

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. Gotthelf  
Dipl.-Geol. D. Kläber  
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 6531h02

Bearbeiter

He ☎ 06340 / 508 070 - 7

m.heckmann@kaercher-geotechnik.de

Datum

02. November 2022

### Pflasterbelag „Terano Öko“

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 „Terano Öko“ 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 „Terano Öko“ handelt es sich gemäß dem in der Anlage 1 beiliegenden Produktdatenblatt der Fa. Hermann Peter KG um ein Pflaster aus 3 unterschiedlichen, rechteckigen Steinen mit einem Gesamtmaß der Steinpackung von 1258 mm x 881 mm. Die Abmessungen der Einzelsteine betragen 136 mm x 66 mm (15 Stück je Steinpackung), 206 mm x 136 mm (15 Stück je Steinpackung), 136 mm x 136 mm (21 Stück je Steinpackung), die minimale Fugenbreite zwischen den Einzelsteinen wird mit 4,5 mm angegeben. Der Flächenanteil einer wasserdurchlässigen Fuge beträgt laut Produktdatenblatt  $A_{\text{Fuge}} \cong 3,98 \%$  der gesamten Rasterfläche  $A_{\text{Raster}}$  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  $k_{r\text{Fuge}} = 1,6 \cdot 10^{-2}$  m/s zu rechnen. Für den Oberbau der Pflasterbefestigung kann bei mitteldichter bis dichter Lagerung (Verdichtung auf 100 % der erreichbaren Proctordichte) eine Wasserdurchlässigkeit von  $k_{r\text{Oberbau}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$  m/s angesetzt werden. Die Durchlässigkeit des Pflastersteins kann in der nachfolgenden Berechnung mit hinreichender Genauigkeit mit  $k_r = 0$  m/s angesetzt werden.

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

$$k_{r\text{ges}} = (k_{r1} \cdot a_1 + k_{r2} \cdot a_2 + \dots + k_{rn} \cdot a_n) / \sum a_i$$

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

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

$$k_{r\text{ges}} = (1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m/s} \cdot 0,0398 \cdot A_{\text{Raster}} + 0 \text{ m/s} \cdot 0,9602 \cdot A_{\text{Raster}}) / A_{\text{Raster}}$$

$$\underline{k_{r\text{ges}} = 6,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}}$$

Die Gesamtdurchlässigkeit des Pflasterbelages „Terano Öko“ liegt somit geringfügig über der Durchlässigkeit des unterlagernden Pflasteroberbaus (Kiessand, Körnung 0/32) von  $k_{r\text{Oberbau}} = 3,5 \cdot 10^{-4}$  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  $q_n = 270 \text{ l} / (\text{s} \cdot \text{ha})$ . Unter Einrechnung einer Sicherheit von  $\eta = 2,0$  ergibt sich für den anstehenden Untergrund zur Aufnahme der o.g. Regenspende eine erforderliche Wasserdurchlässigkeit von  $k_{r\text{Untergrund}} = 5,4 \cdot 10^{-5}$  m/s. Diese erforderliche Wasserdurchlässigkeit wird vom untersuchten Pflasterbelag „Terano Öko“ mit  $k_{r\text{ges}} = 6,4 \cdot 10^{-4}$  m/s eingehalten.

Der untersuchte Pflasterbelag „Terano Öko“ 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 „Terano Öko“
	Anl. 2.1	Korngrößenverteilung Schüttmaterialien
	Anl. 2.2	Bestimmung Wasserdurchlässigkeit nach BEYER

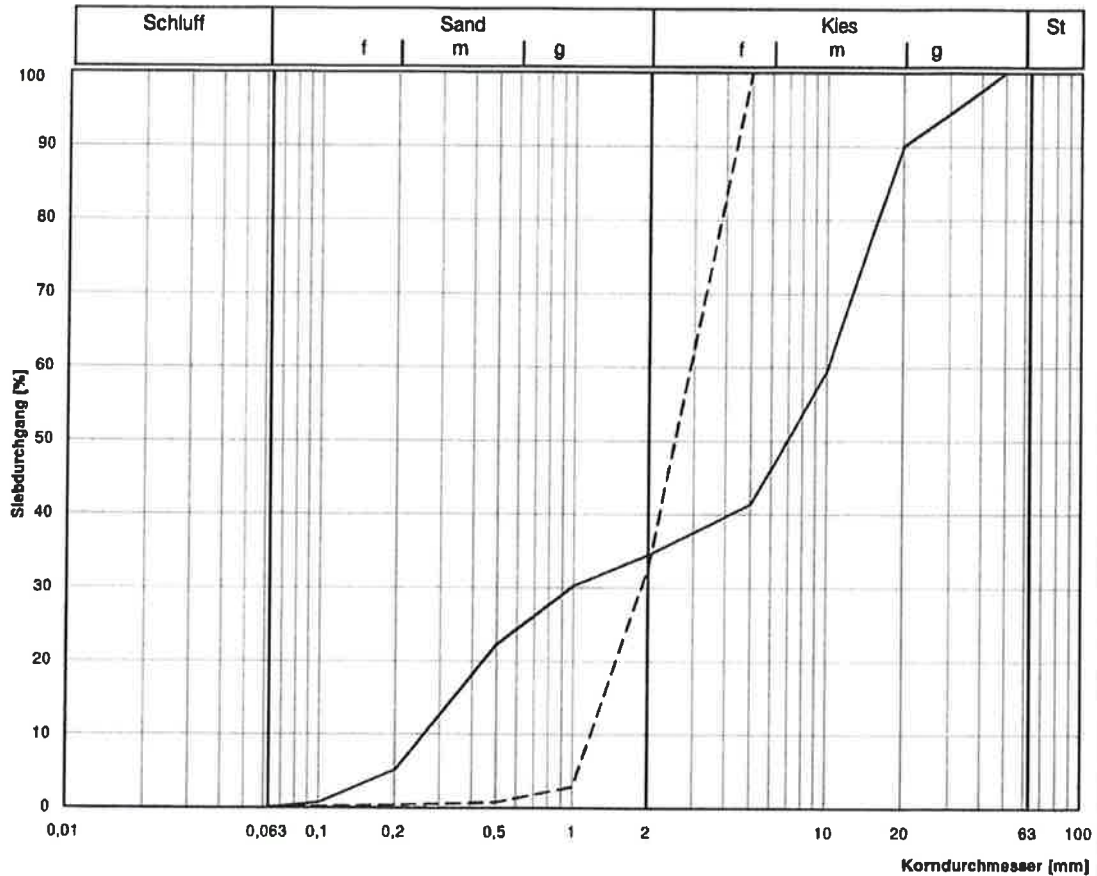
# Bestimmung der Kornverteilung



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

Proj.: Hermann Peter KG, Rheinau - f    Be: He  
 Pfasterbelag "Terano Öko"  
 E 6531h02    Anl.: 2.1    02.11.2022

INGENIEURGESELLSCHAFT  
**KÄRCHER**  
 INSTITUT FÜR GEOTECHNIK



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

Kurve Nr.	Feinkornanteil P <sub>0,063</sub> [%]	P <sub>0,063</sub> (Ø mm)	D 5	D 10	D 15	D 17	D 20	D 30	D 40	D 50	D 60	D 85
1	0,04	0,063	0,19	0,26	0,34	0,38	0,44	0,98	4,18	6,97	10,14	17,84
2	0,07	0,063	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 <sub>c</sub> [-]	Durchlässigkeit k <sub>v</sub> [m/s] (BEYER)	Bodenansprache	
				DIN 18 196	DIN 18 300:2012
1	39,16	0,37	4,68E-04	GI	3
2	2,46	1,03	1,60E-02	GE	3

Kommentar:  
 Stand: 08.12.2010

<b>Ingenieurgesellschaft Kärcher mbH</b> <b>Institut für Geotechnik</b> <small>Tel.: 07244/7013-0 Fax: 07244/ 7013-17</small>	Proj.: Hermann Peter KG, Rheinau - Freistett    Be: He E 6531h02    Anl.: 2.2    Datum: 02.11.22
<b>Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit nach BEYER</b>	

<u>Lagerung:</u>	locker:    D = 0,15	<u>Es bedeuten:</u>	$t_0$	obere Schichtgrenze
	mitteldicht: D = 0,40		$t_u$	untere Schichtgrenze
	dicht:    D = 0,75		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	"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!