

Forschungsbericht Nr. 2629

Bemessung wasserdurchlässiger Verkehrsflächen mit Dränbeton der Bauklassen V und VI und mit geringer Verkehrsbelastung (Lieferwagen)

(FTB Forschungsgemeinschaft Transportbeton e.V.)

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines.....	2
2	Bemessung	2
2.1	Berechnungsmodell	2
2.2	Aufbau nach RStO	3
2.3	Untersuchte Aufbauten mit Dränbeton.....	4
3	Werkstoffkennwerte	5
3.1	Beton.....	5
3.2	Dränbeton	5
3.3	Drän-HGT.....	8
3.4	Zeitfestigkeit	8
3.5	Rechnerische Biegezugfestigkeit und Biegezugfestigkeitsklasse	9
4	Dimensionierung	10
4.1	Eingangsgrößen	10
4.2	Bemessungsgröße	10
4.3	Vergleich Plattenmitte - Rissrand.....	10
5	Untersuchungsergebnisse	10
6	Literaturverzeichnis	17
7	Verzeichnis der Bilder	17
8	Verzeichnis der Tabellen.....	18

1 Allgemeines

Dränbeton ist ein haufwerksporiger, hohlraumreicher Beton. Dieser offenporige Betonbelag wird i.d. Regel zur Minderung der Lärmemission eingesetzt: Dazu wird Dränbeton als Einkornbeton mit Splitt 5/8 mm hergestellt bei einem von außen zugänglichen Hohlraumgehalt von ca. 20 bis 25 Vol-% [1].

Bei Anwendung des Dränbeton als Trag(deck)schicht in untergeordneten Verkehrsflächen ist in der Regel ein von außen zugänglicher Hohlraumgehalt von 15 % ausreichend, um eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit zu erreichen.

Das Merkblatt „Wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen“ [2] ist *„für Verkehrsflächen mit geringer Verkehrsbelastung (Fahrbahnen, Parkplätze, Stellflächen) und infolgedessen mit geringer Verschmutzung des anfallenden Niederschlagswassers [Anwendung finden], also für die Bauklassen V und VI, Geh- und Radwege nach RStO und für entsprechende private Verkehrsflächen“*.

Die Zuordnung der Verkehrsflächen zu den Bauklassen erfolgt in diesem Merkblatt in zweiter Linie aufgrund der Verkehrsbelastung.

Im Merkblatt von 1998 [2] ist die Anwendung von Dränbeton bereits beschrieben. Eine differenzierte Anwendung von Dränbeton(deck)schichten und Aufbauten mit Dränbeton [3] soll in den Entwurf des Merkblatts für die Bauklassen V und VI aufgenommen werden. Dazu wurde eine Dimensionierung der Dränbetonschichten vorgenommen.

2 Bemessung

2.1 Berechnungsmodell

Die Dimensionierung geht vom Modell einer ein- oder mehrschichtigen, elastisch gelagerten Platte aus (Bild 1). Die Berechnung der Spannungen wird mit dem Verfahren nach Westergaard/Eisenmann [4] durchgeführt. Bei der Dimensionierung wurde kein Verbund zwischen Dränbeton und Dränbetontragschicht angenommen, wie dies auch der Fall ist bei der Dimensionierung von Betondecken auf Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln.

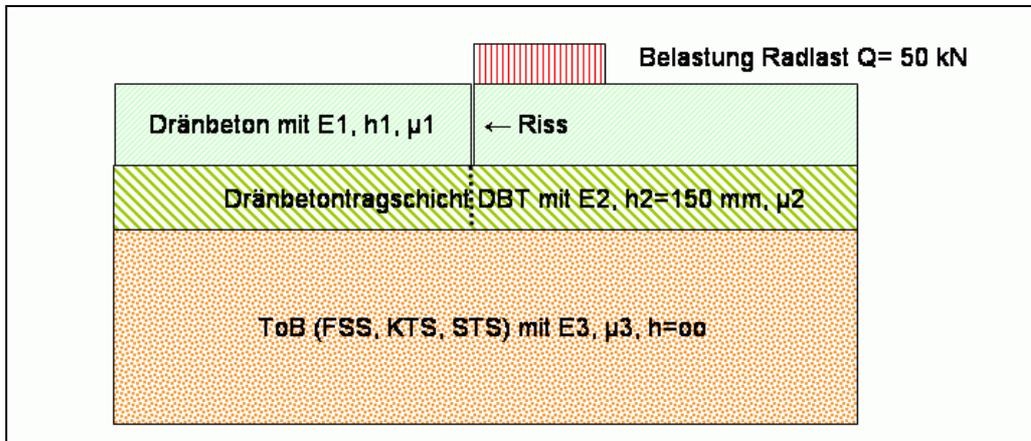


Bild 1: Berechnung an einer zweischichtigen, elastisch gelagerten Platte

2.2 Aufbau nach RStO

In den RStO [5] in Tafel 2 für Bauweisen mit Betondecken sind in Zeile 2 und Zeile 4 Aufbauten für die Bauklassen V und VI und die entsprechenden maximalen äquivalenten 10-t-Achsübergänge angegeben, siehe Bild 2. Auf der Frostschuttschicht wird in beiden Zeilen ein E_{v2} -Wert von $\geq 100 \text{ N/mm}^2$ gefordert.

(Dickenangaben in cm; ∇ E_{v2} - Mindestwerte in MN/m²)

Zeile	Bauklasse		SV				I				II				III				IV				V				VI			
	Aquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio.	B	> 32	> 10 - 32	> 3 - 10	> 0,8 - 3	> 0,3 - 0,8	> 0,1 - 0,3	≤ 0,1																					
	Dicke des frostsich. Oberbaues ¹⁾		55	65	75	85	55	65	75	85	55	65	75	85	45	55	65	75	45	55	65	75	35	45	55	65	35	45	55	65
4	Frostschuttschicht																													
	Betondecke																													
	Frostschuttschicht																													
Dicke der Frostschuttschicht																														
2	Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht																													
	Betondecke																													
	Asphalttragschicht																													
	Frostschuttschicht																													
Dicke der Frostschuttschicht																														

Bild 2: RStO Tafel 2 für Bauweisen mit Betondecken Zeile 2 und Zeile 4 [5]

In der in Bearbeitung befindlichen RStO wird es voraussichtlich eine neue Einteilung der Bauklassen geben, siehe Tabelle 1, die eine höhere Belastung der bisherigen Bauklassen ergibt.

Bauklasse	III	IV	V	VI
	RStO 2001			
Äquivalente 10-t-Achsübergänge in Mio	> 0,8 – 3	> 0,3 – 0,8	> 0,1 – 0,3	≤ 0,1
	Entwurf RStO 2009			
Dimensionierungsrelevante Beanspruchung B Äquivalente 10 t-Achsübergänge in Mio	> 1,5 - 3	> 0,8 – 1,5	> 0,3 – 0,8	bis 0,3

Tabelle 1: RStO 2001 und RStO Entwurf, Stand 2009

2.3 Untersuchte Aufbauten mit Dränbeton

Bewährte Aufbauten mit Betondecke auf gebundenen oder nicht gebundenen Tragschichten sind in den „Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen – RStO 01“ [5] angegeben. Wegen der hohlraumreichen Struktur von Dränbeton kann sich ein anderes Verformungs- und Langzeitverhalten gegenüber Beton ergeben.

Um erforderliche Schichtdicken für untergeordnete Verkehrsflächen mit Dränbeton(deck)schichten angeben zu können, wird eine Dimensionierung anhand der Biegezugspannungen an der Unterseite des Dränbetons durchgeführt.

Untersucht wurden mehrere Varianten:

zwei Bauklassen nach RStO 2001 und eine Verkehrsfläche mit geringer Belastung:

- Bauklasse V,
- Bauklasse VI,
- Belastung mit Fahrzeugen von ≤ 3,5 t Gesamtgewicht.

statische Biegezugfestigkeiten für einen Dränbeton mit 15 % von außen zugänglichem Hohlraumgehalt:

- Biegezugfestigkeit von 3 N/mm²; 3,5 N/mm² und 4 N/mm² ohne Polymerzusatz,
- Biegezugfestigkeit von 4 N/mm²; 4,5 N/mm² und 5 N/mm² mit Polymerzusatz.

und vier Aufbauten mit Dränbeton:

- Dränbeton auf Dränbetontragschicht DBT, FSS mit $E_{V2} = \geq 100 \text{ N/mm}^2$,
- Dränbeton auf ToB (STS, KTS), $E_{V2} = \geq 150 \text{ N/mm}^2$,
- Dränbeton auf ToB (STS, KTS), $E_{V2} = \geq 120 \text{ N/mm}^2$,
- Dränbeton auf Frostschutzschicht (FSS), $E_{V2} \geq 100 \text{ N/mm}^2$ (RStO Tafel 2).

Die Anforderung an den Verformungsmodul beträgt nach ZTV SoB-StB [10] bei Straßen der Bauklasse V und VI in Abhängigkeit von der Schichtdicke der Kies- bzw. Schottertragschicht $E_{V2} \geq 120$ oder $\geq 150 \text{ N/mm}^2$.

Component/property	Mix proportions/properties			
	1	2	3	4
Gravel type and content (kg/m ³)	crushed granite (5-12 mm) 1427	crushed granite (5-12 mm) 1506	river gravel (4-8 mm) 1352	crushed basalt (5-8 mm) 1534
Sand type and content (kg/m ³)	crushed limestone (0-5 mm) 101	crushed limestone (0-5 mm) 106	river sand (0-1 mm) 89	river sand (0-2 mm) 77
Cement type and content (kg/m ³)	Spanish V-35 (40% fly ash) 350	Spanish V-35 (40% fly ash) 275	CEM II 32.5 R 279	German PZ 35 F (CEM I 42.5) 280
Water (liter/m ³)	110	78.5	64	95
Polymer (kg/m ³)	--	13.3	23.4	--
Superplasticizer (liter/m ³)	3.5	--	--	--
Microsilica (kg/m ³)	--	--	--	28
Density (kg/m ³)	1980	1930	1815	2070
Compressive strength (28-d; MPa)	26.8	20.6	23.2	13.9

Bild 4: Zusammensetzung und Eigenschaften der 4 Dränbeton-Mischungen Mix1 bis Mix4 [7]

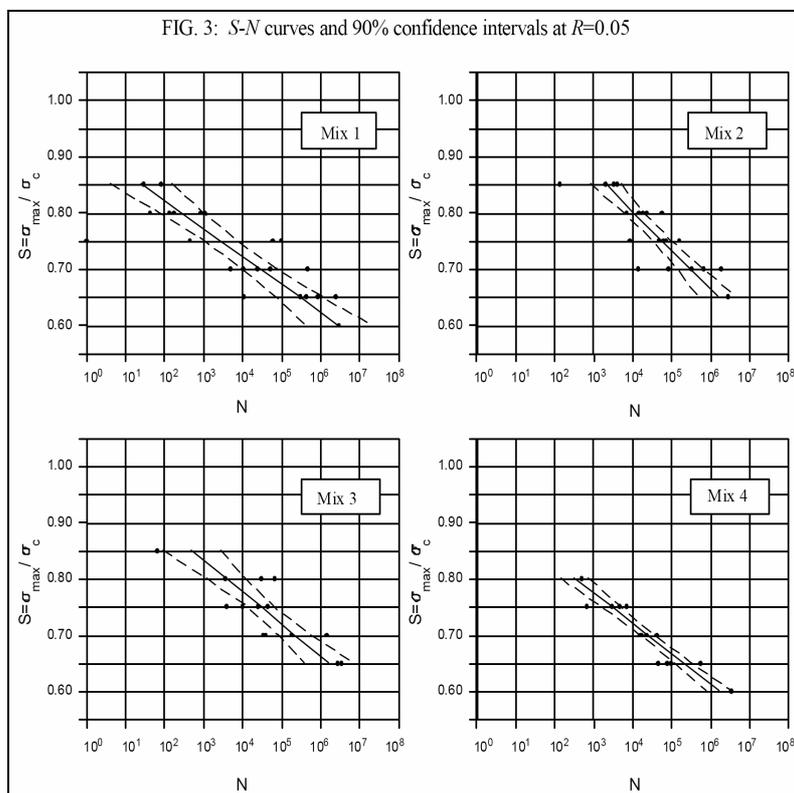


Bild 5: Zeitfestigkeitskurven mit Vertrauensbereich, Dränbeton Mix1 bis Mix4, R=0,05

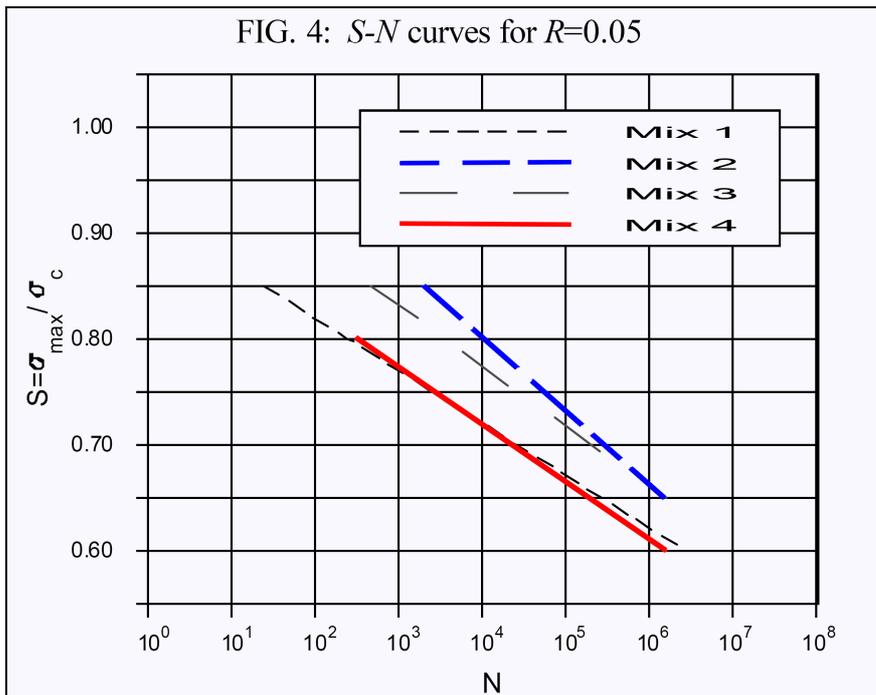


Bild 6: Zeitfestigkeitskurven im Vergleich, Dränbeton Mix1 bis Mix4 [7]

R	Mix 1			Mix 2			Mix 3			Mix 4		
	a	b	R	a	b	r	a	b	r	a	b	r
0.05	-0.050	0.920	0.806	-0.069	1.080	0.841	-0.057	1.003	0.834	-0.054	0.935	0.950
0.2				-0.065	1.084	0.958						
0.5				-0.050	1.058	0.947						

Bild 7: Regressionskoeffizienten der Zeitfestigkeitskurven von Dränbeton (Mix1 bis Mix4) [7]

Vom FIZ Düsseldorf wurde ein Dränbeton mit Polymerzusatz von 20 Masse-% für lärmindernde Decken untersucht. Nach den Erfahrungen des FIZ (Tabelle 9 in Anlage 1) wird angenommen, dass die Wasserdurchlässigkeit bei einem zugänglichen Hohlraumgehalt von 15 % eines Einkornbetons und einer Dränbetontragschicht ausreichend ist für den geforderten Wert von $5,4 \times 10^{-5}$ m/sec [2].

Eine typische Zusammensetzung und die Qualitätsanforderungen für Dränbeton mit Polymerzusatz sind in Tabelle 10 in Anlage 1 zu finden.

3.3 Drän-HGT

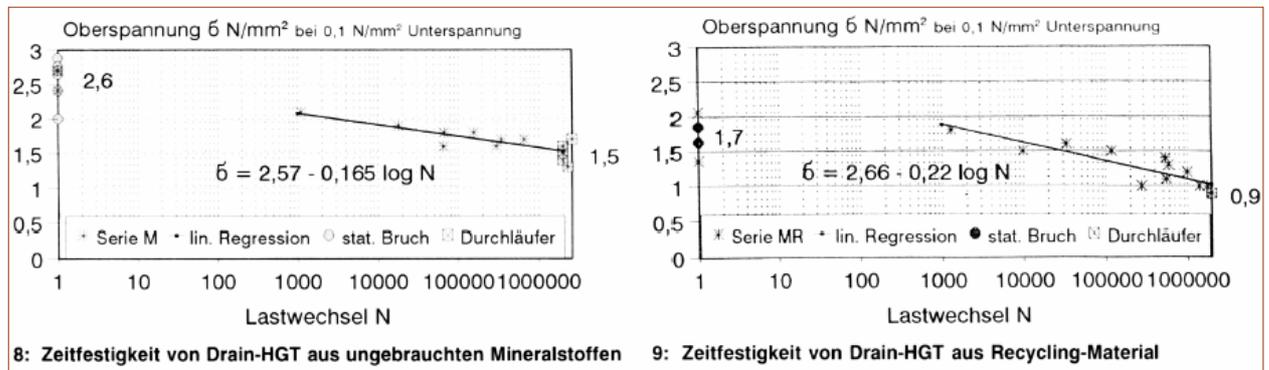


Bild 8: Zeitfestigkeit von Drän-HGT aus ungebrauchten Mineralstoffen und aus Recycling-Material [9]

Vom Prüfamnt für Verkehrswegebau wurde an 2 Versuchsstrecken der Einsatz einer Drän-HGT mit Festigkeiten entsprechend einer HGT untersucht [9]. Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde die Zeitfestigkeit der Drän-HGT mit neuen, ungebrauchten Mineralstoffen (Splitt 8/16 und 16/22, 10 % Sand) und mit Recyclingmaterial ermittelt. Die Zeitfestigkeit unter Biege-Schwellbeanspruchung ist in Bild 8 dargestellt.

3.4 Zeitfestigkeit

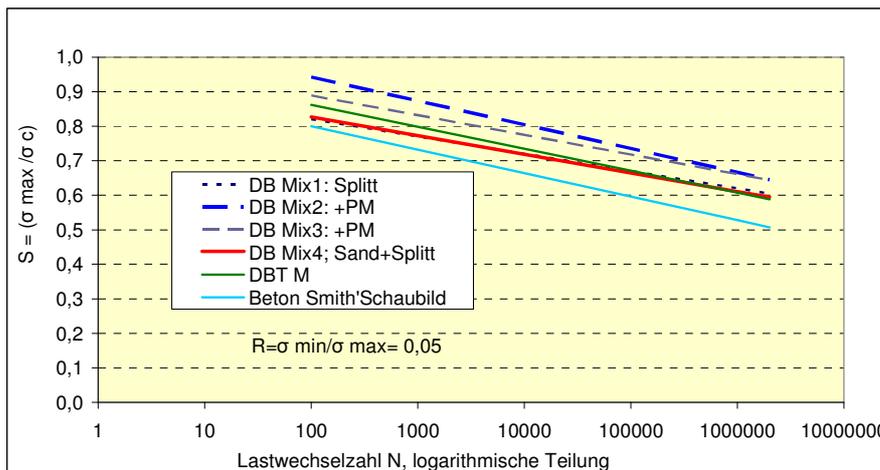


Bild 9: Zeitfestigkeit von Dränbeton DB (M1 bis M4), Dränbetontragschicht DBT und Beton bei Dauerschwingbeanspruchung; $S = \text{max. Spannung} / \text{stat. Biegezugfestigkeit}$

Die Zeitfestigkeitskurven des z.T. polymermodifizierten Dränbetons, der Drän-HGT sowie die Zeitfestigkeit von Beton nach dem Smith'schen Schaubild sind in Bild 9 gegenübergestellt.

Dabei zeigt sich, dass bei den hohlraumreichen Dränbetonschichten eine günstigere Zeitfestigkeit, bezogen auf die statische Biegezugfestigkeit, erreicht wird und polymermodifizierter Dränbeton günstiger als nicht polymermodifizierter Dränbeton abschneidet.

Da die Lastwechselzahl exponentiell von der Spannung abhängt, bewirken geringe Spannungsänderungen z.B. infolge Schichtdickenänderungen eine Erhöhung oder Erniedrigung der Lastwechselzahl um den Faktor 10 oder mehr.

3.5 Rechnerische Biegezugfestigkeit und Biegezugfestigkeitsklasse

Die Biegezugfestigkeit ist abhängig von der Balkenhöhe, der Belastungsanordnung (Stützweite, Einzellast in Balkenmitte oder 2 Drittelpunktbelastungen) und den Versuchs- und Lagerungsbedingungen. In Tabelle 2 ist für Beton eine aus Umrechnungsfaktoren ermittelte Zuordnung der Biegezugfestigkeitsklasse (mit Doppellast nach DIN EN geprüfetes Prisma 700x150x150 mm) zur rechnerischen Biegezugfestigkeit β_{BZ} (entspricht etwa der mit Einzellast geprüften Biegezugfestigkeit nach ZTV Beton-StB 01, Prisma 700x100x150 mm) angegebenen [11]. Wieweit dies für Dränbeton zutrifft, ist zu prüfen. Bei einer Übertragung der Ergebnisse von Beton auf Dränbeton kann man davon ausgehen, dass z.B. eine Biegezugfestigkeit eines Dränbetons von 3,5 [N/mm²] einer rechnerischen Biegezugfestigkeit von mindestens 4,5 [N/mm²] entspricht.

Druckfestigkeitsklasse	[N/mm ²]	C30/37		C35/45
Bauklasse RStO	–	IV–VI	SV, I–III	–
Biegezugfestigkeitsklasse (mit Doppellast)	[N/mm ²]	F3,5	F4,5	–
Rechnerische Biegezugfestigkeit β_{BZ} (mit Einzellast)	[N/mm ²]	4,5–5,5	5,5–6,5	6,0–7,0

Mindestwerte sind **fett gesetzt**.

Tabelle 2: Druckfestigkeitsklasse von Beton, Biegezugfestigkeitsklasse nach TL Beton-StB 07 und rechnerische Biegezugfestigkeit β_{BZ} [N/mm²] [11]

4 Dimensionierung

4.1 Eingangsgrößen

Bei den Berechnungen wurde mit folgenden Eingangsgrößen gerechnet:

Standard-Bemessungsraddlast von 50 kN,

Zuschlag zur Verkehrslast = 1,25 (Dynamik entsprechend der Bauklasse, Radlastverlagerung, Überladung) [4]

E-Modul des Drainbetons $E_1 = 17.000 \text{ N/mm}^2$ (mit Polymerzusatz) / 22.000 N/mm^2 (ohne Polymerzusatz)

E-Modul der Drainbetontragschicht DBT entsprechend einer HGT von 5.000 N/mm^2 , Dicke 150 mm,

E-Modul der ToB entsprechend dem E_{V2} -Wert nach Anforderung der RStO/ZTV SoB-StB

Lastfall Rissrand, Wirksamkeitsindex von 50 % (Annahme für einen unverdübelten Riss), ohne Verbund

Plattengröße 25-fache Schichtdicke, aber in jedem Fall $\leq 5 \text{ m}$

Positiver Temperaturgradient $\Delta t = +0,09 \text{ K/mm}$

Wölbspannung entsprechend σ_W bzw. σ_W'' nach [4]

Biegezugfestigkeit des Drainbetons β_{BZ} variiert von 3 bis 5 N/mm^2

Zeitfestigkeitskurven entsprechend Mix4 (ohne Polymerzusatz) und Mix2 (mit Polymerzusatz), $R = \sigma_{\min} / \sigma_{\max} = 0,05$

4.2 Bemessungsgröße

Die Bemessungsgröße für die Dimensionierung war die Biegezugspannung an der Unterseite des Dränbetons.

4.3 Vergleich Plattenmitte - Rissrand

Eine Vergleichs-Untersuchung zwischen dem Lastfall Rissrand und Plattenmitte zeigte, dass der Lastfall Rissrand maßgebend ist, da dort eine etwa doppelt so große Biegezugspannung auftritt gegenüber dem Lastfall Plattenmitte.

5 Untersuchungsergebnisse

In Tabelle 3 bis Tabelle 8 ist die zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit der Schichtdicke des Dränbetons und von den untersuchten Aufbauten mit Variation der rechnerischen Biegezugfestigkeit des Dränbetons mit und ohne Polymerzusatz angegeben. In Bild 10 und Bild 11 ist die zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit der Schichtdicke des Dränbetons beispielhaft aufgetragen. Die Lastwechselzahl 0,1 bis 0,3 Mio kennzeichnet in den Diagrammen den Bereich der Bauklasse V.

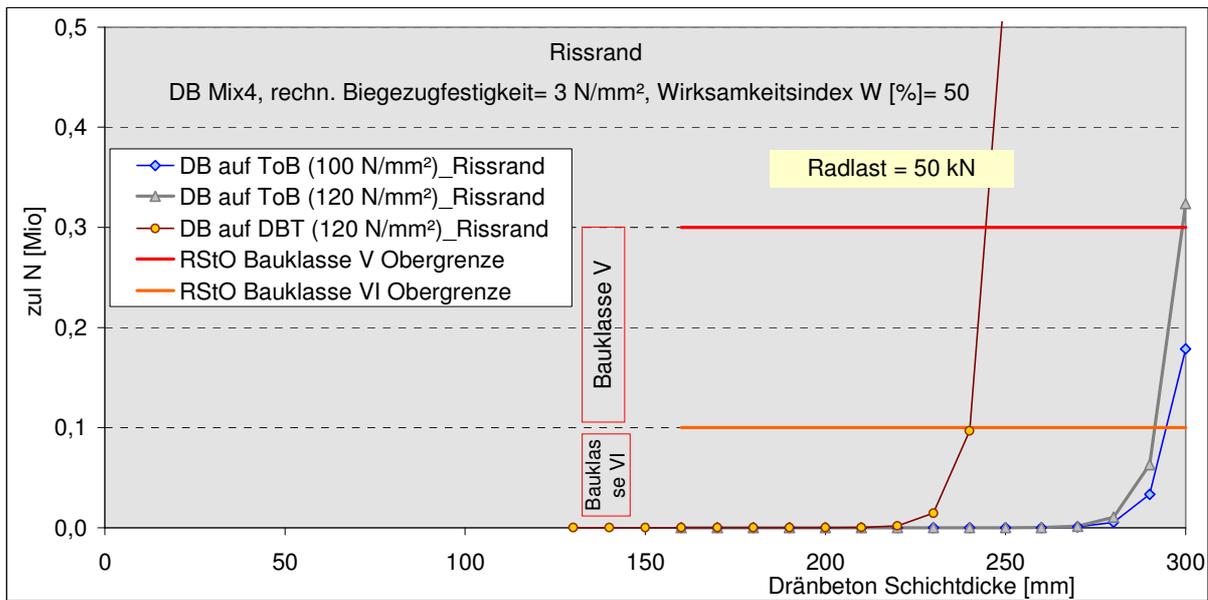


Bild 10: Zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit $W = 50\%$, rechn. Biegezugfestigkeit = 3 N/mm², ohne Polymerzusatz

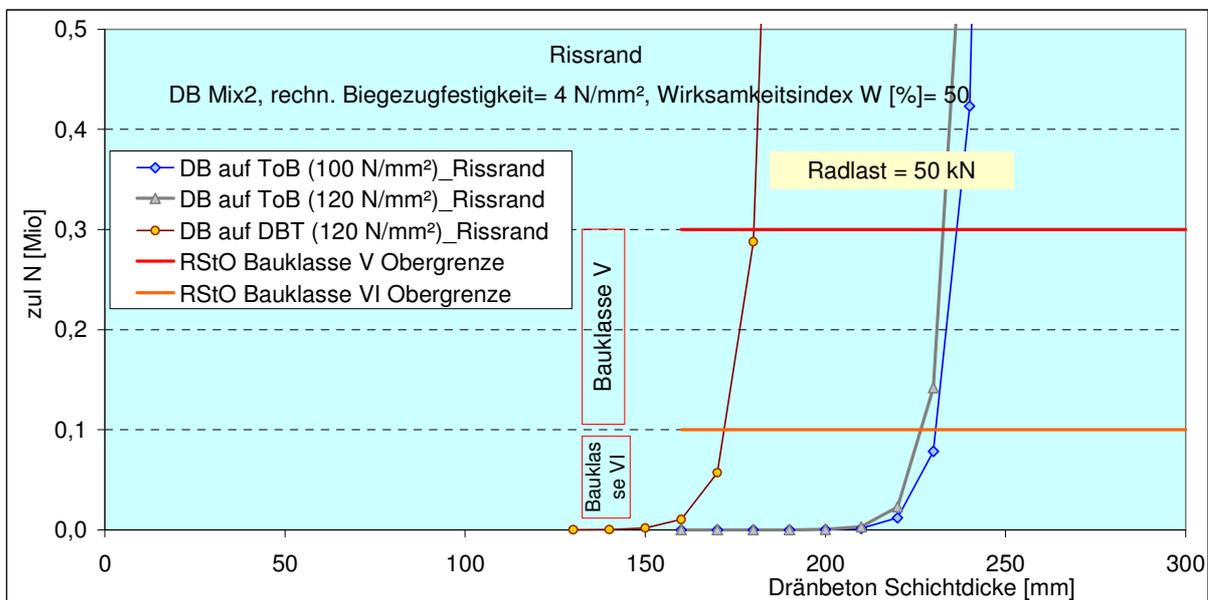


Bild 11: Zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit $W = 50\%$, rechn. Biegezugfestigkeit = 4 N/mm², mit Polymerzusatz

Bei einer Biegezugfestigkeit von 4 N/mm² (mit Polymerzusatz) ist demnach eine Schichtdicke des Dränbetons von 22 bis 23 cm erforderlich, siehe Bild 11 und Tabelle 6.

Dies gilt für eine Auflagerung auf einer Tragschicht ohne Bindemittel mit $E_{V2} = \geq 100 \text{ N/mm}^2$ bis $E_{V2} = \geq 150 \text{ N/mm}^2$. Wesentlich günstiger verhält sich eine Dränbetonschicht auf einer Dränbetontragschicht DBT, da dadurch die lastverteilende Wirkung vergrößert wird. In diesem Fall ist eine Schichtdicke des Dränbetons von 17 bzw. 18 cm erforderlich.

Für die gleichen Annahmen, allerdings für Dränbeton ohne Polymerzusatz, wurde die Berechnung für eine Biegezugfestigkeit von ebenfalls 4 N/mm^2 durchgeführt (Tabelle 5). Die erforderliche Schichtdicke von 24 bis 25 cm ist demnach größer, da die Zeitfestigkeitseigenschaften ungünstiger sind (siehe Ziff. 3.2).

Bei einer Festigkeit des Dränbetons von 3 N/mm^2 mit Aufbau auf ToB beträgt die erforderliche Schichtdicke 29 bis 30 cm (Bild 10 und Tabelle 3). Die Dicke einer Dränbetonschicht auf Dränbetontragschicht sollte 24 cm betragen (Tabelle 3).

Größere Biegezugfestigkeiten lassen eine geringere Schichtdicke zu, z.B. bei einer rechnerischen Biegezugfestigkeit von 5 N/mm^2 ist bei den Bauklassen V und VI eine Dicke von 19 bis 20 cm erforderlich. Eine Vergrößerung der Biegezugfestigkeit um 1 N/mm^2 bringt eine Reduzierung der Schichtdicke von etwa 4 cm, wie die Tabellen zeigen.

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
3	DB auf ToB (100 N/mm ²)	300	290	110
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	290	290	110
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	290	280	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	240	240	--

Tabelle 3: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, ohne Polymerzusatz, siehe Bild 10

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
3,5	DB auf ToB (100 N/mm ²)	270	270	100
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	270	260	100
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	260	260	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	220	210	--

Tabelle 4: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, ohne Polymerzusatz

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
4	DB auf ToB (100 N/mm ²)	250	250	100 ¹⁾
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	250	240	100 ¹⁾
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	240	240	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	200	190	--

¹⁾ Aus bautechnischen Gründen auf 100 mm angehoben

Tabelle 5: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, ohne Polymerzusatz

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
4	DB auf ToB (100 N/mm ²)	230	230	100 ¹⁾
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	230	220	100 ¹⁾
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	230	220	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	180	170	--

¹⁾ Aus bautechnischen Gründen auf 100 mm angehoben

Tabelle 6: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, mit Polymerzusatz, siehe Bild 11

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
4,5	DB auf ToB (100 N/mm ²)	220	210	--
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	210	210	--
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	210	200	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	160	150	--

Tabelle 7: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, mit Polymerzusatz

Rechnerische Biegezugfestigkeit [N/mm ²]	Aufbau	Bauklasse V	Bauklasse VI	Fahrzeuge mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht
5	DB auf ToB (100 N/mm ²)	200	200	--
	DB auf ToB (120 N/mm ²)	200	190	--
	DB auf ToB (150 N/mm ²)	200	190	--
	DB auf DBT (120 N/mm ²)	140	130	--

Tabelle 8: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, mit Polymerzusatz

Die oben beschriebene Dimensionierung von Schichten mit Dränbeton wurde für die Bauklassen V und VI bei 50 kN Standard-Bemessungsraddlast vorgenommen. In einem zweiten Schritt wurden ergänzende Berechnungen für eine Belastung durch Fahrzeuge von ≤ 3,5 t Gesamtgewicht entsprechend einem Lieferwagen oder schweren Pkw oder Kleintransporter durchgeführt. Die folgenden Angaben gelten für Pkw-Parkflächen und ähnliches. Hierbei muss sichergestellt sein, dass auf diesen Verkehrsflächen keine größeren Belastungen auftreten, da diese zu einer Überbeanspruchung und zu Rissen im Dränbeton führen können.

Anhand der Achslastverteilung von Kleintransportern kann man davon ausgehen, dass die Hinterachslast ca 55% bis 65% des zulässigen Gesamtgewichts, die Radlast also 8,2 bis 9,7 kN beträgt. In Ansatz gebracht wurde eine Radlast von 10 kN. Die Lastwechselzahl wurde entsprechend Bauklasse VI gewählt, die Berechnungen wurden mit und ohne Polymerzusatz mit entsprechenden Biegezugfestigkeiten durchgeführt. Bei berechneten Schichtdicken unter 100 mm wurde die Dicke aus bautechnischen Gründen auf 100 mm angehoben.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 bis Tabelle 6 in der letzten Spalte angegeben und beispielhaft in Bild 12 aufgetragen. Bei einer rechnerischen Biegezugfestigkeit von 3 N/mm^2 ohne Polymerzusatz ist eine Schichtdicke von 11 cm zu wählen. Bei einer größeren rechnerischen Biegezugfestigkeit oder bei Verwendung von Polymerzusatz beträgt die Schichtdicke entsprechend dem Mindestwert 10 cm.

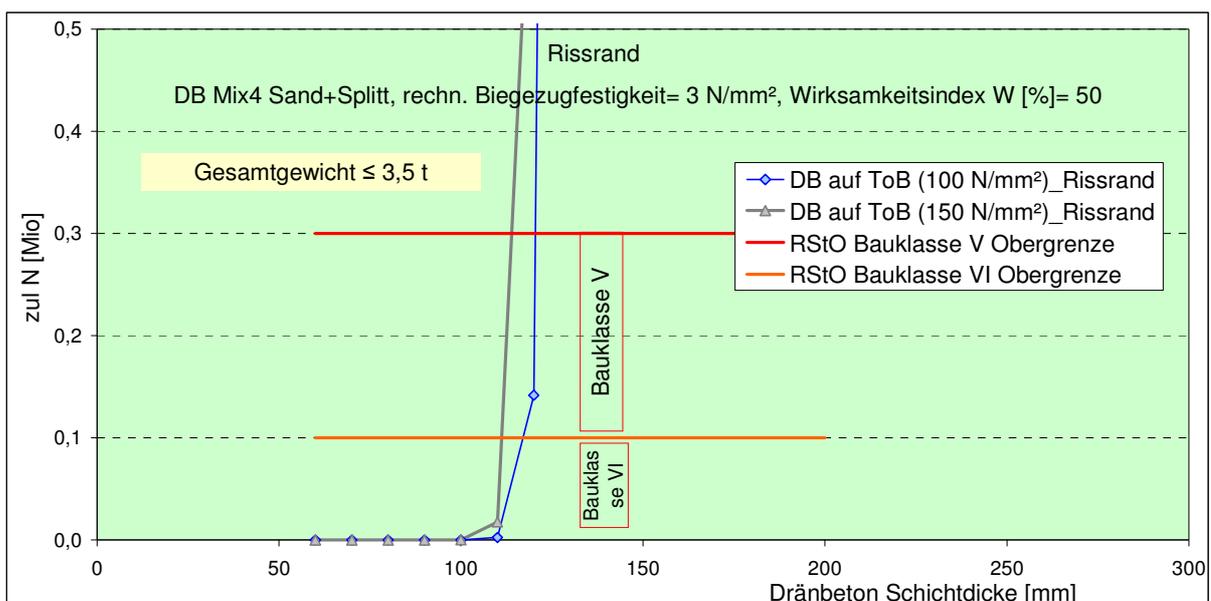


Bild 12: Zulässige Lastwechselzahl bei Belastung durch Lieferwagen mit $\leq 3,5 \text{ t}$ Gesamtgewicht in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit $W = 50\%$, rechn. Biegezugfestigkeit = 3 N/mm^2 , ohne Polymerzusatz

In einer gesonderten Untersuchung sollten die neuen Grenzen der neuen RStO berücksichtigt werden.

Mit der Dimensionierung wird das Verschmutzen und Reinigen von Dränbeton-Oberflächen sowie die oberseitige mechanische Beanspruchung insbesondere im Bereich der Risse nicht erfasst.

Aufbauend auf den bisherigen Erfahrungen mit einigen Dränbeton-Versuchsstrecken [1], [9] und Versuchen, die im Überrollprüfstand des Prüfamtes für Verkehrswegebau durchgeführt wurden, soll eine Versuchsstrecke konzipiert werden, bei der ein Aufbau entsprechend der Dimensionierung zur Anwendung kommt, um mit dieser Bauweise Erfahrungen zu sammeln und eine Bewährung nachzuweisen.

München, 16.04.2010

Für die Durchführung und
Auswertung der Versuche:

(Dr.-Ing. S. Freudenstein)
Univ.-Prof.

(Dr.-Ing. D. Birmann)

6 Literaturverzeichnis

- [1] Eickschen, Eberhard; Siebel, Eberhard: Dauerhaftigkeit von Dränbeton für Betonfahrbahndecken. beton 50 (2000) Nr.7 S.421-424 und Nr.8, S.483-486
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsausschuss „Kommunaler Straßenbau“: Merkblatt für wasserdurchlässige Befestigungen von Verkehrsflächen, Ausgabe 1998
- [3] Riffel, Siegfried: Deckschichten auf Dränbeton – eine ökologische Bauweise; Straßen- und Verkehrskongress Düsseldorf 1996
- [4] Eisenmann, Josef und G. Leykauf: Betonfahrbahnen; 2. Auflage 2003
- [5] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: RStO 01 - Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen[FGSV-Nr. 499], Ausgabe 2001
- [6] Siebel, Eberhard, Eickschen Eberhard: Lärmarme Betonfahrbahndecken – ein europäisches Forschungsprojekt; Straße + Autobahn Heft 11, 1995, Seite 658-661
- [7] Miguel Angel Pindado, Antonio Aguado, Alejandro Josa: Fatigue behaviour of polymer modified porous concretes
- [8] M.A. Pindado, A. Aguado, A. Josa: Fatiga en hormigones porosos modificados con polimeros, Barcelona, Juni 1993
- [9] Birmann, D.: Drän-HGT als wasserdurchlässige Tragschicht im Verkehrswegebau - Bau und Bewertung; Straße + Autobahn (1994), Heft 4, S. 200 – 209
- [10] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: ZTV SoB-StB - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, 2004 / Fassung 2007 [FGSV-Nr. 698]
- [11] Eisenmann, Josef und G. Leykauf: Verkehrsflächen aus Beton, Betonkalender 2007 S.93 bis 263

7 Verzeichnis der Bilder

Bild 1: Berechnung an einer zweischichtigen, elastisch gelagerten Platte	3
Bild 2: RStO Tafel 2 für Bauweisen mit Betondecken Zeile 2 und Zeile 4 [5]	3
Bild 3: Schaubild nach Smith [4] für Beton	5
Bild 4: Zusammensetzung und Eigenschaften der 4 Dränbeton-Mischungen Mix1 bis Mix4 [7].....	6
Bild 5: Zeitfestigkeitskurven mit Vertrauensbereich, Dränbeton Mix1 bis Mix4, R=0,05	6
Bild 6: Zeitfestigkeitskurven im Vergleich, Dränbeton Mix1 bis Mix4 [7]	7
Bild 7: Regressionskoeffizienten der Zeitfestigkeitskurven von Dränbeton (Mix1 bis Mix4) [7]	7
Bild 8: Zeitfestigkeit von Drän-HGT aus ungebrauchten Mineralstoffen und aus Recycling-Material [9].	8
Bild 9: Zeitfestigkeit von Dränbeton DB (M1 bis M4), Dränbetontragschicht DBT und Beton bei Dauerschwingbeanspruchung; S = max. Spannung / stat. Biegezugfestigkeit	8
Bild 10: Zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit W = 50%, rechn. Biegezugfestigkeit = 3 N/mm ² , ohne Polymerzusatz.....	11
Bild 11: Zulässige Lastwechselzahl in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit W = 50%, rechn. Biegezugfestigkeit = 4 N/mm ² , mit Polymerzusatz.....	11
Bild 12: Zulässige Lastwechselzahl bei Belastung durch Lieferwagen mit ≤ 3,5 t Gesamtgewicht in Abhängigkeit von der Schichtdicke des Dränbetons und dem Aufbau, Lastfall Rissrand mit W = 50%, rechn. Biegezugfestigkeit = 3 N/mm ² , <u>ohne</u> Polymerzusatz	15

8 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: RStO 2001 und RStO Entwurf, Stand 2009.....	4
Tabelle 2: Druckfestigkeitsklasse von Beton, Biegezugfestigkeitsklasse nach TL Beton-StB 07 und rechnerische Biegezugfestigkeit β_{BZ} [N/mm ²] [11]	9
Tabelle 3: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>ohne</u> Polymerzusatz, siehe Bild 10	13
Tabelle 4: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>ohne</u> Polymerzusatz	13
Tabelle 5: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>ohne</u> Polymerzusatz	13
Tabelle 6: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>mit</u> Polymerzusatz, siehe Bild 11	14
Tabelle 7: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>mit</u> Polymerzusatz.....	14
Tabelle 8: erforderliche Schichtdicke des Dränbetons DB [mm] bei einer maximalen Lastwechselzahl nach Bauklasse V und VI, <u>mit</u> Polymerzusatz.....	14
Tabelle 9: Kennwerte von Dränbeton mit Polymerzusatz in Abhängigkeit vom Hohlraumgehalt [Eickschen, FIZ, 2009]	19
Tabelle 10: Typische Zusammensetzung und Qualitätsanforderungen für Dränbeton mit Polymerzusatz [Riffel, 2009].....	19

Anlage 1

Kennwert	Hohlraumgehalt in Vol.-%		
	15	20	25
Druckfestigkeit Würfel 15 cm (N/mm ²), Mittelwert aus 4 Probekörpern	30 - 33	28 - 30	20 - 25
Biegezugfestigkeit Balken 70x10x15, Einzellast (N/mm ²), Mittelwert aus 3 Probekörpern	5,5	5,0	4,5
Spaltzugfestigkeit an Reststücken der Biegezugprüfung (N/mm ²), Mittelwert aus 6 Probekörpern	3,5	3,0	2,7
Statischer E-Modul Zylinder 15/30 (kN/mm ²), Mittelwert aus 2 Probekörpern	22	18	12
k-Wert (m/s)	0,007	0,04	0,01

Tabelle 9: Kennwerte von Dränbeton mit Polymerzusatz in Abhängigkeit vom Hohlraumgehalt [Eickschen, FIZ, 2009]

Eigenschaft		Menge/Anforderung
Betonfestigkeitsklasse	C 16/20 – C 25/30	
Gesteinskörnung	Sand 0/2 mm Splitt 5/8 mm	60 bis 100 kg/m ³ 1400 bis 1500 kg/m ³
Zement	CEM I 32,5 R - 42,5 R	300 - 350 kg/m ³
Wasser (Frischwasser)		40 - 75 kg/m ³
Kunststoffdispersion	15 bis 20 % v.Z. (7,5 bis 10 % Feststoff)	45 - 70 kg/m ³
w/z-Wert		0,25 - 0,28 (effektiv)
Kunststofffasern	PVA-Fasern RSC 15 RF 400	1 kg/m ³ 1 - 2 kg/m ³
Konsistenz	Einbau-Verdichtungsmaß	1,30 - 1,34 (C1)
Hohlraumgehalt	P	18 - 22 Vol.-%
Druckfestigkeit	f _{ck} *	≥ 25 N/mm ²
Biegezugfestigkeit	f _{ct} *	≥ 3,5 N/mm ²
Spaltzugfestigkeit	f _{ct} *	≥ 2,7 N/mm ²
Haftzugfestigkeit	f _{ct}	≥ 1,5 N/mm ²
statischer E-Modul	ε _B	16000 - 18000 N/mm ²

Tabelle 10: Typische Zusammensetzung und Qualitätsanforderungen für Dränbeton mit Polymerzusatz [Riffel, 2009]