



BWL Betonwerk Linden  
Pflastersteinwerk GmbH & Co. KG  
Herrn Jakob Socher  
Werksstraße 2

84332 Hebertsfelden

**Bericht Nr.** 11.10.1055  
**Bauvorhaben:** Sickerfähiges Betonsteinpflaster  
**Gegenstand:** Druchlässigkeitsberechnung  
**Datum:** Deggendorf, den 29.03.2010

## 1 ALLGEMEINE ANGABEN

Auftragsdatum	:	23.02.2010
Auftrag:	:	Durchlässigkeitsberechnung
Probenahmedatum	:	entfällt
Probenahme	:	entfällt
Prüfdatum	:	siehe Prüfbericht
Entnahmestelle	:	entfällt
Untersuchungsumfang	:	Berechnung von hydraulischen Durchlässigkeiten aus Planunterlagen
Bemerkung	:	entfällt
Textteil	:	4 Seiten
Anlagenteil	:	1 Seite

### IFB Eigenschenk GmbH

#### SPEKTRUM

Baugrunduntersuchung  
Altlastenuntersuchung  
Schadstoffuntersuchung  
Ingenieur- und Hydrogeologie  
Felsbau / Tunnelbau  
Beweissicherung  
Baustoff- und Materialprüfung  
Vor-Ort-Erkundung  
Lärmuntersuchung  
Erschütterungsuntersuchung  
Deponietechnik

#### KOMPETENZ

Anerkannt nach RAP Stra  
für A1, A3, D3  
Akkreditierung nach  
DIN EN ISO 17025 für Probenahme  
Grundwasser, Bodenluft, Böden  
gemäß Nr. DAC-P-0294-04-00  
Geführt im Verzeichnis der  
Institute für Erd- und Grundbau  
Untersuchungsstelle gemäß  
§ 18 Bundesbodenschutzgesetz  
(AQS B2/013/03)

#### GESCHÄFTSFÜHRER

**Dipl.-Geol. Eduard Eigenschenk**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger für  
ingenieurgeologische Boden-  
untersuchungen

**Dipl.-Geol. Dr. Roland Kunz**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Hydrogeologie

**Dipl.-Ing. Rolf d'Angelo**  
von der IHK Niederbayern  
öffentlich bestellter und vereidigter  
Sachverständiger für Erdbau im  
Straßenbau

#### HAUPTNIEDERLASSUNG

D-94469 Deggendorf  
Mettener Straße 33  
Telefon +49 991 37015-0  
Telefax +49 991 33918  
mail@eigenschenk.de  
www.eigenschenk.de

BÜROS u. A.  
Dresden-Pesterwitz  
München, Berlin

REGISTERGERICHT  
Amtsgericht Deggendorf  
HRB 1139

Vervielfältigungsvermerk: Die Veröffentlichung, auch auszugsweise, ist ohne unsere Zustimmung nicht zulässig.

Ausschließlichkeitsvermerk: Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben bzw. auf die Ansatzpunkte und Ansatzhöhen.

Probenaufbewahrung: Sofern die Proben bei der Untersuchung nicht restlos aufgebraucht wurden und vom Auftraggeber keine schriftlichen Angaben über die Aufbewahrungszeit vorliegen, werden sie nach der Erstellung des Berichtes verworfen.



## **2 VERANLASSUNG**

Aus der Planzeichnung des Sickersteines „Rasenpflaster 200 · 200 · 80“ soll die theoretisch mögliche Durchlässigkeit des sickerfähigen Betonsteinpflasters in Abhängigkeit von der eingesetzten Fugenfüllung berechnet werden.

## **3 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN**

Anhand der Planzeichnung für den oben genannten Sickerstein wurde der Flächenanteil der für die Versickerung zur Verfügung stehenden Fugen des verlegten Pflasters berechnet.

Unter Annahme von unterschiedlichen möglichen Durchlässigkeiten des Fugenfüllmaterials zwischen  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s und  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s wurde die theoretisch mögliche Sickerrate des verlegten Betonsteinpflasters berechnet.

Für die Bewertung der Untersuchungsergebnisse wurde die Spannweite der hierfür üblichen 15 minütigen Starkregeneignisse mit fünfjähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit für Bayern aus dem Kostra-Atlas der Starkniederschläge übermittelt.

## **4 UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Anlage 1 dargestellt.

Da es sich bei dem untersuchten Betonstein nicht um einen Porenstein handelt, wurde der Stein selbst als undurchlässig angenommen.

Gemäß Herstellervorschrift wird das Pflaster mit 7 mm Abstandshalter und 1 mm Spaltmaß also 8 mm Fugenbreite verlegt.

Der sickerfähige Flächenanteil des mit 8 mm Fugenbreite verlegten Pflasters beträgt 5,6 % der Gesamtfläche gemäß Anlage 1.

Die Sickerfähigkeit des verlegten Pflasters hängt neben dem sickerfähigen Flächenanteil von der Beschaffenheit der Fugenfüllung ab. Da hierüber zum gegenwärtigen Kenntnisstand keine genaue Spezifikation vorliegt, wurden die Berechnungen unter Annahme von unterschiedlichen hydraulischen Durchlässigkeiten der eingesetzten Fugenfüllung zwischen  $1 \cdot 10^{-2}$  m/s und  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s durchgeführt. Entsprechend dem sickerfähigen Flächenanteil ergibt sich daraus gemäß Anlage 1 für die Gesamtfläche eine hydraulische Durchlässigkeit zwischen  $5,6 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $2,8 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Bei einem angenommenen maximal zulässigen Wassereinstau auf der gepflasterten Fläche von 2 mm und einem nicht eingestauten freien Dränvolumen an der Unterkante des Betonsteinpflasters kann ein hydraulischer Gradient von  $I = 1,025$  zu Grunde gelegt werden. Damit beträgt die Sickerfähigkeit des Pflasters abhängig von der Durchlässigkeit der Fugenfüllung gemäß Anlage 1 zwischen 34,7 mm/min und 1,7 mm/min oder zwischen 5786 l / (s · ha) und 289 l / (s · ha).

## **5 BEWERTUNG DER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**

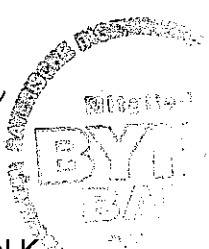

Typische Starkniederschlagshöhen für einen 15 min-Regen in Bayern liegen gemäß dem Kostra-Atlas der Starkniederschläge zwischen 15 mm/15 min und 25 mm/15 min und somit bei 1 mm/min bis 1,7 mm/min bei fünfjähriger Wiederkehrwahrscheinlichkeit.


Ein mit 8 mm Fugenabstand neu verlegtes Betonsteinpflaster des untersuchten Typs ist somit bei Verwendung einer geeigneten Fugenfüllung mit einer hydraulischen Durchlässigkeit von mindestens  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s zur Abführung eines typischen Starkniederschlages geeignet.

Voraussetzung dafür ist, dass das in den Fugen versickernde Niederschlagswasser an der Unterkante des verlegten Steinpflasters frei abfließen bzw. versickern kann. Dazu ist es erforderlich, dass die Pflasterbettung und der darunterliegende Untergrund mindestens die hydraulische Durchlässigkeit des eingesetzten Fugenmaterials aufweisen und dass der Einstau von Wasser in diesen Schichten ausgeschlossen ist.

## 6 EMPFEHLUNGEN

Die vorliegende Berechnung beruht auf rechnerischen Annahmen zur Beschaffenheit der Fugenfüllung. Für den praktischen Einsatz wird empfohlen, die hydraulische Durchlässigkeit möglicher Fugenfüllungen im Laborversuch zu ermitteln sowie die hydraulischen Durchlässigkeiten von fertig verlegtem Betonsteinpflaster im Feldversuch zum Beispiel auf einer Ihrer Musterflächen zu bestimmen. Dafür steht Ihnen die IFB Eigenschenk selbstverständlich gerne zur Verfügung.



 **EIGENSCHENK**  
Dipl.- Geol. Dr. Roland Kunz<sup>1) 2) 3) 4) 5)</sup>

*i. A. Jakob*  
Sachbearbeiter:  
Dipl.-Geol. Dr. Christoph Barth

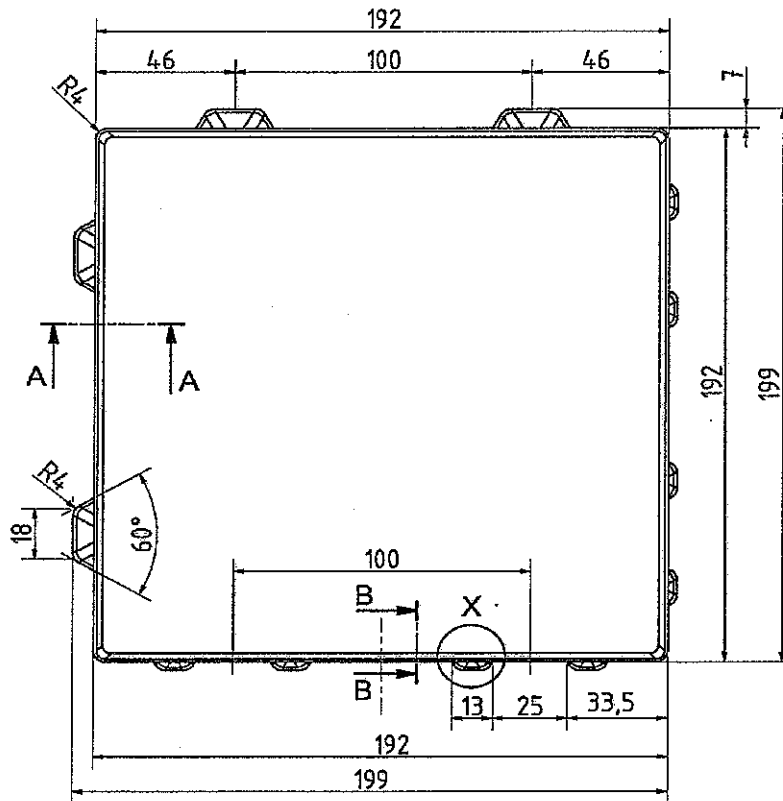
Anlage 1: Berechnungsergebnisse

- 
- 1) Von der Industrie- und Handelskammer für Niederbayern in Passau öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Hydrogeologie mit Sachgebieten Altlasten, Baugrund- und Bodenmechanik, Wasserversorgung und Abwasser sowie Hydrogeologie und Ingenieurgeologie
  - 2) Leiter der Untersuchungsstelle gemäß §18 BBodSchG und DIN EN ISO 17025
  - 3) Koordinator nach BGR 128
  - 4) Privater Sachverständiger in der Wasserwirtschaft für Bauabnahmen, thermische Nutzung, Beschneidung, Eigenüberwachung von Wasserversorgungsanlagen und Bauabnahme Grundwasserbenutzungsanlage (jeweils hydrogeologischer Teil)
  - 5) Zertifizierter Probenehmer gemäß §15 Abs. 4 TrinkwV



## Hydraulische Durchlässigkeit von Fugensteinen

Hersteller: Betonwerk Linden  
 Typ: Rasenpflaster 200 x 200 x 80



Gesamtfläche pro verlegtem Stein $A_{Ges}$	40000 mm <sup>2</sup>
Fugenbreite (incl. 1 mm Spaltmaß)	8 mm
Pflasterdicke	80 mm
maximal zulässiger Wassereinstau	2 mm
Fugenfläche pro Stein (anteilig) $A_{Fuge}$	3136 mm <sup>2</sup>
Fläche Abstandshalter pro Stein $A_{Abst}$	878 mm <sup>2</sup>
Sickerfläche pro Stein $A_{Sicker}$	2258 mm <sup>2</sup>
sickerfähiger Flächenanteil $A_{Sicker} / A_{Ges}$	0,056
hydraulischer Gradient $I$ (= 82 mm / 80 mm)	1,025

Berechnung der Sickerfähigkeit

$$Q = k \cdot I \cdot A$$

hydraulische Durchlässigkeit $k$ Fugenfüllung	hydraulische Durchlässigkeit $k$ Gesamtfläche	Sickerfähigkeit $Q$	
		[mm/min]	[l/(s · ha)]
1,0E-02	5,6E-04	34,7	5786
5,0E-03	2,8E-04	17,4	2893
1,0E-03	5,6E-05	3,5	579
5,0E-04	2,8E-05	1,7	289