



# Dezentrale Versickerung, Behandlung und Speicherung von Regenwasser

Versickerungsfähige Flächenbeläge – Privat, Gewerblich, Öffentlich

Johannes Rüsing



**Betonwerk Lintel  
GmbH & Co. KG**

Kapellenstraße 1  
33378 Rheda-Wiedenbrück

**T** 05242 9283-0

**F** 05242 9283-33

**E** [lintel@lintel-gruppe.de](mailto:lintel@lintel-gruppe.de)

**Betonwerk Lintel  
GmbH & Co. KG**

Hausberger Straße 52  
32457 Porta Westfalica

**Betonwerk Lintel  
GmbH & Co. KG**

Trifte 96 / Industriegebiet West  
32657 Lemgo

**Betonwerk Lintel  
GmbH & Co. KG**

Frankfurter Weg 190  
33106 Paderborn



**Betonwerk Brilon  
GmbH & Co. KG**

Im Kissen 1  
59929 Brilon

# Produktprogramm Lintel Gruppe

- ENVIRO PLUS
- KLIMA AKTIV STEIN
- AQUA URBAN SYSTEM
- ECO TERRA ZERO
- CONGUARDIA®
- VISIOCLEAN – Unterstützt die Selbstreinigung
- KREATIVBELÄGE
- ÖKOLOGISCHE FLÄCHENBELÄGE
- PLATTENSYSTEME
- GESTALTUNGSELEMENTE
- SONDER/FERTIGTEILE
- BARRIEREFREIES BAUEN
- STRASSENBAU
- SONDERBAUTEILE



# Einleitung



## Überflutungen



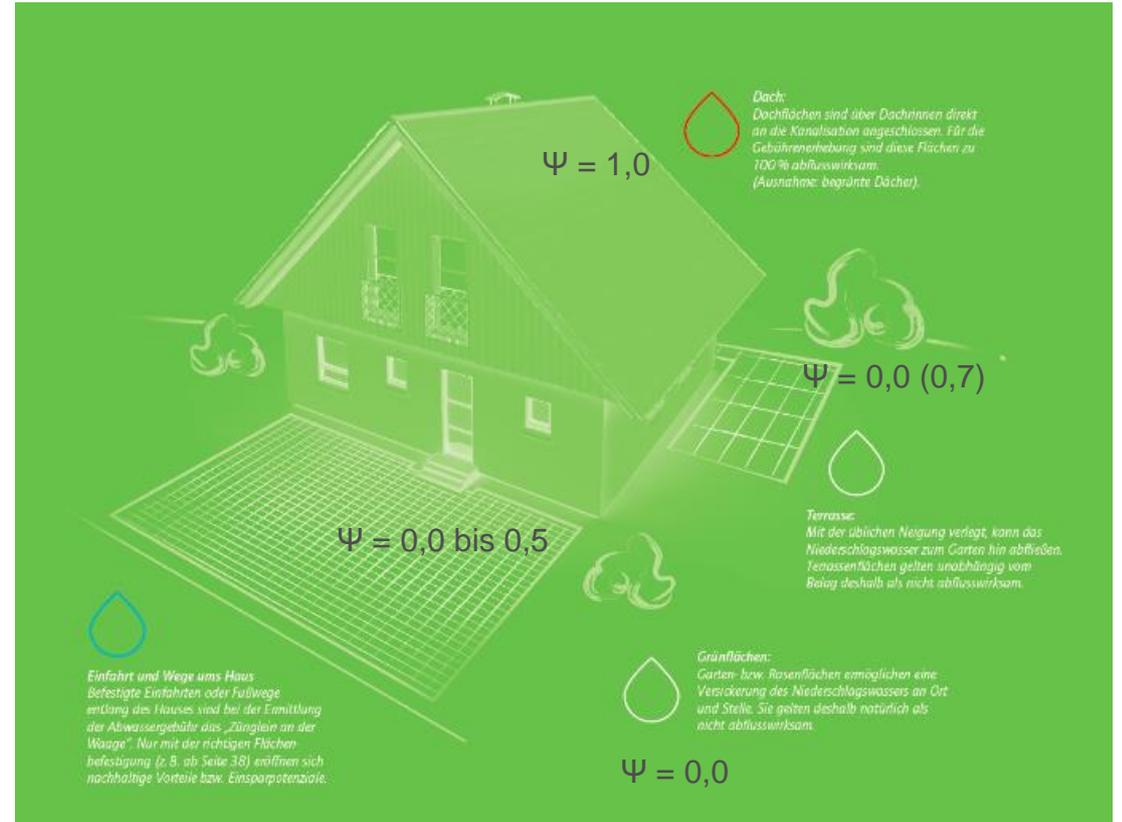
Hitze und  
Dürre



Enorme  
Temperaturen  
in den  
Städten

## Dezentral entsiegeln mit Pflaster

Eine der effektivsten und der Natur am nächsten kommende Methode ist die **dezentrale Versickerung**.



# Einleitung

## Entsiegelung durch versickerungsfähige Flächenbeläge

### Vier Möglichkeiten:

- Behandlungsanlage mit Bauartzulassung vom DIBt
- Einfache Entsiegelung mit Verdunstungseffekt ohne Schadstoffrückhalt
- Dezentrale Sammelflächen mit Speicherung, Wiederverwendung und Versickerung
- Einfache Versickerung

- **Cheops SV Enviro Plus - Vollversickerung mit eingebautem Schadstofffilter**
- **Klima Aktiv - Steine die Wasser aufnehmen, speichern und durch Verdunstung wieder in die Umwelt abgeben**
- **Aqua Urban - System zur Sammlung, Speicherung und Wiederverwendung von Regenwasser**
- **Enviro System - einfache Versickerung**

# Option 1

## Entsiegelung durch versickerungsfähige Flächenbeläge

### Möglichkeit 1:

- Behandlungsanlage mit Bauartzulassung vom DIBt
- Technische Voraussetzungen
- Einsatzmöglichkeiten

# Voraussetzungen



## Möglichkeit 1: mit Behandlung durch Schadstofffilterung

Art der Verkehrsfläche	Art der Nutzung
Fahrbahnen nach den RStO	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse V)
	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse VI)
Parkflächen nach den RStO	Geringer Bus- und Lkw-Verkehr
	Pkw-Verkehr
Industriell oder gewerblich genutzte Verkehrsflächen	Umschlagflächen industrieller und gewerblicher Nutzer
	Plätze mit schwerem Ladeverkehr
Besondere Verkehrsflächen	Abstellplätze (z.B. für Container)
	Gleis- und Schienenbereiche des ÖPNV
Sonstige Verkehrsflächen	Ufer- und Böschungsbefestigungen
	Bahnsteige (vorwiegend nicht überdachte)
	Wirtschaftswege für Land- und Forstwirtschaft
	Notfahrbereiche (z.B. für Feuerwehr und Rettungsfahrzeuge)
Wohnumfeld	Rad- und Gehwege
	Bewegungs- und Aufenthaltsflächen, Grundstückszufahrten, Pkw-Stellflächen, Gartenanlagen

**> 300 – 15.000 Kfz/24h**

**Häufiger Fahrzeugwechsel**

- Einsatzbereiche im öffentlichen Verkehrsraum, wie Parkplätzen, Straßenendausbau, Rad/Gehwege, Plätzen, Fußgängerzonen
- im gewerblichen Bereich, wie Kundenparkplätzen, LKW-Stellplätzen, Industrieflächen

Quelle: SLG

# Voraussetzungen

## Schutz von Boden und Grundwasser

### Versickerung darf nur vorgenommen werden: (Vorgaben nach DWA Arbeitsblatt A 138)

- Außerhalb von Wasserschutzgebieten ohne Behandlung
- Verkehrsbelastung bis **BK0,3** nach RStO 12, ohne Behandlung
- Grundwasserabstand > 2 m
- Mächtigkeit Sickerschicht > 1 m
- Verzicht von Streusalz im Winterdienst

# Voraussetzungen

## Schutz von Boden und Grundwasser

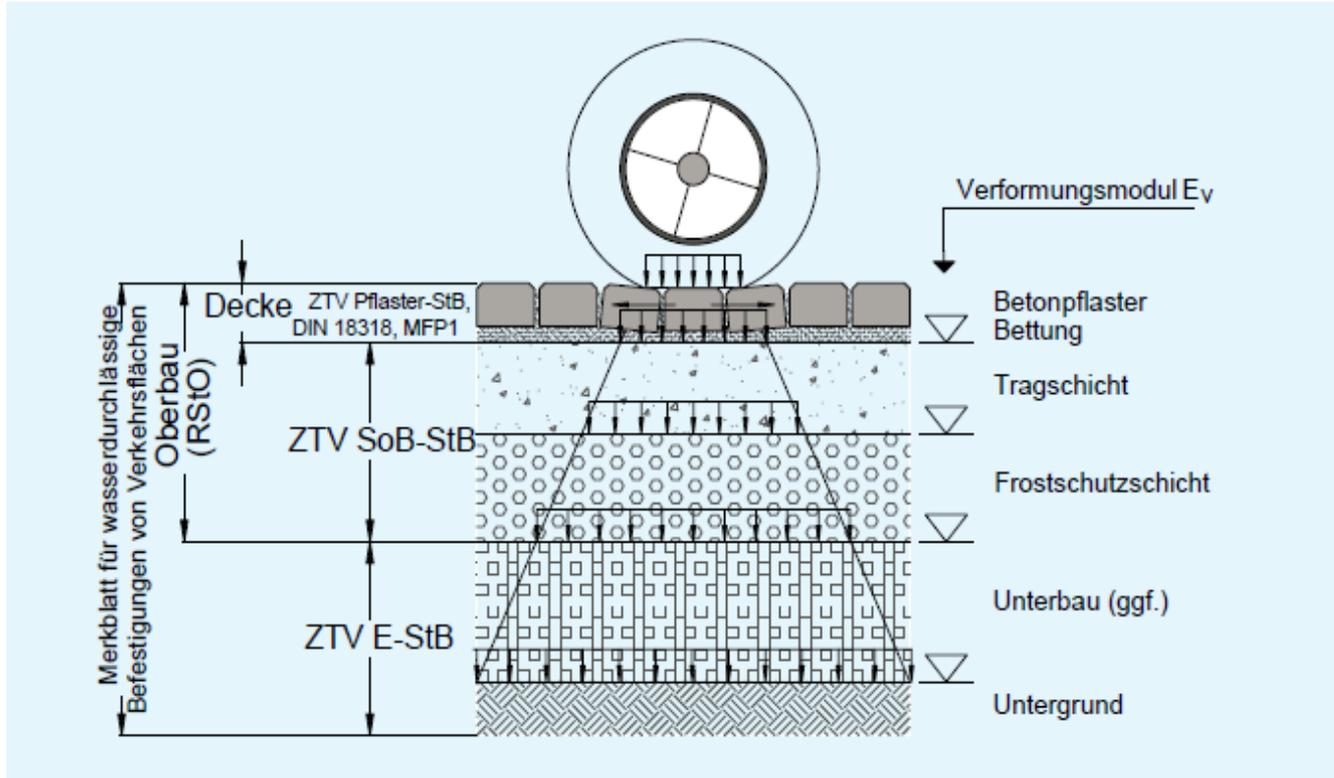
### DWA Merkblatt M 153:

#### Empfehlungen zur Behandlung von Regenwasser

- Bewertungsverfahren für Belastung von Regenwasser von Dach – und Verkehrsflächen (Punktesystem, Emissionswert **E**)
- Darstellung Schutzbedürfnis von Grundwasser und oberirdischen Gewässern (Punktesystem, Gewässerpunkte **G**)
- Gegenüberstellung der Verschmutzung dem Schutzbedürfnis, daraus Ableitung einer evtl. erforderlichen Behandlung des Regenwassers (Forderung: **E ≤ G**)

# Voraussetzungen

## Bautechnische Grundlagen



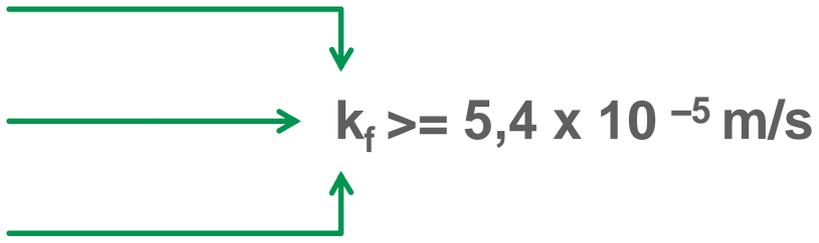
Merkblatt Versickerungsfähige Verkehrsflächen M VV

Quelle: SLG

# Voraussetzungen

## Durchlässigkeit, Definition $k_f$ Wert

### Anforderungen an versickerungsfähige Fläche: Durchlässigkeit der Schichten

- Untergrund
  - Oberbau
  - Pflasterdecke
- 
- A diagram showing three horizontal lines representing layers. The top line is labeled 'Untergrund', the middle 'Oberbau', and the bottom 'Pflasterdecke'. From the 'Untergrund' line, a green arrow points right and then down. From the 'Oberbau' line, a green arrow points right. From the 'Pflasterdecke' line, a green arrow points right and then up. All three arrows converge towards a central text element:
- $k_f \geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
- .

# Voraussetzungen

## Regenspende

### maßgebliche Regenspende $r_{10(0,2)}$ :

Statistische Niederschlagsdaten für Regen einer Dauer von 10 Minuten, der einmal alle 5 Jahre auftritt.

→ **270 l/s\*ha**

je nach örtlicher Gegebenheit kann der Wert auch größer oder geringer sein → KOSTRA Atlas DWD

# Anforderungen

## Durchlässigkeit Untergrund

### vereinfachter Test :

Grube 0.4 x 0,4 m

T ca. 50 cm

Wasser bis 30 cm Höhe einfüllen



# Anforderungen

## Durchlässigkeit Untergrund

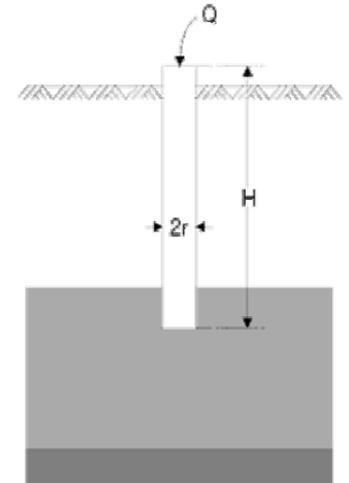
- Boden mit 1 – 2 cm Splitt bedecken. Grube 1 h vorwässern.
- Änderung Wasserstand nach 30 min. messen:
- > 10 cm: sehr durchlässig
- 10 bis 1 cm: Untergrund geeignet
- 1 bis 0,1 cm: Tragschicht erhöhen
- < 0,1 cm: nicht mehr geeignet

# Anforderungen

## Durchlässigkeit Untergrund

z. B. Prüfung mit Open End Test:

- Ermittlung der Infiltrationsrate bei konstanter Druckhöhe
- Messung Durchfluss



# Anforderungen

## Oberbau

- Zur Gewährleistung der Wasserdurchlässigkeit Ausführung in ungebundener Bauweise
- Kies – oder Schottermaterial 0/32 oder 0/45
- Keine Verwendung Gemische 2/32, 2/45 o. ä.
- Recyclingmaterial: Beachtung Schadstoffeintrag, Durchlässigkeit
- Pflasterfläche muss ausreichende Durchlässigkeit von  $\geq 5,4 \times 10^{-5} \text{ m/s}$  aufweisen
- mit Mineral - Gemisch 1/2, 1/3 o. 2/5 verfugen, auf ausreichende SZ-Werte achten
- Bettung aus Mineralgemisch 0-5, 0-8 beim Bau nach RStO,
- beim Bau nach ZTV Wegebau kann auch Splitt 2-5 zum Einsatz kommen

# Anforderungen

Bezeichnung	Verformungswiderstand $E_{v2}$ Feinanteil	Feinanteil	Durchlässigkeit $k$ im eingebauten Zustand
	MN/m <sup>2</sup>	M.-%	m/s
Frostschuttschicht	$\geq 100$	$\geq 5^{1)}$	$\geq 5,4 \times 10^{-5}$
Kiestragschicht	$\geq 120$		
Schottertragschicht	$\geq 120$		

1) Im eingebauten Zustand. Bei Anlieferung sollte der Feinanteil 3 Masse-% nicht überschreiten.

Quelle: SLG

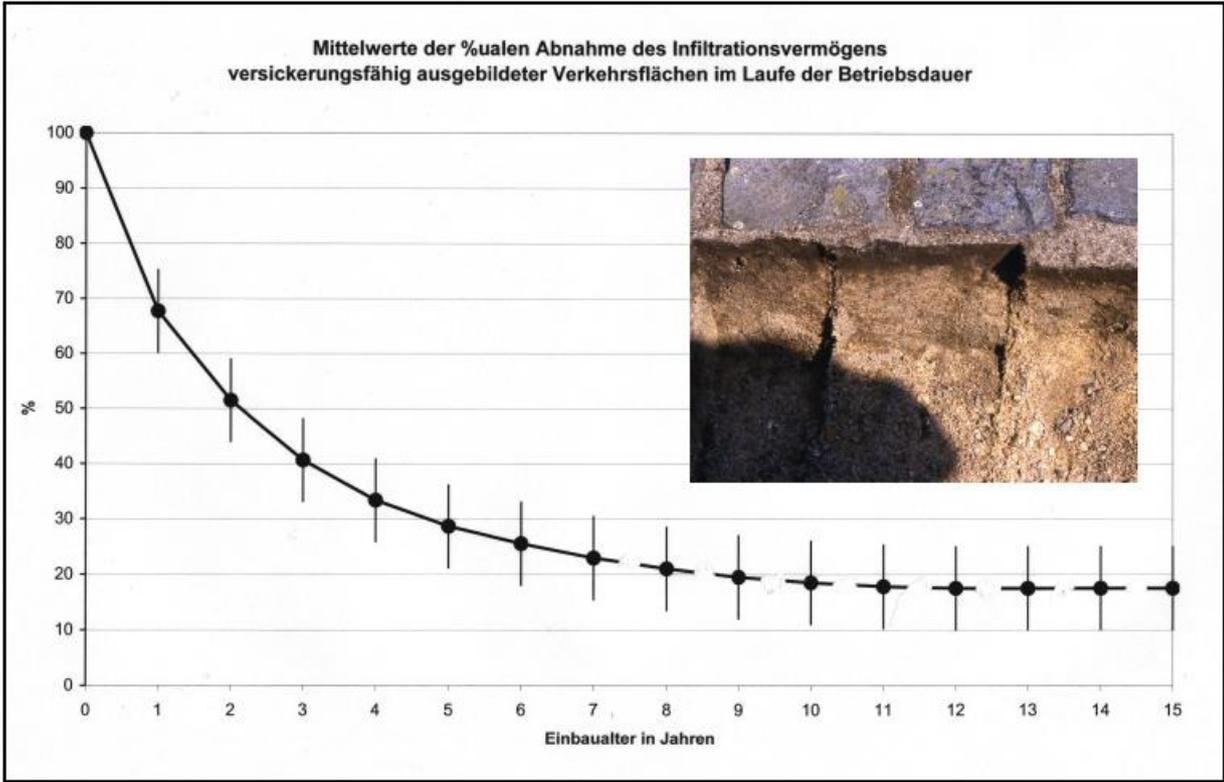
## Durchlässigkeit Fugenmaterial

Gesteinskörnung bzw. Gesteinskörnungsgemisch	Theoretische Durchlässigkeit $k_f$ anhand der idealen Sieblinie nach BEYER [18] [m/s]	Mittlere Durchlässigkeit $k_f$ untersuchter Mineralstoffgemische nach Infiltrationsmessung [m/s]
Splitt 2/5 mm	$1 \times 10^{-2}$ bis $1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-2}$ bis $1 \times 10^{-4}$
Splitt 1/3 mm	$1 \times 10^{-3}$ bis $1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-3}$ bis $1 \times 10^{-4}$
Brechsand-Splitt-Gem. 0/5 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	-
Sand 0/4 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	-
Sand 0/2 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-6}$
Oberbodengemisch	-	$5 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-7}$

Quelle: SLG

# Durchlässigkeit

## Dauerhaftigkeit der Durchlässigkeit



# Durchlässigkeit

Jede Prüfmethode sinnvoll?



# Durchlässigkeit

## Prüfung mit Tropfinfiltrometer



# Cheops SV Enviro Plus

## Reinigungsmöglichkeiten Oberflächenwasser mit Substrat

- Pflaster (dezentral in der Fläche)
- Sickermulde (dezentral neben der Fläche)
- Gully (dezentral, jedoch zum Vorfluter)
- Schacht (dezentral, jedoch zum Vorfluter)

# Cheops SV Enviro Plus

## Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen

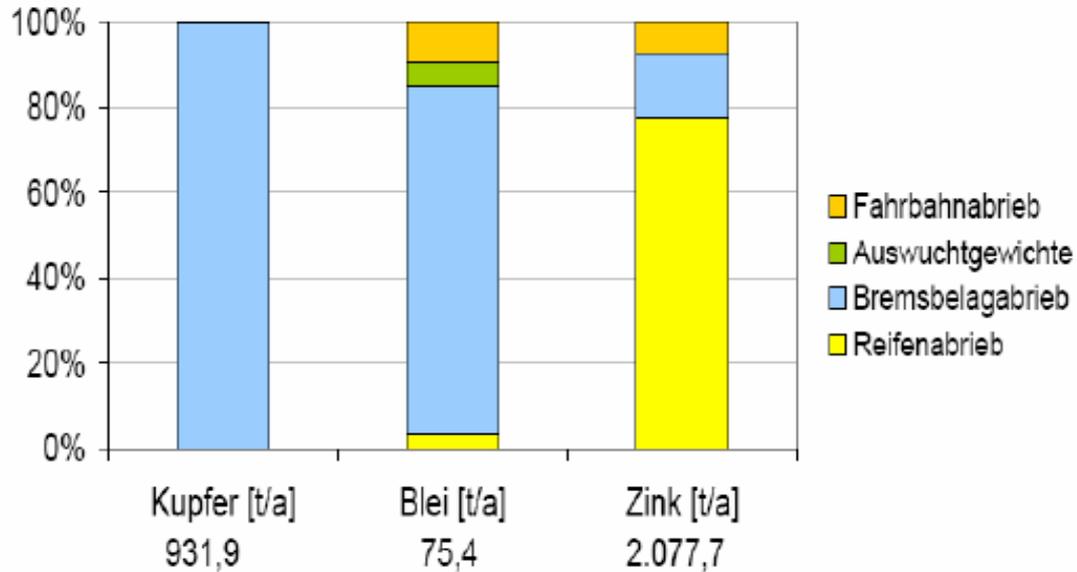
Schadstoffe aus dem Straßenverkehr:

- Schmutz
- Feinstaub
- Schwermetalle
- Mineralöle



## Stoffquellen im Bereich von Straßen

SM- Emissionen aus dem Straßenverkehr  
(aus UBA-Vorhaben (FKZ 202 242 220/02 )



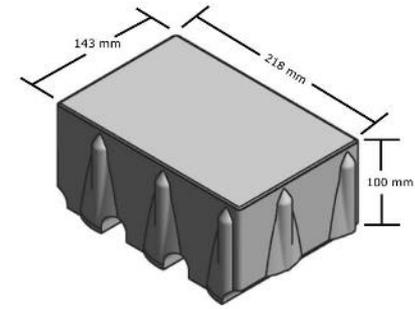
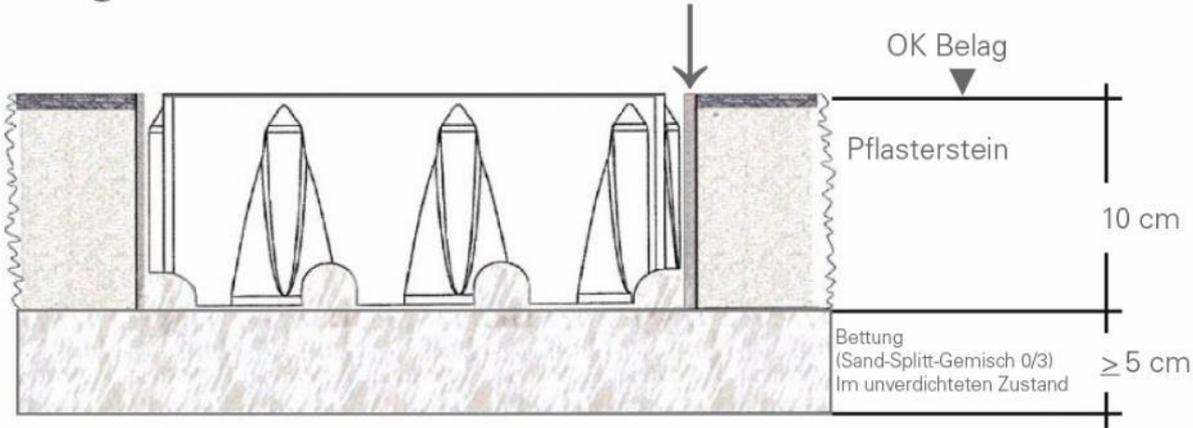
## Cheops SV Enviro Plus

- **Flächenbelag zur Behandlung und Versickerung von Niederschlagsabflüssen von Verkehrsflächen**
- System mit baubauaufsichtlicher Zulassung des DIBt Berlin für mäßig und hoch belastete Verkehrsflächen gem. DWA Merkblatt M 153
- Rückhaltung von Öl, AFS, gelösten Schwermetallen, KW
- Pflaster nach DIN EN 1338 : Keine Einschränkung bzgl. Frost – Tausalz Garantie sowie sonstiger Qualitätskriterien

# Cheops SV Enviro Plus

## Längsschnitt

Fuge **Cheops Clean**



Flächenbelag Cheops SV Enviro Plus

Auszug aus der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ)

# Cheops SV Enviro Plus

## Behandlung

- Sedimentation und Filtration
  - sedimentierbare Stoffe
  - abfiltrierbare Stoffe
- Adsorption
  - Schwermetalle
  - Mineralöl/org. Schadstoffe
  - Phosphat
- biochem. Prozesse
  - Mineralöl
  - org. Schadstoffe (PSM, PAK.....)

# Cheops SV Enviro Plus



## Versuchsstand

### Prüfparameter

Prüfung	Zugabe	
Spez. Versickerungsrate	540,0 l/(s x ha)	30 Minuten
REGENSPENDE	200 l/(s x ha)	Quarzmehl
Spez. Versickerungsrate	270 l/(s x ha)	30 Minuten
REGENSPENDE Schwermetalle	100 l/(s x ha)	300 Minuten
REGENSPENDE Kohlenwasserstoffe	100 l/(s x ha)	90 Minuten

# Cheops SV Enviro Plus

## Prüfkriterien

### Versuchsbedingungen und Anforderungen

Prüfung	Zugabe	Konzentr.	Anforderung
Feststoffrückhalt	1.000 g/m <sup>2</sup> Quarz	W4	< 20 g
Mineralölrückhalt	20,8 g/m <sup>2</sup> Heizöl		< 4 mg/l
Schwermetallrückhalt	180 mg Zink/m <sup>2</sup>	1,00 mg/l	< 0,5 mg/l
Schwermetallrückhalt	180 mg Kupfer/m <sup>2</sup>	1,00 mg/l	< 0,1 mg/l
Schwermetallrückhalt	180 mg Blei/m <sup>2</sup>	1,00 mg/l	< 0,05 mg/l
Schwermetallrückhalt	1,8 mg Cd/m <sup>2</sup>	0,01 mg/l	< 0,005 mg/l
Rücklöseverhalten	20 g Tausalz	40,0 g/l	0,5 mg Zink 0,05 mg Kupfer

# Cheops SV Enviro Plus

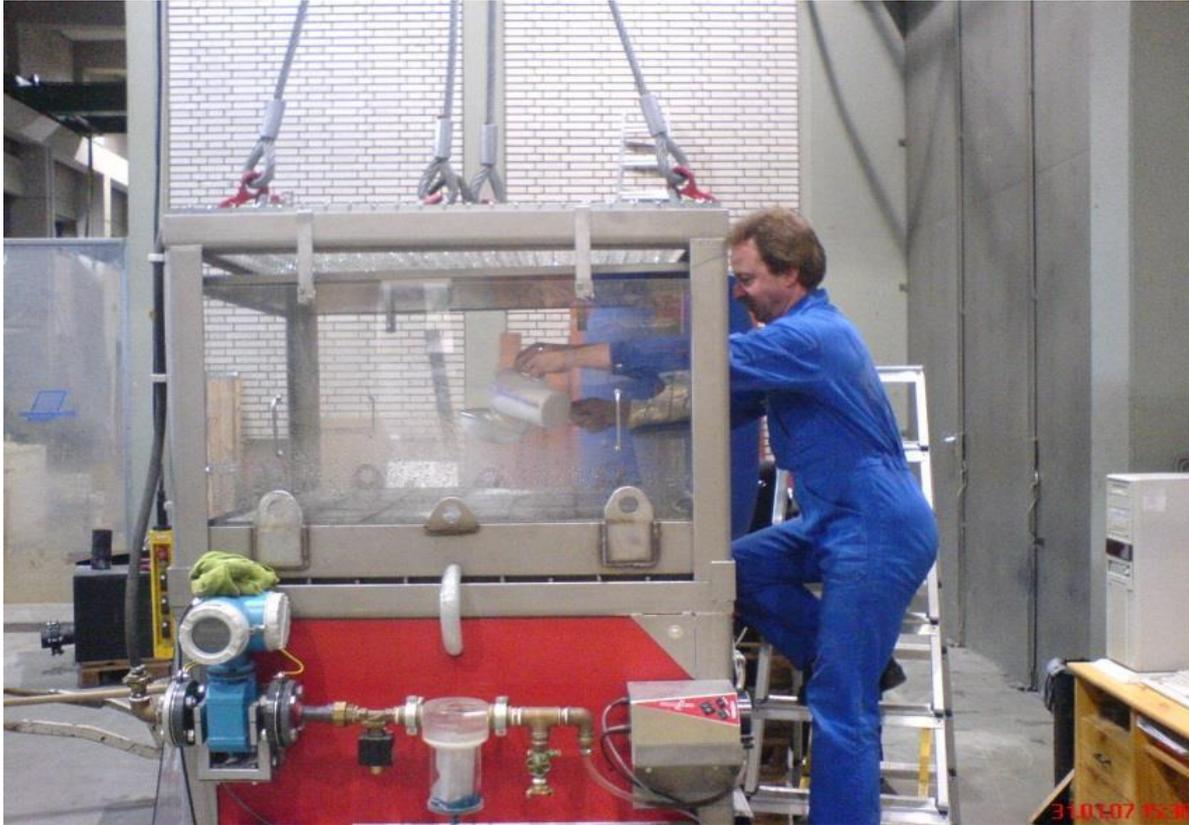


## Prüfergebnis

### Anforderungen und Prüfergebnis

Prüfung	Zugabe	Anforderung	Ergebnis
Feststoffrückhalt	1 kg/m <sup>2</sup> Quarzmehl	< 20 g	9 g
Mineralölrückhalt	20,8 g/m <sup>2</sup> Heizöl	< 4 mg/l	0,8 mg/l
Schwermetallrückhalt	1,00 mg Zink/l	< 0,5 mg/l	0,025 mg/l
Schwermetallrückhalt	1,00 mg Kupfer/l	< 0,1 mg/l	0,024 mg/l
Rüchlöseverhalten Zink	20 g Tausalz	< 0,5 mg Zn/l	0,19 mg Zink
Reinigungsverhalten	< 100 l/s/ha	> 540 l/s/ha	> 540 l/s/ha

# Cheops SV Enviro Plus



# Cheops SV Enviro Plus



Beregnung der Pflasterfläche

# Cheops SV Enviro Plus



Tropfbild auf dem Pflaster

# Cheops SV Enviro Plus

Die Wirksamkeit des Pflaster Belages Cheops SV Enviro Plus ist im Rahmen des DIBt-Zulassungsverfahrens in umfangreichen Versuchen in Bezug auf eine Vielzahl, im Niederschlagswasser zu erwartender relevanter Stoffe untersucht worden. Dabei handelt es sich um

- Abfiltrierbare Stoffe (AFS), an die eine Vielzahl von Schadstoffen gebunden ist,
- vier gelöste Schwermetalle und
- Mineralkohlenwasserstoffe (MKW).

Aus dem Verhältnis der Schadstofffracht im Auslauf unterhalb des CHEOPS SV Enviro Plus und der auf den Belag aufgegebenen Fracht lässt sich der Rückhaltegrad bestimmen. In der nachfolgenden Tabelle sind die ermittelten Rückhaltegrade zusammengefasst.

Stoff	-	AFS	Schwermetalle, gelöst				MKW
			Cu	Zn	Pb	Zn	
Rückhaltegrad	%	99,1	97,5	97,5	>99	>99	>99

Der gemessenen Rückhaltegrad beträgt mind. 97,5 %. D.h., dass bei einer Behandlung des Regenwassers mit dem Pflaster Belag Cheops Enviro Plus wurde bezogen auf die untersuchten Stoffe ein maximaler Durchgang von 0,025 gemessen. Aufgrund der Versuchsergebnisse kann somit ein **Durchgangswert D** von **0,1** angesetzt werden.

[1] LGA Würzburg: Prüfbericht 5371222-01, Zulassungsprüfung eines „abwasserbehandelnden Pflasterbelags“ Pflastersystem Cheops SV Enviro Plus, 17.09.2008

# Cheops SV Enviro Plus

## Einsatzbereiche

- Straßenbereiche:
  - Straßen Bk 0,3 – 1,8 (3,2)
  - Geh-, Radwege, Wirtschaftswege
  - ÖPNV Bereiche
- Mischflächen:
  - Parkplätze, Rastanlagen
  - Marktplätze, Abstellflächen



# Cheops SV Enviro Plus

## Einsatzbereiche

- Innerstädtische Bereiche:
  - Tiefgaragen
  - Innenhöfe
  - Bereiche mit beengten Platzverhältnissen, hohen Grundstückspreisen
- Nicht zugelassen für folgende Flächen:
  - Altlasten- bzw. Altlastenverdachtsflächen
  - Flächen, auf denen mit wassergefährdeten Stoffen umgegangen wird



Tiefgarage München



Wohnstraße Berlin

# Cheops SV Enviro Plus



Automobilwerk Hannover



Gewerbegebiet Verl

# Cheops SV Enviro Plus



Automobilwerk Hannover



Automobilwerk Hannover

# Cheops SV Enviro Plus



Wohnstraße Salzkotten



Schulhof Sennelager

# Cheops SV Enviro Plus



Logistikanlage Verl



Kita Mönchengladbach

# Cheops SV Enviro Plus

## Mögliche Ausführungen der Steine mit Behandlung des Niederschlagswasser

- Größen
  - Abmessungen bis 45,0x15,0 cm, Dicke 10, 12 oder 14 cm
- Oberflächen
  - Linear, unbehandelt
  - Antik, gerompelt
  - Softik, dezent gebrochene Kanten
  - Faciert, feingestrahlt
  - Jet, kugelgestrahlt
  - Jet/Softik, kugelgestrahlt, dezent gebrochene Kanten
  - Sky, geschliffen
- Farben
  - Individuell nach Wunsch des Auftraggebers



## Enviro Plus Abmessungen

Fugenbreite von 7 – 10 mm, Mindestfugenanteil von 5,8% und Mindestfugeninhalt 5,8 ltr sind zwingend einzuhalten. Steinabmessungen sind beispielhaft, Zwischengrößen können abgeleitet werden, bzw. sind mit dem Hersteller abzustimmen.

Steindicke cm	Steinabmessung cm	Fugenbreite ca.	Fugenanteil in % ca.	Fugeninhalt in ltr./m <sup>2</sup> ca.
10	20x10	7 mm	10,3	10,3
10	20x20	7 mm	6,9	6,9
10	30x20	7 mm	5,8	5,8
10	24x18	7 mm	6,7	6,7
10	18X18	7 mm	7,6	7,6
10	24X16	7 mm	7,2	7,2
10	16X16	7 mm	8,6	8,6
10	21X14	7 mm	8,2	8,2
10	14X14	7 mm	9,8	9,8
10	15,0x15,0	7 mm	9,1	9,1
10	22,5x15,0	7 mm	7,6	7,6
10	30,0x15,0	7 mm	6,9	6,9
12	20x10	7 mm	10,3	12,4
12	20x20	7 mm	6,9	8,3
12	30x20	7 mm	5,8	7,0
12	24x18	7 mm	6,7	6,9
12	18X18	7 mm	7,6	9,1
12	24X16	7 mm	7,2	8,6
12	16X16	7 mm	8,6	10,3
12	21X14	7 mm	8,2	9,8
12	14X14	7 mm	9,8	11,8
12	15,0x15,0	7 mm	9,1	10,9
12	22,5x15,0	7 mm	7,6	9,1
12	30,0x15,0	7 mm	6,9	8,3

### Enviro Plus Abmessungen

Fugenbreite von 7 – 10 mm, Mindestfugenanteil von 5,8% und Mindestfugeninhalt 5,8 ltr sind zwingend einzuhalten. Steinabmessungen sind beispielhaft, Zwischengrößen können abgeleitet werden, bzw. sind mit dem Hersteller abzustimmen.

Steindicke cm	Steinabmessung cm	Fugenbreite ca.	Fugenanteil in % ca.	Fugeninhalt in ltr./m <sup>2</sup> ca.
14	20x10	7 mm	10,3	14,4
14	20x20	7 mm	6,9	9,7
14	30x20	7 mm	5,8	8,1
14	24x18	7 mm	6,7	9,4
14	18X18	7 mm	7,6	10,6
14	24X16	7 mm	7,2	10,0
14	16X16	7 mm	8,6	12,0
14	21X14	7 mm	8,2	11,5
14	14X14	7 mm	9,8	13,7
14	15,0x15,0	7 mm	9,1	12,7
14	22,5x15,0	7 mm	7,6	10,6
14	30,0x15,0	7 mm	6,9	9,7

# Cheops SV Enviro Plus

## Vorteile des Systems

- Keine zusätzlichen Entwässerungsmaßnahmen für die Fläche
- Wasserrechtliche Aspekte werden komplett abgedeckt
- Die Herstellung erfolgt nach gültigen Regelwerken, RStO12, ZTV, TL
- Es können auch durch Verkehr hochbelastete Flächen entsiegelt werden
- Nur das Fugenmaterial wird im Werk zentral hergestellt, alle anderen benötigten Materialien können einbaunah geliefert werden
- Klimafreundlich durch hohe Verdunstungsrate
- Alle Wünsche bzgl. Oberflächenausführungen können berücksichtigt werden
- Durch unsere optionale Oberflächenausführung VisioClean oder CleanR kann zusätzlich eine Begünstigung der Selbstreinigung oder der Abbau von Stickoxiden NOx erfolgen

## Option 2

### Entsiegelung durch versickerungsfähige Flächenbeläge

#### Möglichkeit 2:

- Klimaresiliente Flächensysteme, die Wasser aufnehmen, speichern und durch Verdunstung wieder in die Umwelt abgeben
- Technische Voraussetzungen analog Cheops Enviro Plus
- Einsatzmöglichkeiten

# Voraussetzungen

## Einsatzgebiete nach RStO 12

Art der Verkehrsfläche	Art der Nutzung
Fahrbahnen nach den RStO	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse V)
	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse VI)
Parkflächen nach den RStO	Geringer Bus- und Lkw-Verkehr
	Pkw-Verkehr
Industriell oder gewerblich genutzte Verkehrsflächen	Umschlagflächen industrieller und gewerblicher Nutzer
	Plätze mit schwerem Ladeverkehr
	Abstellplätze (z.B. für Container)
Besondere Verkehrsflächen	Gleis- und Schienenbereiche des ÖPNV
	Ufer- und Böschungsbefestigungen
Sonstige Verkehrsflächen	Bahnsteige (vorwiegend nicht überdachte)
	Wirtschaftswege für Land- und Forstwirtschaft
	Notfahrbereiche (z.B. für Feuerwehr und Rettungsfahrzeuge)
Wohnumfeld	Rad- und Gehwege
	Bewegungs- und Aufenthaltsflächen, Grundstückszufahrten, Pkw-Stellflächen, Gartenanlagen

**> 300 – 15.000 Kfz/24h**

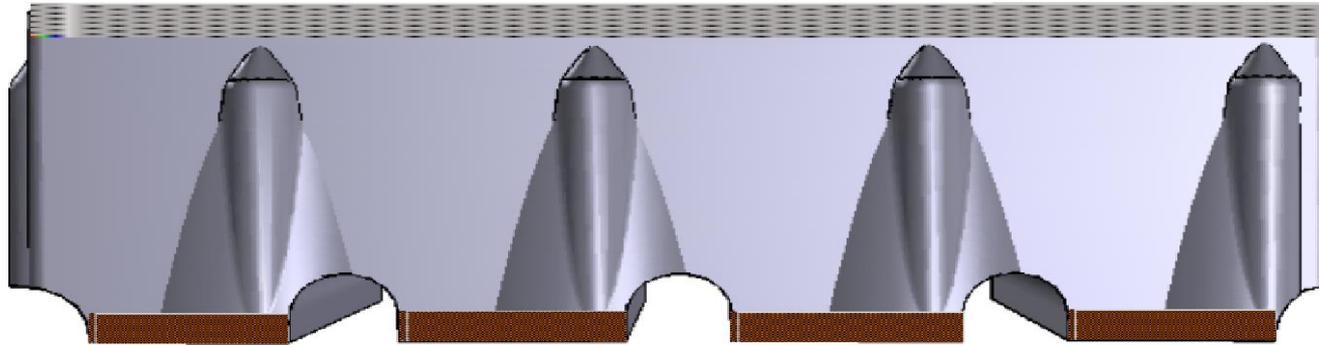
**Häufiger Fahrzeugwechsel  
Möglich?**

**< 300 KFZ**

Quelle: SLG

# Klima-Aktiv-System





- Vorsatzschicht aus Beton nach DIN EN 1338, möglich Clean-R und Reolux, zur Neutralisation von Luftschadstoffen NOx und Senkung der Oberflächentemperatur um bis zu 5 Grad.
- Mittlere Schicht aus speicherfähigem Beton mit hoher Speicherwirkung und erhöhter Abgabe durch Verdunstung.
- Der Fußbereich ist mit Kanälen ausgestattet, um Feuchtigkeit aus der Bettung durch den Klima-Aktiv-Stein zur Verdunstung an die Oberfläche zu bringen.
- Untere Schicht zur längeren Einstauung des Niederschlagswassers im Kernbeton

## Option 3

### Entsiegelung und Speicherung von Wasser durch versickerungsfähige Flächenbeläge

#### Möglichkeit 3:

- Klimaresiliente Flächensysteme die Wasser aufnehmen, speichern, zur Bewässerung von Pflanzen genutzt werden können und durch Verdunstung wieder in die Umwelt abgeben
- Technische Voraussetzungen
- Einsatzmöglichkeiten

# Voraussetzungen

## Einsatzgebiete nach RStO 12

Art der Verkehrsfläche	Art der Nutzung
Fahrbahnen nach den RStO	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse V)
	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse VI)
Parkflächen nach den RStO	Geringer Bus- und Lkw-Verkehr
	Pkw-Verkehr
Industriell oder gewerblich genutzte Verkehrsflächen	Umschlagflächen industrieller und gewerblicher Nutzer
	Plätze mit schwerem Ladeverkehr
	Abstellplätze (z.B. für Container)
Besondere Verkehrsflächen	Gleis- und Schienenbereiche des ÖPNV
	Ufer- und Böschungsbefestigungen
Sonstige Verkehrsflächen	Bahnsteige (vorwiegend nicht überdachte)
	Wirtschaftswege für Land- und Forstwirtschaft
	Notfahrbereiche (z.B. für Feuerwehr und Rettungsfahrzeuge)
Wohnumfeld	Rad- und Gehwege
	Bewegungs- und Aufenthaltsflächen, Grundstückszufahrten, Pkw-Stellflächen, Gartenanlagen

**> 300 – 15.000 Kfz/24h**

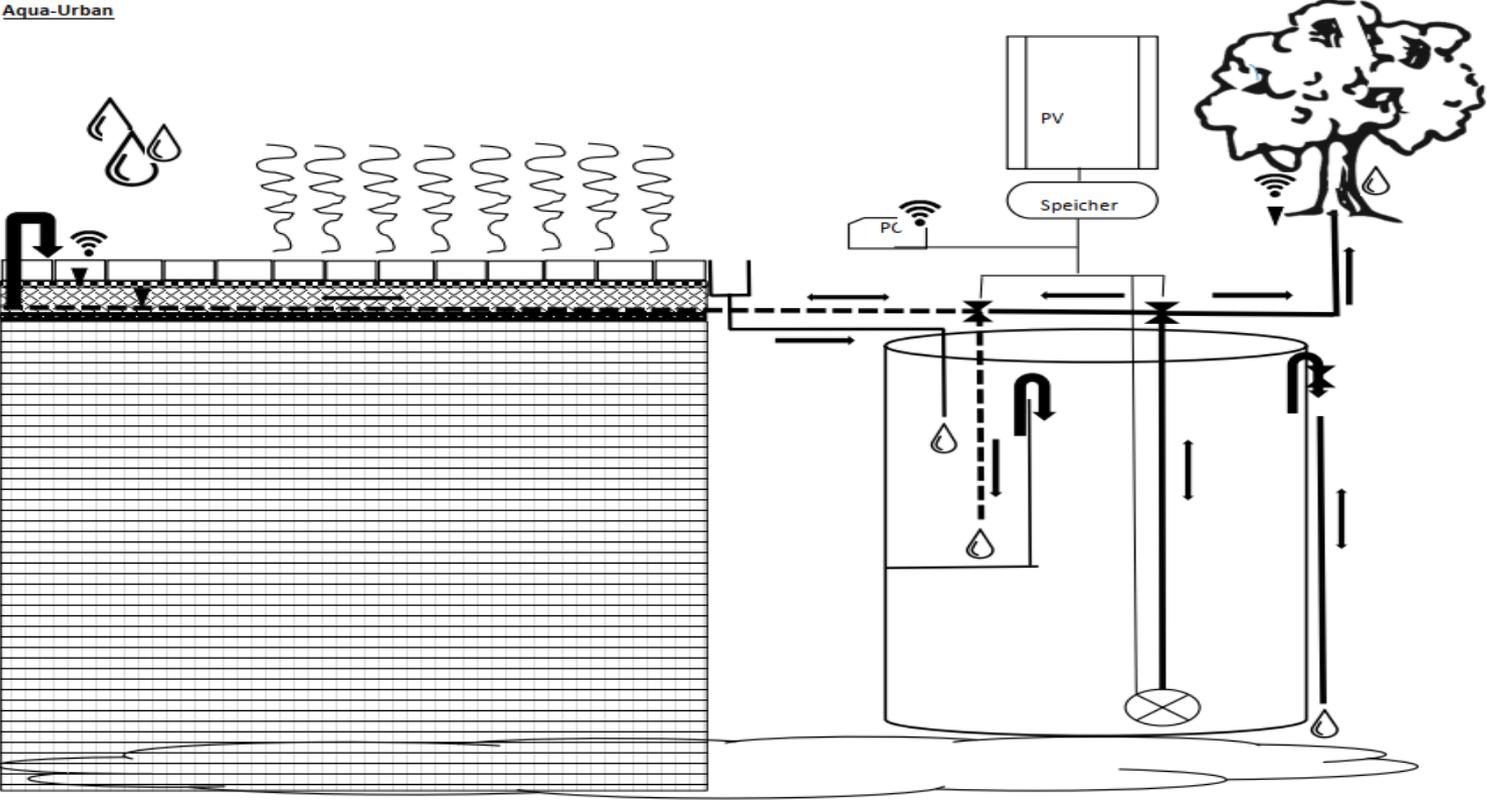
**Häufiger Fahrzeugwechsel**

**< 300 KFZ**

Quelle: SLG

# Aqua-Urban-System

Aqua-Urban



- Flächensystem zur Speicherung, Wiederverwendung und Versickerung von Oberflächenwasser
- Sperrschicht im oberen Bereich der Tragschicht
- Darüberliegende Speicherschicht um eine erhöhte Verdunstung des Wasser zu erreichen
- Ableitung des überschüssigen Wassers durch Drainageleitungen in frei dimensionierbare Retentionsräume
- Reinigung des Wassers von Schadstoffen durch den Flächenbelag
- Rückführung des Wassers per Druckleitung in den Oberbau, um die geregelte Verdunstung in Trockenperioden zu ermöglichen
- Bewässerung von Pflanzen
- Sensorgesteuerte Bedarfsermittlung über zentrale Steuerung
- Energieversorgung über Solarzellen und Akku
- Alle Möglichkeiten für die Oberflächengestaltung durch Betonpflaster, Natursteine oder andere wasserdurchlässige Belege
- Rückführung des Wassers auf die Oberfläche, um eine Reinigung zu fördern und zur Erhöhung der Verdunstungsleistung bei Bedarf (Schwallverdunstung)

## Option 4

### Entsiegelung durch versickerungsfähige Flächenbeläge

#### Möglichkeit 4:

- Einfache Versickerung ohne Nachbehandlung
- Technische Voraussetzungen analog Enviro Plus
- Einsatzmöglichkeiten

## Möglichkeit 1: ohne Behandlung, einfache Versickerung

Art der Verkehrsfläche	Art der Nutzung
Fahrbahnen nach den RStO	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse V)
	Wohn- und Anliegerverkehr (Bauklasse VI)
Parkflächen nach den RStO	Geringer Bus- und Lkw-Verkehr
	Pkw-Verkehr
Industriell oder gewerblich genutzte Verkehrsflächen	Umschlagflächen industrieller und gewerblicher Nutzer
	Plätze mit schwerem Ladeverkehr
	Abstellplätze (z.B. für Container)
Besondere Verkehrsflächen	Gleis- und Schienenbereiche des ÖPNV
	Ufer- und Böschungsbefestigungen
Sonstige Verkehrsflächen	Bahnsteige (vorwiegend nicht überdachte)
	Wirtschaftswege für Land- und Forstwirtschaft
	Notfahrbereiche (z.B. für Feuerwehr und Rettungsfahrzeuge)
	Rad- und Gehwege
Wohnumfeld	Bewegungs- und Aufenthaltsflächen, Grundstückszufahrten, Pkw-Stellflächen, Gartenanlagen

- Einsatzbereiche in wenig befahrenen Bereichen, Schulhöfe, Parkplätze mit wenigen Fahrzeugwechselln Anzahl < 300 am Tag
- Alle privaten Flächen, Terrasse, Gartenwege, Innenhöfe, etc.

**< 300 Kfz/24h**

Quelle: SLG

## Durchlässigkeit Fugenmaterial

Gesteinskörnung bzw. Gesteinskörnungsgemisch	Theoretische Durchlässigkeit $k_f$ anhand der idealen Sieblinie nach BEYER [18] [m/s]	Mittlere Durchlässigkeit $k_f$ untersuchter Mineralstoffgemische nach Infiltrationsmessung [m/s]
Splitt 2/5 mm	$1 \times 10^{-2}$ bis $1 \times 10^{-3}$	$1 \times 10^{-2}$ bis $1 \times 10^{-4}$
Splitt 1/3 mm	$1 \times 10^{-3}$ bis $1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-3}$ bis $1 \times 10^{-4}$
Brechsand-Splitt-Gem. 0/5 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	-
Sand 0/4 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	-
Sand 0/2 mm	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-6}$
Oberbodengemisch	-	$5 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-7}$

Quelle: SLG

# Anforderungen

## Querneigung, Entwässerung



**Wasserdurchlässiger Stein**

**min: 1 %**

**max: 5 - 6 %**

## Querneigung, Entwässerung



**Zusätzliche Entwässerung für Oberflächenabflüsse vorsehen (Starkregenereignisse, abnehmende Durchlässigkeit)**

**Nur bei Versickerung ohne Behandlung.**

# Ausführungen

## Haufwerksporige Steine

- Haufwerksporige Steine
- Pflastersteine mit Sickeröffnungen
- Pflastersteine mit breiten Fugen
- Pflastersteine mit schmalen Fugen

## Haufwerksporige Steine



Haufwerksporiger Pflasterstein – nach DIN 18507



Pflasterstein – nach DIN EN 1338

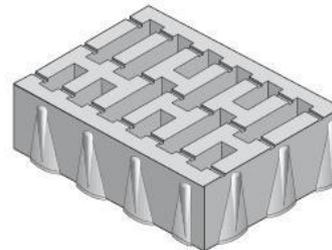
## Schäden haufwerksporige Steine



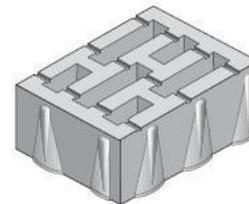
## Pflastersteine mit Sickeröffnungen



## Cheops SV Natura



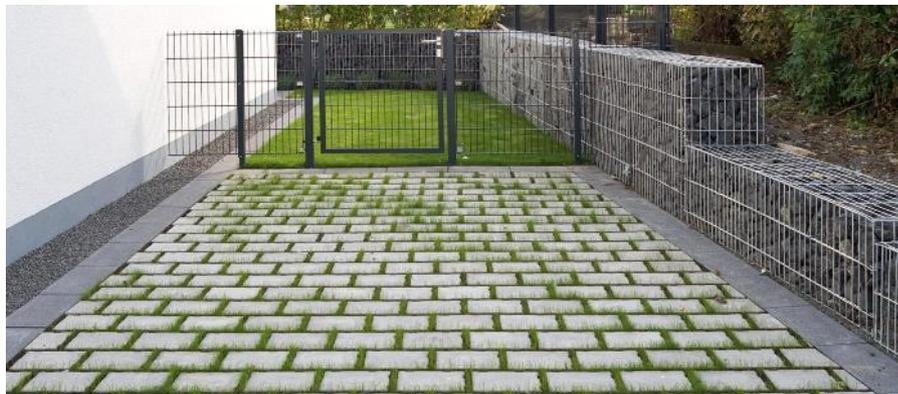
30/22,5



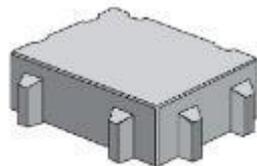
22,5/15

# Einsatz

## Pflastersteine mit breiten Fugen



## Öko Natura



25/20

## Pflastersteine mit schmaler Fuge



Cheops Enviro 45x22,5 und 30x22,5

# Einsatz

## Pflastersteine mit schmaler Fuge



Cheops Enviro 30x22,5

# Einsatz

## Pflastersteine mit schmaler Fuge



Spectra Enviro 30x10

## Pflastersteine mit schmaler Fuge



Spectra Enviro 30x10

## Pflastersteine mit schmaler Fuge und Begrünung



Cheops muschelkalk 30/22,5 und Cheops Natura 30/22,5

betonstein  
ausfließen, mit besser.



Die gespaltene Abwassergebühr setzt sich durch

**Empfehlungen zur Festlegung  
des Abflussbeiwertes  
von befestigten Flächen**

**SLG** Steinwerkstatt  
Straßen, Landschaft  
Gärten A.K.

betonstein  
ausfließen, mit besser.



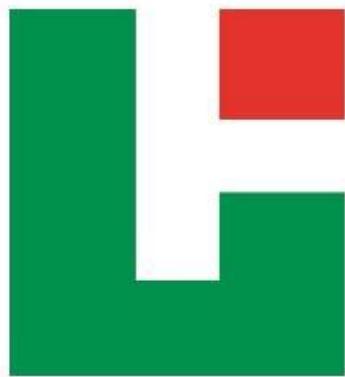
**Die fachgerechte Anwendung  
versickerungsfähiger  
Pflastersysteme aus Beton**

Voraussetzungen, Anwendung, Umsetzung

**SLG** Steinwerkstatt  
Straßen, Landschaft  
Gärten A.K.

[www.betonshop.de](http://www.betonshop.de) /  
Straße, Landschaft, Garten

# Der Betonstein *DER ZUKUNFT.*



**LINTEL**

WIR. FORMEN. IDEEN.

# MIT DEM STEIN DER ZUKUNFT.

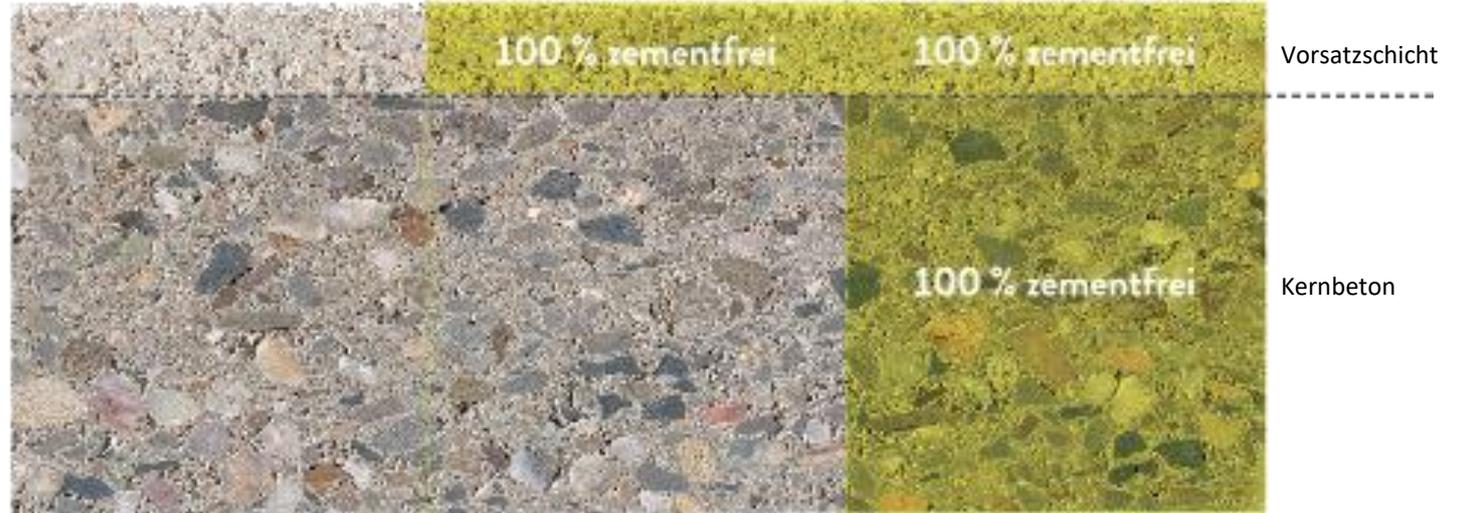
Vorsatzschicht und Kernbeton  
mit Zement

EcoTerra®

Vorsatzschicht ohne Zement  
bis zu 26,5 % CO<sub>2</sub>-Einsparung

EcoTerra ZERO®

Vorsatzschicht und Kernbeton  
ohne Zement  
bis zu 75 % CO<sub>2</sub>-Einsparung



*seit 2021*

*seit 2023*



**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!!**