



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:

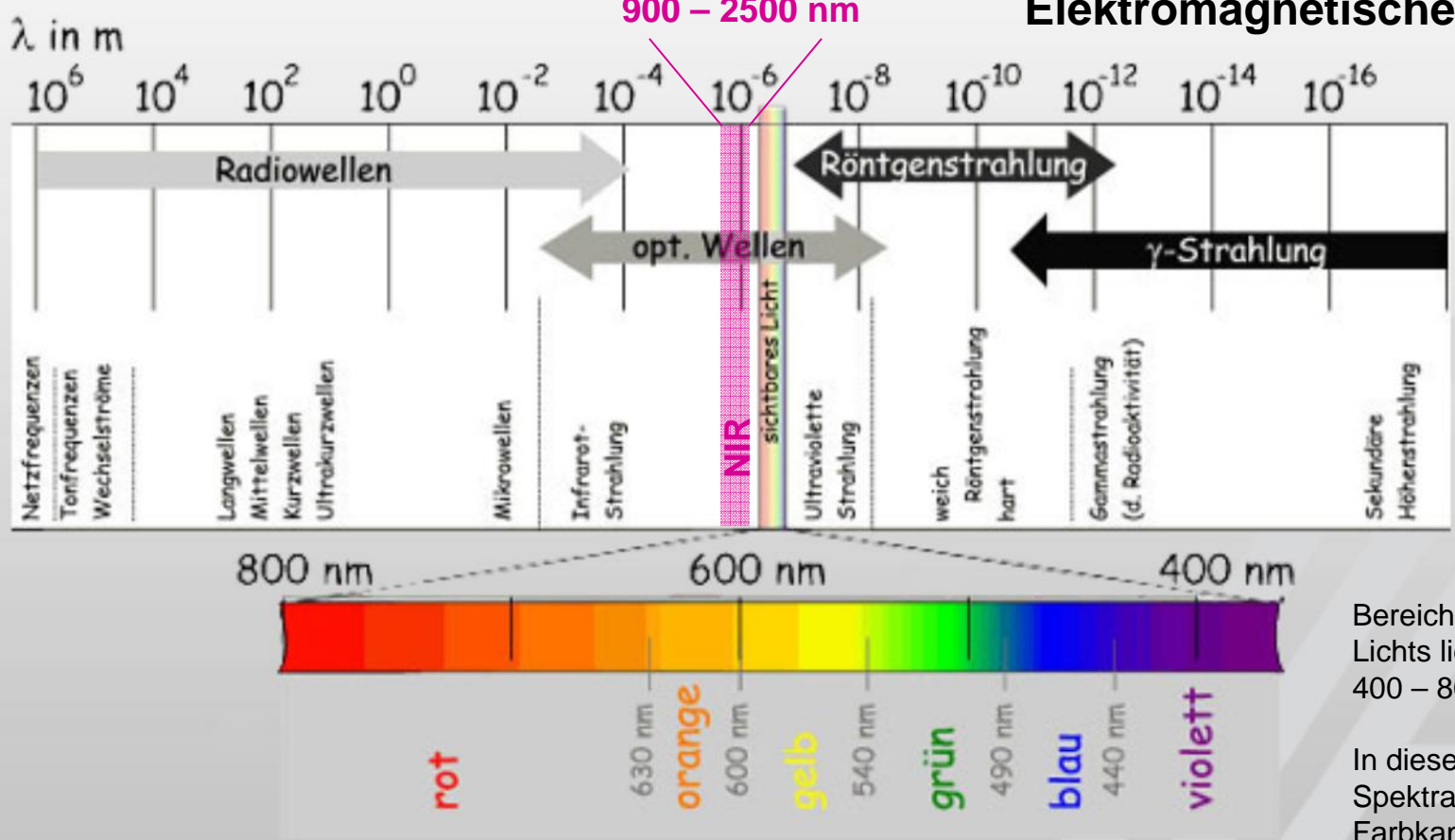
USA, Kanada, Brasilien

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



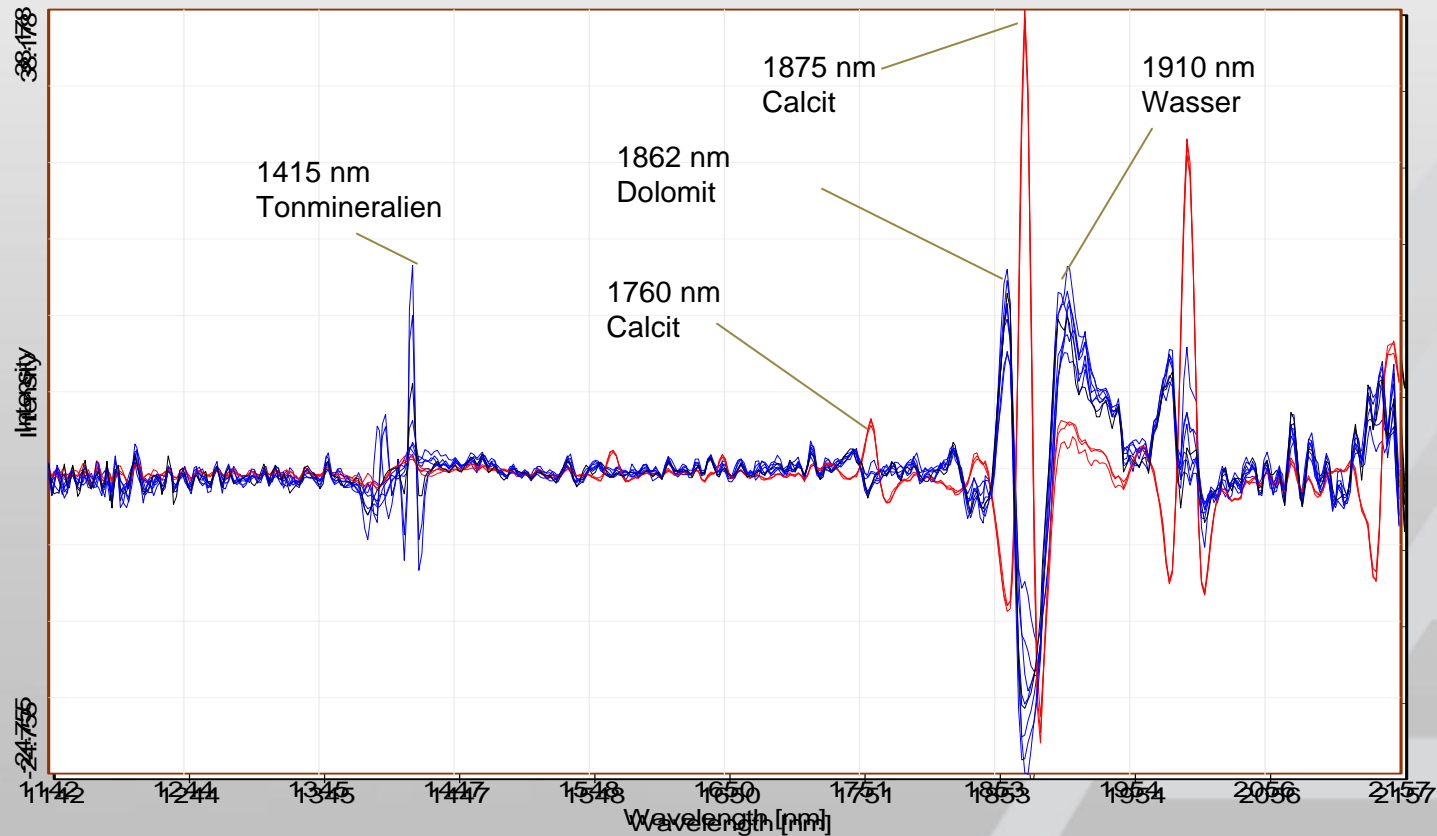
**Kann man mit NIR-Messtechnik die mineralische Zusammensetzung von Gesteinsformationen bestimmen?**





## NIR-spektroskopische Untersuchungen an Kalksteinen

Einsatz der Derivativspektroskopie : Bildung der zweiten mathematischen Ableitung



**Kalkstein**  
MgO-Gehalte: um 1%

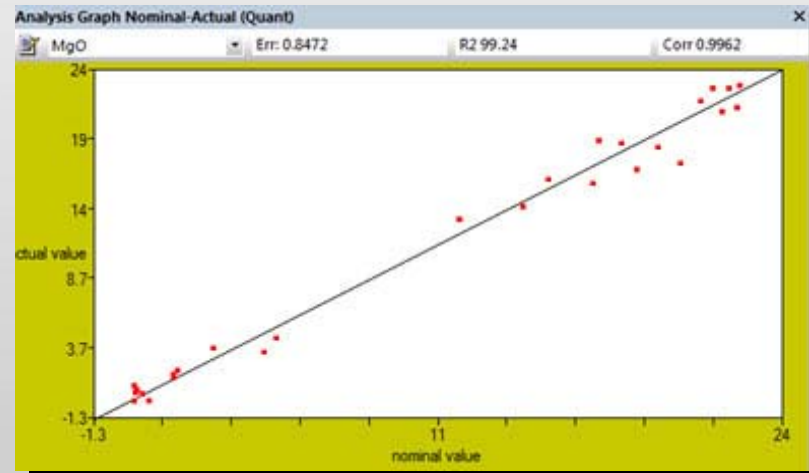
**Dolomit**  
MgO-Gehalte: um 20 %



## 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

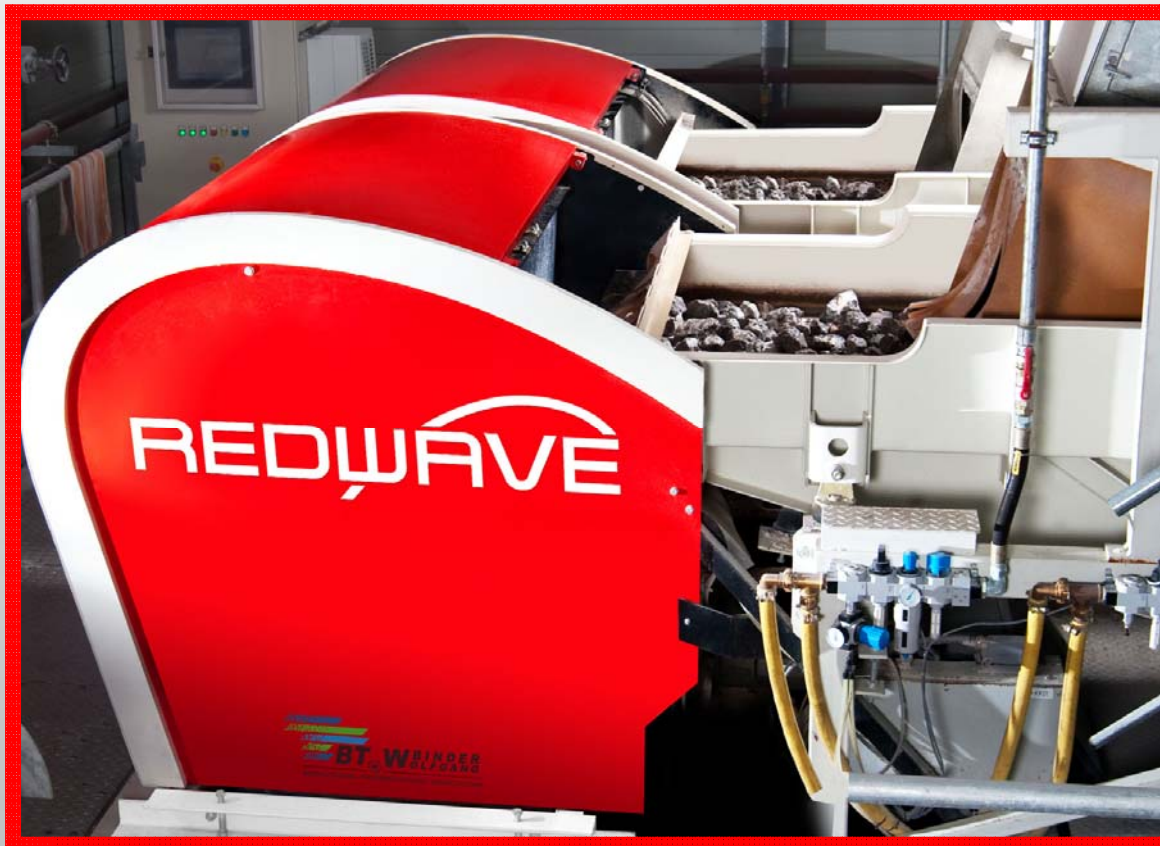


LLA Instruments GmbH

## 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

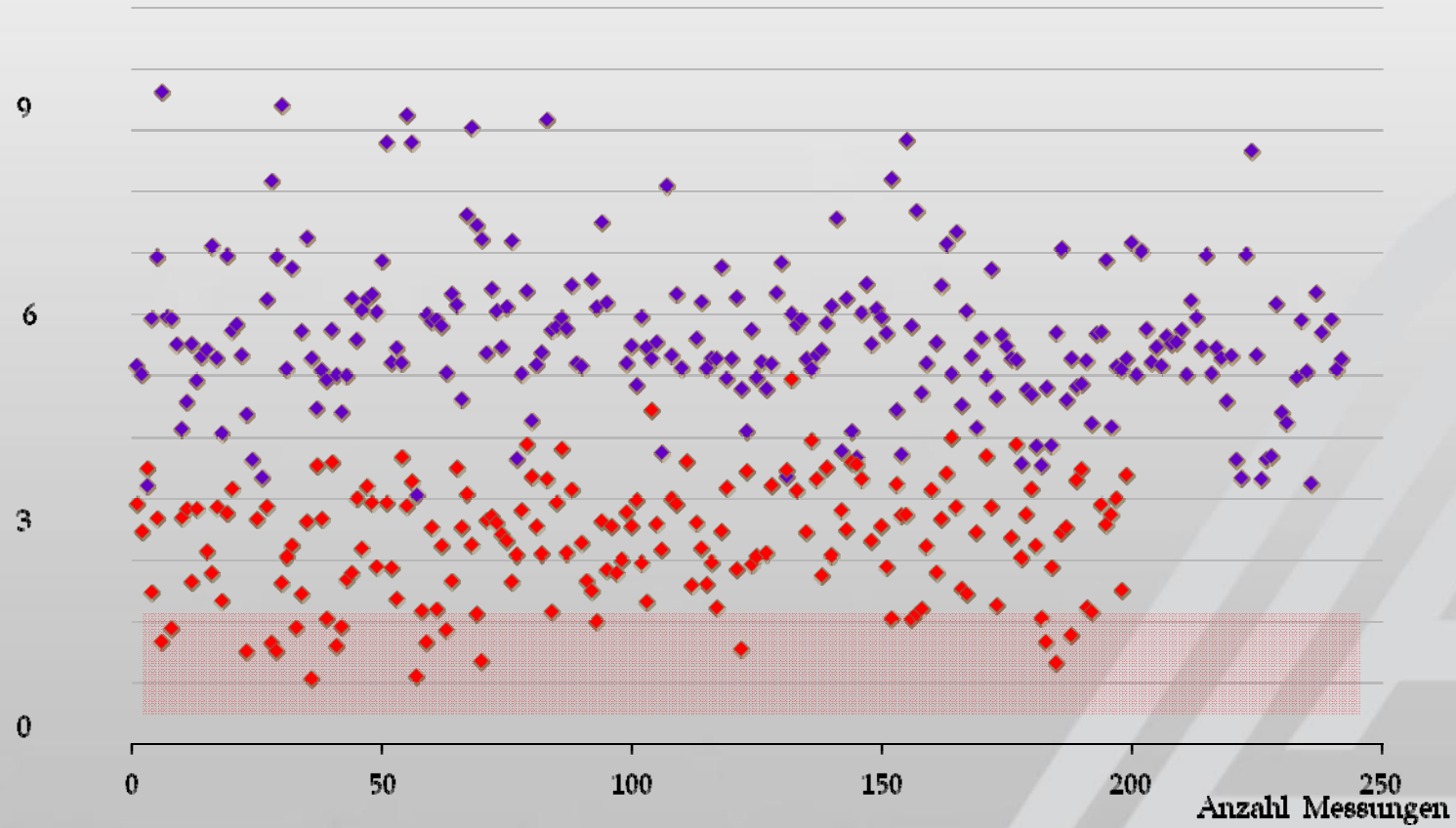
## Integration NIR-Prozess-Spektrometer für die Analyse des MgO-Gehalts in Kalksteinen





## Statistische Erhebungen zum MgO-Gehalt des Kalksteinaufkommens (Qualitativ)

MgO-Gehalt [%]



◆ MgO high

◆ MgO low (hoher Calcitgehalt)

## 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**  
?

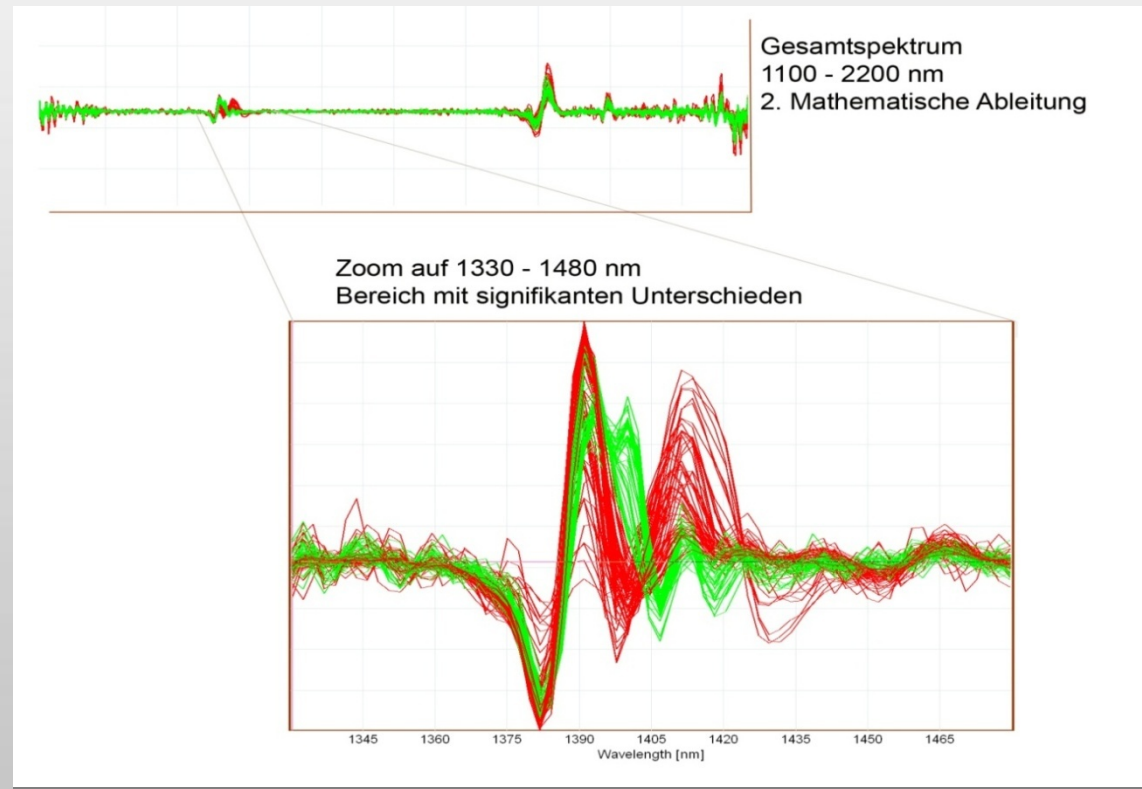


**minderwertig  
oder  
hochwertig**  
?





## 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.**