



LLA Instruments GmbH

Bewährte Messverfahren – Neue Einsatzgebiete

**Einsatz von Nah-Infrarot-Prozessmeßtechnik
zur Identifikation und Sortierung
von Gesteinsformationen**

Dipl.- Ing. Angelika Feierabend
LLA Instruments GmbH

Fachtagung
Recycling R'10

Weimar, 23. September 2010



Inhalt

1. Vorstellung der Firma LLA Instruments
2. NIR-Prozessmesstechnik – gegenwärtige typische Einsatzbereiche
3. Verfahrensentwicklung für den Einsatz der NIR-Prozesstechnik im mineralischen Bereich
4. Zusammenfassung und Ausblick auf weitere Einsatzbereiche

Die Firma LLA Instruments GmbH, ein mittelständisches Unternehmen mit Sitz in Berlin, ist Entwickler und Hersteller optischer Messgeräte.



Produktpalette

Nah Infrarot Spektroskopie
Atomemissionsspektroskopie

Exportmärkte

Europa:

Österreich, Schweiz, Frankreich, Italien, Spanien,
Großbritannien, Irland, Schweden, Russland

Asien:

Japan, Korea, Singapore, China

Nord- und Südamerika:

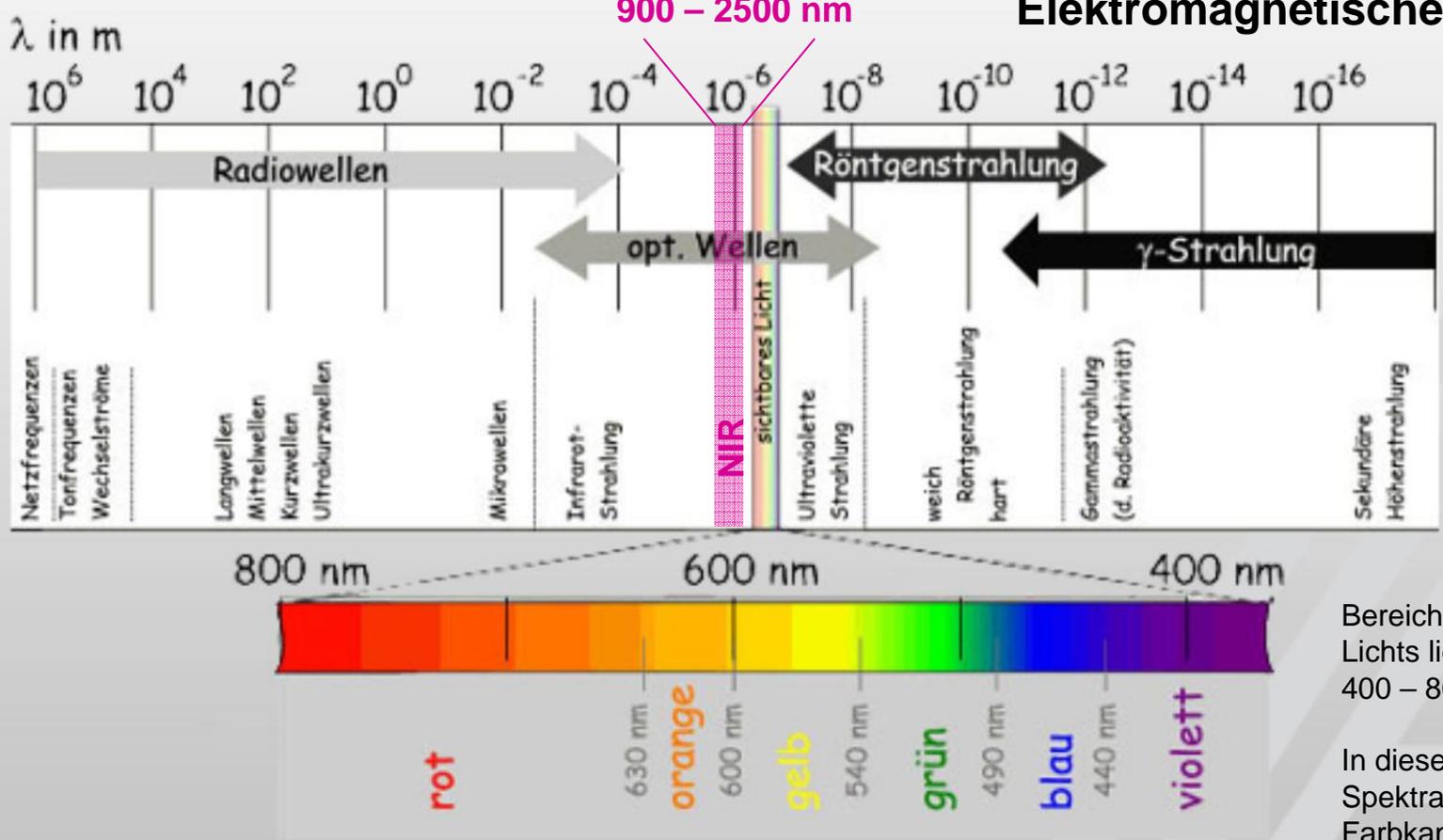
USA, Kanada, Brasilien

Exportanteil: > 50 %

Firmengründung 1993



Elektromagnetisches Spektrum



Bereich des sichtbaren Lichts liegt zwischen 400 – 800 nm;

In diesem Spektralbereich arbeiten Farbkameras, die im Auf- oder Durchlichtverfahren Farb-Informationen von Materialien ermitteln.

Spektrometrische Bewertungsgrundlagen der Nah-Infrarot-Messtechnik



NIR-Spektroskopie = Molekularspektroskopie

- Objekte werden mit NIR-aktivem Licht bestrahlt.
- Die darin enthaltene infrarote Strahlung regt bestimmte Moleküle innerhalb der Objekte zum Schwingen an.
- Damit werden bestimmte Lichtmengen und definierte Lichtanteile vom Objekt absorbiert.
- Das vom Objekt zurück reflektierte Licht verringert sich um diesen definierten (absorbierten) Anteil.
- Die absorbierten Lichtanteile treten bei definierten Wellenlängen auf und sind abhängig von der Art der angeregten Moleküle.

Nah-Infrarot-Spektrometer

Labor-Analysetechnik

Realtime -Analysetechnik für
Qualitätssicherung in der
herstellenden Industrie

Materialidentifizierung im Recycling

Entwicklung und Vertrieb
des Gesamtprodukts
(Messtechnik und Applikation)
erfolgt direkt durch LLA

LLA entwickelt und vertreibt

- NIR-Sensorik, die als OEM-Baugruppen von Maschinen- und Anlagenbauern in deren eigene Konzepte integriert und in den Prozess eingebaut werden
- Software für die Gerätesteuerung, chemometrische Software
- Identifikations- und Analysemethoden für unterschiedlichste Einsatzbereiche im Recycling



Einsatzbereiche KUSTA 4004M

Identifikation und Sortierung von Kunststoffen aus den Bereichen

Haushaltsmüll, Gewerbemüll, Elektronikmüll, Organik

Eliminierung von Chlorfrachträgern bei Stoffströmen für die EBS-Gewinnung

Klassische PVC-Trennung, statistische Chlorwertbestimmung



Identifikation und Sortierung von Deinking-Papier

Trennung in erwünschte Papiere, unerwünschte Papiere, papierfremde Bestandteile

Alt-Holzsortierung

Trennung von Holz, MDF- und Spanplatten, PVC-beschichteten Substraten



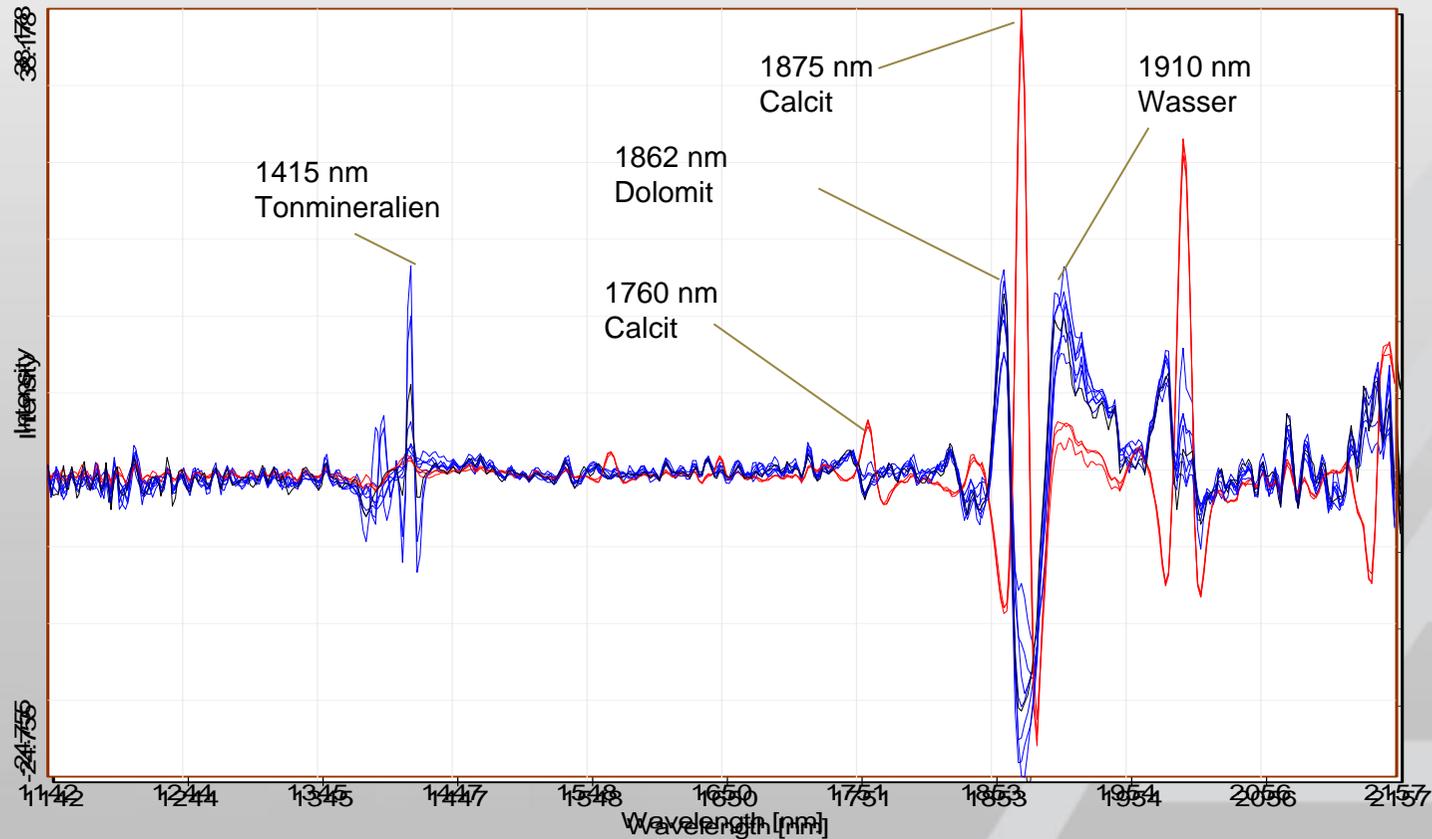


Kann man mit NIR-Messtechnik die mineralische Zusammensetzung von Gesteinsformationen bestimmen?



NIR-spektroskopische Untersuchungen an Kalksteinen

Einsatz der Derivativspektroskopie : Bildung der zweiten mathematischen Ableitung



Kalkstein
MgO-Gehalte: um 1%

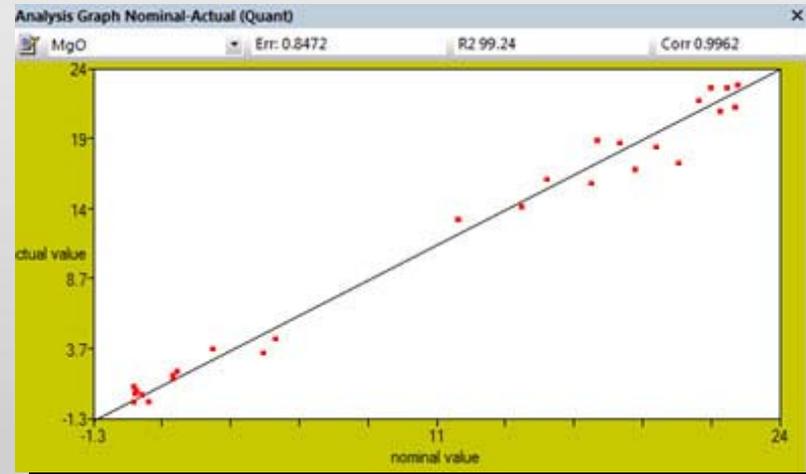
Dolomit
MgO-Gehalte: um 20 %



Erstellung einer quantitativen Analysemethode

Beispiel:
Analyse des MgO-Gehalts; Kalibrierung mit den
Kalksteinproben cemex Rüdersdorf

- Unter Verwendung der chemometrischen Software KustaSpec von LLA wurde eine PLS2-Methode, aufbauend auf die Labor-Referenzwerten von cemex, angelernt.
- $\text{corr} = 0,965$ und $R^2 = 99,24$
(zuvor $\text{corr} = 0,995$ und $R^2 = 99,18$)
ergeben gute Korrelation und Varianz.



		02_10	03_10	04_10	05_10	06_10	07_10	08_10	09_10	10_10	11_10	12_10	13_10	14_10	15_10	16_10	17_10	18_10
MgO Labor	%	1,61	1,62	1,75	0,16	0,49	0,16	14,7	18,8	16,6	0,2	0	0	12,1	22,6	21	22	21,6
MgO LLA	%	1,78	1,61	2,06	0,10	0,33	0,31	13,8	16,5	18,5	0,1	0,4	0,6	20,9	22,5	22,3	22,4	20,7

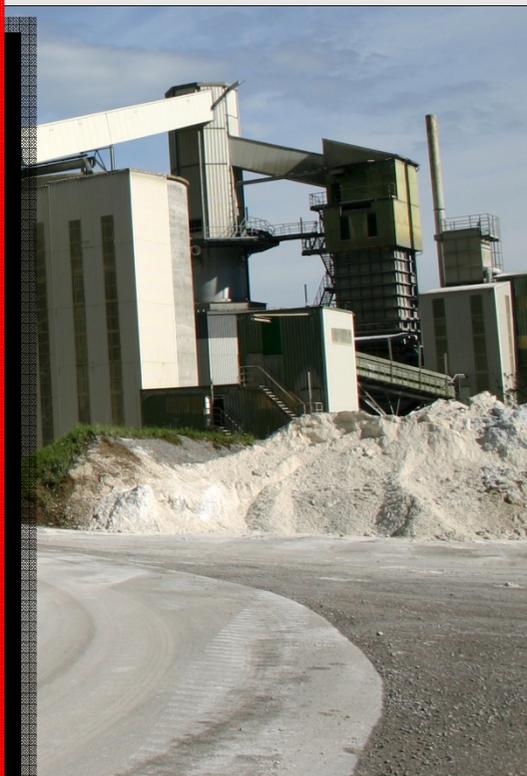
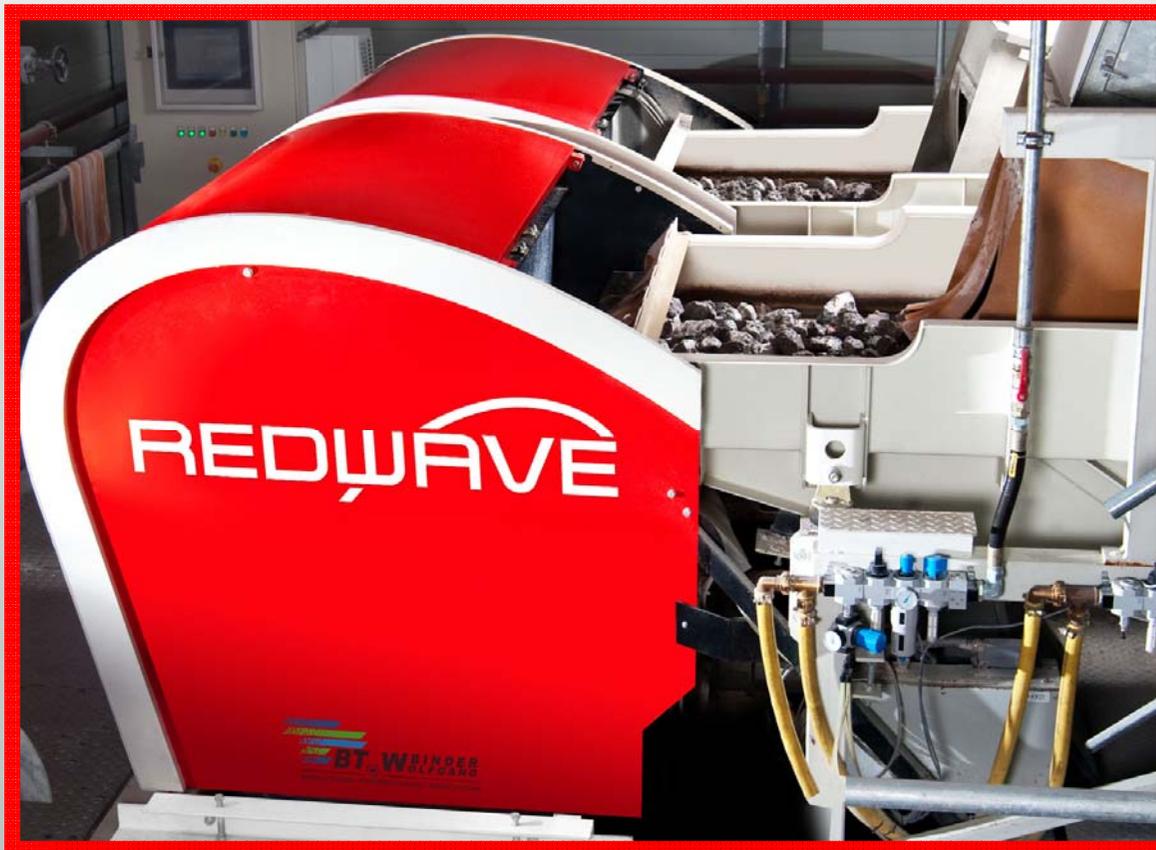


LLA Instruments GmbH

Integration NIR-Prozess-Spektrometer für die Analyse des MgO-Gehalts in Kalksteinen



Integration NIR-Prozess-Spektrometer für die Analyse des MgO-Gehalts in Kalksteinen





LLA Instruments GmbH

Integration NIR-Prozess-Spektrometer für die Analyse des MgO-Gehalts in Kalksteinen





LLA Instruments GmbH

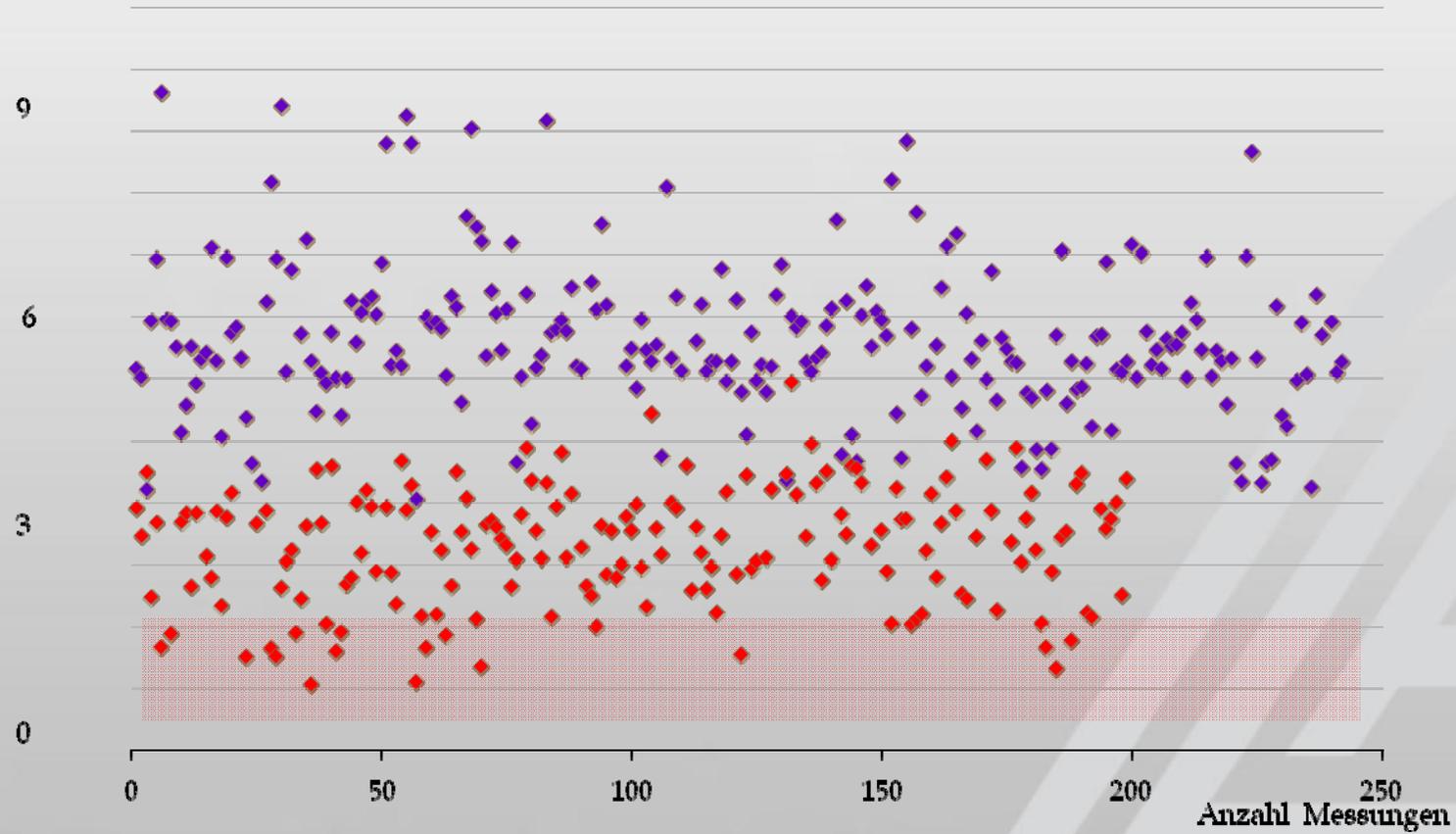
Integration NIR-Prozess-Spektrometer für die Analyse des MgO-Gehalts in Kalksteinen





Statistische Erhebungen zum MgO-Gehalt des Kalksteinaufkommens (Qualitativ)

MgO-Gehalt [%]



Verfahrensentwicklung für den Einsatz der NIR-Prozessmesstechnik im mineralischen Bereich



Abbau von Diabas-Gesteinsformationen

Problem:
Es können quellfähige
Komponenten enthalten sein

Stark verwittert

Farblich
unterscheidbar

Mit NIR identifizierbar?
Ja



minderwertig

Nicht verwittert

Farblich nicht
unterscheidbar

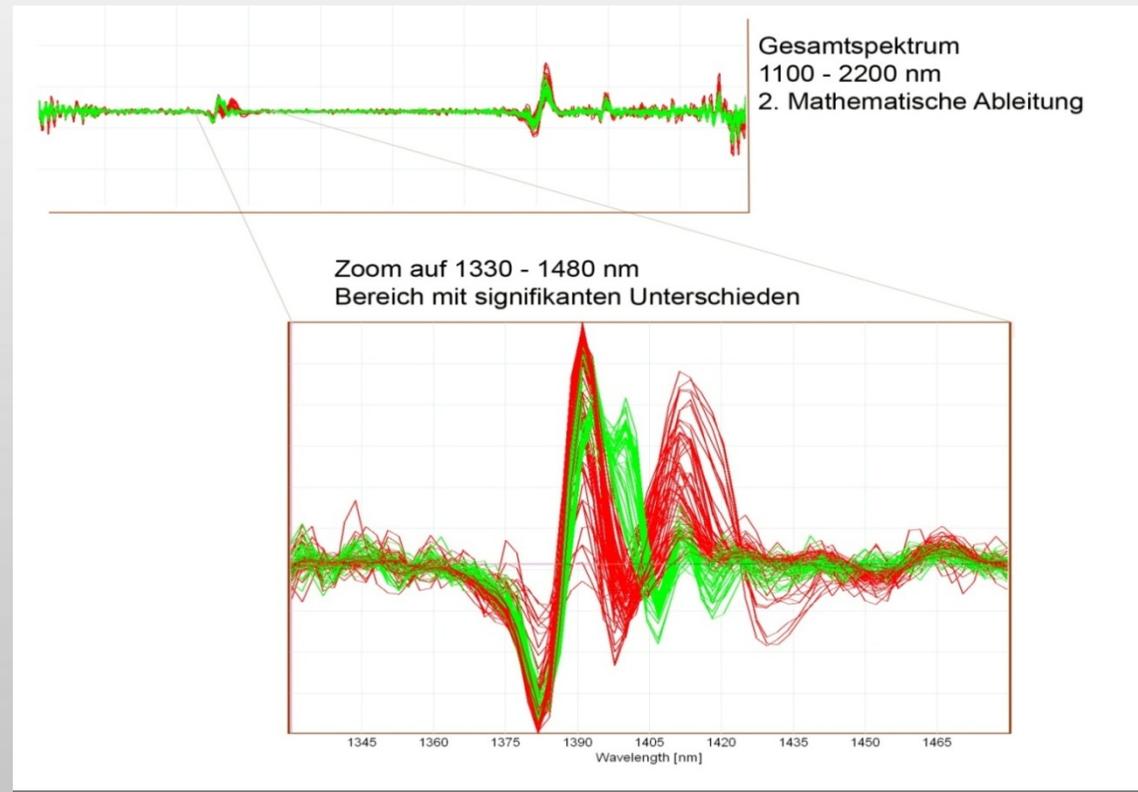
Mit NIR klassifizierbar
?



minderwertig
oder
hochwertig
?



Messungen mit NIR



Woraus resultieren die ermittelten Unterschiede?

Zwischen 1380 – 1430 nm absorbieren die OH-Gruppen. Dabei handelt es sich um chemisch gebundenes Wasser (Konstitutionswasser). Dieses ist fest in die Kristallstruktur der Mineralien integriert.



Einbau eines NIR-Prozeßspektrometers



Eingebaut wurde ein
konventionelles
NIR-Prozess-Spektrometer
KUSTA 4004M

Messzeile PMA

Angeordnet über einem
Transportband

Breite: 400 mm

F-Geschwindigkeit 1 m/s



Zusammenfassung

- Die NIR-Prozessmesstechnik ist schnell und robust.
- Mittels NIR-Spektroskopie lässt sich die mineralische Zusammensetzung vieler unterschiedlicher Gesteinsformationen bestimmen.
- Sie bietet zukünftig effiziente inline- Lösungen für die Identifikation und Sortierung von mineralischen Roh- und Baustoffen.
- Die Anzahl möglicher Identifikations- und Analysemethoden ist derzeit nicht abschätzbar.

Einsatzmöglichkeiten

- Rohstoff abbauenden Industrie (Überwachung / Analyse der Reinheit)
- Baustoff herstellenden Industrie (Analyse von Zwischen- und Endprodukten)
- Bauschuttrecycling



Weitere Einsatzbereiche im Bauschuttrecycling

Bisher:

- Aussortierung von Störstoffen (Kunststoffe, Papier, Holz)

Zukünftig:

- Bestimmung von Verunreinigungen (z. B. Tonmineralien)
- Identifikation unterschiedlicher Baustoffe
- Identifikation von asbesthaltigen Baustoffen
- Bestimmung von gipshaltigen Verbunden, Unterscheidung Gips / Anhydrit
- Identifikation von Dämmstoffen
- Bestimmung des Wassergehalts



LLA Instruments GmbH

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen beantworten wir gern.