

Substitutions- und Additionsbinder auf der Basis von feindispersen Bauabfällen

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

Dipl.-Ing. Alrik Badstübner

Dr.-Ing. Barbara Leydolph

Institut für Fertigteiltechnik und Fertigbau Weimar e. V.

Förderprogramm: AiF, PROINNO II

Verbundvorhaben: Institut für Fertigteiltechnik und Fertigbau Weimar e. V.
Bauhaus-Universität Weimar, Professur ABW
Meyer Rohr+Schacht GmbH
August Lücking GmbH & Co. KG
Beton Experten Center BEC



Beton Experten Center



Problemstellung

- Bauabfälle - größter Abfallstrom in Deutschland - werden bis zu ca. 70 % wiederverwertet
- Beim Betonrecycling entstehen bis zu 50 % Feinfraktionen < 4 mm mit aktuell geringen Verwertungsmöglichkeiten
- Stagnation sowohl bei Recyclingquoten als auch bei Einsatzgebieten
- Ziel → Entwicklung von Verwertungslösungen



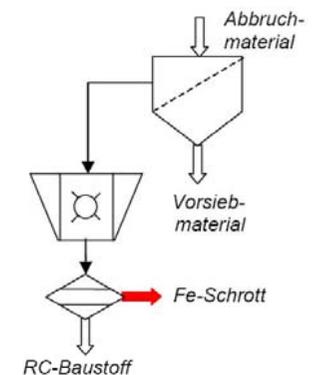
Fachtagung Recycling R'10



RC-Baustoff

Fe-Schrott

Vorsieb-material



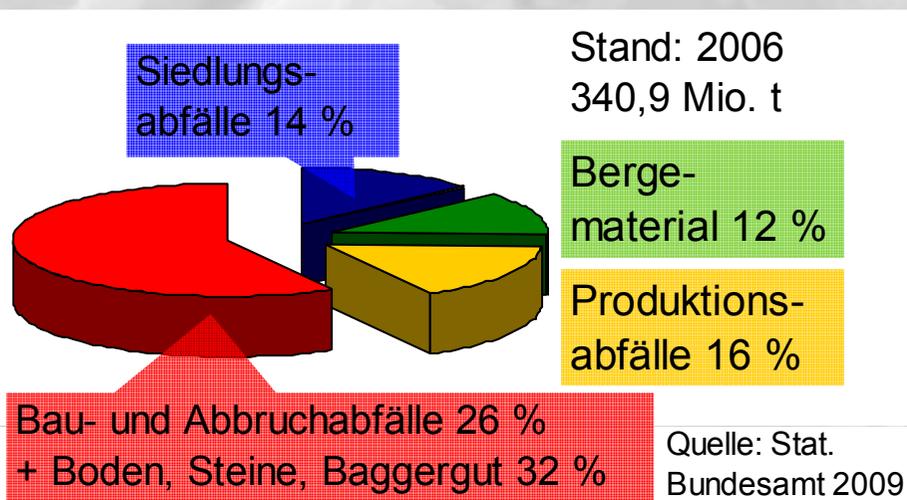
Recyclingbinder



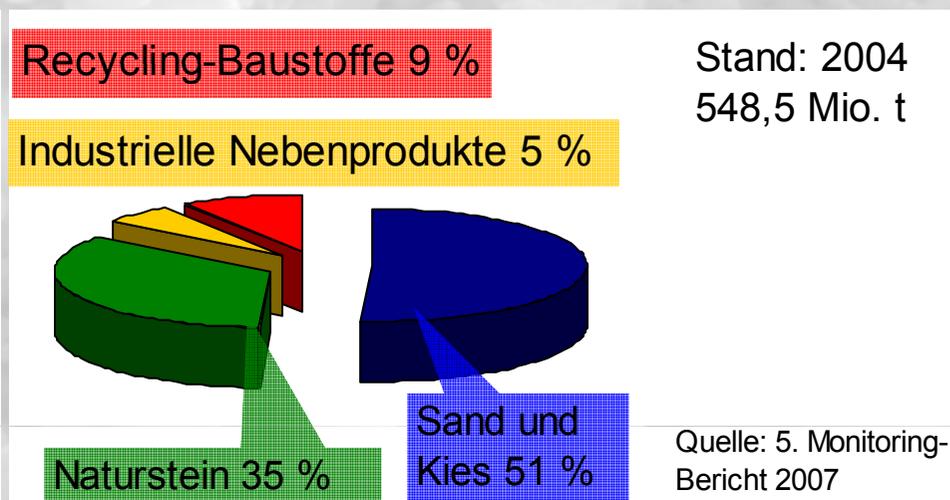
Abfallaufkommen

[Mio. t]	1996	1998	2000	2002	2004	2006
Bauschutt (aus dem Hochbau)	58,1	58,5	54,5	52,1	50,8	57,1
Straßenaufbruch	17,6	14,6	22,3	16,6	19,7	14,3
Gemischte Bau- und Abbruchabfälle (ab 2004 inkl. Gipsabfälle)	7,5	4,0	11,8	4,3	2,2	11,3
Gesamt	83,2	77,1	88,6	73,0	72,4	82,7

Vergleich mit Abfallentstehung



Vergleich mit Rohstoffverbrauch





Aufbereitung Betonabbruch (Hochbau)

- Vorabsiebung des Aufgabematerials in zwei Fraktionen
- Zuführung des Grobgutes zum Brecher
- Entfernen der Eisenteile mittels Überbandmagnet
- Feinbrechung und Siebung in gewünschte Korngruppen
- Nachteil:
Beeinflussung Betonsandanteil ($< 4\text{mm}$) kaum möglich



Idee:

Aufmahlung der Sandfraktion und mechanochemische Aktivierung des Feinsandes und damit Erzeugung eines hydraulisch aktivierten Bindemittels



Einsatzgebiete

Hauptziele:

- Reduzierung von Zement (Kosten- und CO₂-Optimierung)
- Verbesserung der Betonoberflächen



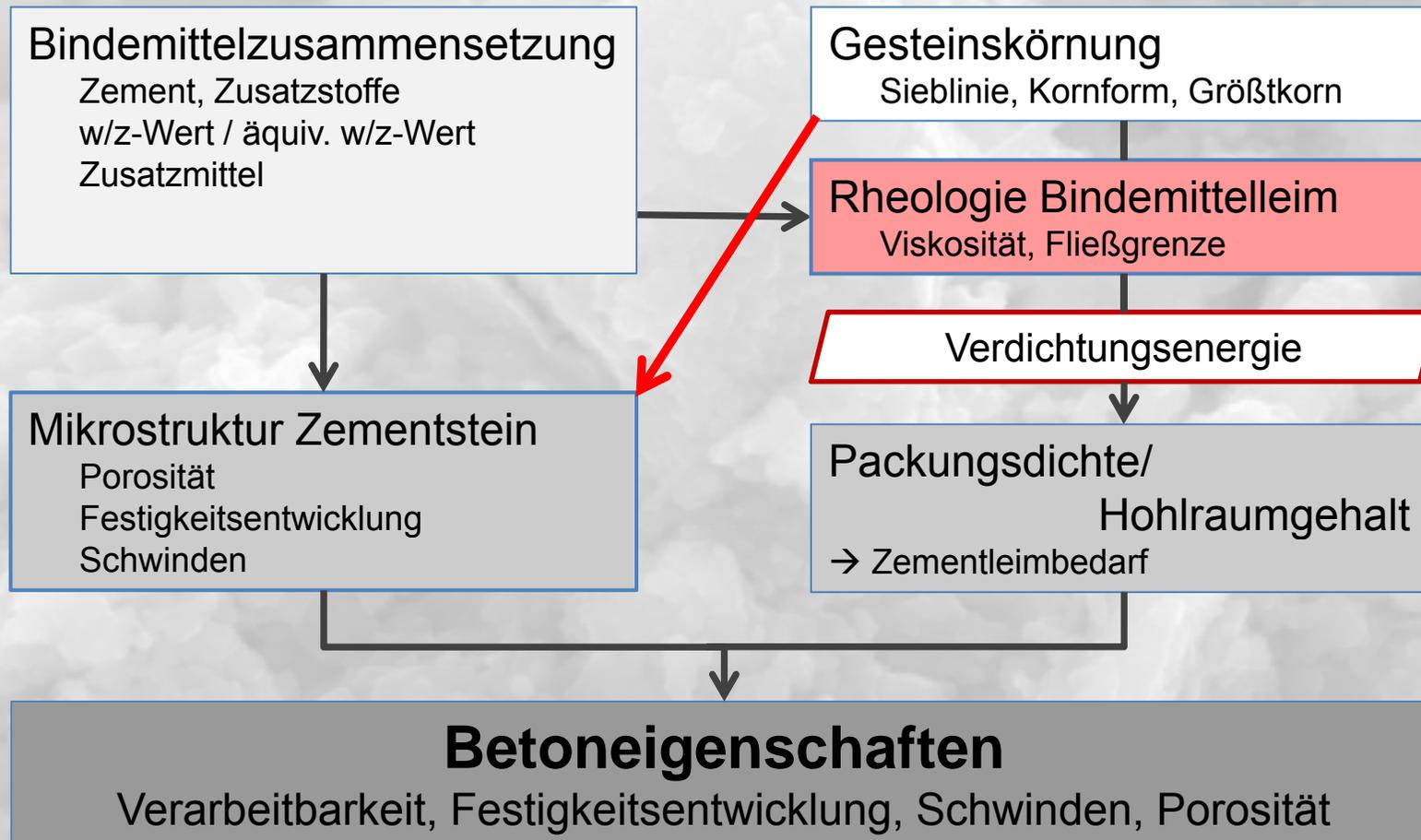
Schachtunterteile
Meyer Rohr + Schacht GmbH



Schwergewichtsbauteile
August Lücking GmbH & Co. KG



Beeinflussung der Betoneigenschaften





Ausgangsstoffe

Rezeptur Altbeton 1:

Schachtunterteile

Sand 0/2	628 kg
Kies 2/8	492 kg
Kies 8/16	528 kg
CEM I 52,5R HS/NA	320 kg
CEM I 42,5R	80 kg
Wasser	142 kg
Betonverflüssiger	4 kg

Rezepturen Altbeton 2:

Gehwegplatten I

Sand 0/2	1061 kg
Kies 1/3	696 kg
CEM I 52,5R	430 kg
Wasser	113 kg

Gehwegplatten II

Sand 0/2	382 kg
Sand 2/4	565 kg
Kies 4/8	877 kg
CEM I 52,5N	380 kg
Wasser	86 kg



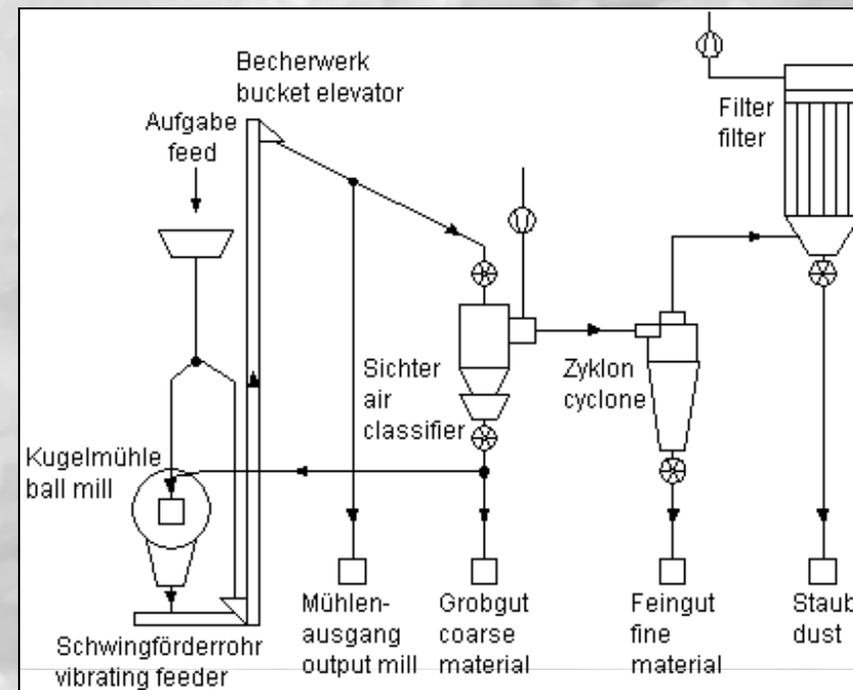
Aufbereitung Altbeton



Kugelmahl-Sicht-Anlage

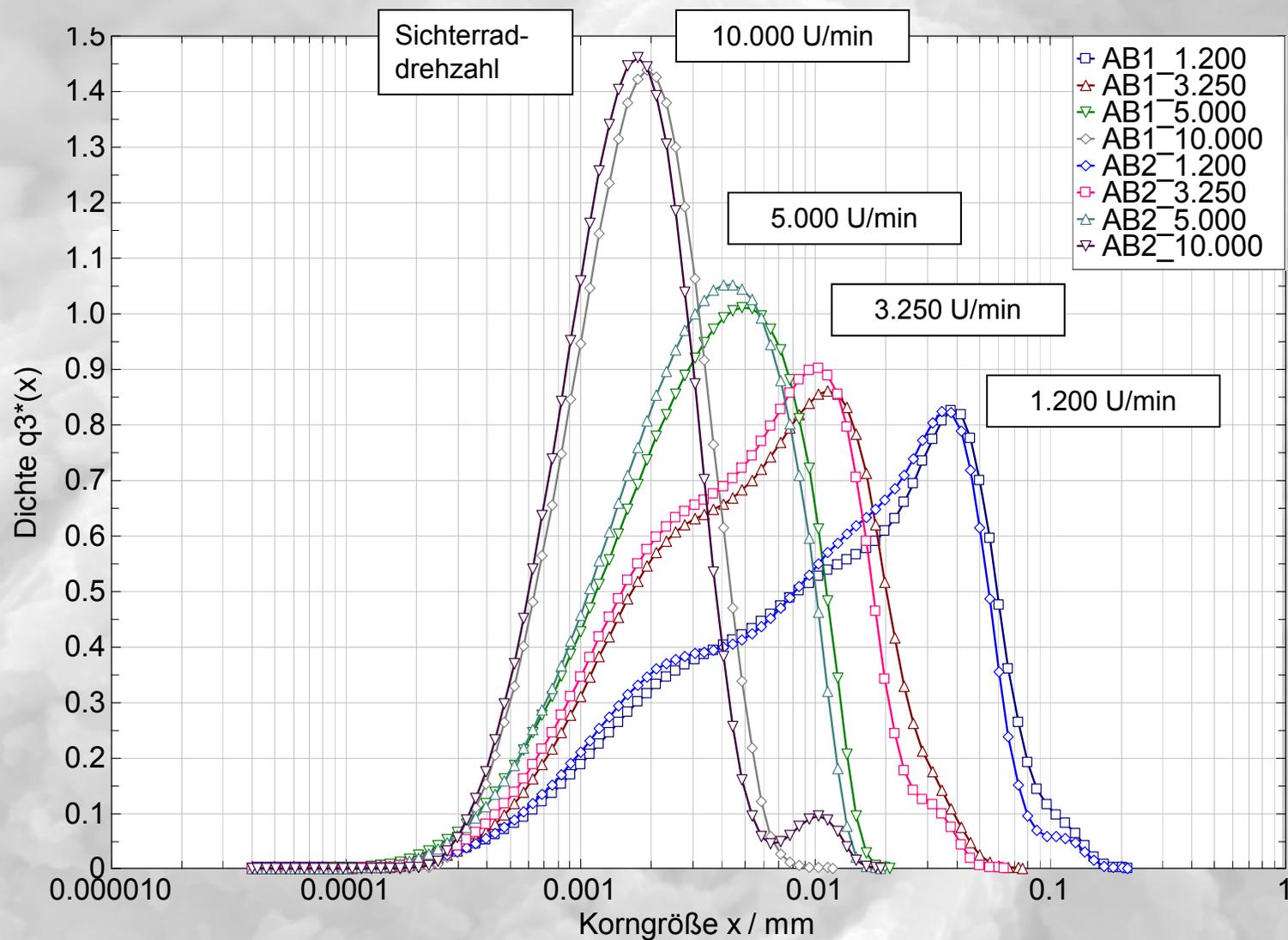
Trennkorngröße: 100 µm

Drehzahlen Sichtrad: 1.200, 3.250,
5.000, 10.000 U/min





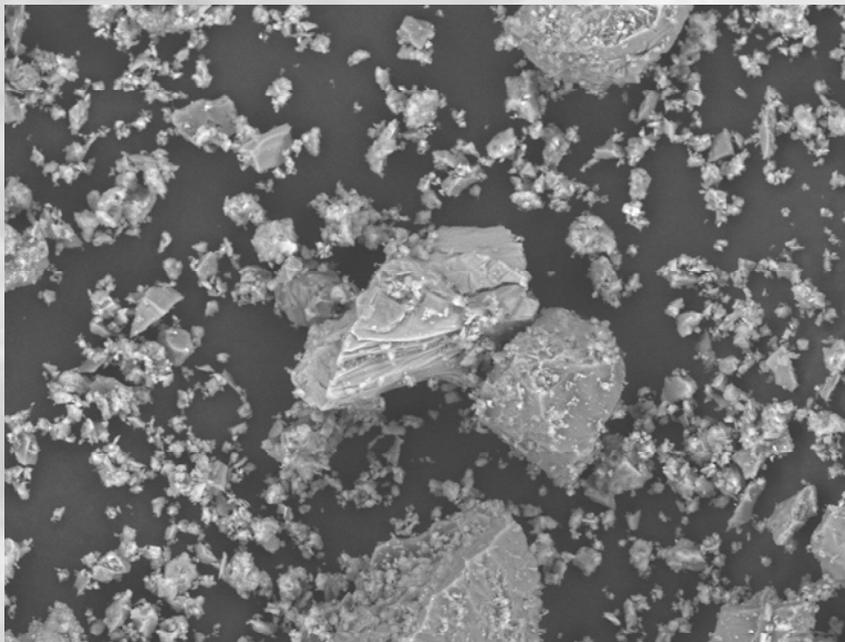
Korngrößenverteilung Altbetonmehle





Mikroskopie

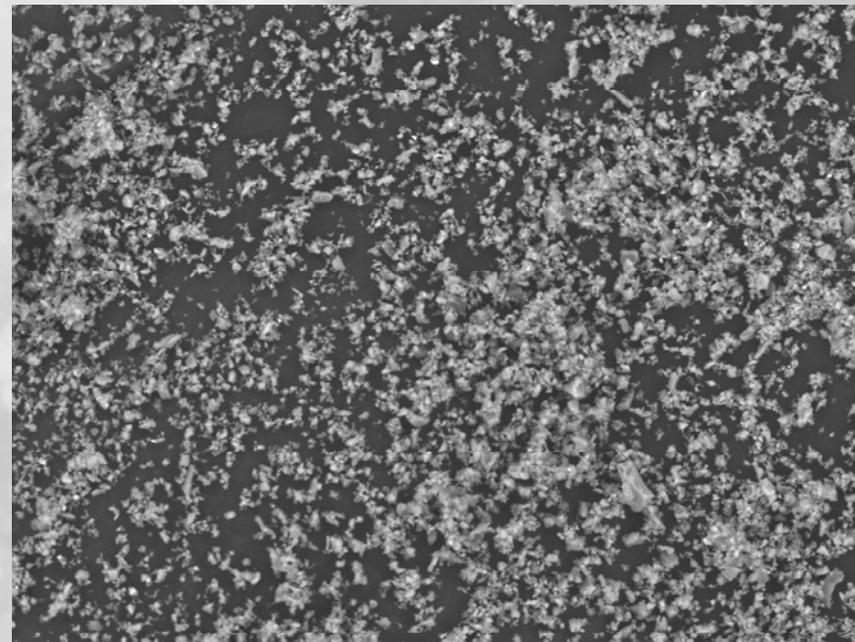
Altbetonmehl 1, hergestellt mit einer Sicherterraddrehzahl von 1.200 U/min



AB1_1200
13:44 L D3.4 x1.0k 100 um
IFF Weimar e.V.

mittlere Korngröße $x_m = 22 \mu\text{m}$

Altbetonmehl 1, hergestellt mit einer Sicherterraddrehzahl von 10.000 U/min



AB1_10000
13:56 L D3.5 x1.0k 100 um
IFF Weimar e.V.

mittlere Korngröße $x_m = 2 \mu\text{m}$



Mörteluntersuchungen

Festigkeitsuntersuchungen an Normmörtelprismen nach DIN EN 196-1 aus

Substitutionsbinder

⇒ Ersetzen eines Teils des Zementes mit Altbetonmehl

CEM I 52,5R HS/NA	450 g - x
Altbetonmehl* [x in g]	x = 0...225 g
Wasser	225 g
Normsand	1.350 g
w/z	0,50

* 1.200/3.250/5.000/10.000 U/min

Additionsbinder

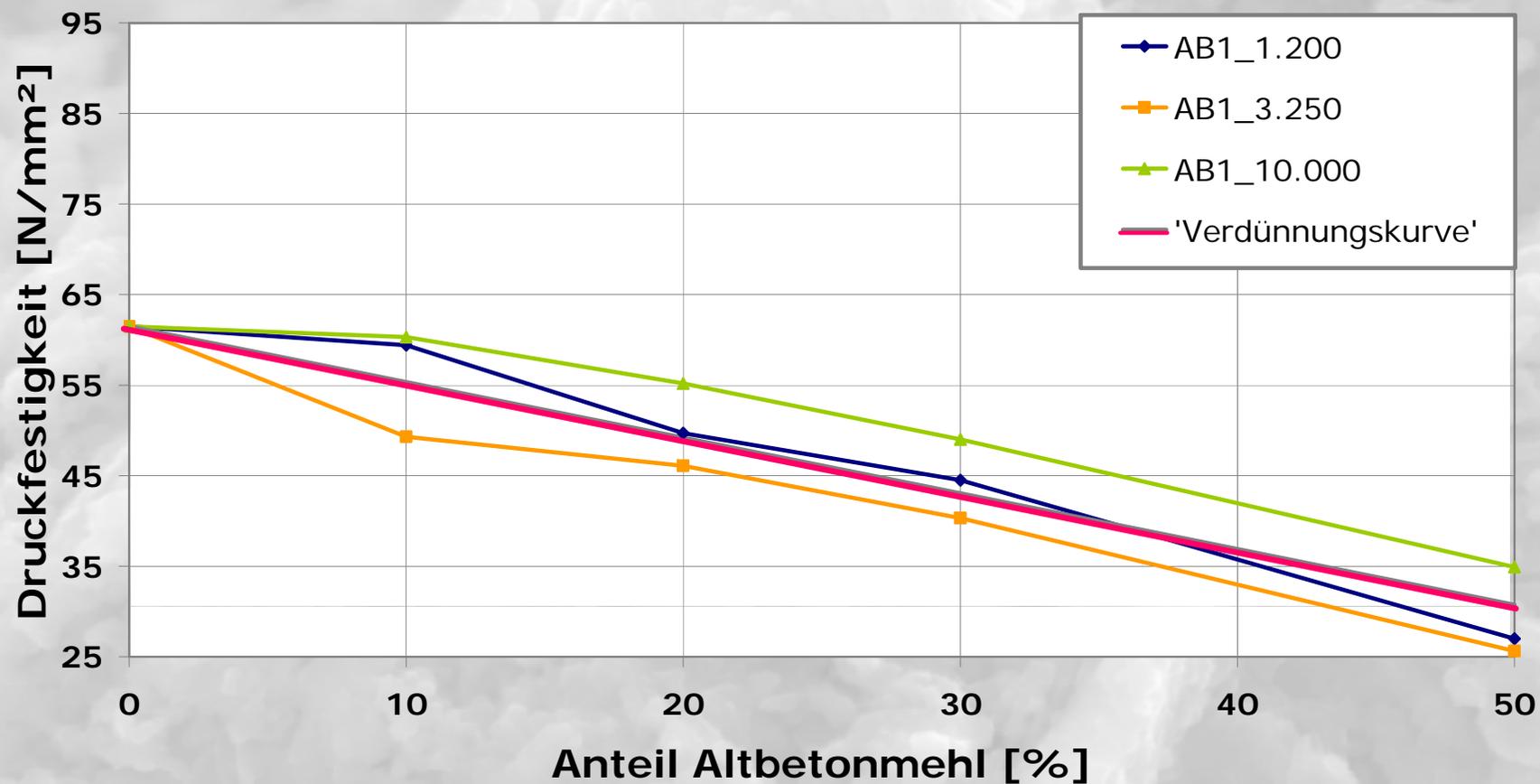
⇒ Zusätzlich zum Zement Einsatz des Altbetonmehls

CEM I 52,5R HS/NA	450 g
Altbetonmehl* [x in g]	x = 0...225 g
Wasser	225 g
Normsand	1.350 g - x
w/z	0,50
Fließmittel (konst. Ausbreitmaß 128 ± 5 mm)	



Substitutionsbinder

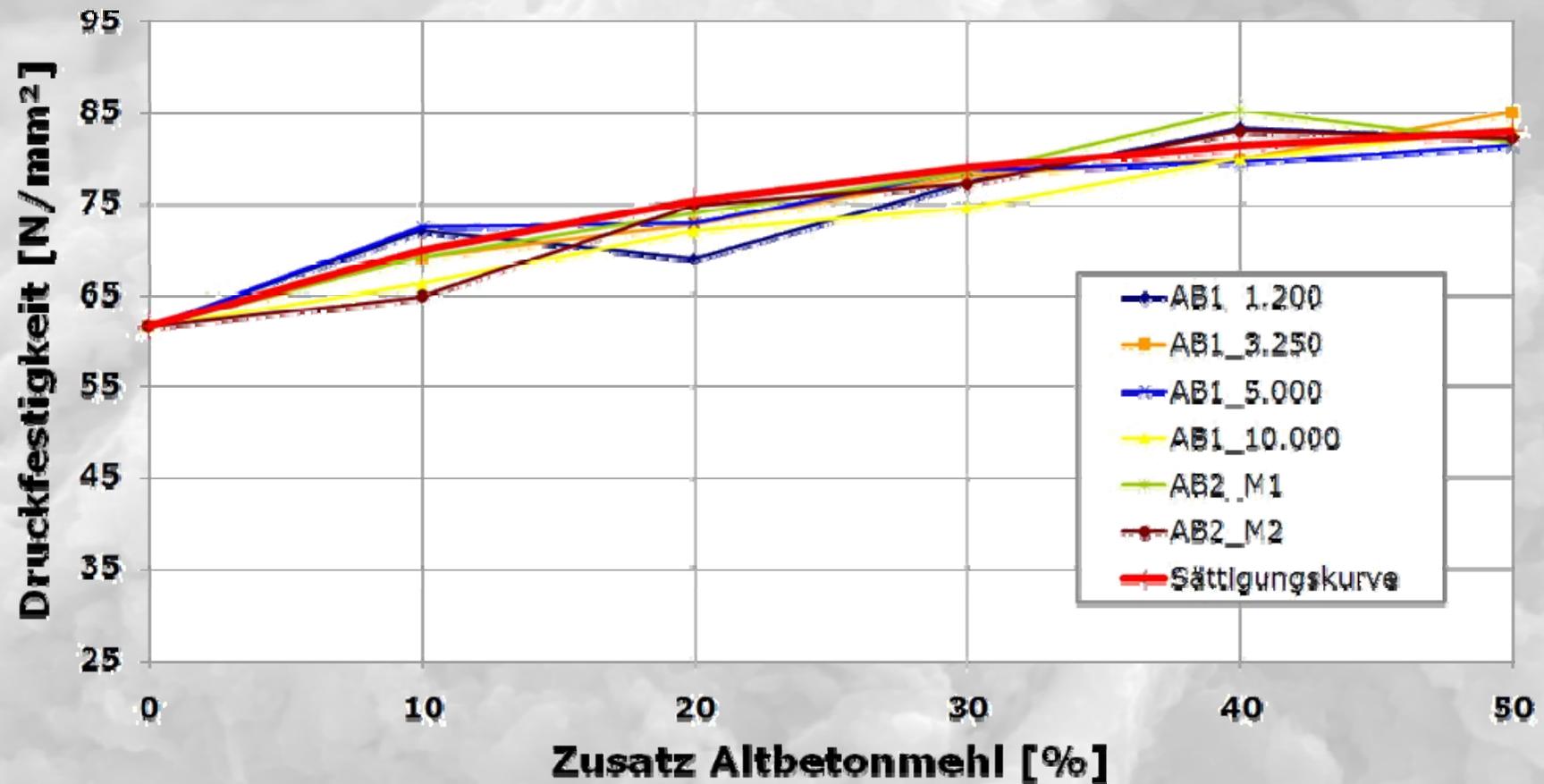
Druckfestigkeiten nach 28 Tagen





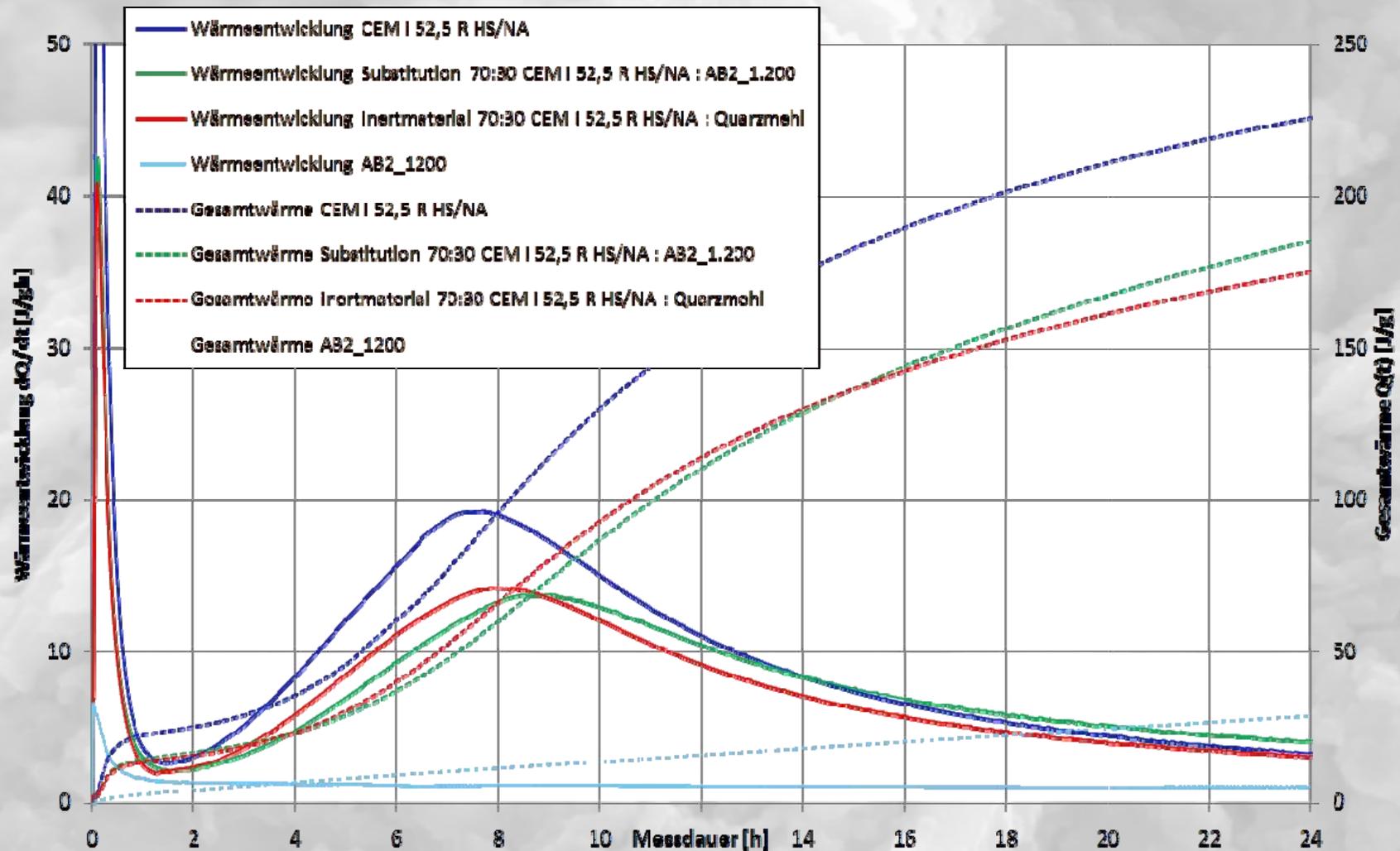
Additionsbinder

Druckfestigkeiten nach 28 Tagen





Kalorimetrische Untersuchungen





Praxiserprobung

- Herstellung von Betonwaren unter Verwendung von Altbetonmehl möglich
- Verbesserung der visuellen Oberflächeneigenschaften
- Keine Beeinträchtigung der Entschalbarkeit bei Grünstandbeton
- Herstellung von Schachtunterteilen durch Optimierung des Kornbandes unter Verwendung von 25 M.-% Betonmehl bzgl. Zement





Zusammenfassung

- Direkte Substitution von Zement durch Altbetonmehl verursacht Abnahme der 28d - Festigkeiten nach etwa linearer Abhängigkeit:

$$\text{Festigkeit}_{\text{RC, Sub}} \approx \text{Festigkeit}_{\text{CEM}} \cdot (1 - \text{RC-Sub}) \quad \text{RC-Sub [kg/kg]}$$

- Addition von Altbetonmehl ohne Reduktion der Zementmenge steigert die 28d -Festigkeit nach exp. Ansatz mit oberem Grenzwert:

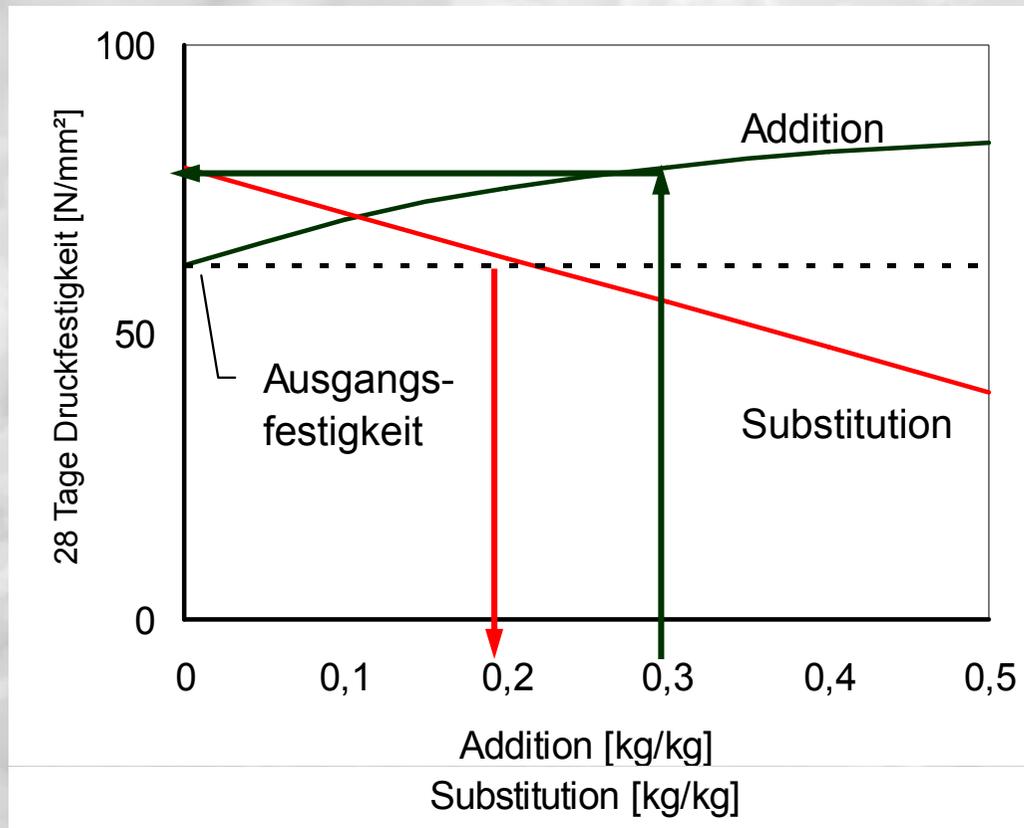
$$\text{Festigkeit}_{\text{RC, Add}} \approx \text{Festigkeit}_{\text{max}} - [\text{Festigkeit}_{\text{max}} - \text{Festigkeit}_{\text{CEM}}] \cdot e^{-4,1 \cdot \text{RC-Add}} \quad \text{RC-Add [kg/kg]}$$

- Nach Ergebnissen der Kalorimeteruntersuchungen findet keine Reaktionsbeteiligung der Altbetonmehle statt. Dafür spricht auch, dass die Feinheit der Altbetonmehle die Festigkeitsentwicklung kaum beeinflusst.
- Eine Ursache für die Erhöhung der Druckfestigkeit liegt in der Erhöhung der Packungsdichte.



Zusammenfassung

- Durch die Kombination von Substitution und Addition, wobei gilt $\text{Substitution} < \text{Addition}$, kann ein Festigkeitsgewinn bei gleichzeitiger (geringer) Reduktion der Zementzugabe erzielt werden.



Berechnete Mörtelprismen-zusammensetzung

CEM I 52,5R HS/NA	360 g
Altbetonmehl (1.200/3.250/5.000/10.000 U/min)	225 g (Sub 90g + Add 135g)
Wasser	225 g
Normsand	1215 g
w/z	0,625
Normsand/Zement	3,375
Fließmittel	



Weitere Anwendungsmöglichkeiten

- Sekundärrohstoff zur Herstellung von dichten Betongranulaten
- Matrixrohstoff für die Herstellung von Dämmschaum für den Füllstoff von Ziegeln, Leichtbetonsteinen und Hohlraumdecken
- Quarzmehlsubstitut bei der Herstellung von Porenbeton

Alle Anwendungen sind nur mit definiertem Ausgangsmaterial möglich!

Produktionsrückstände und Altbeton aus Abbruch von Hochbauten ist nur bei einer Güteüberwachung in einem engen zeitlichen Raster verwendbar.



Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Betongranulate mit
Anwendung als

- Zuschlagstoff
- Filtermaterial
- Kornbandergänzungen
- Einkornbeton



Granulate



Recyclingbinder



Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Dämmschaum mit Anwendung als

- Füllstoff für Ziegel und Leichtbetonsteine
- Füllstoff für Hohlräumedecken
- Verfüllung von Hohlblocksteinen



Fachtagung Recycling R'10



Recyclingbinder

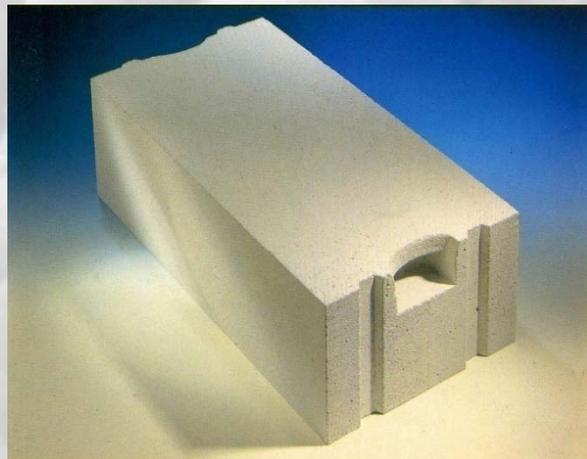
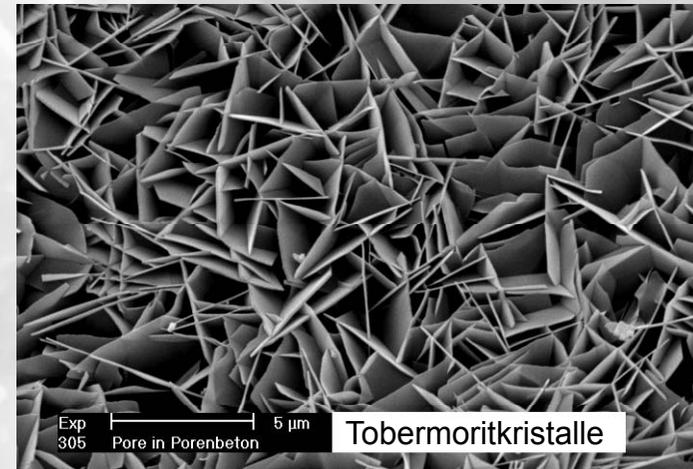




Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Zusatzstoff für Porenbeton

- Einsparpotential von Quarzmehl
- bessere Keimbildung



Fachtagung Recycling R'10



Recyclingbinder



Substitutions- und Additionsbinder auf der Basis von feindispersen Bauabfällen

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Besuchen Sie uns auch auf der
17. Internationale IFF Fachtagung
17. + 18. November 2010

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

Dipl.-Ing. Alrik Badstübner

IFF Weimar e. V.
Über der Nonnenwiese 1
99428 Weimar – Tröbsdorf
03643 / 86 84 - 115
a.badstuebner@iff-weimar.de



Beton Experten Center