

Qualitätsparameter von Recyclingbaustoffen

Dr.-Ing. Elske Linß

Prof. Dr.-Ing. habil. Anette Müller

Martin Escher

Professur Aufbereitung von Baustoffen und Wiederverwertung

Bauhaus-Universität Weimar

Dipl.-Ing. Katharina Anding

Fachgebiet Qualitätssicherung

Technische Universität Ilmenau

Fachtagung Recycling R'10 am 22. und 23.9.2010



1. Motivation und Problemstellung
2. Stand der Technik
3. Lösungsvorschlag
4. Voruntersuchungen zur spektralen Stoffcharakterisierung
 - NIR-Spektren von Baustoffen
5. Ausblick

Betoneigenschaften von RC-Beton mit Betonbruch und Normalbeton im Vergleich

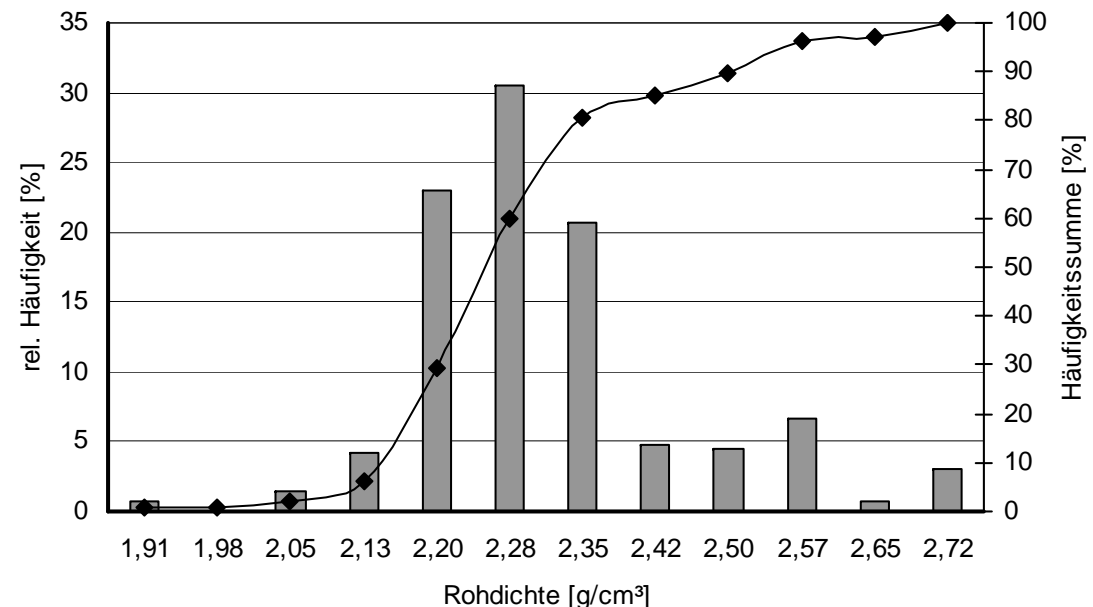
Betoneigenschaft	Abweichung vom Normalbeton
Frischbetoneigenschaften	
Zementeinsatz	bis + 27 %
Wassersaugen	wesentlich erhöht
Festbetoneigenschaften	
Druckfestigkeit	bis - 38 % (bei Austausch der Grob- u. Sandfraktion) bis + 20 % (bei Austausch der Grobfraktion)
Elastizitätsmodul	- 16 % bis - 40 %
Verbundverhalten	- 54 %
Kriechen	+ 30 % bis + 40 %
Schwinden	+ 10 % bis + 50 %
Frostbeständigkeit	bis zu 5-fach höher

Qualitätsparameter von Rezyklaten

Heterogenität – stoffliche Zusammensetzung

➔ Schwankungen in:

- Rohdichte
- Porosität
- Kornfestigkeit



➔ Beeinträchtigung des Verwertungsniveaus bei geringen Störstoffgehalten und porösen Bestandteilen

Möglichkeiten zur Verbesserung der Rezyklateigenschaften



Erhöhung der Rezyklatrohdichte

1. Innovative Aufbereitungstechnik

Schallimpulszerkleinerung (Linß)

Thermisch-mechanische Behandlung (Sui)

2. Beschleunigte Carbonatisierung – Gefügeverdichtung (Seidemann)



Sortierung nach stofflichen Eigenschaften

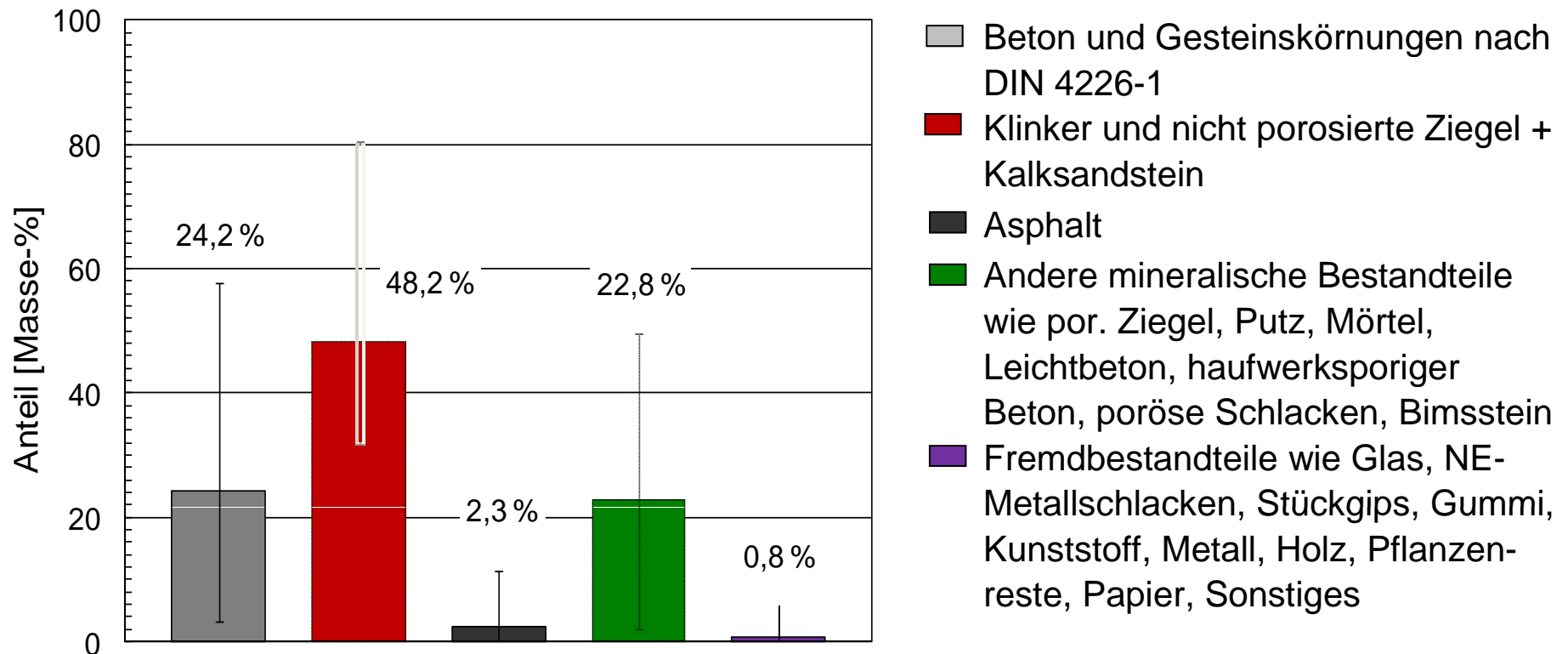
1. Weiterentwicklung der Setzmaschinenteknik (Schnellert / Kehr)

2. Sensorgestützte spektrale Sortierung

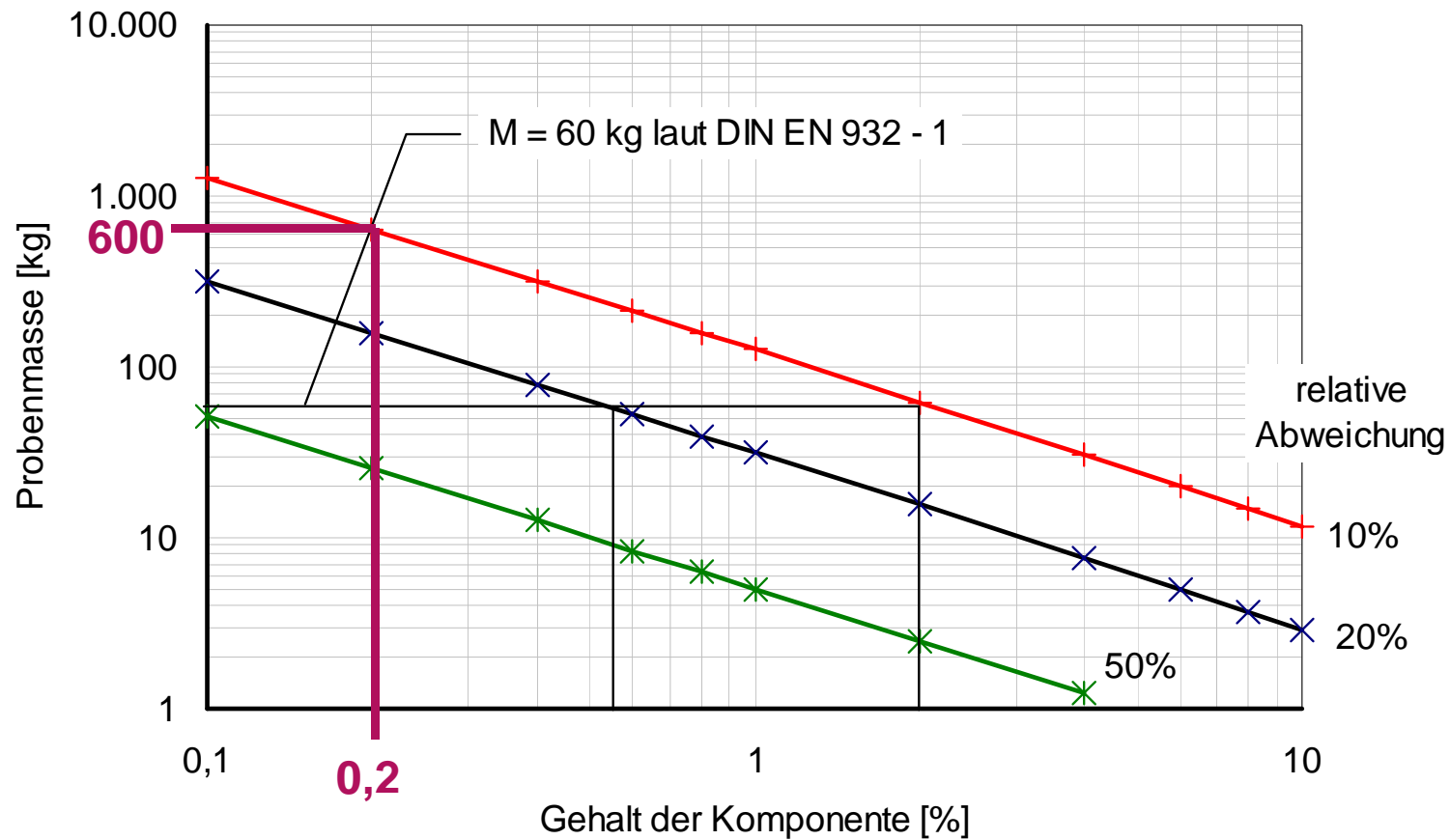
Optische Sortierung im NIR-Bereich → Projekt (Schnellert)

Optische Sortierung im VIS-Bereich → beantragtes Projekt (Linß, Anding)

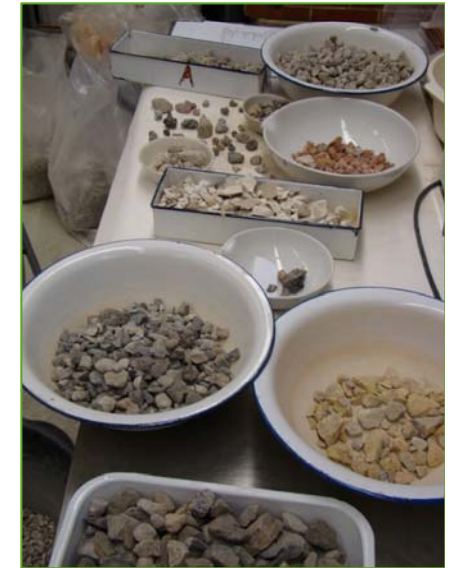
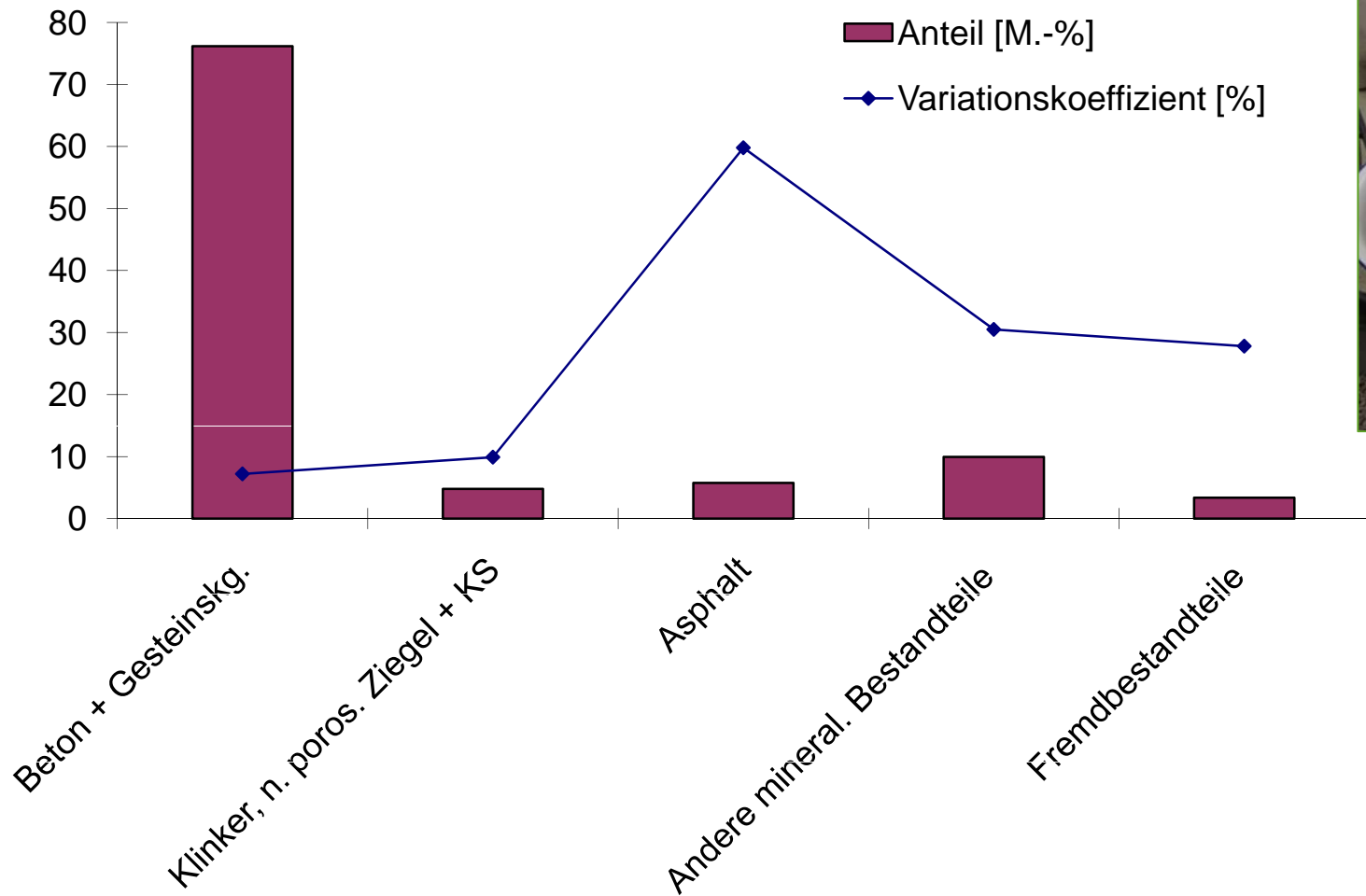
Mittlere Zusammensetzung und Variationsbereiche von Hochbauabfällen (27 Sortieranalysen)



Repräsentative Probenmasse für die Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung von RC-Baustoffen



Genauigkeit der Sortieranalyse nach DIN 4226-100



- Heterogenität der Rezyklate
- Grenzen in der Dichte-Sortierung
- Unzuverlässige Qualitätskontrolle bei der Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung
 - nicht ausreichend Probenmengen, beim Nachweis von sehr geringen Fremdstoffgehalten



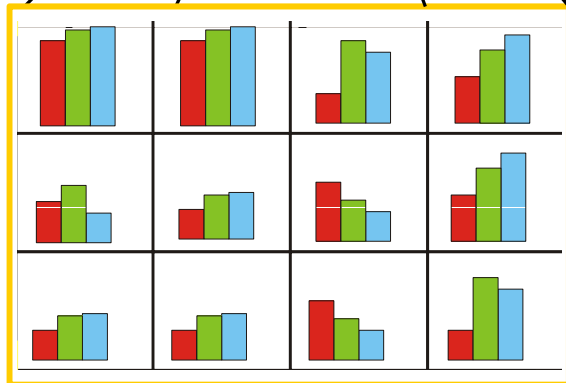
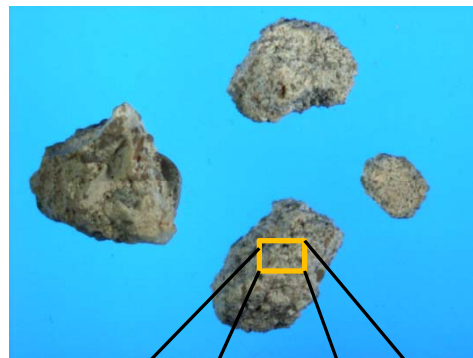
- Entwicklung innovativer Sortierverfahren

Grundlagenuntersuchungen zur Stoffidentifizierung als Basis für:

- die zuverlässige Automatisierung der Stoffanalyse
- Sortierung nach Stoffklassen bzw. Rohdichte

1. Magnetische Sensoren
2. Röntgenstrahlsensoren
3. Nahinfrarot (NIR) - Sensoren
4. VIS-Sensoren

RGB-Farbbild

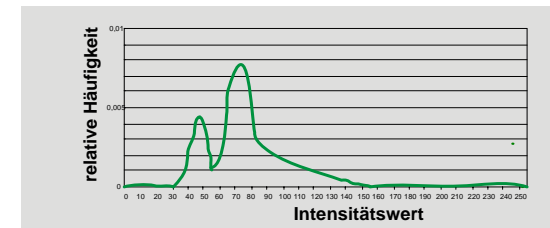


RGB-Anteile der Pixel
im Bildausschnitt

RELEVANTE PARAMETER

Bsp. für Parameter:

- a.) Formparameter (z.B. L/B, Sphärizität, Circularität)
- b.) Farbparameter (z.B. Mittel- o. Modalwert)



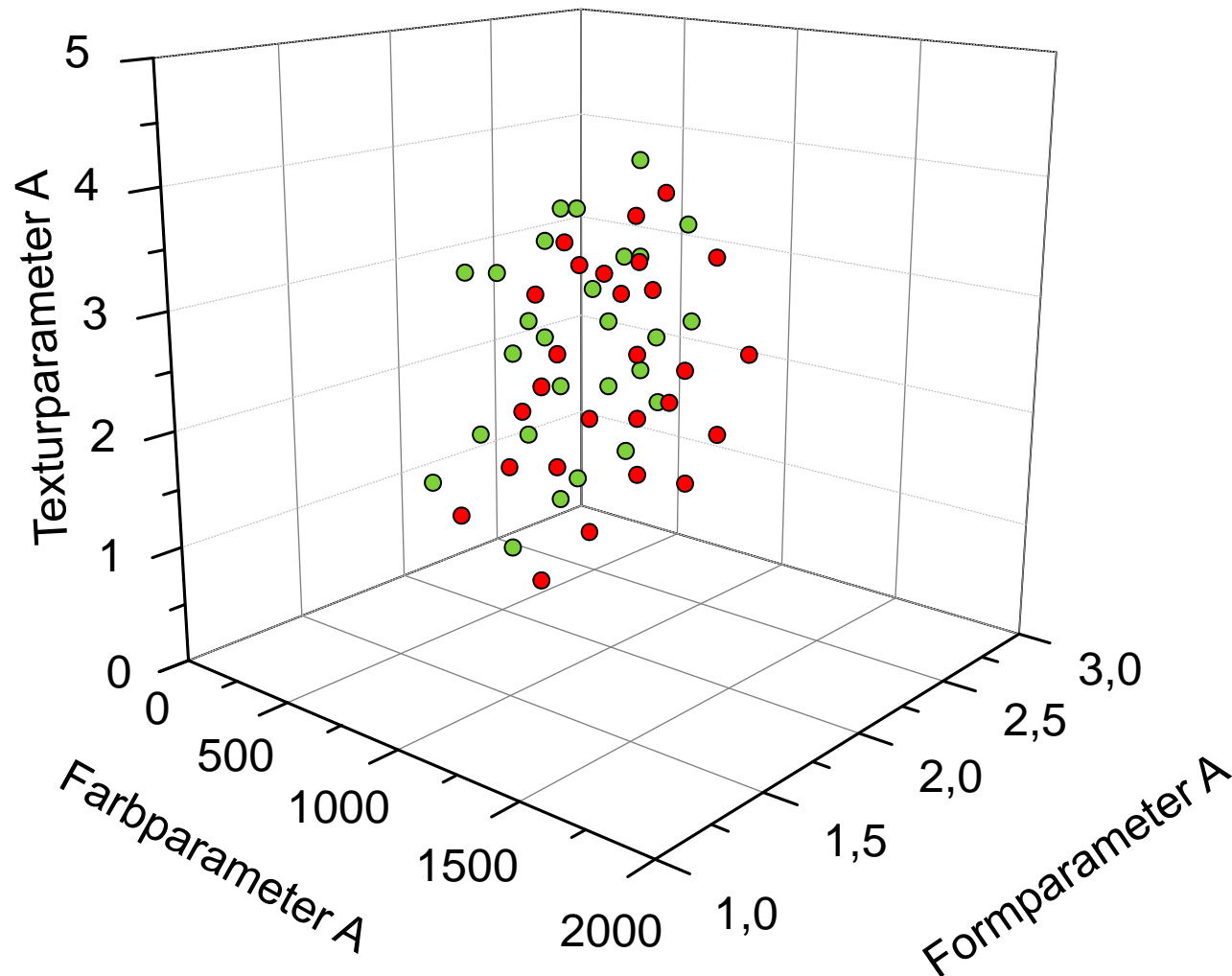
- c.) Texturparameter (z.B. Textur Laws)

...

**Ergebnis: stoffspezifische
Charakteristika der Baustoffe**

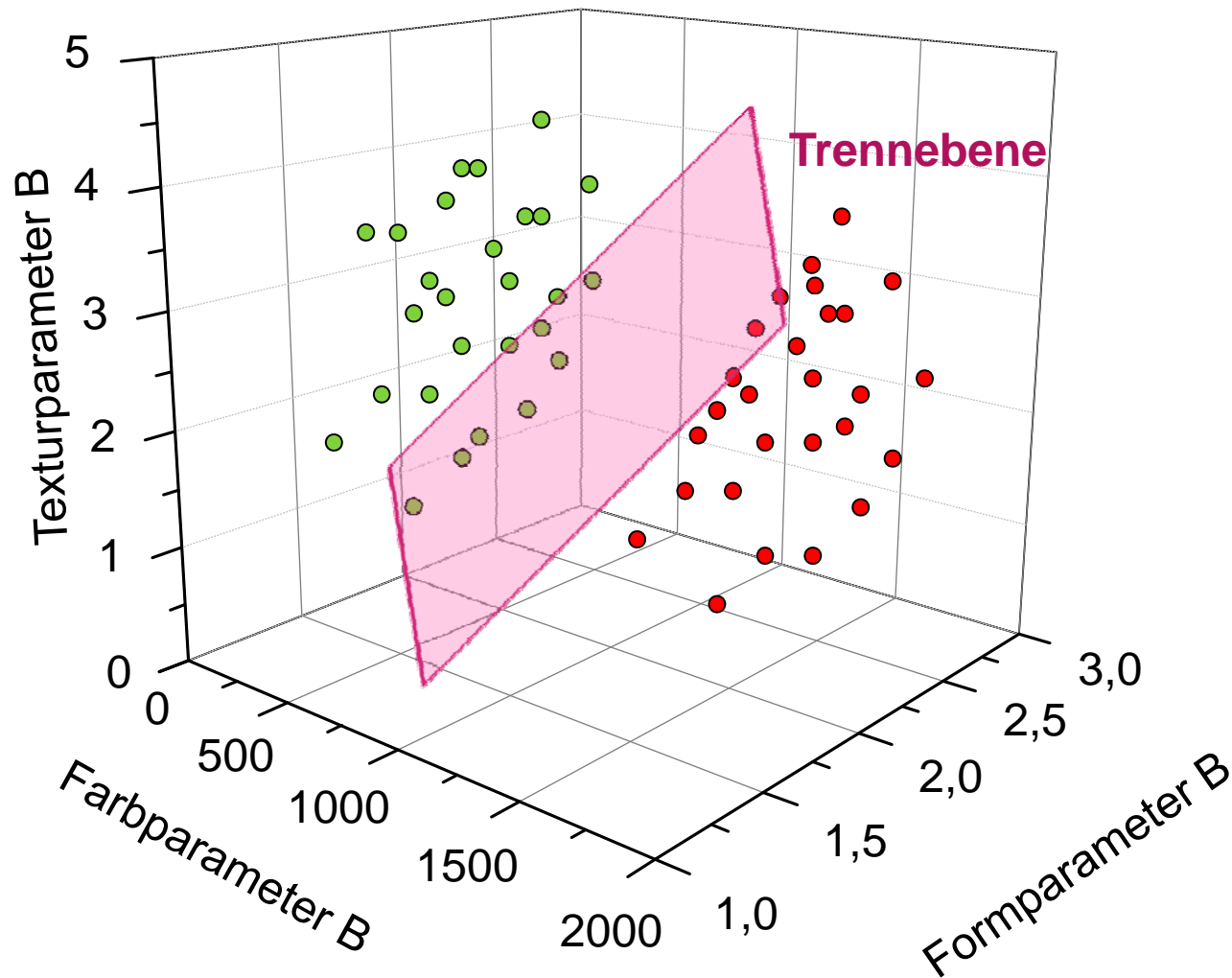
Selektion relevanter Stoffparameter

3-dimensionaler Parameterraum

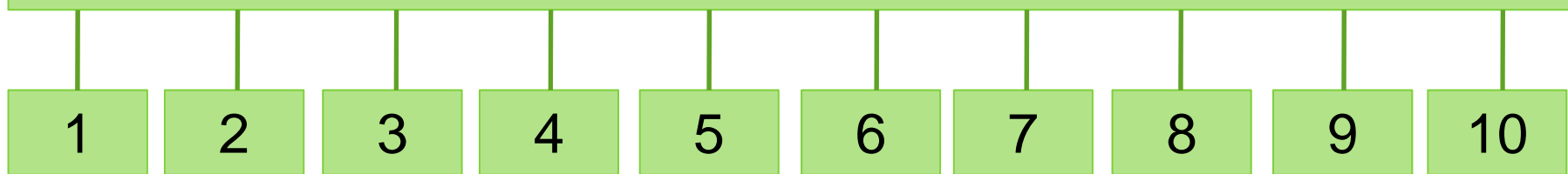


Selektion relevanter Stoffparameter

3-dimensionaler Parameterraum



Materialfamilie (Beton, Porenbeton, Leichtbeton, Ziegel, Gips, Gesteinskörnung, Asphalt, Kalksandstein ...)



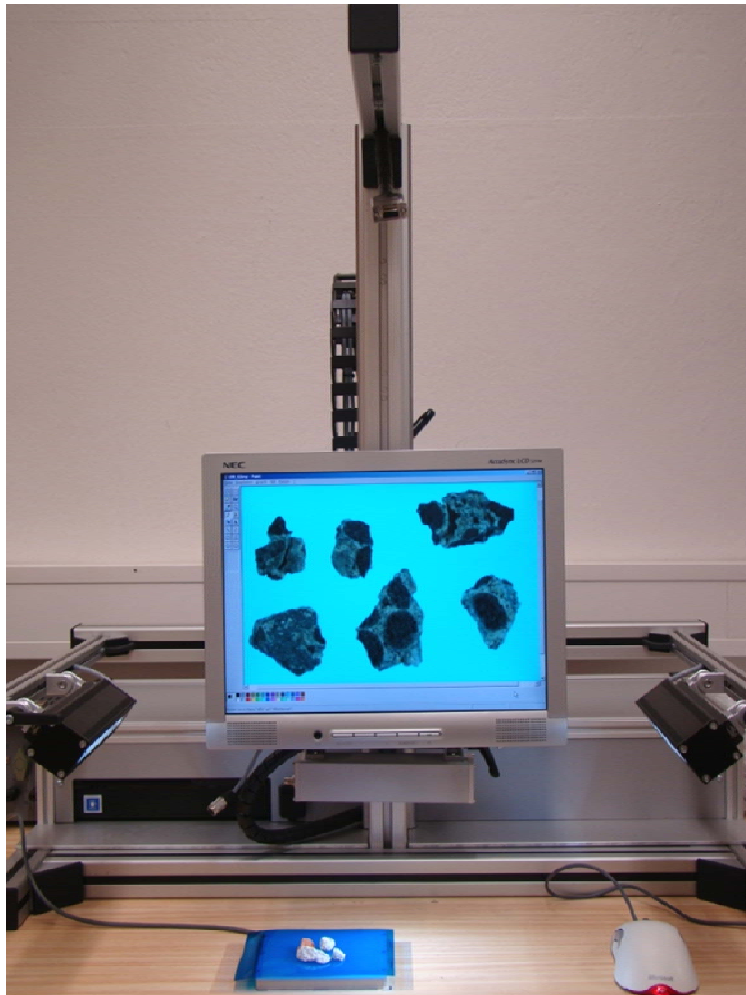
Zerkleinerung mit unterschiedlichen Aggregaten / Klassierung

Fraktion 4/8 mm

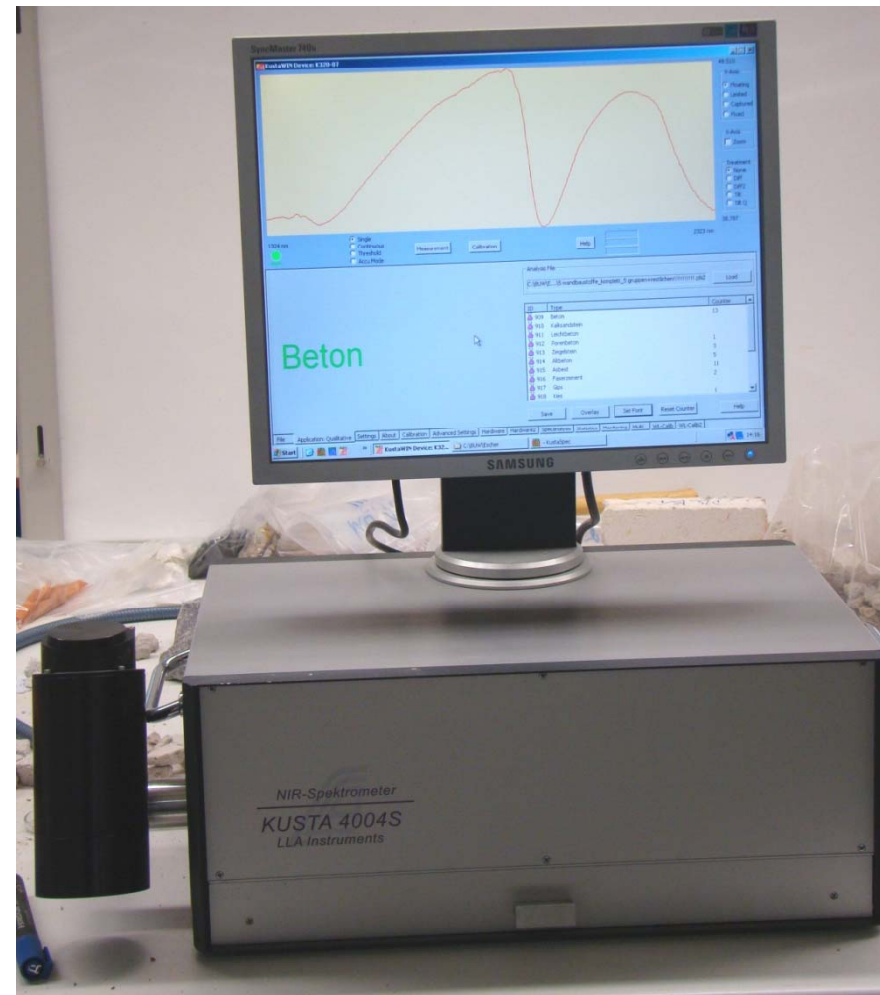
Bestimmung der stofflichen Eigenschaften

Bildaufnahme bzw. Aufnahme des NIR-Spektrums

Auswertung / Korrelationen



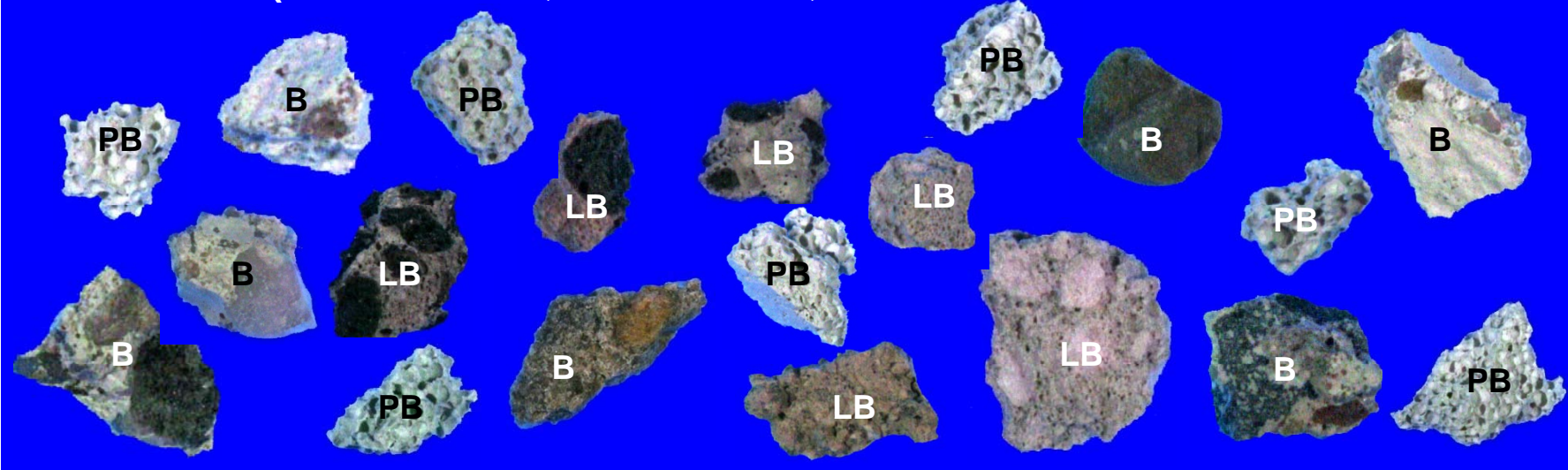
VIS-Bildaufnahmegerät



NIR-Spektrometer

Beton (Normalbeton, Leichtbeton, Porenbeton)

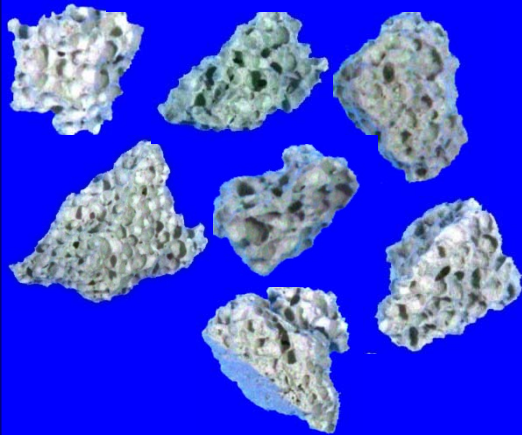
Ausgangsmaterial



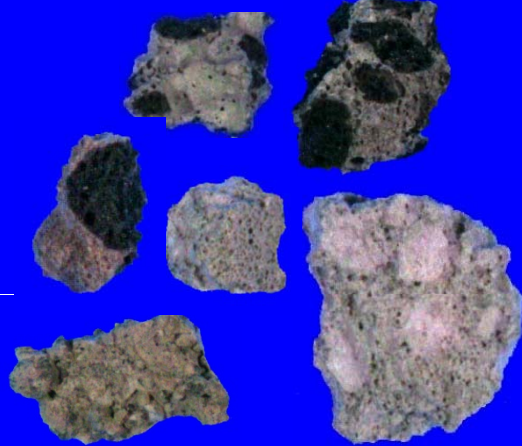
SORTIERUNG

sortenreines
Produkt

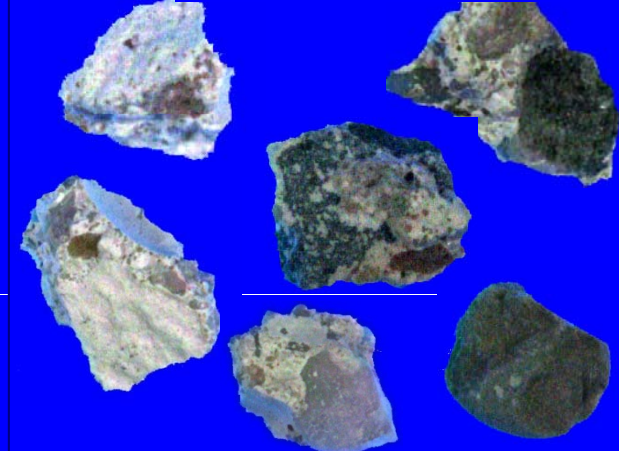
Porenbeton (PB)



Leichtbeton (LB)



Normalbeton (B)



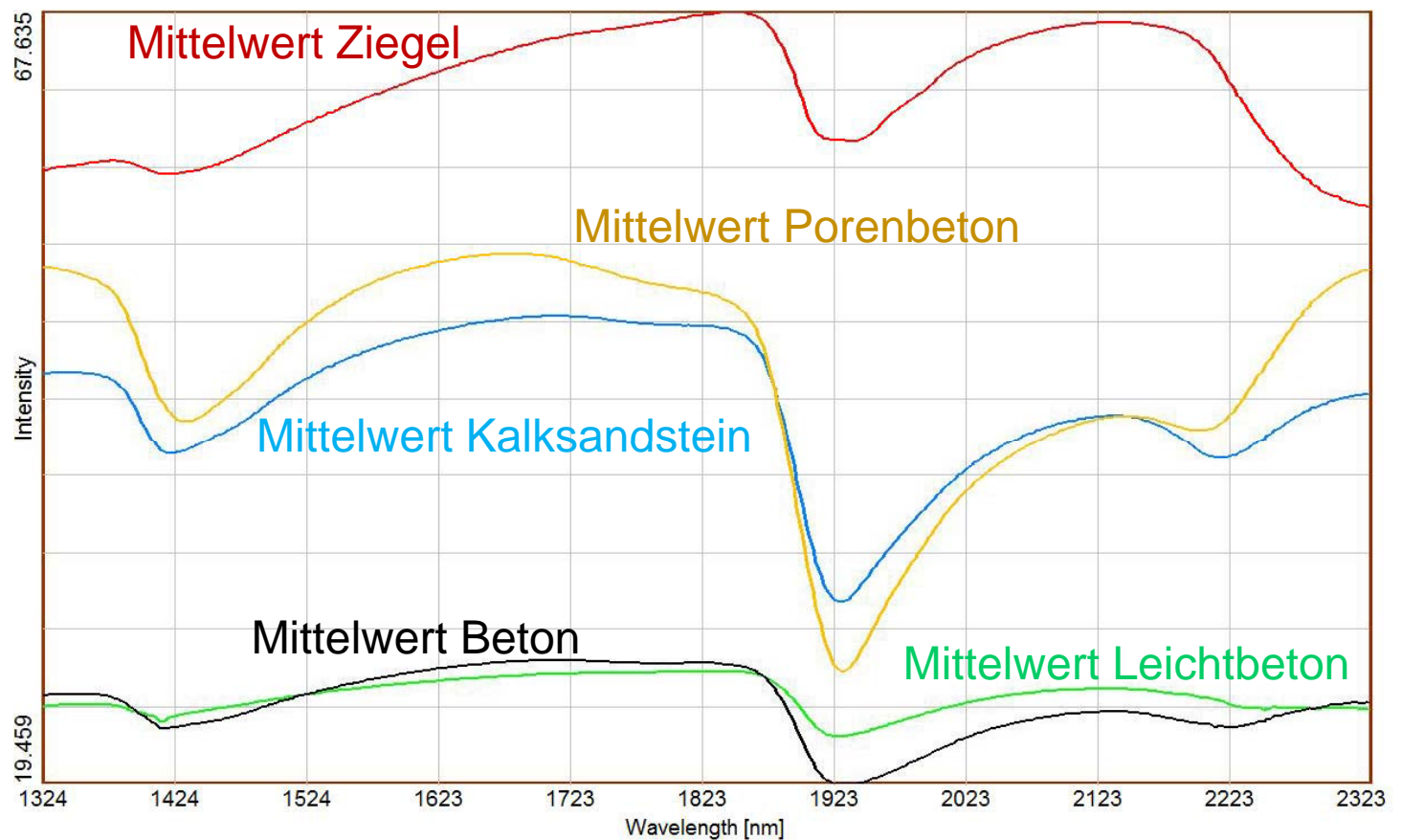
Ausgangsmaterial

Erweiterung um weitere Baustoffe wie Mörtel, Kalksandstein, Gips, porosierter und nicht porosierter Ziegel, Klinker, Gesteinskörnungen, Asphalt, Glas



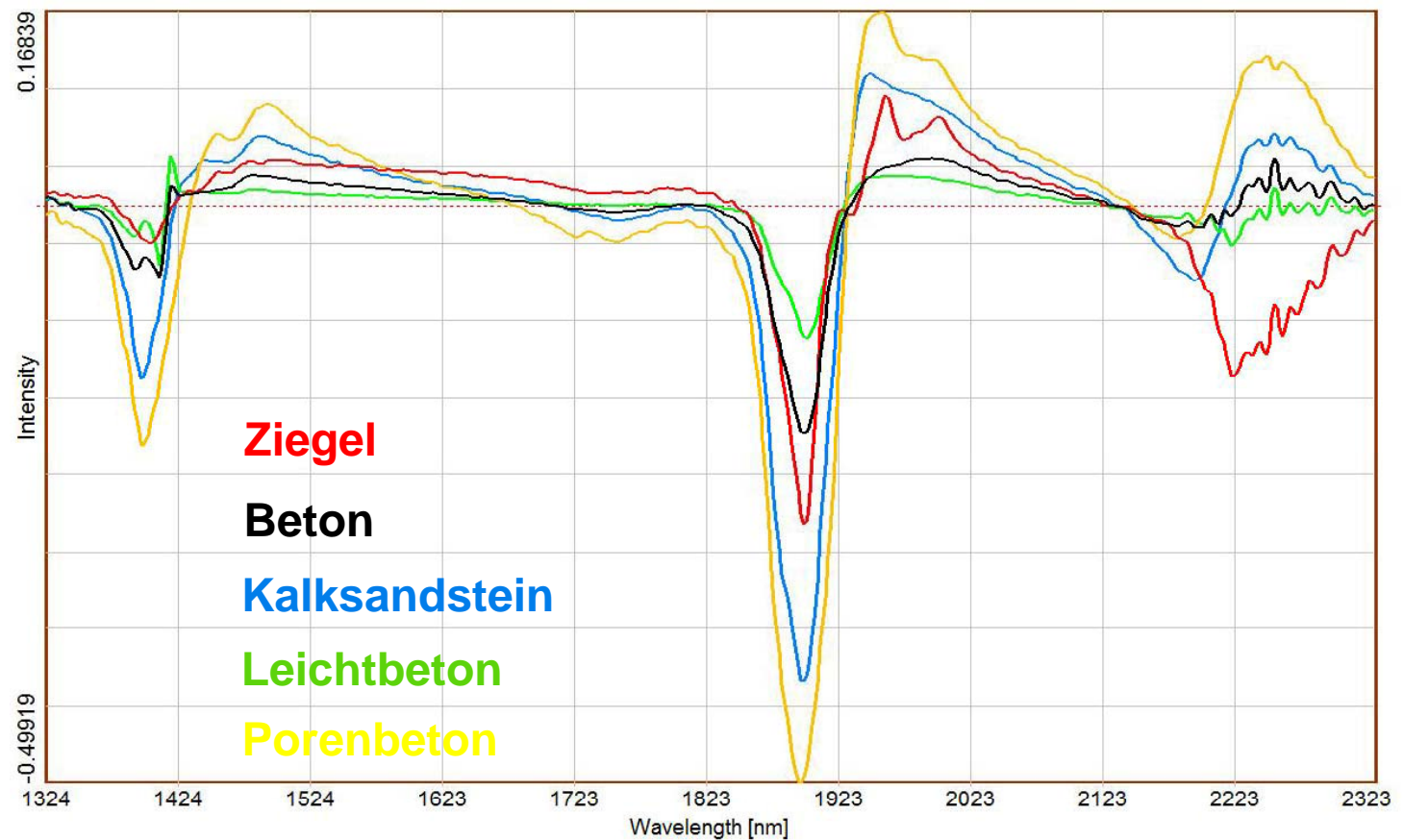
NIR-Spektren für unterschiedliche Baustoffe

Primärbaustoffe,
ofentrocken,
2000 Partikel pro
„Baustofffamilie“

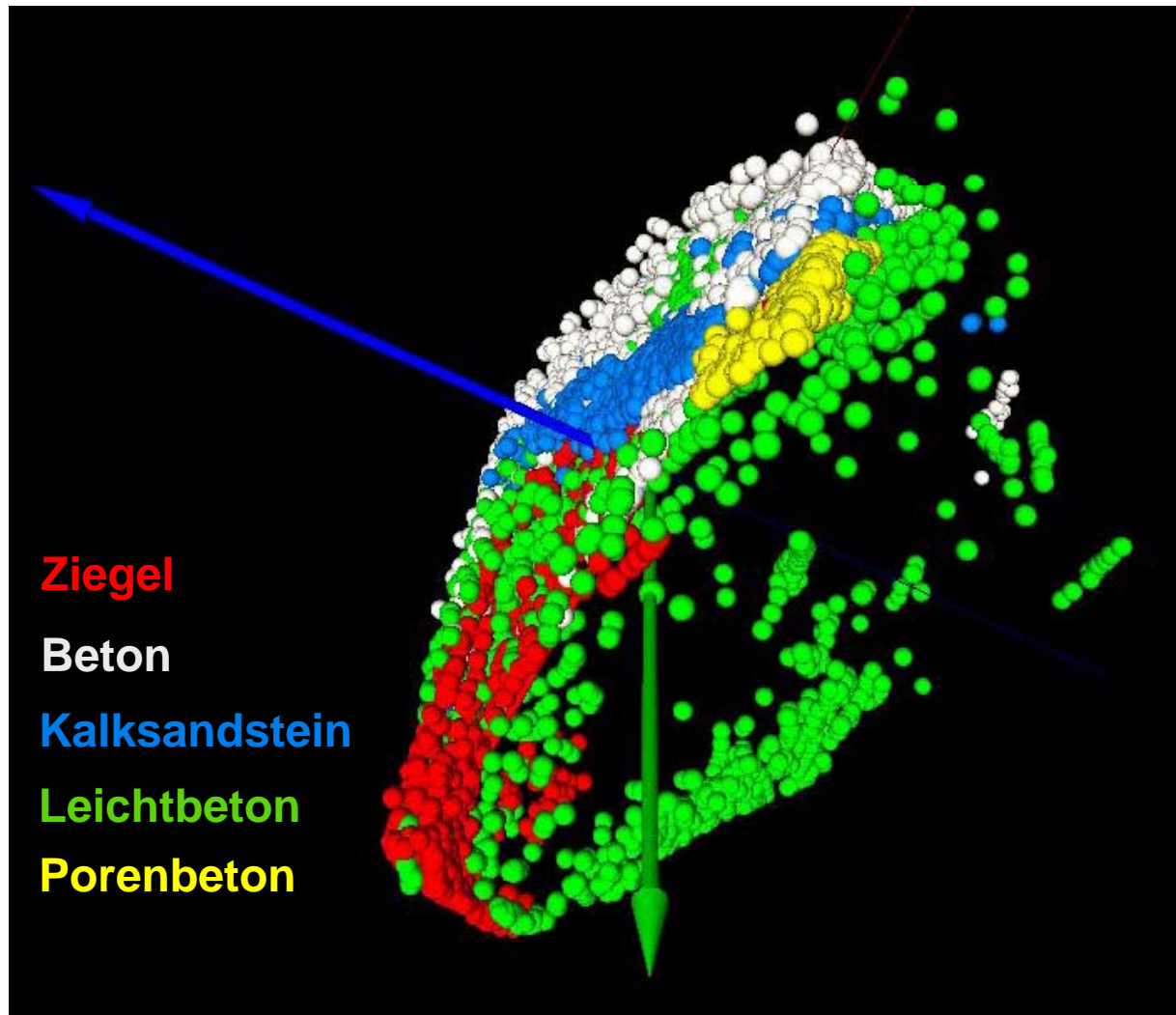


NIR-Spektren (1. Ableitung) für unterschiedliche Baustoffe

Primärbaustoffe,
ofentrocken,
2000 Partikel pro
„Baustofffamilie“



NIR-Spektren für unterschiedliche Baustoffe



1. Ermittlung von signifikanten Baustoffcharakteristika im VIS- und NIR-Bereich
2. Parameterkombinationen zur Baustofferkennung
3. Schrittweise Erweiterung der untersuchten Materialien (Primär- und Sekundärbaustoffe)
4. Ergänzung bzw. Kopplung von VIS und NIR