

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH • Hauptstraße 152 • 76744 Wörth-Schaidt

Hermann Peter Baustoffwerke

Rheinstraße 120

77866 Rheinau - Freistett

Anerkanntes Institut
nach DIN 1054
Beratende Ingenieure

Dipl.-Ing. K.-M. Gotthel
Dipl.-Geol. D. Klüber
Dipl.-Ing. J. Santo
F. Steltenkamp, M.Sc.

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

Ihr Zeichen

Unser Zeichen
E 6531h01

Bearbeiter

He ☎ 06340 / 508 070 - 7

m.heckmann@kaercher-geotechnik.de

Datum

02. November 2022

Pflasterbelag „Estero Drain“

Fa. Hermann Peter KG, Baustoffwerke Rheinau, 77866 Rheinau – Freistett

Rechnerische Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit

Die Fa. Hermann Peter, Rheinau – Freistett, bat um einen Nachweis der Tauglichkeit des Pflasterbelages mit der Produktbezeichnung „Estero Drain“, für eine Regenwasserversickerung. Da eine Bestimmung der vorhandenen Wasserdurchlässigkeit insitu mittels Infiltrationsversuchen aufgrund der vorhandenen Schichtung im Bereich des Ober- und Unterbaus einer Pflasterbefestigung zu nicht korrekten Ergebnissen führt, wurde die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nachfolgend auf rechnerischem Wege durchgeführt.

Bei dem zu untersuchenden Pflasterbelag „Estero Drain“ handelt es sich gemäß dem in der Anlage 1 beiliegenden Produktdatenblatt der Fa. Hermann Peter KG um ein Pflaster aus einheitlichen, rechteckigen Steinen mit einem Rastermaß von 400 mm x 200 mm. Die Abmessung des Einzelsteins beträgt 393,5 mm x 193,5 mm, die minimale Fugenbreite zwischen den Einzelsteinen wird mit 6,5 mm angegeben. Der Flächenanteil einer wasserdurchlässigen Fuge beträgt laut Produktdatenblatt $A_{\text{Fuge}} \cong 3,7\%$ der gesamten Rasterfläche A_{Raster} des Pflasterbelages.

Die wasserdurchlässigen Fugen sollen nach Mitteilung der Fa. Hermann Peter mit einem Splitt der Körnung 1 - 3 mm verfüllt werden, im Bereich des Oberbaus der Pflasterbefestigung wird i.d.R. ein weitgestuftes Kiessandmaterial der Körnung 0 – 32 vorgesehen. Die Kornverteilungen dieser Schüttmaterialien sind in der Anlage 2.1 dargestellt.

Nach einem rechnerischen Verfahren nach Beyer (vgl. Anl. 2.2) ist für das Fugenmaterial (Splitt, Körnung 1 – 3 mm) bei lockerer Lagerung mit einer Wasserdurchlässigkeit von $k_{f\text{Fuge}} = 1,6 \cdot 10^{-2}$ m/s zu rechnen. Für den Oberbau der Pflasterbefestigung kann bei mitteldichter bis dichter Lagerung (Verdichtung auf 100 % der erreichbaren Proctordichte) eine Wasserdurchlässigkeit von $k_{f\text{Oberbau}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$ 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 hinreichend genau 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

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

$$k_{f\text{ges}} = (1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,037 \cdot A_{\text{Raster}} + 0 \text{ m/s} \cdot 0,963 \cdot A_{\text{Raster}}) / A_{\text{Raster}}$$

$$\underline{k_{f\text{ges}} = 5,9 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

Die Gesamtdurchlässigkeit des Pflasterbelages „Estero Drain“ liegt somit geringfügig über der Durchlässigkeit des unterlagernden Pflasteroberbaus (Kiessand, Körnung 0/32) von $k_{f\text{Oberbau}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$ m/s (vgl. Anl. 2.2).

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 Regenspende von $q_n = 270 \text{ l / (s} \cdot \text{ha)}$. Unter Einrechnung einer Sicherheit von $\eta = 2,0$ ergibt sich für den anstehenden Untergrund zur Aufnahme der o.g. Regenspende eine erforderliche Wasserdurchlässigkeit von $k_{f\text{Untergrund}} = 5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Diese erforderliche Wasserdurchlässigkeit wird vom untersuchten Pflasterbelag „Estero Drain“ mit $k_{f\text{ges}} = 5,9 \cdot 10^{-4}$ m/s eingehalten.

Der untersuchte Pflasterbelag „Estero Drain“ der Fa. Hermann Peter KG, Rheinau - Freistett, ist somit für den Einbau in Versickerungsanlagen prinzipiell geeignet. Voraussetzung hierfür ist, dass die Fugenschüttung vor Feinteileintrag und Reduzierung der Wasserdurchlässigkeit geschützt wird.

Maßgebend für die Bemessung der Versickerungsfähigkeit einer Versickerungsanlage bleibt die Durchlässigkeit des anstehenden Untergrundes.



(Dipl. – Geol. M. Heckmann)

Anhang:	Anl. 1	Produktdatenblatt „Estero Drain“
	Anl. 2.1	Korngrößenverteilung Schüttmaterialien
	Anl. 2.2	Bestimmung Wasserdurchlässigkeit nach BEYER

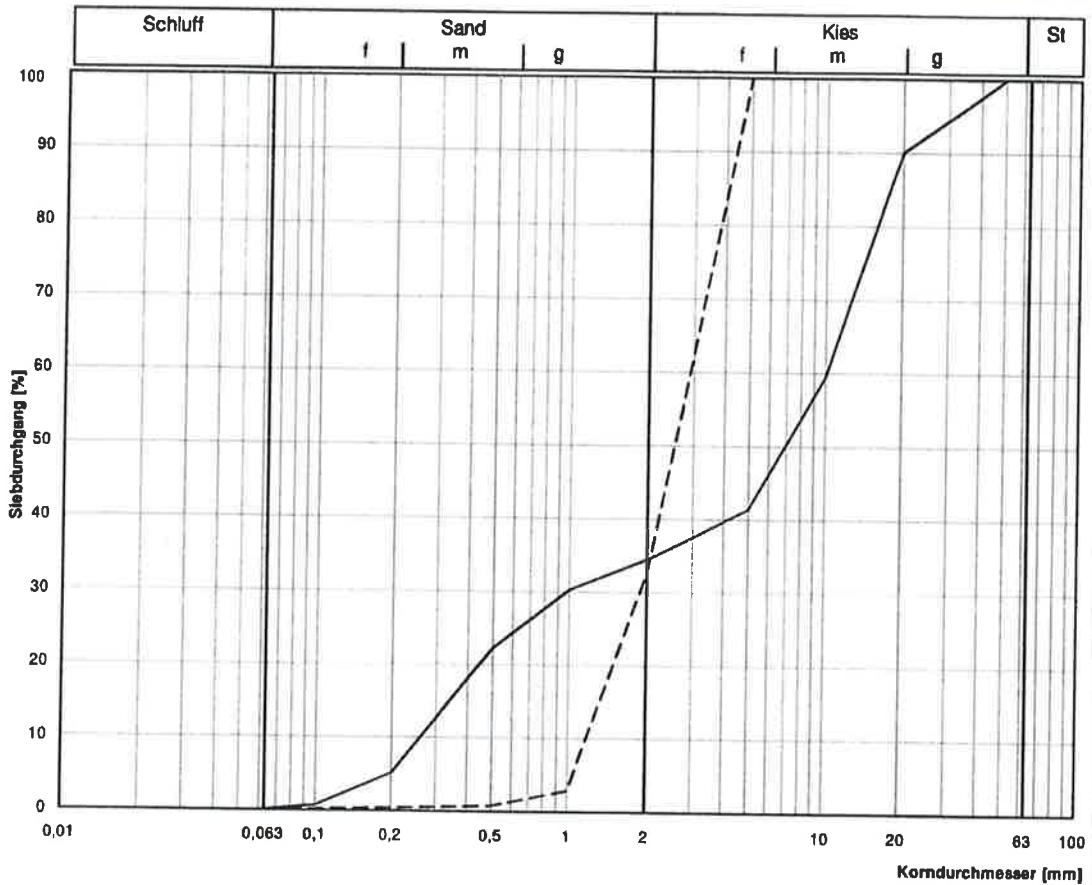
Bestimmung der Kornverteilung



Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH
 Institut für Geotechnik
 Tel.: 06340 / 508070 - 1

Proj.: Hermann Peter KG, Rheinau - F Be: He
 Pflasterbelag "Estero Drain"
 E 6531h01 Anl.: 2.1 02.11.2022

INGENIEURGESELLSCHAFT
KÄRCHER
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK



Kurve Nr.	Vers. fortl.	SCH	Tiefe [m]		Darstellung	Sieblinienbereiche		Siebung	
			von	bis		FSS	TS	Trocken	Nass
1		Kiessand	0/32	mm	—			N	
2		Spill	1-3	mm	- - -			N	

Kurve Nr.	Feinkornanteil P _{0.075} [%]	D 5 [mm]	D 10 [mm]	D 15 [mm]	D 17 [mm]	D 20 [mm]	D 30 [mm]	D 40 [mm]	D 50 [mm]	D 60 [mm]	D 85 [mm]
1	0,04	0,19	0,26	0,34	0,38	0,44	0,98	4,18	6,97	10,14	17,84
2	0,07	1,05	1,18	1,32	1,39	1,49	1,88	2,21	2,53	2,90	4,08

Kurve Nr.	Ungleichförmigkeit U [-]	Krümmungszahl C _c [-]	Durchlässigkeit k _f [m/s] (BEYER)	Bodenansprache	
1	39,16	0,37	4,68E-04	DIN 18 196	GI 3
2	2,46	1,03	1,60E-02	GE	3

Kommentar:
 Stand: 08.12.2010

Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH Institut für Geotechnik <small>Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17</small>	Proj.: Hermann Peter KG, Rheinau - Freistett Be: He E 6531h01 Anl.: 2.2 Datum: 02.11.22
Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach BEYER	

<u>Lagerung:</u> locker: D = 0,15 mitteldicht: D = 0,40 dicht: D = 0,75	<u>Es bedeuten:</u> 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	mm		0,28	1,18	2,5	1,6E-02	1,6E-02
Kiessand	"0-32	mm		0,6	0,26	39,2	3,5E-04	#WERT!