

**Online-Veranstaltung Steinstraßenbau
am 12.01.2024
der**

Qualitätsgemeinschaft Städtischer Straßenbau e.V. (QGS)

Ungebundene Pflasterdecken für Verkehrsflächen





Bauklassen bzw. Belastungsklassen gemäß RStO

Bauklassen – RStO 86/89						
VB - Schwerverkehrsfahrzeuge pro Tag > 3,5 t						
SV	I	II	III	IV	V	VI
> 3200	> 1800 bis 3200	> 900 bis 1800	> 300 bis 900	> 60 bis 300	> 10 bis 60	bis 10

Bauklassen – RStO 01						
Bemessungsrelevante Beanspruchung B in Mio. äquivalenter 10-t-Achsen						
SV	I	II	III	IV	V	VI
> 32	> 10 bis 32	> 3 bis 10	> 0,8 bis 3	> 0,3 bis 0,8	> 0,1 bis 0,3	bis 0,1

Belastungsklassen – RStO 12						
Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B in Mio. äquivalenter 10-t-Achsen						
Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
> 32	> 10 bis 32	> 3,2 bis 10	> 1,8 bis 3,2	> 1,0 bis 1,8	> 0,3 bis 1,0	bis 0,3

Tabelle 3 der RStO 12

Verkehrsbelastung Busse /Tag	Belastungs- klasse
Über 1.400	Bk100
Über 425 bis 1400	Bk32
Über 130 bis 425	Bk10
Über 65 bis 130	Bk3,2
Bis 65 ¹	Bk1,8

¹ Wenn die Verkehrsbelastung weniger als 15 Busse/Tag beträgt, kann ein niedrigere Belastungsklasse gewählt werden.

Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B gemäß RStO 12 – Methode 1.2 (konstante Faktoren)

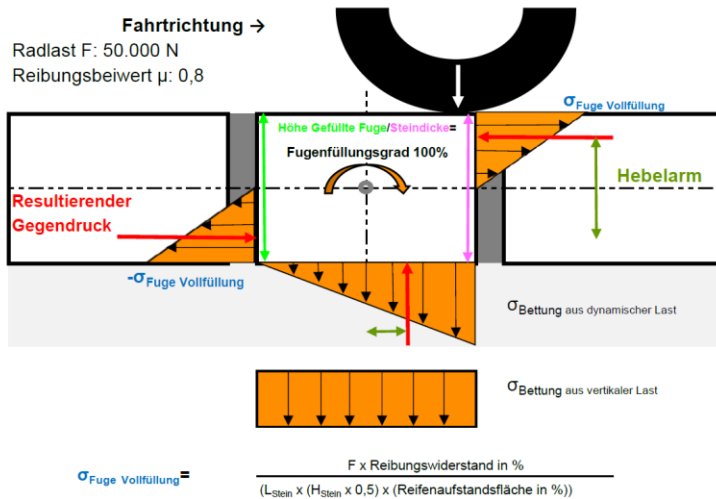
$B = 365 \times q_{Bm} \times f_3 \times \Sigma(DTA \times f_1 \times f_2 \times (1 + p))$										
mit		$DTA = DTV \times f_A$								
Ausgangsdaten:										
Belastungstage:		365								
DTV/Tag:		60 Busse pro Tag								
Achszahlfaktor f_A :		4,50								
Lastkollektivquotient q_{Bm} :		0,33								
Fahrstreifenfaktor f_1 :		1,00								
Fahrstreifenbreitenfaktor f_2 :		1,40 Fahrstreifenbreite 2,75 bis 3,25 m								
Steigungsfaktor f_3 :		1,00 Längsneigung unter 2%								
Zunahme des Schwerverkehrs p:		0,01								
DTA=		270,00								
Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B										
Jahr	p_i	DTA	q_{Bm}	f_1	f_2	f_3	Tage / Jahr	$1+p_i$	B_{1-30}	
1	0,01	270,00	0,33	1,00	1,40	1,00	365	1,01	45.985,40	
30	0,00	270,00	0,33	1,00	1,40	1,00	365	1,00	45.530,10	
									1.379.562,03	
Berechnung gemäß RStO 01									ca. 515.000,00	

Berechnung der dimensionierungsrelevanten Beanspruchung B gemäß RStO 12 – Methode 2.2 (konstante Faktoren)

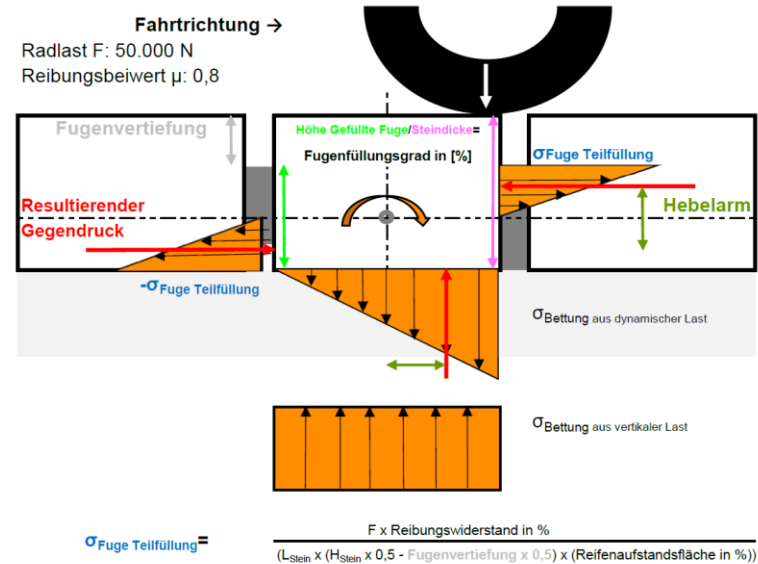
$B = 365 \times f_3 \times (\sum \text{EDTA} \times f_1 \times f_2 \times (1 + p))$							
Busverkehrsfläche							
3 - Achslasten Gelenkwagen, zulässiges Gesamtgewicht 28.000 t							
1. Achse	6,50 t						
2. Achse	10,00 t						
3. Achse	11,50 t						
Anzahl der Busse pro h:	6,00	St	Busse pro h				
Dauer der Betriebszeit:	10,00	Stunden					
Anzahl der Fahrzeuge:	60,00	St/Tag					
Belastungstage	365,00	Tage/Jahr					
Nutzungszeitraum:	30,00	Jahre					
Fahrstreifenfaktor f_1 :			1,00				
Fahrstreifenbreitfaktor f_2 :			1,40	Fahrstreifenbreite 2,75 bis 3,25 m			
Höchstlängsneigung f_3 :			1,00	Längsneigung unter 2%			
Zunahme des Schwerverkehrs p:			0,00				
Jahr	EDTA^(SV)	f₁	f₂	f₃	Tage / Jahr	1 + p_i	B₁₋₃₀
1,00	175,65	1,00	1,40	1,00	365	1,00	89.757,53
30,00	175,65	1,00	1,40	1,00	365	1,00	89.757,53
							2.692.726,00

Technische Erläuterungen

Druckspannungen in der Fuge



Druckspannungen bei Vollfüllung der Fugen und optimaler Lagerungsdichte
[nach Metzging/Saathoff in Anlehnung an Pflaster Atlas]



Druckspannungen bei Teilfüllung der Fugen und optimaler Lagerungsdichte
[nach Metzging/Saathoff in Anlehnung an Pflaster Atlas]

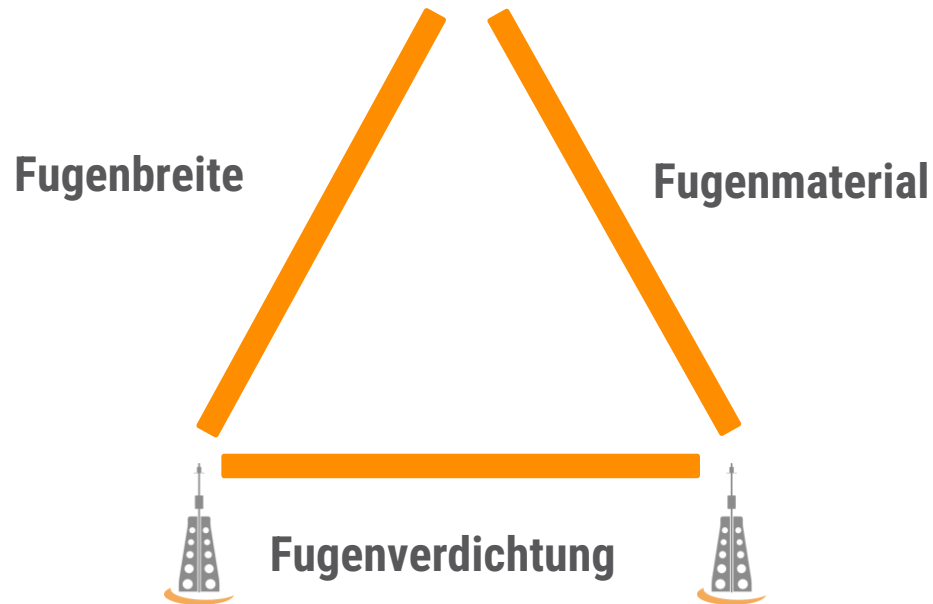
Warum ist die Fugenfüllung so wichtig?

Idealisierte Berechnung der horizontalen Belastung in Abhängigkeit bei verschiedenen Steinabmessungen und Fugenfüllungen im Betrieb bei einer Radlast von 50 KN **mit Berücksichtigung Kraftaufnahme Reibungswiderstand Bettung/Stein**

Stein- abmessungen [mm]	Fugenfüllung [mm]	Statischer Horizontaldruck [N/mm ²]	Verdopplung Horizontaldruck bei Vollbremsung [N/mm ²]
300/150/100	90 (üblicher Betriebszustand)	1,78	3,56
300/150/100	60 (40 mm Fugentleerung im Betrieb)	2,67	5,34
300/150/120	110 (üblicher Betriebszustand)	1,45	2,90
300/150/120	80 (40 mm Fugentleerung im Betrieb)	2,00	4,00
300/150/160	150 (üblicher Betriebszustand)	1,07	2,14
300/150/160	120 (40 mm Fugentleerung im Betrieb)	1,33	2,66

Ungebundene Pflasterdecke & Plattenbeläge

Das Fugendreieck



- Richtige Fugenbreite
- Richtiges Fugenmaterial
- Richtige Fugenverdichtung

Ungebundene Pflasterdecke & Plattenbeläge

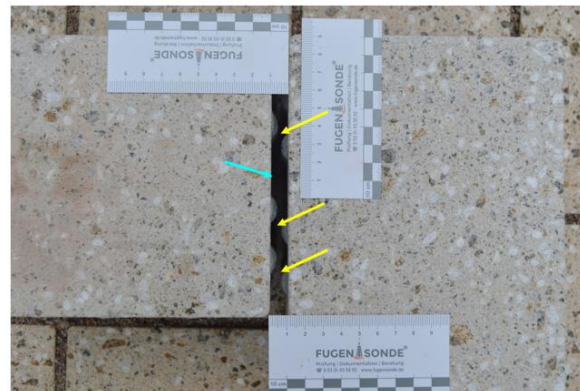
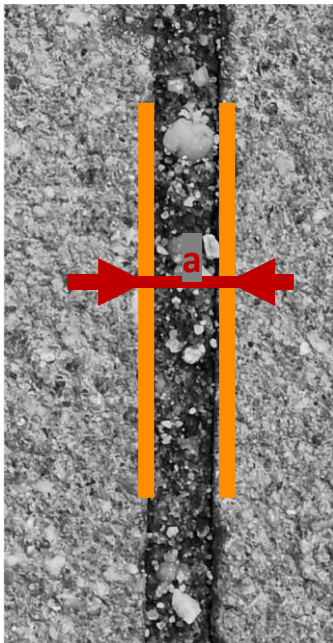
Richtige Fugenbreite

Faustformel für Praxis:

$$\text{Fugenbreite} = 2 \cdot \text{Fugenmaterial}$$

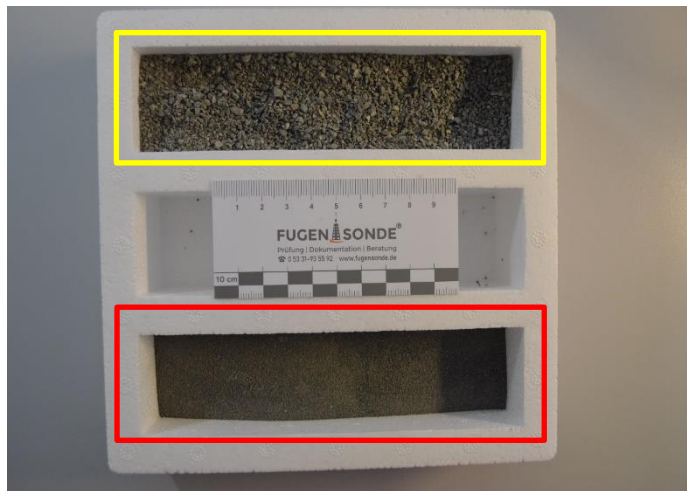
Vorteile:

- Keine Brückenbildung in Fuge
- Hinreichende Kornumlagerung bei Verdichtung
 - Pflaster kann sich abstützen
 - **Pflaster „steht“**



Ungebundene Pflasterdecke

Richtiges Fugenmaterial



Oben sind Gesteinskörner 0,5 bis 2,8 mm (gelber Rahmen) und unten Gesteinskörner < 0,063 bis < 0,05mm (roter Rahmen) sichtbar.

Faustformel für Praxis:

$$\text{Fugenmaterial} = \frac{\text{Fugenbreite}}{2}$$

- geringe bis keine (Null-) Feinanteile
- grobes Korn => hohe Stützkraft in der Fuge

Vorteile:

- Keine Verfestigung in Kontaktzonenbereich
- Filterstabilität gegeben

➤ **Pflaster „steht“**

**Die Probleme sind:
Leere oder nicht vollständig gefüllte Fugen und daraus resultierende wackelnde
Steine oder Platten**

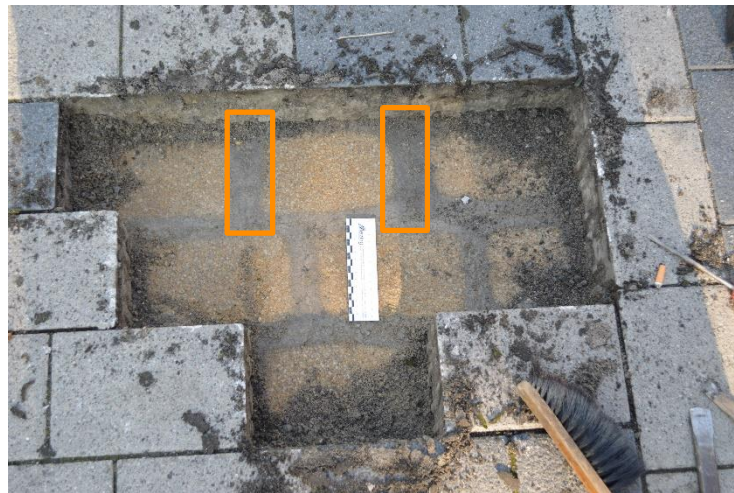


**Beispiel 1: Oberflächlich sichtbar
gefüllte Fugen, tatsächlich
Hohlräume Querschnitt**



**Beispiel 2: 12 cm geleerte Fugen bei
einem 18 cm dicken Stein**

Kontaktzonenbereich Fuge/Bettung/Stein



**Beispiel 3: Verfestigung im
Kontaktzonenbereich Fuge/Bettung/Stein**

Kontaktzonenbereich Fuge/Bettung/Stein



**Beispiel 4: Verfestigung im
Kontaktzonenbereich Fuge/Bettung/Stein**

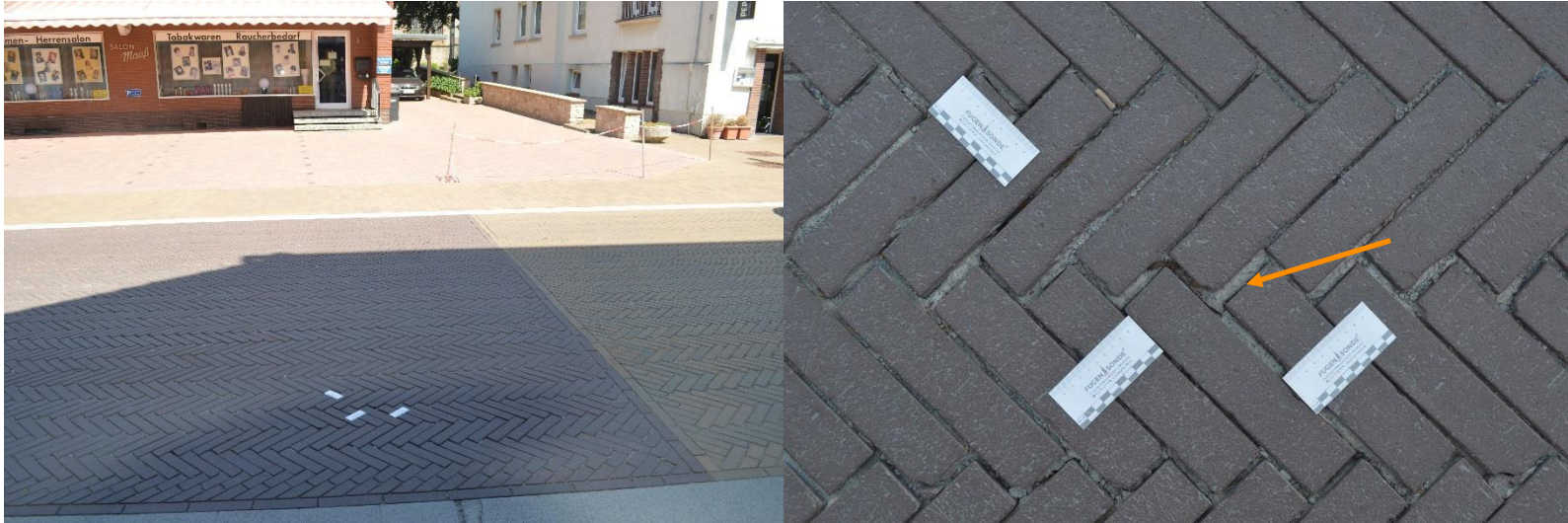


Beispiele 5: Busverkehrsfläche mit Fugen- und Bettungsmaterial nach ZTV und TL Pflaster



Beispiele 6 und 7: Ungebundenes Fugenmaterial „haftet“ an den Steinen





**Zu Beispiel 7:
Ungebundenes
Fugenmaterial „haftet“
an den Steinen**





Beispiel 8: Aufgrund nicht hinreichender Lagerungsdichte des Fugenmaterials Steinbewegungen und Flankenabriss möglich



Beispiel 9: Feinanteile aus Fugenmaterial „wandern“ bei lockerer Lagerungsdichte direkt unter den Klinkerstein



Beispiel 10: Flankenabriß des ungebundenen Fugenmaterials bei Betonsteinen





**Zu Beispiel 10: Teilbereiche
entleerter Fugen**





**Zu Beispiel 10: Feine
Gesteinskörnung auf der
Bettung sichtbar**

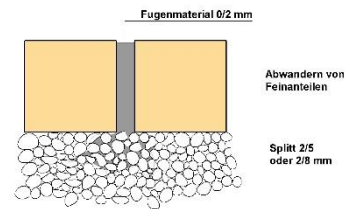


**Beispiel 11: Herstellung von
Industrieflächen**

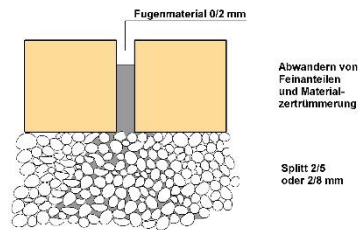
Technische Erläuterungen

Verschiedene Arten der Fugentleerung

Fugentleerung durch fehlende Filterstabilität



Fugentleerung durch fehlende Filterstabilität

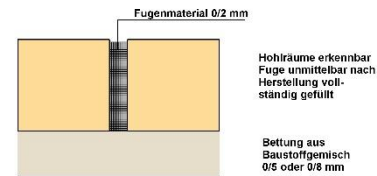


Fugentleerung – Typ 1

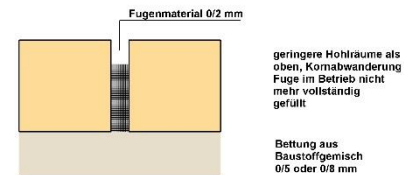
[nach Metzging/Saathoff]

Seit dem Jahr 2000 darf Splitt nicht mehr eingesetzt werden, seit 2014 mit Ausnahme wieder

Fugentleerung durch Kornumlagerung



Fugentleerung durch Kornumlagerung

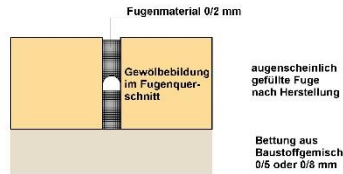


Fugentleerung – Typ 2

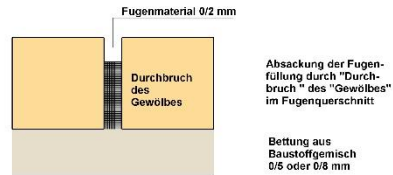
[nach Metzging/Saathoff]

Häufiger Fall in der Praxis!

Fugentleerung durch mangelhafte Fugenfüllung bei der Herstellung



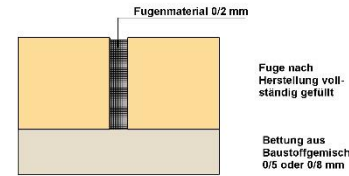
Fugentleerung durch mangelhafte Fugenfüllung bei der Herstellung



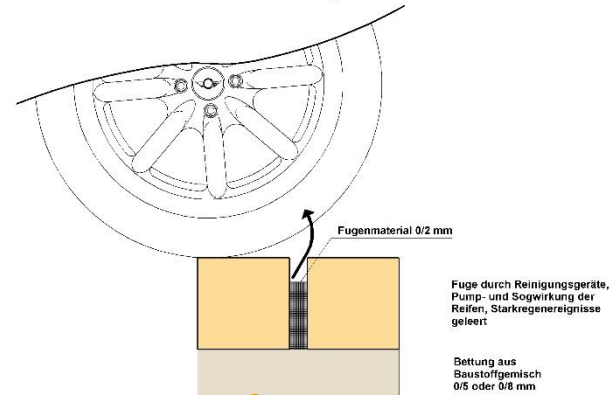
Fugentleerung – Typ 3

[nach Metzging/Saathoff]
Häufiger Fall in der Praxis!

Fugentleerung durch oberflächennahe Entleerung



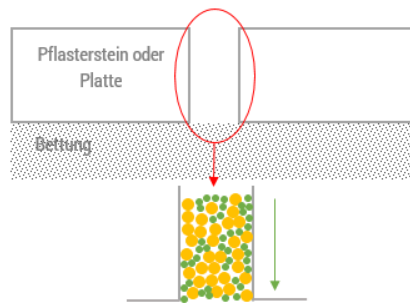
Fugentleerung durch oberflächennahe Entleerung



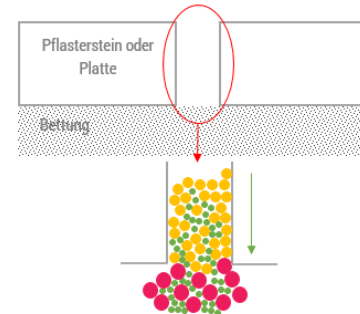
Fugentleerung – Typ 4

[nach Metzging/Saathoff]
„Normale“ Belastung im Betrieb

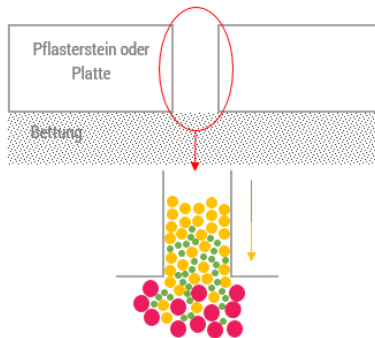
Neue Erkenntnisse zur Filterstabilität



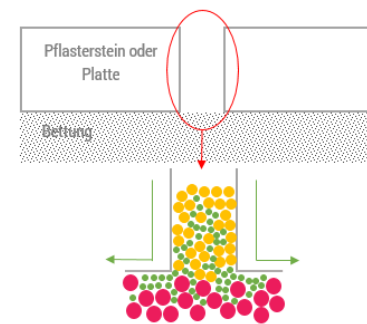
Hier ist eine **innere Suffosion** dargestellt. Feine Gesteinskörner wandern innerhalb dieses Baustoffgemisches umher, wobei das Korngerüst stabil bleibt.



Hier ist eine **Kontaktsuffosion** dargestellt. Feine Gesteinskörner wandern aus einem Baustoffgemisch in ein angrenzendes grobes festeres Körnungsgemisch, wobei das „größere“ Korngerüst stabil bleibt.



Hier ist eine **Kontakterosion** dargestellt. Feine Gesteinskörner und größere Gesteinskörner wandern in grobes Gesteinskörnungsgemisch.

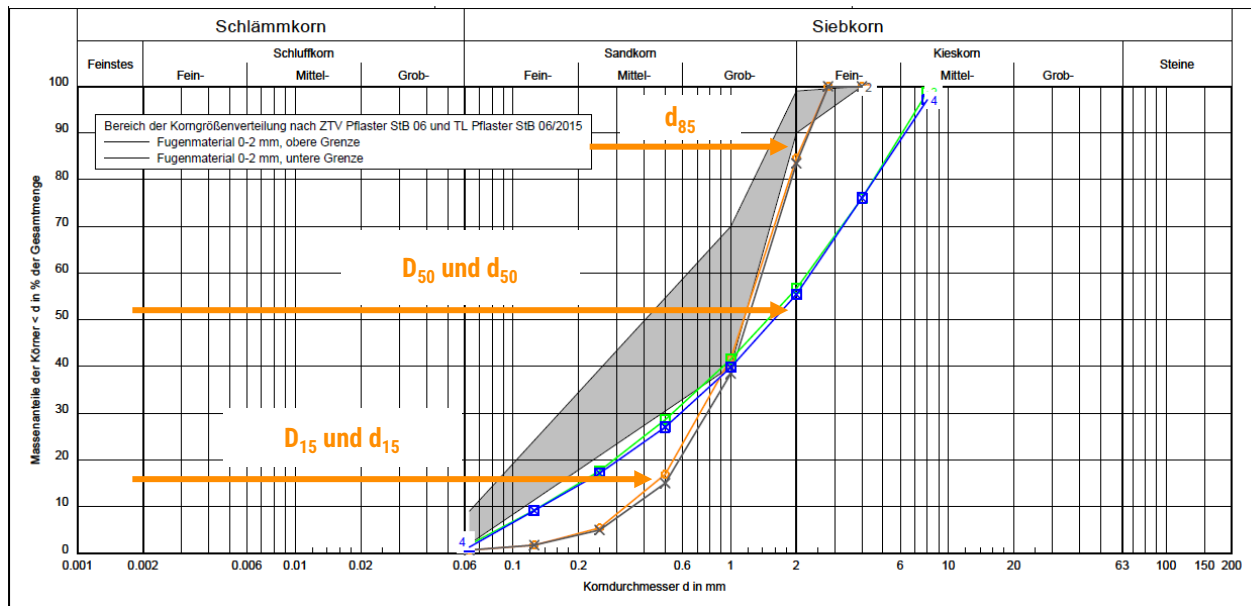


Hier ist ein **Kolmatation** dargestellt. Feine Gesteinskörner verschließen die Oberfläche oder können auch in die Hohlräume der Bettung (Grobe Gesteinskörner) eindringen. Im Fugenbereich können feine Gesteinskörner auch unter den Stein wandern.

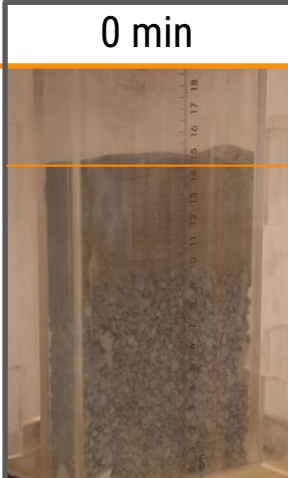
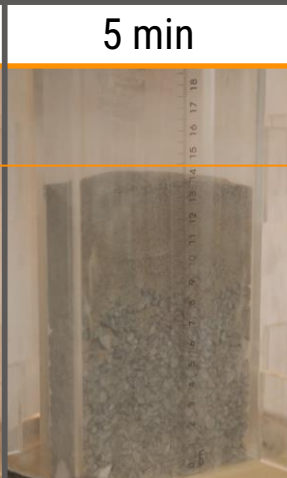

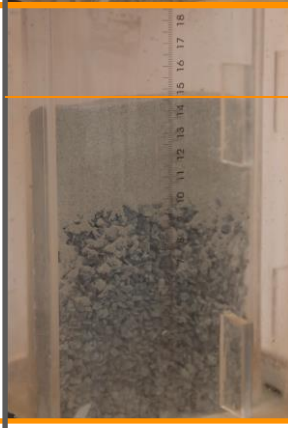


Filterstabilität

Filterbedingungen nach ZTV Pflaster-StB 20:

- $D_{15}/d_{15} \geq 1$ Durchlässigkeitsregel
- $D_{15}/d_{85} \leq 4$ Regel zur Sicherheit gegenüber Erosion
- $D_{50}/d_{50} \leq 5$ Abstand der Körnungslinien Regel zur Sicherheit gegenüber Kontakterosion



Korngrößenverteilung Fugenmaterial 0/2 mm mit wenigen Feinanteilen (orange und grau) und
Bettungsmaterial 0/8 mm (blau und grün)

	0 min	5 min	10 min	
Brechkorn < 0,5				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenfassung ▪ Bettung Splitt 2/5 mm ▪ Ursprungsmaterial gewaschener Brechsand 0/2 mm ▪ Fließkoeffizient Ecs > 40 ▪ Absackung ca. 10 mm
Quarzsand < 0,5				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenfassung ▪ Bettung Splitt 2/5 mm ▪ Fließkoeffizient ECS < 26 ▪ Absackung vollständig

Funktion der ungebundenen Pflasterdecke

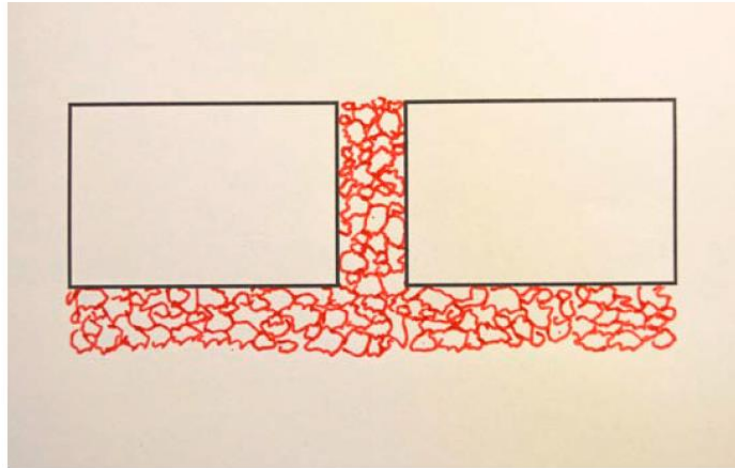


Abbildung: Metzling / Saathoff

Abbildung 4: Schematische Darstellung Fugen- und Bettungsmaterial aus grober Gesteinskrönung ohne Ausweichneigung bzw. Ausweichpotential.

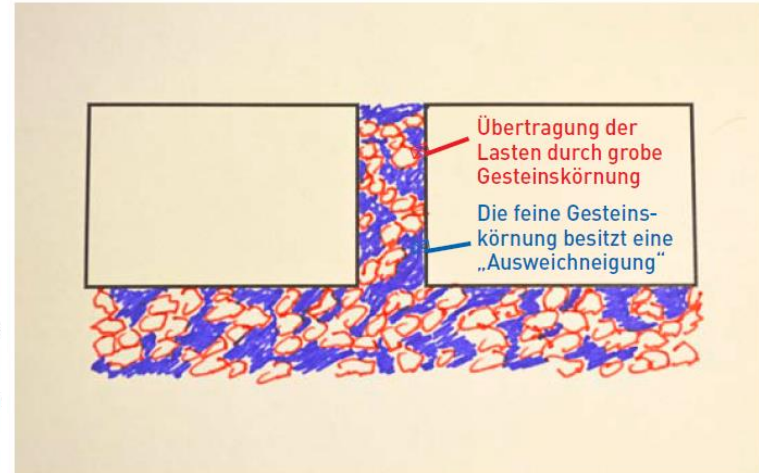


Abbildung: Metzling / Saathoff

Abbildung 5: Schematische Darstellung Fugen- und Bettungsmaterial aus Sand-Splitt-Gemisch mit Ausweichneigung bzw. Ausweichpotential.

Zulässige Fugenmaterialien und Fugenbreiten

DIN 18318, Stoffe, Bauteile: Ziffer 2.2.2 Ungebundene Fugenstoffe: *Als ungebundene Fugenstoffe können Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemische 0/2mm, 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm, 0/11mm, 1/3mm, 1/5mm, 1/8mm, 2/5mm, 2/8mm verwendet werden.*

ZTV Pflaster-StB und TL Pflaster-StB, Ziffer 3.3 Anforderungen an Fugenmaterial, Ziffer 3.3.1.1 Baustoffgemische: *Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/2mm, 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm oder 0/11mm zu verwenden.*

RiLi DNV, Ziffer 3.8 Fugenfüllung, Ziffer 3.8.2 Ungebundene Fugenfüllung: *Gemäß der TL Pflaster-StB sind Baustoffgemische der Lieferkörnungen die Lieferkörnungen 0/2mm, 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm oder 0/11mm zu verwenden. ES können jedoch auch Lieferkörnungen 1/3, ¼, 1/5, 1/8, 2/5, 2/8 mm zum Einsatz kommen.*

Gemäß DIN 18318 gilt hinsichtlich der Fugenbreite:

3.2.3 Fugen

3.2.3.1 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen sind

- Mit einer Breite von 4mm ± 2mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten ≤ 100mm Nenndicke,
 - Mit einer Breite von 6mm ± 3mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten > 100mm Nenndicke,
- herzustellen.

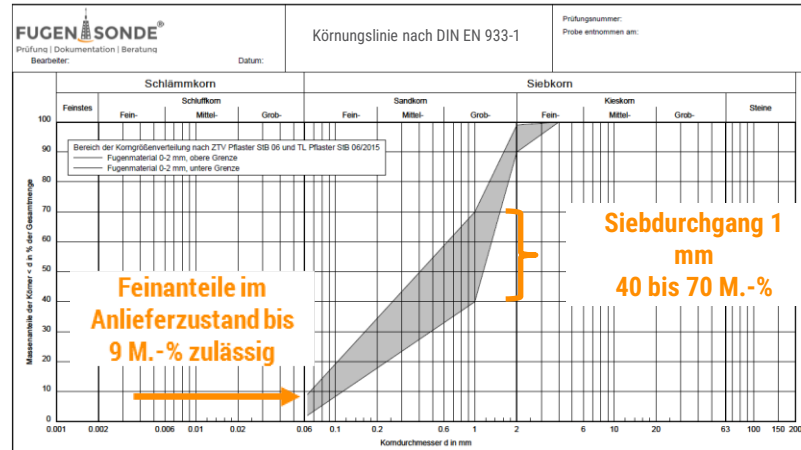
3.2.3.2 Die Fugen von Pflasterdecken und Plattenbelägen aus Naturstein mit nicht gesägten Seitenflächen sind

- Mit einer Breite von 10mm ± 5mm, bei Verwendung von Pflastersteinen oder Platten ≤ 120mm Nenndicke,
 - Mit einer Breite von 15mm ± 5mm, bei Verwendung von Pflastersteinen und Platten > 120mm Nenndicke,
- herzustellen.

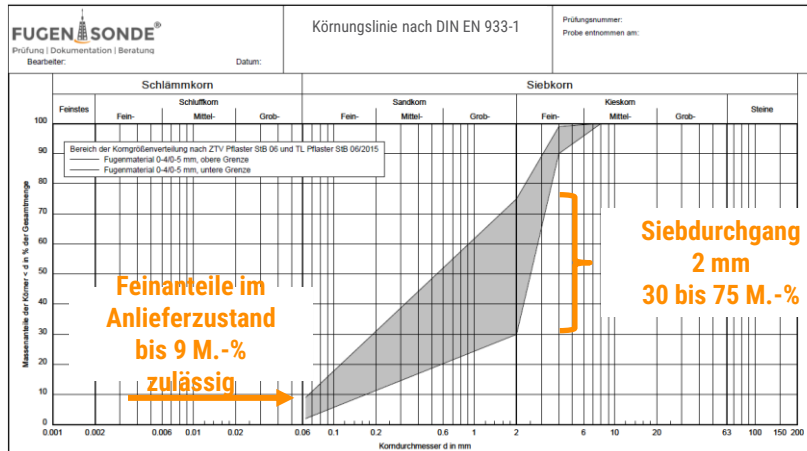
Bei spaltrauen Natursteinen sind einzelne punktuelle Kontaktstellen zulässig.

Standard-Fugenmaterial gemäß ZTV Pflaster-StB 20 bzw. TL Pflaster-StB 06/2015

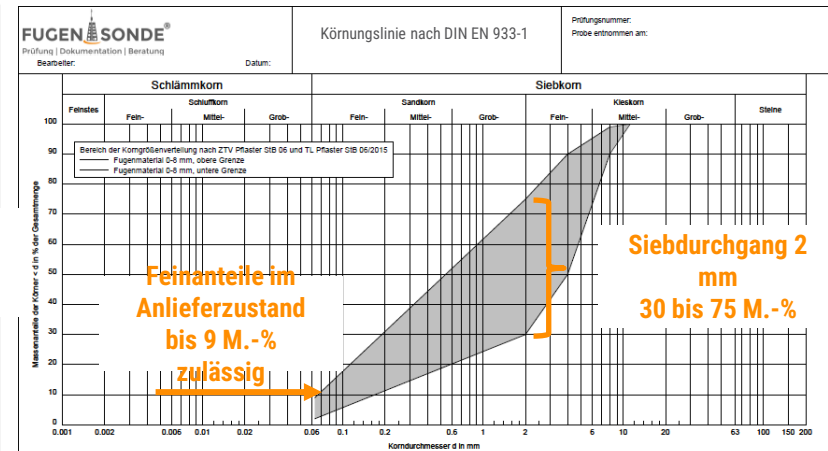
Fugenmaterial 0/2 mm



Fugenmaterial 0/4 und 0/5 mm



Fugenmaterial 0/8 mm



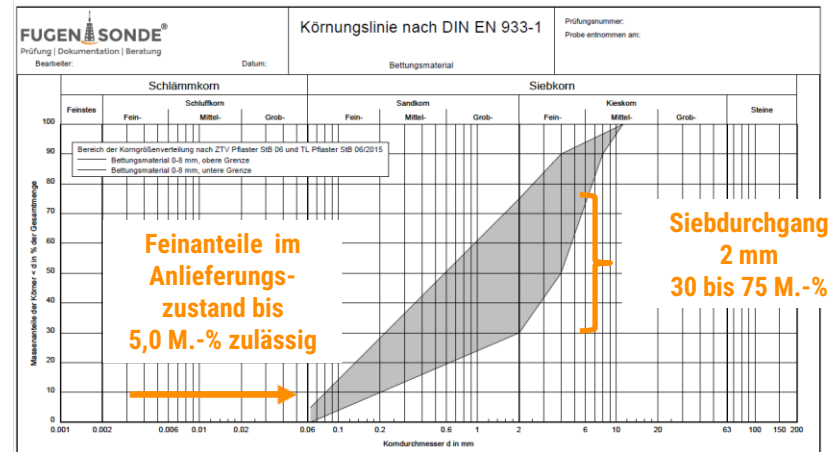
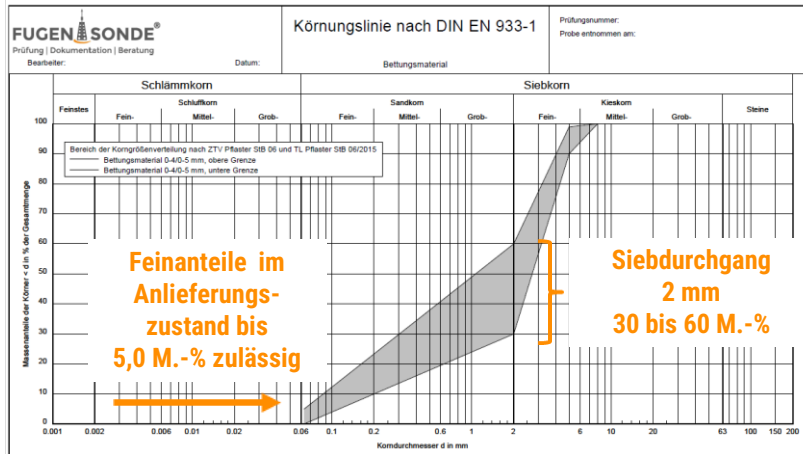
Zulässiges Bettungsmaterial

DIN 18318, Stoffe, Bauteile: Ziffer 2.2.2 Ungebundene Bettungsstoffe: 2.2.1 Ungebundene Bettungsstoffe: Als ungebundene Bettungsstoffe können Gesteinskörnungen und Gesteinskörnungsgemische 0/2mm, 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm, 0/11mm, 1/3mm, 1/5mm, 1/8mm, 2/5mm, 2/8mm, 4/8mm, 5/11mm, verwendet werden.

TL Pflaster-StB, Ziffer 3.2 Anforderungen an Bettungsmaterial, Ziffer 3.2.1.1 Baustoffgemische: Als Baustoffgemische sind die Lieferkörnungen 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm oder 0/11mm zu verwenden.

RiLi DNV, Ziffer 3.9 Bettung, Ziffer 3.9.1 Ungebundene Bettung: Gemäß der TL Pflaster-StB sind Baustoffgemische der Lieferkörnungen 0/4mm, 0/5mm, 0/8mm oder 0/11mm zu verwenden. Es können jedoch auch Lieferkörnungen 1/5, 1/8, 2/5, 2/8 mm zum Einsatz kommen.

Standard-Bettungsmaterial nach TL Pflaster-StB 06/2015



Vollständige Fugenfüllung

Auszug Anforderung ZTV Pflaster-StB 20:

4.2 Eigenüberwachungsprüfungen

4.2.1 Allgemeines

Eigenüberwachungsprüfungen sind Prüfungen des Auftragnehmers oder dessen Beauftragten, um festzustellen, ob die Eigenschaften der Bauprodukte und der fertigen Leistung den vertraglich vereinbarten Anforderungen entsprechen.

Der Auftragnehmer hat die Eigenüberwachungsprüfungen vor und während der Ausführung mit der erforderlichen Sorgfalt und im erforderlichen Umfang durchzuführen. Die Ergebnisse sind zu protokollieren. Werden Abweichungen von den vertraglich vereinbarten Anforderungen festgestellt, sind die entsprechenden Abweichungen und deren Ursachen unverzüglich zu beseitigen.

Die Ergebnisse der Eigenüberwachungsprüfungen sind dem Auftraggeber auf Verlangen vorzulegen.

Art und Umfang der Eigenüberwachungsprüfungen sind nachfolgend festgelegt.

4.2.2 Gesteinskörnungen und Baustoffgemische: Prüfungen beim Einbau

- Anforderungen nach dem Abschnitt 2.3
- Korngrößenverteilung und Feinanteile mindestens je angefangene 1000 m² eingebautes Baustoffgemisch
- profilgerechte Lage und Ebenheit der Bettung je nach Erfordernis
- Einbaudicke.

4.2.3 Pflasterdecken, Plattenbeläge: Prüfungen an der fertigen Leistung

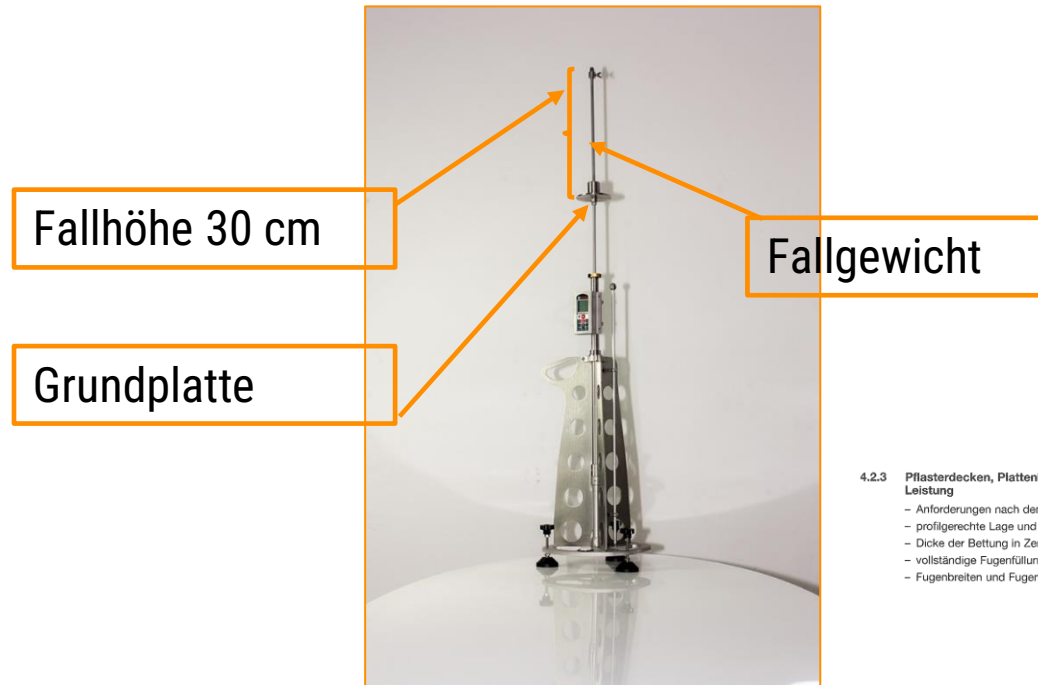
- Anforderungen nach den Abschnitten 2.4 bis 2.9 sowie 3.8
- profilgerechte Lage und Ebenheit
- Dicke der Bettung in Zentimeter
- vollständige Fugenfüllung
- Fugenbreiten und Fugenverlauf.

Die Idee

Die Idee der Entwicklung der Fugensonde entstand aus jahrelanger Erfahrung, aus der Planung und Betreuung von unzähligen Projekten, diversen Gutachten bei Schadensfällen im Bereich Pflasterdecken und Plattenbeläge.

Ermittlung der Kennzahl funktionsfähige Fuge:

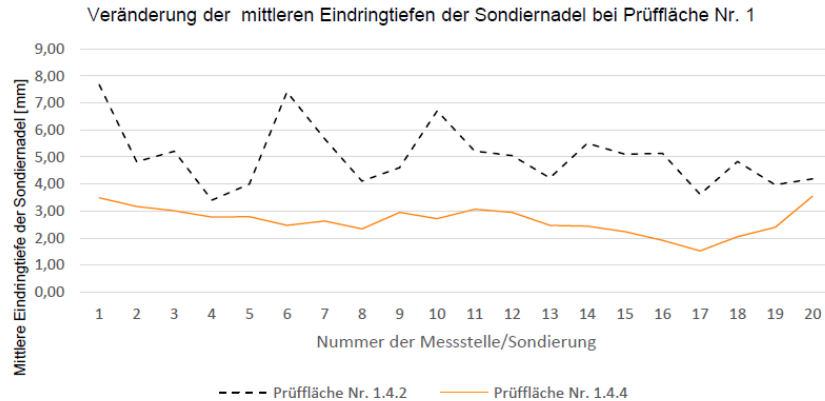
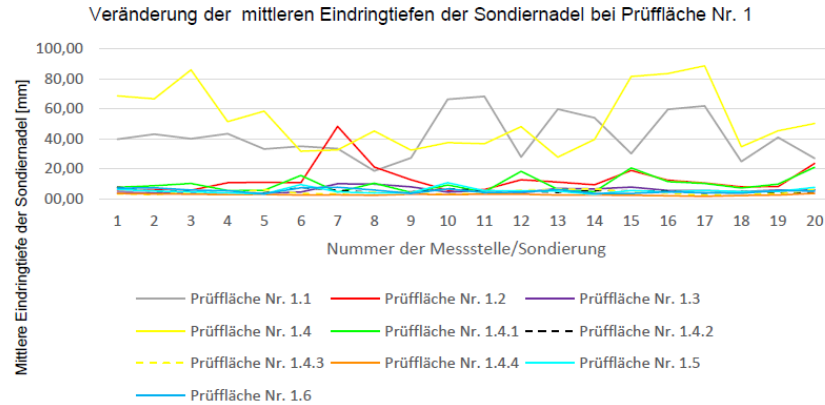
$$Q_{FEinzel} = \frac{(h - FugV - H_s - M_s)}{100} \{ Q_{FEinzel} \mid Q_{FEinzel} \in R, Q_{FEinzel} \geq 0 \}$$



4.2.3 Pflasterdecken, Plattenbeläge: Prüfungen an der fertigen Leistung

- Anforderungen nach den Abschnitten 2.4 bis 2.9 sowie 3.8
- profiligerechte Lage und Ebenheit
- Dicke der Bettung in Zentimeter
- vollständige Fugenfüllung
- Fugenbreiten und Fugenverlauf.

Prüfflächen Nr. 1 : Verschiedene mittlere Eindringtiefen der Sondiernadel



Anwendungsfall Fugensondierung baubegleitend Natursteinpflaster
Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht
Beispiel Fugensondierungen baubegleitend



Prüfbericht-Nr.	FS170316016FS09.20087
Datum (Prüfbericht)	13/03/2017
Datum (Sondierung)	09/03/2017
Kunde	Stadt Oberkirch
Projektname	Hauptstraße, Fahrbahn und Nebenfläche, Nr.59 - 69
Witterung	starker Regen
Steinart	Natursteinpflaster
Steindicke in mm	160
Steinbreite in mm	160
Steinlänge in mm	240
Zulässiger Mittelwert einer Sondierung [Mittelw.] in mm ≤:	5
Zulässige Eindringtiefe Einzelwert [Höchstw.] in mm ≤:	10
Maximale Fugenvertiefung (≤ 20% der Steindicke) [FugV] in mm ≤:	32

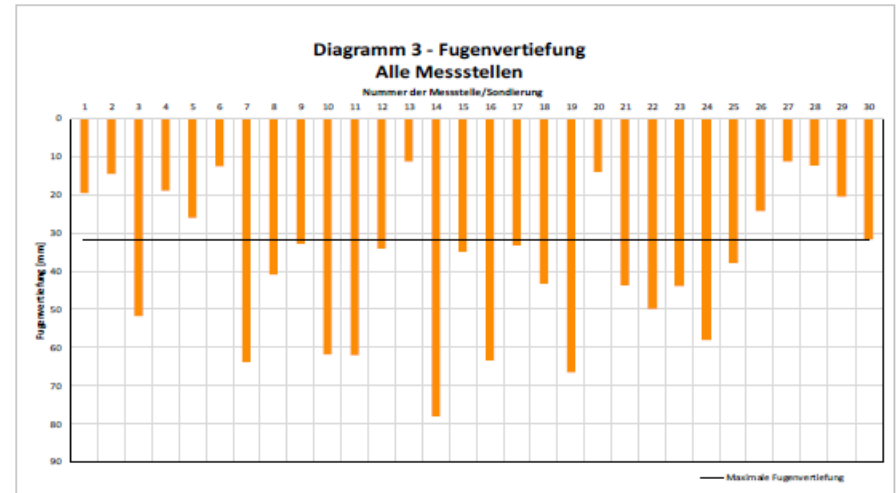
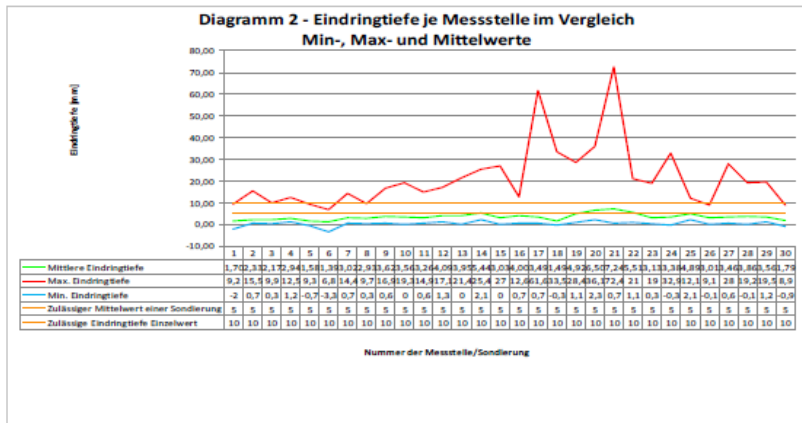
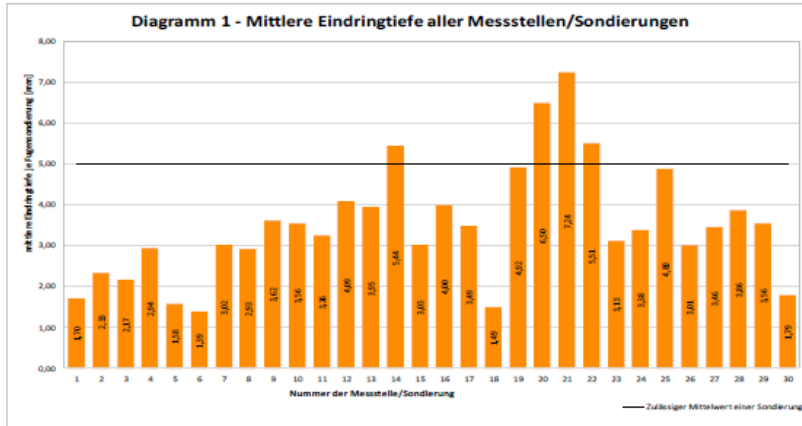
Zusammenfassung der Messwerte:

Messstelle	Fugenbreite	Anzahl	Sondiertiefe	FugV	Wert1	Wert2	Höchstw	Mittelw	Niedrigstw	StdAbw
S 01	5	82	139,60	19,50	4,40	-0,30	9,20	1,70	-2,00	1,27
S 02	5	62	144,40	14,50	15,50	4,80	15,50	2,33	0,70	1,93
S 03	2	50	108,40	51,60	9,90	3,30	9,90	2,17	0,30	1,63
S 04	3	48	141,00	18,90	12,50	11,80	12,50	2,94	1,20	2,10
S 05	13	84	132,70	26,00	9,30	6,40	9,30	1,58	-0,70	1,40
S 06	6	106	147,10	12,50	6,80	2,20	6,80	1,39	-3,30	1,14
S 07	10	31	93,70	63,80	14,40	6,00	14,40	3,02	0,70	2,68
S 08	9	40	117,20	40,90	9,70	4,90	9,70	2,93	0,30	1,78
S 09	4	35	126,80	32,90	16,90	9,30	16,90	3,62	0,60	3,16
S 10	10	27	96,10	61,70	19,30	9,50	19,30	3,56	0,00	3,64
S 11	14	30	97,90	61,90	14,90	7,10	14,90	3,26	0,60	2,80
S 12	7	30	122,80	34,00	13,40	17,10	17,10	4,09	1,30	3,40
S 13	10	37	146,30	11,20	7,50	3,10	21,40	3,95	0,00	4,06
S 14	3	15	81,60	77,90	25,40	10,70	25,40	5,44	2,10	5,90
S 15	3	41	124,30	34,90	14,70	10,40	27,00	3,03	0,00	4,70
S 16	4	24	95,90	63,30	11,00	6,50	12,60	4,00	0,70	3,26
S 17	6	36	125,60	33,30	61,60	3,20	61,60	3,49	0,70	9,99
S 18	6	78	116,10	43,20	33,50	4,10	33,50	1,49	-0,30	3,90
S 19	13	19	93,50	66,40	28,40	5,90	28,40	4,92	1,10	5,92
S 20	10	22	143,10	14,00	36,10	9,00	36,10	6,50	2,30	6,80



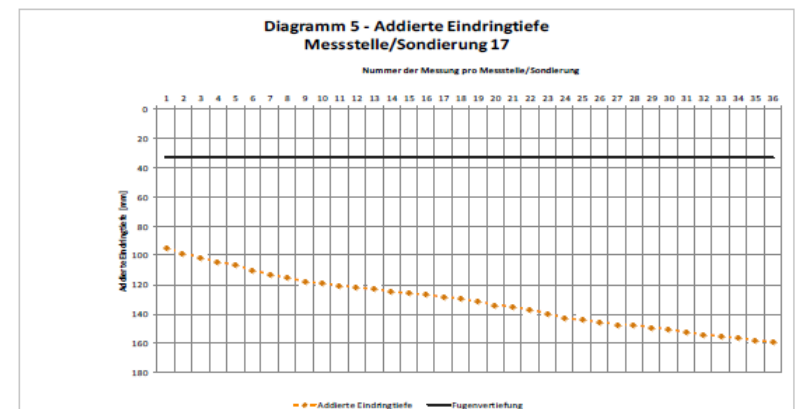
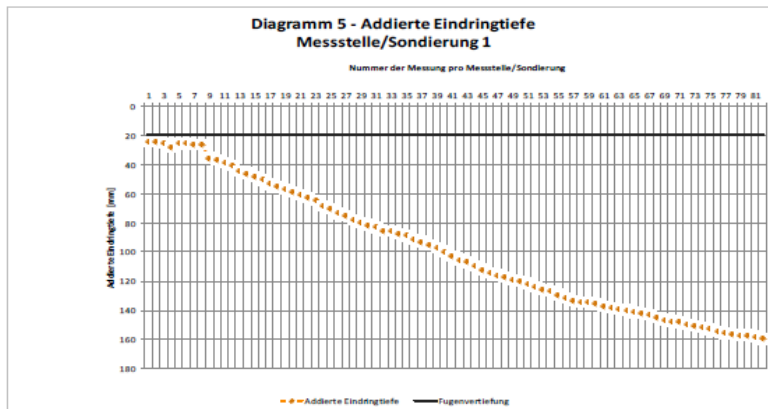
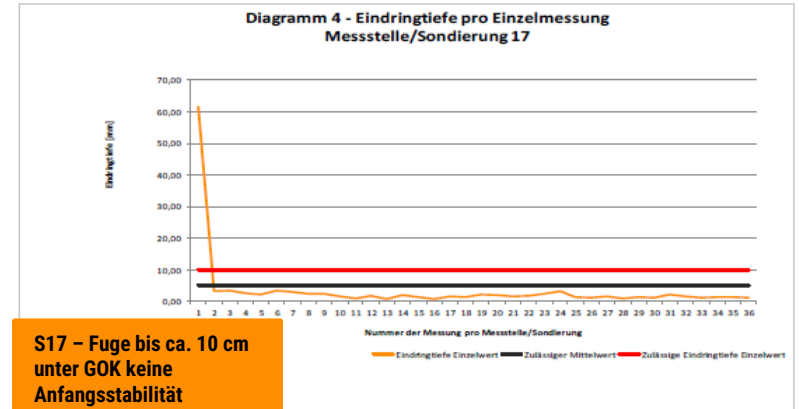
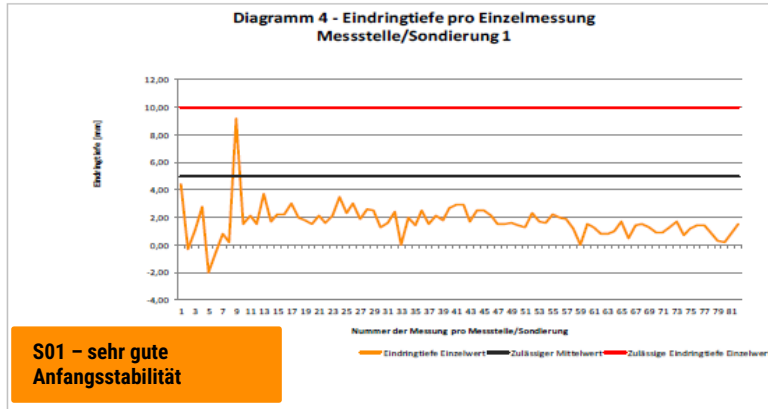
Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht

Grafische Übersicht aller Messstellen



Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht

Grafiken für jede Messstelle



Ermittlung Kennzahl funktionsfähige Fuge

$$Q_{FEinzel} = \frac{(h - FugV - H_s - M_s)}{h} \{Q_{FEinzel} \mid Q_{FEinzel} \in R, Q_{FEinzel} \geq 0\}$$

mit

- $Q_{FEinzel}$: Kennzahl der funktionsfähigen Fuge je Sondierstelle
- h : Steindicke in [mm]
- $FugV$: Fugenvertiefung in [mm]
- H_s : Höchstwert in [mm]
- M_s : Mittelwert in [mm]

Klassifizierungen der Grenzwerte			
Steindicke [cm]	Soll	$Q_{FEinzel} = Q_{FGes}$	
		Tolerierbare funktionsfähige Fuge	Nicht tolerierbare funktionsfähige Fuge
[1]	[2]	[3]	[4]
08	$1 \geq 0,65$	$< 0,65 \geq 0,60$	$< 0,60$
10	$1 \geq 0,68$	$< 0,68 \geq 0,64$	$< 0,64$
12	$1 \geq 0,70$	$< 0,70 \geq 0,67$	$< 0,67$
14	$1 \geq 0,71$	$< 0,71 \geq 0,69$	$< 0,69$
16	$1 \geq 0,73$	$< 0,73 \geq 0,70$	$< 0,70$
18	$1 \geq 0,73$	$< 0,73 \geq 0,72$	$< 0,72$

Lfd. Nr.	Sondierstelle	Steindicke [h in mm]	Fugenbreite [in mm]	Fugenvertiefung [FugV in mm]	Höchstwert [H _s in mm]	Mittelwert [M _s in mm]	Q _{FEinzel}
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[7]
1	S 01	160	5	19,50	09,20	01,70	0,81
2	S 02	160	5	14,50	15,50	02,33	0,80
3	S 03	160	2	24,60	09,90	02,17	0,77
4	S 04	160	3	18,90	12,50	02,94	0,79
5	S 05	160	13	26,00	09,30	01,58	0,77
6	S 06	160	6	12,50	06,80	01,39	0,87
7	S 07	160	10	63,80	14,40	03,02	0,49
8	S 08	160	9	40,90	09,70	02,93	0,67
9	S 09	160	4	32,90	16,90	03,62	0,67
10	S 10	160	10	61,70	19,30	03,56	0,47
11	S 11	160	14	61,90	14,90	03,26	0,50
12	S 12	160	7	34,00	17,10	04,09	0,66
13	S 13	160	10	11,20	21,40	03,95	0,77
14	S 14	160	3	77,90	25,40	06,44	0,32
15	S 15	160	3	34,90	27,00	03,03	0,59
16	S 16	160	4	63,30	12,60	04,00	0,50
17	S 17	160	6	33,30	61,60	03,49	0,39
18	S 18	160	6	43,20	33,50	01,49	0,51
19	S 19	160	13	66,40	28,40	04,92	0,38
20	S 20	160	10	14,00	36,10	06,50	0,65
21	Mittelwert			37,77	20,08	3,27	
22	Q _{FGes}				0,62		

Anwendungsfall Fugensondierung baubegleitend Betonsteinpflaster
Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht
Beispiel Fugensondierungen baubegleitend



Prüfbericht-Nr.	FS190418011FS10.20282
Datum (Prüfbericht)	11/04/2019
Datum (Sondierung)	10/04/2019
Kunde	Hansestadt Lübeck Port Authority
Projektname	Travemünde, Skandinavienkai 2
Witterung	trocken
Steinart	Betonsteinpflaster
Steindicke in mm	100
Steinbreite in mm	210
Steinlänge in mm	280
Zulässiger Mittelwert einer Sondierung [Mittelw.] in mm ≤:	4
Zulässige Eindringtiefe Einzelwert [Höchstw.] in mm ≤:	8
Maximale Fugenvertiefung (≤ 20% der Steindicke) [FugV] in mm ≤:	20

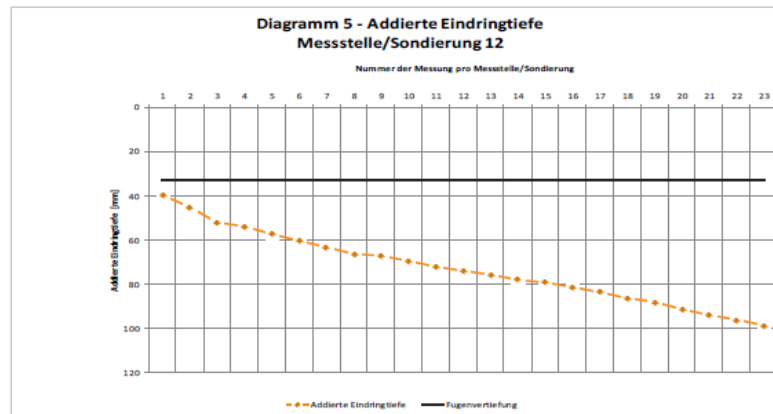
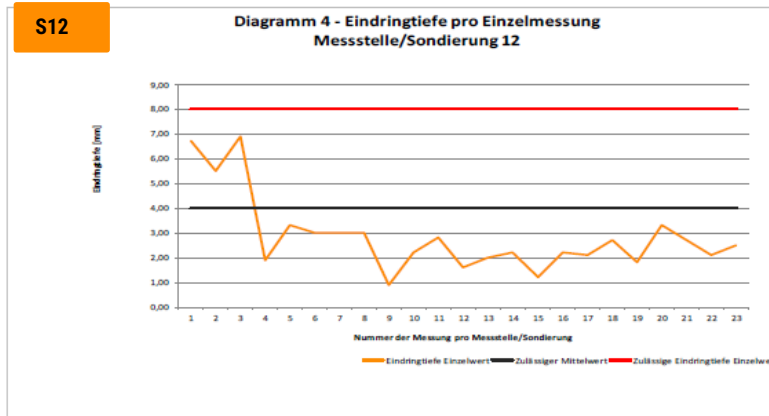
Zusammenfassung der Messwerte:

Messstelle	Fugenbreite	Anzahl	Sondiertiefe	FugV	Wert1	Wert2	Höchstw.	Mittelw.	Niedrigstw.	StdAbw
S 01	7	17	82,20	16,50	12,50	12,00	12,50	4,84	0,30	3,59
S 02	8	24	80,90	16,90	8,50	4,50	8,50	3,37	1,10	1,73
S 03	15	14	69,50	26,80	17,90	1,80	17,90	4,96	1,10	4,22
S 04	6	22	80,60	17,90	8,60	7,30	9,60	3,66	0,30	2,44
S 05	10	37	85,40	14,50	15,60	3,10	15,60	2,31	-0,50	2,52
S 06	9	37	79,40	18,10	16,70	3,60	16,70	2,15	-0,70	2,76
S 07	6	14	63,40	28,60	8,80	14,30	14,30	4,53	1,50	3,42
S 08	4	25	86,80	12,20	11,30	4,60	11,30	3,47	0,60	2,10
S 09	10	21	79,80	19,60	12,60	5,40	12,60	3,80	0,90	2,86
S 10	6	20	81,50	16,50	11,10	5,70	11,10	4,08	-0,20	2,42
S 11	6	47	87,10	12,40	6,00	7,40	7,40	1,85	-0,30	1,41
S 12	6	23	65,60	33,00	6,70	5,50	6,90	2,85	0,90	1,54
S 13	4	14	83,70	16,00	26,50	10,10	26,50	5,98	1,90	6,32
S 14	5	9	88,80	10,70	14,60	11,90	23,30	9,87	2,80	6,70
S 15	5	16	86,30	10,60	16,90	21,50	21,50	5,39	1,50	5,64
S 16	4	21	79,30	20,30	14,80	11,10	14,80	3,78	0,80	3,27
S 17	11	26	82,40	16,10	6,30	4,80	6,30	3,17	0,80	1,47
S 18	5	27	82,90	15,70	7,70	8,60	8,60	3,07	0,10	1,88
S 19	3	23	53,90	44,90	2,80	5,40	5,40	2,34	-0,40	1,10
S 20	10	13	68,30	28,20	19,90	9,80	19,90	5,25	1,60	4,94



Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht

Grafik für jede Messstelle





Prüfbericht-Nr.	FS191218012FS11.10406
Datum (Prüfbericht)	14/01/2020
Datum (Sondierung)	11/12/2019
Kunde	Landeshauptstadt Stuttgart
Projektname	Stadt Stuttgart, Neckarpark 112
Witterung	trocken
Steinart	Betonsteinpflaster
Steindicke in mm	140
Steinbreite in mm	200
Steinlänge in mm	300
Zulässiger Mittelwert einer Sondierung [Mittelw.] in mm ≤:	4
Zulässige Eindringtiefe Einzelwert [Höchstw.] in mm ≤:	8
Maximale Fugenvertiefung (≤ 20% der Steindicke) [FugV] in mm ≤:	28

Zusammenfassung der Messwerte:

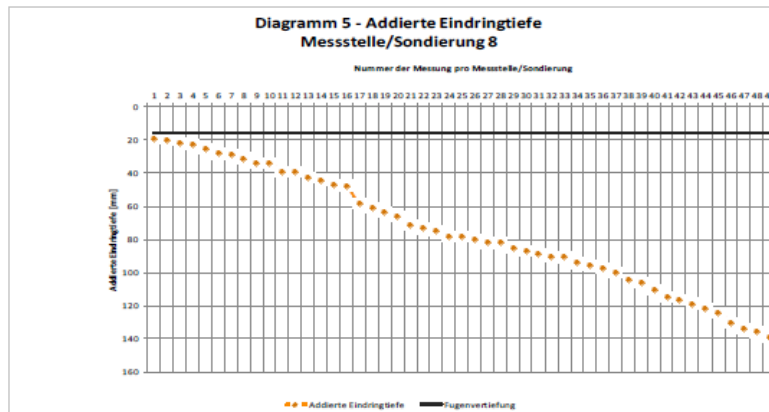
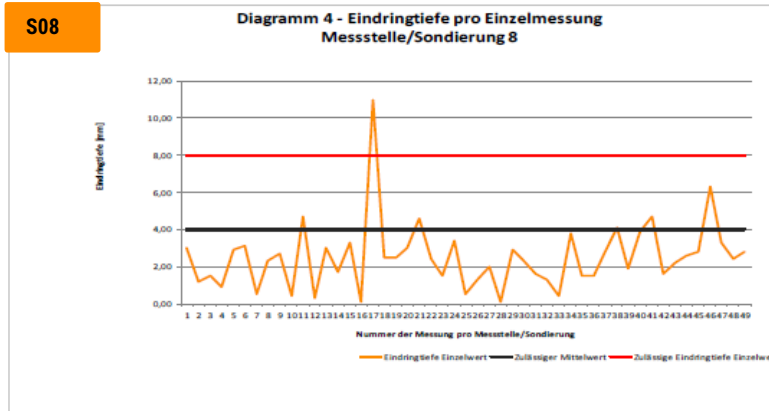
Messstelle	Fugenbreite	Anzahl	Sondiertiefe	FugV	Wert	Wert	Höchstw.	Mittelw.	Niedrigstw	StdAbw
S 01	6	134	129,70	9,10	2,30	1,30	3,00	0,97	0,10	0,60
S 02	6	118	125,30	13,10	2,30	0,40	3,60	1,06	0,10	0,65
S 03	4	102	123,30	12,80	2,10	0,20	13,60	1,21	-0,60	1,50
S 04	5	75	78,40	13,40	3,10	0,90	3,10	1,05	0,10	0,70
S 05	5	69	115,50	18,40	1,90	0,40	7,00	1,67	0,20	1,11
S 06	5	93	119,20	19,60	2,20	0,80	3,90	1,28	0,10	0,74
S 07	5	54	121,60	17,40	2,50	1,80	4,90	2,25	0,50	1,04
S 08	6	49	123,10	15,50	3,00	1,20	11,00	2,51	0,10	1,82
S 09	6	74	125,20	13,90	2,20	0,70	3,40	1,69	0,30	0,82
S 10	6	94	120,10	18,60	2,90	3,10	3,70	1,28	0,10	0,72
S 11	5	68	119,30	20,40	7,30	7,70	7,70	1,75	0,10	1,48



Beispielhafter Auszug aus dem Prüfbericht

Grafik für jede Messstelle

S08



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.