Checkliste Ausschreibung/Ausführung
58	Checkliste Reinigung und Wartung
59	Leistungsbeschreibung zum Oberbau
59	Technische Vertragsbedingungen zum Leistungsverzeichnis
64	Einbauhinweise gem. abZ
64	Leistungsbeschreibung zu den Prüfungen
65	Betrieb und Wartung gem. abZ
66	Ihre Ansprechpartner



Die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung mit der ortsnahen Versickerung und Verdunstung von Niederschlagswasser ist heute vor allem auch im Zeichen der Klimawandels das Gebot der Stunde. Gleichzeitig gelten strengere Vorschriften für den Schutz unserer natürlichen Gewässer, dazu zählt u.a. das Grundwasser. Die Lösung:

ECOSAVE protect – Ökologische Pflasterbeläge neuester Generation

1. 100 % Regenwasserversickerung – Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$
2. maximaler Grundwasserschutz durch Schadstoff-Rückhalt
3. hoher Verdunstungseffekt für ein gesünderes Stadtklima
4. reduziert Oberflächenabfluss und lokale Überflutungen
5. entlastet das Kanalnetz und ermöglicht Kosteneinsparungen
6. fördert die Grundwasserneubildung und Bödenfunktionen
7. DIBt*-geprüfte Sicherheit für Planung, Ausführung, Betrieb und Wartung
8. regenerierbare Funktionen für dauerhafte Versickerung und Schadstoff-Behandlung
9. erfüllt wasserrechtliche und straßenbautechnische Anforderungen
10. designt für anspruchsvolle Gestaltungskonzepte
11. kostengünstiger als jede andere Art der Regenwasserbehandlung
12. erfüllt sämtliche Aspekte der Nachhaltigkeit: ökologisch – ökonomisch – sozial

UNSER LEISTUNGSSPEKTRUM

ökologische Flächensysteme für öffentliche und private Bauaufgaben

- Kompetenz für fachgerechte Pflasterbauweisen
- vielfältige Serviceleistungen
- individuelle Objektberatung
- Fachseminare und Inhouse-Workshops

Ihre persönlichen Ansprechpartner finden Sie auf Seite 66



Vom wasserdurchlässigen Pflasterbelag zur Regenwasser-Behandlungsanlage – die Chronologie der Entwicklung

1984

Mit unserem damaligen Betonwerkpartner präsentieren wir erstmals wasserdurchlässige Pflasterbeläge aus der Eigenentwicklung.

die 1980er

Die Schadstoffproblematik bei der Versickerung wird frühzeitig erkannt: Mit dem Niederschlagsabfluss gelangen z. B. Mineralöle und Schwermetalle in Boden und Gewässer.

1990

Das etablierte wasserdurchlässige Pflastersystem GEOSTON wird modifiziert. Ergebnis ist ein zweischichtiger Steinaufbau mit feinporigem Vorsatzbeton für den Rückhalt von Schadstoffen.

1992

Es finden erste Untersuchungen zum Rückhalt von Mineralölen auf haufwerksporigen Pflasterbelägen, Typ GEOSTON, statt.

1997

Ein Pilotprojekt auf einem Parkplatz in der Stadt Stadtlorn bestätigt den Schadstoffrückhalt bei einem zehn Jahre alten Flächenbelag.

1998

Das Bettungs- und Fugenmaterial für den Schadstoffrückhalt wird mit einbezogen – Empfehlungen für die wasserdurchlässige Pflasterbauweise zur Behandlung von belastetem Niederschlagsabfluss werden entwickelt.

2001

GEOCLEANING (Reinigungsverfahren zur Wiederherstellung der Versickerungsleistung) und GEOCONSULT (bodenkundliche Untersuchungen und Beratungen als Serviceleistungen) werden eingeführt.

2002

Ein Gutachten für den Pflastersteintyp GEOSTON wird erstellt und als Bauart-Eignungsnachweis veröffentlicht.

2003

Ein Antrag auf Erteilung der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung für den Flächenbelag Typ GEOSTON wird beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) gestellt.

2006

Das DIBt erteilt die Zulassung.

2013

Die Produktlinie ECOSAVE protect wird um die Pflastersysteme DRAINSTON protect und -gd protect erweitert. Beide Systeme mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung dienen als Anlage zur Behandlung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen.

2014

Eine weitere Neuheit, das System -hp protect mit DIBt-Zulassung für die Versickerung und Behandlung von Regenwasser, erhöht die Verdunstungsleistung des Pflasterbelags zugunsten des urbanen Klimas.

2016

Unter der Dachmarke ECOSAVE protect sind heute insgesamt vier unterschiedliche Pflastersysteme mit DIBt-Zulassung erhältlich (ab S. 28).

AKTUELL

Neue Entwicklungen sind in Planung und werden demnächst marktreif.

DIE GESPLITTETE ABWASSERGEBÜHR

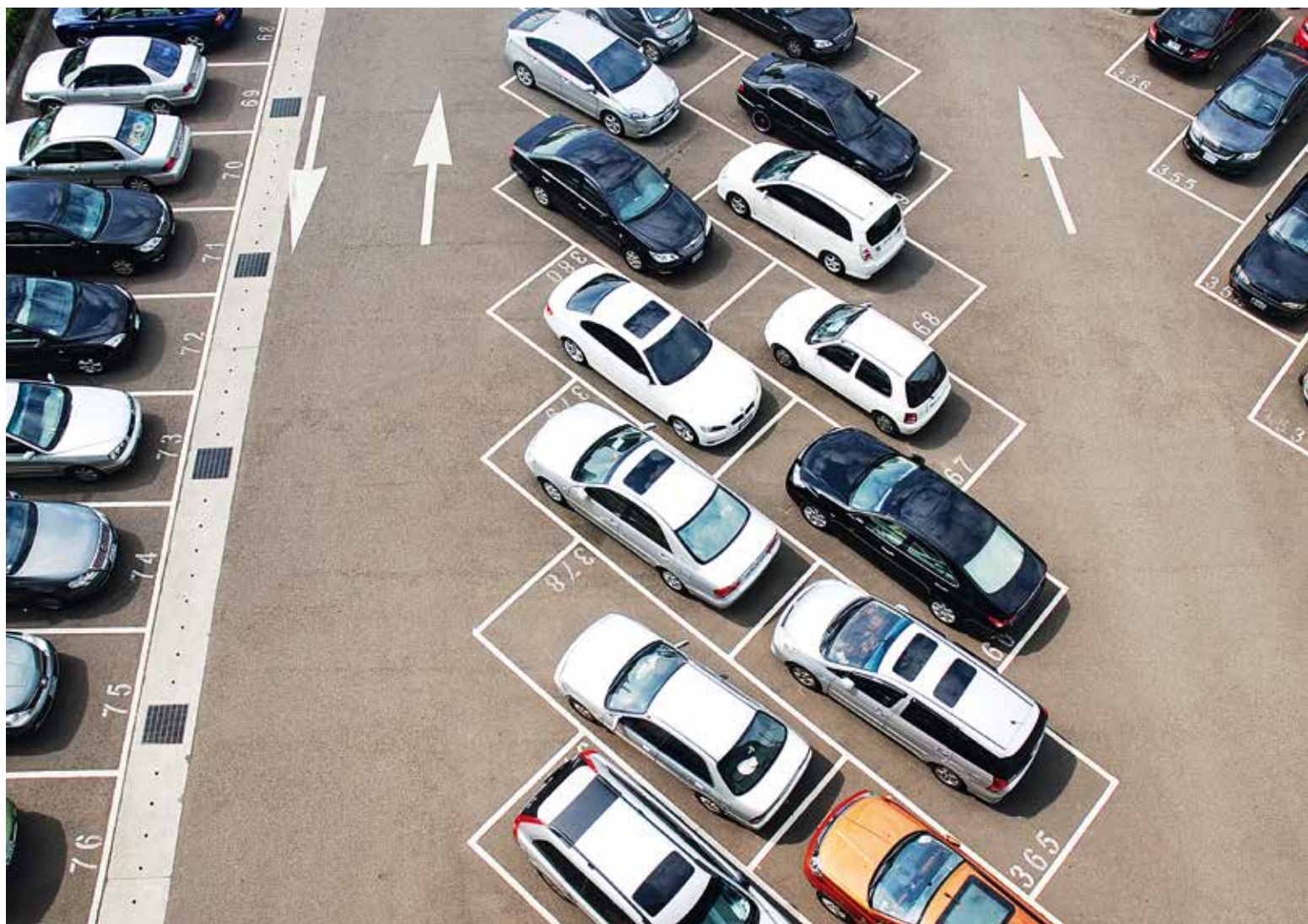
Bei der Gebührenfestlegung für die Regenwasserbeseitigung wenden die Städte und Gemeinden zunehmend und in absehbarer Zeit auch flächendeckend den sogenannten Versiegelungsmaßstab an. Für versickerungsfähige Flächen heißt das keine oder weniger Gebühren, weil das öffentliche Kanalnetz nicht oder geringer in Anspruch genommen wird. Hieraus ergeben sich interessante Einsparmöglichkeiten für Hauseigentümer, Industrie und Gewerbe.

In der neuen Berechnung wird u. a. der Abflussbeiwert berücksichtigt – also die Regenmenge, die nicht zur Versickerung kommt. Dabei bietet ECOSAVE protect mit einem Abflussbeiwert 0,0 optimale Voraussetzungen zum Sparen.

Zum Vergleich:

Art der befestigten Fläche	Abflussbeiwert
fugenlose Asphaltdecke oder Betondecke	$\Psi = 1,0$
Pflasterdecke (auch aus Verbundsteinen) oder Plattenbelag mit ungebundener Fugenausführung und herkömmlichen Fugenbreiten	$\Psi = 0,7$
versickerungsfähiger Belag (z. B. Drainpflaster), Pflasterdecke oder Plattenbelag mit definierten und splittverfüllten Fugen, Belag aus Rasengittersteinen (splittverfüllt)	$\Psi = 0,4$

Abb. 01: Abflussbeiwerte für befestigte Flächen,
Quelle: Betonverband SLG



1. Einführung

1.1 Klärungsbedarf

FLÄCHENVERSIEGELUNG UND STADTKLIMA

Für den Umgang mit Regenwasser gab es lange Zeit vor allem zwei Wege: die zentrale Ableitung mit Schmutzwasser in Kläranlagen, gefolgt von einer separaten Abführung im Regenwasserkanal in Gewässer oder Sammelbecken. Parallel wird seit Jahrzehnten ökologisch wertvoller Boden in Bauland für z. B. neue Siedlungen und Straßen umgewandelt. Auch heute werden jeden Tag rund 75 Hektar Fläche, umgerechnet etwa 90 Fußballfelder, bebaut und dabei bis zu 50 Prozent versiegelt. Die Folgen äußern sich in überlasteten Entwässerungssystemen und zunehmenden lokalen Überflutungen mit teils schlimmen Schäden. Dabei ist noch nicht absehbar, was der Klimawandel bringen wird. Fakt ist, dass die Starkregenereignisse an Zahl und Intensität bereits zugenommen haben.

Der Mangel an Versickerung und Verdunstung macht sich insbesondere in den Innenstädten negativ bemerkbar. Hohe Temperaturen, trockene Luft und Feinstaub aus Industrie und Verkehr belasten das urbane Klima – und die Gesundheit der Städter. Es bildet sich der sogenannte „Urban-Heat-Island-Effekt“ (UHI-Effekt) mit der Stadt als „Wärmeinsel“. Demnach liegen die Temperaturen in den Zentren im Vergleich zum Land im Mittel bis zu 3° C höher, am Abend bis zu 12° C. Vor allem dunkle versiegelte Flächen wie Asphaltdecken oder Dächer schlucken und speichern viel Wärme. Könnte mehr Regenwasser verdunsten, würden sich die Innenstädte nicht derart aufheizen und mit Luftschadstoffen anreichern.

REGENWASSER DEZENTRAL BEWIRTSCHAFTEN

Die Lehre aus der „Wasserkrise“ heißt dezentrale Regenwasserbewirtschaftung. Darunter versteht sich ein Mix aus Nutzung, Versickerung und Verdunstung direkt am Entstehungsort der Niederschläge. So versickert das Regenwasser im Pflasterbelag, in Mulden oder über typisierte Anlagen in Form von z. B. Röhren, Rigolen oder Schächten. Es wird in Zisternen gespeichert und genutzt oder auch verzögert abgeleitet in Oberflächengewässer mit hoher Speicherkapazität. Flankierend soll der hohe Flächenverbrauch eingedämmt werden. In der Siedlungsentwicklung müssen sich Planer und Bauherren zukünftig noch intensiver damit beschäftigen, den vorhandenen Zustand des lokalen Wasserhaushalts bezüglich Oberflächenabfluss, Versickerung und Verdunstung bei Neubaumaßnahmen weitestgehend in Balance zu halten.

BAUSTEIN FÜR NACHHALTIGES REGENWASSERMANAGEMENT

Ein wichtiger Baustein im naturnahen Regenwassermanagement ist das sogenannte Ökopflaster, das überall eingesetzt werden sollte, sofern sinnvoll und ökologisch unbedenklich. Bei jeder Form der Versickerung sind jedoch die Forderungen der Gesetzgeber für den Schutz von Boden, Grundwasser und Gewässern zu beachten. Demnach muss belastetes Niederschlagswasser von Verkehrsflächen vor der Versickerung behandelt werden.

UMWELTGIFTE DÜRFEN NICHT VERSICKERN

Je nach Nutzung der Verkehrsfläche kann der Niederschlagsabfluss mehr oder minder mit Schadstoffen belastet sein. Ein höheres Potenzial bildet sich auf stark frequentierten Straßen und Parkplätzen sowie in Industrie- und Gewerbegebieten. Insbesondere auf solchen, aber auch auf weniger verschmutzten Flächen darf das Regenwasser nicht mehr oder nur nach Vorbehandlung versickern. Das heißt auch: Konventionelle wasserdurchlässige Pflasterbeläge sind dort nicht zulässig! Die Regelung betrifft bereits Verkehrsflächen mit täglich mehr als 300 Kfz/Tag. Weitere Einschränkungen sind absehbar.

Geprüfte wasserdurchlässige Pflasterbeläge mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung sind auch dort einsetzbar, wo herkömmliche Ökopflaster-systeme heute nicht mehr gestattet sind. Werden ungeprüfte Systeme verwendet, trägt der Planer das volle Haftungsrisiko!

DIE ZUKUNFTSLÖSUNG

Mit ECOSAVE protect ist es gelungen, die Versickerung und Verdunstung mit der Behandlung von belasteten Niederschlagsabflüssen zu verbinden. Durch die Optimierung reifen die wasserdurchlässigen Pflasterbeläge zu Schadstoff behandelnden Anlagen heran. So können unzählige Verkehrsflächen für eine großräumige Versickerung effizient genutzt werden. Die Funktionen bezüglich Sickerleistung und Schadstoff-Rückhalt sind durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (siehe Seite 14) belegt. Bei allen wasserwirtschaftlichen, ökologischen und auch ökonomischen Vorteilen: Pflasterbeläge müssen dauerhaft auf der Straße bestehen. Darum erfüllt ECOSAVE protect die hohen Anforderungen der ZTV Pflaster-StB und TL Pflaster-StB.

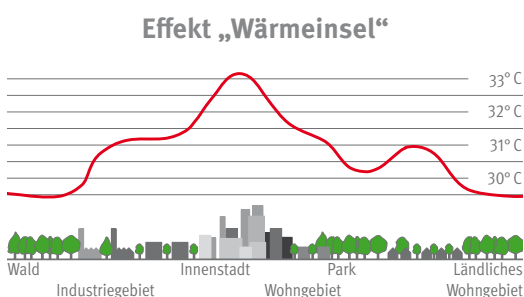


Abb. 02: In vielen Stadtzentren herrschen zu hohe Temperaturen.

1.2 Wasserrechtliche und straßenbautechnische Bestimmungen

Die Beachtung und Einhaltung der technischen Regeln und gesetzlichen Vorschriften ist nicht nur für die Genehmigung und fachgerechte Erstellung der wasser-

durchlässigen Pflasterbauweise wichtig, sondern auch zur Vermeidung von Schäden und Streitfällen zwischen den Baubeteiligten.

WASSERRECHTLICHE BESTIMMUNGEN

EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL)	Die Richtlinie bildet einen einheitlichen Ordnungsrahmen für ein gemeinsames wasserwirtschaftliches Handeln in Europa. Das Kernziel ist der gute Zustand aller Oberflächengewässer in der EU – gemeint sind Flüsse, Bäche und Seen – einschließlich der Küsten- und Übergangsgewässer sowie des Grundwassers. Die nationale Umsetzung in Deutschland ist durch das Wasserhaushaltsgesetz geregelt.
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Kernstück des deutschen Wasserrechtes. Hier finden sich Bestimmungen für den Schutz und die Nutzung der Oberflächengewässer und des Grundwassers. Ferner Vorschriften zum Ausbau von Gewässern und Hochwasserschutz sowie zur wasserwirtschaftlichen Planung. Das WHG ist auch Maßgabe für die Landeswassergesetze, die nur marginal abweichen dürfen.
Landeswassergesetz (LWG)	In den LWG haben die einzelnen deutschen Bundesländer wasserrechtliche Vorschriften zum Schutz der Gewässer sowie zur Nutzung, Wasserversorgung und -entsorgung und Gewässereinteilung verankert.

Ferner zu beachten sind landesspezifische und kommunale Ausführungsverordnungen.

Regelwerke

Arbeitsblatt DWA-A 138 Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser	Enthält die Anleitung zur Bemessung und Gestaltung von Versickerungsanlagen. Erläutert werden zudem unterschiedliche Möglichkeiten der Versickerung von Niederschlagswasser sowie rechtliche und technische Aspekte. Weitere Hinweise betreffen den Bau und Betrieb sowie die Umsetzung und Kosten von Versickerungsanlagen.
Merkblatt DWA-M 153 Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser	Gibt Empfehlungen zur mengen- und gütemäßigen Behandlung von Regenwasser in modifizierten Entwässerungssystemen oder Trennsystemen sowie Vorschläge für die Behandlung von Regenwasser ohne Vermischung mit Schmutzwasser.
Arbeitsblatt DWA-A 117 Bemessung von Regenrückhalteräumen	Das Arbeitsblatt bietet zwei Möglichkeiten zur Ermittlung des Volumens von Regenrückhalteräumen, die zur Dämpfung niederschlagsbedingter Abflüsse errichtet werden.

weitere relevante Schriften

BBodSchV Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung	Das Gesetz als Teil des BBodSchG zielt auf den Schutz sowie die Sicherung und Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen. Hierfür sind unter anderem Schäden abzuwehren und durch Altlasten verunreinigte Böden und Gewässer zu sanieren.
Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) Zulassungsgrundsätze Niederschlagswasserbehandlungsanlagen	Teil 2: Wasserdurchlässige Beläge für Kfz-Verkehrsflächen für die Behandlung des Abwassers zur anschließenden Versickerung in Boden und Grundwasser (abwasserbehandelnde Flächenbeläge).

STRASSENBAUTECHNISCHE BESTIMMUNGEN**REGELWERKE****TITEL****Allgemeine Technische Vertragsbedingungen (ATV)**

ATV DIN 18315	Verkehrswegebauarbeiten – Oberbauschichten ohne Bindemittel
ATV DIN 18318	Verkehrswegebauarbeiten – Pflasterdecken und Plattenbeläge in ungebundener Ausführung, Einfassungen

Normen

DIN EN 1340	Bordsteine aus Beton
DIN EN 1338	Pflastersteine aus Beton
DIN EN 1339	Platten aus Beton
DIN EN 13285	Ungebundene Gemische - Anforderungen

Merkblätter

M FP	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundene Ausführung sowie für Einfassungen
M VV	Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen

Richtlinien

RStO	Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen
RAS-EW	Richtlinien für die Anlage von Straßen, Teil: Entwässerung
RASt	Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen

Technische Lieferbedingungen

TL Gestein-StB	Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau
TL Pflaster-StB	Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
TL SoB-StB	Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau

Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien

ZTV E-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
ZTV Pflaster-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen
ZTV SoB-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau
ZTV A-StB	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen

1.3 Schadstoffe und Schadstoffrückhalt

Zahlreiche Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass der Niederschlagsabfluss von Verkehrsflächen unsere Gewässer belastet. Mehr oder weniger ungefiltert gelangen ökologisch riskante Mineralöle, Schwermetalle und polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe in den Untergrund. Nahezu sämtliche Stoffe lassen sich problemlos in die höchste Wassergefährdungsklasse 3 = stark wassergefährdend einordnen. Dabei reichern sich insbesondere nicht abbaubare Schwermetalle wie Zink oder Kupfer dauerhaft in Wasser und Boden an. Eine sehr konkrete Gefahr für unser Trinkwasser, das größtenteils dem Grundwasser und den Oberflächengewässern entstammt. Bezüglich der Stoffkonzentration und möglicher Grundwasserbeeinflussung werden Niederschlagsabflüsse in drei Kategorien eingeteilt:

· **unbedenklich**

Versickerung ohne Vorbehandlung durch die ungesättigte Zone* möglich.

* Gesteinskörper, der zum Betrachtungszeitpunkt nicht vollständig mit Wasser gefüllt ist

· **tolerierbar**

Können nach geeigneter Vorbehandlung oder unter Ausnutzung der Reinigungsprozesse in der Versickerungsanlage versickert werden.

· **nicht tolerierbar**

Sollten in das Kanalnetz eingeleitet oder nur nach geeigneter Vorbehandlung versickert werden.

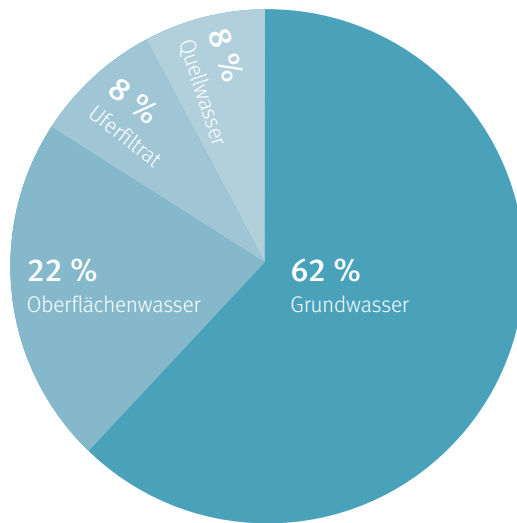


Abb. 05: Trinkwassergewinnung in Deutschland;
Quelle: Statistisches Bundesamt



Abb. 06: Auf Großparkplätzen können besonders hohe Schadstoffbelastungen entstehen

DER PFLASTERBELAG ALS KLEINKLÄRWERK

Die Quelle der Schadstoffe liegt in der Nutzung der Verkehrsflächen und in der Luft. Aus Verbrennungsprozessen, mechanischem Abrieb, Tropfverlusten und Ruß mischt sich ein hochprozentiger Giftcocktail, der vom Wasserkreislauf ferngehalten werden muss. An diesem Punkt setzt ECOSAVE protect an. Der Rückhalt von Schadstoffen wird durch modifizierte Baustoffe für die Pflasterdecke erreicht. So sind die Betonpflastersteine in Kombination mit speziellem Fugen- und Bettungsmaterial in der Lage, wassergefährdende Stoffe

- **auszufällen**
(Bindung von in Wasser gelösten Stoffen)
- **zu adsorbieren**
(Anhaften von Stoffen an der Oberfläche)
- **zu filtern**
(Sieben und Rückhalten von Feststoffen)
- **auszutauschen gegen andere Bodenpartikel**
(Ionenaustausch, Bodenfruchtbarkeit).

VERGLEICHBAR MIT BELEBTER BODENZONE

Die Untersuchungen im Rahmen der GEOSTON Entwicklung belegen, dass der Reinigungsprozess in der Pflasterdecke vergleichbar ist mit der bakterienreichen, biologisch aktiven Humusschicht innerhalb der belebten Bodenzone. Das Niederschlagswasser ist nach dem Durchgang völlig unbedenklich, zudem bieten Oberbau und Untergrund weitere Sicherheiten. Die effektive Wirkung der Pflasterdecke wurde an einer Reihe von organischen und anorganischen Schadstoffen festgestellt.

SCHADSTOFFE	BEISPIELE	ENTSTEHUNG
Schwermetalle (SM)	Kupfer, Zink, Blei, Cadmium	Fahrzeugverkehr
Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW)	Mineral- und Schmieröle, Benzin- und Dieselmotorkraftstoffe	Öl- und Benzinverlust
polyzyklisch aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Benzo(a)pyren, Anthracen, Benzo(g,h,i)perylen	Verbrennung von Kraftstoffen, Reifenabrieb
Außerdem		
abfiltrierbare Stoffe (AFS)	Filtration von Feinstfraktionen, an denen die meisten wassergefährdenden Stoffe angereichert sind	

Abb. 07: Schadstoffe im Niederschlagsabfluss



Abb. 08: Typische Verunreinigungen auf Verkehrsflächen

1.4 Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, DIBt

Als deutsche Zulassungsstelle erteilt das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) in Berlin allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen (abZ) für Bauprodukte und Bauarten, für die es allgemein anerkannte Regeln der Technik nicht gibt oder die von diesen wesentlich abweichen. Allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen sind zuverlässige Verwendbarkeitsnachweise von Bauprodukten bzw. Anwendbarkeitsnachweise von Bauarten im Hinblick auf bautechnische Anforderungen.

GEPRÜFTE ANLAGEN, SICHERE BAUWEISE

Eine Bauartzulassung signalisiert primär geprüfte Produkte und Systeme. Bezogen auf ECOSAVE protect auch Sicherheit bei der Planung, Ausschreibung und fachgerechten Erstellung, da die Bauweise und sämtliche Komponenten exakt definiert, geprüft und beschrieben werden. Ebenso enthalten sind Angaben hinsichtlich Betrieb und Wartung sowie Eigen- und Fremdüberwachung der Hersteller. **Darüber hinaus sorgt das DIBt-Siegel für vereinfachte Genehmigungsverfahren.** In der Summe bietet die Bauartzulassung also deutliche Vorteile für alle Baubeteiligten wie auch für die Genehmigungsstellen.

ECOSAVE protect Pflastersysteme zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen können aufgrund der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ohne weitere Nachweisführung angewendet werden. Dabei bezieht sich die Zulassung auf die Bauart mit den Bauprodukten Bettungsmaterial, Betonpflasterstein und Fugenmaterial.

Ein DIBt-Zulassungsverfahren für Regenwasser behandelnde Flächenbeläge besteht seit 2005 und beinhaltet umfangreiche Funktionsprüfungen. In diesem Rahmen wurde ECOSAVE protect eingehend im Laborprüfverfahren auf unterschiedliche Parameter untersucht. Darunter auf den Rückhalt von Feststoffen (AFS), Mineralölen (MKW) und gelösten Schwermetallen (SM), den Einfluss von Tausalzen sowie auf die Umweltverträglichkeit der Baustoffe. Die Bauartzulassung bestätigt, dass die Pflasterbauweise dauerhaft wasserdurchlässig ist und brisante Schadstoffe (siehe Seite 13) an der Oberfläche zurückhält. Das DIBt stellte ferner sinngemäß fest, dass neben den bauaufsichtlichen die wasserrechtlichen Anforderungen im Sinne der Landesbauordnungen (Was-BauPVO*) erfüllt werden.

* Verordnung zur Feststellung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten

Die Beläge wurden im Laborprüfverfahren u. a. auf den Rückhalt von Feststoffen (AFS), Mineralölen (MKW) und gelösten Schwermetallen (SM), den Einfluss von Tausalzen sowie auf Umweltverträglichkeit untersucht und bewertet.



DIBt ZULASSUNGSGRUNDSÄTZE UND -PRÜFUNGEN	ECOSAVE PROTECT PRÜFERGEBNISSE
bauliche Anforderungen	Die Pflasterbauweise entspricht den Technischen Regeln des Straßenbaus und ist gemäß den RStO standischer. Die Baustoffe werden nach Regelwerk hergestellt und verwendet.
Umweltverträglichkeit der Baustoffe	Es besteht keine Gefahr für Boden und Grundwasser.
spezifische Versickerungsrate	Der Belag kann die Regenspende $\geq 270 \text{ l (s x ha)}$ über den gesamten Nutzungszeitraum vollständig zur Versickerung bringen. Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$.
Stoffrückhaltevermögen	Der Belag ist imstande, Schadstoffe in der Pflasterdecke für den Schutz von Boden und Grundwasser zurückzuhalten.
Reinigungsfähigkeit	Der Nachweis der Reinigungsfähigkeit zur Wiederherstellung der Versickerungsleistung und des Schadstoffrückhalts ist erbracht.
Säureneutralisationskapazität – da die Mobilität von Schwermetallen in saurem Wasser zunimmt, soll die Pflasterdecke saures Wasser neutralisieren können.	Der Nachweis ist erbracht.

Abb. 09: Grundsätze, Prüfungen und Prüfergebnisse

MEHR ANWENDUNGSBEREICHE FÜR UMWELTGERECHTE PROJEKTE

Etliche Verkehrsflächen sind heute aufgrund des Gewässerschutzes für konventionelle Ökopflasterbeläge tabu – konkrete Angaben erteilt das Merkblatt DWA-M 153. Demnach dürfen lediglich Wege oder Straßen mit geringer Verschmutzung und entsprechend weniger Schadstoffbelastung wasserdurchlässig befestigt werden. Allerdings reduziert sich das Einsatzspektrum dieser Pflastersysteme auf Verkehrsflächen mit maximal 300 Kfz täglich, was ruhigen Wohnstraßen entspricht.

Die Pflastersysteme der Linie ECOSAVE protect mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung sind von diesen Vorschriften ausgenommen, da diese Beläge den Rückhalt der Schadstoffe dauerhaft gewährleisten. So können auch Flächen mit höherem Verkehrsaufkommen und selbst starken Verschmutzungen weiterhin umweltgerecht gestaltet werden.

In bestimmten hochsensiblen Bereichen ist eine Versickerung generell nicht gestattet. Dabei handelt es sich um Flächen mit Altlasten oder mit Verdacht auf Altlasten sowie Flächen, auf denen mit wassergefährdenden Stoffen hantiert wird – bei Tankstellen z. B. sollte der Straßenraum an den Ein- und Zufahrten einbezogen werden. Zudem ist der Einbau in Wasserschutzgebieten nur nach Abstimmung mit der zuständigen Wasserbehörde gestattet.

Mit geprüften ECOSAVE protect Systemen lassen sich Verkehrsflächen mit verschmutzten Regenwasserabflüssen umweltgerecht befestigen.

Mehr Informationen finden Sie auf www.ecosave-protect.de



FLÄCHENTYPEN nach Merkblatt DWA-M 153	FLÄCHENVERSCHMUTZUNG SCHADSTOFFBELASTUNG
Dach- und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	gering alle handelsüblichen wasserdurchlässigen Flächensysteme
Rad- und Gehwege außerhalb des Spritz- und Sprühfahnenbereichs von Straßen (Abstand > 3 m)	
Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	
wenig befahrene Verkehrsflächen (bis zu 300 Kfz/24 h) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten	
	mittel
Straßen mit 300 – 5.000 Kfz/24 h, z. B. Anlieger-, Erschließungs- und Kreisstraßen	nur mit Bauartzulassung (abZ)*
Hofflächen und Pkw-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel in Misch-, Gewerbe- und Industriegebieten	
Straßen mit 5.000 – 15.000 Kfz/24 h, z. B. Hauptverkehrsstraßen	
	stark – im Einzelfall möglich, Klärung mit örtlicher Wasserbehörde
Pkw-Parkplätze mit häufigem Fahrzeugwechsel, z. B. vor Einkaufszentren	nur mit Bauartzulassung (abZ)*
Lkw-Parkplätze und -Stellplätze	

* Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) Nr. Z-84.1-2, Nr. Z-84.1-9, Nr. Z-84.1-13, Nr. Z-84.1-14.

2. Planung

Erste goldene Regeln für einen dauerhaft schadenfreien Pflasterbelag:

- Grundlagen ausführlich ermitteln
- umfassend und fachlich fundiert planen – von den ersten Vorentwürfen bis zur Ausführungs- und Detailplanung
- eindeutig ausschreiben
- qualifizierte Ausführung, Projektüberwachung und Dokumentation

GODELMANN bietet individuelle Beratungsleistungen vom ersten Planungsschritt bis zur Freigabe der Verkehrsfläche. Zudem nennen wir Ihnen qualifizierte Bodengutachter in Ihrer Nähe. Alle wichtigen Aspekte in der Checkliste Seite 56.

2.1 Grundlagen

Wasserdurchlässige Verkehrsflächenbefestigungen müssen für den geplanten Nutzungszeitraum über eine ausreichende Standfestigkeit und Versickerungsleistung verfügen. Hieraus resultieren spezielle bautechnische Anforderungen an den Untergrund bzw. Unterbau und die Tragschichten sowie an die Pflasterdecke, bestehend aus Betonpflastersteinen, Bettung und Fugenverfüllung. Zudem gibt es Einsatzgrenzen bezüglich der Verkehrsbelastung und des Gewässerschutzes.

Zunächst ist zu klären, ob der anstehende Boden bzw. Untergrund für die vorgesehene Nutzung geeignet ist. Dabei geht es u. a. um Wasserdurchlässigkeit, Tragfähigkeit, Grundwasserspiegel, mögliche Bodenverbesserungen oder kontaminierte Böden aus der Vormutung. Diese und weitere Fragen zur Beschaffenheit und den örtlichen Gegebenheiten sind von großer Bedeutung, denn jetzt wird gewissermaßen das Fundament für eine dauerhaft funktionelle und ökologische Verkehrsflächenbefestigung gelegt.

EXPERTEN EINBINDEN

Qualifizierte Antworten und größtmögliche Sicherheit in puncto Planung, Ausführung und Haftung bietet im Grunde nur ein Bodengutachten, auf das nicht verzichtet werden sollte. Zudem empfiehlt sich neben der offiziellen Bauleitung eine gutachterliche Betreuung der Baustelle für entsprechende Prüfungen und deren Dokumentation zur Kontrolle der wasserdurchlässigen Bauweise und Vorgaben der Bauartzulassung. Diese Kontrollprüfungen umfassen im Wesentlichen die Standfestigkeit und Absiebung der Mineralbaustoffe sowie die Messung der Wasserdurchlässigkeit.

2.2 Bestimmung des leistungsfähigsten Bausystems

Relevant für die Planung sind neben der Funktion und Beanspruchung der Verkehrsfläche der Gestaltungsanspruch und Nutzungskomfort. Unter diesen Aspekten sollte jedes Projekt gesondert betrachtet werden. So bedeutet etwa mehr Verkehr auch mehr Belastung, Verschmutzung und Schadstoffe. Mit ECOSAVE protect wird der Planer in die Lage versetzt, die gesamte Bandbreite ökologischer Bauaufgaben funktionell und gestalterisch einwandfrei zu lösen – und dies dank Bauartzulassung auf höchstem Sicherheitsniveau.

Mögliche Einsatzbereiche nach RStO bis Bk3.2:

- Rad- und Gehwege an Verkehrsstraßen
- Kfz-Abstellflächen
- Busverkehrsflächen
- Neben- und Rastanlagen
- Wohnstraßen
- Sammel- und Quartierstraßen
- Geschäftsstraßen, Einkaufszonen mit Anlieferverkehr
- Dorf- und Marktplätze mit Verkehrsbelastung
- repräsentative Platzanlagen mit Verkehrsbelastung
- Gewerbestraßen und -flächen

VORAUSSETZUNGEN

Möglich oder nicht? – dieser Wegweiser gibt Antworten auf Fragen zur Anwendungsmöglichkeit von wasserdurchlässigen Verkehrsflächenbefestigungen mit Pflasterbelägen.

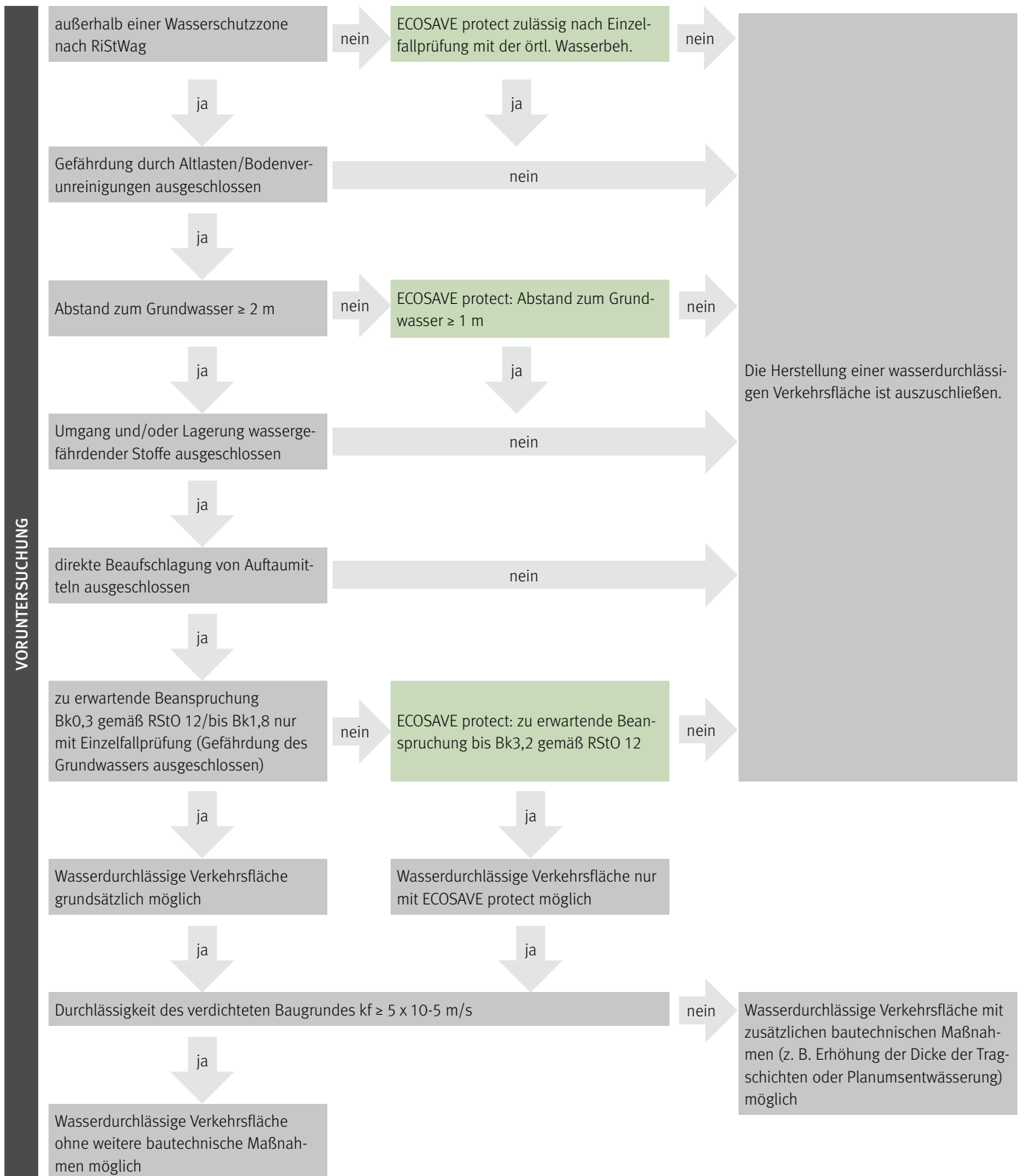


Abb. 11: Anwendbarkeit von wasserdurchlässigen Verkehrsflächenbefestigungen in Anlehnung an M VV, Bild 2

2.3 Hydraulische Grundlagen

BEGRIFF	ERLÄUTERUNG
Wasserdurchlässigkeit	Eigenschaft einer Schicht, eines Baustoffs oder Bauteils, Wasser durch offene Poren hindurchfließen zu lassen. Kenngrößen sind der Durchlässigkeitsbeiwert k_f und Infiltrationsbeiwert k_i .
Durchlässigkeitsbeiwert k_f	Kenngröße für die Geschwindigkeit, mit der eine Wassermenge bei gegebenem hydraulischen Gefälle durch eine gegebene Fläche eines Baustoffes oder Bauteils fließt. Der Wert wird nach DIN 18130-1 im Labor an Proben bei maximaler Sättigung ermittelt und ist bei ansonsten gleichen Bedingungen in der Regel größer als der Infiltrationsbeiwert.
Infiltrationsbeiwert k_i	Die Geschwindigkeit, mit der Wasser senkrecht in eine Schicht eintritt. Der Wert wird gemessen mit einem Infiltrationsversuch auf der Oberfläche eingebauter Laborproben oder in situ auf vorhandenen Schichten bei annähernd konstantem Sättigungsgrad (Teilsättigung).
Abflussbeiwert Ψ	Begriff aus der Hydrologie, bezeichnet den Quotienten aus dem Teil eines Niederschlagsereignisses, der direkt in den Abfluss gelangt (effektiver Niederschlag) und dem Gesamtniederschlag, z. B. Glas: $\Psi = 1$, Kiesbelag: $\Psi = 0,3$.
Mittlerer höchster Grundwasserstand	Arithmetisches Mittel der Jahreshöchstwerte mehrerer Jahre mit Angabe des Zeitraums.
DIN 18130-1	Baugrund, Untersuchung von Bodenproben; Bestimmung des Wasserdurchlässigkeitsbeiwerts – Teil1: Laborversuche
Open-End-Test/ Tropfinfiltrimeter	Feldversuche zur Ermittlung der Versickerungsrate.
KOSTRA-2000-DWD	Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung – Auswertung, Deutscher Wetterdienst.

Abb. 12: Begriffe zur Versickerung; Quelle: u. a. M VV

2.3.1 BÖDEN, NIEDERSCHLAG UND VERSICKERUNG

Entscheidend für eine planmäßige Versickerung ist die ausreichende Durchlässigkeit aller Schichten, so auch des anstehenden Bodens bzw. Untergrundes oder eventuell erforderlichen Unterbaus. Dabei ist zu beachten, dass eine ausreichende Aufenthaltszeit im Sickerraum zur biologischen, physikalischen und chemischen Reinigung des Regenwassers verbleibt. Bei sandigen Böden erfolgt die Versickerung in das Grundwasser eventuell zu schnell, sodass die Filter- und Pufferwirkung innerhalb der Schichten nicht wirksam wird. Andererseits darf das Wasser nicht einstauen. Die Wasserdurchlässigkeit wird durch den Durchlässigkeitsbeiwert k_f beschrieben. Für eine planmäßige Versickerung sollte der k_f -Bereich zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-6} liegen.

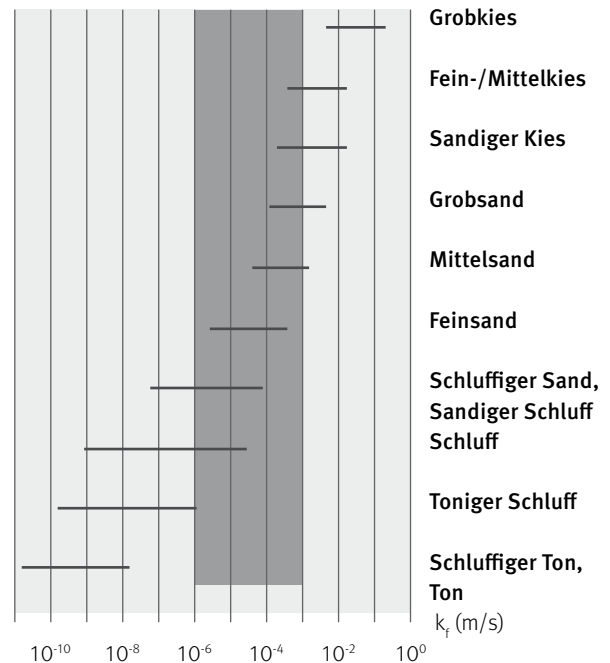


Abb. 13: Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte von Lockergesteinen, Quelle: DWA-A 138

Zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit wasserdurchlässiger Pflastersysteme ist nach DWA-A 138 der Bemessungsregen zu ermitteln. Die Berechnung erfolgt unter Berücksichtigung statistischer Niederschlagsdaten oder anhand von Angaben des Deutschen Wetterdienstes zu den regionalen Niederschlagshöhen, den sogenannten KOSTRA-Daten. Konkrete Angaben erteilen oft auch die örtlichen Wasserwirtschaftsämter.

Die Bemessungsregenspende muss dauerhaft in den Untergrund versickern können. Bei der Berechnung geht das M VV von 15 Minuten Regen einmal im Jahr ($n = 1$) mit 120 l (s x ha) aus. Das DWA-A138 legt für flächenhafte Versickerungen ohne Speichermöglichkeit 10 Minuten Regen bei $n = 0,2$ zugrunde. Hieraus folgt eine rechnerische Regenspende nach dem Zeitbeiwertverfahren von 270 l (s x ha) sowie ein Infiltrationsbeiwert k_f des Oberbaus von mindestens $2,7 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Bei der Durchsickerung verbleiben im Oberbau und Untergrund bzw. Unterbau luftgefüllte Poren, welche die Wasserbewegung um ca. 50 Prozent verringern. Deshalb soll laut M VV der unter Laborbedingungen ermittelte k_f -Wert größer sein, das heißt:

$k_f \approx 2 \times k_{f, \text{lab}}$, somit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

2.3.2 ANFORDERUNGEN/NACHWEIS VERSICKERUNGSFÄHIGKEIT DES UNTERGRUNDES/DES UNTERBAUS (ZTV E-STB, M VV)

Der Untergrund bzw. erforderliche Unterbau muss das Wasser aus dem Oberbau abführen. **Liegt die Durchlässigkeit unter $5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$, sind bautechnische Maßnahmen erforderlich, z. B. dickere Frostschutz- oder Tragschichten. Eine weitere Lösung sind Planumssickerschichten nach den RAS-Ew mit Drainage und Anschluss an einen Vorfluter.** Die Anforderungen gelten gleichsam für den Unterbau. Die Prüfung der Wasserdurchlässigkeit erfolgt gemäß DIN 18130-1 oder vor Ort durch Infiltrationsversuche mittels Open-End-Test oder Tropfinfiltrrometer.



Abb. 14: Prüfung der Wasserdurchlässigkeit mit dem Tropfinfiltrrometer

2.3.3 GRUNDWASSERSTAND UND BEWERTUNG TRAGFÄHIGKEIT/FROSTSICHERHEIT/FILTERWIRKUNG DES OBERBAUS

Das Grundwasser speist sich aus versickernden Niederschlägen, die während der Bodenpassage teilweise gereinigt werden. Deshalb ist bei Verkehrsflächen mit herkömmlichen wasserdurchlässigen Pflastersystemen ein Abstand zum mittleren höchsten Grundwasserspiegel von ≥ 2 m einzuhalten, so gemessen ab Oberkante Verkehrsfläche.

Bei ECOSAVE protect beträgt der Abstand zwischen Oberkante Pflaster und Grundwasserspiegel lediglich ≥ 1 m. Der Grund liegt in den besseren Reinigungsmechanismen innerhalb der Pflasterdecke.

In der Regel muss je nach Boden- und Frostverhältnissen eine ausreichend wasserdurchlässige Frostschutzschicht als erste Lage eingebracht werden. Wichtig für die Dimensionierung der Schichten sind die Verkehrsbelastung sowie die örtliche Frosteinwirkung und -empfindlichkeit des anstehenden Untergrundes nach RStO und ZTVE-StB 94:

- F1-Böden = frostsicher, nicht frostempfindlich
- F2-Böden = gering bis mittel frostempfindlich
- F3-Böden = sehr frostempfindlich

Die Dicke der Frostschutzschicht richtet sich nach der Dicke des Oberbaus, zu der die RStO, Tabelle 8 und Tafel 3, Richtwerte gibt.



Abb. 15: Der Grundwasserabstand muss eingehalten werden

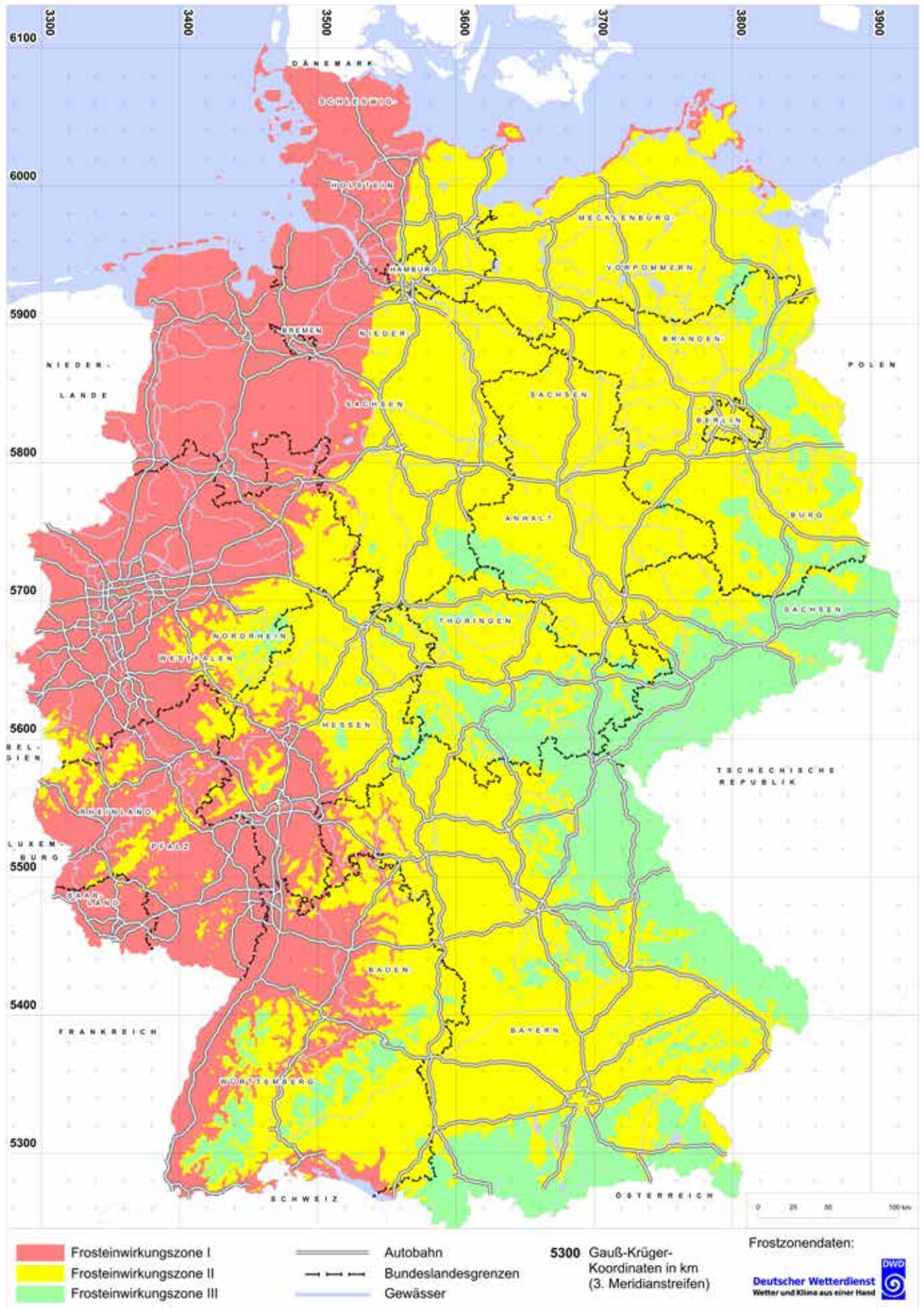


Abb. 16: Karte der Frosteinwirkungszone; Quelle: Bundesanstalt für Straßenwesen

2.3.4 ERFASSUNG DER IST-SITUATION/ZULÄSSIGKEIT, ERMITTLUNG DERWASSERTECHNISCHEN GRUNDLAGEN

Für den Einsatz herkömmlicher wasserdurchlässiger Pflasterbeläge **ohne** Bauartzulassung gilt:

- nicht in Wasserschutzgebieten
- nicht auf kontaminierten Flächen (Altlasten, Altlasten verdächtig)
- keine Lagerung von/kein Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- Belastungsklasse Bk0,3; Bk1,0 und Bk1,8 gemäß den RStO (nur nach Einzelfallprüfung)
- Grundwasserabstand ≥ 2 m
- kein Streusalz im Winterdienst
- qualitative Einstufung nach DWA-A 153
- zusätzliche Entwässerungseinrichtung gem. Abflussbeiwert mit Vorbehandlung oder Einleitung in den Kanal

ECOSAVE protect mit Bauartzulassung eignet sich aufgrund der Reinigungsmechanismen grundsätzlich auch für stark verschmutzte Verkehrsflächen der Belastungsklasse Bk3,2. Zudem beträgt der Abstand Grundwasserspiegel – Ober-kante Belag ≥ 1 m bei einem Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$.

Für den Nachweis geeigneter Baustoffe stellt GODELMANN entsprechende Prüfzeugnisse zur Verfügung.



© Feuerwehr Emmendingen Abteilung Mündingen

Abb. 17: Überflutungen sind immer häufiger an der Tagesordnung



Abb. 18: ECOSAVE protect kann einen Beitrag gegen lokale Überflutungen leisten



2.4 STRASSENBAUTECHNISCHE GRUNDLAGEN (RASt 06)

Der Ausgangspunkt einer qualifizierten Planung ist die Grundlagenermittlung nach den „Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen“, kurz RAST 06. Die Richtlinien sind der Leitfaden für den Entwurf und die Gestaltung von Erschließungsstraßen und angebauten Hauptverkehrsstraßen mit plangleichen Knotenpunkten. Aufgezeigt werden u. a. Nutzungsansprüche an den Straßenraum und dessen technische Ausstattung sowie Lösungen für typische Entwurfsaufgaben. Ziele, Grundsätze und Nutzungsansprüche nach den RAST 06:

· **straßenraumspezifische Ziele**

z. B. soziale Aspekte einschließlich Barrierefreiheit, Straßenraumgestaltung, Verkehrssicherheit, Wirtschaftlichkeit

· **straßenräumliche Situation**

z. B. Straßenraumquerschnitte, platzartige Aufweitungen, Baustruktur, angrenzende Freiflächen

· **Nutzungsansprüche**

z. B. Art und Maß der Umfeldnutzung, Art der Freiraumnutzung, Indikatoren für mögliche Veränderungen

· **nicht erkennbare Nutzungsansprüche**

z. B. Wochenmärkte, Veranstaltungen, Schulbeginn/-schluss, Liefen und Laden

· **spezifische örtliche Situation**

z. B. vorhandene Höhen- und Entwässerungssituation, Ver- und Entsorgungsleitungen, Aufenthaltsflächen, Parkplatzflächen, Rad- und Gehwege



Abb. 19: Straßenraumgestaltung mit ECOSAVE protect

2.4.1 BESTIMMUNG DER BELASTUNGSKLASSEN NACH RStO

Verkehrsflächen werden gemäß den RStO in insgesamt sieben Belastungsklassen eingeordnet. Die Einteilung richtet sich nach der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B, die als „äquivalente 10-Tonnen-Achsübergänge“ angegeben wird. Dabei erfolgt die Berechnung auf Grundlage der örtlichen Gegebenheiten und voraussichtlichen Nutzungszeit sowie vor allem nach der zu erwartenden Beanspruchung.



Die RStO lassen sich anwenden für Fahrbahnen und sonstige Verkehrsflächen wie z. B. Busverkehrsflächen, Parkflächen oder Rad- und Gehwege. Ausgenommen sind private Bauvorhaben wie etwa Hofflächen, Gartenwege, Garagenzufahrten oder gewerblich genutzte Flächen. Eine Bemessung in Anlehnung an die RStO ist gleichwohl ratsam.

2.4.2 DIMENSIONIERUNG DES OBERBAUS

Die Dicke des Oberbaus wird analog zur konventionellen Pflasterbauweise gemäß den RStO nach Verkehrsbelastung und regionaler Frosteinwirkung bemessen. Zu beachten sind die speziellen hydrologischen Bedingungen und in diesem Kontext das „Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen“ (M VV). Der Oberbau muss tragfähig, wasserdurchlässig und frostsicher sowie profilgerecht und eben ausgeführt werden.

BELASTUNGS- KLASSE (RStO 12)	BEISPIELHAFT SITUATIONEN	DIMENSIONIERUNGSRELEVANTE BEANSPRUCHUNG B (äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.)	FRÜHER BAUKLASSE (RStO 01)
Bk3,2	<ul style="list-style-type: none"> · Verbindungsstraßen · dörfliche Hauptstraßen · Industrie- und Gewerbestraßen · Busverkehrs- und Lkw-Abstellflächen · Fußgängerzone mit Ladeverkehr 	über 1,8 bis zu 3,2	III
Bk1,8	<ul style="list-style-type: none"> · Sammelstraßen · Gewerbestraßen · Quartierstraßen · Pkw-Abstellflächen mit Schwerverkehr · Fußgängerzone ohne Ladeverkehr 	über 1,0 bis zu 1,8	
Bk1,0	<ul style="list-style-type: none"> · Wohnstraßen 	über 0,3 bis zu 1,0	IV
Bk0,3	<ul style="list-style-type: none"> · Wohnwege · Pkw-Abstellflächen 	bis zu 0,3	V und VI

Abb. 20: Belastungsklassen und Beanspruchung

2.5 ECOSAVE – das komplette Leistungsprogramm

Eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung mit wasserdurchlässigen Betonpflasterbelägen lässt sich im Großen wie im Kleinen verwirklichen. Das Spektrum reicht von der Hauseinfahrt über Pflasterwege und -straßen bis zum schwerlastgeprüften Industrieareal. Für jede Bauaufgabe bietet das breit aufgestellte Programm von GODELMANN und KLOSTERMANN eine individuelle Lösung.

ECOSAVE

Die perfekte Synthese aus modernem Produktdesign und zuverlässiger Funktionalität für Pflasterbeläge mit moderaten Belastungen, also insbesondere für den privaten Bereich. Das Regenwasser versickert auf natürliche Art und Weise über das Fugennetz in das Erdreich. Dabei ist die hohe Versickerungsleistung der Steinsysteme durch Gutachten belegt.

Die Technik der Pflasterbeläge ist so clever wie bewährt: Das Niederschlagswasser sickert komplett durch Kammern und/oder Fugen in tiefere Bodenschichten ein. Besonders die begrünte Variante kommt zur Ausführung, aber auch Splitt oder Kies erfüllen ihren Zweck und bereichern zudem das Gestaltungsbild. Die „grünen“ Pflaster sind wie gemacht, um etwa triste Parkplätze zu beleben.

ECOSAVE PROTECT

Die zukunftssichere Lösung für Verkehrsflächen. Geprüfte Pflasterbeläge mit Bauartzulassung für die Versickerung mit Grundwasserschutz. Anwendbar für wasserdurchlässige Pflasterbauweisen mit maximaler Belastungsklasse. Die Spezialentwicklung für öffentliche und gewerbliche Großflächen.

Anwendungsbereiche nach Merkblatt DWA-M 153

ECOSAVE Ökologische Flächensysteme mit Versickerungsgutachten	APPIASTON	
	BOCCA	
	CITYSTON	
	DECASTON Kleinpflastersystem	
	DRAINSTON	
	GAPSTON	
	MOLINA Kleinpflastersystem	
VIASTON Kombilage		
ECOSAVE Ökologische Flächensysteme mit begrünbaren Fugen und Kammern	DECASTON Kleinpflastersystem mit 10 cm Fuge	
	GREENSTON	
	GREENSTON COMBI	
	GREENSTON maxx	
	LUNIX	
	NUEVA Rasenliner	
	RASENGITTER	
	SCADA Rasenliner	
	TETRAGO Rasenliner und Fugenstein	
	VIASTON Fugenstein	
		Zulassungs-Nr.
ECOSAVE protect Ökologische Flächensysteme mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ)	Basic GEOSTON protect	Z-84.1-2
	Basic GEOSTON CARMA protect	Z-84.1-2
	Basic GEOSTON PENTA protect	Z-84.1-2
	Basic GEOSTON SL protect	Z-84.1-2
	Basic GEOSTON VIA protect	Z-84.1-2
	Basic GEOSTON CARRY protect	Z-84.1-2
	Select APPISATON-gd/-hp protect	Z-84.1-13
	Select BOCCA-gd/-hp protect	Z-84.1-13
	Select CITYSTON-gd/-hp protect	Z-84.1-13
	Select GAPSTON-gd/-hp protect	Z-84.1-13
	Plus DRAINSTON protect	Z-84.1-9

Weitere Pflastersysteme und deren Anwendungsbereiche auf Anfrage

Abb. 21: Ökologische Betonpflastersteinsysteme von GODELMANN und deren Anwendungsbereiche

2.6 ECOSAVE protect – das Programm

Konzipiert für unterschiedliche Einsatzbereiche, haben sämtliche ECOSAVE protect Pflasterbeläge eines gemein: Sie werden in der Basisversion seit Jahrzehnten erfolgreich angewendet. Der Markenzusatz protect steht für die Bauartzulassung und die ökologischen Funktionen für den Grundwasserschutz.

Praktisch und sicher: Bei ECOSAVE protect zählen je nach Belagstyp neben den Betonpflastersteinen auch einbaufertiges Fugen- und/oder Bettungsmaterial nach Bauartzulassung zum Lieferumfang. Die grün markierten Felder im Button stellen dar, welches Material der Hersteller direkt mitliefert.



Produktbroschüre zum Anfordern oder Herunterladen im Netz unter ecosave-protect.de – Übersicht Gesamtprogramm ECOSAVE auf Seite 26.

FORTSCHRITTLICHE TECHNIK AUF BEWÄHRTER GRUNDLAGE

Erreicht wurde die Innovation ECOSAVE protect durch eine technische Modifizierung der Betonpflastersteine und neuartige Rezepturen für das Bettungs- und Fugenmaterial. Das Resultat ist eine perfekt aufeinander abgestimmte wasserdurchlässige Pflasterdecke mit Schadstoff behandelnden Eigenschaften. Dabei kommen die bewährten technischen Features zugunsten der Verbundwirkung und Stabilität der Beläge wieder in vollem Umfang zur Wirkung. Durch die Programmerweiterung steht nun ein vollständiges Sortiment für die qualifizierte Lösung unterschiedlicher Bauaufgaben zur Verfügung.

VERSICKERUNGSTECHNIK

- Je nach System versickert das Regenwasser über
- offene Steine und Fugen (GEOSTON protect – Seite 30),
- Kanäle am gefügedichten Stein und Fugen (DRAINSTON protect – Seite 32),
- definierte Fugen zwischen gefügedichten Steinen (-gd protect - Seite 34) oder
- definierte Fugen zwischen Steinen mit offenporigem Kernbeton und gefügedichtem Vorsatz (-hp protect – Seite 34).

DIE PRODUKTVORTEILE

Mit ECOSAVE protect präsentieren die Ökopflaster-Pioniere von GODELMANN und KLOSTERMANN ein umfassendes Angebot mit umweltgerechten wie auch wirtschaftlichen und attraktiven Lösungen für nahezu jede Bauaufgabe.

ECOSAVE PROTECT – GUT FÜR DIE UMWELT

- fügt sich ein in das neue Regenwassermanagement
- trägt zum Schutz unserer Gewässer bei
- reduziert den Oberflächenabfluss und Überflutungen
- fördert die Grundwasserneubildung
- verbessert die natürlichen Bodenfunktionen
- belebt das Kleinklima im urbanen Raum
- ist regenerierbar und somit dauerhaft umweltgerecht

ECOSAVE PROTECT – TECHNISCH AUSGEREIFT UND WIRTSCHAFTLICH

- erfüllt sämtliche wasserrechtliche und die hohen straßenbautechnischen Anforderungen der ZTV Pflaster-StB/TL Pflaster-StB
- spart Entwässerungssysteme und -kosten ein
- entlastet die konventionelle Kanalisationstechnik
- verhindert Folgeschäden der Flächenversiegelung
- ermöglicht Freistellung von Niederschlagswassergebühren
- ist förderungsfähig bei Maßnahmen zur Flächenentsiegelung
- vereinfacht Genehmigungsverfahren
- gewährt hohe Planungs-, Ausführungs- und Betriebssicherheit
- ist die derzeit wirtschaftlichste Methode zur Regenwasserbehandlung



Abb. 22: ECOSAVE protect Pflastersysteme im Überblick

2.6.1 BASIC

Pflastersystem GEOSTON protect – die Basislösung für die Versickerung

GEOSTON protect ist ein haufwerksporiger Betonpflasterstein nach DIN 18507. Der Belag ermöglicht die Versickerung des Niederschlagswassers über das porige Steingefüge und die Fugen. Das Pflastersystem bietet zudem mehrere Designvarianten und eine große Auswahl an Steindicken von 8 bis zu 12 cm. Typische Einsatzbereiche sind Parkplätze und Wohnstraßen sowie Industrie- und Gewerbeflächen.

GEOSTON protect wird in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-84.1-2 klassifiziert als „Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung der Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen“.

PRODUKTSPEZIFISCHE MERKMALE

- wasserdurchlässige Pflastersysteme aus haufwerksporigem Beton
- gemäß DIN 18507 unter Verwendung spezieller Rezepturen
- zweischichtig, mit feinporigem MICRO-Vorsatz
- Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen, Schwermetallen, AFS
- regenerierbare Pflasterbeläge
- kraft- und formschlüssige Verbundwirkung
- **anwendbar bis Bk0,3 gemäß RStO, nach Einzelfallprüfung bis Bk1,8**
- frostbeständig
- maschinell verlegbar

BESONDERE KENNZEICHEN

- höherer Verdunstungseffekt durch poriges Steingefüge
- guter Geh- und Fahrkomfort durch schmale Fugen
- funktionell bewährter Allrounder

EIGNUNGSNACHWEISE

- **dauerhafte flächenbezogene Infiltrationsrate:**
 $> 270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$
- **Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$**
- geeignet für die tiefporige Reinigung (GEOCLEANING) zur Gewährleistung der dauerhaften Wasserdurchlässigkeit
- MICRO-Vorsatz – Nachweis der Filterstabilität gegenüber straßenspezifischen Verunreinigungen (Partikeln)

Für die Planung und Bemessung gelten die Technischen Regeln für wasserdurchlässige Pflasterbauweisen und die Vorgaben der Bauartzulassung.

LIEFERUMFANG

- Betonpflastersteine gem. Bauartzulassung
- Auf Anfrage: Fugen- und Bettungsmaterial gem. Bauartzulassung



GEOSTON protect bietet Pflastersysteme mit unterschiedlichen Steingeometrien und -abmessungen. Darunter Mehrsteinsysteme, Fünfeck- und Sechseckformate, Steine mit Verzahnungssystemen und weitere Varianten. Mehr Informationen zum Gesamtprogramm siehe Seite 26/27. Außerdem in der jeweils aktuellen Preisliste der Herstellerwerke sowie im Netz unter www.ecosave-protect.de. Die Bauartzulassung wird auf Wunsch zur Verfügung gestellt.



Abb. 23: Technisch und optisch vorteilhaft: der feinporige MICRO-Vorsatz

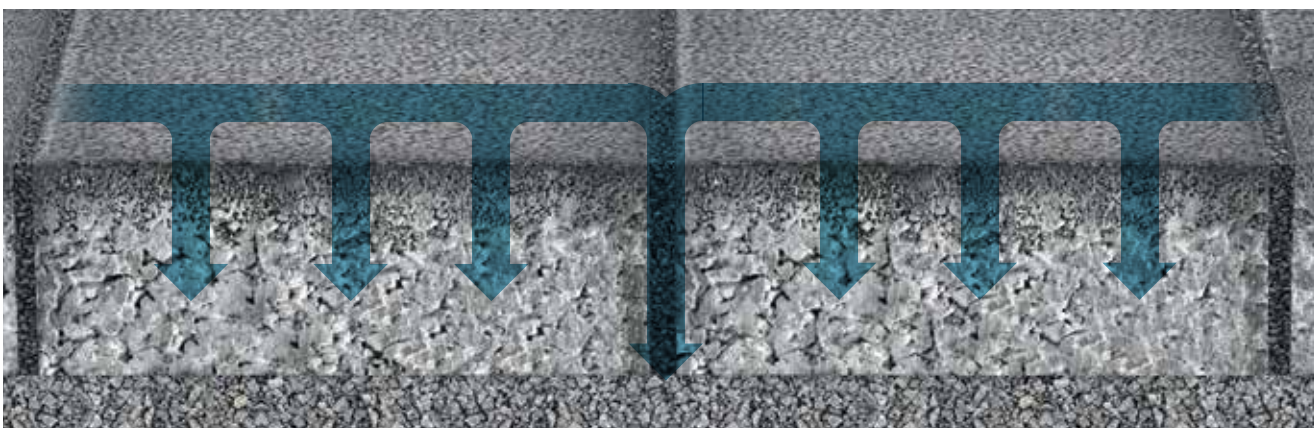


Abb. 24: Aufbau und Funktionsweise von GEOSTON protect



Abb. 25: GEOSTON basic protect, 8 cm Steindicke



Abb. 26: GEOSTON SL protect, 10 cm Steindicke



Abb. 27: GEOSTON carry protect, 12 cm Steindicke

2.6.2 PLUS

Pflastersystem DRAINSTON protect – das Plus durch integriertes Kanalsystem

DRAINSTON protect ist ein gefügedichter Betonpflasterstein nach DIN EN 1338. Das Pflastersystem verbindet die umweltrelevanten Vorteile mit attraktivem Produktdesign. So verfügen die klassisch geformten Vollsteine über einen farbenreichen Edelvorsatz mit Natursteinkörnungen und abriebfesten Quarzkristallen. Die Versickerung erfolgt über die Fugen und zusätzlich über Aussparungen am Stein, sogenannte Sickerkanäle, die jeweils in zwei Steinflanken eingelassen sind. Mit Dicken bis zu 10 cm ist der wasserdurchlässige Belag für hohe Verkehrsbelastungen ausgelegt. Zu den Anwendungsbereichen zählen u. a. Parkplätze, Wohn- und Anliegerstraßen sowie Stadt- und Dorfplätze mit verkehrlicher Nutzung.

DRAINSTON protect wird in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Nr. Z-84.1-9 klassifiziert als „Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung der Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen“.

PRODUKTSPEZIFISCHE MERKMALE

- wasserdurchlässiges Pflastersystem aus gefügedichtem Beton
- Betonpflastersteine nach DIN EN 1338
- Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen, Schwermetallen, AFS
- regenerierbarer Pflasterbelag
- kraft- und formschlüssige Verbundwirkung
- **anwendbar bis zu Bk3,2 gemäß RStO**
- frost- und tausalzbeständig
- maschinell verlegbar (Format-/Oberflächenabhängig)

BESONDERE KENNZEICHEN

- hohe Betonfestigkeit, hohe Belastbarkeit
- Gestaltungspflaster mit werksteinmäßig behandeltem Edelvorsatz
- Versickerung über Fuge und vertikales Kanalsystem
- Standsicherheit durch kraftschlüssige Rundumverzahnung und profilierte Steinunterseite
- höchste Reinigungsleistung

EIGNUNGSNACHWEISE

- **dauerhafte flächenbezogene Infiltrationsrate:**
 $> 270 \text{ l/(s x ha)}$
- **Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$**
- geeignet für die tiefporige Reinigung (GEOCLEANING) zur Gewährleistung der dauerhaften Wasserdurchlässigkeit

Für die Planung und Bemessung gelten die Technischen Regeln für wasserdurchlässige Pflasterbauweisen und die Vorgaben der Bauartzulassung.

LIEFERUMFANG

- Betonpflastersteine gem. Bauartzulassung
- Fugen- und Bettungsmaterial gem. Bauartzulassung



DRAINSTON protect ist mit unbehandelter oder feingestrahelter Oberfläche sowie mit bruchrauen Kanten in attraktiven Farbgebungen erhältlich. Mehr Informationen zum Gesamtprogramm in der aktuellen Preisliste der Herstellerwerke sowie im Netz unter ecosave-protect.de und hier im Handbuch auf S. 26. Die Bauartzulassung wird auf Wunsch zur Verfügung gestellt.



Abb. 28: Das Regenwasser versickert durch definierte Fugen und Sickerkanäle.



Abb. 29: Aufbau und Funktionsweise von DRAINSTON protect

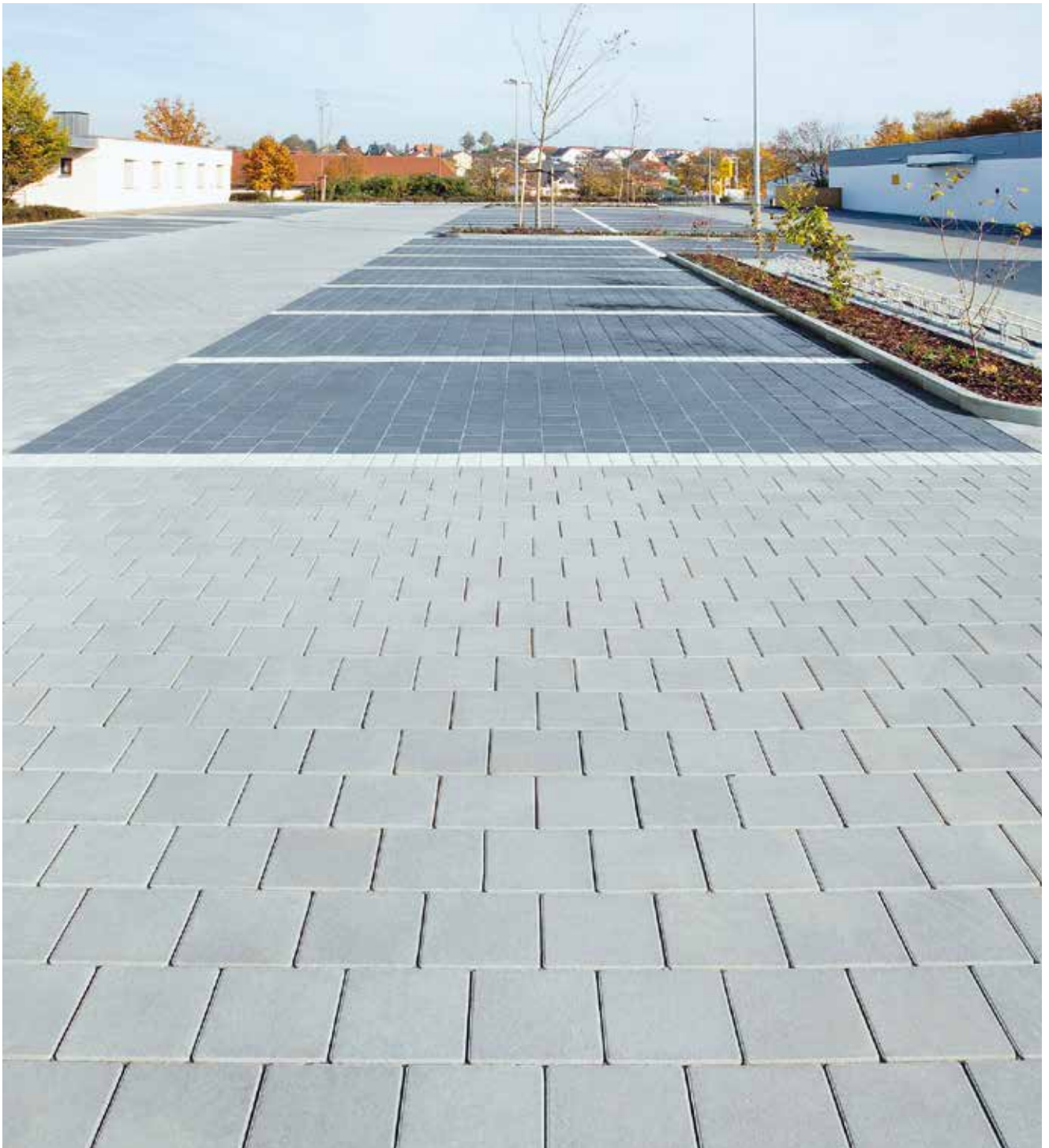


Abb. 30: DRAINSTON protect, 10 cm Steindicke



Abb. 31: DRAINSTON protect, 8 cm Steindicke



Abb. 32: DRAINSTON protect, 8 cm Steindicke

2.6.3 SELECT

Pflastersystem-gd protect und -hp protect – die kreativen Klassiker

Die Pflastersysteme nach DIN EN 1338 bestehen aus gefügedichten Steinen (-gd protect) oder Steinen mit gefügedichtem Vorsatz und haufwerksporigem Sockel (-hp protect) als Wasserspeicher für eine optimale Verdunstung. Das Regenwasser versickert durch mindestens 5 mm breite Fugen bei einem Fugenanteil der Pflasterfläche von 5 bis zu 10 %. Die vielfach im Praxiseinsatz bewährten Gestaltungspflaster sind prädestiniert für moderne, designorientierte Oberflächenkonzepte, so auch mit großformatigen Steinen. Zu den Einsatzbereichen gehören u. a. Parkplätze, Wohn- und Anliegerstraßen, Stadt- und Dorfplätze sowie Industrie- und Gewerbeflächen.

Das Pflastersystem-gd protect und -hp protect werden in den allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Nr. Z-84.1-13 und Nr. Z-84.1-14 jeweils klassifiziert als „Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung der Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen“.

PRODUKTSPEZIFISCHE MERKMALE

- wasserdurchlässige Pflastersteine aus gefügedichtem Beton; -hp protect mit haufwerksporigem Kernbeton
- Betonpflastersteine nach DIN EN 1338
- Rückhalt von Mineralölkohlenwasserstoffen, Schwermetallen, AFS
- regenerierbare Pflasterbeläge
- kraft- und formschlüssige Verbundwirkung
- **anwendbar bis zu Bk3,2 gemäß RStO**
- frost- und tausalzbeständig
- maschinell verlegbar

BESONDERE KENNZEICHEN

- hohe Betonfestigkeit, hohe Belastbarkeit
- höhere Verdunstungsleistung (-hp protect)
- Gestaltungspflaster mit werksteinmäßig behandeltem Edelvorsatz
- Fugenabstand variiert je nach System zwischen 5 und 12 mm
- Fugenanteil mind. 5 %, max. 10 %
- vielseitiges Programm für unterschiedlichste technische und gestalterische Anforderungen

EIGNUNGSNACHWEISE

- dauerhafte flächenbezogene Infiltrationsrate: $> 270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$
- Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$
- geeignet für die tiefporige Reinigung (GEOCLEANING) zur Gewährleistung der dauerhaften Wasserdurchlässigkeit

Für die Planung und Bemessung gelten die Technischen Regeln für wasserdurchlässige Pflasterbauweisen und die Vorgaben der Bauartzulassung.

LIEFERUMFANG

- Betonpflastersteine gem. Bauartzulassung
- Fugenmaterial gem. Bauartzulassung
- Auf Anfrage: Bettungsmaterial gem. Bauartzulassung



Die Pflastersysteme-gd protect und -hp protect basieren auf bewährten Markenprodukten von GODELMANN wie z. B. BOCCA, APPIASTON, CITYSTON oder GAPSTON. Mehr Informationen zum Gesamtprogramm in der aktuellen Preisliste der Herstellerwerke sowie im Netz unter ecosaveprotect.de und hier im Handbuch auf S. 26. Die Bauartzulassung wird auf Wunsch zur Verfügung gestellt.



Abb. 33: Das Wasser versickert über die Fuge

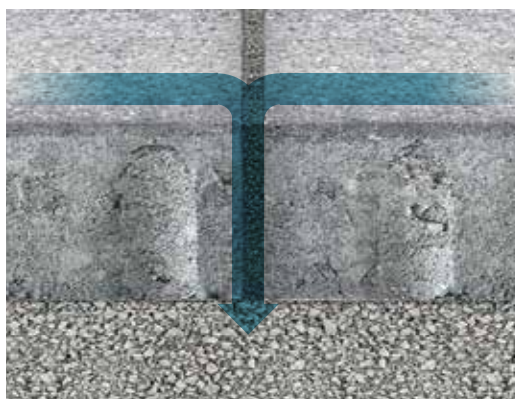


Abb. 34a: -gd protect: Das Regenwasser versickert ausschließlich über die Fugen.

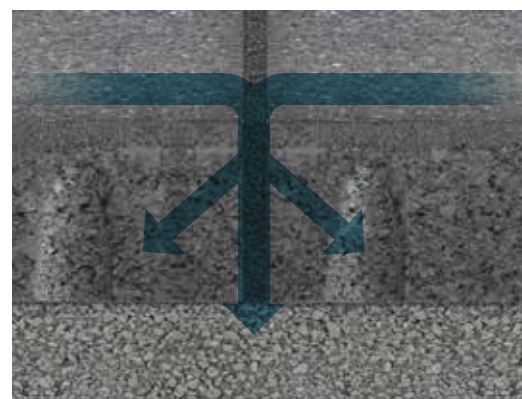


Abb. 34a: -hp protect: Der haufwerksporige Kernbeton steigert den Verdunstungseffekt.



Abb. 35: GAPSTON-gd protect, 8 cm Steindicke



Abb. 36: BOCCA-gd protect, 8 cm Steindicke



Abb. 37: CITYSTON-gd protect, 12 cm Steindicke

2.7 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG DIE VARIANTEN:

Systeme im Vergleich

Wie wirtschaftlich ist ECOSAVE protect im Vergleich zu anderen Entwässerungs- und Behandlungsmöglichkeiten? Mit dieser Frage befasst sich eine aktuelle Studie der Arcadis Deutschland GmbH, Spezialist für Beratungs-, Projektmanagement- und Ingenieurleistungen in den Bereichen Infrastruktur, Wasser, Umwelt und Immobilien.

Durchgeführt wurde die Studie anhand eines Musterparkplatzes mit 107 Stellflächen und ca. 2.400 m² Gesamtfläche.

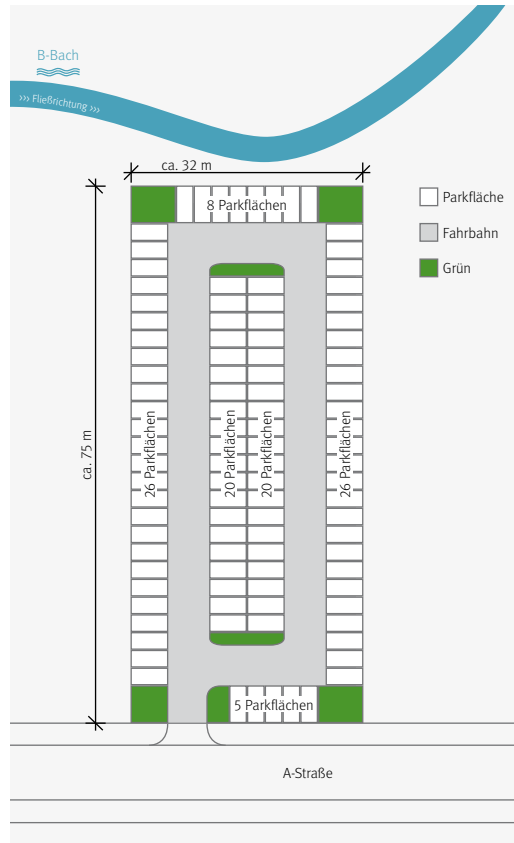


Abb. 38: Musterparkplatz (Variante 1), die Flächenversickerung mit ECOSAVE protect

Zum Vergleich standen Entwässerungs- und Behandlungsverfahren, die in Deutschland häufig angewendet werden. Als Status quo wurde die Ableitung in ein öffentliches Kanalnetz im Trenn- oder Mischsystem mit zentraler Behandlung in einer Kläranlage oder in einem Regenklärbecken festgelegt (Variante 0). Dieses Verfahren ist in Deutschland Stand der Technik und verliert erst heute durch die Präferenz dezentraler Entwässerung bei Neubauten an Bedeutung.

Die Entwässerungssysteme wurden bemessen, deren Investitions- und Betriebskosten ermittelt und schließlich der Projektkostenbarwert für einen Betrachtungszeitraum von 10, 25 und 50 Jahren berechnet.

0 a Ableiten in öffentliches Kanalnetz ohne Vorbehandlung, Flächenbelag Pflastersteine

0 b Ableiten in öffentliches Kanalnetz ohne Vorbehandlung, Flächenbelag Asphalt

Das anfallende Niederschlagswasser wird gefasst und in ein öffentliches Kanalnetz ohne Vorbehandlung eingeleitet. Die Behandlung erfolgt im Trennsystem in Regenklärbecken oder anderen zentralen Behandlungsanlagen, respektive im Mischsystem in einer öffentlichen Kläranlage.

1 Flächenversickerung mit ECOSAVE protect mit DIBt-Zulassung

2 Mulden-Rigolenversickerung

Das Niederschlagswasser wird von der befestigten Fläche weggeleitet, gefasst und in die Mulde-Rigole eingeleitet, in der es durch die Mulde und die belebte Oberbodenschicht versickert, dort gereinigt wird und nach Zwischenspeicherung in der Rigole in den Boden versickert.

3 Vorbehandlung in dezentraler Schacht-Behandlungsanlage mit DIBt-Zulassung und Ableitung in ein Gewässer

Kann das Niederschlagswasser nicht über den Boden oder ein reinigendes System versickern, ist die Vorbehandlung z. B. in einem Filterschacht mit DIBt-Zulassung und Ableitung in ein Gewässer erforderlich. Der Beispiel-Filterschacht verfügt über einen Sedimentationsraum und eine Filterpatrone, in der Schwermetalle mittels Ionenaustausch zurückgehalten werden. Über eine Tauchwand werden Mineralölkohlenwasserstoffe zurückgehalten.

4 Vorbehandlung in Filtrationsrinne mit DIBt-Zulassung und Ableitung in ein Gewässer

Entspricht im Wesentlichen der Variante 3, nur dass zur Reinigung des Niederschlagswassers eine Filtrationsrinne mit DIBt-Zulassung verwendet wird. Das Niederschlagswasser wird in die Rinnen geleitet, dort durch ein eingebautes Substrat gereinigt und mittels Schächten und Leitungen in ein Oberflächengewässer geleitet.



DAS ERGEBNIS

Die Wirtschaftlichkeitsstudie fasst zusammen: „Unter den angenommenen mittleren hydraulischen und geologischen Verhältnissen stellt sich das versickerungsfähige System aus Betonpflastersteinen und abgestimmtem Fugen- und Bettungsmaterial mit Bauartzulassung als kostengünstigste Variante einer Niederschlagswasserbehandlung und -versickerung dar, unabhängig vom gewählten Realzins und der Betrachtungs-dauer.“ (Quelle: ARCADIS Deutschland)

Bei der Gesamtwirtschaftlichkeit schneiden die Flächenbeläge am besten ab, da keine weiteren Investitionen zur Entwässerung und Niederschlagswasserbehandlung mehr erforderlich sind. Zudem sind die Betriebskosten vergleichsweise relativ gering.

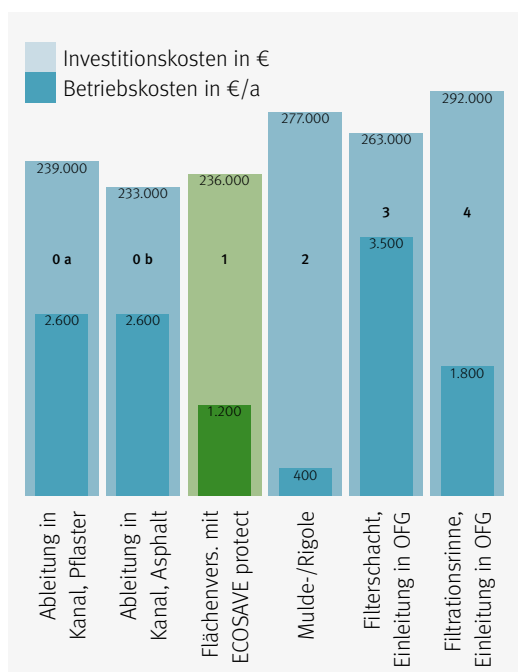


Abb. 39: Investitions- und Betriebskosten der Varianten (Quelle: ARCADIS Deutschland)

WEITERE ERGEBNISSE

- Die 0-Variante (Ableiten in öffentliches Kanalnetz) ist unter der Annahme einer Niederschlagswassergebühr von 1 EUR/m² etwa 8 % teurer als die Flächenversickerung.
- Bei hohen Niederschlagswassergebühren, mit denen in Zukunft zu rechnen ist, wird das Ableiten in ein öffentliches Kanalnetz langfristig etwa 25 % teurer sein als die Flächenversickerung.
- Die Projektkostenbarwerte der Varianten „Mulde-Rigolen-System“ und „Vorbehandlung in Filterschacht oder Rinnensystem“ liegen um 14 bis zu 30 % höher.

Bei dem nichtmonetären Vergleich nach den Kriterien Entwässerungskomfort, Wartung/Betrieb, Optik, Niederschlagswasserbehandlung und Grundwasserabstand wurde die Flächenversickerung mittels ECOSAVE protect in allen Punkten als gut bewertet und im Vergleich zu den anderen Systemen als gleichwertig oder besser bezeichnet.

Die aktuelle Wirtschaftlichkeitsstudie sowie weitere Studien und Gutachten stellen wir Ihnen gern zur Verfügung.

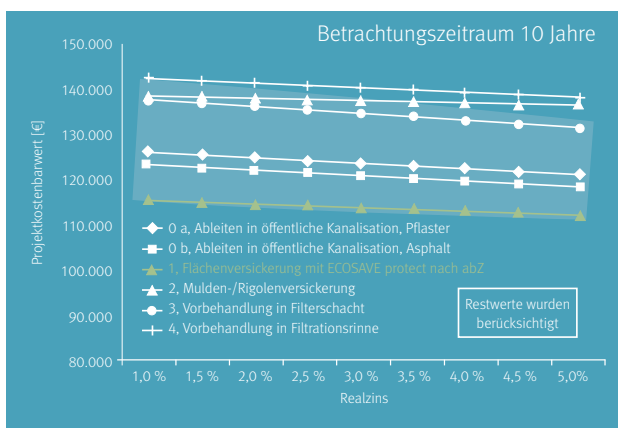
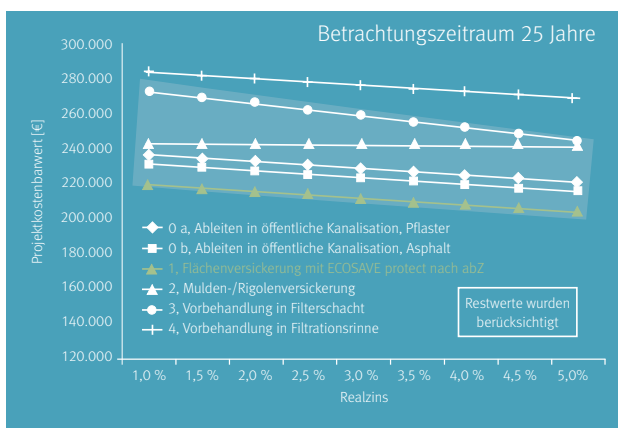
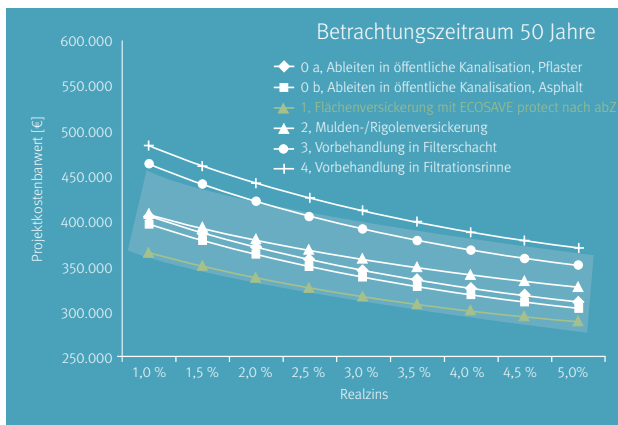


Abb. 40: Projektkostenbarwert der Varianten in Abhängigkeit vom angenommenen Realzins für unterschiedliche Betrachtungszeiträume. Hellblauer Bereich für Variante 0 mit unterschiedlichen Abwassergebühren (Quelle: ARCADIS Deutschland).



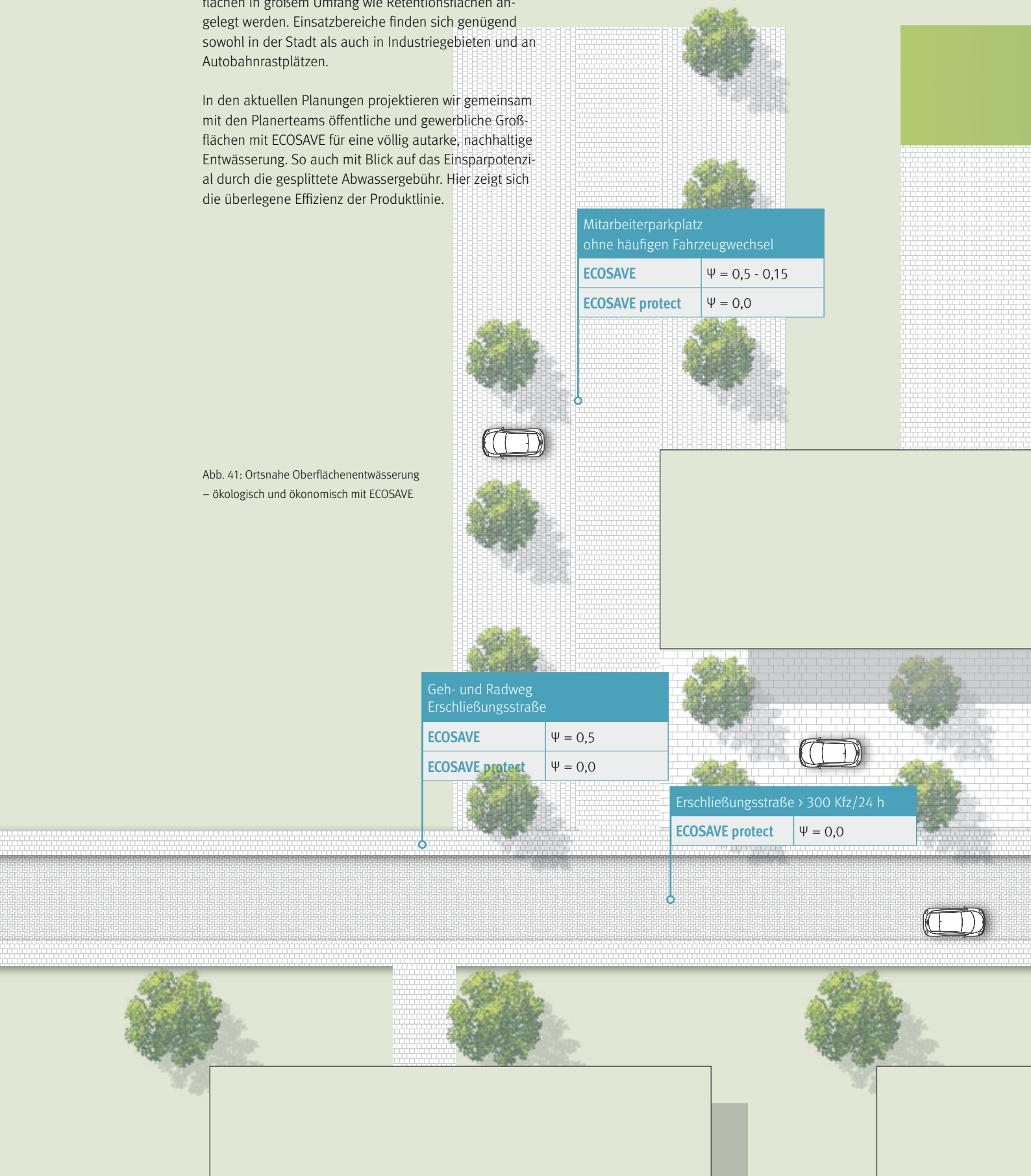
2.8 Planen mit ECOSAVE

CHANCEN NUTZEN

Die Vorteile wasserdurchlässiger Pflastersysteme für den vernünftigen Umgang mit Regenwasser sind allgemein anerkannt. Das Potenzial ist indes lange nicht erschöpft. Mit dem Fortschritt und ECOSAVE protect – das heißt Kopplung von Versickerung, Stabilität bis Bk3,2 und dauerhaftem Schadstoffrückhalt – können Verkehrsflächen in großem Umfang wie Retentionsflächen angelegt werden. Einsatzbereiche finden sich genügend sowohl in der Stadt als auch in Industriegebieten und an Autobahnrastplätzen.

In den aktuellen Planungen projektieren wir gemeinsam mit den Planerteams öffentliche und gewerbliche Großflächen mit ECOSAVE für eine völlig autarke, nachhaltige Entwässerung. So auch mit Blick auf das Einsparpotenzial durch die gesplittete Abwassergebühr. Hier zeigt sich die überlegene Effizienz der Produktlinie.

Abb. 41: Ortsnahe Oberflächenentwässerung – ökologisch und ökonomisch mit ECOSAVE



Mitarbeiterparkplatz
ohne häufigen Fahrzeugwechsel

ECOSAVE	$\Psi = 0,5 - 0,15$
ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$

Geh- und Radweg
Erschließungsstraße

ECOSAVE	$\Psi = 0,5$
ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$

Erschließungsstraße > 300 Kfz/24 h

ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$
-----------------	--------------

Geh- und Radweg
Hauptverkehrsstraße

ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$
------------------------	--------------

Hauptverkehrsstraße

> Bk3,2 (RStO)/Pflasterbauweise nicht zulässig

Sickermulde und/
oder Rìgole zur
Dachentwässerung

Gründach
Büro

Entladezone/Anlieferung

ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$
------------------------	--------------

Gründach
Büro und
Wohnen

Geh- und Radweg
Hauptverkehrsstraße

ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$
------------------------	--------------

Gründach
Gewerbefläche

Vorplatz

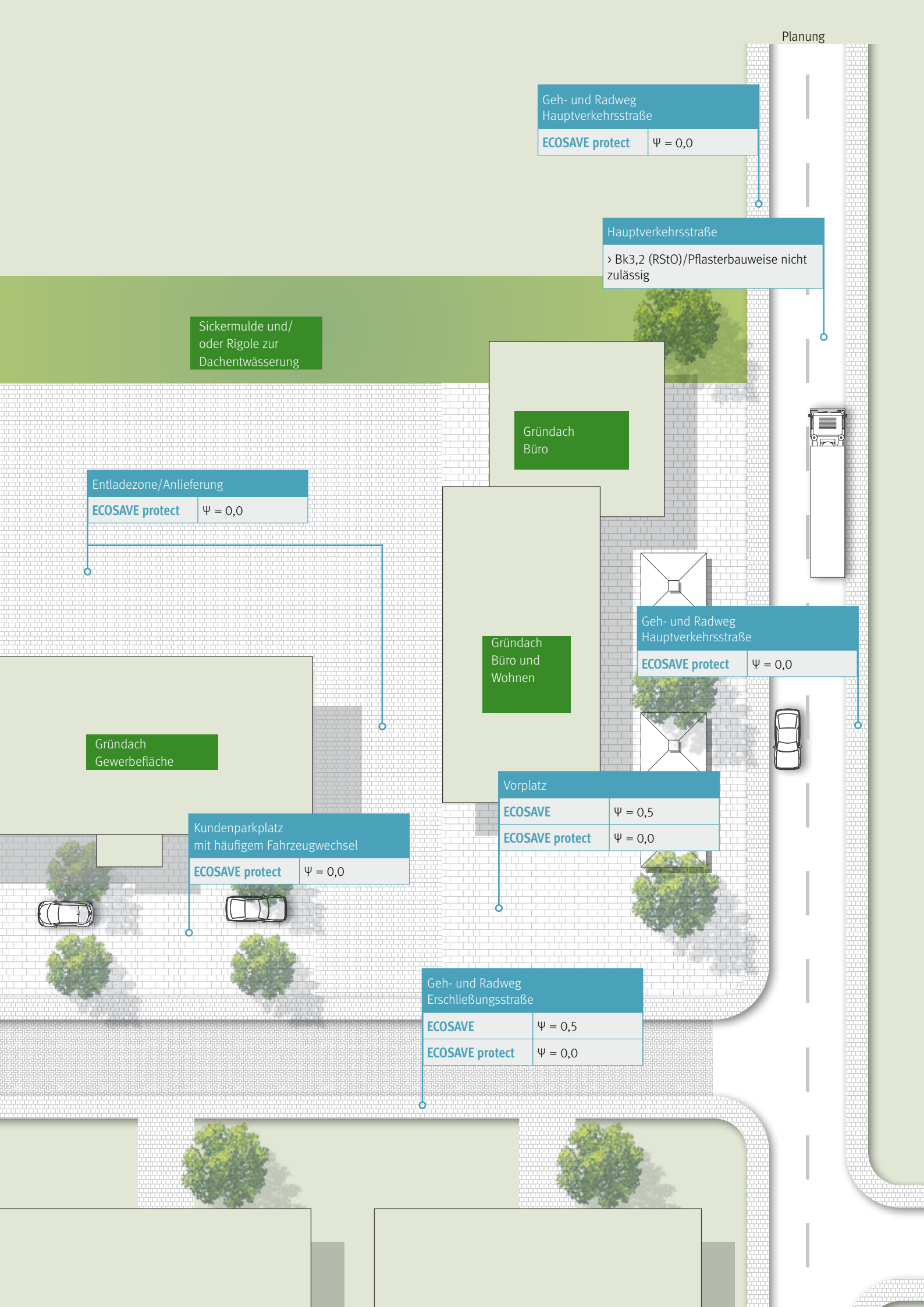
ECOSAVE	$\Psi = 0,5$
ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$

Kundenparkplatz
mit häufigem Fahrzeugwechsel

ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$
------------------------	--------------

Geh- und Radweg
Erschließungsstraße

ECOSAVE	$\Psi = 0,5$
ECOSAVE protect	$\Psi = 0,0$



2.9 Die Bauweise (allgemein)

Schon aus Gründen der Versickerung werden die Pflasterbeläge stets ungebunden ausgeführt, also grundsätzlich wasserdurchlässig. Die ungebundene Bauweise als älteste Pflasterbautechnik ist heute die Regelbauweise und wird aktuell überwiegend so ausgeführt. Neben den Elastizitätsvorteilen bei dynamischen Belastungen und thermischen Spannungen zeigt sich diese Konstruktion wartungsfreundlich z. B. bei Aufgrabungen für Arbeiten an Versorgungsleitungen. Die Pflastersteine lassen sich leicht aufnehmen und wieder einsetzen, ohne dass sich das Erscheinungsbild des Belags ändert.

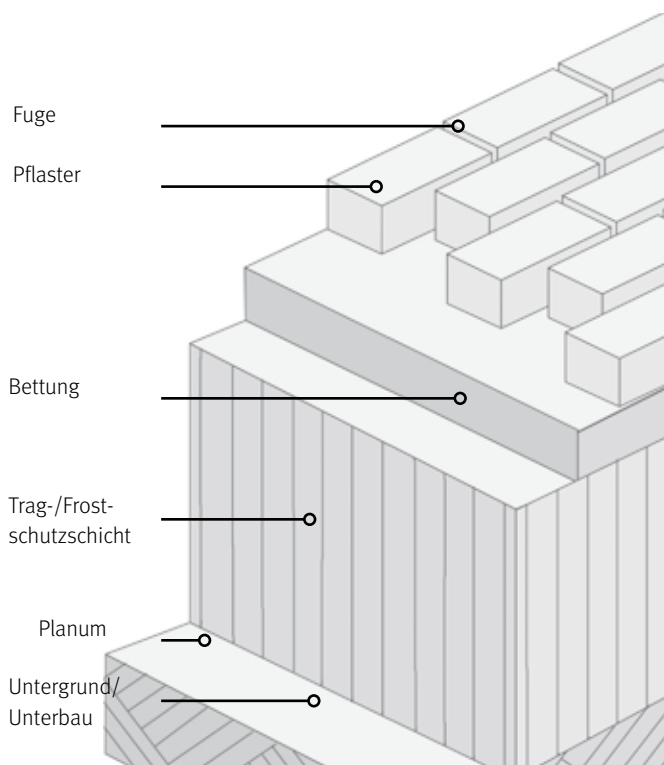


Abb. 42: Schematischer Aufbau der Pflasterbauweise

2.9.1 UNTERGRUND/UNTERBAU/PLANUM (ZTV E-STB, M VV)

Der anstehende Boden muss genügend durchlässig sein, damit das Wasser aus dem Oberbau sicher abgeführt werden kann. Für eine planmäßige Versickerung sollte der k_f -Bereich zwischen 1×10^{-3} und 1×10^{-6} liegen. Dies gilt ebenso für den Unterbau, der ggf. für einen Höhenausgleich oder Bodenaustausch angelegt wird. Eine schlechte Durchlässigkeit kann kompensiert werden durch

- höhere Dicken für Frostschutzschicht oder Tragschicht oder
- Planumssickerschichten nach den RAS-Ew mit Drainage und Anschluss an den Vorfluter.

Das Planum bildet den Abschluss des Untergrundes bzw. Unterbaus und muss für den Aufbau des Oberbaus fachgerecht bearbeitet werden, sprich profilgerecht und eben sein.

ANFORDERUNGEN

- Durchlässigkeit $\geq 1 \times 10^{-6}$; Nachweis nach DIN 18130-1 oder vor Ort durch Infiltrationsversuche
- Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MPa; Nachweis nach DIN 18134 (Plattendruckversuch), niedrigere Werte erfordern einen Bodenaustausch

2.9.2 OBERBAU (RSTO, ZTV SOB-STB, ZTV PFLASTER-STB, DIN 18138, M FP, M VV)

Verkehrsflächen mit Pflasterbelägen gewinnen ihre Stabilität primär aus dem Oberbau, über den die Belastungen in den Untergrund abgeleitet werden. Daher müssen die einzelnen Schichten unter Beachtung der Standfestigkeit und Durchlässigkeit sachgerecht dimensioniert und sorgfältig eingebaut werden.

Der Oberbau selbst besteht aus den Tragschichten und der Pflasterdecke mit Betonpflastersteinen, Bettung und Fugenfüllung. Bei größerer Frosteinwirkung ist eine zusätzliche Frostschutzschicht als erste Lage auf dem Planum erforderlich. Die Dimensionierung der Schichtdicken erfolgt gemäß den RStO. Dabei richtet sich die erforderliche Mindestdicke nach der Verkehrsbelastung sowie nach der Frostempfindlichkeitsklasse des Bodens und der maximalen Frosteindringtiefe des betreffenden Gebiets.

ANFORDERUNGEN

- Bietet der Untergrund eine ausreichende Durchlässigkeit von $\geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s (Frostempfindlichkeitsklasse F1), richtet sich die Dimensionierung nach der Verkehrsbelastung.
- Bei geringerer Durchlässigkeit zwischen $5,4 \times 10^{-5}$ m/s und 1×10^{-6} m/s (Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3) muss die Dicke der Tragschichten um 10 bis 20 cm erhöht werden, um die Tragfähigkeit und den Rückhalt-Effekt des Oberbaus zu verbessern.
- Bei noch niedrigeren Werten muss eine angepasste Planums-entwässerung angeordnet werden. Dabei wird das Wasser aus dem Oberbau abgeleitet und über z. B. Rigolen oder Drainrohre in versickerungsfähige Bereiche gelenkt.

2.9.3 FROSTSCHUTZSCHICHT (ZTV SOB-STB, M VV)

Die Kernaufgabe der Frostschutzschicht besteht darin, die gesamte Konstruktion vor Frostschäden zu schützen. Aufgrund der nötigen Durchlässigkeit und Tragfähigkeit eignen sich für ungebundene Frostschutzschichten nur korngestufte Kies- oder Schottertragschichten mit geringem Feinkornanteil. Dabei ist auf Filterstabilität zu achten. Das heißt, es darf nach der Verdichtung kein Materialaustausch zwischen den angrenzenden Schichten stattfinden.

Für den Sieblinienverlauf der Baustoffgemische empfiehlt sich der untere bis mittlere zulässige Sieblinienbereich nach den TL SoB-StB. So wird eine möglichst hohe Durchlässigkeit bei ausreichender Tragfähigkeit erreicht.

ANFORDERUNGEN

- Durchlässigkeit $\geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s; Nachweis nach DIN 18130 oder vor Ort durch Infiltrationsversuche
- Verformungsmodul E_{v2} auf Oberfläche ≥ 100 MPa Nachweis nach DIN 18134 (Plattendruckversuch) unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit
- Feinkornanteil $< 0,063$ mm gemäß den TL SoB-StB ≤ 3 %; im eingebauten Zustand gem. den ZTV SoB-STB ≤ 5 %

2.9.4 TRAGSCHICHTEN (ZTV SOB-STB, TL-GESTEIN STB, M VV)

Für wasserdurchlässige Pflasterbeläge sollten stets ungebundene Tragschichten aus Kies oder Schotter verwendet werden. Das Ziel ist eine hohe Durchlässigkeit bei insgesamt guter Tragfähigkeit. Hierfür bieten sich Baustoffgemische mit geringem Feinkornanteil an, wobei die Sieblinien im unteren bis mittleren zulässigen Bereich nach den TL SoB-StB verlaufen sollten. Die Tragschichten dürfen nicht zu hoch verdichtet werden, sondern vielmehr so weit, dass die Anforderungen gerade erreicht werden. Hierfür sind geeignete Verfahren und Geräte auszuwählen.

ANFORDERUNGEN

- Durchlässigkeit $\geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s; Nachweis nach DIN 18130 oder vor Ort durch Infiltrationsversuche
- Verformungsmodul E_{v2} auf Oberfläche ≥ 120 MPa; Nachweis nach DIN 18134 (Plattendruckversuch) unter Berücksichtigung der Durchlässigkeit
- Feinkornanteil $< 0,063$ mm gemäß den TL SoB-StB ≤ 3 %; Kategorie UF₃; im eingebauten Zustand gem. den ZTV SoB-STB ≤ 5 %

ZUSÄTZLICHE HINWEISE ZUR BAUTECHNIK MIT ECOSAVE PROTECT GEMÄSS ALLGEMEINER BAUAUF- SICHTLICHER ZULASSUNG

ABWASSERTECHNISCHE BEMESSUNG

- gemäß Arbeitsblatt DWA-A 138
- Es wird eine Versickerungsrate des Flächenbelags von 270 l/(s x ha) zugrunde gelegt.
- Für die Festlegung der Häufigkeit des Rückstaus gilt die DIN EN 752*

(* Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden)

BAUTECHNISCHE BEMESSUNG

Untergrund	<ul style="list-style-type: none"> · Bei F2- und F3-Böden ist im Bereich der Planumsebene die Filterstabilität nach Cistin/Ziems (RAS-Ew) zu überprüfen. · Bei F1-Böden geänderte Kriterien für die Einstufung: Feinkornanteil $< 0,063$ mm von 5,0 Gew.-% bei $U \geq 12,0$ oder 12,0 Gew.-% bei $U \leq 6,0$
Unterbau	Vorgenuztzte natürliche Gesteinskörnungen oder Recycling-Baustoffe sind nach den wasserwirtschaftlichen Anforderungen der TL Gestein-StB zu überprüfen.
Frostschutzschichten	<ul style="list-style-type: none"> · Verwendet werden ausschließlich Baustoffgemische nach den TL SoB-StB. · Der Feinanteil $< 0,063$ mm ist nach den TL SoB-StB, Tabelle 1, auf ≤ 3 M.-% zu begrenzen (Kategorie UF₃).
Tragschichten	<ul style="list-style-type: none"> · Die Gesteinskörnungen müssen den TL Gestein-StB entsprechen. · Es sind sandreiche Baustoffgemische nach den TL SoB-StB, Anhang C, Bild C.1, zu verwenden. · Der Sandgehalt muss zwischen 30 und 40 % liegen. Der Feinanteil $< 0,063$ mm ist nach TL SoB-StB, Tabelle 1, auf ≤ 3 M.-% zu begrenzen (Kategorie UF₃).

Abb. 43: bautechnische Bemessungsgrundlagen für ECOSAVE protect

2.9.5 PFLASTERDECKE

(ZTV PFLASTER-STB, DIN 18318, M FP, M VV)

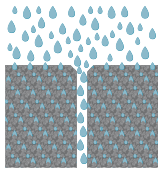
Die Pflasterdecke mit Pflastersteinen, Bettung und Fugenfüllung muss als Abschluss des Oberbaus entsprechend wasserdurchlässig ausgelegt werden. Zudem sind die Anforderungen an die Tragfähigkeit und Ebenheit zu beachten.

Zur Dimensionierung der Pflasterdecke finden sich entsprechende Empfehlungen im M VV, Tabelle 1 und in dieser Broschüre unter Punkt 2.9.10 (Seite 46). Bezüglich der Ebenheit sind höchstens 20 mm Abweichung der Oberfläche von der Sollhöhe tolerierbar. Die zulässige Abweichung bei höhengleichen Anschlüssen von Stein zu Stein beträgt 2 mm. Bei Randeinfassungen oder Einbauten muss die Pflasterdecke 3 bis 5 mm höher liegen. Im Übrigen sind Randeinfassungen eine probate Methode, um die Pflasterdecke insgesamt zu stabilisieren. Hergestellt werden sie stets vor der Pflasterverlegung, und zwar auf einem Betonfundament mit einer Rückenstütze aus Beton.

GESTALTUNGSFORMEN

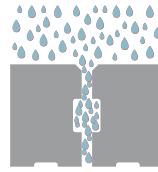
Mit der Pflasterdecke nimmt nun auch das Gestaltungskonzept konkrete Formen an. Dabei lassen sich mit der modernen, vielseitigen Produktlinie ECOSAVE protect auch anspruchsvolle Bauaufgaben stimmig lösen. Die Beläge decken zudem das gesamte Spektrum der Versickerungstechnik ab, die sich in drei Arten unterteilt:

BASIC – GEOSTON PROTECT (SEITE 30) PFLASTERSYSTEME AUS HAUFWERKSPORIGEM BETON



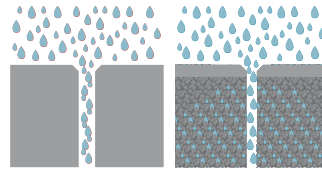
Das Wasser versickert direkt durch das offeneporige Steingefüge und die Fugen. Neue Systeme werden auch zweischichtig mit feinporigem Vorsatzbeton hergestellt. Schmale Fugen sorgen für guten Geh- und Fahrkomfort. Die Druckfestigkeit und Gestaltungsqualität liegen werkstoffbedingt unter der von gefügedichteten Pflastersteinen. Dennoch erfüllt der „Drainstein“ seit mehr als drei Jahrzehnten seinen Zweck auf unterschiedlichen Flächentypen.

PLUS – DRAINSTON PROTECT (SEITE 32) PFLASTERSYSTEME MIT SICKERÖFFNUNGEN, HIER MIT SICKERKANÄLEN



Die Öffnungen befinden sich im Stein oder als Aussparungen am Stein. In beiden Fällen werden sämtliche Öffnungen mit wasserdurchlässigem Fugenmaterial verfüllt. Vorteilhaft sind wiederum die Festigkeit der Steine und die vielfältigen Gestaltungsmöglichkeiten. Pflasterbeläge wie DRAINSTON protect entwickeln zudem eine hohe Verbundwirkung für mehr Lagestabilität.

SELECT – PFLASTERSYSTEM-GD PROTECT UND -HP PROTECT (SEITE 34) PFLASTERSYSTEME MIT SICKERFUGEN



Das Wasser versickert ausschließlich über die Fugen, die mit durchlässigen Gesteinskörnungen verfüllt werden. Mit zunehmender Belastung kann die Stabilität des Belags abnehmen. Dieser Nachteil lässt sich durch Pflastersysteme ≥ 10 cm Dicke mit Abstandhaltern und Verbundwirkung ausgleichen. Die Vorteile des Systems liegen in der hohen Festigkeit der Betonpflastersteine sowie in dem breiten Spektrum an Formaten und Oberflächendesigns.

ANFORDERUNGEN

- Durchlässigkeit $\geq 5,4 \times 10^{-4}$ m/s; Nachweis nach DIN 18130 oder vor Ort durch Infiltrationsversuche
- Unterschiedliche Gesteinskörnungen bzw. Körnungsgemische für Bettung und Fugen erfordern einen Nachweis der Filterstabilität gemäß ZTV Pflaster-StB.

2.9.6 BETTUNG UND FUGEN (TL GESTEIN-STB, ZTV PFLASTER-STB, M VV)

Das Fugen- und Bettungsmaterial muss durchlässig sein und zudem über hohe Kornfestigkeit verfügen. Zu vermeiden sind Kornzertrümmerungen, sie würden die Filterstabilität und somit die hydraulische Leistung der Pflasterdecke beeinträchtigen. Zweckmäßig sind natürliche Gesteinskörnungen gemäß den TL Gestein-StB.

Die Filterstabilität lässt sich am besten mit gleichen Gesteinskörnungen bzw. Gemischen für Fugen und Bettung herstellen. Unterschiedliche Materialien müssen anhand der Filterregeln nach den ZTV Pflaster-StB aufeinander abgestimmt werden.




ANFORDERUNGEN

- Durchlässigkeit $\geq 5,4 \times 10^{-4}$ m/s
- Unterschiedliche Gesteinskörnungen für Bettung und Fugen erfordern Nachweis der Filterstabilität
- Für ECOSAVE protect sind in den Bauartzulassungen die speziellen Bauprodukte Betonpflasterstein, Bettungs- und Fugenmaterial vorgegeben
 - s. Abb. 45 auf Seite 44.



Abb. 44: ECOSAVE protect Bettungs- und Fugenmaterial muss auf der Baustelle vor Entmischung geschützt werden

Eigenschaften der Materialien für ECOSAVE protect Pflasterdecken

	GEOSTON protect 	Pflastersystem -gd protect/ -hp protect 	DRAINSTON protect 
Bettungs- material	Kalksteinsplitt mit diesen Eigenschaften: · Korngruppe 2/5 nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.2, Tabelle 2, Kategorie Gc90/10 · Schlagzertrümmerungswert nach TL-Gestein-StB, Abschnitt 2.2.9, Tabelle 12, Kategorie S _{z22} · Frostwiderstand nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.14, Tabelle 19, Kategorie F ₁ · Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Zustand ≥ 540 l/(s x ha)	Gemisch aus natürlichen Gesteinskörnungen der Gesteinsarten Grauwacke, Granit, Basalt, Porphyry oder Diabas mit diesen Eigenschaften: · Korngruppe 0/5 nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.2 · Feinanteil nach TL Pflaster-StB, Abschnitt 3.2.2, Kategorie UF ₅ · Überkorn nach TL Pflaster-StB, Abschnitt 3.2.3, Kategorie OC ₉₀ · Korngrößenverteilung nach TL Pflaster-StB, Abschnitt 3.2.4, Kategorie G _{u,B} · Fließkoeffizient nach TL Pflaster-StB, Abschnitt 3.2.5, Kategorie E _{c5-35} · Schlagzertrümmerungswert nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.9, Kategorie S _{z22} · Frostwiderstand nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.14, Kategorie F ₁ · Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Zustand ≥ 540 l/(s x ha)	Gemisch natürlicher und industriell hergestellter Gesteinskörnungen der Korngruppe 0/5 in beim DIBt hinterlegter Zusammensetzung und Eigenschaft; im Übrigen entsprechend DIN EN 13285* und TL Gestein-StB Das Bettungsmaterial wird als einbau-fertige Mischung geliefert.
Beton- pflasterstein	Haufwerksporige, zweischichtige Betonpflastersteine gem. DIN 18507 und Bauartzulassung	Zweischichtige Betonpflastersteine gem. DIN EN 1338 mit spezieller Formgebung; Fugenbreite mind. 5 mm, Fugenanteil mind. 5 % - max. 10 %	Zweischichtige Betonpflastersteine gem. DIN EN 1338 mit spezieller Formgebung mit horizontalem und vertikalem Kanalsystem
Fugen- material	Basaltsplitt mit diesen Eigenschaften: · Korngruppe 1/3 und 1/2 in Anlehnung an TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.2, Tabelle 2, Kategorie Gc90/10 · Schlagzertrümmerungswert nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.9, Tabelle 12, Kategorie S _{z18} · Frostwiderstand nach TL Gestein-StB, Abschnitt 2.2.14, Tabelle 19, Kategorie F ₁	Gemisch natürlicher und industriell hergestellter Gesteinskörnungen der Korngruppe 0/4 in beim DIBt hinterlegter Zusammensetzung und Eigenschaft; im Übrigen entsprechend DIN EN 13285* und TL Gestein-StB Das Fugenmaterial wird als einbaufertige Mischung geliefert.	Gemisch natürlicher Gesteinskörnungen der Korngruppe 0/4 in beim DIBt hinterlegter Zusammensetzung und Eigenschaft; im Übrigen entsprechend DIN EN 13285* und TL Gestein-StB Das Fugenmaterial wird als einbaufertige Mischung geliefert.

* DIN EN 13285 – Ungebundene Gemische

Abb. 45: Eigenschaften Stein, Fugen- und Bettungsmaterial ECOSAVE protect

2.9.7 BEISPIELE FÜR OBERBAUKONSTRUKTIONEN

Die Abbildung 45 zeigt den grundsätzlichen Aufbau eines wasserdurchlässigen Oberbaus mit Pflasterdecke auf F2-Böden (gering bis mittel frostempfindlich) und F3-Böden (sehr frostempfindlich) sowie auf F1-Böden (frostsicher, nicht frostempfindlich). Die Bemessung der Schichtdicken erfolgt nach den RStO. Bei weniger durchlässigem Untergrund sind Mehrdicken zwischen 10 und 20 cm erforderlich. So bleibt die Konstruktion tragfähig und die temporäre Rückhaltung intakt.

Richtwerte zum Aufbau und zu den Schichtdicken geben die RStO in Tabelle 8 und Tabelle 3 sowie das M VV, und zwar für die Belastungsklassen Bk0,3 sowie Bk1,0 und 1,8. Für höhere Anforderungen ist ECOSAVE protect konzipiert und zugelassen worden. Für diese Beläge ergeben sich in Anlehnung an die RStO und aufgrund praktischer Erfahrungen ebenfalls Richtwerte für die Dimensionierung des Oberbaus. Eine Einzelfallprüfung ist jedoch generell sinnvoll und ratsam.

WASSERDURCHLÄSSIGER OBERBAU ALLGEMEIN

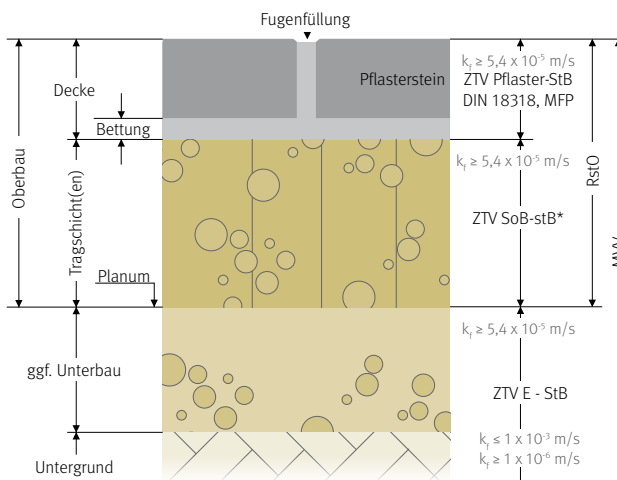


Abb. 47: *) Ggf. technische Regeln für gebundene Tragschichten

- Belastungsklasse nach RStO bis Bk0,3 im Einzelfall bis Bk 1,8
- Versickerungsleistung $\geq 270 \text{ l/(s x ha)}$
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}^*$
- Abstand OK Pflasterdecke – OK Grundwasser $\geq 2,0 \text{ m}$
- Abflussbeiwert $\Psi = 0,25 \text{ bis } 0,5$ (je nach Pflasterart)
- Entwässerungsneigung $\geq 1 \%$ bis 5%

*Bei geringerer Durchlässigkeit des Untergrundes/Unterbaus als $k_f \leq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ muss ausreichendes Speichervolumen des Oberbaus nachgewiesen werden. Bei $k_f < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ist laut Arbeitsblatt DWA-A 138 eine zusätzliche Ableitungsmöglichkeit im Bereich der Planumsebene vorzusehen.

TYPISCHE OBERBAUKONSTRUKTION MIT UND OHNE FROSTSCHUTZSCHICHT

Dargestellt ist hier der typische Aufbau einer Verkehrsflächenbefestigung mit Pflasterdecke in Abhängigkeit von der Frostempfindlichkeit des Bodens. Dieser Aufbau gilt grundsätzlich auch für wasserdurchlässige Verkehrsflächen (Quelle: Betonverband SLG).

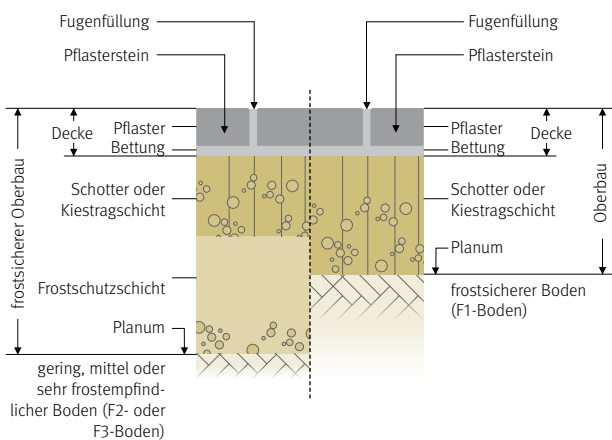


Abb. 46:

WASSERDURCHLÄSSIGER OBERBAU GEMÄSS ABZ

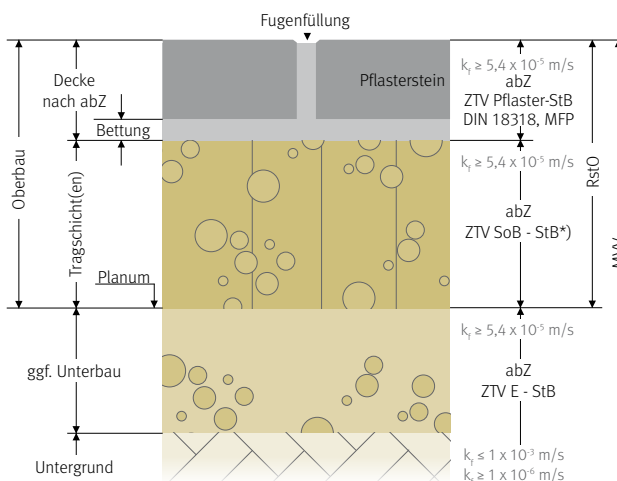


Abb. 46: *) Ggf. technische Regeln für gebundene Tragschichten

- Belastungsklasse nach RStO bis **Bk3,2**
- Versickerungsleistung $\geq 270 \text{ l/(s x ha)}$
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}^*$
- Abstand OK Pflasterdecke – OK Grundwasser $\geq 1,0 \text{ m}$
- Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$
- Entwässerungsneigung $\geq 1 \%$ bis 5%

*Bei geringer Durchlässigkeit des Untergrundes/Unterbaus als $k_f \leq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ muss das ausreichende Speichervolumen des Oberbaus nachgewiesen werden. Bei $k_f < 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ ist laut Arbeitsblatt DWA-A 138 eine zusätzliche Ableitungsmöglichkeit im Bereich der Planumsebene vorzusehen.

2.9.8 GEFÄLLE/QUERNEIGUNG (RAS-EW, M VV)

Es gilt die Maxime, dass möglichst viel Regenwasser versickern soll. Aus diesem Grund kann die Querneigung $\geq 2,5\%$ gemäß RAS-Ew auf $1,0\%$ vermindert werden. Dieser Wert sollte jedoch nicht unterschritten werden, da das Niederschlagswasser bei besonderen Starkregenereignissen unkontrolliert abfließen könnte. Bei einem Gefälle $> 5\%$ sinkt die Versickerungsleistung und das Niederschlagswasser fließt vermehrt oberflächlich ab.

2.9.9 Fugen/Verfugung (DIN 18318)

Das Tragverhalten der Pflasterdecke steht und fällt vor allem auch mit dem Zustand der Fugen. Unzureichend verfüllte Fugen oder zu geringe Fugenbreiten gefährden die Stabilität, weil das Stützkorsett der Steine nicht vorhanden ist und sich so keine Kraftübertragung innerhalb des Belags entwickeln kann. Das Fugenmaterial darf auch bei Pflastersteinen mit angeformten Abstandhaltern nicht fehlen. Fahrlässig ist insbesondere die sogenannte Press- oder Knirschverlegung, bei der außerdem Kantenabplatzungen auftreten können.

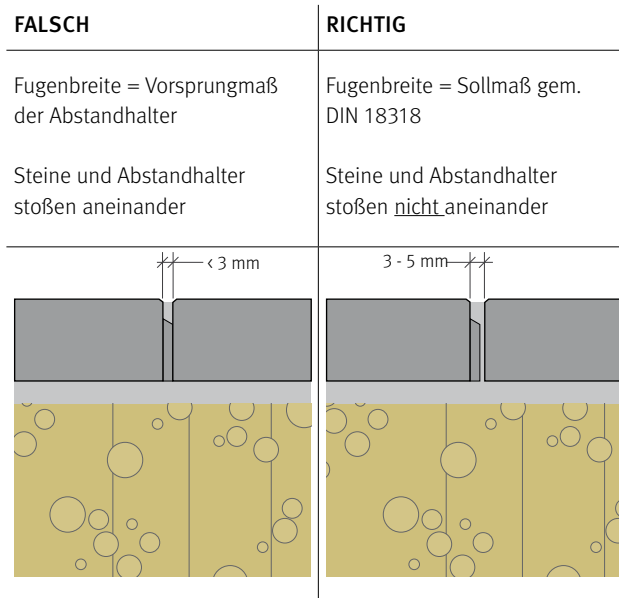


Abb. 49: Schematischer Aufbau der Pflasterbauweise

2.9.10 PFLASTERVERBÄNDE

Aus der Vielzahl der Betonpflastersysteme und Pflasterverbände zeichnen sich einige für höhere Verkehrsbelastungen aus. So sind Verbundsteine generell stabiler als unverzahnte Steine, der Fischgrätverband unempfindlicher als der Läuferverband. Bei höheren Verkehrsbelastungen ist es ratsam, die Steine diagonal zur Fahrtrichtung zu verlegen und keinesfalls quer mit durchlaufenden Fugen zur Fahrtrichtung.

Zu den Belastungsklassen und adäquaten Pflastersteindicken gibt das M VV besondere Hinweise. Nachfolgend die Empfehlungen des Betonverbandes SLG:

ART DER BEANSPRUCHUNG/BELASTUNGSKLASSEN	BESONDERE EMPFEHLUNGEN
Hohe Verkehrsbeanspruchung, hohe Horizontalbeanspruchung (Bk3,2, Bk1,8 und ggf. Bk1,0)	<ul style="list-style-type: none"> Stein-Neandicke ≥ 10 cm Verbundsteine bevorzugen Ellbogen-, Diagonal- oder Fischgrätverband
Mittlere bis geringe Verkehrsbeanspruchung (Bk0,3)	<ul style="list-style-type: none"> Stein-Neandicke ≥ 8 cm nahezu jede Steinform möglich, aber kubische Formen vermeiden, insbesondere kleinformatige freie Wahl des Verbandes, aber keine durchgehenden Fugen in Fahrt- bzw. Belastungsrichtung
Rad- und Gehwege sowie Flächen, bei denen das Befahren durch Kraftfahrzeuge ausgeschlossen ist	<ul style="list-style-type: none"> Stein-Neandicke ≥ 6 cm jede Steinform möglich, bei Radwegen Steingrundfläche wg. Fahrkomfort nicht zu klein wählen freie Wahl des Verbandes, bei Radwegen Verbände mit möglichst wenig Fugen quer zur Fahrtrichtung

Bei Überfahrten von Rad- und Gehwegen ist von mittlerer bis geringer Verkehrsbeanspruchung auszugehen.

Abb. 50: Empfehlungen für Pflastersteindicken nach SLG

GEEIGNETE PFLASTERVERBÄNDE BEI VERKEHRLICHER NUTZUNG

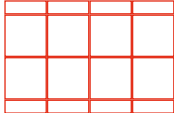

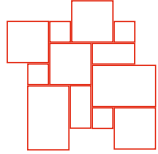

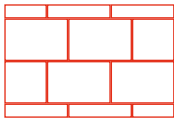

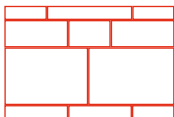

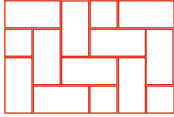

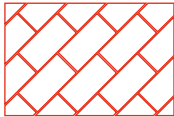

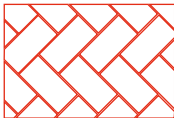

Verband	Fahrtrichtung	Eigenschaft	nicht geeignet	bedingt geeignet	gut geeignet
Kreuzfuge		Durchgehende Fugen – neigt zu horizontalen Verschiebungen			
Wilder Verband (römischer Verband)		Verschiedene Formate ohne durchgehende Fugen – stabilisiert sich in sich selbst			
Läufer- oder Reihenverband		Verlegung quer zur Fahrtrichtung bevorzugen			
Bahnen- verlegung		Mit verschiedenen Breiten, sonst gleiche Regeln wie Läufer- oder Reihenverband			
Ellbogenverband		Abwechselnd längs und quer verlegte Steine ohne durchlaufende Fugen			
Läufer oder Reihe als Diagonal- verband		Oft verwendet und bewährt bei höherer Verkehrsbelastung			
Fischgrät- verband		Gute Abtragung horizontaler Kräfte, optimal mit Bischofsmütze im Randabschluss			

Abb. 51: Eignung von Pflasterverbänden unter Verkehrsbelastung

3. Ausführung

3.1 Ausschreibungshinweise

Was grundsätzlich zu beachten ist:

- deutlicher Hinweis auf die Bauartzulassung, falls vorgesehen oder gefordert, als Bestandteil der Ausschreibung
- Prüfungen und Nachweise als Mindeststandards festlegen (Qualitäts- und Eignungsweise der Baustoffe, Eignungsprüfungen für den Untergrund, Standfestigkeit und Durchlässigkeit der Oberbauschichten); Empfehlung: Kontrollprüfungen und Dokumentation durch Gutachter!
- Kontrolle der Fugen innerhalb der ersten 6 Monate, ggf. nachverfugen

Checkliste Ausschreibung/Ausführung für ECOSAVE protect auf Seite 57.

IN 10 SCHRITTEN ZUR WASSERDURCHLÄSSIGEN PFLASTERBAUWEISE

1. Bodenparameter auswerten
2. Boden bis auf geplante Planumshöhe abtragen.
3. Untergrund prüfen, bei Bedarf durch Unterbau optimieren oder Planumsentwässerung einrichten
4. Untergrund/Oberbau profilgerecht anlegen, ebnen, abrütteln und prüfen
5. Tragschicht-Materialien prüfen – Kies oder Schotter 0/32, 0/45, 0/56, geringer Feinkornanteil. **Oder nach Bauartzulassung.**
6. Tragschichten lagenweise (ca. 20 cm) einbauen, verdichten und prüfen – Gefälle Oberfläche wie Pflasterbelag
7. Bettungsmaterial prüfen und auftragen, Dicke 3 - 5 cm + 1 cm Vorhaltemaß, profilgerecht abziehen – Splitt 1/3, 2/4, 2/5. **Oder nach Bauartzulassung.**
8. Pflastersteine im Verband verlegen, Fugenbreite nach Herstellerangaben einhalten, Bettung nicht betreten!
9. Fugenmaterial prüfen und vollständig einkehren – Splitt 1/3, 2/5. **Oder nach Bauartzulassung.**
10. Pflasterbelag sauber abkehren, dann abrütteln und nachverfugen, nicht einschlämmen!

3.2 Ausführungsbeginn/ Baustelleneinrichtung

3.2.1 ALLGEMEINES

Da sich die wasserdurchlässige Pflasterbauweise im Großen und Ganzen nicht von gebräuchlichen Konstruktionen unterscheidet, greifen auch hier die Technischen Regeln des Straßenbaus unter besonderer Beachtung der speziellen Anforderungen für die Versickerung und Unterhaltung. Die Bauausführung erfordert besondere Sorgfalt.

3.2.2 BAUANLAUF

Im Vorfeld sollte die ausführende Firma mit allen weiteren Baubeteiligten eine Besprechung durchführen. Das Ziel ist es, offene Fragen zu klären und die Baumaßnahme detailliert abzustimmen. Im Interesse aller Beteiligten empfiehlt es sich, das Gesprächsergebnis schriftlich zu protokollieren.

3.2.3 LOGISTIK

Je besser die Abstimmung zwischen Baustelle, Baustoffhändler und Lieferwerk, desto reibungsloser und zügiger gestaltet sich der Bauablauf. Rechtzeitige, exakte Bestellungen mit detaillierten Angaben sind entscheidend für die Produktion und Lieferung auf den Punkt. Speziell Pflasterverbände mit unterschiedlichen Formaten und/oder Materialien erfordern sehr konkrete Absprachen zwischen Bauleitung und Lieferwerk, damit vor Ort auf sämtliche Baustoffe zugegriffen werden kann.



Abb. 52: Der erste Spatenstich muss gut vorbereitet sein

3.2.4 MATERIALANLIEFERUNG (TECHNISCHE HINWEISE ZUR LIEFERUNG VON BETONPRODUKTEN FÜR DEN STRASSEN-, LANDSCHAFTS- UND GARTENBAU)

Die Lieferung ist vor der Entladung nach Menge, Warenart und Konformität zu prüfen. Bestehen Bedenken hinsichtlich der Qualität, sollten die Produkte nicht ohne Klärung des angezeigten Mangels verarbeitet werden. Bei einwandfreier Lieferung wird das Fugen- und Bettungsmaterial sauber und getrennt gelagert, sofern es sich um unterschiedliche Materialien handelt. Werden die Pflastersteine einfach abgekippt, ist bei bis zu drei Prozent der Liefermenge mit Bruch zu rechnen.

Bei ECOSAVE protect leistet die jeweilige Bauartzulassung mit genauen Angaben zur Herstellung und Kennzeichnung der Bauprodukte sowie zu den Übereinstimmungsnachweisen. Übereinstimmungszertifikate und -erklärungen sowie Konformitätserklärungen für ECOSAVE protect werden zur Verfügung gestellt.

Geringfügige Abweichungen gegenüber Mustersteinen sind auch bei güteüberwachten Qualitätsprodukten möglich, jedoch aus fertigungstechnischen Gründen oder durch die verwendeten Rohstoffe in der Regel nicht vermeidbar. Was bei der Abnahme von Betonpflastersteinen zu beachten ist und ggf. akzeptiert werden muss:

- **Oberflächenporen** sind technisch nicht vermeidbar und mindern nicht den Gebrauchswert, bräunliche Verfärbungen sind rohstoffbedingt und verschwinden in der Regel unter Bewitterung.
- **Ausblühungen** sind technisch nicht vermeidbar und verschwinden in der Regel durch Nutzung und Bewitterung.
- **Kantenabplatzungen**, insbesondere bei nicht gefasteten Pflastersteinen.
- **Haarrisse** beeinträchtigen nicht den Gebrauchswert.
- **Farb- und Strukturabweichungen** sind fertigungs- und rohstoffbedingt nicht vermeidbar und stellen keinen Mangel dar.

3.2.5 FLÄCHE VORBEREITEN

Werden Flächen erneuert, so müssen zunächst die Altbeläge inkl. Bettung und Tragschicht abgetragen bzw. ausgehoben werden, da die Schichten im Laufe langjähriger Nutzung erfahrungsgemäß zu stark verdichtet sind und somit unbrauchbar für die geplante Versickerung. Konkrete Angaben zum Zustand der Altmaterialien enthält das Bodengutachten.



Abb. 53: Der alte Oberbau ist in der Regel zu stark verdichtet

3.2.6 ZUSÄTZLICHER UNTERBAU NACH ERFORDERNIS (ZTV E-STB, M VV)

Der Unterbau wird angelegt, wenn der anstehende Boden bzw. Untergrund den Anforderungen nicht genügt oder die Konstruktion der geplanten Höhe der Verkehrsfläche angepasst werden muss. Das zum Austausch eingebrachte Material muss vor allem durchlässig und tragfähig sein. Wichtig ist zudem die höhen- und fluchtgerechte Herstellung der Oberfläche. Hinsichtlich der Durchlässigkeit und Tragfähigkeit gelten die gleichen Bedingungen wie für den Untergrund.

3.2.7 ZUSÄTZLICHE ENTWÄSSERUNG (RAS-EW, M VV)

Aus dem Bodengutachten muss hervorgehen, ob zusätzliche Maßnahmen zur Entwässerung auf der Planumsebene erforderlich sind. Für diesen Zweck werden entweder die Tragschichten erhöht oder anfallendes Wasser z. B. über Drainagesysteme am tiefer liegenden Rand des Planums in versickerungsfähige Bereiche abgeleitet. Die zusätzliche Entwässerung sollte auch angeordnet werden, wenn Wasser aufsteigt oder seitlich in den Oberbau eindringt oder der Untergrund bzw. Unterbau zu stark verfestigt ist.

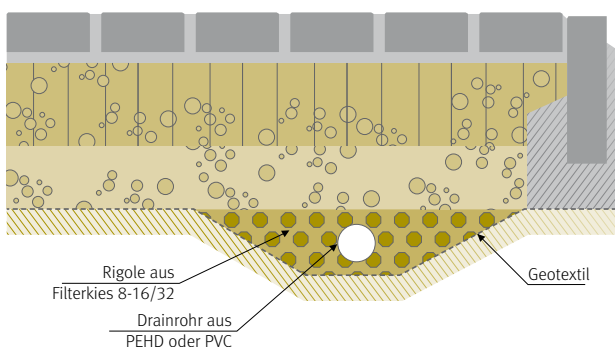


Abb. 54: Schema einer Planumsentwässerung

3.3 Tragschichten einbauen/verdichten/ prüfen (ZTV Pflaster StB, ZTV SoB-StB, TL Gestein-StB, Merkblatt für die Her- stellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, M VV)

Vor dem Einbau werden der Zustand der Materialien und deren Konformität mit den geforderten Eigenschaften geprüft. Hiermit und mit weiteren Kontrollen dieser Bauphase sollte ebenfalls die Bauüberwachung beauftragt werden. Haben sich die Materialien beim Transport oder Abkippen entmisch, kann man den gewünschten Zustand z. B. durch mehrfaches Durchmischen mit dem Schild des Planiergerätes wiederherstellen.

Die Frostschutzschichten und Tragschichten werden auf dem fertiggestellten Planum stets lagenweise mit gleichmäßig gemischtem Material eingebaut und anschlie-

ßend mit Rüttelplatte oder einem Walzenzug verdichtet. Die oberste Schicht ist besonders sorgfältig zu bearbeiten, sprich besonders eben, da Abweichungen an die Pflasterdecke übertragen werden – das Toleranzmaß ± 1 cm (M VV) auf 400 cm Messlänge ist einzuhalten.

Vor den Anschlussarbeiten werden Verdichtungsgrad, Durchlässigkeit und Ebenheit geprüft. Werden die Anforderungen nicht erreicht, heißt es nachbessern und erneut kontrollieren. Achtung: Ein zu hohes Nachverdichten kann die Durchlässigkeit der Schichten beeinträchtigen!

ANFORDERUNGEN AN UNTERGRUND/UNTERBAU UND TRAGSCHICHTEN

Bezeichnung	Verformungswiderstand	Feinanteil	Durchlässigkeit*
	E_{v2}	M.-%	m/s
Untergrund/Unterbau	≥ 45 MPa	$\leq 5^{* **}$	$\geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s
Frostschutzschicht	≥ 100 MPa		
Kiestragschicht	≥ 120 MPa		
Schottertragschicht	≥ 120 MPa		

* im eingebauten Zustand | ** bei Anlieferung sollte der Feinanteil 3 Masse-% nicht überschreiten.

Abb. 55: bautechnische Anforderungen (Quelle: Betonverband SLG)



Abb. 56: Für den weiteren Aufbau müssen die Schichten sorgfältig planiert werden

3.4 Bettung herstellen

Das geprüfte, gut durchmischte Bettungsmaterial wird aufgebracht und anschließend höhen- und profilgerecht mittels Lehren abgezogen. Etwaige Rillen durch das Abziehen werden wieder aufgefüllt. Sind Vorverdichtungen durch z. B. schwere Arbeitsgeräte nicht vermeidbar, müssen die komprimierten Stellen wieder gelockert werden. Ab jetzt darf die Bettung weder betreten noch befahren werden.

Die unverdichtete Bettungsschicht wird gleichmäßig, aber mit plus 0,5 bis 1,0 cm etwas überhöht angelegt. So lässt sich nach der Verdichtung die geplante Bettungsdicke erreichen. Achtung: Durch ungleichmäßige und/oder zu hohe Bettungsdicken kann sich der Belag verformen (Spurrinnen).



Abb. 57: Einbringen des Bettungsmaterials

3.5 Entwässerung bei Oberflächenabfluss

Die Technischen Regeln des Straßenbaus sehen für die wasserdurchlässige Pflasterbauweise eine zusätzliche Entwässerungseinrichtung als Notentlastung vor, die genehmigungspflichtig ist. Ausgenommen sind in der Regel Flächen im privaten Wohnumfeld.

Aus Erfahrung ist ein Oberflächenabfluss von wasserdurchlässigen Pflasterungen ausgesprochen selten, zumal die Systeme für eine beträchtliche Bemessungsregenspende ausgelegt sind. Ein solcher Zustand stellt sich am ehesten ein, wenn extremer Starkregen auf „verstopften“ Belägen niedergeht – Pflege und Wartung sollten also auch deswegen nicht vernachlässigt werden.

Eine einfache und zudem ökologisch sinnvolle Notentlastung lässt sich durch begrünte Versickerungsmulden herstellen, bei denen der Bodenfilter aktiv wird. Ist der Oberflächenabfluss jedoch mit Schadstoffen belastet, kommt nur die Ableitung über Entwässerungsrinnen in die Kanalisation in Betracht.

ECOSAVE protect Systeme benötigen keine Notentlastung, da die Beläge laut Bauartzulassung bei sachgerechtem Betrieb und entsprechender Wartung dauerhaft $\geq 270 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha})$ versickern und Schadstoffe an der Oberfläche zurückhalten.

3.6 Verlegehinweise

Etliche Betonpflastersteinsysteme sind auch maschinell verlegbar. Geeignet sind jedoch nur Produkte mit angeformten Abstandhaltern. Ob per Hand oder Gerät: Verlegt wird stets von den bereits fertiggestellten Abschnitten aus – die Bettung darf nicht betreten werden!

Das ideale Verlegegerät verfügt in der Regel über eine allseitig greifende Klammer bei einer Tragkraft von ca. 300 kg. Nach dem Ablegen der Verlegeeinheit werden die Pflastersteine nach Fugenbreite und Fugenverlauf ausgerichtet. Geradlinige Fugenverläufe lassen sich durch Schnüren in Längs- und Querrichtung herstellen. Dabei sind die Fugenbreiten nach Herstellerangaben zwingend einzuhalten, so auch bei angeformten Abstandhaltern, denn knirschverlegte Steine destabilisieren den Belag!

Pflaster mit nuancenreichen Sichtflächen sollten wegen möglicher Farbkonzentrationen nicht maschinell verlegt werden. Bei der Verlegung von Hand werden Pflastersteine aus mehreren Paketen gemischt. Der Zuschnitt erfolgt im Nass-Schnitt, dabei dürfen Pass-Steine nicht kleiner sein als das halbe Format und zudem nicht zu spitzwinklig ausfallen.

Achtung: Haufwerksporige Pflastersteine erfordern aufgrund der geringeren Betonfestigkeit bei der maschinellen Verlegung eine besondere Handhabung – die Herstellerhinweise sind zu beachten!

3.7 Verfugung (ZTV Pflaster-StB, DIN 18318)

Die Fugen werden kontinuierlich im Zuge der Verlegung vollständig eingefegt, der Belag anschließend abgekehrt. Danach wird die Fläche bis zur Standfestigkeit abgerüttelt. Wenn sich Fugenmaterial gesetzt hat, muss nachverfugt werden – das Material wird jedoch nicht eingeschlämmt!



Abb. 58: Fugen immer vollständig verfüllen!

Stein-Nenn- dicke	Betriebsgewicht Rüttler	Zentrifugalkraft Rüttler
8 cm	200 – 300 kg	20 – 30 kN
≥ 10 cm und Be- lastungsklassen Bk1,0, Bk1,8 und Bk3,2	300 – 500 kg	30 – 60 kN

3.8 Abrütteln

Das Abrütteln erfolgt grundsätzlich von den Rändern aus zur Mitte hin in mehreren überlappenden Bahnen bis zur ausreichenden Standfestigkeit. Dabei ist ein Flächenrüttler mit Kunststoffschürzen zu verwenden. Farbiges Gestaltungspflaster darf nur bei trockener Oberfläche abgerüttelt werden. Je nach Gewicht und Zentrifugalkraft der Vibrationsplatte kann ein mehrmaliges Überfahren erforderlich sein. Empfehlungen für geeignete Flächenrüttler:



Abb. 59: Flächenrüttler mit Kunststoffschürzen verwenden

Achtung: Bei dem Einsatz schwerer Vibrationsrüttler darf der Belag nicht „übrüttelt“ werden – es besteht die Gefahr von Kornverfeinerungen innerhalb der Bettung und somit abnehmender Durchlässigkeit.

3.9 Betriebliche Hinweise

Stehen in den Randbereichen des Pflasterbelags oder etwa auf dem Nachbargrundstück Grünflächen- oder Bauarbeiten an, sollte die wasserdurchlässige Oberfläche vor Verschmutzung durch Erde oder Schutt temporär geschützt werden, z. B. mit Kunststoffplanen. Im Grunde sollten solche Tätigkeiten vor den Pflasterarbeiten vorbereitet und durchgeführt werden. Vor allem bei Baum- und Randbepflanzungen können Erdarbeiten frühzeitig beginnen. Unvorteilhaft sind in diesem Sinne auch Geländesituationen, in denen leicht Erde auf den Belag gespült werden kann. Bei starkem Baumbestand fällt viel Laub an, das entfernt werden sollte. Zudem darf der Oberbau nicht durchwurzelt werden.

4. Reinigung und Pflege

4.1 Wartung allgemein

Im ersten Nutzungsjahr darf zum Schutz der frisch verfüllten Fugen keine intensive Reinigung mit stark saugender Kehrtechnik erfolgen. Zudem sollte in den ersten Monaten kontrolliert werden, ob die für die Stabilität des Pflasterbelags wichtigen Fugen vollständig verfüllt sind – möglicherweise ist Material abgesackt oder es wurde von abrollenden Reifen herausgesogen. Das neue Fugenmaterial wird eingekehrt und verfestigt sich sukzessive. Für die regelmäßige Reinigung der Flächen von Sand oder Herbstlaub eignen sich feinere Kunststoffbürsten.



Abb. 60: Frische Fugen brauchen Pflege

4.2 Wartung speziell

(siehe auch Reinigung und Wartung Seite 58)

Anlagen zur dezentralen Behandlung von Niederschlagsabflüssen müssen regelmäßig gewartet und zudem in festgelegten Intervallen durch einen Fachbetrieb kontrolliert werden. Nur so lässt sich die hydraulische Leistung dauerhaft sicherstellen. Bei wasserdurchlässigen Pflasterbelägen erfolgt die Prüfung mit dem Tropfinfiltrimeter. Bei Werten $< 270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ ist die Ursache zu ermitteln und zu beseitigen, ggf. muss der Belag gereinigt werden.

Für ECOSAVE protect ist laut Bauartzulassung ein im Vergleich zu anderen Anlagentypen längerer Prüfzyklus von 10 Jahren vorgesehen.



Abb. 61: Funktionsprüfungen sind ein Muss

4.3 Kehrmaschinen

Eine konventionelle Straßenreinigung ist auf wasser-durchlässigen Pflasterbelägen selbstverständlich durchführbar und auch ratsam für die Versickerungsfunktion. Zu beachten ist, dass nicht Kkehrbürsten aus Metall verwendet werden, sondern feinere Kkehrbürsten aus Kunststoff. So beugt man Streifenbildung und möglichen Oberflächenbeschädigungen vor. Zudem muss bei dem Einsatz von Kkehr-Saug-Technik die Saugkraft so eingestellt werden, dass die Fugen nicht entleert werden. Laut M VV soll bei definierten Fugen ganz auf saugende Maschinen verzichtet werden.

4.4 Winterdienst

(Merkblatt für Winterdienst auf Straßen/TL Streu)

Wasserdurchlässige Pflasterbeläge sind ökologisch sinnvoll und sollten nicht mit Streusalzen belastet werden. Bei Schnee werden die Verkehrsflächen idealerweise nur geräumt. Da Schneeschieber jegliche Pflasterbeläge beschädigen können, sollten sich die Geräte in einem guten Zustand befinden und über Schiebflächen aus Kunststoff verfügen. Material-schonender sind jedoch Kkehrbesen oder Schneefräsen. Sand als abstumpfendes Mittel verstopft die Poren und stört somit die hydraulischen Eigenschaften des Belags. Bei Eis und Glätte eignet sich Splitt, und zwar am besten das vorgesehene Fugenmaterial bzw. Material nach Bauartzulassung.



Abb. 62: Die richtige Kehrmaschine schont den Belag

4.5 Aufgrabungen

(ZTV A-StB/ZTV BEA-StB/ZTV BEB-StB/ZTV BEB-StB)

Bei Arbeiten z. B. am Versorgungsnetz sollten die Bauverantwortlichen über den Pflastersteintyp informiert sein. Danach werden die Pflastersteine sorgfältig ausgebaut und gestapelt, alle weiteren Materialien getrennt gelagert, sofern sie wieder eingesetzt werden. Für eine konstante Versickerungsleistung muss der Oberbau sachgerecht erneuert werden, so auch die Pflasterdecke mit dem geforderten Fugen- und Bettungsmaterial. Dabei ist darauf zu achten, dass die Schichten nicht vermischt werden oder Sand in die Fugen eingefegt wird. Etwas Stein-Vorrat ist sinnvoll, so können beschädigte Elemente schnell ersetzt werden.

4.6 Reinigungsverfahren GEOCLEANING

ECOSAVE protect Systeme sind regenerierbar. Das heißt, die hydraulische Funktion der Pflasterdecke und der Schadstoff-Rückhalt können bei Bedarf wiederhergestellt werden.

Für diesen Zweck wurde das GEOCLEANING Verfahren entwickelt. Dabei handelt es sich um ein Reinigungsfahrzeug, das die wasserdurchlässige Oberfläche bis tief in die Poren von Schmutzablagerungen mit den darin angereicherten Schadstoffen befreit. So wird auch nach jahrelanger Nutzung die ursprüngliche Durchlässigkeit des Belags wieder nahezu vollständig erreicht (bis > 85 %). Neben dem Regenerationseffekt erscheint das Pflaster wie neu verlegt.

Die GEOCLEANING Technik besteht aus einer speziellen Spül-Saug-Einheit, die den eingespülten Schmutz durch rotierende Bewegungen kurz aufweicht und mit der gleichen Bewegung direkt aufsaugt, ohne dass der Schmutz in die Steine und Fugen gedrückt wird. Der während der Reinigung aus den Fugen gespülte Splitt wird anschließend ersetzt und das Schmutzwasser sachgerecht entsorgt.



Abb. 63: Sichtbarer Reinigungseffekt bis tief in die Poren.



Abb. 64: Spezielle Spül-Saug-Einheit, die den Schmutz durch rotierende Bewegungen aufweicht und aufsaugt



YouTube

Der komplette Animationsfilm zur Funktionsweise
ECOSAVE protect: www.ecosave-protect.de



Abb. 65: Ausspülen und Absaugen des oberen (2-3 cm) verunreinigten Fugenmaterials



Abb. 66: Auffüllen/Einfegen mit neuem Fugenmaterial bis Oberkante Fuge

Anhang

Checkliste Planungsvoraussetzung

Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen	erfüllt	nicht erfüllt	Ergänzende Hinweise/Werte
1. Frostempfindlichkeit des Bodens feststellen (F1, F2, F3).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Verformungsmodul des anstehenden Bodens feststellen (statischer E_{v2} -Wert).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Infiltrationsrate des anstehenden Bodens feststellen (Untergrund oder Unterbau).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Maßgeblichen Grundwasserstand feststellen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Altlasten bzw. Kontaminierung des Bodens feststellen.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. künftige tägliche Verkehrsbelastung feststellen (DTV Werte).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Art der Nutzung (z. B. keine Lagerung von wassergefährdenden Stoffen).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Zulässigkeit der Gewässernutzung ermitteln (z. B. Grundwasser, Wasserschutzgebiet, etc.).....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Bestimmung der Belastungsklasse aufgrund der Vorerkundung nach RStO 12.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Festlegung der Dicke des erforderlichen frostfreien Oberbaus nach RStO 12.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11. Wahl der Bauweise gemäß RStO 12, Tafel 3.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12. Berechnung des erforderlichen Retentionsraumes, wenn der örtliche Bemessungsregen größer ist, als der Durchlässigkeitswert des Unterbaus/Untergrundes.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
13. Planung einer zusätzlichen Entwässerungseinrichtung, erforderlich bei $k_f \leq 1 \times 10_{-6}$ m/s.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
14. Bei Bedarf:..... Wirtschaftlichkeitsberechnung erstellen unter Berücksichtigung der Baukosten, Wartungskosten, Regenwassernutzungsgebühren und Abschreibungen sowie eventueller Fördermittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Checkliste Ausschreibung/Ausführung

Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen	erfüllt	nicht erfüllt	Ergänzende Hinweise/Werte
1. Systemausschreibung, bestehend aus Pflaster, Bettungs- und Fugenmaterial mit Hinweis auf die abZ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2. Ausschreibung der Tragschichtmaterialien gem. Angaben der abZ oder Nachweis mittels Zertifikat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3. Prüfung 1: Oberkante Unterbau/Untergrund, bestehend aus Lastdruckprüfung und Infiltrationsmessung alle 500 m2.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4. Überprüfung der angelieferten Tragschichtmaterialien (Sieblinienanalyse) oder Nachweis mittels Zertifikat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5. Prüfung 2: Oberkante Tragschicht, bestehend aus Lastplattendruckprüfung und Infiltrationsmesung alle 500 m2.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6. Überprüfung der angelieferten Bettungs- und Fugenmaterialien, Eignungsnachweise mittels Zertifikat.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7. Prüfung 3: Oberkante fertig eingefugter Pflasterdecke mittels Infiltrationsmessung alle 500 m2.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8. Wartung der Pflasterdecke (insbesondere der Fugen) über einen Zeitraum von 12 Monaten, jeden Monat 1 x	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9. Prüfung 4: Nach Ablauf der Gewährleistungszeit mittels Infiltrationsmessung alle 500 m2.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10. Übergabe einer Wartungsanleitung an den Betreiber der Fläche gem. Pkt. 5 der abZ.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Checkliste Reinigung und Wartung

Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von
Niederschlagsabflüsse von Verkehrsflächen

durchgeführt

Datum

1. Wartung (Pkt. 5.2 der abZ)
- Verunreinigungen z. B. durch Straßenkehricht und Laub sind regelmäßig zu entfernen. Wenn auf dem Flächenbelag häufiger Rückstau festgestellt wird als in der Bemessung vorgesehen, mind. aber in Abständen von 10 Jahren, ist die spezifische Versickerungsrate des Flächenbelags mit dem Tropf-Infiltrimeter durch einen Fachbetrieb zu prüfen. Wenn eine spezifische Versickerungsrate von $< 270 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$ festgestellt wird, ist die Ursache zu ermitteln und zu beseitigen. Ggf. ist der Flächenbelag gemäß Abschnitt 5.3 zu reinigen.

2. Reinigung des Flächenbelags (Pkt. 5.3 der abZ)
- Die Reinigung des Flächenbelags ist mittels eines Spezialreinigungsverfahrens, durch das Partikel weitgehend aus dem Flächenbelag abgesaugt werden, durchzuführen. Als Reinigungsverfahren für ECOSAVE protect ist das Spül-Saug-Verfahren mittels GEOCLEANING von GODELMANN durch das DIBt zugelassen.

3. Entsorgung
- Das abgesaugte Material ist auf Inhaltsstoffe zu untersuchen und entsprechend den geltenden gesetzlichen Regelungen ordnungsgemäß zu entsorgen.

4. Bestimmungen für den Ausbau des Flächenbelags (Pkt. 6 der abZ)
- Beim Ausbau des Flächenbelags sind die Bauteile und Baustoffe auf Inhaltsstoffe zu untersuchen und entsprechend den geltenden gesetzlichen Regelungen ordnungsgemäß zu entsorgen.

Leistungsbeschreibung zum Oberbau

Herstellung eines Flächenbelages zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), Berlin.

- a) System GEOSTON protect gem. Zulassungsnr. Z-84.1-2
- b) System -gd/-hp protect gem. Zulassungsnr. Z-84.1-13/Z-84.1-14
- c) System DRAINSTON protect gem. Zulassungsnr. Z-84.1-9

Für die Planung, den Einbau und die Wartung gelten die „Besonderen Bestimmungen“ der jeweiligen abZ.

Technische Vertragsbedingungen zum Leistungsverzeichnis

Zusätzlich zu der VOB-Verdingungsordnung für Bauleistungen; Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) sind die nachfolgend aufgeführten Verordnungen, Richtlinien, Vorschriften etc. in der jeweils gültigen Fassung für die Ausführung Vertragsbestandteil:

RStO 12	„Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen“
ZTV E-StB 94	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau“
TL Gestein-StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau“
TL SoB-StB 04	„Technische Lieferbedingungen für Baustoffgemische und Böden zur Herstellung von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“
ZTV SoB-StB 04	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau“
ZTV Ew-StB 91	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Entwässerungseinrichtungen im Straßenbau“
RAS-Ew 1987	„Richtlinien für Anlagen von Straßen, Teil: Entwässerung“
M FP 2015	Merkblatt für Flächenbefestigungen mit Pflasterdecken und Plattenbelägen in ungebundener Ausführung sowie für Einfassungen
ZTV Pflaster-StB 06	„Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen“
TL Pflaster-StB 06/15	„Technische Lieferbedingungen für Bauprodukte zur Herstellung von Pflasterdecken, Plattenbelägen und Einfassungen“
M VV 2013	Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen
DWA-A 138 (2005)	Arbeitsblatt - Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagsabwasser
DWA-M 153 (2007)	Merkblatt - Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
abZ Nr. Z-84.1- <input type="checkbox"/>	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des DIBt Berlin vom

1. Einstufung der Verkehrsfläche gem. RStO 12

Belastungsklasse: Einstufung der Belastungsklasse nach Absatz 2.5
 Frostempfindlichkeit: gem. Absatz 3.2 F
 Dicke: Festlegung der Mindestdicke des frostsicheren Oberbaues gem. Tabelle 6 und 8 sowie Tafel 3 (Mehr- oder Minderdicken gem. Tabelle 7 müssen gesondert berücksichtigt werden)
 Ausführung: Festlegung der Bauweise gem. Tafel 3

Bk.....
 F.....
 Dicke..... cm
 Zeile..... cm

2. Untergrund/Unterbau gem. ZTV E-StB 94, M VV

Anforderungen an den Untergrund/Unterbau:

- Wasserdurchlässigkeit $k_f > 1 \times 10^{-6}$ m/s
 (Nachweis über Bodengutachten oder Infiltrationsmessung)
 Bei $k_f < 5,4 \times 10^{-5}$ m/s muss der Nachweis eines ausreichenden Speichervolumens des Straßenoberbaues geführt werden.
 Bei $k_f < 1 \times 10^{-6}$ m/s ist nach Arbeitsblatt DWA-A 138 eine zusätzliche Ableitungsmöglichkeit im Bereich der Planumsebene vorzusehen.
- Für Böden der Frostempfindlichkeitsklassen F2 und F3 nach ZTV E-StB ist im Bereich der Planumsebene die Filterstabilität nach Cistin/Ziems (RAS-Ew) zu überprüfen.
- Für die nach ZTV E-StB als nicht frostempfindlich zu bezeichnenden Böden (F1) sind die Kriterien für die Einstufung wie folgt zu verändern: Anteil an Korn unter 0,063 mm von 5,0 Gew.-% bei $U \geq 12,0$ oder 12,0 Gew.-% bei $U \leq 6,0$

..... verband

2.1. PLANUM PROFILGERECHT, EBEN UND TRAGFÄHIG HERSTELLEN

..... m²

Anforderungen:

- Tragfähigkeit, Verformungsmodul $E_{v2} \geq 45$ MPa
 (Nachweis über Plattendruckversuche)
- Profilgerechte Lage $\pm 3,0$ cm von Sollhöhe
- Wasserdurchlässigkeit $k_f > 1 \times 10^{-6}$ m/s
 (Nachweis über Bodengutachten oder Infiltrationsmessung)
- Grundwasserabstand min. 1,0 m unter OK Flächenbelag
 (Nachweis über Bodengutachten)

3. Frostschutz- und Tragschichten ungebunden gem. TL Gestein-StB 04, TL SoB-StB 04, ZTV SoB-StB 04, M VV

Frostschutzschicht liefern und fachgerecht einbauen

..... m²

Anforderungen:

- Gütezeugnisse des Lieferanten
- Baustoffgemisch nach TL SoB-StB 04, Lieferkörnung: $\geq 0/32$ mm
- Der Feinanteil $< 0,063$ mm ist nach Tabelle 1 auf ≤ 3 M.-% zu begrenzen (Kategorie UF₃).
- Dicke gem. Tabelle 8, RStO 12
- Tragfähigkeit, Verformungsmodul $E_{v2} \geq$ (Nachweis über Plattendruckversuche)
- Profilgerechte Lage $\pm 2,0$ cm von Sollhöhe
- Ebenheit bei 4,0 m Messstrecke $\leq 3,0$ cm
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s

..... cm
 MPa

Tragschicht liefern und fachgerecht einbauen

..... m²

Anforderungen:

- Gütezeugnisse des Lieferanten
- Sandreiches Baustoffgemisch nach TL SoB-StB 04, Anhang C, Bild C.1, Lieferkörnung: 0/32 mm
- Der Feinanteil $< 0,063$ mm ist nach TL SoB-StB 04, Tabelle 1 auf ≤ 3 M.-% zu begrenzen (Kategorie UF₃).
- Der Sandgehalt 0/2 mm muss zwischen 30 und 40 % liegen.
- Dicke gem. Tafel 3, RStO 12
- Tragfähigkeit, Verformungsmodul $E_{v2} \geq$ (Nachweis über Lastplattendruckversuche)
- Profilgerechte Lage $\pm 2,0$ cm von Sollhöhe
- Ebenheit bei 4,0 m Messstrecke $\leq 2,0$ cm
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s (Nachweis über Infiltrationsmessungen)

..... cm
 MPa

4. Pflasterdecke nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (abZ) des DIBt Berlin

- a) Sickerfähiges Betonpflastersystem „**GEOSTON protect**“
nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-84.1-2
liefern und fachgerecht verlegen.

..... m²

Wasserdurchlässiger Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen.
Spezifische Versickerungsrate dauerhaft $\geq 270 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha})$ Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$

Anforderungen an das Pflaster:

- haufwerksporige Betonpflastersteine nach DIN 18507
- Versickerung über poriges Steingefüge und Fuge
- zweischichtig, mit feinporiger Vorsatzschicht aus Filterkörnungen (MICRO-Vorsatz)
- Oberfläche unbehandelt (nativo/linear)
- mit kleiner Fase, mit Abstandhaltern
- Abmessungen: **L/B/D cm**
- Farbe: **Grau** oder **Anthrazit**
- Farbpigmentierung mit UV-beständigen Eisenoxidfarben
- Verlegeart:
- Lieferhinweis: GODELMANN

..... verband

Anforderungen an die Bettung:

- Gütezeugnisse des Lieferanten
- Gesteinskörnung 2/5 mm nach TL Gestein-StB 04 und M VV
- Material: Kalksteinsplitt
- Korngrößenverteilung: Kategorie Gc90/10
- Widerstand gegen Zertrümmerung: Kategorie: SZ_{22}
- Widerstand gegen Frost: Kategorie: F_1
- Dicke 3,0 - 5,0 cm im verdichteten Zustand
- Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Zustand $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$

Anforderungen an die Verfugung:

- Gütezeugnisse des Lieferanten
- Gesteinskörnung 1/2 oder 1/3 mm nach TL Gestein-StB 04 und M VV,
- Material: Basaltsplitt
- Korngrößenverteilung: Kategorie: Gc90/10
- Widerstand gegen Zertrümmerung: Kategorie: SZ_{18}
- Widerstand gegen Frost: Kategorie: F_1

Anforderungen an die Oberfläche:

- Profilhöhe Lage $\pm 2,0 \text{ cm}$ von Sollhöhe
- Ebenheit bei 4,0 m Messstrecke $\leq 1,0 \text{ cm}$
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (Nachweis über Infiltrationsmessungen)
- Gefälleneigung $\geq 1 \%$ und $\leq 5 \%$

Für die Planung, Lieferung, Einbau, Wartung und Reinigung des Flächenbelages gelten die Hinweise der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) Z-84.1-2 des DIBt Berlin.

- b) Sickerfähiges Betonpflastersystem „**Pflastersystem-gd/-hp protect**“
nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-84.1-13/Z-84.1-14
liefern und fachgerecht verlegen.

..... m²

Wasserdurchlässiger Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von
Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen.
Systemlieferung Betonpflasterstein mit Fugenmaterial
Spezifische Versickerungsrate dauerhaft ≥ 270 l/(s x ha); Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$

Anforderungen an das Pflaster:

- gd protect:
gefügedichtete Betonpflastersteine gem. DIN EN 1338 und TL Pflaster-StB 06/15
- hp protect:
mit gefügedichtem Vorsatz und haufwerksporigem Kernbeton gem. DIN EN 1338 und
TL Pflaster-StB 06/15
- Versickerung über Fugen min. 5,0 mm breit und einem Fugenanteil ≥ 5 % und ≤ 10 %
- zweischichtig, Vorsatz mit farblich abgestimmten Edelsplitten und Zementen
- Oberfläche:
- mit** oder **ohne** Fase, mit Abstandhaltern
- Abmessungen: **L/B/D cm**
- Farbe:
- Farbpigmentierung mit UV-beständigen Eisenoxidfarben
- Verlegeart:
- Lieferhinweis: Godelmann/Klostermann

..... verband

Anforderungen an die Bettung:

- Gütezeugnisse des Lieferanten
- Baustoffgemisch aus natürlichen Gesteinskörnungen, Gesteinsart: Grauwacke, Granit,
Basalt, Porphyre oder Diabas
- Gesteinskörnung 0/5 nach TL Gestein-StB 04, TL Pflaster-StB 06/15 und DIN EN
13242
- Feinanteil – Anforderungen an den maximalen Feinanteil: Kategorie UF₅
- Überkorn – Anforderungen an den Überkornanteil: Kategorie OC₉₀
- Korngrößenverteilung – Anforderung an die Korngrößenverteilung: Kategorie G_{u,B}
- Fließkoeffizient – Anforderung an den Fließkoeffizienten: Kategorie E_{cs,35}
- Schlagzertrümmerungswert – Widerstand gegen Zertrümmerung von groben Ge-
steinskörnungen: Kategorie SZ₂₂
- Frostwiderstand – Anforderungen an den Widerstand gegen Frostbeanspruchung:
Kategorie F₁
- Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Zustand $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s

Anforderungen an die Verfügung:

- Fugenmaterial Pflastersystem-gd/-hp protect nach abZ, Z-84.1-13/Z-84.1-14
- Baustoffgemisch aus natürlichen Gesteinskörnungen
- Gesteinskörnung 0/4 mm entspricht den Anforderungen der TL Gestein-StB 04 und
DIN EN 13285
- Lieferhinweis: GODELMANN

Anforderungen an die Oberfläche:

- Profilgerechte Lage $\pm 2,0$ cm von Sollhöhe
- Ebenheit bei 4,0 m Messstrecke $\leq 1,0$ cm
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5}$ m/s (Nachweis über Infiltrationsmessungen)
- Gefälleneigung ≥ 1 % und ≤ 5 %

Für die Planung, Lieferung, Einbau, Wartung und Reinigung des Flächenbelages gelten
die Hinweise der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) Z-84.1-13 des DIBt
Berlin.

c) Sickerfähiges Betonpflastersystem „**DRAINSTON protect**“
 nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-84.1-9
 liefern und fachgerecht verlegen m²

Wasserdurchlässiger Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen.
 Systemlieferung Betonpflasterstein mit Bettungs- und Fugenmaterial.
 Spezifische Versickerungsrate dauerhaft $\geq 270 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha})$; Abflussbeiwert $\Psi = 0,0$

Anforderungen an das Pflaster:

- gefügedichte Betonpflastersteine gem. DIN EN 1338 und TL Pflaster-StB 06/15
- Versickerung über Fuge sowie horizontalem und vertikalem Kanalsystem
- zweischichtig, Vorsatz mit farblich abgestimmten Edelsplitten und Zementen
- Oberfläche:
- mit kleiner Fase, mit Abstandhaltern
- Abmessungen: **L/B/D cm**
- Farbe:
- Farbpigmentierung mit UV-beständigen Eisenoxidfarben
- Verlegeart:
- Lieferhinweis: Godelmann/Klostermann verband

Anforderungen an die Bettung:

- Bettungsmaterial DRAINSTON protect nach abZ, Z-84.1-9
- Baustoffgemisch aus natürlichen und industriell hergestellten Gesteinskörnungen
- Gesteinskörnung 0/5 mm entspricht den Anforderungen der TL Gestein-StB 04 und DIN EN 13285
- Wasserdurchlässigkeit im verdichteten Zustand $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
- Lieferhinweis: GODELMANN

Anforderungen an die Verfugung:

- Fugenmaterial DRAINSTON protect nach abZ, Z-84.1-9
- Baustoffgemisch aus natürlichen Gesteinskörnungen
- Gesteinskörnung 0/4 mm entspricht den Anforderungen der TL Gestein-StB 04 und DIN EN 13285
- Lieferhinweis: GODELMANN

Anforderungen an die Oberfläche:

- Profilhöhe Lage $\pm 2,0 \text{ cm}$ von Sollhöhe
- Ebenheit bei 4,0 m Messstrecke $\leq 1,0 \text{ cm}$
- Wasserdurchlässigkeit $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$ (Nachweis über Infiltrationsmessungen)
- Gefälleneigung $\geq 1 \%$ und $\leq 5 \%$

Für die Planung, Lieferung, Einbau, Wartung und Reinigung des Flächenbelages gelten die Hinweise der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ) Z-84.1-9 des DIBt Berlin.

EINBAUHINWEISE GEM. ABZ

1. Vor Beginn der Pflasterarbeiten ist eine Abnahme der Unterlage (Tragschichten) erforderlich. Hierbei ist die Übereinstimmung mit den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung sowie den sich aus den allgemein anerkannten Regeln der Technik ergebenden Anforderungen zu prüfen. Insbesondere sind hier die Standfestigkeit, Durchlässigkeit sowie Lage und Ebenföächigkeit zu nennen. Beim Einbringen der Tragschichten ist auf Entmischungen zu achten bzw. es sind diese entsprechend nachzubessern. Die Verdichtung sollte mit leichten bis mittelschweren Plattenrüttlern lagenweise erfolgen, um Kornzertrümmerungen zu vermeiden.
2. Der Flächenbelag, bestehend aus Pflastersteinen, Bettungs- und Fugenmaterial, ist Zulassungsgegenstand der abZ und entsprechend herzustellen. Die Lieferscheine für die Materialien sind auf Übereinstimmung mit den erforderlichen Angaben zu prüfen. Bei der Anlieferung der Pflastersteine ist die Ware auf Beschädigungen zu kontrollieren und vor Ort auf ebenem und festem Grund abzustellen.
3. Das Bettungsmaterial ist in gleichmäßigen Schichten in der vorgesehenen Dicke auf der Unterlage (Tragschichten) einzubauen. Das Betreten bzw. Befahren der profilierten Bettungsschicht ist untersagt.
4. Die Verlegung der Pflastersteine kann sowohl von Hand als auch maschinell erfolgen. Beim Verlegen der Pflastersteine ist auf Einhaltung des angegebenen Rastermaßes zu achten. Zum Ausrichten sind geeignete Werkzeuge anzuwenden, die Kantenbeschädigungen vermeiden. Bei einer Maschinenverlegung sind geeignete Versetzgängen mit Gummiaufsätzen zu verwenden. Grundsätzlich sind Verschmutzungen auf der Pflasteroberfläche durch z. B. Oberboden, Bauschutt, Sägestaub etc. zu vermeiden. Gefährdete Bereiche sollten vorsorglich mit einer Folie abgedeckt werden. Die Pflasterfläche ist zur Lagensicherung und zum Schutz der Steine kontinuierlich mit dem Verlegen der Steine mit dem vorgegebenen Fugenmaterial zu verfugen. Vor dem Verdichten ist die Fläche von Verschmutzungen und Fugenmaterial zu reinigen. Das Abrütteln der Pflasterfläche erfolgt mit leichten bis mittelschweren Plattenrüttlern unter Verwendung einer Kunststoffschürze zur Vermeidung von Schäden an der Steinoberfläche. Eine Unterhaltung der Fugen zur Gewährleistung einer vollständigen Verfüllung sollte mindestens in den ersten 6 Monaten sichergestellt werden.

Neben der offiziellen Bauleitung wird eine fachgerechte Begleitung der Baumaßnahme mit entsprechenden Prüfungen und deren Dokumentation zur Kontrolle der sickerfähigen Bauweise empfohlen. Dies sind Kontrollmessungen bezüglich Standfestigkeit, Absiebungen der Mineralbaustoffe und Messung der Wasserdurchlässigkeiten.

LEISTUNGSBESCHREIBUNG ZU DEN PRÜFUNGEN

1. Der AN hat vor Baubeginn die Eignung der Baustoffe für den vorgesehenen Verwendungszweck sowie die Filterstabilität der zu liefernden Unterbau-, Tragschicht-, Bettungs- und Fugenmaterialien untereinander nach ZTV Pflaster-StB 04 und dem Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen nachzuweisen. Es sind Angaben zu den einzelnen Herstellern/Lieferanten, den Sortierungen und den Sieblinien zu machen sowie deren Eignungs- und Prüfzeugnisse anzufordern und vorzulegen.
2. Zusätzlich zum Qualitätsnachweis des Herstellers/Lieferanten hat der AN für die verwendeten Schüttgüter Prüfberichte der Sieblinienbestimmung durch ein unabhängiges Prüflabor zu erbringen. Dazu sind vor Ort Proben zu entnehmen und im Labor zu bestimmen. Die Anzahl der Prüfungen wird in Absprache mit der Bauleitung vor Ort festgelegt. Die Kosten für die Sieblinienanalysen werden nicht gesondert vergütet.
3. Zum Nachweis der Tragfähigkeit ist diese abschnittsweise für jede Schicht (Planum, Frostschutz- und Tragschicht) durch Lastplattendruckversuche zu ermitteln. Die einzelnen Prüflose dürfen eine Größe von 500 m² nicht überschreiten. Ausführung und Auswertung der Lastplattendruckversuche werden nicht gesondert vergütet.
4. Zum Nachweis der Durchlässigkeit der Tragschichten ist diese durch Infiltrationsmessungen gem. dem Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen auf der obersten endverdichteten Tragschicht durch ein unabhängiges Prüflabor zu ermitteln. Die einzelnen Prüflose dürfen eine Größe von 1.000 m² nicht überschreiten. Ausführung und Auswertung der Infiltrationsmessungen werden nicht gesondert vergütet.
5. Zum Nachweis der Durchlässigkeit der Pflasterdecke ist diese durch Infiltrationsmessungen gem. dem Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen durch ein unabhängiges Prüflabor zu ermitteln. Die einzelnen Prüflose dürfen eine Größe von 1.000 m² nicht überschreiten. Ausführung und Auswertung der Infiltrationsmessungen werden nicht gesondert vergütet.

BETRIEB UND WARTUNG GEM ABZ

1. Nach der Inbetriebnahme ist die hydraulische als auch bautechnische Funktion der Konstruktion in regelmäßigen Abständen zu überprüfen. Eine Inspektion ist im 1. Jahr nach der Inbetriebnahme monatlich durchzuführen. Sollten Veränderungen in der Ebenflächigkeit (Absackungen), im Steinverbund oder im Bereich der Fugen (Entleerung) auftreten, sind diese umgehend zu beseitigen. Die zur Reparatur der Pflasterdecke benötigten Baustoffe müssen den Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen. Das Gleiche gilt für Straßenaufbruch durch Versorgungsträger. Hier ist besonders auf die getrennte Lagerung von Fugen-, Bettung- und Tragschichtmaterial zu achten. Die Fläche ist auch hier bestimmungsgemäß wieder aufzubauen.
2. Verschmutzungen durch Straßenkehrriech, Laub etc. sind umgehend zu entfernen. Um einer Entleerung der Fugen entgegenzuwirken, sollte das Abkehren der Verschmutzung möglichst diagonal zur Fugenrichtung vorgenommen werden. Sofern der Fugenfüllstand 90 % der Steinhöhe unterschreitet, muss nachgefüllt werden. Zum Auffüllen darf nur das in der Zulassung beschriebene Fugenmaterial verwendet werden.
3. Das Hantieren mit wassergefährdenden Stoffen auf dem Flächenbelag ist strengstens untersagt.
4. Sollten sich LAU- oder HBV-Anlagen in unmittelbarer Nähe des Flächenbelages befinden, so ist dafür Sorge zu tragen, dass etwa durch Verschleppen mit Fahrzeugreifen, z. B. bei Tankstellen, keine wassergefährdenden Stoffe auf dem Belag abgelagert werden.
5. Es ist unzulässig, Regenabflüsse von angrenzenden befestigten Flächen auf den Flächenbelag abzuleiten.
6. Bei vermehrt auftretendem Rückstau, z. B. Pfützenbildung oder Abfluss, spätestens jedoch nach 10 Jahren, ist die spezifische Versickerungsrate des Flächenbelages mittels Tropfinfiltrimeter durch einen Fachbetrieb zu prüfen. Wenn eine spezifische Versickerungsrate $< 270 \text{ l}/(\text{s} \times \text{ha})$ festgestellt wird, ist die Ursache zu ermitteln und zu beseitigen, ggf. ist der Flächenbelag zu reinigen.
7. Sofern eine Kolmation* der Fugen als Ursache für eine unzureichende Versickerungsrate festgestellt wird, ist eine Reinigung des Belags vorzunehmen. Je nach Verunreinigung der Fläche können mehrmalige Reinigungsfahrten erforderlich sein, um eine ausreichende Versickerung sicherzustellen. Die Reinigungsgeräte können beim Inhaber der allgemeinen Bauartzulassung angefragt werden.
(* Verringerung der Durchlässigkeit infolge von Wechselwirkungen zwischen dem Boden und der darüber stehenden Wassersäule, z. B. durch Schwebstoffe)
8. Nach der Reinigung sind die Fugen wieder mit Fugenmaterial nach Maßgabe der Zulassung zu verfüllen.
9. Die Wirksamkeit der durchgeführten Reinigung ist stichprobenhaft zu überprüfen.
10. Das abgesaugte Material ist auf Inhaltsstoffe zu untersuchen und entsprechend den geltenden gesetzlichen Regelungen zu entsorgen.

Kontakt Beraterteam

Jede Bauaufgabe hat ihre spezifischen Anforderungen. Gleich ob es um Planungs-, Ausführungs-, Technik- oder Gestaltungsfragen geht – wir sind für Sie da und beraten Sie kompetent!

IHRE ANSPRECHPARTNER

Andreas Voigt

Dipl.-Ing. Architekt
T +49 30 263990-0
M +49 151 15058031
andreas.voigt@godelmann.de

**Michael Kösling**

Dipl.-Ing. Landschaftsarchitekt
T +49 7021 73780-31
M +49 151 15058022
michael.koesling@godelmann.de

**Andreas Dück**

Key Account Manager
M +49 151 15058030
andreas.dueck@godelmann.de

**Michael Borovnik**

Key Account Manager
M +49 151 15058059
michael.borovnik@godelmann.de

**Bernd Kiffmeyer**

Dipl.-Ing. Stadtplaner
M +49 151 150580
bernd.kiffmeyer@godelmann.de



IMPRESSUM

Herausgeber
GODELMANN GmbH & Co. KG, Fensterbach

Fotos
GODELMANN GmbH & Co. KG, Fensterbach

Druck
Frischmann Druck & Medien GmbH, Amberg

HAFTUNGSAUSSCHLUSS/HINWEISE

Alle hier abgedruckten Daten und Informationen bilden den Stand zum Zeitpunkt der Drucklegung ab. Änderungen aus produktionstechnischen Gründen, aber auch Druckfehler behalten wir uns vor und übernehmen hierfür keine Garantie oder Gewährleistung. (Stand 04/2020)



GODELMANN

DIE STEIN-ERFINDER

GODELMANN GmbH & Co. KG
Industriestraße 1
92269 Fensterbach
T +49 9438 9404-0

Flagship-Store | BIKINI BERLIN
Budapester Straße 44
10787 Berlin
T +49 30 2636990-0

Maria-Merian-Straße 19
73230 Kirchheim unter Teck
T +49 7021 73780-0

Pointner 2
83558 Maitenbeth
T +49 8076 8872-0

Altachweg 10
97539 Wonfurt
T +49 9521 6190671

GODELMANN CZ, s.r.o.
Dobročovická 2042
250 82 Úvaly (CZ)
T +420 733 601 808

info@godelmann.de
www.godelmann.de

Weitere Unternehmen der GODELMANN Gruppe:

Beton-Poetsch GmbH & Co. KG
Stapper Straße 81
52525 Heinsberg
T +49 2452 9929-0

Gravelli s.r.o.
Pod Harfou 3
190 00 Prague 9 (CZ)
T +420 737 427 491



07/21 · 0234