

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH · Heidengass 16 · 76356 Weingarten

Hermann Peter KG
Baustoffwerke

Rheinstraße 120

77866 Rheinau - Freistett

Anerkanntes Institut
nach DIN 1054
Beratende IngenieureDr. techn. K. Kärcher
Dipl.-Ing. K.-M. Gottheil
Dipl.-Geol. D. Klaiber
Dipl.-Ing. J. SantoBaugrunduntersuchungen
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_{Fuge} ca. 2,02 % der gesamten Rasterfläche A_{Raster}

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

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

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

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

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

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

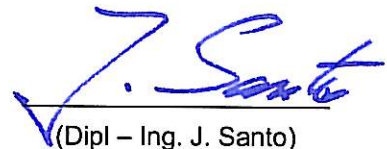
Die Gesamtdurchlässigkeit der Pflasterbeläge „Quadrilith 330x220mm“ und „Quadrilith 220x220mm“ liegt somit in der gleichen Größenordnung wie die Durchlässigkeit des Pflasteroberbaus von $k_{f\text{Oberbau}} = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s.

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.

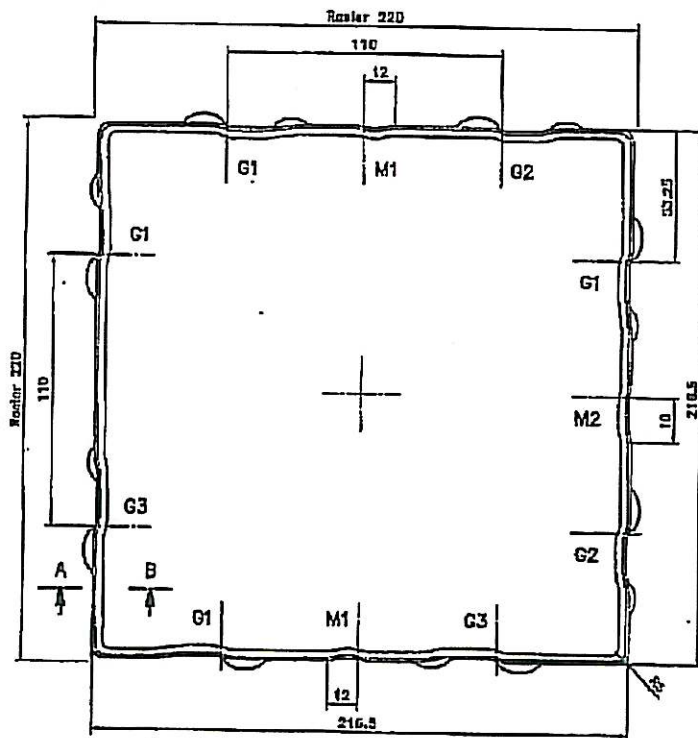


(Dipl.-Ing. (FH) U. Hoppe)

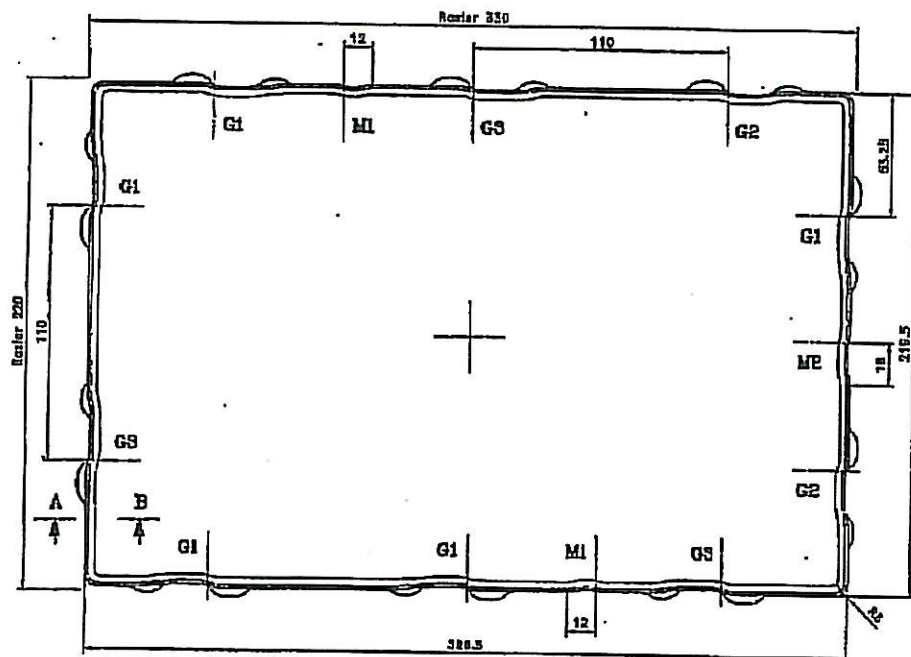


(Dipl – Ing. J. Santo)

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



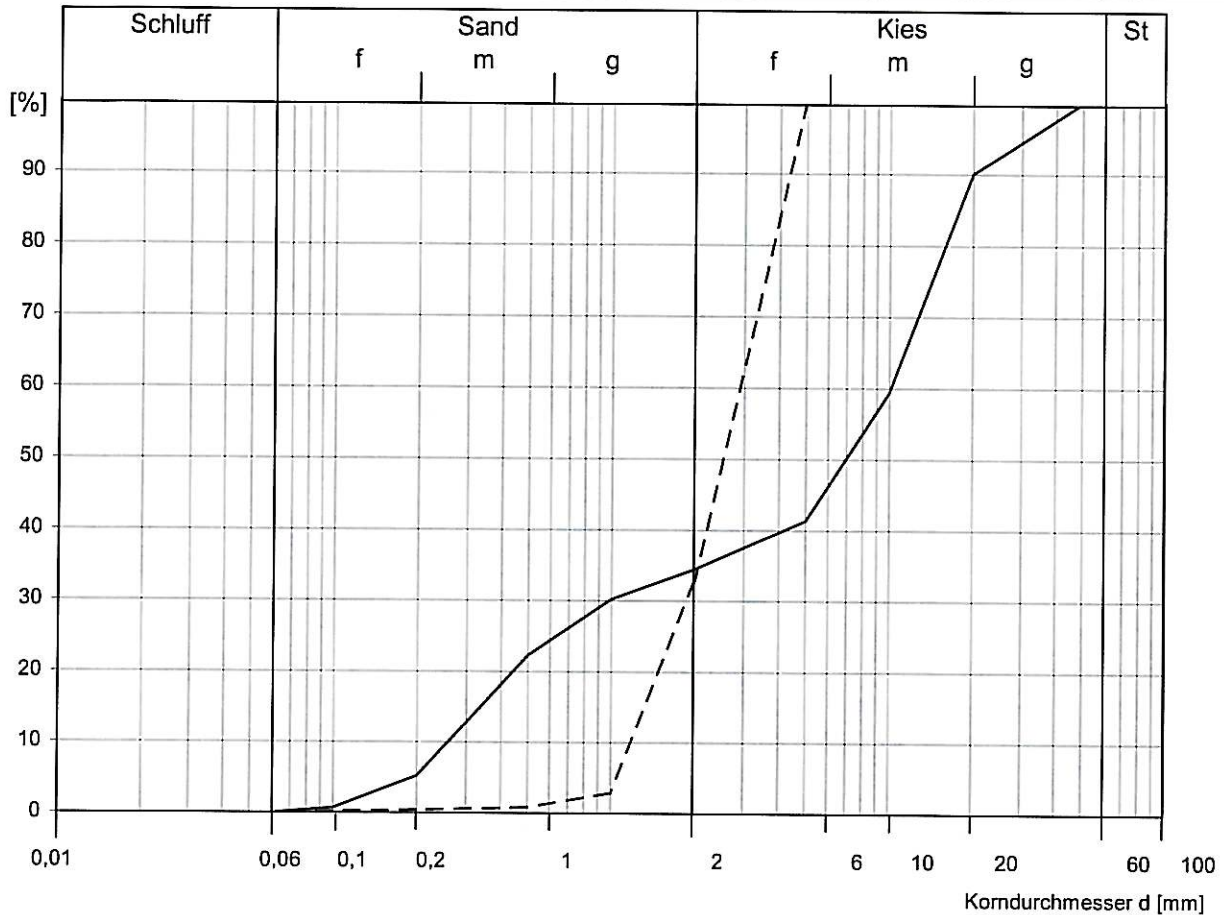
Roasterfläche : 484.00 cm²
 Steinfläche (m. No.) : 471.81 cm²
 Fuge in % : 2.60



Roasterfläche : 729.00 cm²
 Steinfläche (m. No.) : 711.86 cm²
 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-
	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