

Fernerkundung in weiter Ferne?



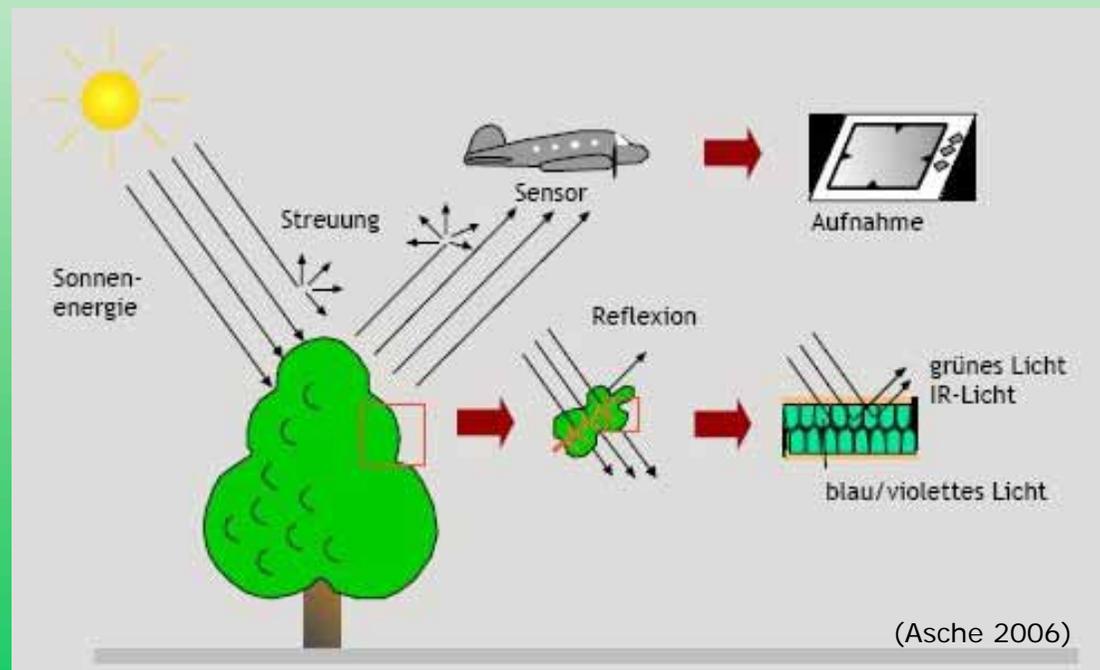
Der Einsatz von Sensoren in der Landwirtschaft

Holger Lilienthal

Was ist Fernerkundung ?

Gesamtheit der Verfahren zur Gewinnung von Informationen über die Erdoberfläche durch Messung und Interpretation der von ihr ausgehenden (Energie-)Felder.

Als Informationsträger dient dabei die von der Erde reflektierte oder emittierte elektromagnetische Strahlung (DIN18716-3).

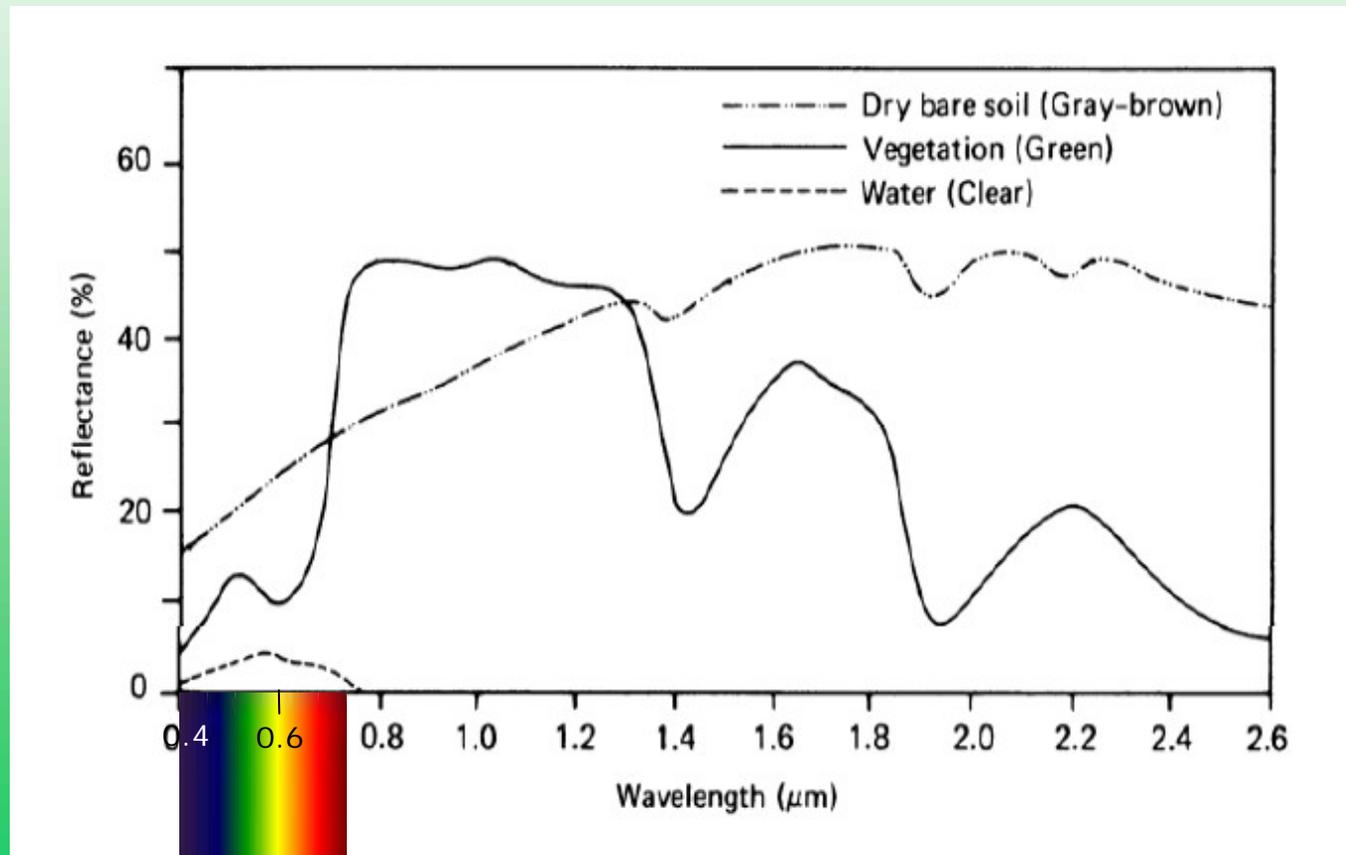


Was ist Fernerkundung ?

Eine Grundlage für die Fernerkundung ist die Spektroradiometrie, insbesondere die Reflexionsmessung. Das Verhältnis aus einfallender zur reflektierter Energie wird als Reflexionsgrad bezeichnet.



Jedes Objekt der Erdoberfläche ist durch eine ihm eigene spektrale Signatur charakterisiert, d.h. es reflektiert, transmittiert und absorbiert in Abhängigkeit von seinen Inhaltsstoffen und strukturellen Eigenschaften.



Einflussfaktoren auf die Reflexion von Böden

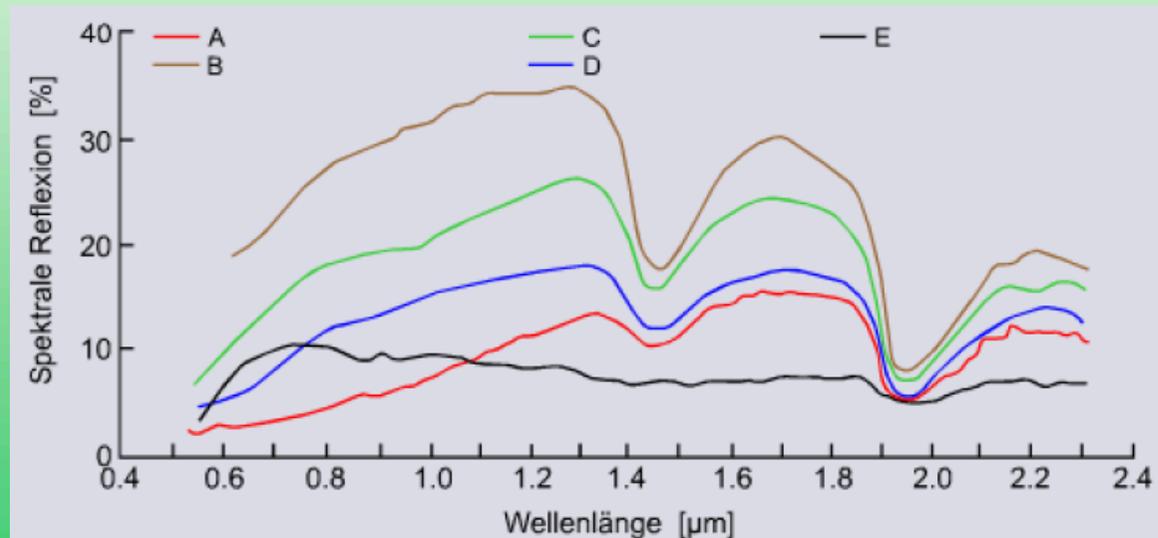
- Organische Substanz
- Bodentextur
- Bodenfeuchte



Organische Substanz

- stärkster Einfluss auf das Reflexionssignal (OBS > 2%)
- dominiert Reflexionssignal

⇒ organische Substanz (+)
Gesamtreflexion (-)



- A: Böden mit hohem organischem Materieanteil (>2%), feinkörnig
B: Böden mit wenig organischem Materieanteil (<2%) und wenig Eisenoxid-Anteil (<1%)
C: Böden mit wenig organischem Materieanteil (<2%) und mittlerem Eisenoxidanteil (1-4%)
D: Böden mit hohem organischem Materieanteil (>2%), wenig Eisenoxidanteil (<1%), feinkörnig
E: Böden mit hohem Eisenoxidanteil (>4%), feinkörnig

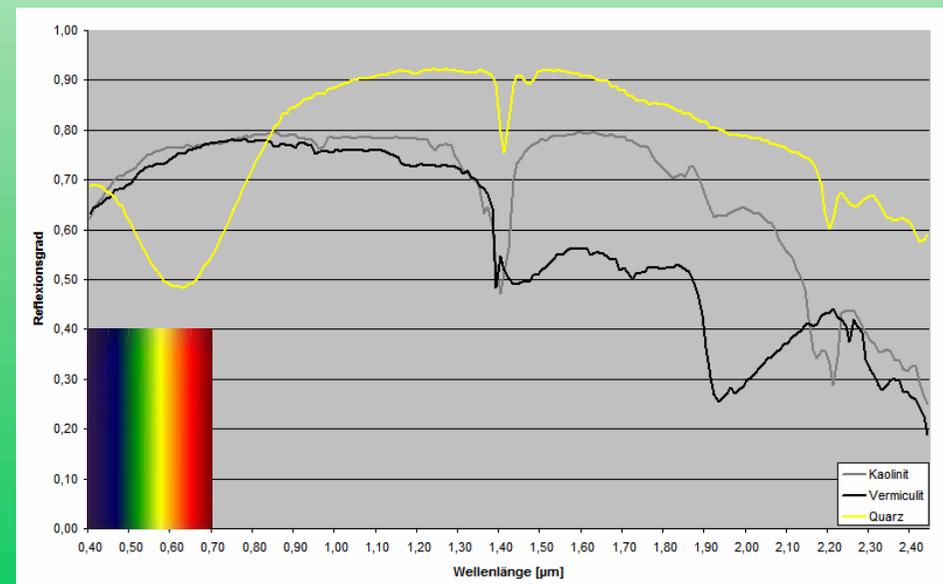
Bodentextur (2 Effekte)

Mit zunehmender Korngröße nimmt die Reflexion zu
(Sand ist dunkler als reiner Ton)

⇒ aber

- Ton bildet Aggregate ⇒ Abnahme der Reflexion
- Tonböden erscheinen daher meist dunkler als Sandböden

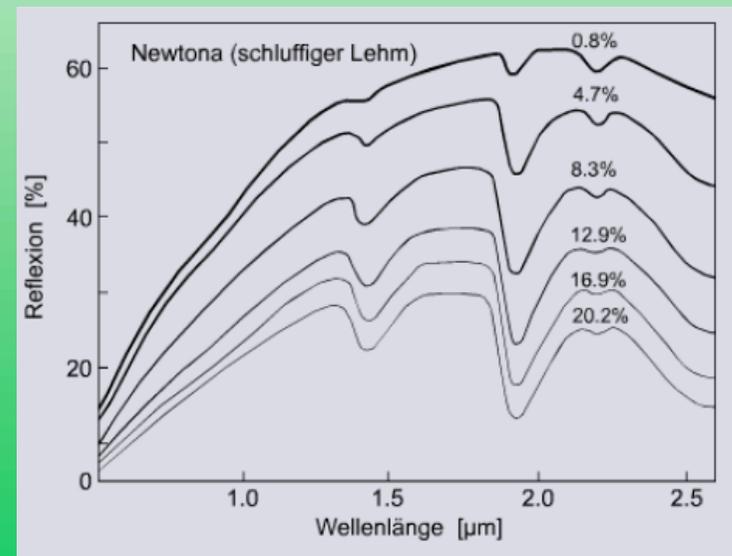
⇒ Korngröße (-)
Gesamtreflexion (-)



Bodenfeuchte

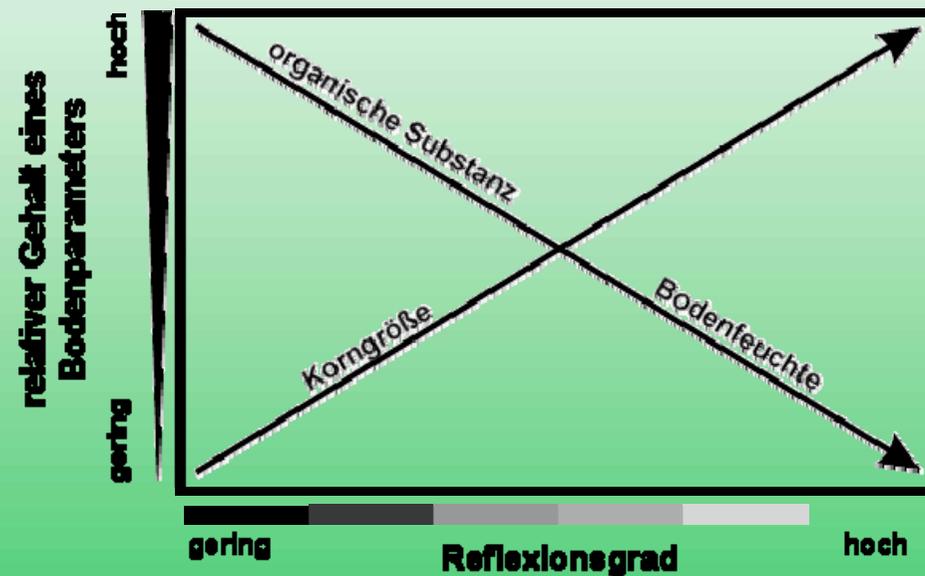
- Reflexionsvermögen von Böden nimmt mit zunehmender Bodenfeuchte ab
- feuchte Böden erscheinen daher dunkler als trockene Böden

⇒ Bodenfeuchte (+)
Gesamtreflexion (-)



(Asrar 1989)

Einfluss wichtiger Faktoren auf das Reflexionsverhalten von Böden

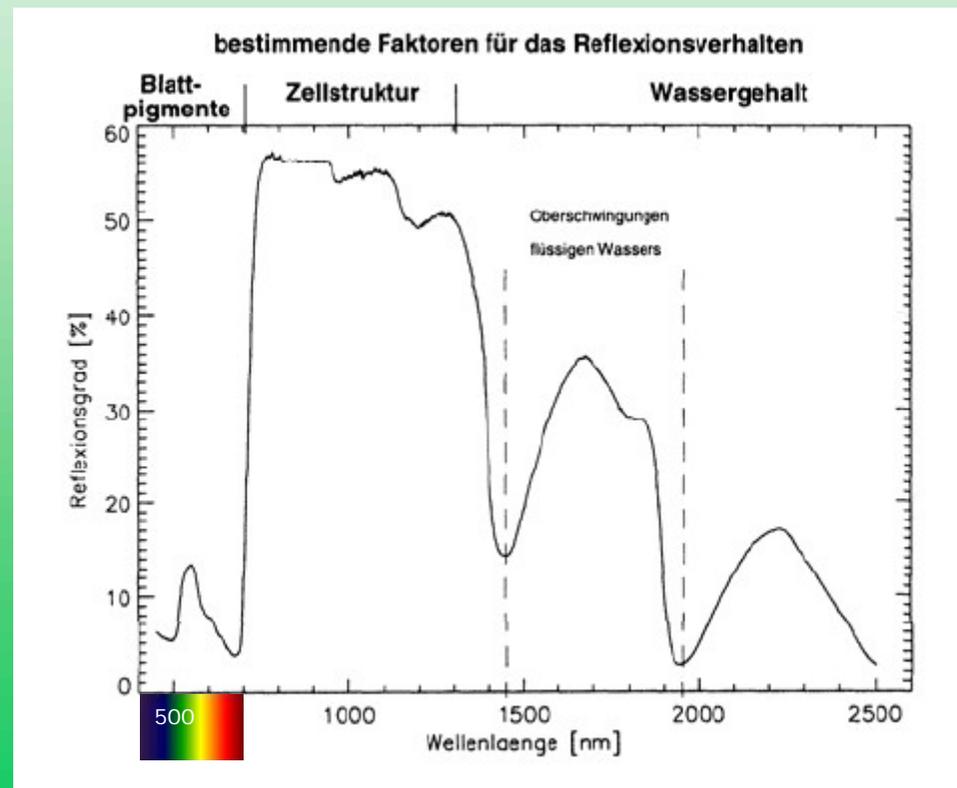


(Panten et al. 2003, verändert)

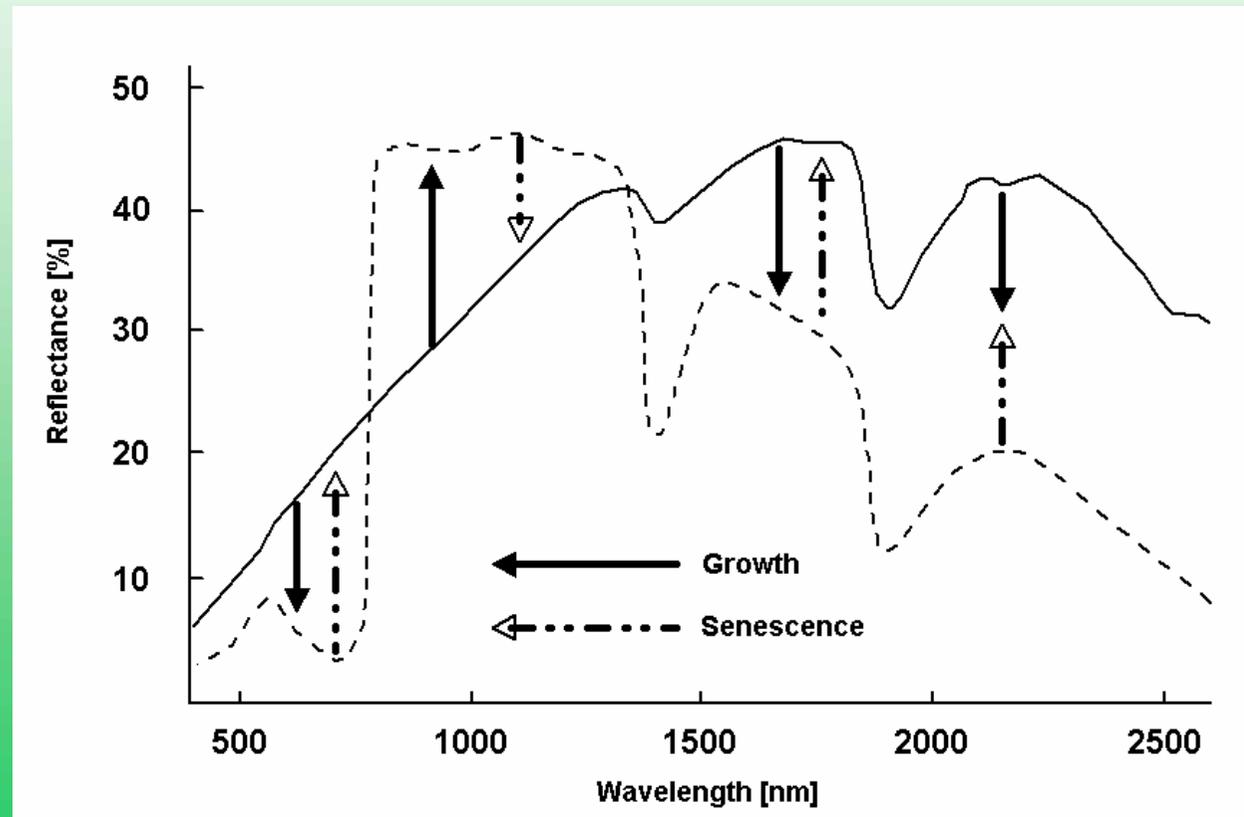
Reflexionssignale werden ausschließlich durch die Bodenoberfläche bestimmt!

Vegetation

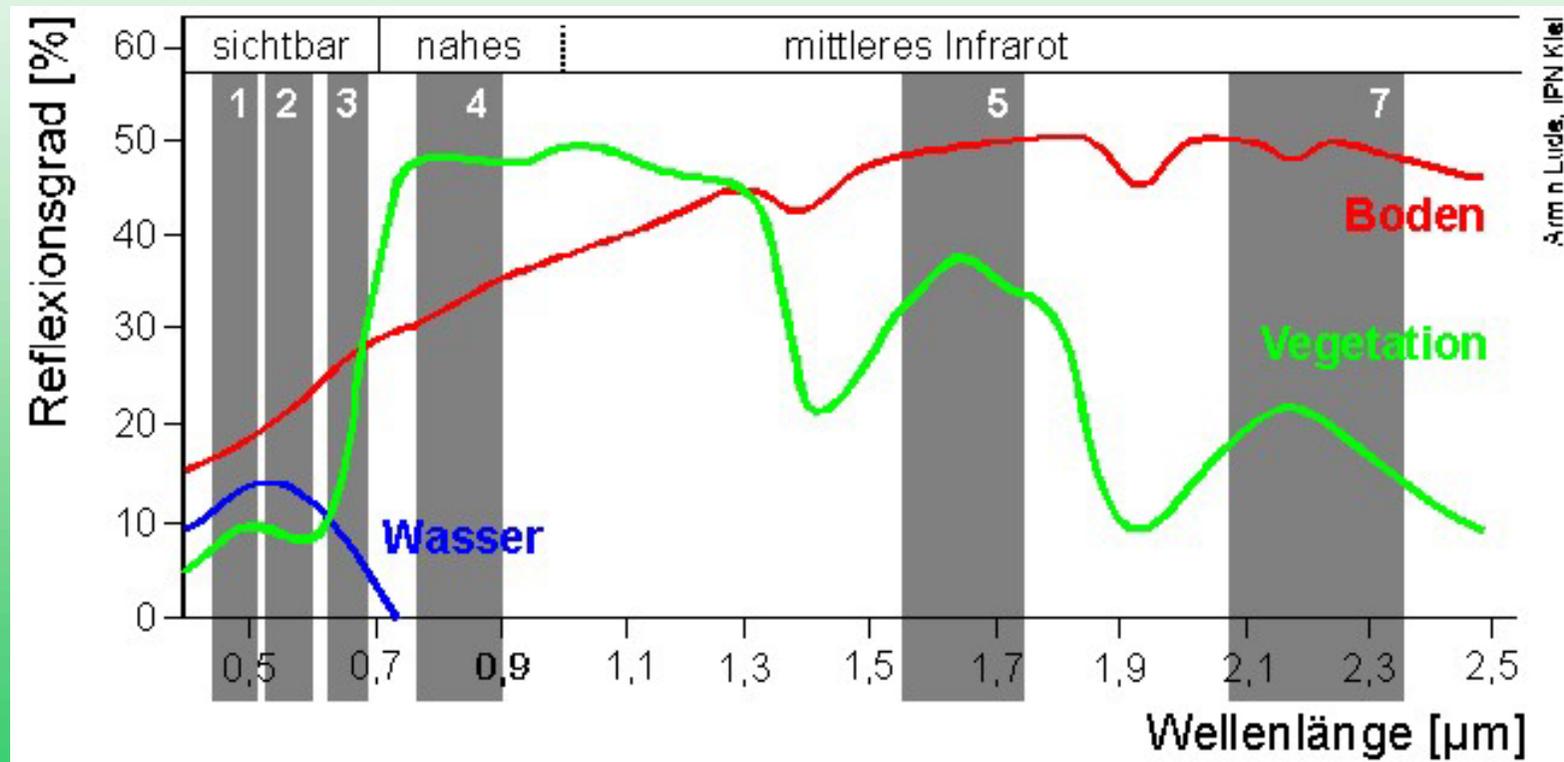
Reflexionsspektren photosynthetisch aktiver Vegetation sind durch starke Absorption im sichtbaren Bereich, hohe Reflexion im nahen Infrarot und wiederum starke Absorptionsbanden im mittleren Infrarot charakterisiert.



Die Spektralkurve von Vegetation verändert sich im Laufe der Vegetationsperiode, so dass Aussagen über die Vitalität des Pflanzenbestandes getroffen werden können.

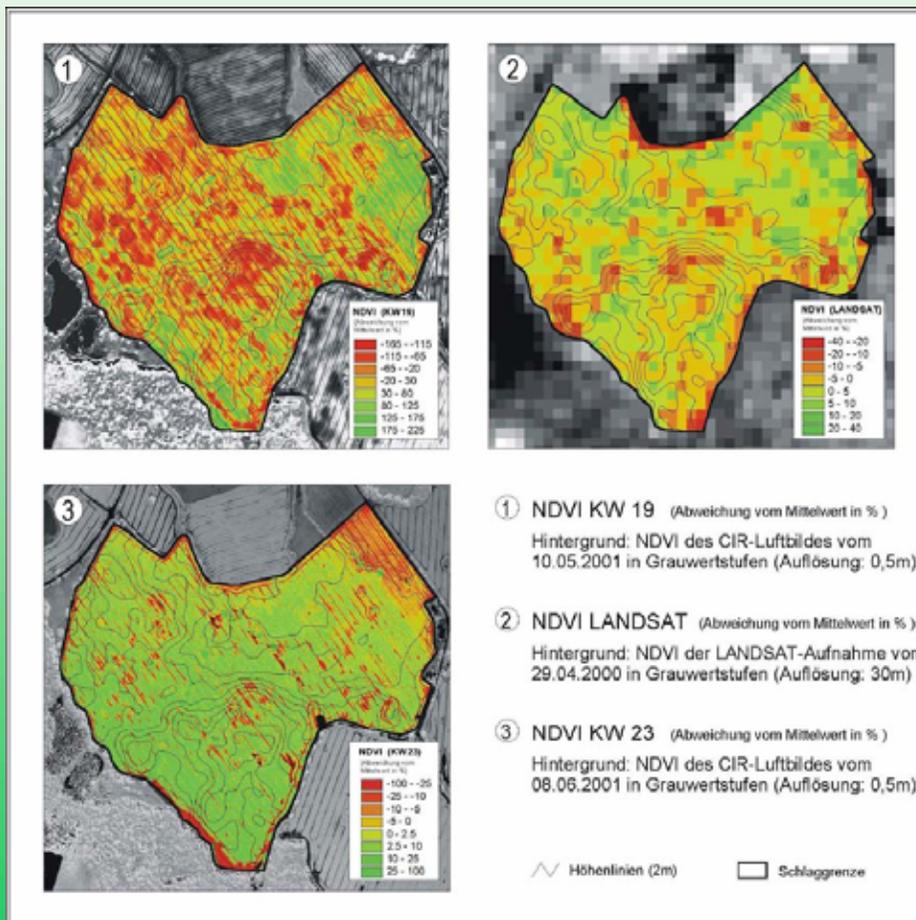


Die Nachrichtentechnik der ersten Satelliten erlaubte nur die Übertragung von breitbandigen Spektralinformationen.



Reflexionsspektren mit den Spektralbändern des LANDSAT TM.

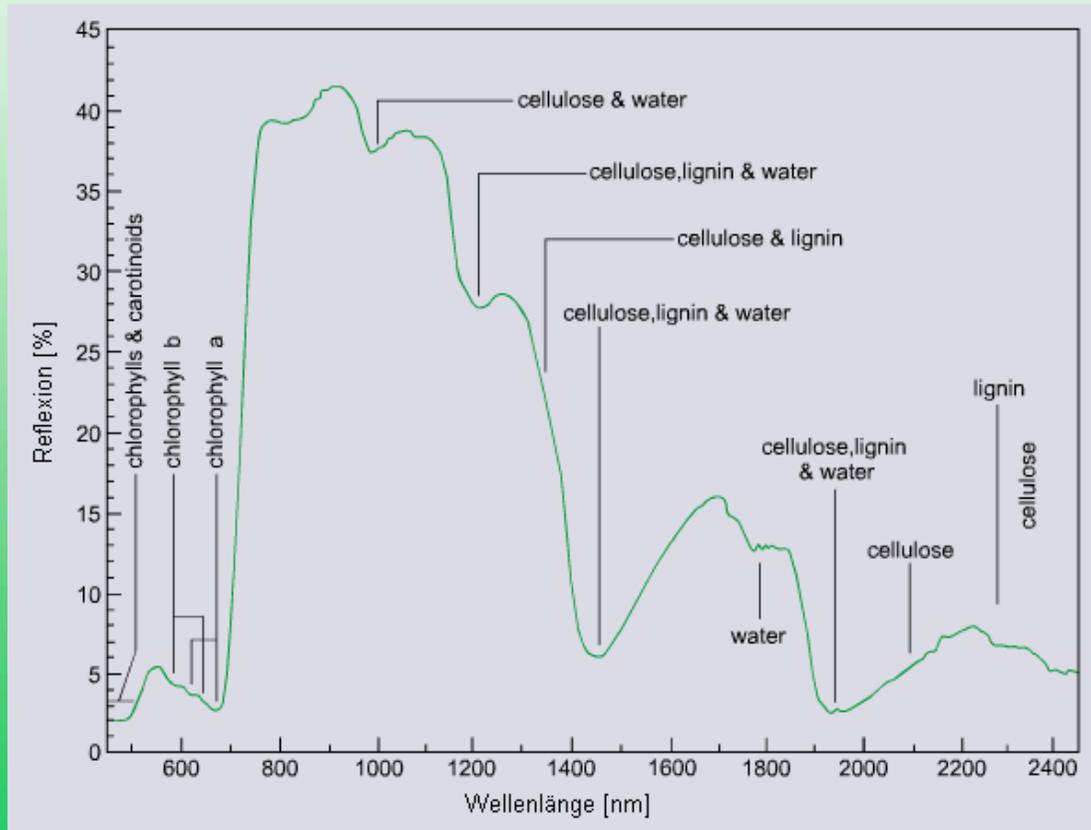
Entwicklung von Vegetationsindizes, zum Beispiel „Normalized Difference Vegetation Index“ (NDVI) (Rouse et al. 1974).



$$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{red}}{R_{NIR} + R_{red}}$$

(Krüger 2001)

Heute ist eine viel feine Erfassung der Spektralinformation möglich. Damit wird auch die Detektierung von Inhaltsstoffen möglich.



Wellenlänge [nm]	Inhaltsstoff
430,460,640,660	Chlorophyll
910,1020,1510,1690,1940,1980,2060,2130,2180,2240,2300,2350	Protein/Stickstoff
990,1200,1450,1490,1530,1540,1580,1690,1900	Stärke
1450,1490,1960,2080,	Zucker
930,1040,2310	Öl

Landwirtschaft und Fernerkundung

Fruchtbare Böden sind eine der wichtigsten Ressourcen

Böden besitzen Variabilität (räumlich, zeitlich)



„Fernerkundung in weiter Ferne? “



Berücksichtigung der Variabilität mit Hilfe der *teilflächen-spezifischen Landwirtschaft* (Precision Farming)

⇒ Lokalisierung der Variabilität mit Fernerkundung

Landwirtschaft und Fernerkundung

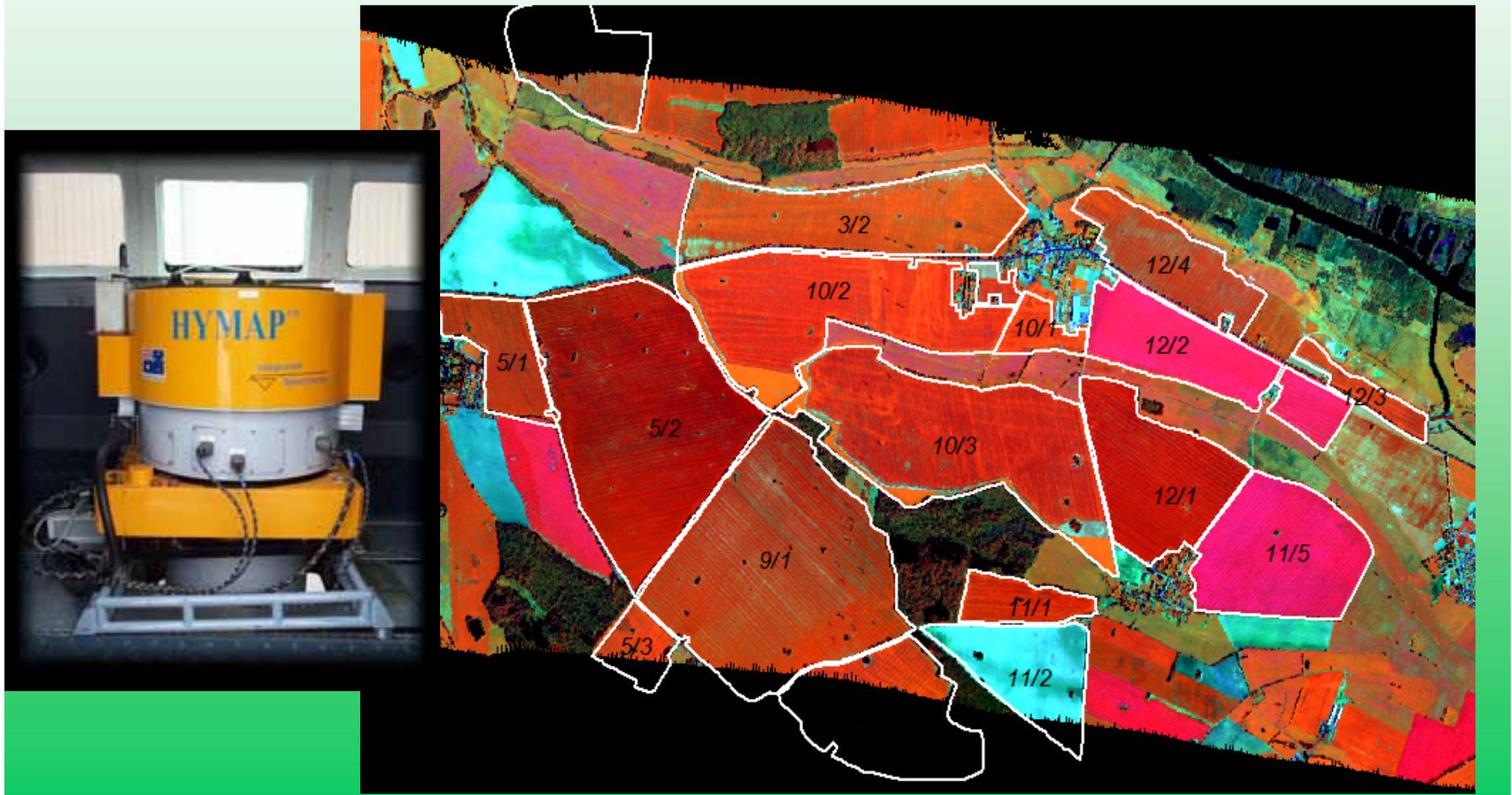
Die meisten Flächen haben Perioden ohne Vegetationsbedeckung

Zeiträume variieren (Anbaufrucht/Fruchtfolge)

Mitteleuropa: unbewachsene Böden im Herbst / Frühling

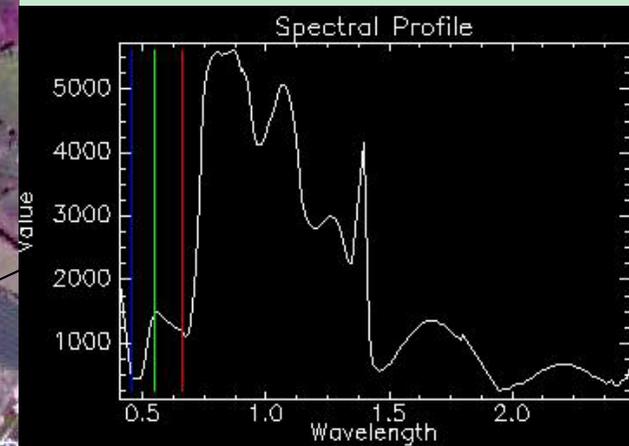
⇒ optische Fernerkundung ungünstig
(niedriger Sonnenstand Schatteneffekte, Energiemengen)

Analytische Möglichkeiten der bildgebenden Fernerkundung

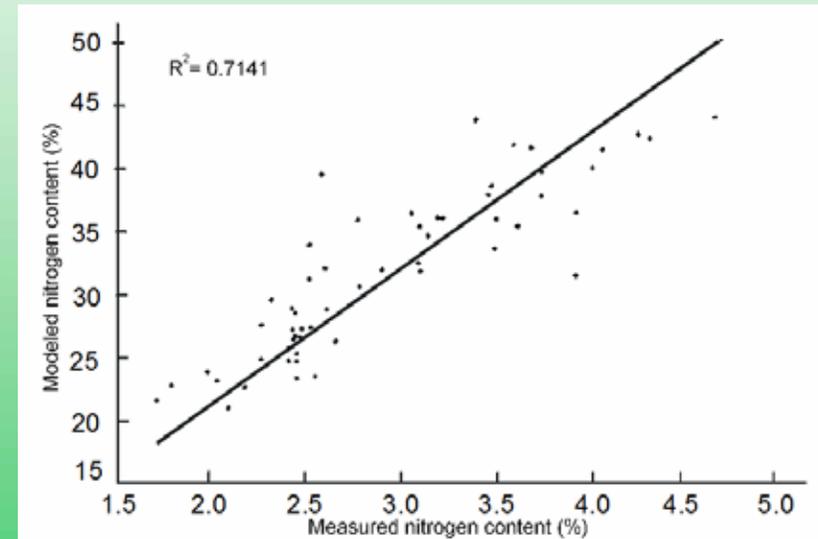
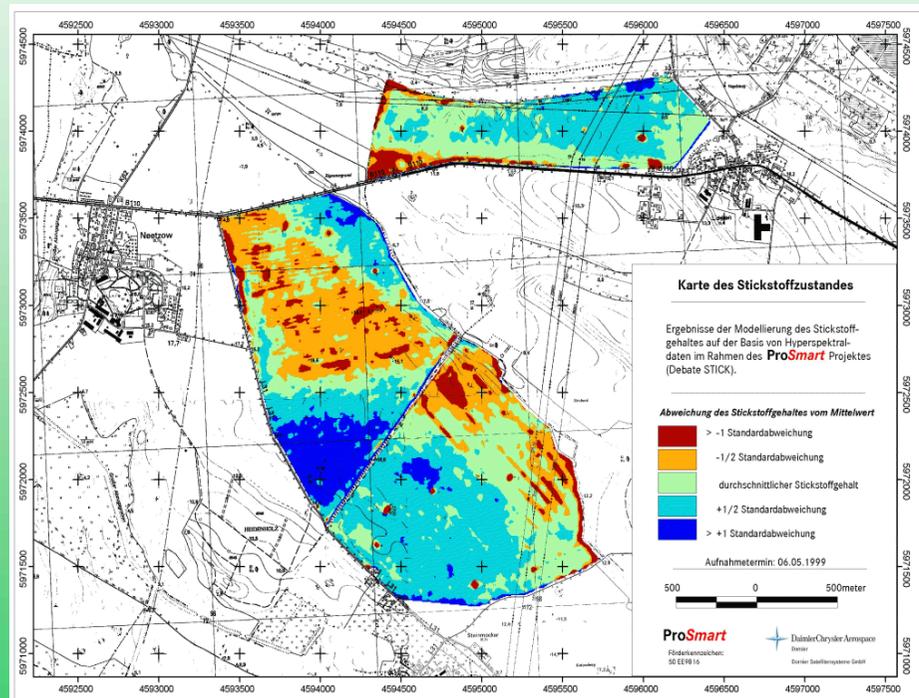


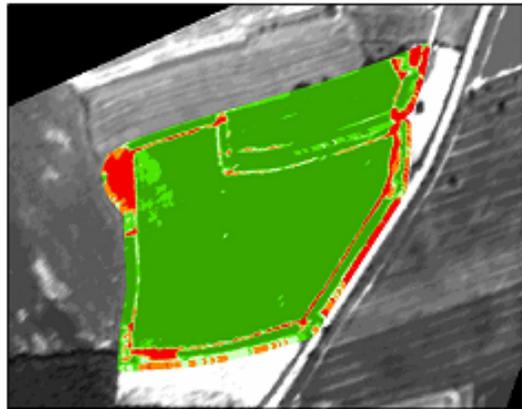
„Fernerkundung in weiter Ferne? “

Jedes Pixel enthält die Spektralinformation von 128 Kanälen.

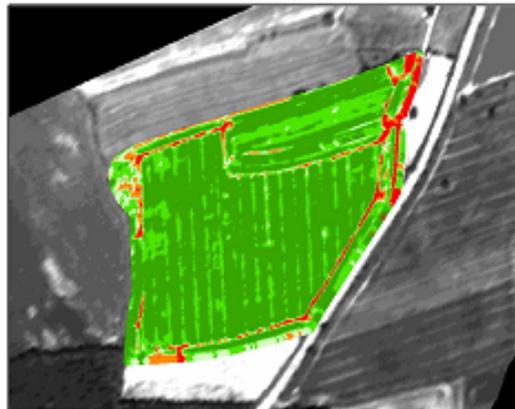


Stickstoffversorgung (Hymap 99 Kampagne)

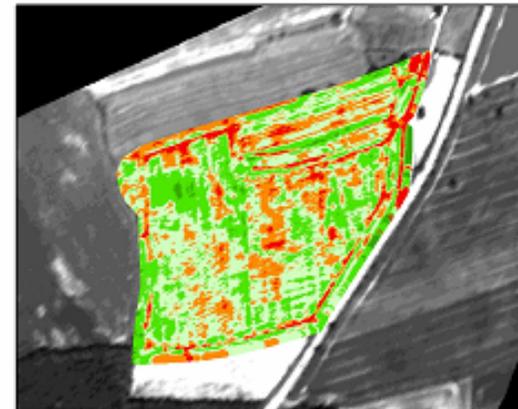




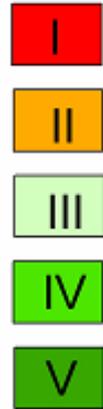
120705



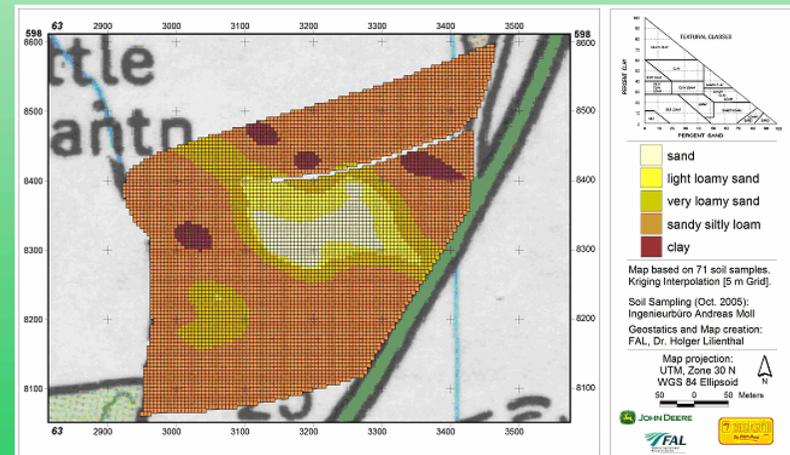
170805



310805



Physiologische Reife in Kartoffeln
(AISA 05 Kampagne)

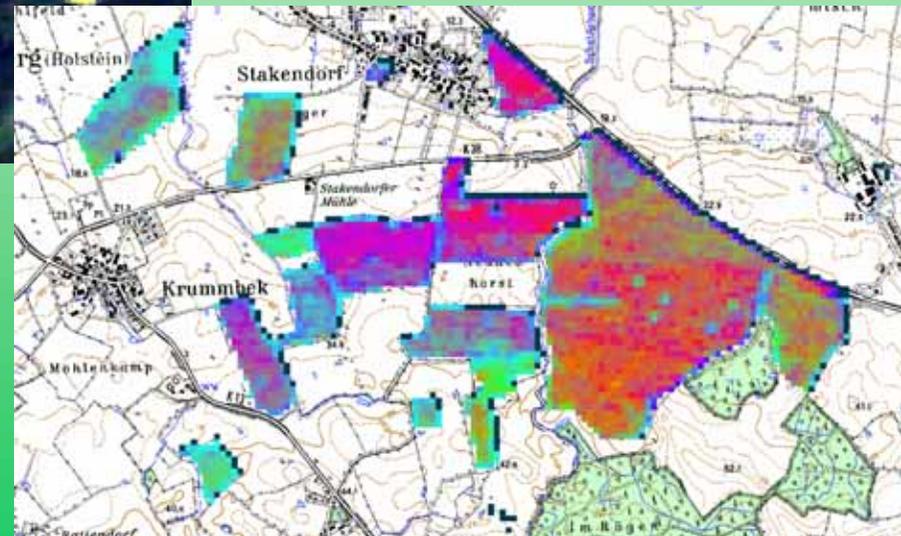


Schwefelmangel in Raps (Landsat)



Landsat R/G/B: 3/2/1

R/G/B: gelbe Blüten/weiße Blüten/Blätter



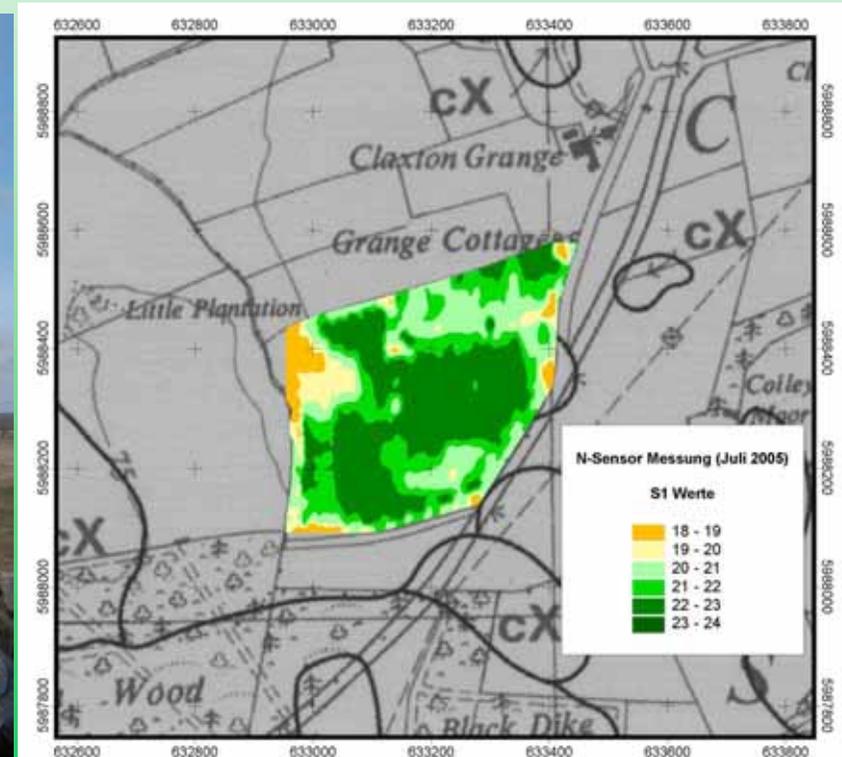
Optische Fernerkundung (flugzeug-, satellitengestützt)

Vorteile	Nachteile
großflächige Abdeckung	Datenverfügbarkeit
Operationelle Systeme	Hohe Kosten
Verbesserte spektrale Auflösungen	Spezialwissen notwendig

„Fernerkundung in weiter Ferne? “

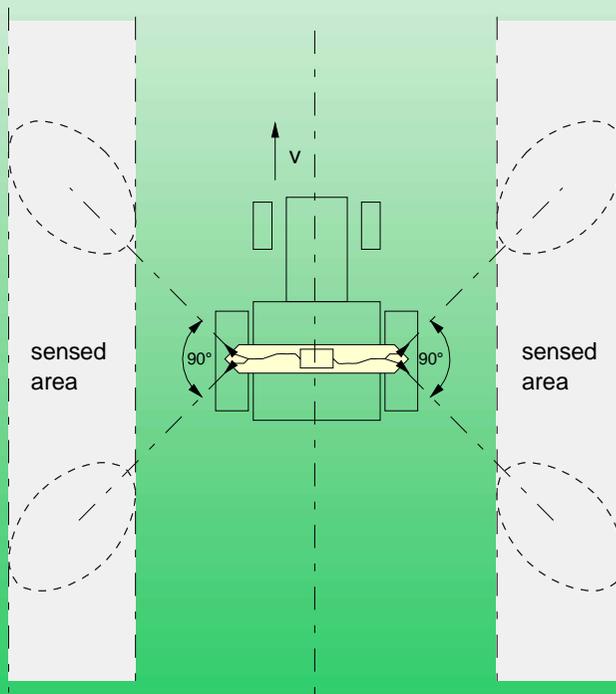
Der N-Sensor[®] ist ein bodengestütztes Verfahren zur Spektralmessung, dabei wird ein Vegetationsindex berechnet.

Grundannahme: Der N-Status kann über das Chlorophyll bestimmt werden.



Problem des N-Sensors[®]:

Die Reflexion (Absorption) des Chlorophylls ist nicht nur vom N-Status abhängig. Andere Phänomene führen zu einer ähnlichen Spektralsignatur (Staunässe, S-Mangel, Krankheiten).



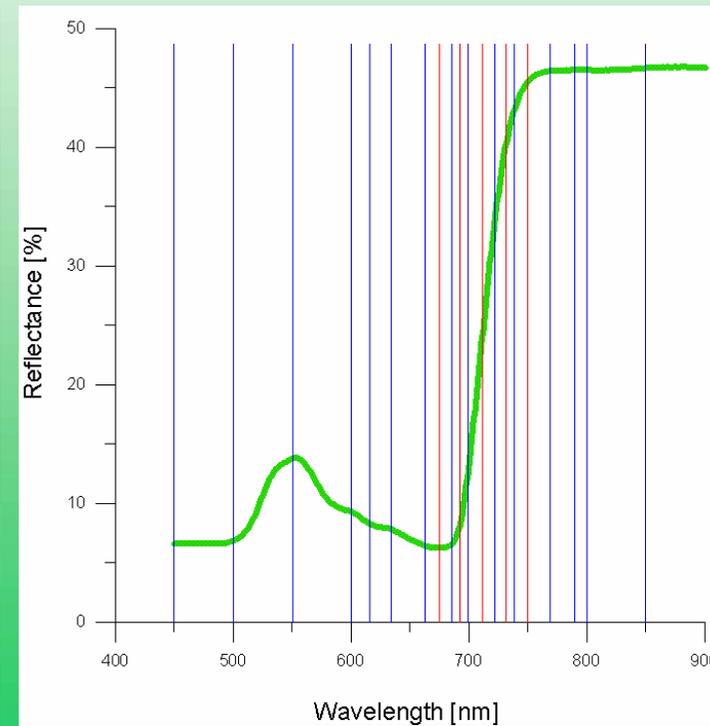
N-Mangel



K-Mangel



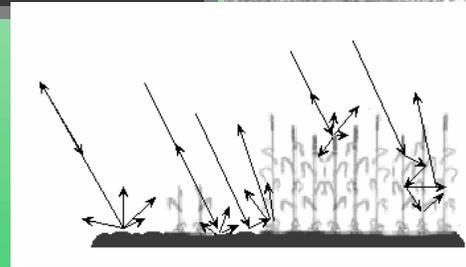
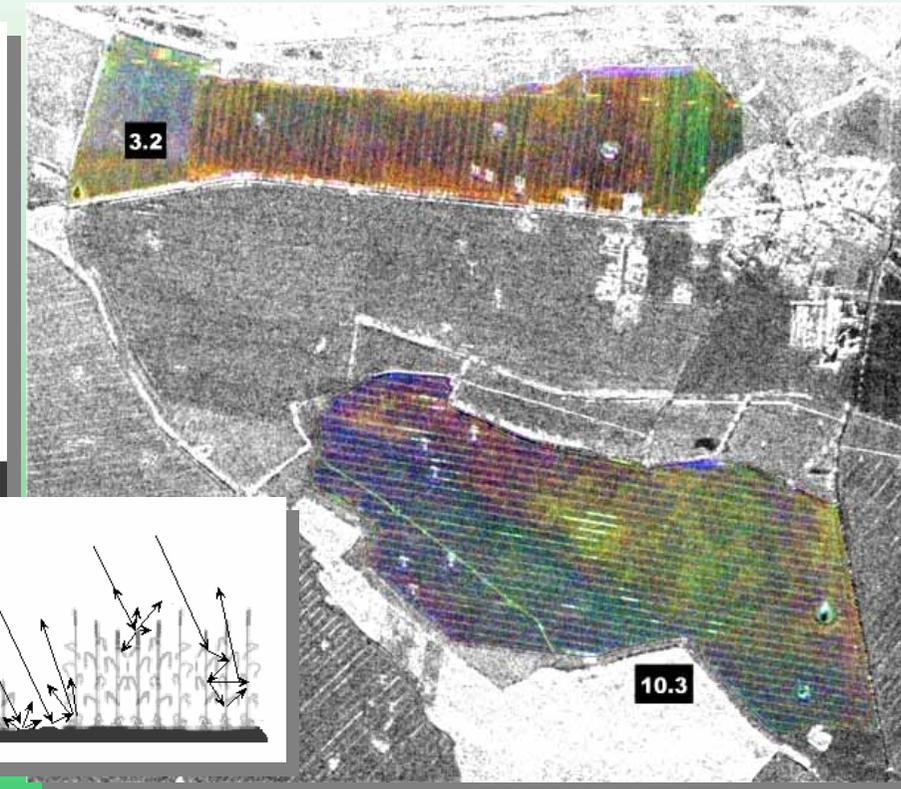
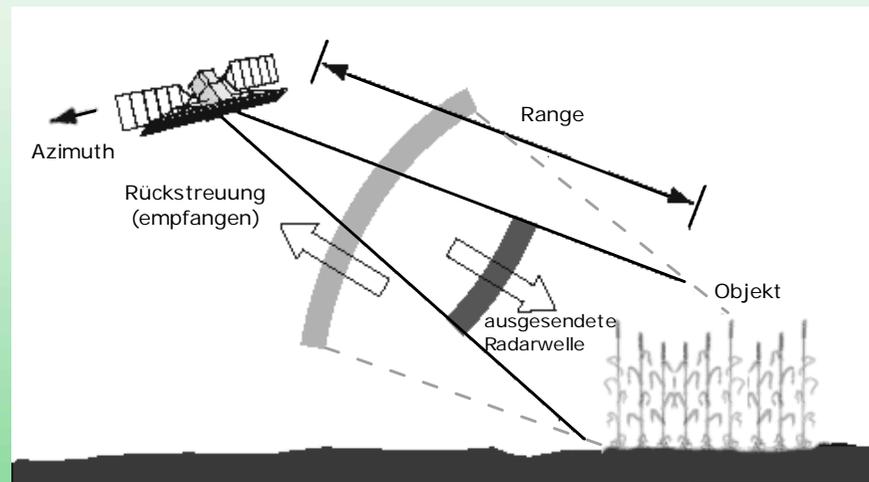
Da der N-Sensor® ein frei programmierbares Spektrometer ist, besteht ein großes Potential zur Ableitung andere Größen (physiologische Seneszenz).



Optische Fernerkundung (bodengestützt)

Vorteile	Nachteile
Datenverfügbarkeit	Messung nicht nur von N abhängig
Operationelles System	Informationspotential wird nicht ausgeschöpft

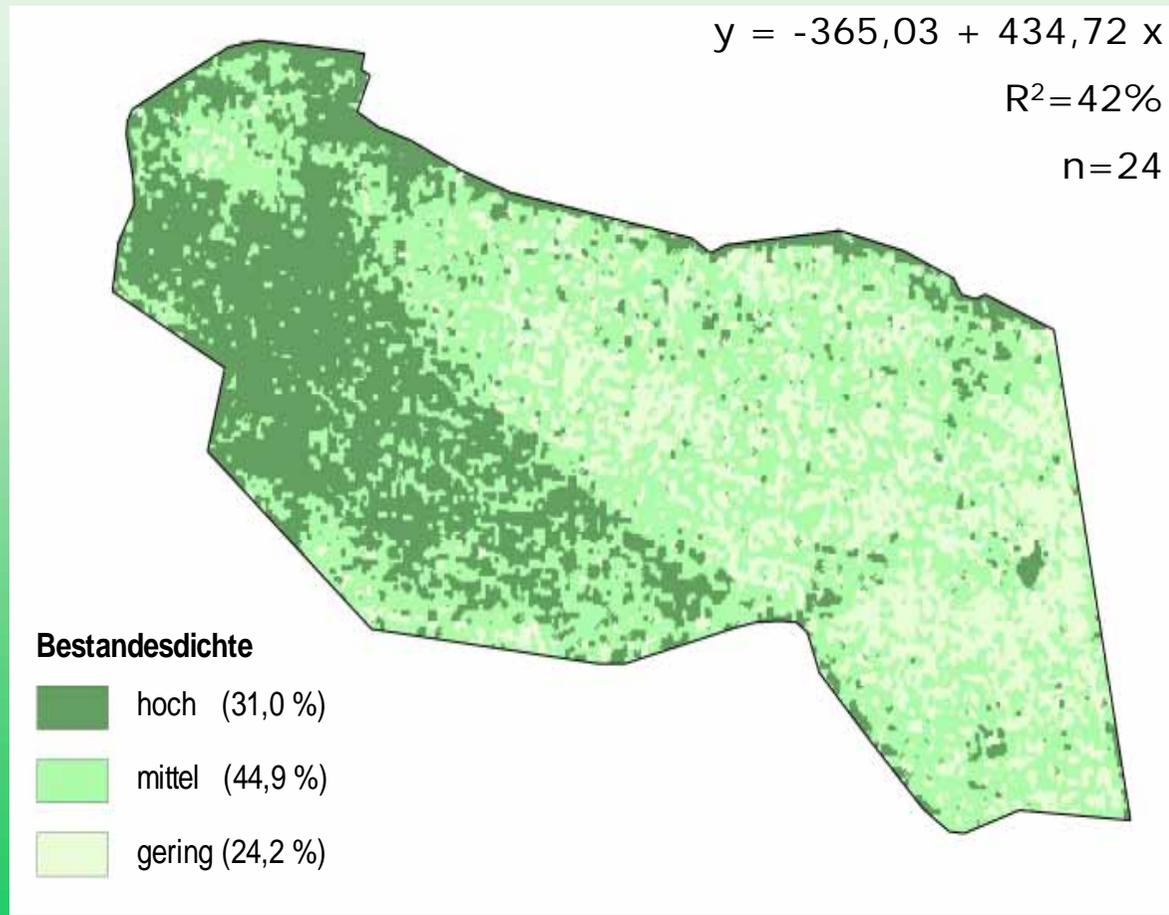
Anwendungsmöglichkeiten der Radarfernerkundung



Radar Rückstreuung von Winterweizen (8.5.2002)

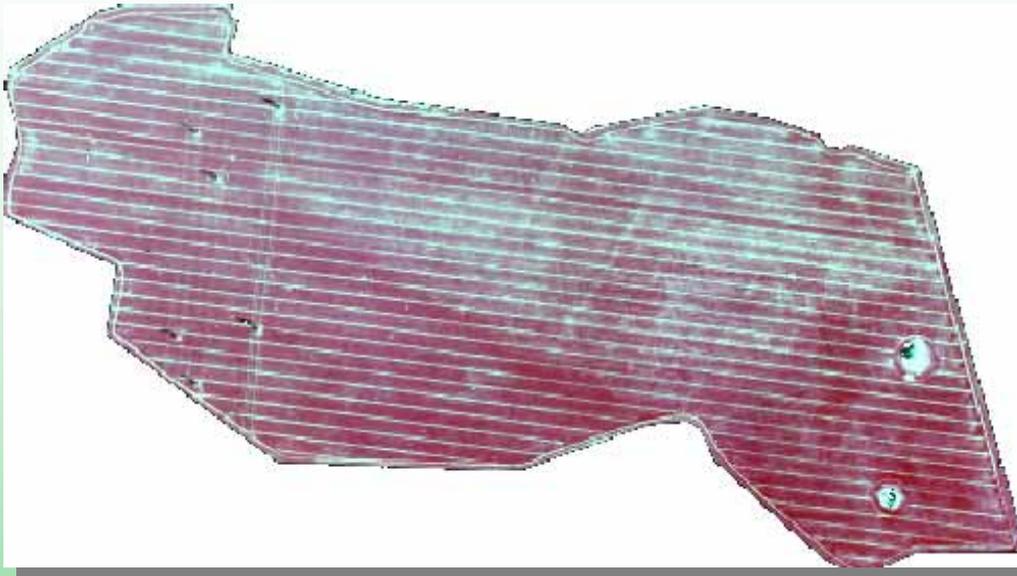
(*Rot: X-HH, Grün: X-VV, Blau: L-VV; X-Band: $\lambda = 2,4-3,8$ cm)

Modellierung der Bestandesdichte (y) über den Polarisationsindex (x)

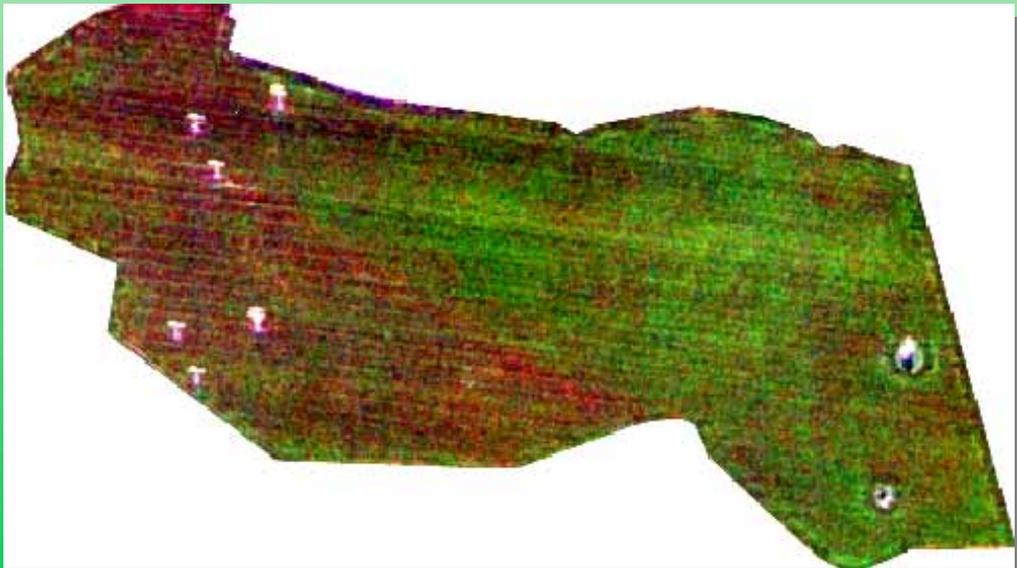


$$PI = \frac{r_{cross} + X_{HH}}{r_{cross} - X_{HH}}$$

„Fernerkundung in weiter Ferne? “



Farb-Infrarot-Luftbild eines Weizenbestandes mit deutlich erkennbarer Variabilität.



3-Kanal Radar-Farbbild eines Weizenbestandes.

(Rot: LVV, Grün: XVV, Blau: LHV)

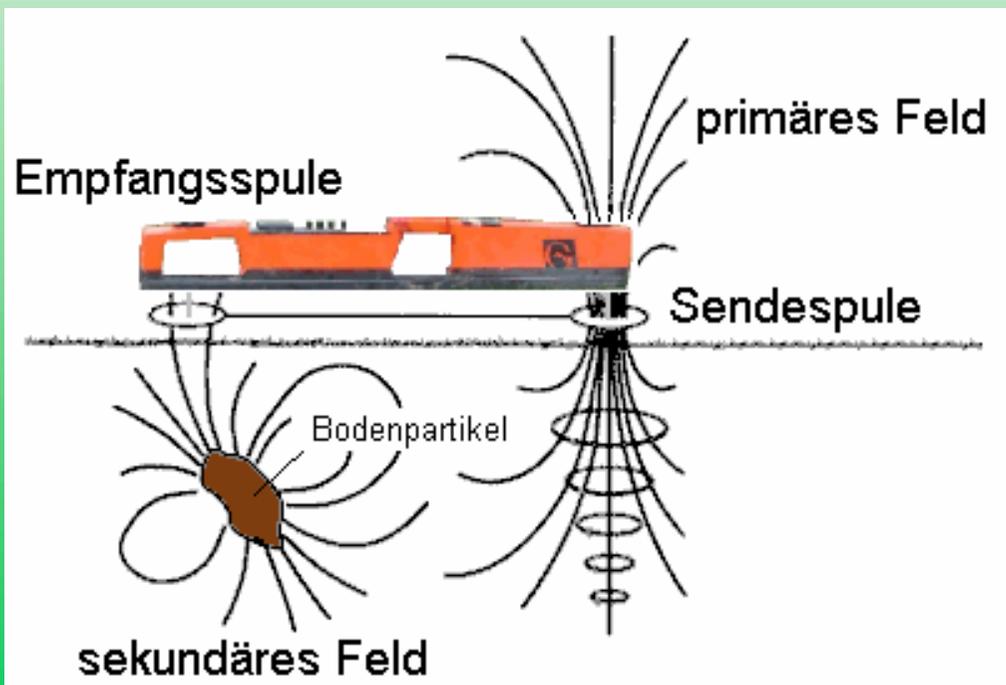
Radar Fernerkundung

Vorteile	Nachteile
Datenverfügbarkeit	Spezialwissen notwendig
Operationelles System	Physikalischen Prozesse sind noch nicht verstanden

Sensorik: Leitfähigkeit

Prinzip: Elektromagnetische Induktion

Die Methode ist geeignet Strukturen bis ca. 150 cm Tiefe (je nach Messkonfiguration) zu erfassen.



Die Technik kommt aus der Archäologie und wird zum Beispiel zur Kartierung alter Fundamentreste eingesetzt.

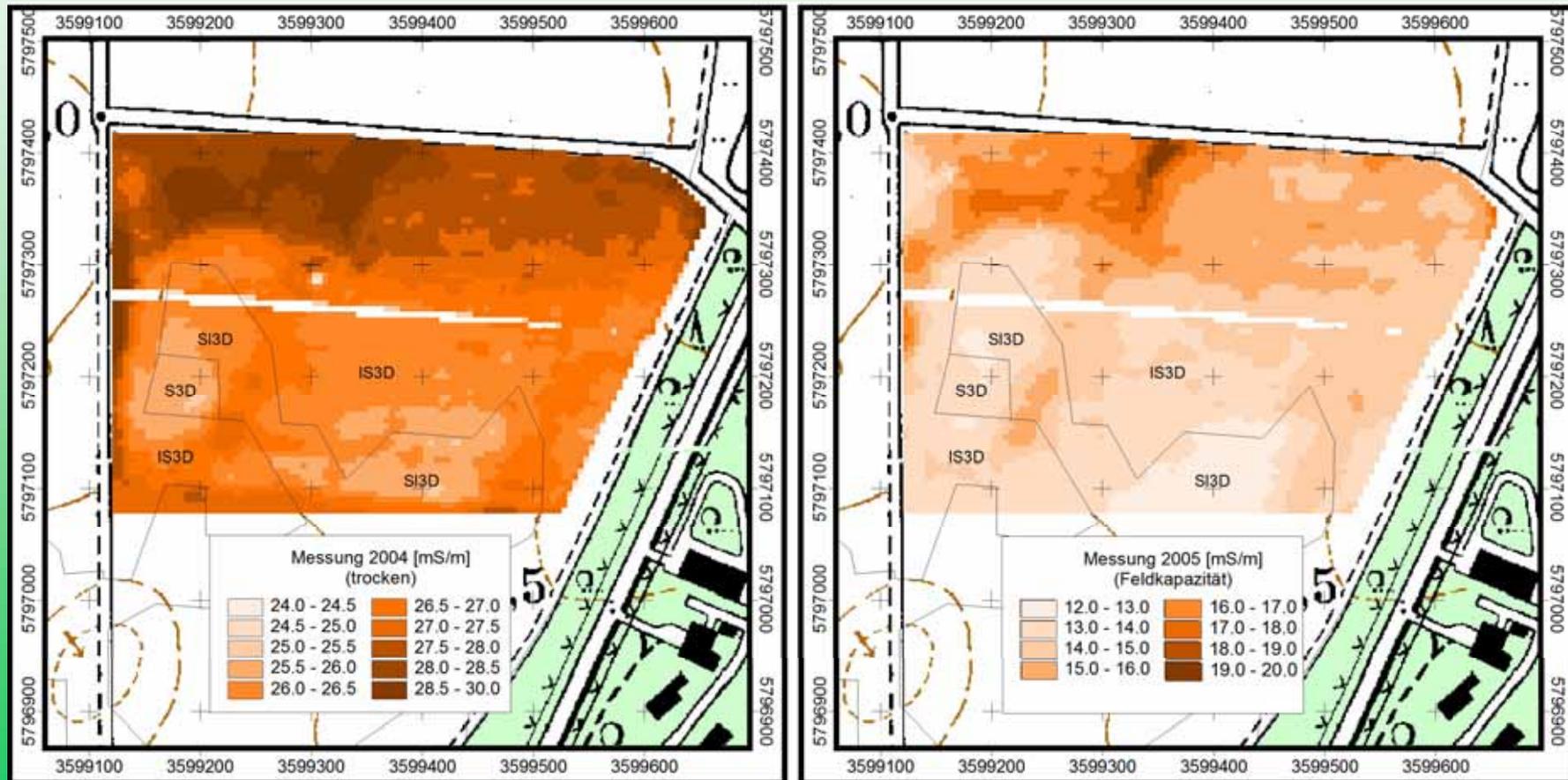
Sensorik: Elektromagnetik (EM 38)



Gemessen wird die scheinbare Elektrische Leitfähigkeit.

Sensorik: Elektromagnetik (EM 38)

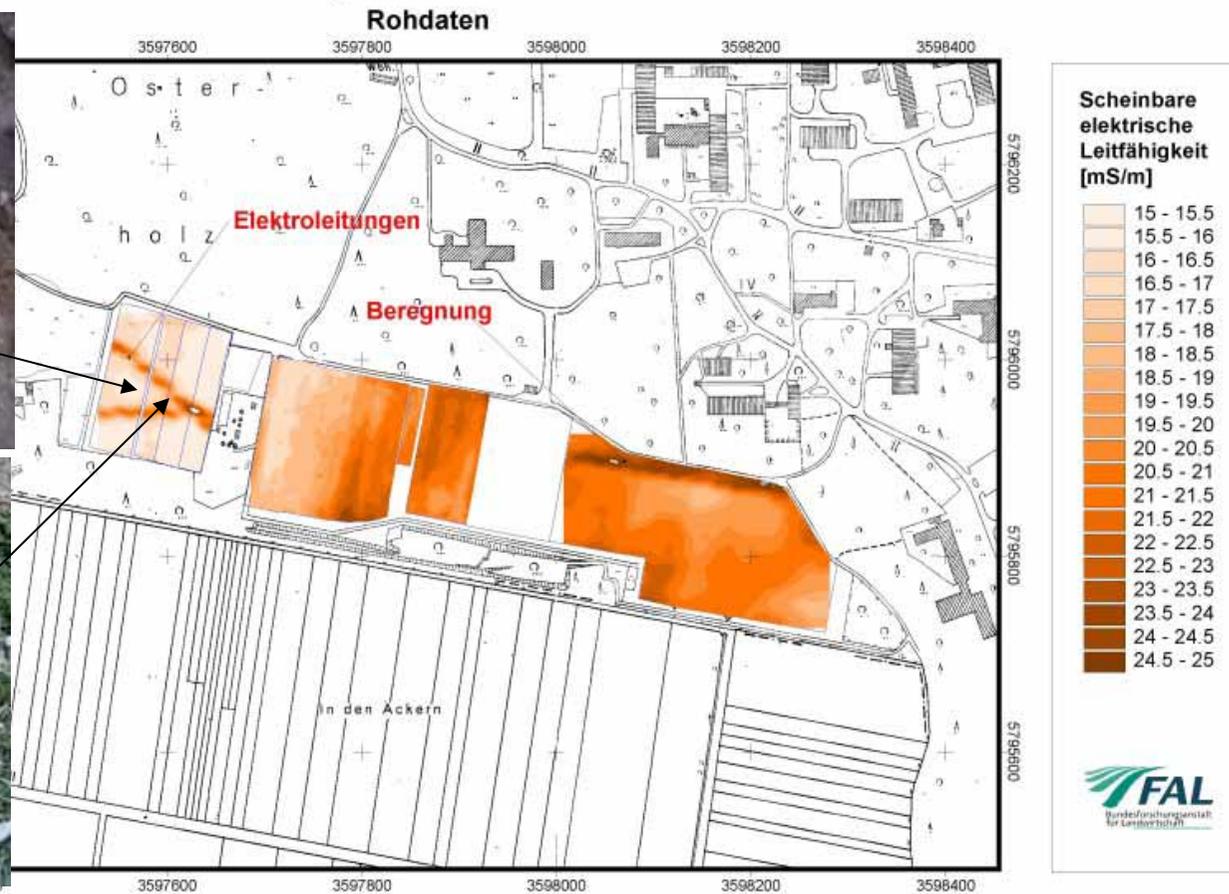
EM38 liefert im zeitlichen Verlauf ähnliche Strukturen,
wie sind diese zu interpretieren?



Sensorik: Elektromagnetik (EM 38)

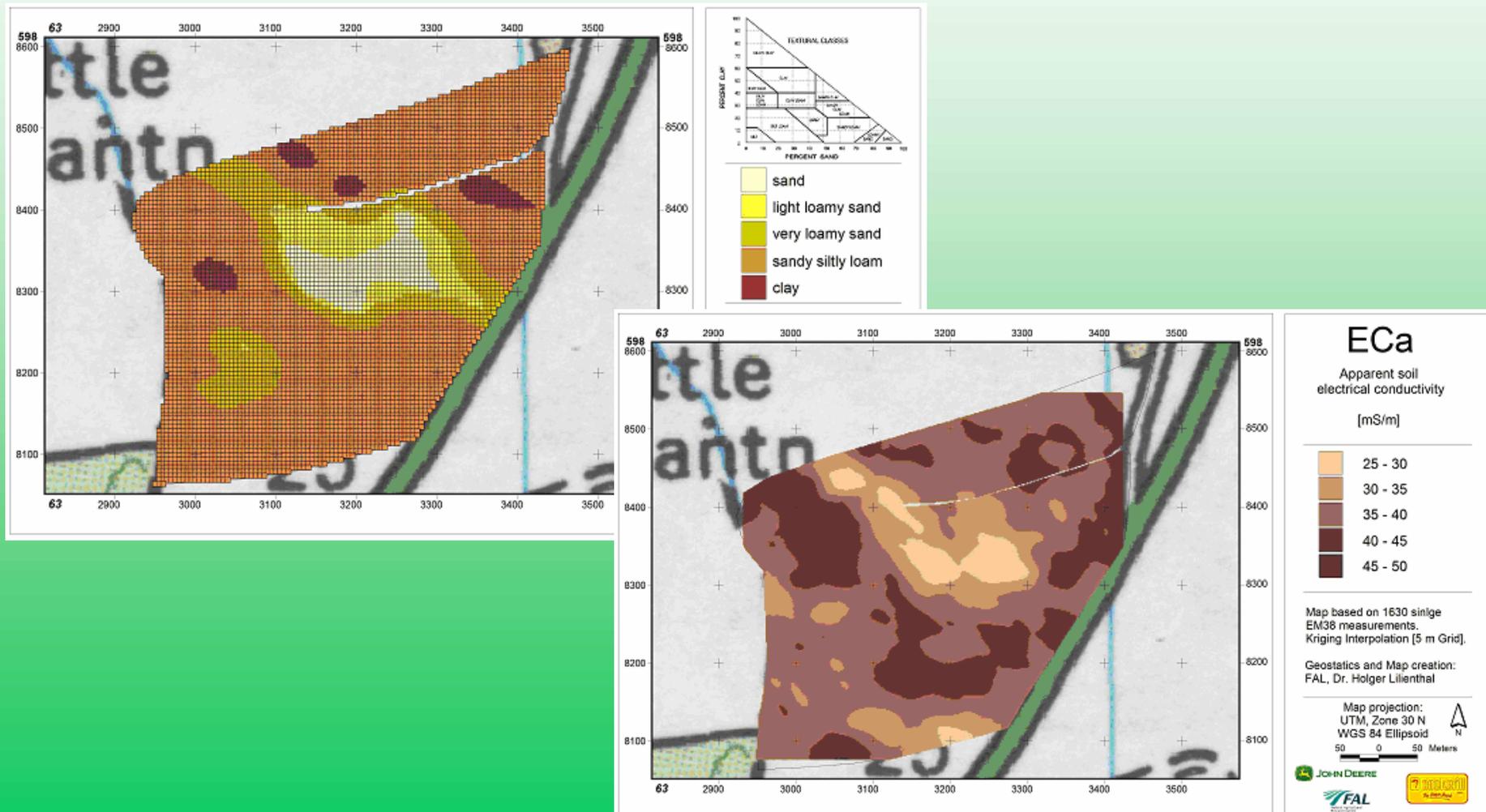
EM38 reagiert sehr stark auf Metall im Untergrund

EM 38 Messungen auf dem Südfeld der FAL



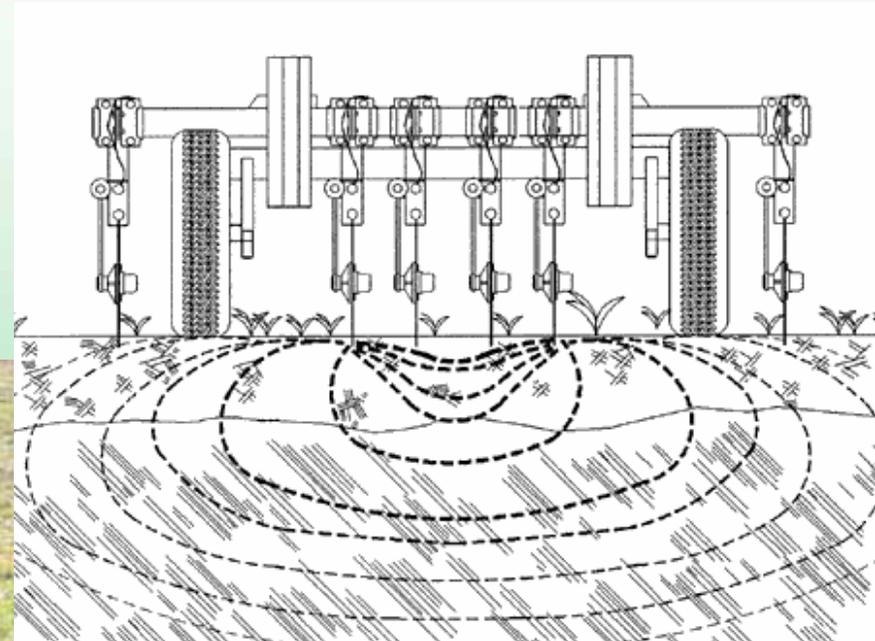
Sensorik: Elektromagnetik (EM 38)

EM38 reagiert auf starke Texturunterschiede



„Fernerkundung in weiter Ferne? “

Sensorik: Geoelektrik (Veris® 3100)



Sensorik: Geoelektrik (Veris 3100)



Bodensensoren

Vorteile

Berührungslose Erfassung

Leichte Gerätetechnik

Strukturen bleiben erhalten
(EM38)

Möglicherweise Zusammenhang
zu Bodenparametern
(Veris[®] 3100)

Nachteile

Kann durch Metall im Boden
beeinflusst werden

Liefert nur Relativwerte
(Vergleichbarkeit)

Bei homogenen Flächen wird
Variabilität vorgetäuscht

Physikalischen Prozesse nicht
verstanden

Zusammenfassung

- Spektralmessungen (Optik/Radar) haben ein hohes Informationspotential
- Datenverfügbarkeit von flugzeug- und satellitengestützten Sensoren reicht für die Landwirtschaft noch nicht aus
- Direkte Düngerapplikation mit Online Sensoren ist kritisch, da das Messsignal nicht nur durch N-Unterschiede hervorgerufen wird
- Bodensensoren liefert Strukturkarten bei hoher Variabilität. Bei homogenen Flächen werden die Unterschiede überinterpretiert

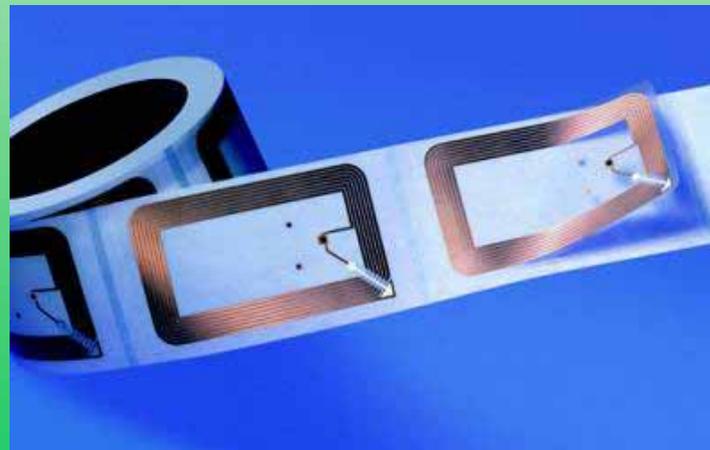
Ausblick

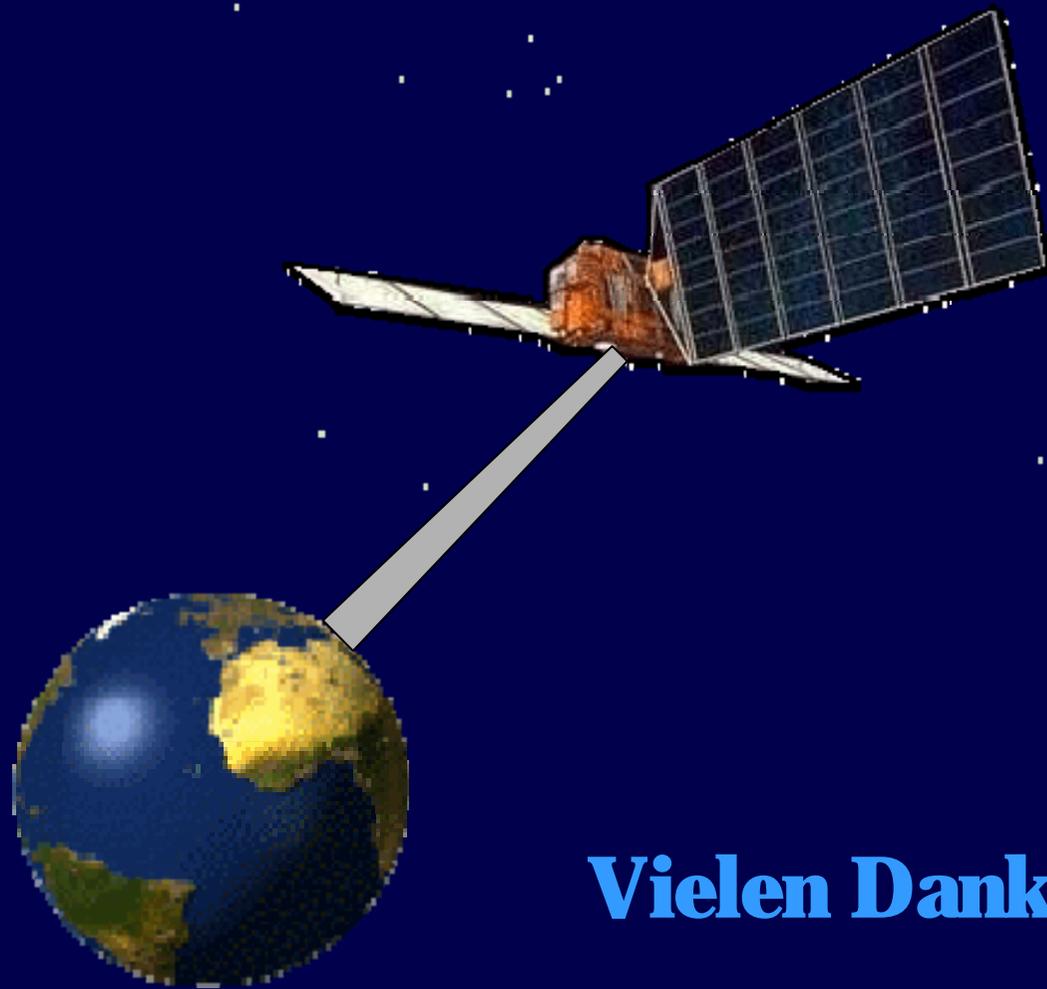
- Die Anzahl neuer Sensorsysteme wird zunehmen (RapidEye, TerraSar)
- Online Sensoren werden auf dem Schlepper bei jeder Überfahrt auf dem Acker Daten sammeln
- Wie sollen die Kosten für die Technik erwirtschaftet werden?
- Die Frage nach Handlungsanweisungen, die sich aus den Sensorkarten ergeben, bleibt dem Landwirt überlassen

= > stärkere Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis!!

Zukunftsvision RFID (Radio Frequenz Identifikation)

Geht das Labor direkt auf das Feld ?!?





Vielen Dank !