

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengass 16 · 76356 Weingarten

Hermann Peter KG  
Baustoffwerke

Rheinstraße 120

77866 Rheinau - Freistett

Anerkanntes Institut  
nach DIN 1054  
Beratende Ingenieure

Dr. techn. K. Kärcher  
Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil  
Dipl.-Geol. D. Klaiber  
Dipl.-Ing. J. Santo

Baugrunduntersuchungen  
Erd- und Grundbau  
Boden- und Felsmechanik  
Damm- und Deichbau  
Ingenieur- u. Hydrogeologie  
Deponietechnik  
Grundwasserhydraulik  
Bodenmechanisches Labor

Ihr Zeichen	Unser Zeichen	Bearbeiter	Datum
	E 6531b01	UH ☎ 07244 / 7013-15 u.hoppe@kaercher-geotechnik.de	11. September 09

**Pflasterbelag: Quadrilith 330x220mm und 220x220mm der Fa. Hermann Peter KG, Rheinau – Freistett**

### Rechnerische Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

#### Stellungnahme

Die Fa. Herman Peter, Rheinau – Freistett, bat um einen Nachweis der Tauglichkeit der Pflasterbeläge „Quadrilith 330x220mm“ und „Quadrilith 220x220mm“ für eine Regenwasserversickerung. Da eine Bestimmung der vorhandenen Wasserdurchlässigkeit insitu mittels Infiltrometerversuchen aufgrund der vorhandenen Schichtung im Bereich des Ober- und Unterbaus der Pflasterbefestigung zu nicht korrekten Ergebnissen führt, wurde die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit auf rechnerischem Wege durchgeführt.

In der beiliegenden Anlage 1 sind die Grundrisse der einzelnen Pflastersteine des Pflasterbelages „Quadrilith 320x220mm und 220x220mm“ dargestellt. Wie aus dieser Anlage ersichtlich, beträgt die Fläche einer wasserdurchlässigen Fuge

des Pflasterbelages 320x220mm  $A_{\text{Fuge}}$  ca. 2,02 % der gesamten Rasterfläche  $A_{\text{Raster}}$

des Pflasterbelages 220x220mm  $A_{\text{Fuge}}$  ca. 2,50 % der gesamten Rasterfläche  $A_{\text{Raster}}$

Die wasserdurchlässigen Fugen werden nach Mitteilung der Fa. Hermann Peter mit einem Split der Körnung 1 – 3 mm verfüllt, im Bereich des Oberbaus der Pflasterbestigung ist ein weitgestuftes Kiessandmaterial der Körnung 0 – 32 vorgesehen.

Die Kornverteilungen dieser Schüttmaterialien wurden im Rahmen einer vorangegangenen Untersuchung (vgl. Stellungnahme E 6531a01 vom 22.06.07) bestimmt und sind in der Anlage 2.1 dargestellt.

Nach einem rechnerischen Verfahren nach Beyer (vgl. Anl. 2.2) ist für das Fugenmaterial (Split, Körnung 1 - 3) mit einer Wasserdurchlässigkeit von  $k_{f\text{Fuge}} = 1,5 \cdot 10^{-2}$  m/s zu rechnen. Für den Oberbau der Pflasterbefestigung kann eine Wasserdurchlässigkeit von  $k_{f\text{Oberbau}} = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s angesetzt werden. Die Durchlässigkeit des Pflastersteins kann in der nachfolgenden Berechnung mit hinreichender Genauigkeit mit  $k_f = 0$  m/s angesetzt werden.

Die wirksame Durchlässigkeit senkrecht zur Pflasterebene kann mit nachfolgender Formel ermittelt werden:

$$k_{f\text{ges}} = (k_{f1} \cdot a_1 + k_{f2} \cdot a_2 + \dots + k_{fn} \cdot a_n) / \sum a_i$$

Mit den o.g. Wasserdurchlässigkeiten bzw. Größenverhältnissen der Teilflächen ergibt sich senkrecht zur Pflasterebene eine Wasserdurchlässigkeit von

$$k_{f\text{ges}} = (k_{f\text{Fuge}} \cdot a_{\text{Fuge}} + k_{f\text{Stein}} \cdot a_{\text{Stein}}) / A_{\text{Raster}}$$

$$320 \times 220 \text{ mm: } k_{f\text{ges}} = (1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,02 \cdot A_{\text{Raster}} + 0 \text{ m/s} \cdot 0,98 \cdot A_{\text{Raster}}) / A_{\text{Raster}}$$

$$\underline{k_{f\text{ges}} = 3,02 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

$$220 \times 220 \text{ mm: } k_{f\text{ges}} = (1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,025 \cdot A_{\text{Raster}} + 0 \text{ m/s} \cdot 0,975 \cdot A_{\text{Raster}}) / A_{\text{Raster}}$$

$$\underline{k_{f\text{ges}} = 3,75 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

Die Gesamtdurchlässigkeit der Pflasterbeläge „Quadrilith 330x220mm“ und „Quadrilith 220x220mm“ liegt somit in der gleichen Größenordnung wie die Durchlässigkeit des Pflasteroberbaus von  $k_{f\text{Oberbau}} = 5 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Für die Bemessung von Versickerungsanlagen wird ein in fünf Jahren einmal auftretendes Niederschlagsereignis von 10 Minuten Dauer zugrunde gelegt. In Deutschland entspricht dies im Mittel einer Regenspenderate von  $q_n = 270 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})$ . Unter Einrechnung einer Sicherheit von  $\eta = 2,0$  ergibt sich für den anstehenden Untergrund eine erforderliche Wasserdurchlässigkeit von  $k_{f\text{Untergrund}} = 5,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. Diese erforderliche Wasserdurchlässigkeit wird von den untersuchten Pflasterbelägen „Quadrilith 320x220mm“ und „220x220mm“ mit  $k_{f\text{ges}} = 3,02 \cdot 10^{-4}$  m/s bzw.  $k_{f\text{ges}} = 3,75 \cdot 10^{-4}$  m/s eingehalten.

Die untersuchten Pflasterbeläge „Quadrilith 320x220mm und 220x220mm“ der Fa. Hermann Peter KG, Rheinau – Freistett, sind somit für den Einbau in Versickerungsanlagen geeignet. Voraussetzung hierfür ist, daß die Fugenschüttung vor entsprechendem Feinteileintrag und Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit geschützt wird. Maßgebend für die Bemessung der Versickerungsfähigkeit einer Versickerungsanlage bleibt die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes.

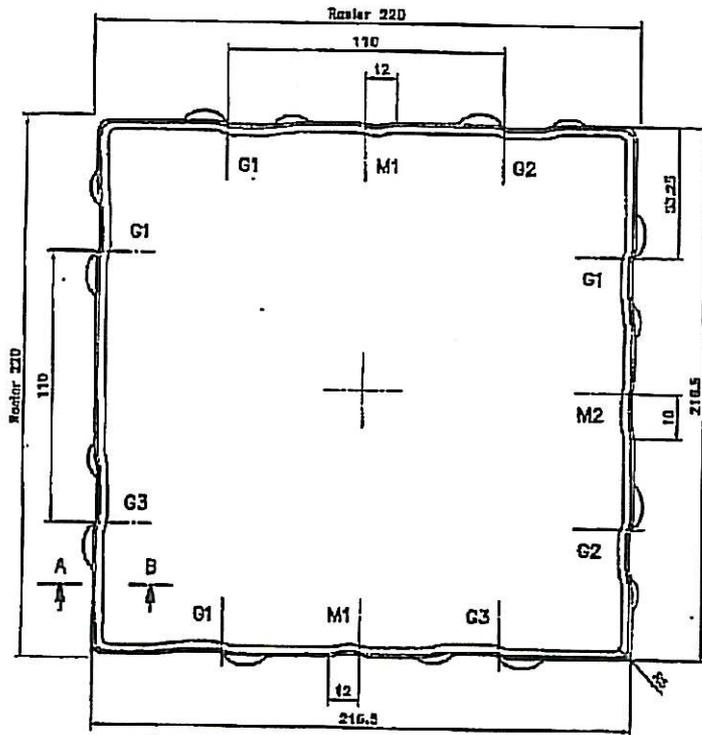


(Dipl.-Ing. (FH) U. Hoppe)

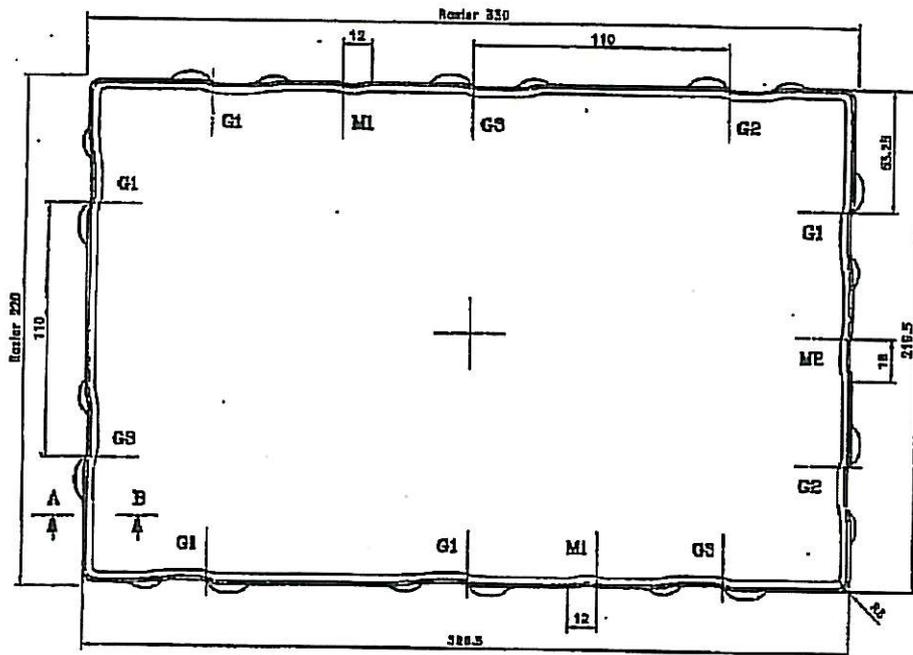


(Dipl – Ing. J. Santo)

Anhang:	Anl. 1	Grundriß Pflastersteine
	Anl. 2.1	Korngrößenverteilung Schüttmaterialien
	Anl. 2.2	Bestimmung Wasserdurchlässigkeit nach Beyer



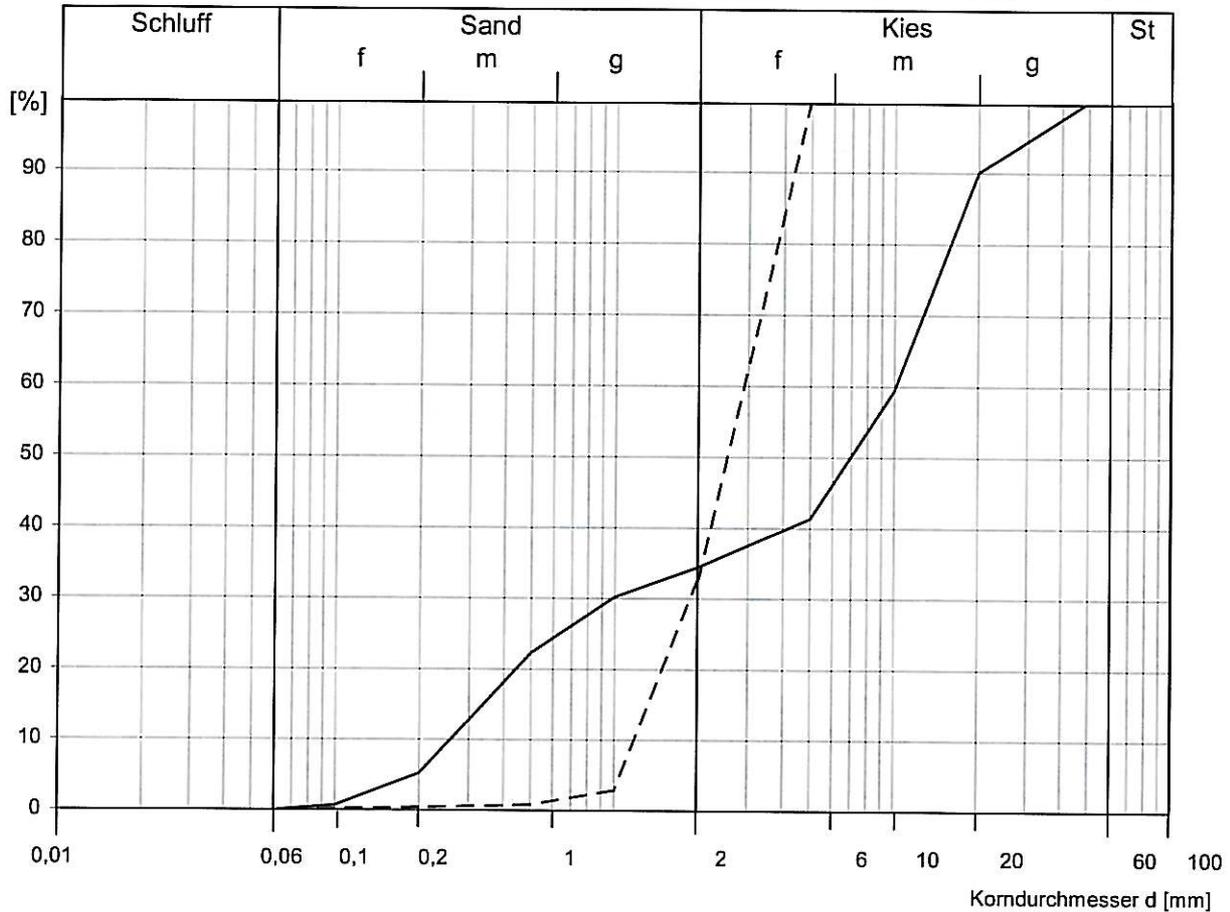
Rasterfläche : 484,00 cm<sup>2</sup>  
 Steinfläche (m. No.) : 471,91 cm<sup>2</sup>  
 Fuge in % : 2,60



Rasterfläche : 729,00 cm<sup>2</sup>  
 Steinfläche (m. No.) : 711,96 cm<sup>2</sup>  
 Fuge in % : 2,02



Bestimmung der Kornverteilung



Kurve 1: ———— Kurve 2: - - - - -  
 Kurve 3: - - - - - Kurve 4: - - - - -  
 Sieblinienber. AB: ———— Sieblinienber. 0/45: ————  
 Sieblinienber. 0/56: ————

Kurve Nr.	Bohrung	Tiefe [m]		D 5	D 10	D 15	D 17	D 50	D 60	D 85
		von	bis							
1	Kiessand	Körnung	0/32mm	0,19	0,26	0,34	0,38	6,97	10,14	17,84
2	Split	Körnung	1-3mm	1,05	1,18	1,32	1,39	2,53	2,90	4,08

Kurve Nr.	Tiefe [m]		U [-]	P (0,02 mm) [%]	P (0,063 mm) [%]	DIN 18196	DIN 18300	Trocken- siebung	Naß- siebung
	von	bis							
1	Körnung	0/32mm	39,2		0,0	GW	3		X
2	Körnung	1-3mm	2,5		0,1	GE	3	X	

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH  
 Institut für Geotechnik

Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17

Proj.: Hermann Peter KG, Rheinau - Freistett Be: UH

E 6531b Anl.: 2.2 Datum: 11.09.2009

**Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach BEYER**

Lagerung: locker: D = 0,15  
 mitteldicht: D = 0,40  
 dicht: D = 0,75

Es bedeuten:  $t_0$  obere Schichtgrenze  
 $t_u$  untere Schichtgrenze  
 D Lagerungsdichte  
 $d_{10}$  Korndurchmesser bei  
 10 Gew. % Siebdurchgang

$$k_f \text{ [m / s]} = 7,1 \cdot 10^{-5} \cdot \left[ \frac{268}{(U + 3,4)} + 55 \right] \cdot d_{10}^2 \cdot D^{-0,367}$$

B/BS/Sch	$t_0$	$t_u$	d	D	$d_{10}$	U	$k_f$	$k_f$ Mittel
Split 1/3	0,00	0,08	0,08	0,3	1,18	2,5	1,5E-02	1,5E-02
Kiessand 0/32	0,08	42,00	41,92	0,3	0,26	39,2	4,6E-04	4,6E-04