

Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung

Bauhaus-Universität Weimar

Betone aus Mauerwerkbruch

Dipl.-Ing. Adriana Weiß
Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller

Fachtagung Recycling R'10
22. / 23. September 2010

Ausgangsmaterial für RC-Baustoffe:

in welchem Beton dominiert



aus Mauerwerk





DAfStb-Richtlinie

Beton nach DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100 (Dezember 2004)

- Gilt grundsätzlich für die sortenreine Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen der Typen 1 und 2 nach DIN 4226-100 zur Herstellung und Verarbeitung von Beton nach DIN 1045-2 und DIN EN 206-1 bis zu einer Druckfestigkeitsklasse C30/37.
 - Es sind nur Rezyklate mit hohem Gehalt an Körnungen aus Betonbruch zum Wiedereinsatz im Beton zulässig.
 - Ziegel und andere Mauerwerksbaustoffe dürfen nur in sehr geringen Anteilen vorhanden sein.
- Die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen für Spannbeton und Leichtbeton nach DIN 1045 ist nicht zulässig.

Entwicklung eines Verfahrens
zur Herstellung von Schwergewichtssteinen unter
Maximierung des Anteils an Recycling-Baustoffen
als ressourcensparende Verwertungslösung



RC - Blockmodule



Innovationspotential

- Maximierung des Anteils an RC - Körnungen aus Mauerwerkbruch als Betonzuschlag
- Maximierung der Ressourcenschonung durch Verwertung von grober (> 2 mm) und feiner (< 2 mm) RC - Gesteinskörnung
- Einstellung der Sieblinien aller Komponenten vom Mikro- bis zum Makrobereich
- Einsatz von gemahlenem Mauerwerkbruch ggf. in Verbindung mit Flugasche
- Gezielte Nutzung des Porensystems von RC - Körnungen aus Mauerwerkbruch

Fabrikate als Beispiele

- FCN Boxen- und Schwergewichtssteine
 - Legio®block
 - 2MixZ MixModule
 - MULTIBLOC - Sicherheits Systemsteine
-
- Twinbloc
 - tecSton®



Vorteile

- Verlegung im Verband ohne Mörtel
- Verbindung durch Noppensysteme, Nut- und Feder-Systeme oder Elemente, die durch Öffnungen der Blöcke geführt werden
- Aufbau auf tragfähigem Untergrund; Fundamente oder Stahlpfeiler entfallen
- Realisierung beinahe jeder gewünschten Wandform
- äußerst variable Boxengrößen und Formen
- leicht realisierbare Standortwechsel



Anwendungsbeispiele



[Quelle: Legio®block und 2MixZ-MixModule]

Die Blockmodule müssen die folgenden technischen Zielkriterien erfüllen:

- Festbetondichte von durchschnittlich 2.200 kg/m^3
- Sicherstellung der vorgegebenen Festbetonrohndichte für alle Module mit einer Wahrscheinlichkeit von $P = 0,95$
- Festigkeitsklasse C 12/15
- Oberflächengüte in Sichtbetonqualität
- Dauerhaftigkeit bei freier Bewitterung, insbesondere hoher Frost-Tau-Widerstand





Betonversuche im Technikumsmaßstab

konstante Parameter:

- Betonfestigkeitsklasse C25/30
- w/z – Wert: 0,55
- Zementgehalt z: 290 kg/m³
- Zementart: CEM II/A-LL 32,5R
- Wassergehalt w: 159 kg/m³
- Sieblinienoptimierte Kornzusammensetzung mit Zielsieblinie B63
- Zuschlag wird vorgegast

variable Parameter:

- Höhe und Art des Ersatzes der natürlichen GK

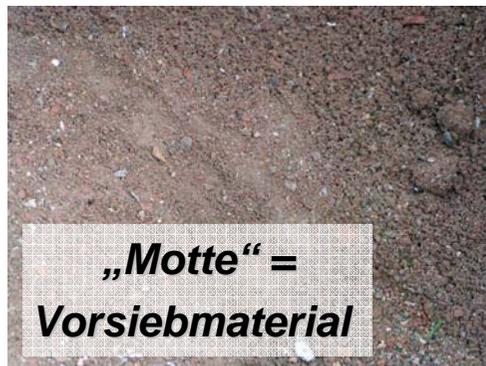


Betonversuche im Technikumsmaßstab



nat. Sand

0/2
 $\rho_{Roh} = 2.530 \text{ kg/m}^3$



**„Motte“ =
 Vorsiebmaterial**

0/8
 $\rho_{Roh} = 1.922 \text{ kg/m}^3$



Ziegel fein (ZF)

0/8
 $\rho_{Roh} = 1.869 \text{ kg/m}^3$



Kies (3 Fraktionen)

0/8
 $\rho_{Roh} = 2.392 \text{ kg/m}^3$
 8/16
 $\rho_{Roh} = 2.461 \text{ kg/m}^3$
 16/63
 $\rho_{Roh} = 2.431 \text{ kg/m}^3$



**Mauerwerkbruch
 (MWB)**

44% Ziegelanteil
 0/63
 $\rho_{Roh} = 2.042 \text{ kg/m}^3$

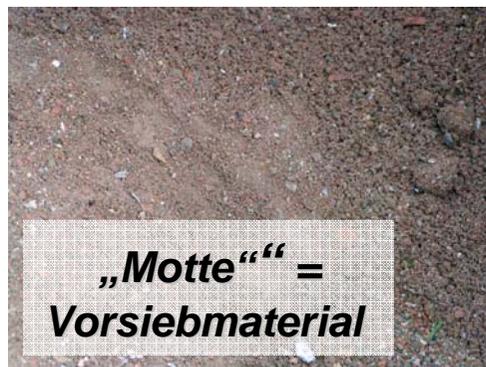


Ziegelbruch (ZB)

75% Ziegelanteil
 8/63
 $\rho_{Roh} = 1.941 \text{ kg/m}^3$



Betonversuche im Technikumsmaßstab





Betonversuche im Technikumsmaßstab

Mischungsverhältnisse nach Sieblinienoptimierung

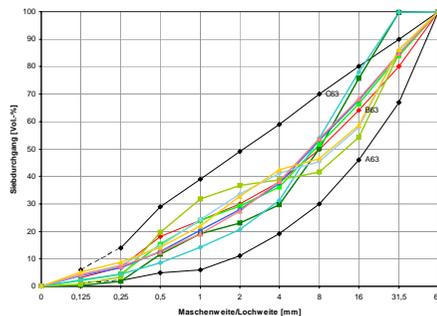
Mischung	M1D [M. - %]	M4D [M. - %]	M7D [M. - %]	M2D [M. - %]	M3D [M. - %]	M5D [M. - %]	M6D [M. - %]	M8D [M. - %]	M9D [M. - %]
Sand	23			20	37				
Motte		25				23	43		
Ziegel 0-8 Fein			26					24	43
Kies 1	23	25	26						
Kies 2	27	25	24						
Kies 3	27	25	24						
Mauerwerkbruch				80		77		76	
Ziegelbruch					63		57		57

100%
nat. GK

Feinanteil
rez. GK

Grobanteil
rez. GK

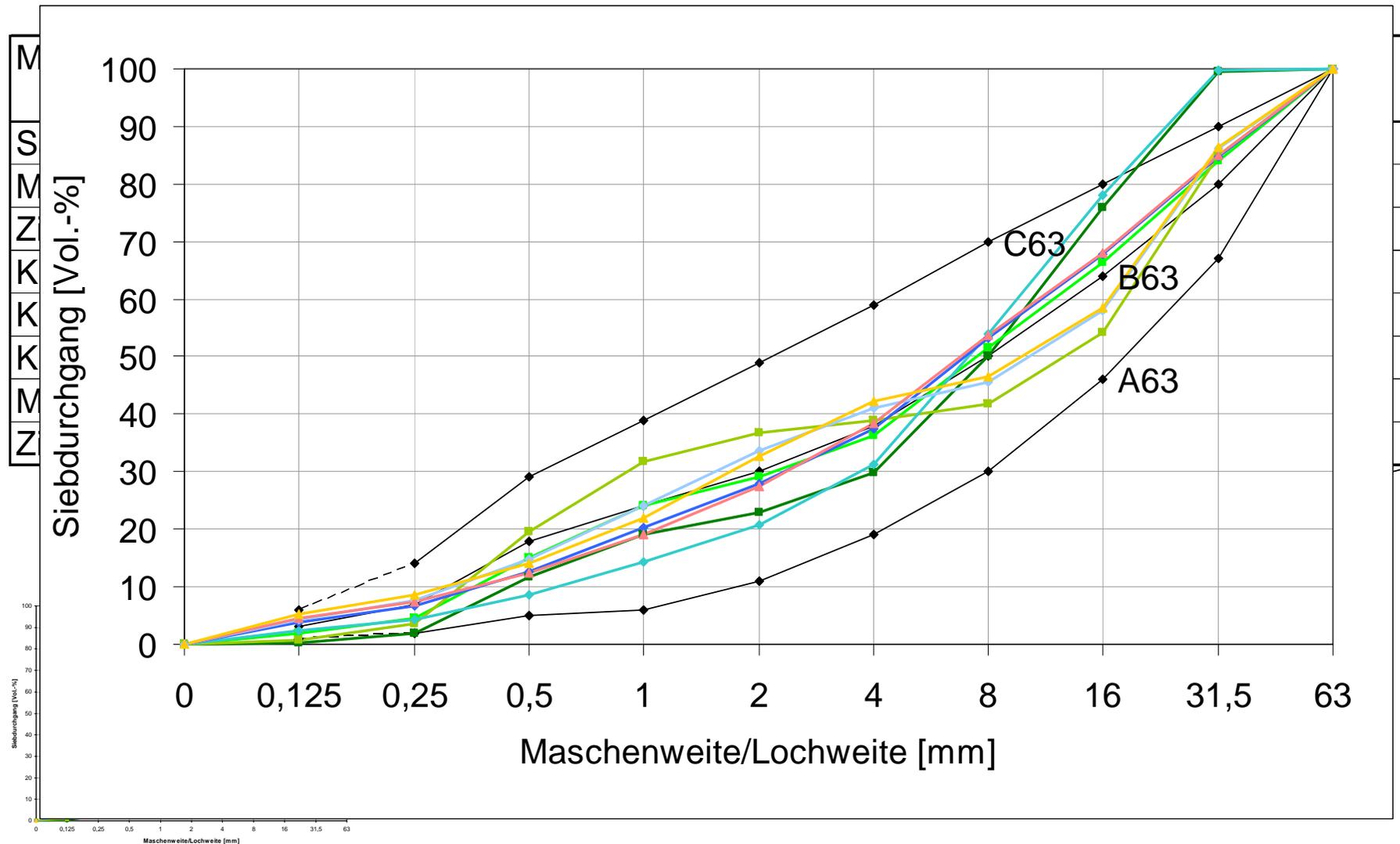
100% rez. GK





Betonversuche im Technikumsmaßstab

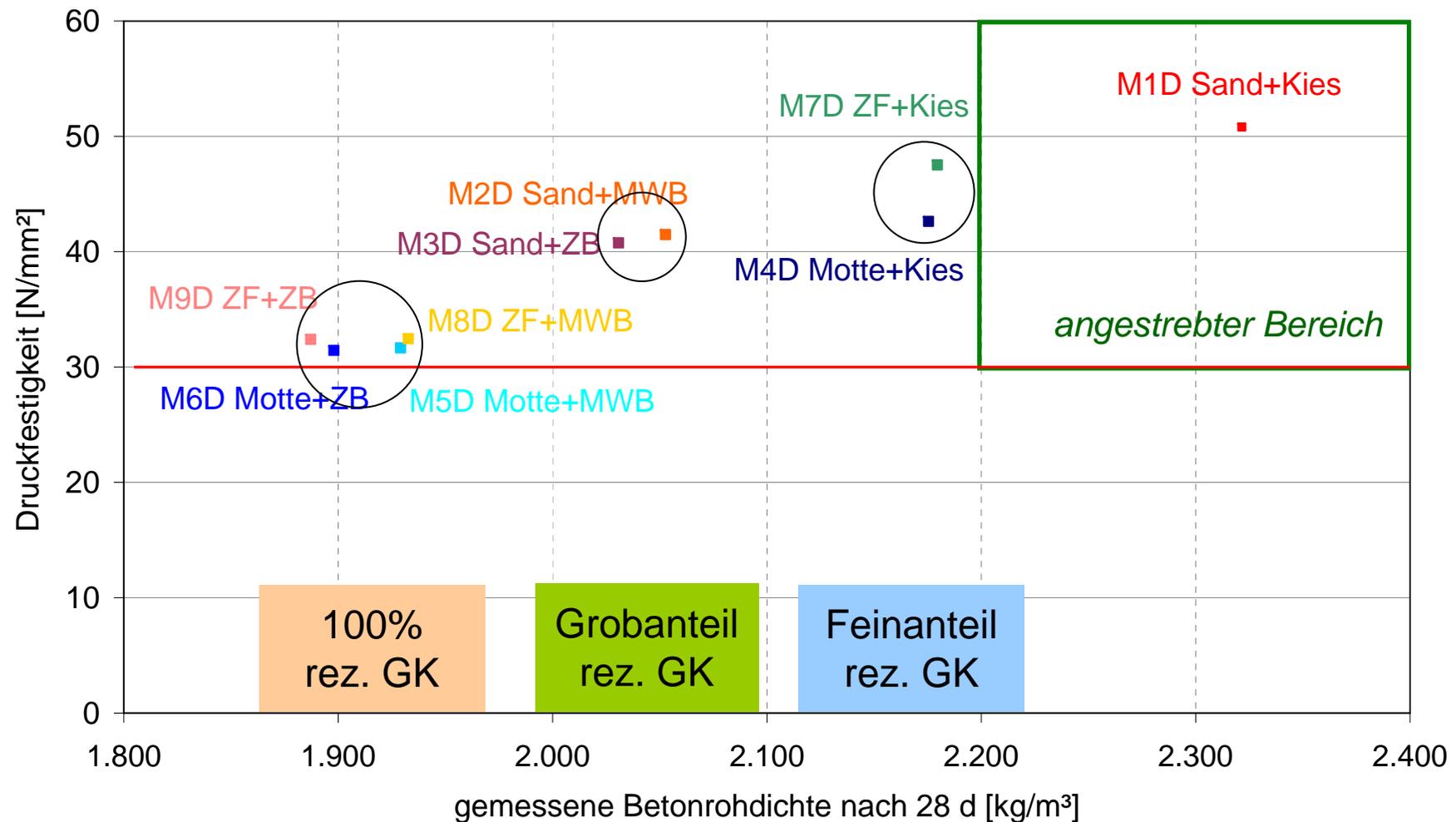
Mischungsverhältnisse nach Sieblinienoptimierung





Betonversuche im Technikumsmaßstab

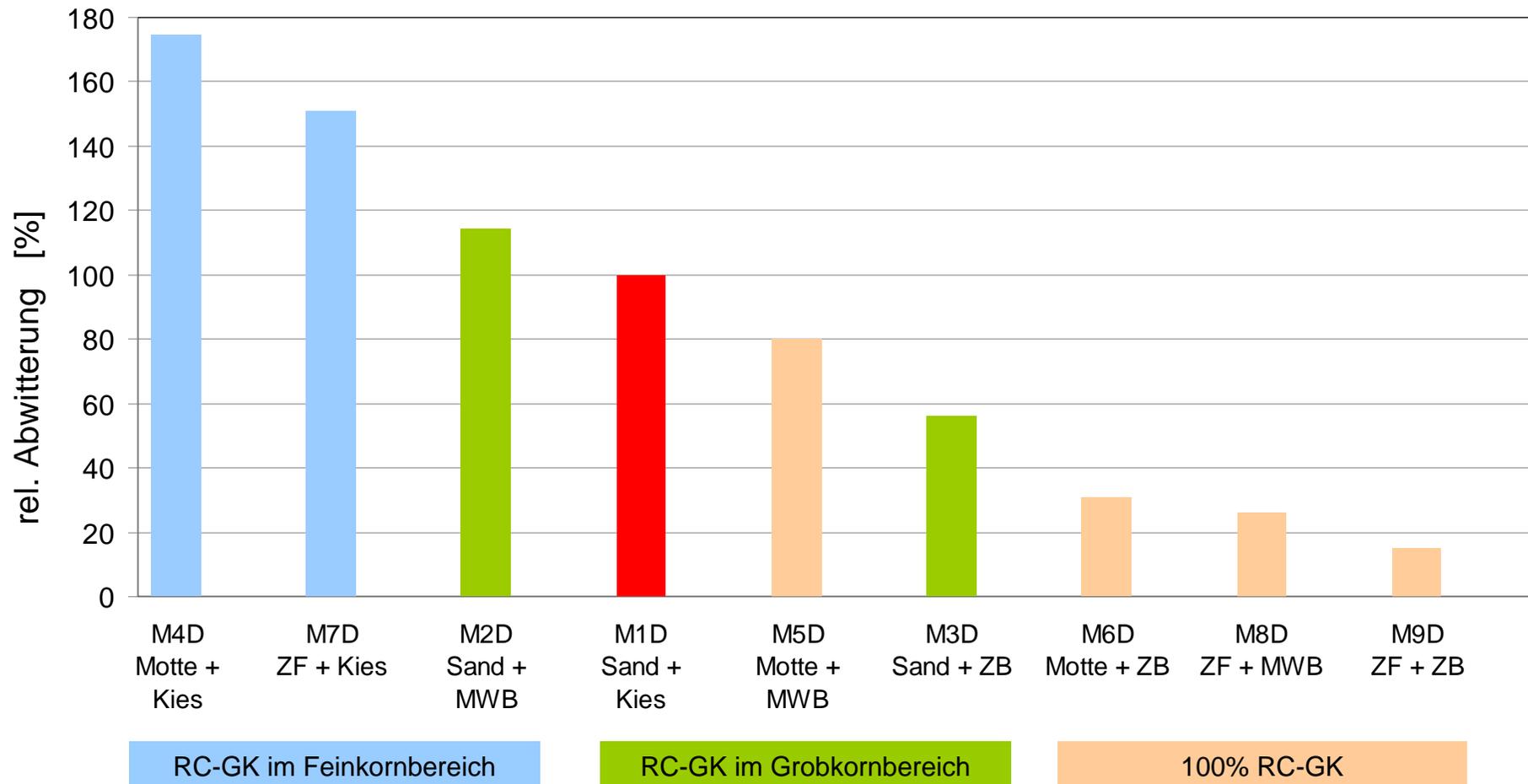
Zusammenhang Betonrohddichte und Betondruckfestigkeit nach 28 d





Betonversuche im Technikumsmaßstab

relative Abwitterung nach 28 Frost - Tau - Wechsell
bezogen auf M1D mit natürlicher GK





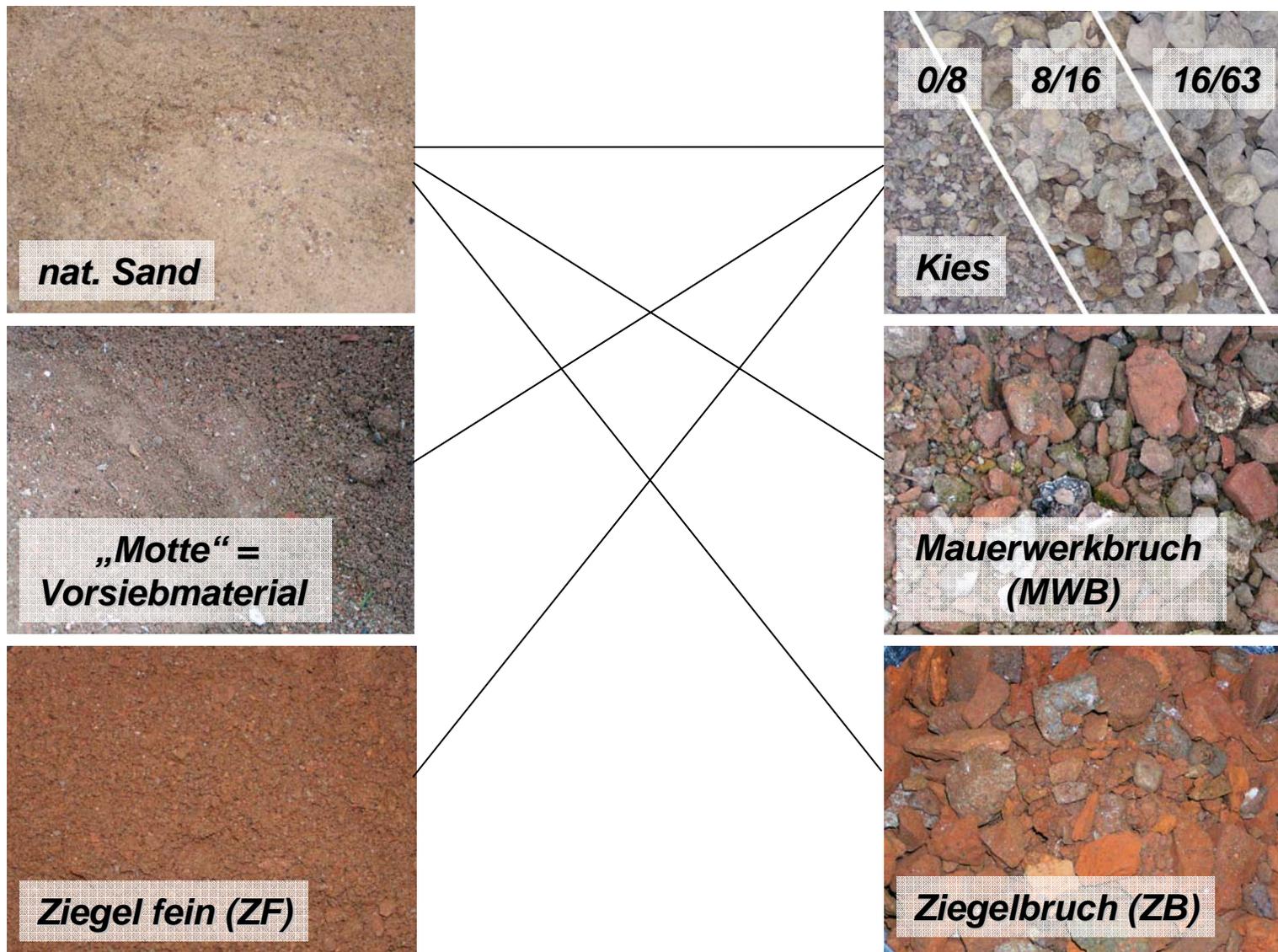
Zusammenfassung Ergebnisse

Ergebnisse Mischungen B63 M1D –M9D sortiert nach Betonrohddichte nach 28 Tagen

Mischung	Betonalter 28-Tage		Rohddichte GK [kg/m³]		
	Rohddichte [kg/m³]	fc,k,28Tage [N/mm²]			
B63 M1D	2.321,57	50,81	2.452,80	Sand + Kies	100% nat. GK
B63 M7D	2.179,55	47,53	2.282,42	ZF + Kies	} Feinanteil rez. GK
B63 M4D	2.175,39	42,64	2.298,40	Motte + Kies	
B63 M2D	2.052,74	41,49	2.137,73	Sand + MWB	} Grobanteil rez. GK
B63 M3D	2.030,81	40,77	2.161,57	Sand + ZB	
B63 M8D	1.932,75	32,46	2.000,83	ZF + MWB	} 100% rez. GK
B63 M5D	1.929,11	31,66	2.014,09	Motte + MWB	
B63 M6D	1.898,02	31,45	1.932,57	Motte + ZB	
B63 M9D	1.887,19	32,40	1.909,61	ZF + ZB	



gelieferte Zuschlagsmaterialien





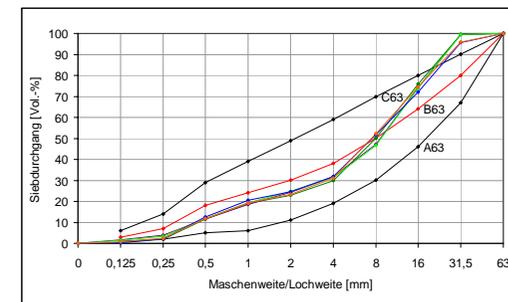
Betonversuche im Technikumsmaßstab

bisher:

neu:

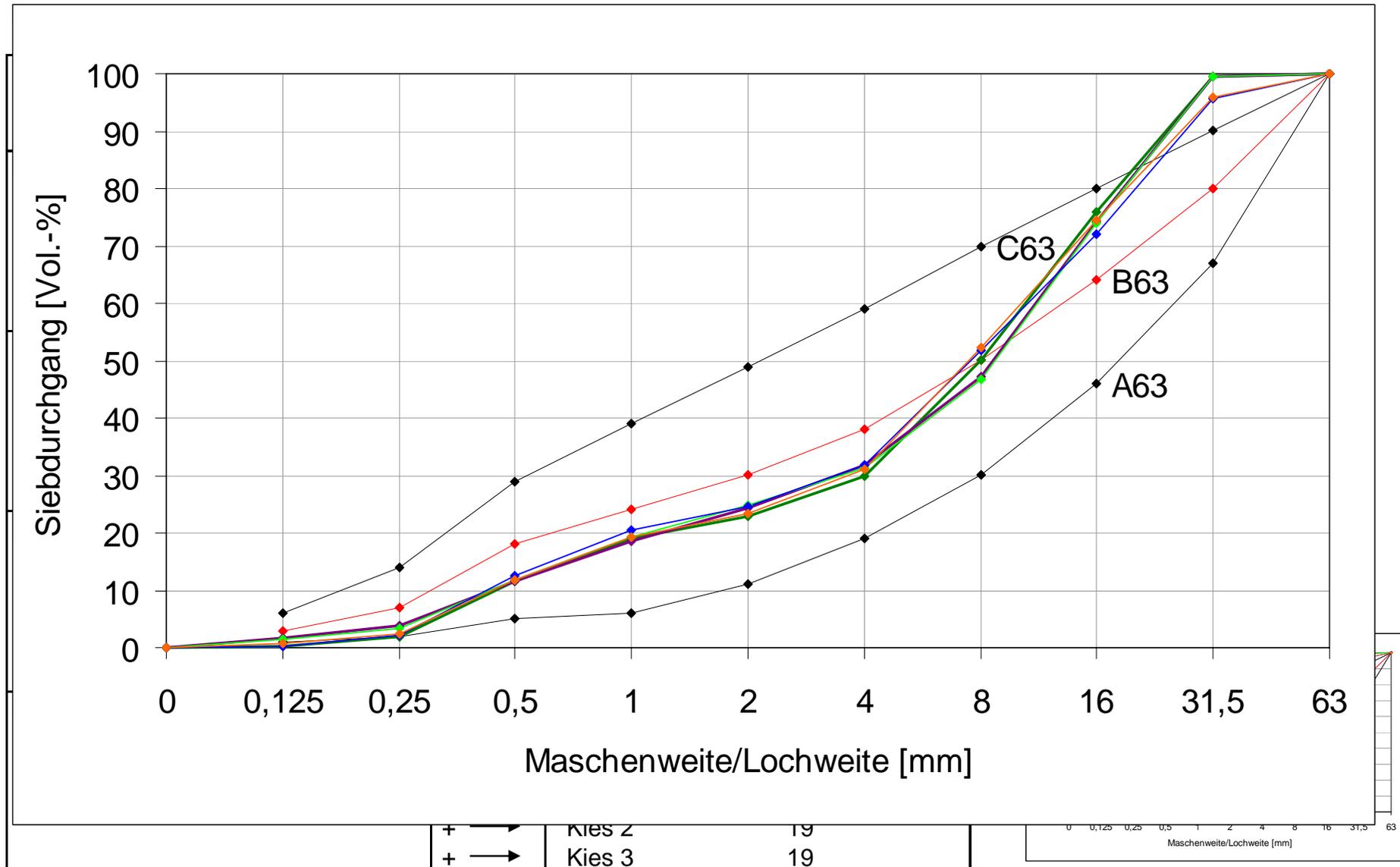
bisher		Rohdichte GK		neu	
	[%]	[kg/m³]			Rohdichte GK
					[%]
					[kg/m³]
Mischung 7		2.282,42		Mischung 7_1	2.368,90
Ziegel 0-8 Fein	26		+ →	Sand	14
Kies 1	26			Ziegel 0-8 Fein	14
Kies 2	24			Kies 1	14
Kies 3	24			Kies 2	29
				Kies 3	29
Mischung 4		2.298,40		Mischung 4_1	2.376,90
Motte	25		+ →	Sand	14
Kies 1	25			Motte	14
Kies 2	25			Kies 1	14
Kies 3	25			Kies 2	29
				Kies 3	29
Mischung 3		2.161,57		Mischung 3_1	2.366,74
Sand	37		+ →	Sand	24
Ziegelbruch	63		+ →	Ziegelbruch	17
			+ →	Kies 1	24
				Kies 2	17
				Kies 3	17
Mischung 2		2.137,73		Mischung 2_1	2.374,00
Sand	20		+ →	Sand	21
Mauerwerkbruch	80		+ →	Mauerwerkbruch	19
			+ →	Kies 1	21
				Kies 2	19
				Kies 3	19

(proz. Ersatz der nat. GK durch RC-Materialien nach Sieblinienoptimierung im Fein- und Grobkornbereich)



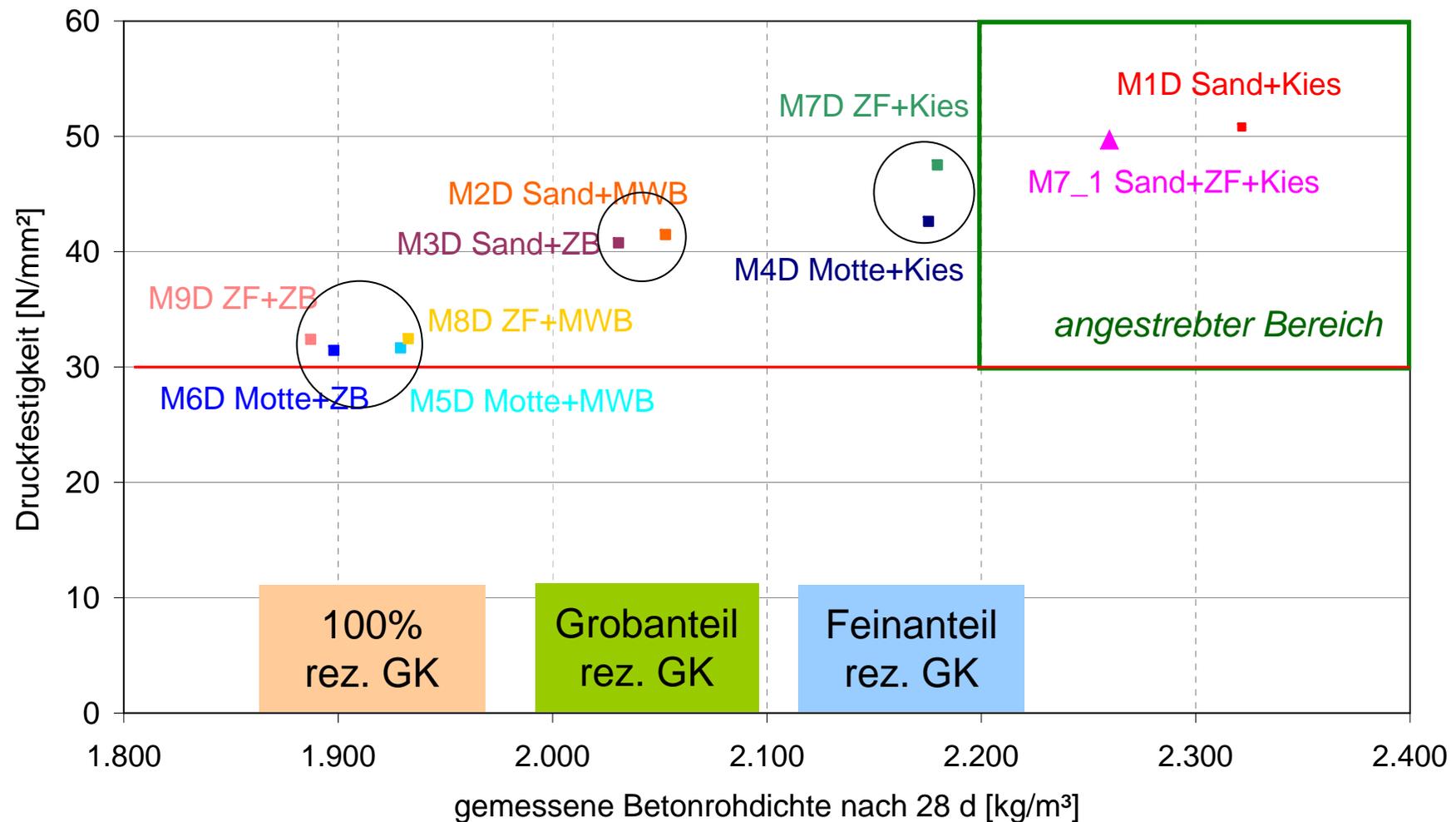


Betonversuche im Technikumsmaßstab



Betonversuche im Technikumsmaßstab

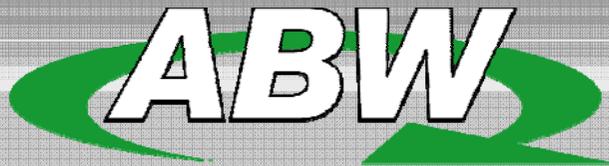
Zusammenhang Betonrohddichte und Betondruckfestigkeit nach 28 d





erreichte Projektziele

- Die geforderte Betonrohddichte von 2.200 kg/m^3 konnte auch bei Zugabe von rezyklierter Gesteinskörnung erreicht werden.
- Die Druckfestigkeiten lagen bei allen Betonmischungen über dem Norm- bzw. Mindestbereich.
- Die Dauerhaftigkeit von Recyclingbetonen ist noch nicht nachgewiesen, deshalb ist bisher eine Beschränkung der Einsatzgebiete (z.B. Expositionsklassen X0, XC1 (trocken)) angeraten.



Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung

Bauhaus-Universität Weimar

Vielen Dank!

www.uni-weimar.de/Bauing/aufber



gefördert durch:



Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung e.V.
www.abw-recycling.de