



Stoffliche Zusammensetzung von RC-Baustoffen: Erkenntnisse aus Forschung und Praxis

Dr.-Ing. Carsten Karcher und Dipl.-Ing. Kathrin Kubanek



- Motivation
- Grundlagen
- Bautechnische Erkenntnisse
- Zusammenfassung



- Anfragen/Bedenken der Produzenten von RC-Baustoffen bezüglich Auswirkungen auf die Qualität bei höheren Anteilen einzelner Stoffgruppen
- Europäische Regelungen, Wegfall von Länderregelungen
- Eigene Erkenntnisse aus systematischen Untersuchungen und der Praxis als Güteüberwacher
- Angabe von Empfehlungen



Grundlagen

Definitionen nach TL Gestein-StB 04

RC-Baustoff

Rezyklierte Gesteinskörnung mit Begrenzung des Anteils einzelner Stoffgruppen.



Rezyklierte Gesteinskörnung

Gesteinskörnung, die durch Aufbereitung anorganischen Materials entstanden ist, das zuvor als Baustoff eingesetzt war.



Gesteinskörnung

Körniges Material für die Verwendung im Bauwesen. Gesteinskörnungen können natürlich, industriell hergestellt oder rezykliert sein.





Bei Abbruch, Rück-, Neu-, Aus- und Umbau von Gebäuden, Kunstbauten, Straßen und Wegen im Hoch- und Tiefbau anfallende Abfallarten:

- *Beton*
 - *Ziegel*
 - *Fliesen, Ziegel, Keramik*
 - *Gemische aus Beton, Fliesen, Ziegel und Keramik*
 - *Bitumengemische (Asphalt, teerfrei)*
 - *Keramik, Ziegel, Fliesen, Steinzeug nach dem Brennen*
 - *Betonabfälle, jedoch ohne Betonschlämme*
- jeweils mit Abfallschlüssel.

Getrennte Lagerung im Werk



Grundlagen

Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung

Merkblatt über die Wiederverwertung von mineralischen Baustoffen als Recycling-Baustoffe im Straßenbau (M RC), Ausgabe 2002

- Nach Augenschein an den gewaschenen Kornklassen 4/8, 8/16 und 16/X
- Ausgangsmenge ist das Gemisch aus der Bestimmung der Korngrößenverteilung
- Beurteilungsmerkmale als Tabelle gegeben
- Zuordnung zu den Stoffgruppen
- Ergebnis ist der gewogene Mittelwert für die einzelnen Stoffgruppen bezogen auf das Korngemisch > 4 mm auf 0,1 M.-%.





Grundlagen

Anforderungen an die stoffliche Zusammensetzung

Stoffgruppe [-]	TL Gestein-StB [M.-%]	Stoffgruppe [-]	TL Min-StB 2000 [M.-%]	Stoffgruppe [-]	Verwaltungs- vorschrift B.-W. [M.-%]
Festgestein	-	-	-	-	-
Kies	-	-	-	-	-
Beton und andere hydr. geb. Stoffe	-	-	-	-	≤ 70
Schlacke	-	-	-	-	-
Asphaltgranulat	≤ 30	Asphaltgranulat	≤ 30	-	-
Klinker, Ziegel und Steinzeug	≤ 30	Klinker, dichte Ziegel und Steinzeug	≤ 25	Klinker, dichte Ziegel und Steinzeug im Anteil > 5 m	≤ 25
Kalksandstein, Putze u. ähnliche Stoffe	≤ 5	Kalksandstein, weich gebrannte Ziegel und Steinzeug	≤ 5	Kalksandstein, weich gebrannte Ziegel und Putze im Anteil > 4mm	≤ 5
Mineral. Leicht- u. Dämmbaustoffe	≤ 1	Mineral. Leicht- u. Dämmbaustoffe, wie Gasbeton und Bimsbeton	≤ 1	Mineral. Leicht-/ Dämmbaustoffe (Gasbeton und Bimsbeton)	≤ 1
Fremdstoffe wie Holz, Gummi, Kunststoffe und Textilien	≤ 0,2	Fremdstoffe wie Holz, Gummi, Kunststoffe und Textilien	≤ 0,2	Holz, Gummi, Kunststoffe und Textilien	≤ 0,2

Unterschiede in den Qualitäten innerhalb einer Stoffgruppe

Länderregelung B.-W.: Reinheit, Durchmischung, Wasserdurchlässigkeit



Grundlagen

Zusammenhang Eigenschaften und Anforderungswerte

Stoffliche Zusammensetzung beeinflusst besonders stark die bautechnischen Eigenschaften des RC-Baustoffes.

Hierzu zählen besonders Festigkeit, Verdichtungseigenschaften, Wasserdurchlässigkeit, Tragfähigkeit und Frostbeständigkeit.

Daher wurden die Anteile begrenzt. Neue Erkenntnisse einer Forschungsarbeit der Universität Bochum (Dipl.-Ing. Jan Kollar) haben z.B. zu Änderungen der Stoffgruppen und der Anforderungswerte für Ziegel in den TL Gestein-StB 04 geführt.



Stoffgruppe weich und hart gebrannte bzw. dichte Ziegel

- Zuordnung nach äußerer Beschaffenheit schwierig. Prinzipiell ist qualitativer Unterschied vorhanden. Besser: Einteilung über Dichte und Wasseraufnahme.
- Gemische mit 60 M.-% Beton und 40 M.-% Ziegel können bezüglich Frostempfindlichkeit und Tragfähigkeit als ausreichend für den Einsatz in ToB angesehen werden. Schlagzertrümmerung ist nicht mehr ausreichend.

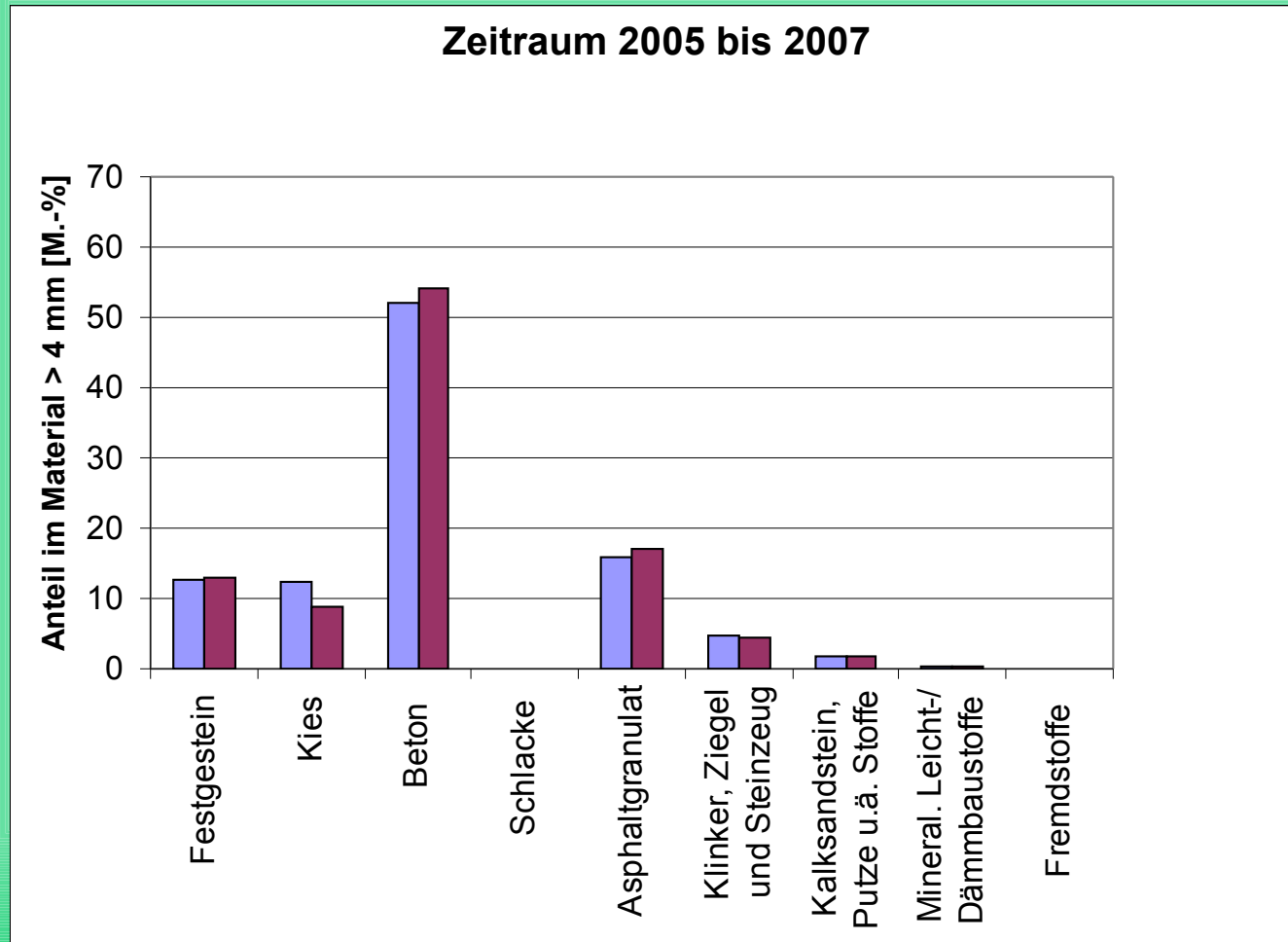
Schlussfolgerung:

- Begrenzung des Anteils der Stoffgruppe Ziegel auf 30 M.-%.
- Keine Unterscheidung in weich und hartgebrannte Ziegel



Bautechnische Erkenntnisse

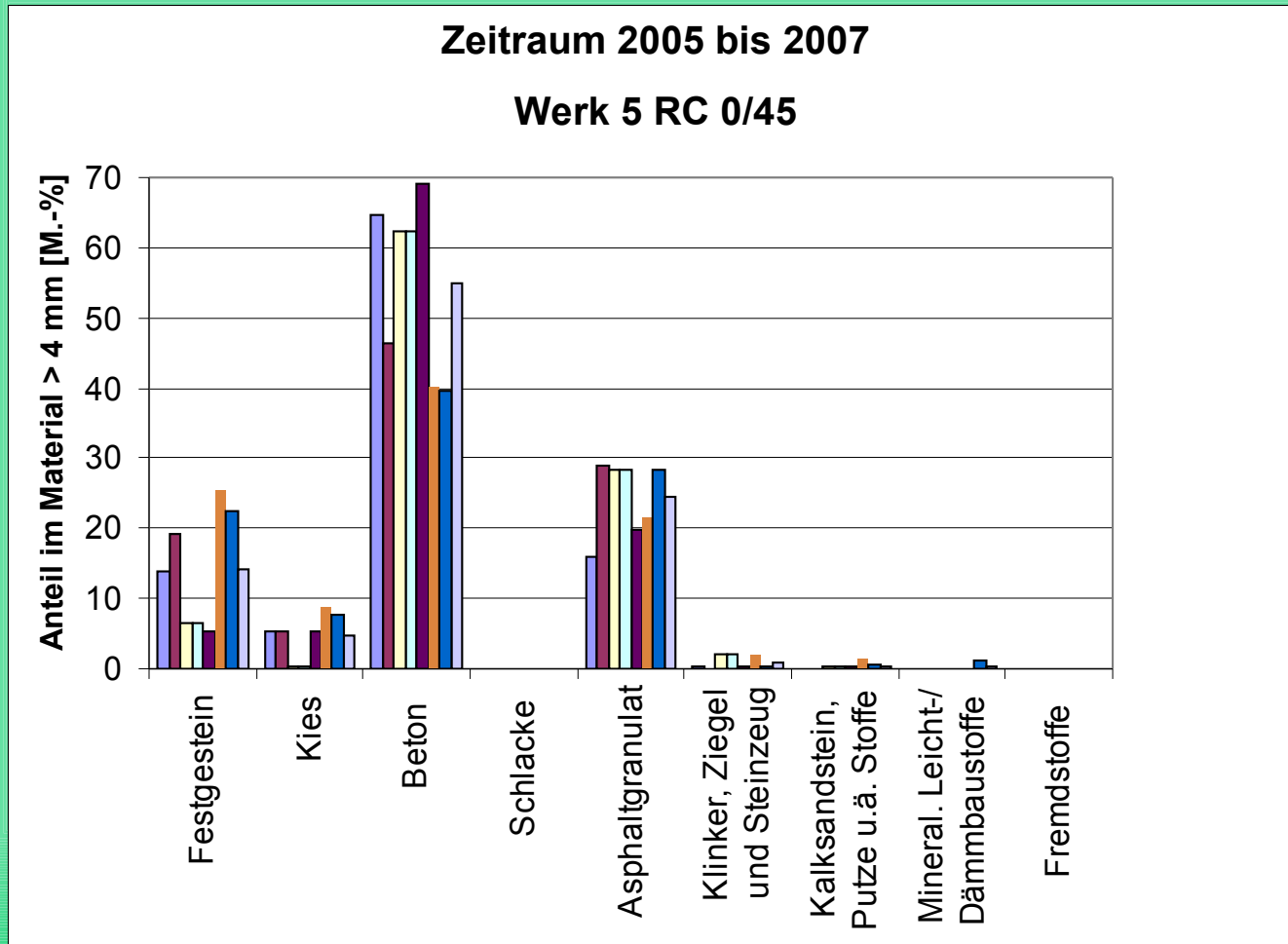
Stoffliche Zusammensetzung - Statistik





Bautechnische Erkenntnisse

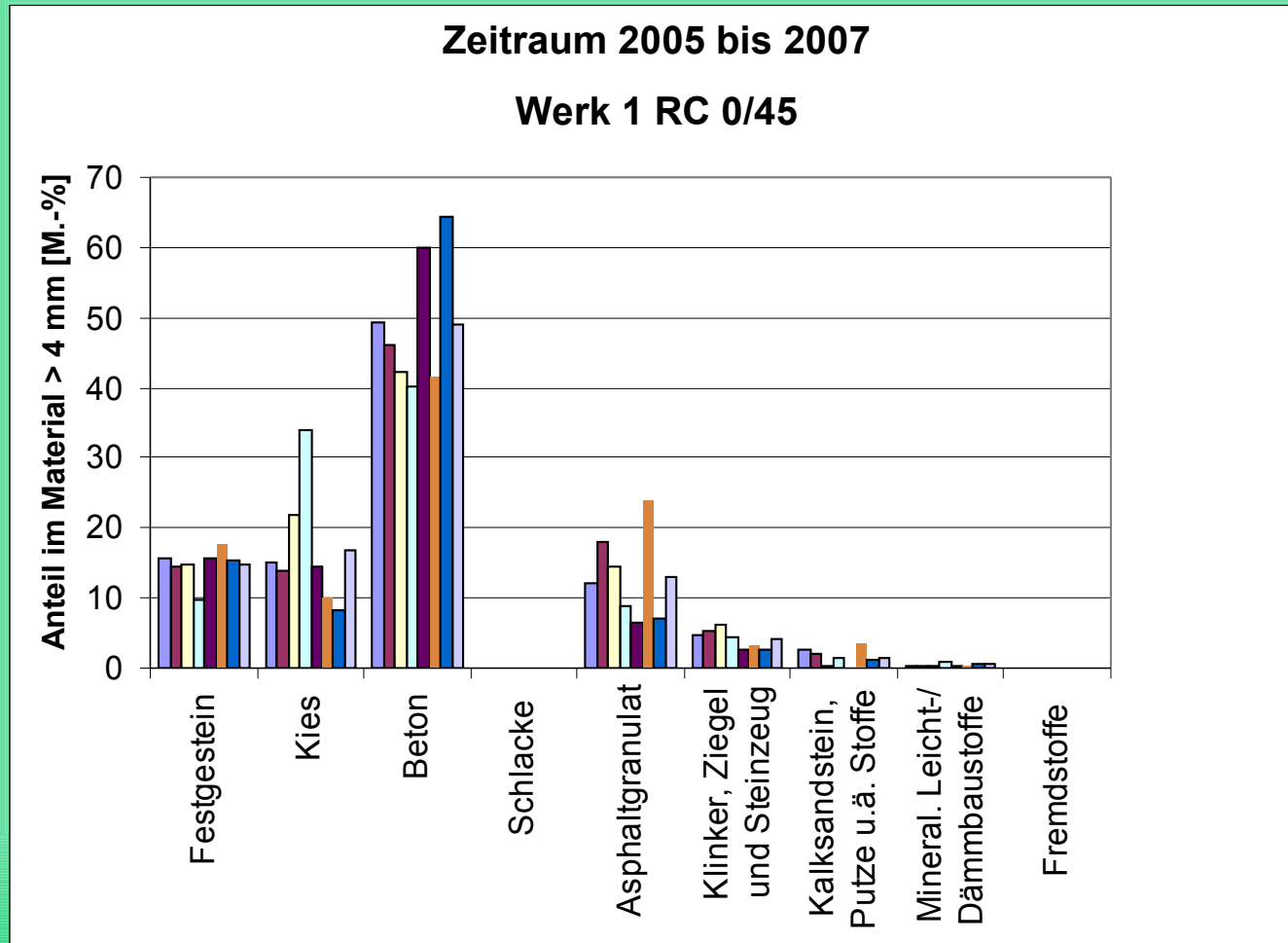
Stoffliche Zusammensetzung - Statistik





Bautechnische Erkenntnisse

Stoffliche Zusammensetzung - Statistik





Bautechnische Erkenntnisse

Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Untersuchungen am ISE mit präparativ zusammengesetzten Baustoffen bezüglich Festigkeit, Verdichtungseigenschaften und Wasserdurchlässigkeit

Probenaufbereitung

- Zerkleinerung mit Prallbrecher
- Sortenreine Ausgangsstoffe mit bekannter Korngrößenverteilung (KGV)
- Präparative stoffliche Zusammensetzung mit gleich bleibender KGV

Hervorragendes Ausgangsmaterial, womit das „Optimum“ der Eigenschaften getestet werden kann





Bautechnische Erkenntnisse

Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Zusammensetzung

- Ziegel: dichte Dachziegel mit Rohdichte von $2,670 \text{ g/cm}^3$
- Beton: 40 cm dicke Betonfahrbahn
- Asphalt: 30 cm dicke Asphaltfahrbahn
- Betonwerksteine: Pflastersteine aus Beton





Bautechnische Erkenntnisse

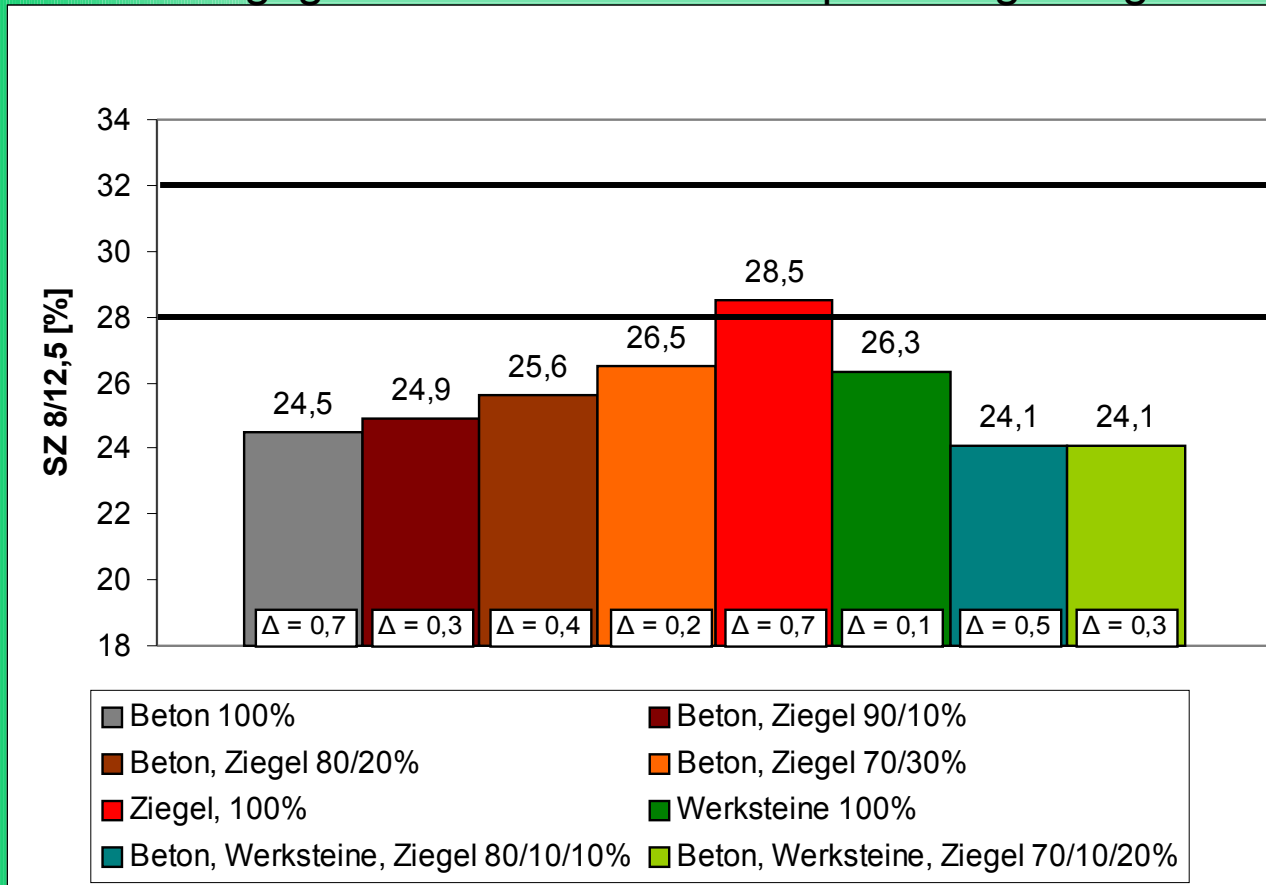
Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Nr.	Anteile in M.-%			
	Beton	Betonwerksteine	Asphalt	Ziegel
1	100	0	0	0
2	90	0	10	0
3	80	0	20	0
4	70	0	30	0
5	50	0	50	0
6	25	0	75	0
7	0	0	100	0
8	90	0	0	10
9	80	0	0	20
10	70	0	0	30
11	0	0	0	100
12	70	0	20	10
13	60	0	20	20
14	50	0	20	30
15	0	100	0	0
16	80	10	10	0
17	70	10	20	0
18	80	10	0	10
19	70	10	0	20



Bautechnische Erkenntnisse Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Widerstand gegen mechanische Beanspruchung – Ergebnisse Schlagversuch



Grenzwert für FSS nach
TL SoB-StB 04

Grenzwert für STS nach
TL SoB-StB 04

Δ = Spannweite

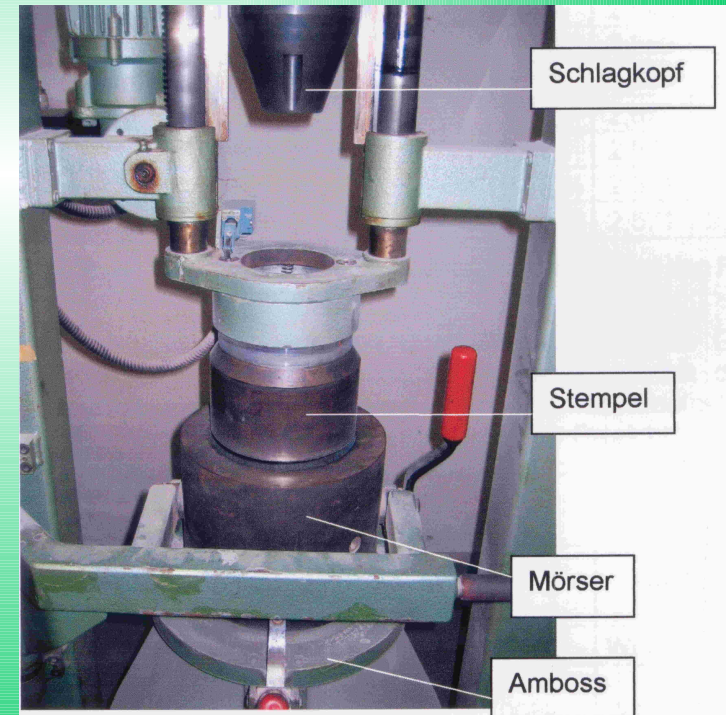


Bautechnische Erkenntnisse

Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Widerstand gegen mechanische Beanspruchung – Erkenntnisse

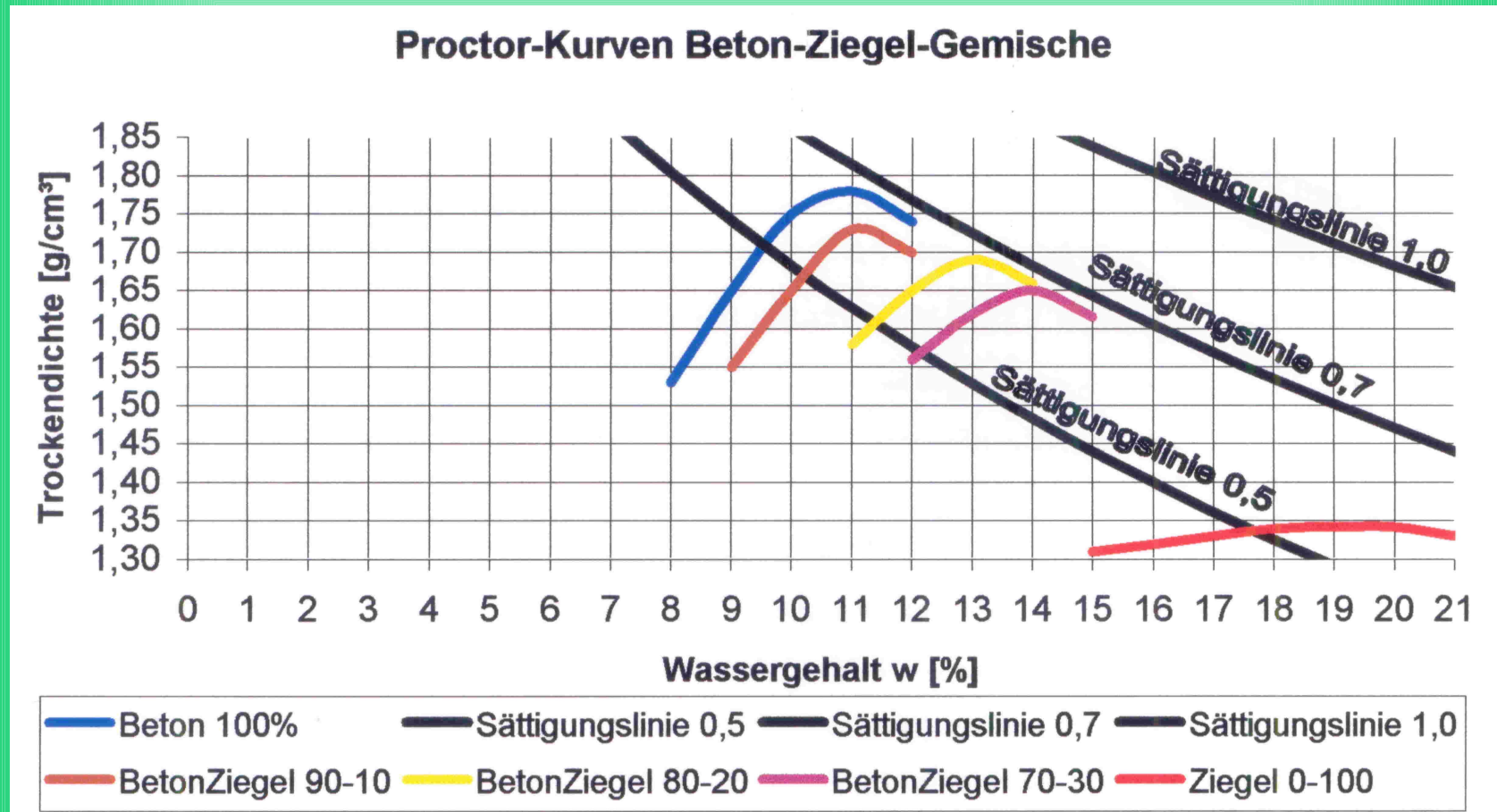
- Anforderungen für FSS und STS der Gemische mit bis zu 30 M.-% Ziegel erfüllt
- Gemisch mit 100 M.-% Ziegel erfüllt die Anforderungen für STS nicht
- Beton und Betonwerksteine unterscheiden sich nur geringfügig
- Aussagen gelten nur für hart gebrannte Ziegel, Verunreinigungen oder andere Qualitäten verändern das Ergebnis
- Auch bei schlechten Qualitäten erscheinen 30 M.-% Ziegel für Anforderung an FSS möglich





Bautechnische Erkenntnisse Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Verdichtungseigenschaften – Proctordichte und optimaler Wassergehalt

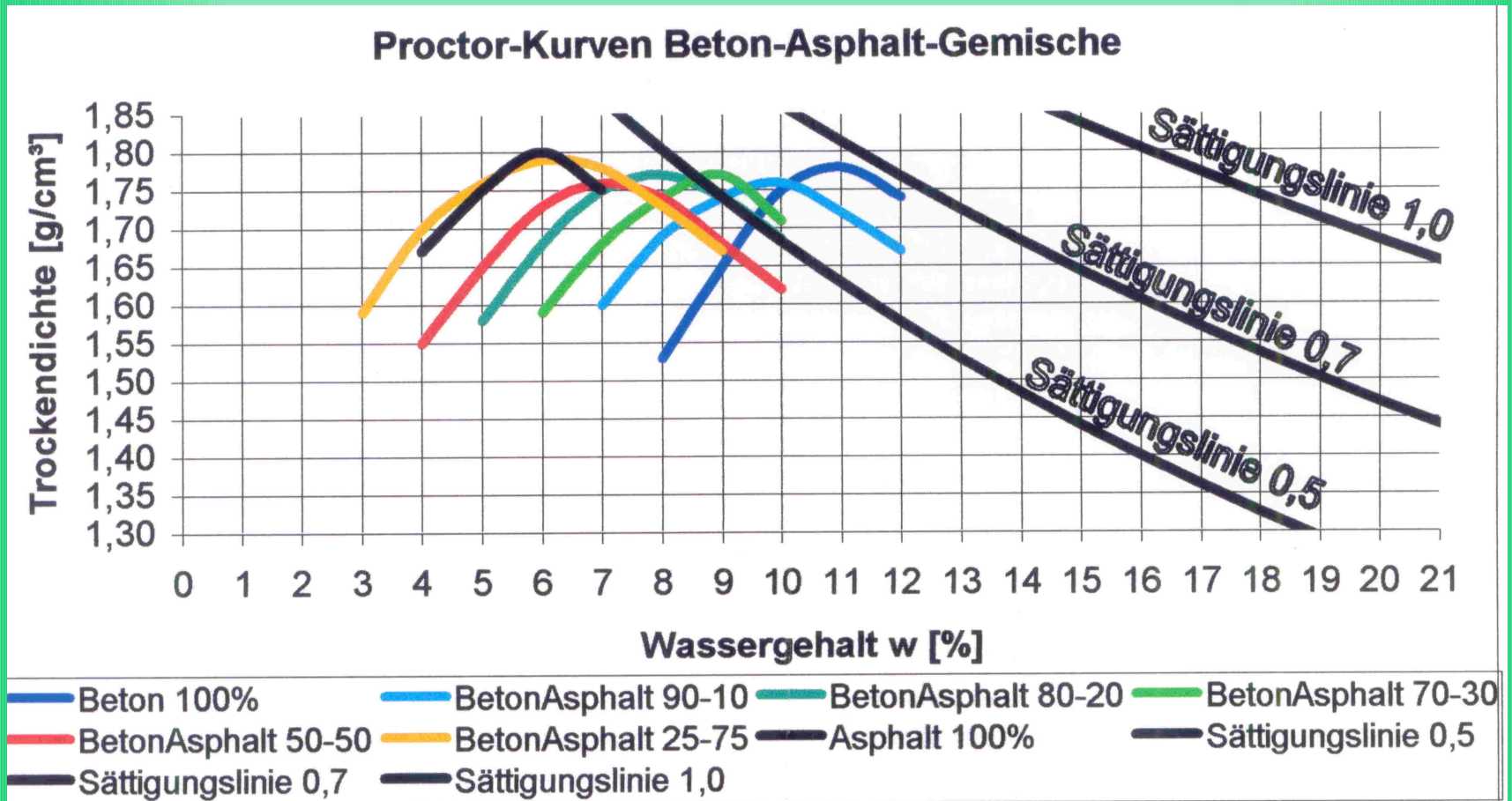




Bautechnische Erkenntnisse

Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Verdichtungseigenschaften – Proctordichte und optimaler Wassergehalt

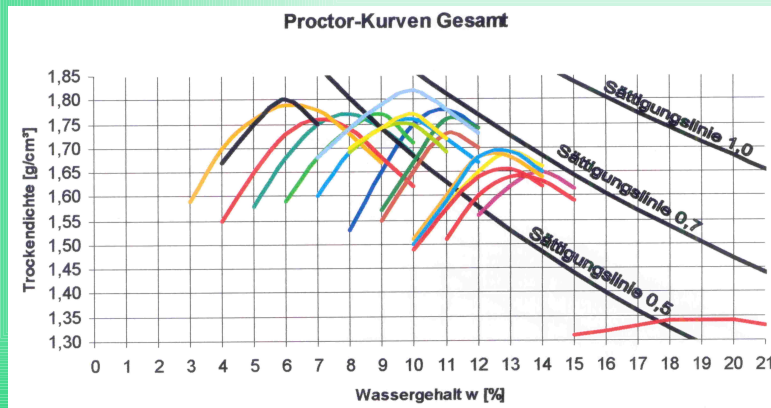




Bautechnische Erkenntnisse Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Verdichtungseigenschaften – Erkenntnisse

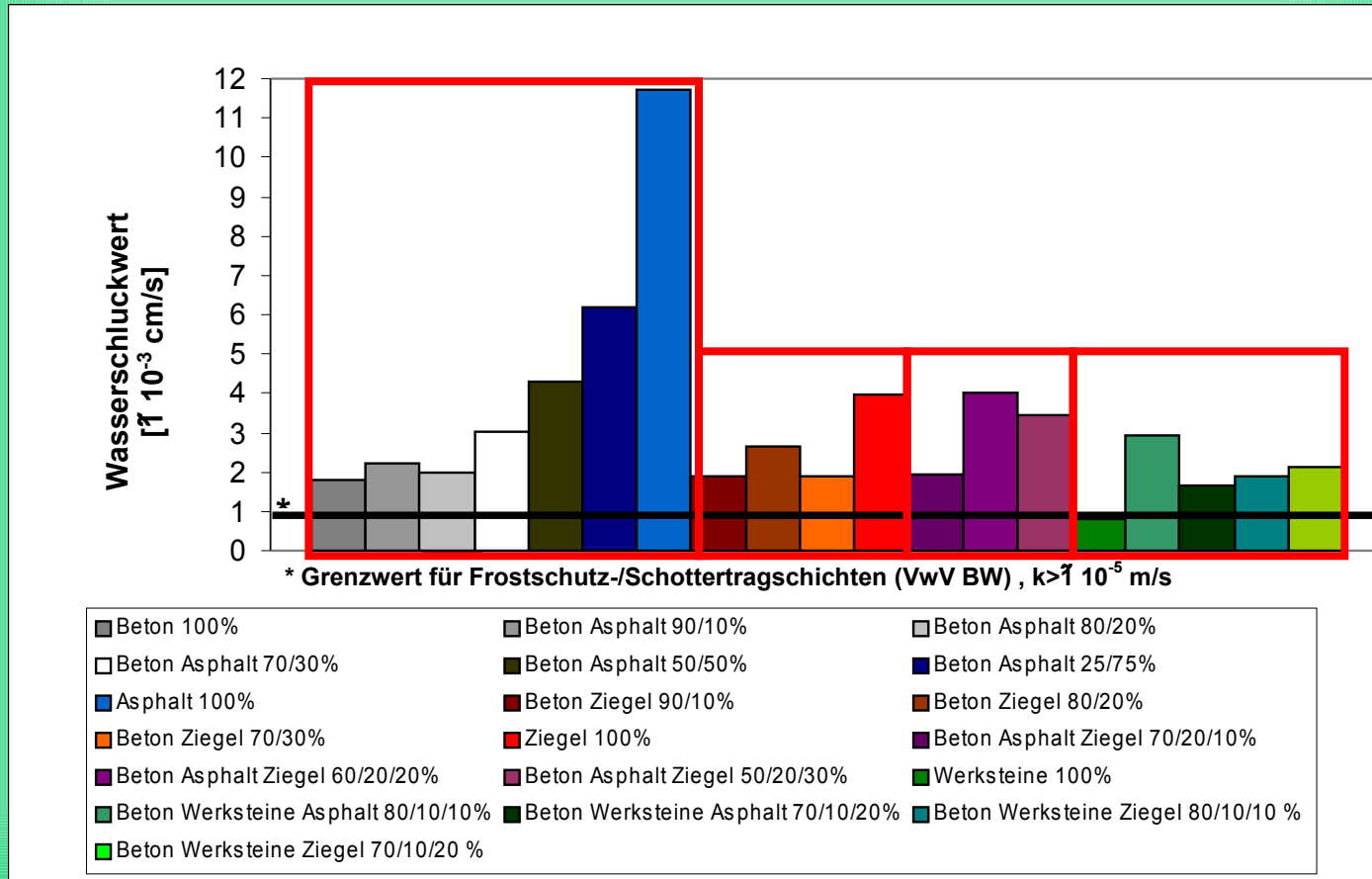
- Zunehmende Ziegelanteile verringern die Proctordichte und erhöhen den optimalen Wassergehalt
- Keine Auffälligkeiten bei hohen Anteilen Asphalt bei der Verdichtung im Labor
- Höhere Anteile an Asphalt bewirken eine Abnahme des optimalen Wassergehaltes





Bautechnische Erkenntnisse Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Wasserdurchlässigkeit – Wasserschluckwert nach Anleitung der FMFA



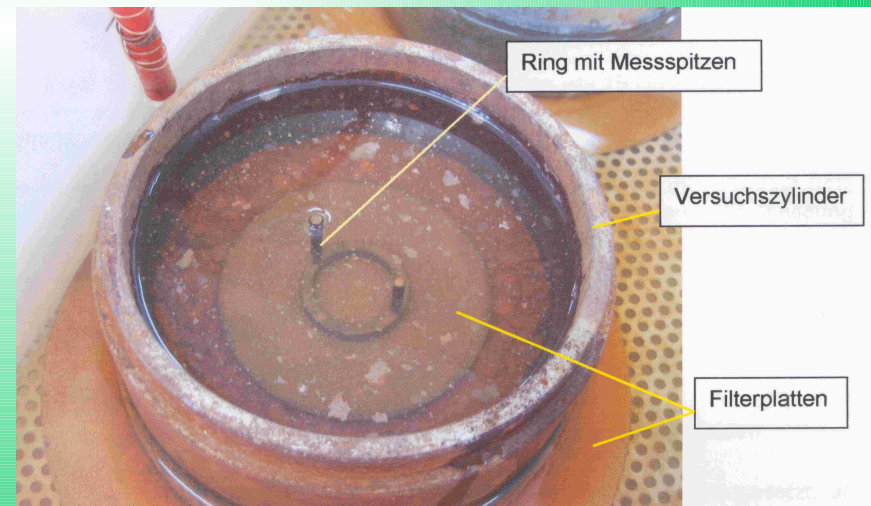


Bautechnische Erkenntnisse

Definiert zusammengesetzte RC-Baustoffe

Wasserdurchlässigkeit – Erkenntnisse

- Höhere Anteile (> 70 M.-%) an Beton verschlechtern die Wasserdurchlässigkeit, teilweise werden Grenzwerte nur geringfügig überschritten
- Betonwerksteine sind (hier) weniger wasserdurchlässig als Beton
- Höhere Anteile von Asphalt verbessern die Wasserdurchlässigkeit
- Ziegelanteil bis zu 20 M.-% verbessern die Wasserdurchlässigkeit, ab 30 M.-% tritt eine Verschlechterung ein





- Stoffliche Zusammensetzung beeinflusst die Qualität und somit die Eigenschaften der RC-Baustoffe
- Qualitätssicherung unerlässlich:
Annahmekontrolle,
Selektion und
gezieltes Zusammensetzen





- Empfehlungen (auch unter Berücksichtigung der Anforderungswerte der TL Gestein-StB 04):
 - Hohe Anteile Beton > 70 M.-% verschlechtern die Wasserdurchlässigkeit im Labor und sind somit zu vermeiden
 - Höhere Mengen Asphalt zeigen keine negativen Auswirkungen auf die Verdichtungseigenschaften im Labor und verbessern die Wasserdurchlässigkeit
 - 20 bis 30 M.-% Ziegelanteil, auch bei schlechteren Qualitäten möglich