

Entwicklung eines Trennverfahrens für gipskontaminierten Betonbruch

Dipl.-Ing. Thomas Schnellert

Dipl.-Ing. Kati Kehr

Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller

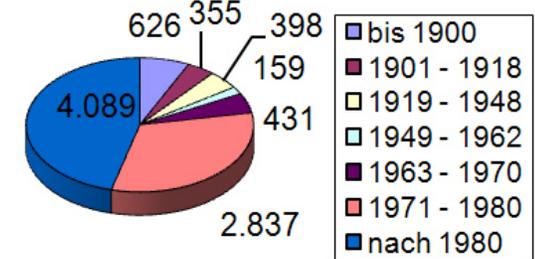
Fachtagung Recycling R´10

Weimar, 22. / 23.09.2010

o Ausgangssituation: Abbruch von Wohngebäuden in Fertigteilbauweise

- Abriss von Gebäuden der letzten Generation
z. B. Plattenbautyps P 2
- Stoffliche Zusammensetzung des Abbruchmaterials
 - o rechnerisch:
Gehalt an gipshaltigen Baustoffen:
 - 3,1 M-% aus Anhydritestrich
 - 6,6 M-% aus Anhydritestrich + gipshaltige Sanitärzelle

Abgang von Wohnungen in 2005 in Thüringen nach Baualter



[Mettke, A.; u.a.: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rückbau industrieller Bausubstanz“ TU Cottbus 2008]

- o experimentell:

	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Min	Max
	[Masse-%]		[%]	[Masse-%]	
Beton und Gesteinskörnung	93,75	1,70	1,81	90,49	95,39
Ziegel, Klinker, Steinzeug	2,85	1,59	55,73	1,20	6,18
Gipsbaustoffe	2,73	1,11	40,52	1,80	5,35
Andere Bestandteile	0,65	0,21	31,63	0,36	0,96

○ Ausgangssituation: Abbruch von Wohngebäuden in Fertigteilbauweise

- Abriss von Gebäuden der letzten Generation
z. B. Plattenbautyps P 2
- Stoffliche Zusammensetzung des Abbruchmaterials
 - rechnerisch:
Gehalt an gipshaltigen Baustoffen:
 - 3,1 M-% aus Anhydritestrich
 - 6,6 M-% aus Anhydritestrich + gipshaltige Sanitärzelle
- experimentell:



[Mettke, A.; u.a.: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rückbau industrieller Bausubstanz“ TU Cottbus 2008]

	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Min	Max
	[Masse-%]		[%]	[Masse-%]	
Beton und Gesteinskörnung	93,75	1,70	1,81	90,49	95,39
Ziegel, Klinker, Steinzeug	2,85	1,59	55,73	1,20	6,18
Gipsbaustoffe	2,73	1,11	40,52	1,80	5,35
Andere Bestandteile	0,65	0,21	31,63	0,36	0,96

○ Ausgangssituation: Abbruch von Wohngebäuden in Fertigteilbauweise

- Abriss von Gebäuden der letzten Generation
z. B. Plattenbautyps P 2
- Stoffliche Zusammensetzung des Abbruchmaterials
 - rechnerisch:
Gehalt an gipshaltigen Baustoffen:
 - 3,1 M-% aus Anhydritestrich
 - 6,6 M-% aus Anhydritestrich + gipshaltige Sanitärzelle

[Mettke, A.; u.a.: Schlussbericht zum Forschungsvorhaben „Rückbau industrieller Bausubstanz“ TU Cottbus 2008]

- experimentell:



	Mittelwert	Standardabweichung	Variationskoeffizient	Min	Max
	[Masse-%]		[%]	[Masse-%]	
Beton und Gesteinskörnung	93,75	1,70	1,81	90,49	95,39
Ziegel, Klinker, Steinzeug	2,85	1,59	55,73	1,20	6,18
Gipsbaustoffe	2,73	1,11	40,52	1,80	5,35
Andere Bestandteile	0,65	0,21	31,63	0,36	0,96

○ Auswirkungen von Gipsbestandteilen im Betonbruch

- Treiberscheinungen durch Volumenzunahme bzw. Entfestigung:
 - Ettringitbildung - $3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{ CaSO}_4 \cdot 32 \text{ H}_2\text{O}$
 - Thaumasitbildung - $\text{CaSiO}_3 \cdot \text{CaCO}_3 \cdot \text{CaSO}_4 \cdot 16 \text{ H}_2\text{O}$
- Elution sulfathaltiger Komponenten

○ Anforderungen an RC- Material hinsichtlich des Gipsgehaltes

	stoffliche Anforderung	Sulfat
DIN 4226-100 (Typ 1: Betonsplitt/Betonbrechsand)	Gruppe „Stückgips + Fremdbestandteile“ < 0,2 M-%	< 0,8 M-% (säurelöslich)
TL Gestein-StB	Gruppe „Mineralische Leicht- und Dämmstoffe“ < 1,0 M-%	
LAGA	keine Anforderung	600 mg/l (SO_4^{2-} im Eluat)

- Folge:

- Nach aktuellen Vorschriften zur Verwertung (DIN 4226-100, TL-Gestein StB, LAGA) ist die Verwendung des Plattenbaumaterial in gebundenen oder ungebundenen Anwendungen ohne eine Abtrennung der Gipsbestandteile nicht zulässig

- Zielstellung:

- Entwicklung und Erprobung eines Trennverfahrens für Beton-Gips-Gemische basierend auf einer Modifikation der Nasssetztechnik



Warum nicht mit herkömmlicher
Setztechnik?

- Herausforderung an die Setztechnik
 - Dichteunterschiede der Ausgangsmaterialien

Dichtequotienten zur Beurteilung der Sortierbarkeit von Gips-Beton-Gemischen in Setzmaschinen					
	Rohdichte	Rohdichte	Sortierquotient für die Trennung zwischen		
Selektierte Partikelart	OD	SSD ¹		OD	SSD
	[g/cm ³]	[g/cm ³]			
Gips aus Badzellenmaterial	1,55	1,88	Betonbruch A – Gips Badzelle	2,60	1,70
Gips aus Fußbodenestrich	1,90	2,08	Betonbruch A – Gips Fußbodenestrich	1,59	1,39
Betonbruch A	2,43	2,50	Betonbruch Plattenbau – Gips Badzelle	2,25	1,57
Betonbruch aus Plattenbaubeton	2,24	2,38	Betonbruch Plattenbau – Gips Fußbodenestrich	1,38	1,28

¹: berechnet unter Annahme vollständiger Wassersättigung aller im Korn vorhandenen Poren

$$q = \frac{\rho_H - \rho_{FI}}{\rho_L - \rho_{FI}}$$

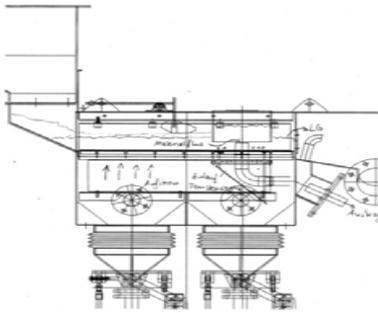
$q < 1,5$ durch Setzen keine Trennung möglich

ρ_H : Dichte schwere Komponente

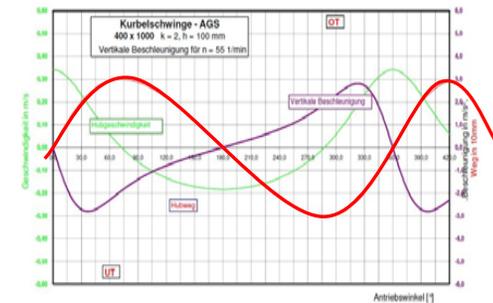
ρ_L : Dichte leichte Komponente

ρ_{FI} : Dichte Fluid

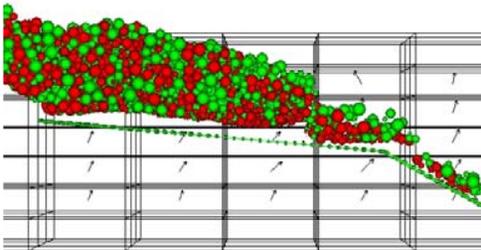
- Entwicklung, Bau und Erprobung einer modifizierten Nasssetzmaschine
 - Entwicklung der Trenntechnik (Funktionsmuster „Triple A“)



- Maschinentechnische Auslegung



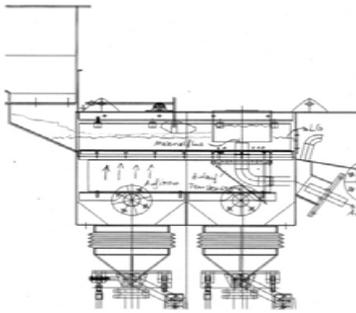
- Prozesssimulation mit der Software Particle Flow Code (PFC)



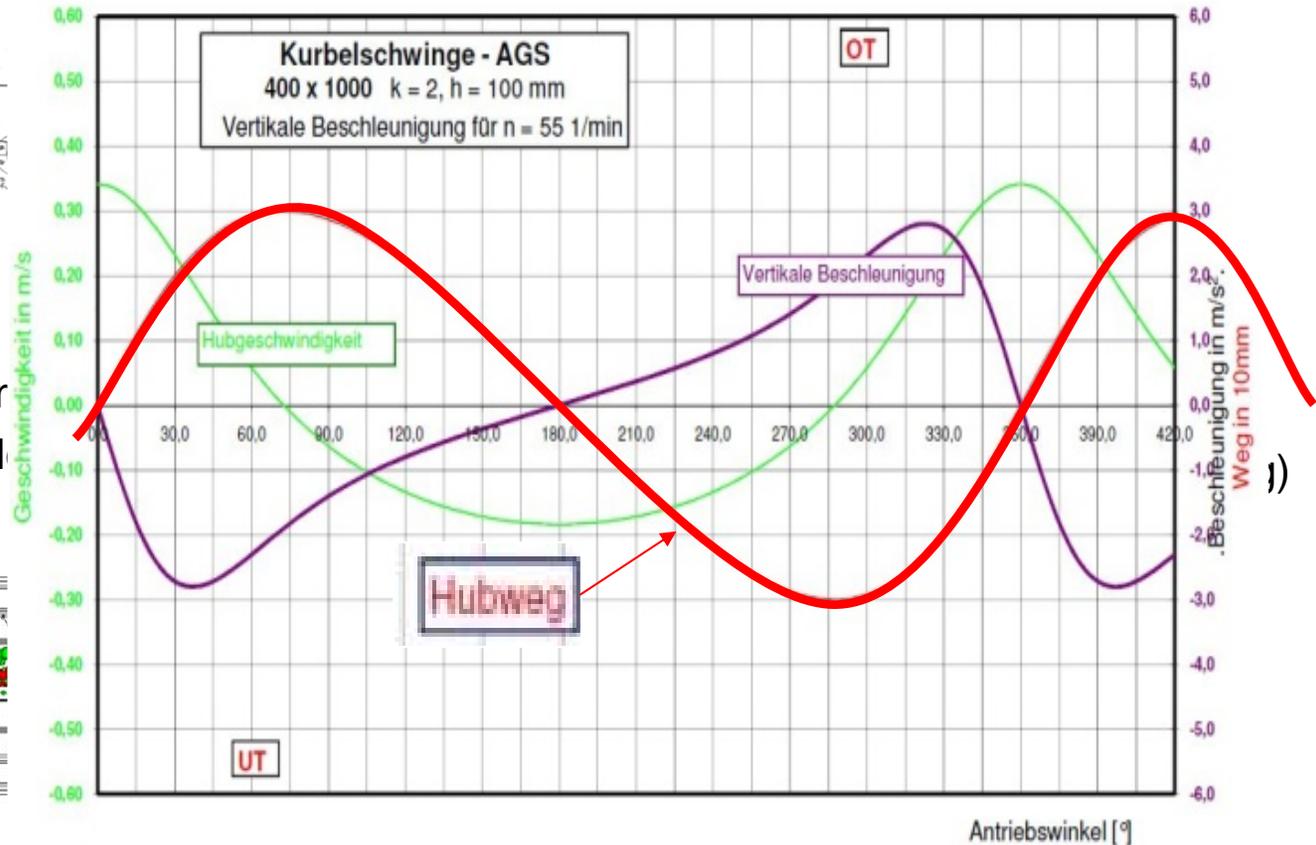
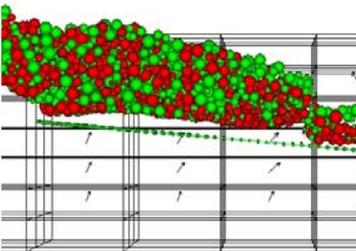
- Technische Umsetzung (Gipsabtrennung)



- Entwicklung, Bau und Erprobung einer modifizierten Nasssetzmaschine
 - Entwicklung der Trenntechnik (Funktionsmuster „Triple A“)



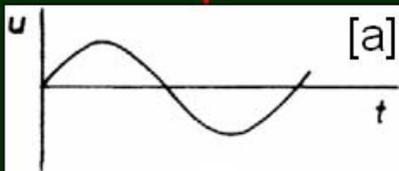
- Prozesssimulation mit Software Particle Flow



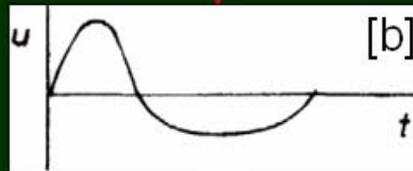
Versuche zur Optimierung der Setzmaschinenteknik

➤ Einfluss des Setzhubdiagramms

harmonische Schwingung



asymmetrische Schwingung



➤ Untersuchung weiterer Einflussfaktoren wie:

- Hub
- Dichteunterschiede
- Frequenz
- Setzdauer

- Versuchsstand auf der Deponie in Erfurt



- Versuchsstand auf der Deponie in Erfurt



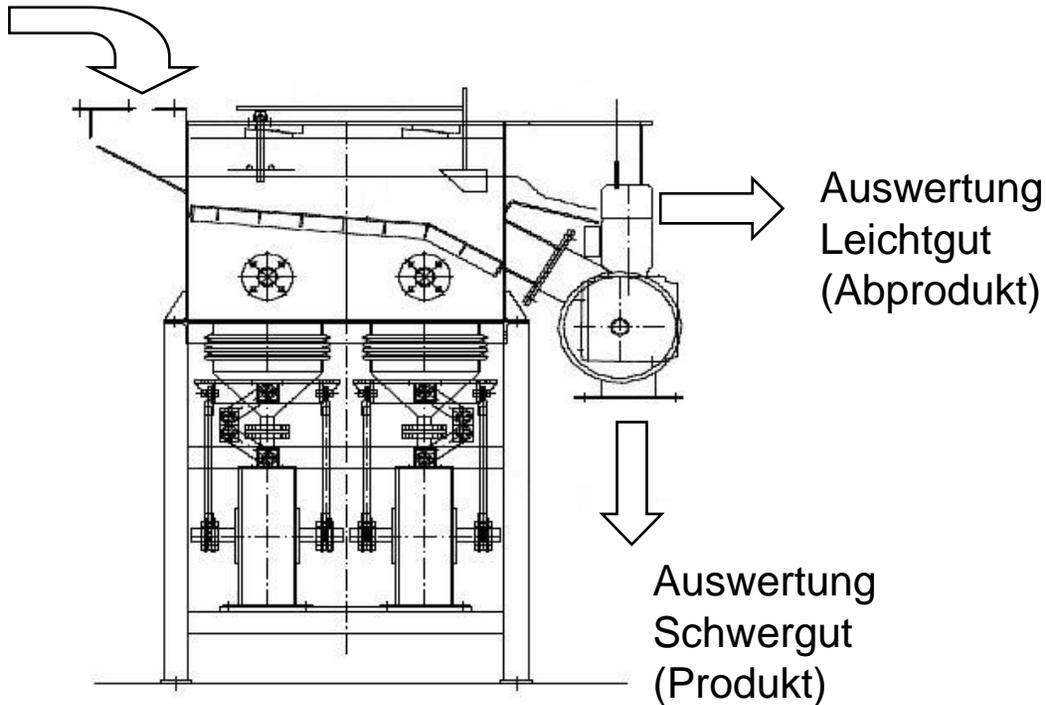
- Versuchsüberblick (gesamt)

Versuch	Parameter
Maschineneinstellung	
V 1	Gemisch [Masse-%] Betonsorte A + Ziegel + Gipsbaustoff aus Badzelle 60 + 20 + 20
V 2	
V 3	
V 4	
V 5	
Korngrößeneinfluss	
V 6	Gemisch [Masse-%] Betonsorte A + Ziegel + Gipsbaustoff aus Badzelle 60 + 20 + 20
Mehrfachdurchlauf	
V 7	Gemisch [Masse-%] Betonsorte A + Ziegel + Gipsbaustoff aus Badzelle 60 + 20 + 20

Versuch	Parameter
Betongemisch mit variablen Gipsgehalten	
V 8	Betonsorte A + Gipsbaustoff aus Badzelle
V 9	Betonsorte A + Gipsbaustoff aus Fußbodenestrich A
Betonqualitäten	
V 10	Bahnschwellenbeton (Betonsorte A) mit Magerbeton (Betonsorte B) gemischt
Praxisgemische	
V 11	Plattenbaumaterial 4/45 mm
V 12	Mauerwerkabbruch
V 13	Gipsbaustoff aus Fußbodenestrich B Setzbethöhe 95 mm.
V 14	Plattenbaumaterial 0/63 mm
V 15	Gipsbaustoff aus Fußbodenestrich B Setzbethöhe 76 mm

○ Analysenmethoden

Aufgabematerial



- Massenbilanzen
- Siebanalyse
- Sortieranalyse
- Rohdichteanalyse

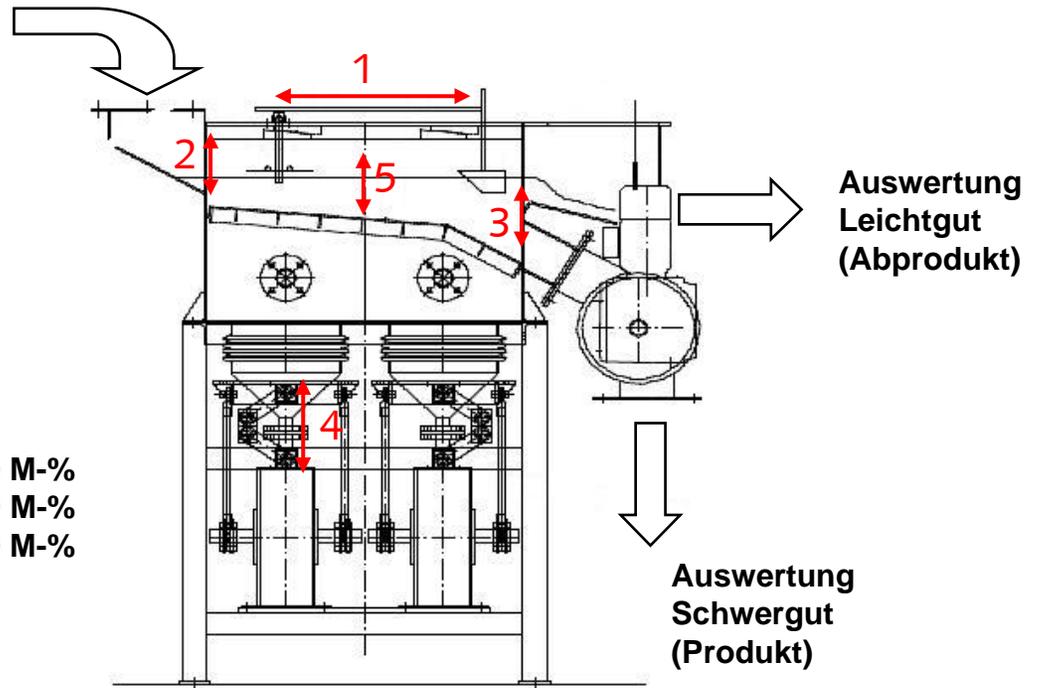
- Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung
 - Einfluss der Maschineneinstellung



Modellmischung

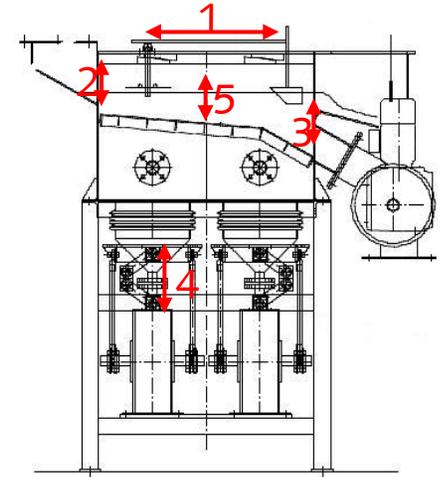
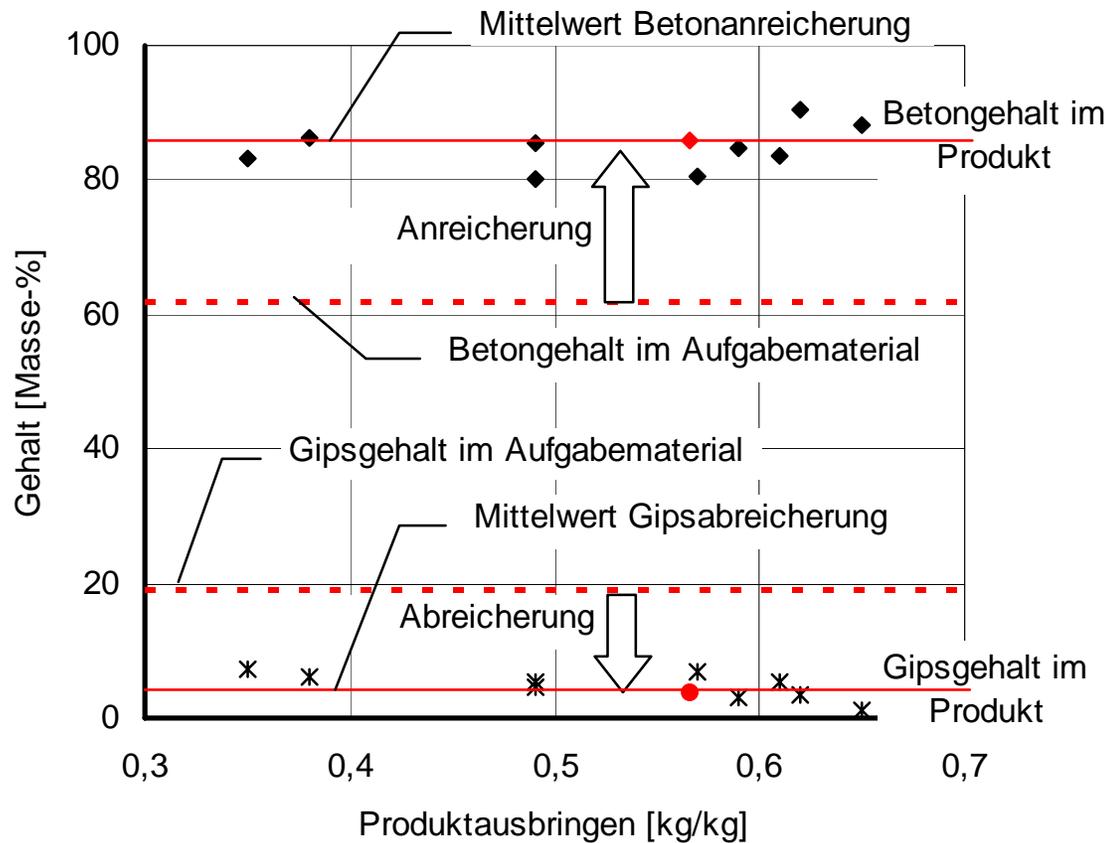
**Betonsorte A
+ Ziegel
+ Gipsbaustoff aus Badzelle**

60 M-%
20 M-%
20 M-%



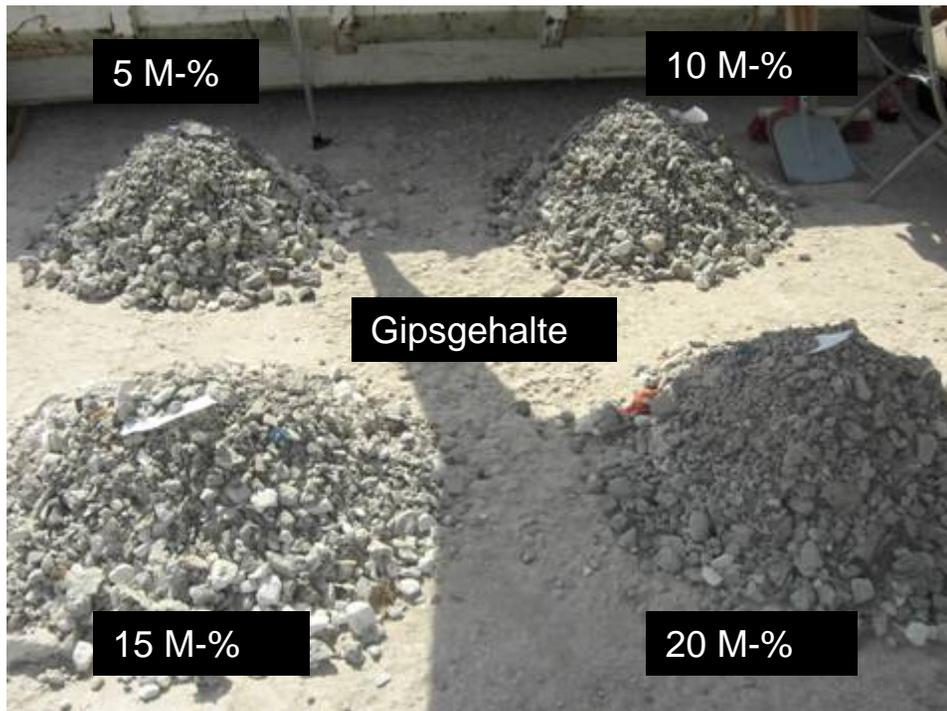
Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung

- Einfluss der Maschineneinstellung



Veränderungen der Beton- und Gipsgehalte durch den Setzprozess in Abhängigkeit vom Produktausbringen bei verschiedenen Maschineneinstellungen

- Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung
 - Einfluss der Gipsgehalte und Gipsart



Modellmischung I – IV

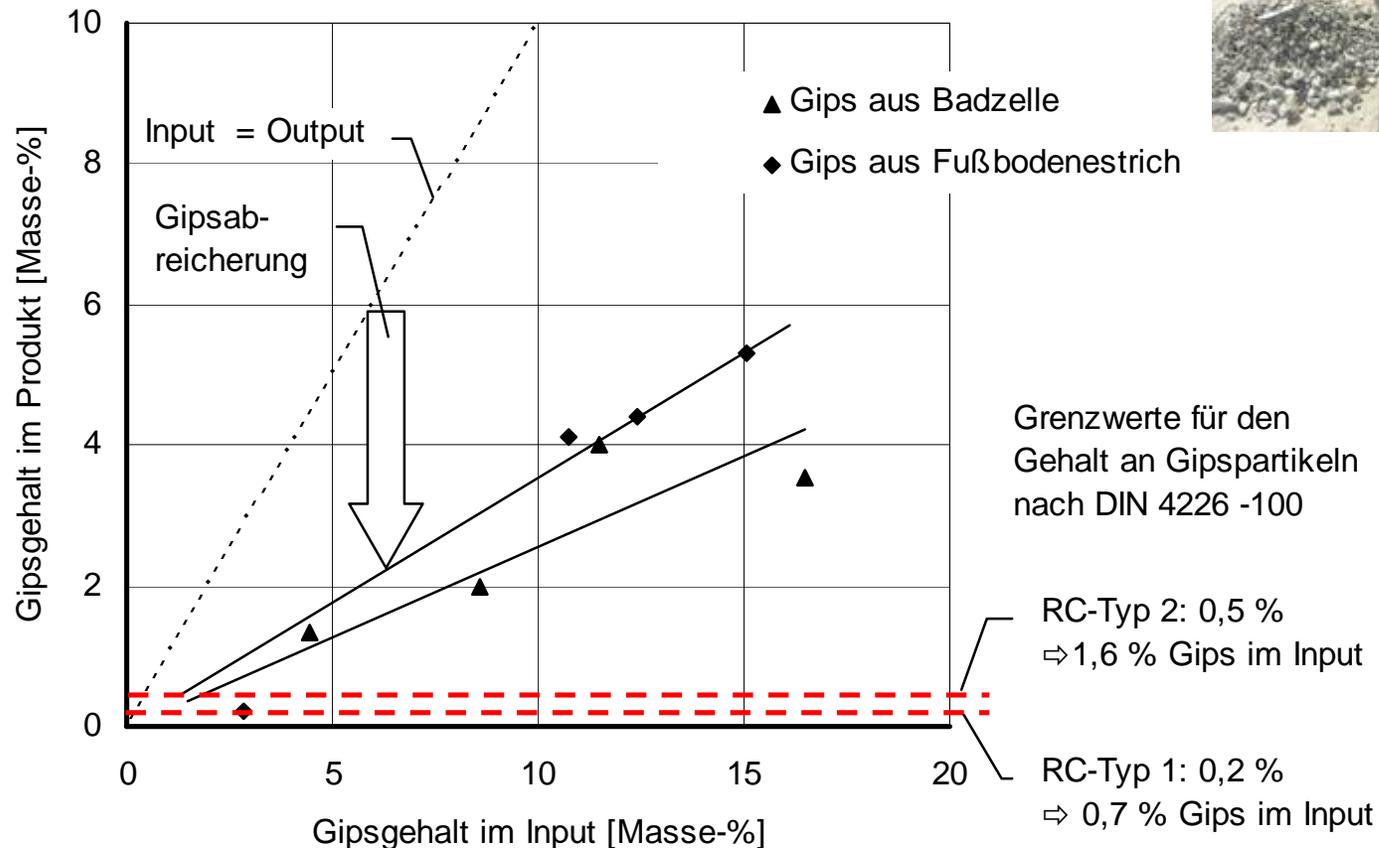
Betonsorte A 95 - 80 M-%
+ Gipsbaustoff aus Badzelle 5 - 20 M-%

Modellmischung V – VIII

Betonsorte A 95 - 80 M-%
+ Gipsbaustoff aus Estrich 5 - 20 M-%

Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung

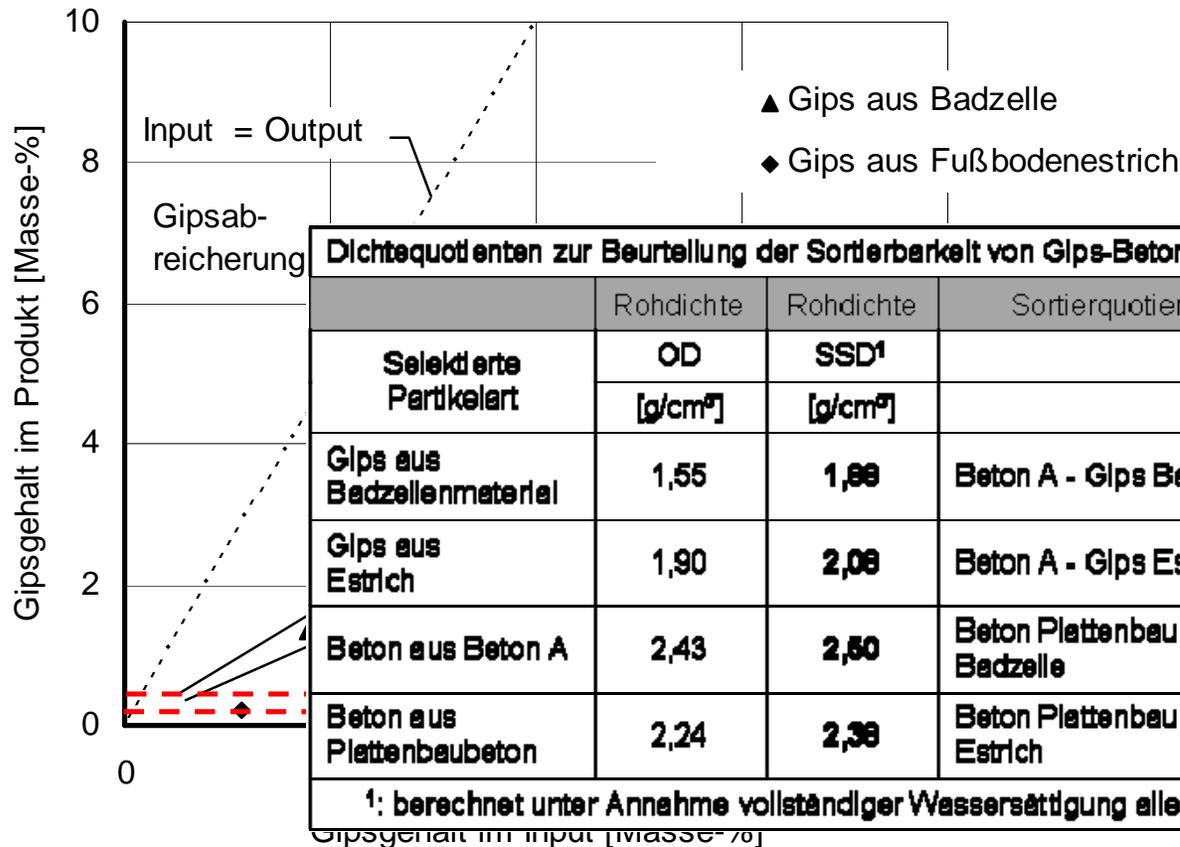
- Einfluss der Gipsgehalte und Gipsart



Veränderungen der Gipsgehalte im Produkt in Abhängigkeit vom Gipsgehalt im Aufgabematerial

Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung

- Einfluss der Gipsgehalte und Gipsart



Veränderungen der Gipsgehalte im Produkt in Abhängigkeit vom Gipsgehalt im Aufgabematerial

- Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung
 - Trennbarkeit von Praxisgemischen



Praxisgemisch

4/45 mm

Beton und Gesteinskörnung

93,8 M-%

Ziegel, Klinker, Steinzeug

2,8 M-%

Gipsbaustoffe

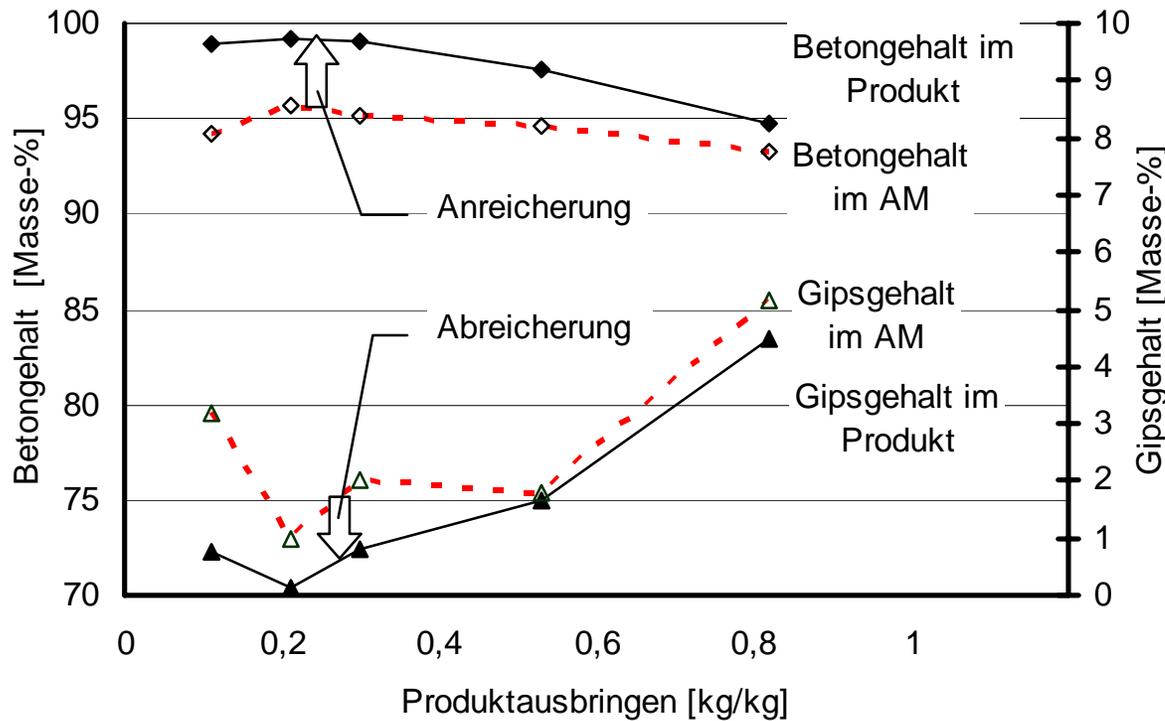
2,7 M-%

Andere Bestandteile

0,7 M-%

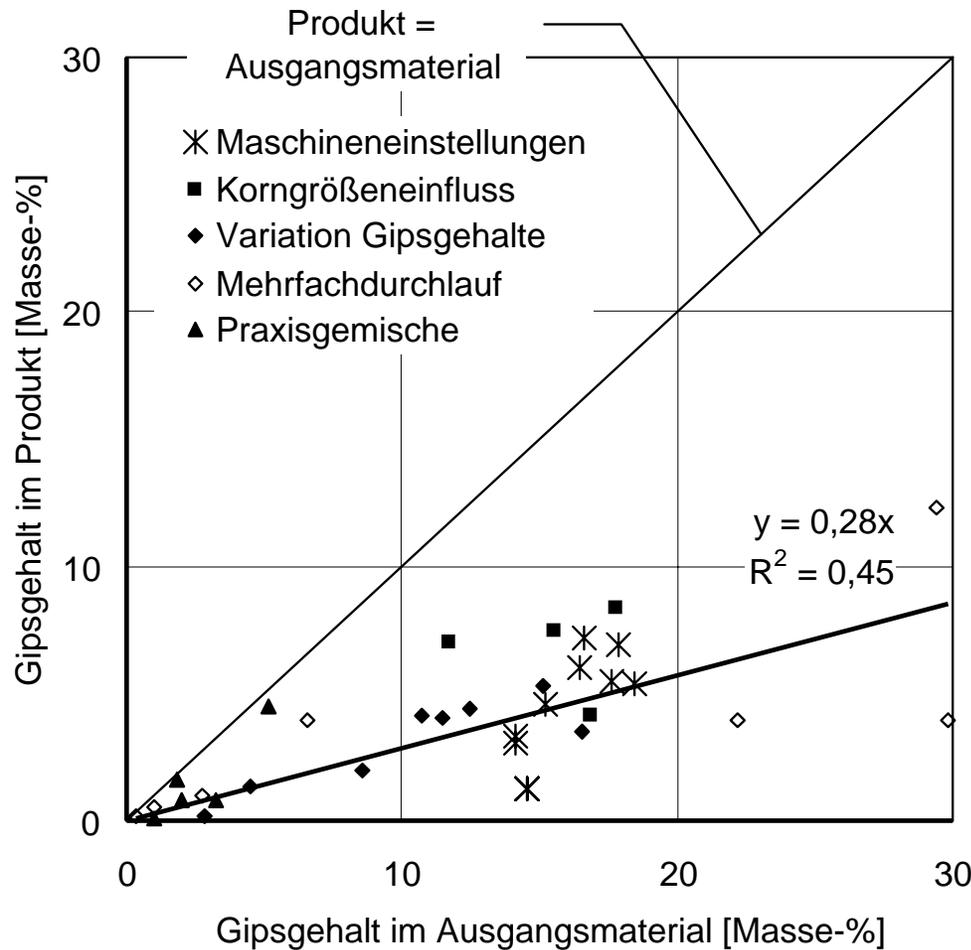
Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung

- Trennbarkeit von Praxisgemischen



Veränderungen der Beton- und Gipsgehalte durch den Setzprozess in Abhängigkeit vom Produktausbringen bei den Praxisgemischen

Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung



Zusammenfassende Gegenüberstellung der Gipsgehalte der Produkte mit den Gipsgehalten der Ausgangsmaterialien

- Ergebnisse der Beton – Gips – Trennung
 - Trennbarkeit von Praxisgemischen

Veränderungen der Zusammensetzung von Plattenbaumaterial durch die Setzsartierung und erreichbares Produktausbringen			
	Mittel	Min	Max
	Gips [Masse-%]		
Gehalt im Ausgangsmaterial	2,7	1,8	5,4
Gehalt nach einmaligen Durchlauf	0,8	0,5	1,5
Gehalt nach zweimaligen Durchlauf	0,2	0,1	0,4
	Beton [Masse-%]		
Gehalt im Ausgangsmaterial	93,8	90,5	95,4
Gehalt nach einmaligem Durchlauf	99,0	97,4	99,8
Gehalt nach zweimaligem Durchlauf	100	100	100
	Ausbringen [-]		
nach einmaligem Durchlauf	0,78	0,79	0,75
nach zweimaligem Durchlauf	0,62	0,63	0,59

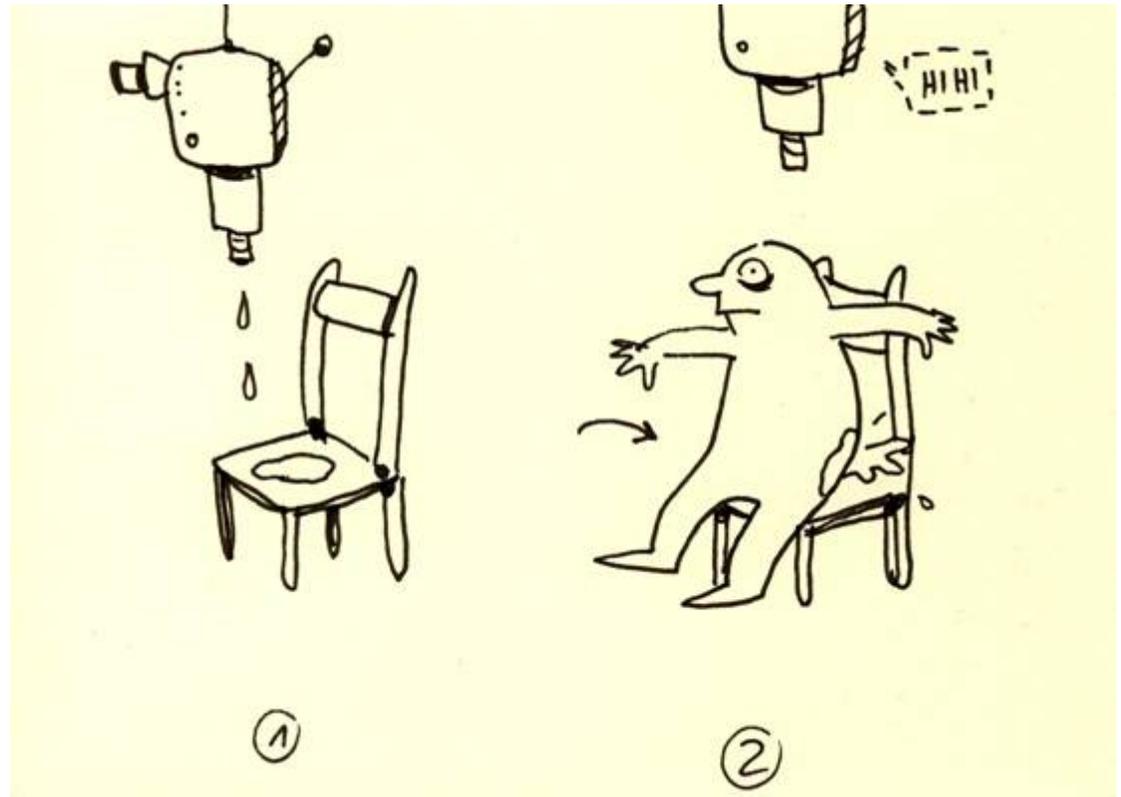
○ Zusammenfassung

- Abbruchmaterial aus Plattenbauten - zu hoher Anteil von gipshaltigen Materialien
- Abtrennung der Gipsbestandteile erforderlich
- Nasssetzmaschine „Triple A“ - Abtrennung der Gipsbestandteile
- Gipsgehalte sinken von 2,7 M-% im Mittel auf:
 - 0,8 M-% nach einmaligem Durchlauf
 - 0,2 M-% nach zweimaligem Durchlauf
- Einfluss auf die Gipsabtrennung:
 - die wirksamen Dichteunterschiede der zu trennenden Materialien
 - die Einstellungen der Maschine
 - die Gipsgehalte im Inputmaterials
 - die Korngröße des Inputmaterials
- Masseausbringen an Produkt zwischen min. 11 M-% und max. 85 M-%
- Rohdichteerhöhung und Vergrößerung der Korngrößenverteilung im Produkt gegenüber dem Ausgangsmaterial



ILLUMAT

- ein Automat für Spontanzeichnungen





gefördert durch:



Vielen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit!

<http://www.uni-weimar.de/Bauing/aufber/>