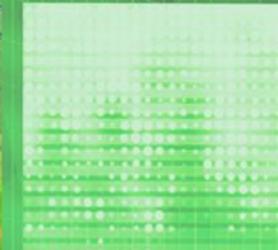




Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope



Bewertung der Bodenfruchtbarkeit mithilfe von Nahinfrarotspektroskopie (Proximal Sensing)

Konrad Metzger & Luca Bragazza

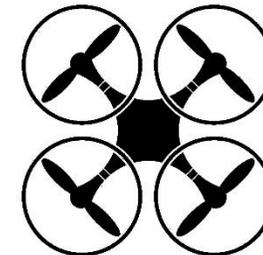
10. Nationale Ackerbautagung: Der Boden als funktionelle Einheit
Biel 12.01.2023



Was ist Naherkundung (Proximal Sensing)?

Wie können wir schnell und günstig Informationen über den Zustand unseres Ackers bekommen?

- Laboranalysen: langsam, teuer, produziert Abfall (\$\$\$)
→ grob aufgelöste Information
- Alternative: **Naherkundungsmethoden** (Proximal Sensing)
 - Interaktion von elektromagnetischer Strahlung mit Bodenbestandteilen

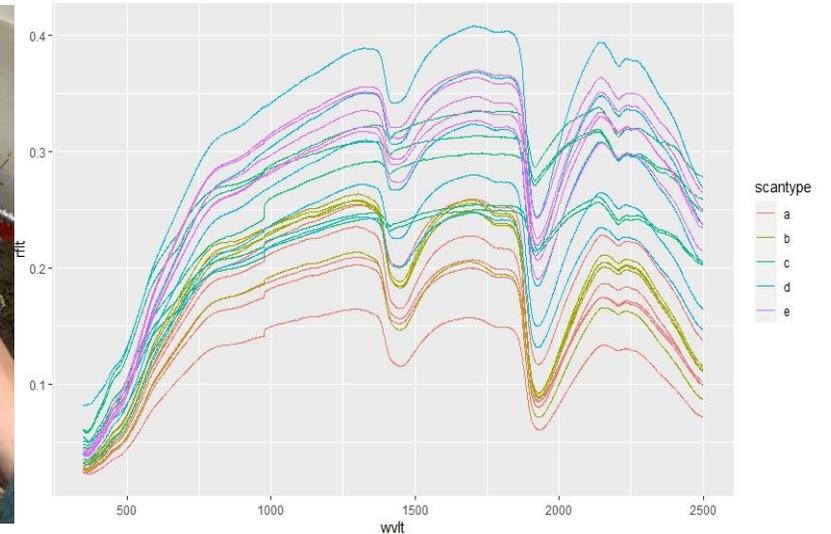
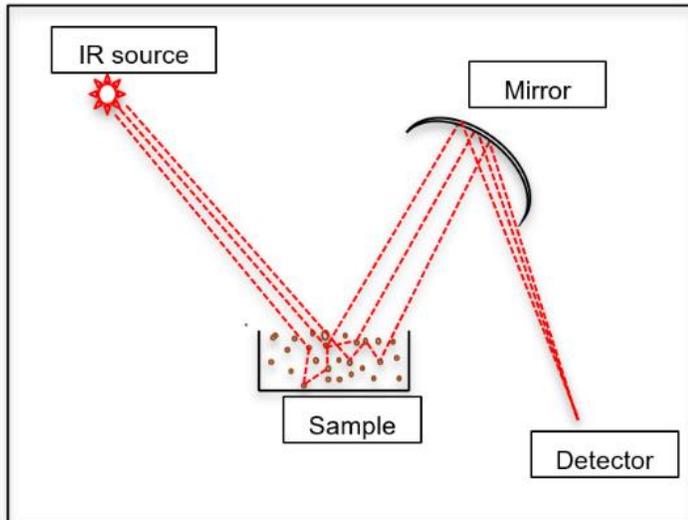


- Schnelle Messung, keine Bodenprobe für das Labor, Informationen in Echtzeit



Infrarotspektroskopie (vis-NIR)

- Messung des reflektierten Lichts (sichtbar und Nahinfrarot, Wellenlänge 350-2500 nm)



- Viele Bodenparameter absorbieren Licht in diesem Wellenlängenbereich (Tone, Organischer Kohlenstoff, Eisenminerale)
- Mathematische Modelle um die Beziehung zwischen Labordaten und den Spektren zu beschreiben (**Vorhersagemodell**)



Offene Fragen bis zur Routineanwendung

■ Anwendung *in-situ*

- Wie werden Bodenspektren am besten gemessen?
- Geeigneter Spektrometertyp (Preis, Spektrale Auflösung, Grösse)
- Welche Bodenparameter lassen sich messen?
- Einfluss von Bodenfeuchte und Aggregaten
- Präzision und Kosten/Nutzen-Verhältnis





Spektrometer und Scanpositionen

- 2 Spektrometertypen
 - Hochauflösendes Forschungsinstrument
 - Kompakter NIR Scanner

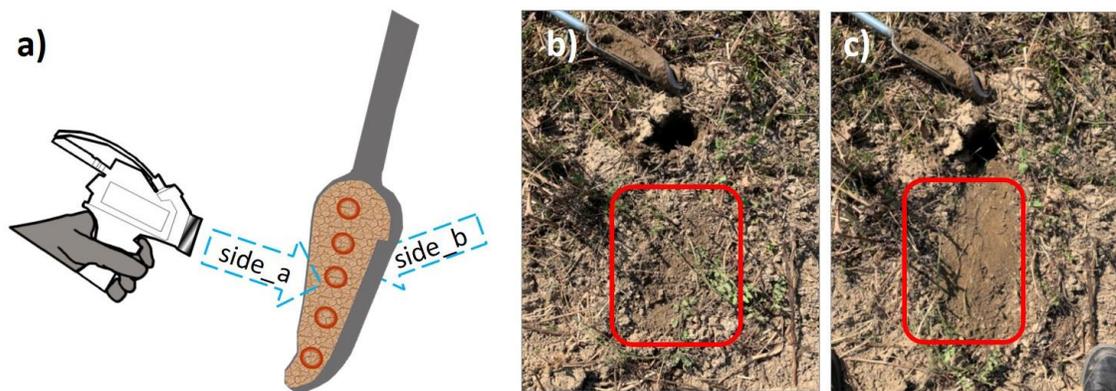


PSR+ 3500 vis-NIR Spektrometer
(350-2500 nm, 2.8-8 nm Auflösung)



NeoSpectra Scanner
(1350-2500 nm, 16 nm Auflösung)

- Scanposition

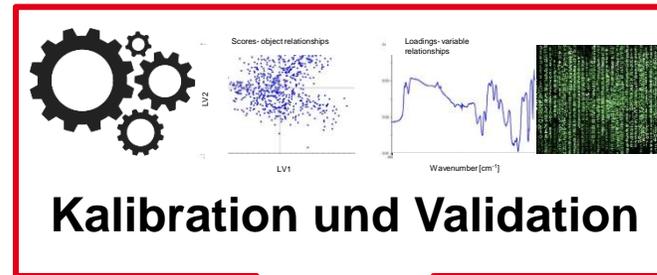
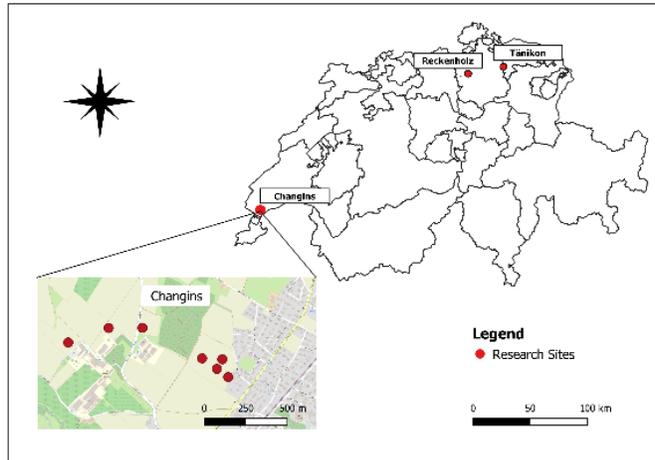


Verschiedene Positionen direkt im Feld um Bodenproben zu scannen



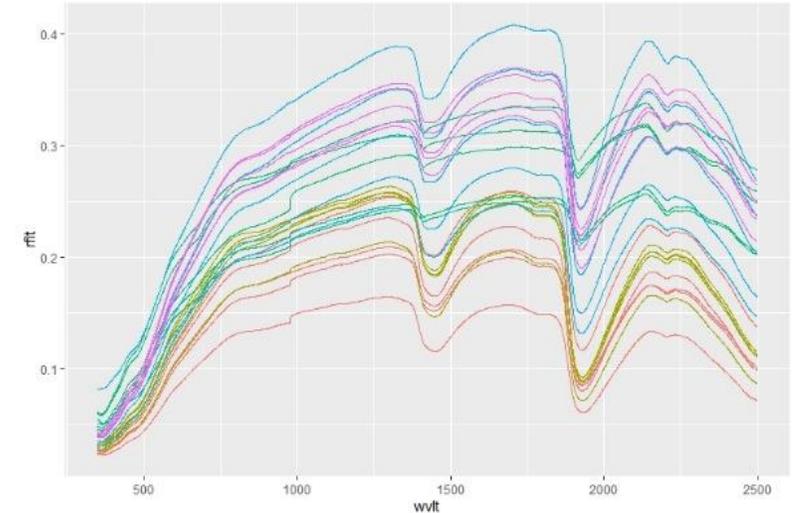
Spektrale Vorhersagemodelle

Kalibrationsmodell



PLSR

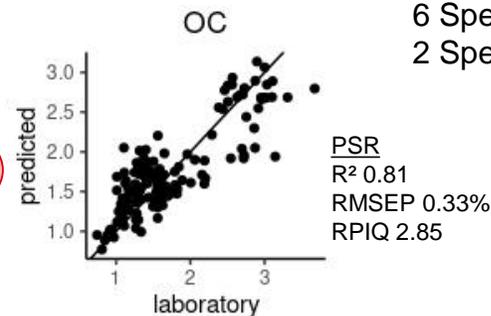
R^2 , RMSE, RPIQ



Vis-NIR Spektren von 134 punkten
 4 Scanpositionen in 5 Wiederholungen
 6 Spektrale Vorbehandlungsmethoden
 2 Spektrometer

134 Bodenproben mit Laboranalyse
 Korngrösse, Org. Kohlenstoff (OC),
 Kationenaustauschkapazität, pH, N_tot

Vorhersagemodell:
 Bodenparameter aus Spektren
 ohne Laboranalyse

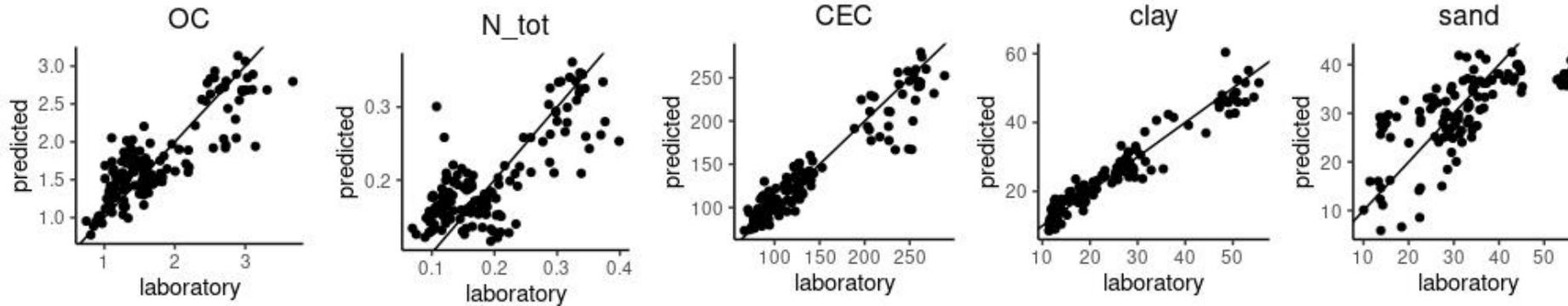




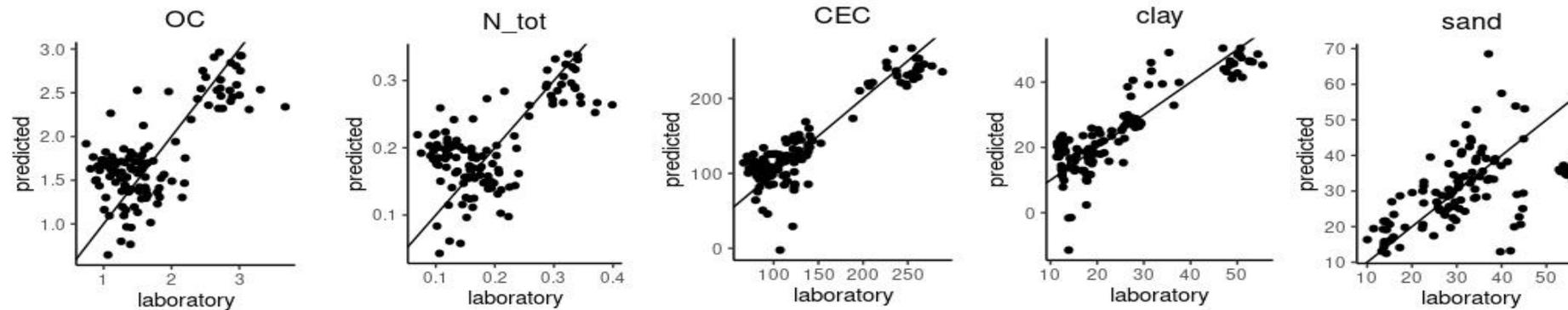
Ergebnisse

Gute Modellergebnisse für: Körnung, pH, OC, KAK, N_tot

R S P



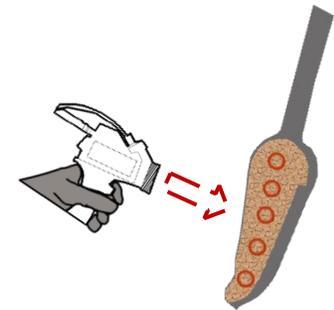
O F N





Ergebnisse

- Beste Scanposition:
 - An der Seite von 20 cm Edelmannbohrer
 - 10 Wiederholungsmessungen mit NeoSpectra
- Vergleich Spektrometer:
 - Mit NeoSpectra konnten ausgewählte Bodenparameter befriedigend gemessen werden
 - PSR liefert höhere Genauigkeit
- Best Practice:
 - 5 Wiederholungsscans entlang 20 cm Edelmann Bohrer für PSR
 - 10 Wiederholungsscans entlang 20 cm Edelmann Bohrer für NeoSpectra





Diskussion & Ausblick

Potentielle Anwendungsbereiche

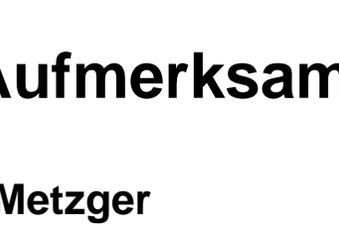
- Indikatoren für Bodenqualität
- Düngeempfehlung
- Teilflächenspezifische Bewirtschaftung

Hürden für Routineanwendung

- Standardisierte Messung
- Einfluss von Bodenfeuchtigkeit und Aggregaten
- Vergleich von Labor- und Feldspektren
→ Grosse Datenbanken, KI Modelle

Vis-NIR Bodenspektroskopie als Zukunftstechnik für Bodenanalyse

- ✓ Schnelle Ergebnisse
- ✓ Hohe räumliche Auflösung durch portable Instrumente
- ✓ Tracking von Veränderungen durch Managementänderung



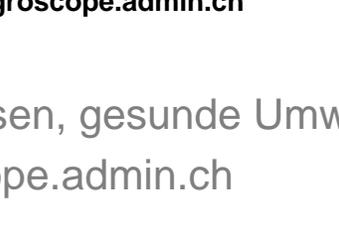
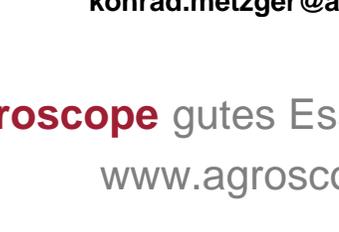
Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Konrad Metzger

konrad.metzger@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

www.agroscope.admin.ch





Parameter	Scanning position	Preprocessing	LVs	R ²	RMSE†	RMSEP†	IOR	RPIQ	Lin's CCC	Ranking [§]
PSR spectrometer										
CEC [meq/kg]	side_b	RAW	9	0.94	15.33	20.45	111.14	5.43	0.94	1
clay [%]	side_b	SG2110	8	0.95	2.76	2.94	15.22	5.18	0.97	2
sand [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.92	3.58	5.57	16.47	2.96	0.60	3
OC [%]	side_a	SG2111	6	0.81	0.3	0.33	0.94	2.85	0.84	4
pH	side_b	MSC	9	0.79	0.34	0.46	1.26	2.73	0.77	5
CaO_ex [g/kg]	side_b	RAW	5	0.64	1.38	1.58	4.28	2.70	0.60	6
N_tot [%]	side_a	SG2110	6	0.81	0.04	0.05	0.12	2.68	0.75	7
Mg_tot [g/kg]	surface_raw	RAW	6	0.68	2.21	2.51	5.54	2.21	0.51	8
MgO_ex [g/kg]	side_a	RAW	7	0.9	0.07	0.14	0.28	1.98	0.64	9
P2O5_OI [g/kg]	side_b	SG2112	1	0.33	0.03	0.03	0.04	1.56	0.41	10
K_tot [g/kg]	surface_raw	SG2112	1	0.16	3.69	3.61	5.5	1.52	0.01	11
P_tot [g/kg]	surface_raw	SG2110	2	0.3	0.17	0.15	0.21	1.38	0.00	12
K2O_ex [g/kg]	surface_smooth	MSC	2	0.2	0.1	0.09	0.09	0.97	0.25	13
Ca_tot [g/kg]	side_b	SNV	4	0.49	5.03	5.42	3.54	0.65	0.15	14
Carbonates [%]	side_b	SNV	4	0.45	1.84	1.15	0.19	0.17	0.01	15
NEO spectrometer										
CEC [meq/kg]	surface_smooth	SG2110	8	0.87	22.4	25.64	96.86	3.78	0.87	1
clay [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.87	4.58	5.14	15.22	2.96	0.88	2
sand [%]	surface_smooth	SG2110	8	0.8	5.74	8.91	17.12	1.92	0.45	8
OC [%]	surface_smooth	SG2110	4	0.62	0.41	0.45	0.93	2.07	0.74	7
pH	surface_raw	RAW	2	0.28	0.62	0.72	1.14	1.59	0.23	10
CaO_ex [g/kg]	surface_smooth	RAW	4	0.56	1.51	1.59	4.29	2.69	0.68	3
N_tot [%]	surface_smooth	RAW	4	0.63	0.05	0.05	0.11	2.11	0.72	6
Mg_tot [g/kg]	surface_smooth	RAW	4	0.6	2.22	2.53	5.48	2.16	0.63	5
MgO_ex [g/kg]	side_b	SG2110	7	0.84	0.08	0.1	0.23	2.17	0.85	4
P2O5_OI [g/kg]	side_a	SG2112	1	0.09	0.04	0.03	0.04	1.22	-0.10	12
K_tot [g/kg]	surface_smooth	SG2111	2	0.18	3.66	3.99	6.72	1.68	-0.01	9
P_tot [g/kg]	side_a	SNV	6	0.17	0.17	0.16	0.21	1.28	0.10	11
K2O_ex [g/kg]	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	NA†	15
Ca_tot [g/kg]	surface_smooth	RAW	5	0.25	4.74	5.66	3.45	0.61	0.03	13
Carbonates [%]	side_a	SG2111	4	0.1	1.42	1.07	0.18	0.17	-0.23	14