



BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE
SOCIETÀ SVIZZERA DI PEDOLOGIA
SOIL SCIENCE SOCIETY OF SWITZERLAND

Exkursionsführer

Boden kartieren und mit Boden handeln – ein Pilotprojekt in Wohlen und ein Fallbeispiel im Seeland

Jahresexkursion der BGS 2021

Freitag, 17. September – Samstag, 18. September 2021



Organisation:

Andreas Chervet, Madlene Nussbaum, Wolfgang Sturny

Programm

Freitag, 17.09.2021

Zeit	Inhalt
09:15	Treffpunkt Bahnhof Bern-Brünnen Westside
09:30	Bustransport nach Murzelen Restaurant Sternen
10:00	Kaffee und Gipfeli Restaurant Sternen, Saal
10:15	Begrüssung und Einführung Madlene Nussbaum
10:30	Bodenfunktionen und quantitativer Schutz der Böden – Vorstellungen des Bundes zur Bodenkartierung Nicolas Ballesteros
10:50	Wyss Academy Projekt Boden, Pilot Wohlen-Meikirch Simon Tanner
11:45	Mittagessen Restaurant Sternen
13:10	Bedürfnisse Kanton Bern und Hintergrund Wyss Bodenprojekt Michael Gysi
13:25	Abfahrt mit Bustransport zu den 6 Posten
13:40	Aufteilen in die 6 Gruppen (die Gruppen sind bereits erstellt)

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6
A. Profil 568 13:45-14:15	B. Geologie 14:00-14:25	C. Profil 28 14:00-14:25	D. Bohrtechnik 13:50-14:15	E. Profil 346 13:50-14:20	F. Sensoren + Apps 13:50-14:15
B. Geologie 14:35-15:00	C. Profil 28 14:30-15:00	D. Bohrtechnik 14:40-15:00	E. Profil 346 14:20-14:50	F. Sensoren + Apps 14:20-14:50	A. Profil 568 14:25-14:55
C. Profil 28 15:05-15:35	D. Bohrtechnik 15:15-16:40	E. Profil 346 15:05-15:30	F. Sensoren + Apps 14:55-15:15	A. Profil 568 14:55-15:20	B. Geologie 15:15-15:40
D. Bohrtechnik 15:50-16:15	E. Profil 346 15:45-16:45	F. Sensoren + Apps 15:35-15:55	A. Profil 568 15:20-15:55	B. Geologie 15:45-16:10	C. Profil 28 15:45-16:15
E. Profil 346 16:20-16:50	F. Sensoren + Apps 16:20-16:45	A. Profil 568 16:05-16:30	B. Geologie 16:15-16:35	C. Profil 28 16:15-16:40	D. Bohrtechnik 16:20-16:45
F. Sensoren + Apps 16:55-17:20	A. Profil 568 16:55-17:25	B. Geologie 16:50-17:10	C. Profil 28 16:40-17:10	D. Bohrtechnik 16:55-17:20	E. Profil 346 16:50-17:20

17:30

Transfer nach Lyss

18:30

Apéro und Schlusswort (nur offen für Teilnehmende mit Anmeldung zum Abendessen)

Bildungszentrum Wald Lyss

Markus Steger

19:00

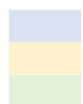
Abendessen

Bildungszentrum Wald Lyss

Programm

Samstag, 18.09.2021

Zeit	Inhalt
07:15	Frühstück Hotel Rössli
07:50	Abholung Übernachtungsgäste im Hotel Rössli
07:30	Frühstück Bildungszentrum Wald Lyss
08:20	Abfahrt ab Försterschule Lyss (Bustransport)
08:30	Abholung Neuanreisende ab Bahnhof Lyss Züge (Ankunft 08:28 Uhr und 8:30 Uhr) werden abgewartet.
08:45	Begrüssung und Einführung Tag 2 Madlene Nussbaum
	Challnechwald: Vorstellung Projektziele Fritz Hurni, Hanspeter Kocher, Matthias Stettler
09:15	Bodenaufwertungen: Fürsoun und Niederriedmoss Matthias Stettler, Hanspeter Kocher
10:30	Zusammenfassung Markus Steger
10:40	Bustransfer nach Gals
11:10	Drainagespülung, Torfverlust, Hochwasser 2021 Matthias Schwab
11:50	Mittagessen Stehlunch
12:30	Projekt Bodenverbesserung (BOVE) Seeland Gewann Gals Stéphane Burgos, Philipe Brunner, Aurelia Marti
13:00	Bodenumschlagplatz BUP Matthias Stettler
13:15	Podium zum Thema BOVE Seeland und BUP Gals Moderation: Markus Steger
13:55	Rückfahrt: Abfahrt Gals nach Gampelen z.B. Zug Richtung Bern 14:11, Bern an 14:52.



Alle TeilnehmerInnen die im Hotel Rössli übernachten

Alle TeilnehmerInnen die im Bildungszentrum Lyss übernachten

Alle TeilnehmerInnen die am Samstag anreisen

Übersichtskarte Freitag und Samstag

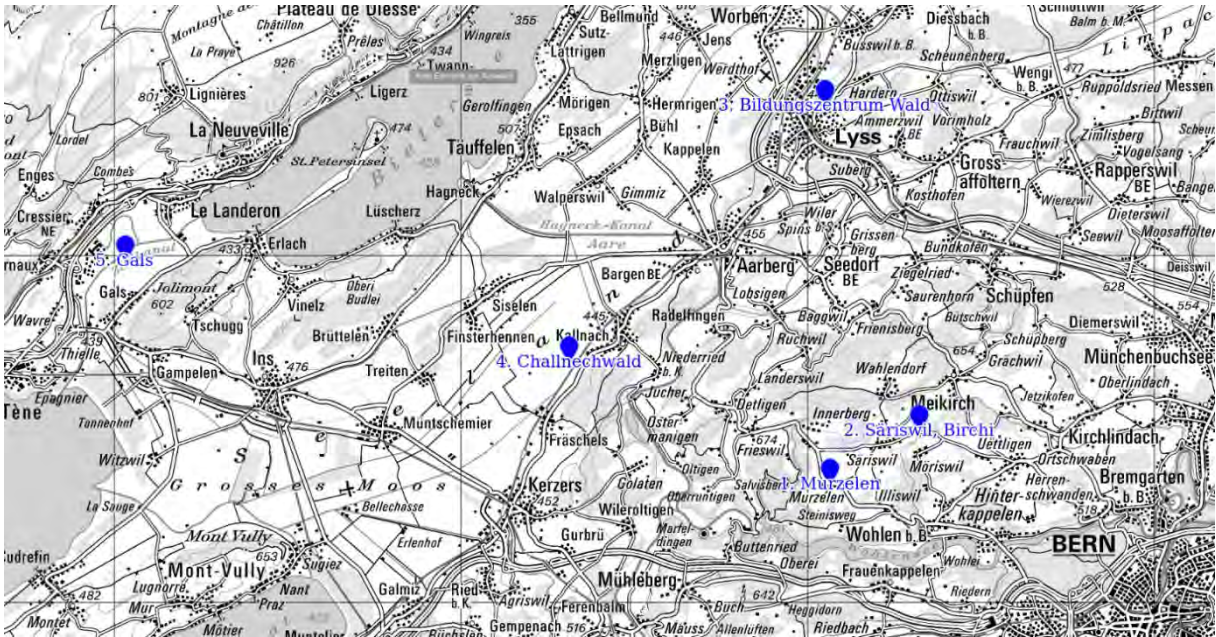


Abbildung 1: Übersicht über die gesamte Exkursion.

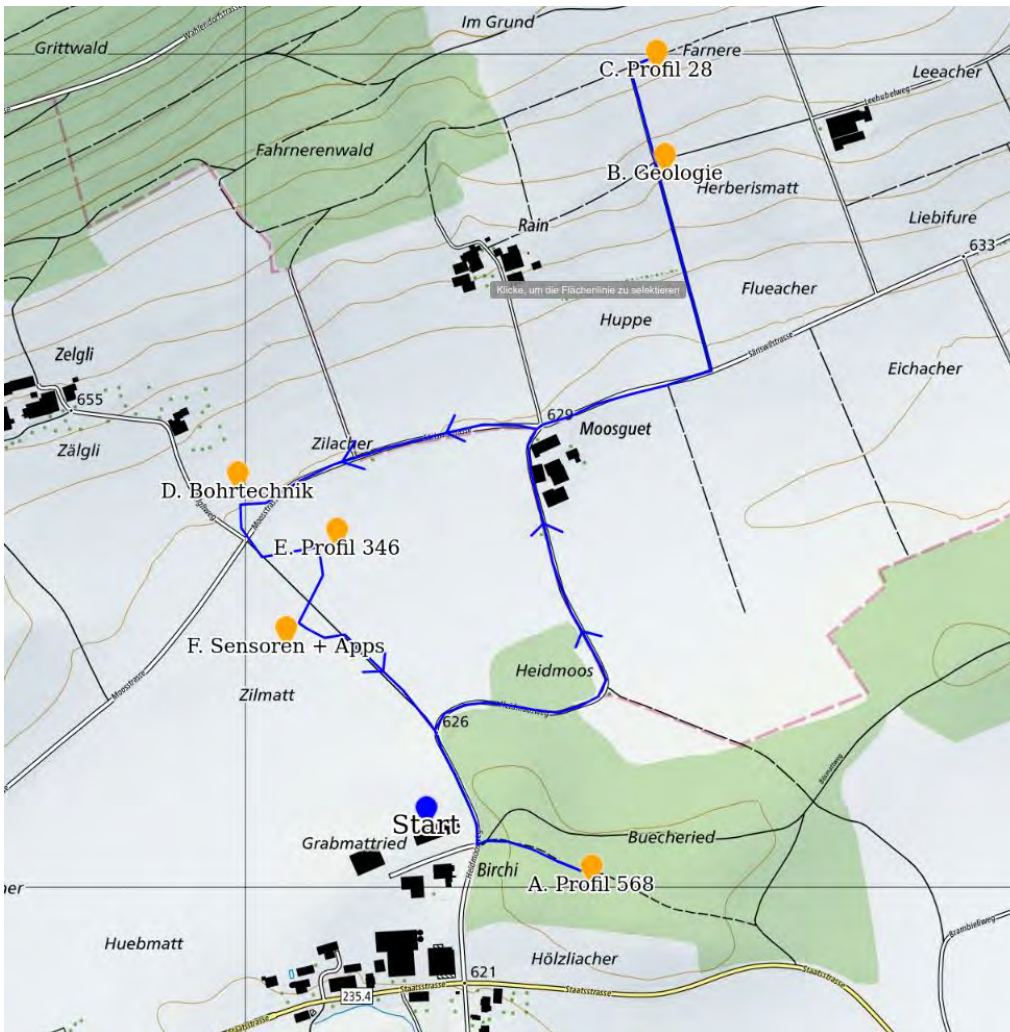


Abbildung 2: Übersicht über die Postenstandorte am Freitagnachmittag 17.09.2021.

Freitag 17.09.2021

Wyss Academy-Projekt:

Dienstleistung des Bodens erfassen und in Wert setzen

Referent: Simon Tanner

- Zielsetzung** Böden erfüllen eine Vielzahl von Funktionen für Mensch und Natur. Die Entwicklung einer innovativen und zeitsparenden Methode zur Kartierung der Bodeneigenschaften hat zum Ziel, bessere Entscheidungsgrundlagen für bodenrelevante Entscheide in verschiedenen Anwendungsfeldern zu schaffen.
- Beschreibung** Einheitlich erhobene, hochaufgelöste und reproduzierbare Bodeninformationen sind von zentraler Bedeutung für Land- und Forstwirtschaft, Raumplanung, Klimaanpassung, Hochwasser- und Grundwasserschutz, für den physikalischen, chemischen und biologischen Bodenschutz und die Erhaltung der Biodiversität. Je nach Fragestellung ist es beispielsweise wichtig, das Nährstoff- und Wasserspeichervermögen der Böden zu kennen oder das Erosionsrisiko. Bisher sind diese Informationen in der Schweiz und im Kanton Bern nicht hinreichend verfügbar.
- Mit diesem Projekt werden die Leistungen des Bodens erfasst und für diese Anwendungen verfügbar gemacht. Mit neuen technischen Anwendungsmöglichkeiten in der Bodeninformationserhebung und der darauf basierenden digitalen Flächenkartierung, wird eine innovative und effiziente Methode zur Bodenkartierung entwickelt. Es werden für ausgewählte grossräumige Pilotgebiete bisher fehlende Indikatoren, themenspezifische Anwendungskarten und Instrumente erstellt. Das Projekt wird in engem Austausch und in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Boden durchgeführt.
- Bisher wurden in einem Pilotgebiet im Mittelland mit Hilfe von explorativen Felderhebungen und statistischen Berechnungen ein Stichprobenplan und ein 4-Phasen-Konzept zur Erhebung der Bodeninformationen erarbeitet. Ein wichtiger Stakeholder im Prozess sind die lokalen Landwirte und Landwirtinnen. Sie lieferten Informationen und als zukünftige Nutzende des Kartenwerks brachten sie ihre spezifischen Bedürfnisse ein. Im Herbst und Winter 2021-2022 werden die Bodenerhebungen durch private Ingenieurbüros durchgeführt. Dies erlaubt das Ausbildungs- und Wissenstransferkonzept umzusetzen und zu testen.

Bildmaterial



Quelle: Simon Tanner, HAFL

Der von Moräne überprägte Molassehügel bei Meikirch repräsentiert eine typische mittelländische Landschaftsform im Kanton Bern. Die Geologie und die Landschaftsform sind mitunter die wichtigsten Faktoren für die Ausprägung der Böden und ihren Eigenschaften.



Quelle: Simon Tanner, HAFL

Eichungstag des Kartierpersonals. Damit die Erhebung von Bodeninformationen qualitativ konsistent bleibt, müssen der Wissenstransfer, die Ausbildung von Kartierpersonal und die gegenseitige Eichung gewährleistet werden.



Quelle: Simon Tanner, HAFL

Oberste 65 cm einer typischen Braunerde aus Moräne in Meikirch

Auftraggeber

Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT) des Kantons Bern; Wyss Academy Hub Bern

Ausführung

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL)

Situation		Topographie / Geologie		Titeldaten											
		N S		Daten-schlüssel	Projekt-Nr.	Profil-art	Pedologie		Datum		Profil-bezeichnung				
				1	2	3	4	5	6	7					
				0.2	Wys	74	05, mWZ	2	8	2021	7	568			
				8	Polit. Gem. Kanton									Gem. Nr.	10
				9	Ort Flurname										11
12	Blatt-Nr. 1:25'000	Koordinaten		13	2593	425	1204	995			14				
		Kartierungs-code										15			

Bemerkungen		Bodenbezeichnung						
Kalkgrenze: ~ 165 cm Gefüge labil Profilraum nicht vertikal	Saure Braunerde		Bodentyp	16	E	17		
	tonhellig, sauer, Quarzkörnung		Untertyp	2T, E3, FQ		18		
	skeletthaltig / skelettreich		Skelettgehalt	19	2	4	20	
	sandiger Lehm		Feinerdekorung	21	5	5	22	
	senkrecht durchwachsen / durchlässig		Wasserhaushaltsgruppe /			b	23	
	4+4+26+18+14+9 = 75, tiefgründig		Pflanzennutzbare Gründigkeit	75 cm	2	24		
	konvex		Neigung	25	3	%	Geländeform	c

Profilskizze															
27	28	29/30	Profilskizze		31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56
Horizont			Profilskizze	Gefüge	organ. Sub. %	Ton %	Schluff %	Sand %	Kies (0.2-5) Vol. %	Steine (>5cm) Vol. %	Kalk CaCO ₃ %	pH CaCl ₂	Farbe (Munsell)	Proben Bemerkungen	
Nr.	Tiefe	Bezeichnung													
1	-3.5	0		Sp3, Sp2	22.3	12.9	20.8				0%	3.7	7.5YR2.5/1	W4 ①	1
2	-1.5	0													
3				Sp2, Sp3	20	16	35		12	4	0%	4.4	7.5YR2.5/1	W4 ①	1
4	2/7	10													
5	5/11	20		Sp4 (labil)	1.6	17.5	20.1		16	8	0	4.4	10YR5/6	W4 ③	1
		30													
6	45	50		Po4	0.4	17.0	18.5		25	8	0	4.4	10YR5/8	W4 ④	1
		60													
7	73	80		Po6	0.3	17.5	18.5		20	15	0	4.4	10YR5/4	W2 ⑤	0.8
		90													
8	130	140		Ko, Po6, labil	0.3	8.8	16.0		20	10	0	5.2	2.5Y6/4	W2 ⑥	0.4
		160													
9	164	180		Ko	0	7	15		20	20	4	7.7	7.5Y7/4	W1 ⑦	0
		180													
Profiltiefe		170													

Standort							Bewertung / Eignung			
Höhe ü. M. m	Exposition	Klima-eignungszone	Vegetation aktuell	Ausgangsmaterial	Landsch. element	Nutzungs-gebiet	Stufe	Boden-punktzahl	Eignung	Eignungs-klasse
58	59	60	61	62/63	64	65	73	74	75	76
691	N	B3	WA	LO, MO4/M4	KR	1				

Nutzungsbeschränkungen / Meliorationen							
Krumenzustand	Limitierungen	Nutzungsbeschränkung	Meliorationen		Düngereinsatz		
			festgestellte	empfohlene	fest	flüssig	
66	67	68	69	70	71	72	

Wald												
Humus-form	Bestand	Baumhöhe, m		Vorrat, m ³ /ha		Alter, J		Gesell-schaft	Geeignete Baumarten		Prod.-fähigkeit	
		gem.	gesch.	gem.	gesch.	gem.	gesch.			Stufe	Punkte	
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	
Fa	a 124	b 2	10				20					

1 Eichen (Streuweiden)
2 Buchen

Agroscope FAL Reckenholz, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich, © 2005

B. Posten Geologie

Referent: Tobias Sprafke

Tabelle Poster 2 vergrößert

Tab. 1: Die Geologischen Einheiten des Untersuchungsgebiets (a = Jahre, k = 1000, M = 1000000).
Nach geo.admin.ch, verändert

Einheit	Lithologie	Zeitalter	Alter	Mächtigkeit / Lage
Auffüllungen	sehr variabel	Holozän	< 100 a	Geländedepressionen, alte Abbaugruben, etc.
Kolluvien (dt. Definition)	Lehm, sehr geringe Skelettanteile, etwas humos	Holozän	< 8 ka	wenige dm bis m an Unterhängen (i.d.R. nicht in GeoCover)
Alluvion	Sande bis Silte, teils Bodenmaterial	Holozän	< 12 ka	wenige dm bis m in Tiefenlinien mit (ehem.) Fliessgewässer
Hanglehm / Verwitterungslehm / "Deckschicht"	Lehm, geringe Skelettanteile, teils äolische Komponente	Jungpleistozän- Holozän	20-8 ka	wenige dm bis m im Bereich von Unterhängen / Verebnungen (selten in GeoCover)
Verlandungsbildungen	palustrisches Sediment, Torf	Jungpleistozän- Holozän	20-12 ka	wenige m in Depressionen
LGM-Rückzug ("Würm"-Schotter)	Schotter, glazifluviales Sediment	Jungpleistozän	14-22 ka	wenige m in Depressionen, mehrere zehner m im Bereich Wohlensee
Niederterrasse ("Würm"-Moräne)	Moräne (Till), undifferenziert	Jungpleistozän	22-30 ka	Nahezu flächendeckend wenige dm bis mehrere m
Plateauschotter ("Riss"-Schotter)	Schotter, glazifluviales Sediment	Mittelpleistozän	> 130 ka	Rinnenfüllung des vorletzten Glazials, bis wenige zehner m mächtig
Sense-Formation	Sandstein, Siltstein	Miozän (Burdigalium)	16-20 Ma	Festgestein oberhalb 680 m ü. M.
Gümmenen- Formation	Schlammstein, Sandstein, Mergelstein	Miozän (Aquitanium)	20-24 Ma	Festgestein unterhalb 680 m ü. M.

Geologische Ausgangsmaterialien Wohlen-Meikirch

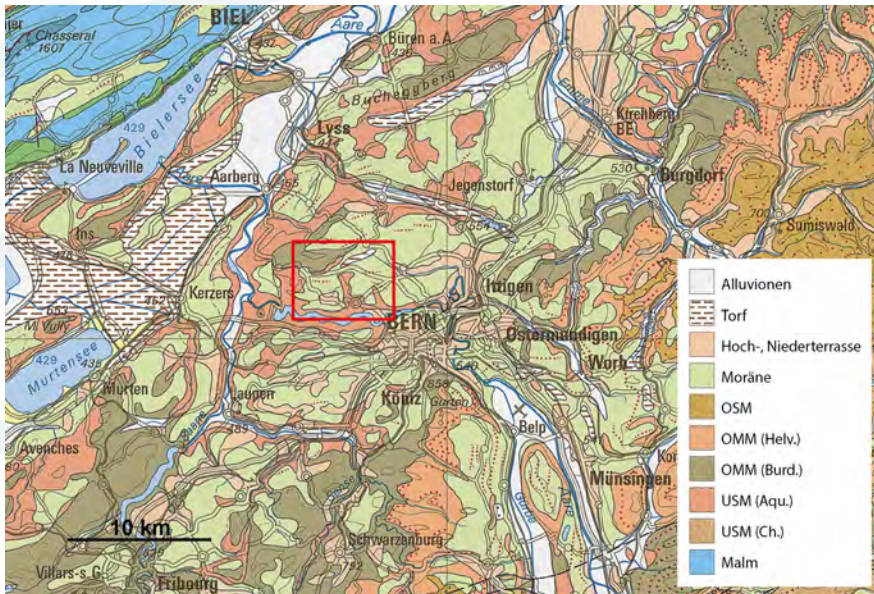


Abb. 1: Regionale Geologie im Bereich des Untersuchungsgebietes (rotes Rechteck, Abb. 2). Ausschnitt aus der Geologische Karte der Schweiz 1:500'000 (©swisstopo), vereinfachte Legende.

Tab. 1: Die Geologischen Einheiten des Untersuchungsgebietes (a = Jahre, k = 1000, M = 1000000). Nach geo.admin.ch, verändert

Einheit	Lithologie	Zeitalter	Alter	Mächtigkeit / Lage
Auffüllungen	sehr variabel	Holozän	< 100 a	Geländedepressionen, alte Abbaugruben, etc.
Kolluvien (dt. Definition)	Lehm, sehr geringe Skelettanteile, etwas humos	Holozän	< 8 ka	wenige dm bis m an Unterhängen (i.d.R. nicht in GeoCover)
Alluvion	Sande bis Silte, teils Bodenmaterial	Holozän	< 12 ka	wenige dm bis m in Tiefenlinien mit (ehem.) Fließgewässer
Hängelehm / Verwitterungslehm / "Deckschicht"	Lehm, geringe Skelettanteile, teils äolische Komponente	Jungpleistozän-Holozän	20-8 ka	wenige dm bis m im Bereich von Unterhängen / Verebnungen (selten in GeoCover)
Verlandungsbildungen	palustrisches Sediment, Torf	Jungpleistozän-Holozän	20-12 ka	wenige m in Depressionen
LGM-Rückzug ("Würm"-Schotter)	Schotter, glazifluviales Sediment	Jungpleistozän	14-22 ka	wenige m in Depressionen, mehrere zehner m im Bereich Wohlensee
Niederterrasse ("Würm"-Moräne)	Moräne (Till), undifferenziert	Jungpleistozän	22-30 ka	Nabezu flächendeckend wenige dm bis mehrere m
Plateauschotter ("Riss"-Schotter)	Schotter, glazifluviales Sediment	Mittelpleistozän	> 130 ka	Rinnenfüllung des vorletzten Glazials, bis wenige zehner m mächtig
Sense-Formation	Sandstein, Siltstein	Miozän (Burdigalium)	16-20 Ma	Festgestein oberhalb 680 m ü. M.
Gümmenen-Formation	Schlammstein, Sandstein, Mergelstein	Miozän (Aquitanium)	20-24 Ma	Festgestein unterhalb 680 m ü. M.

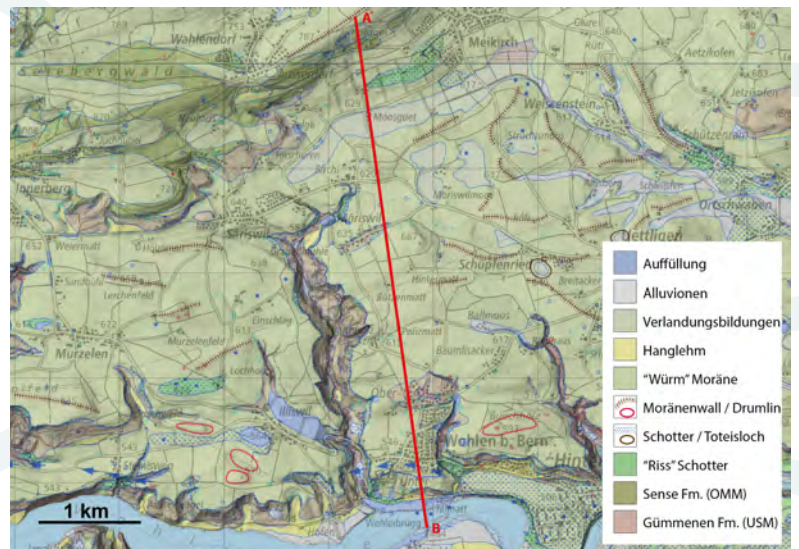


Abb. 2: Geologie und Relief im Untersuchungsgebiet mit Lage des Profilschnittes aus Abb. 3. Grundlage: GeoCover (Basierend auf Geologische Karte der Schweiz 1:25'000) und SwisSALTI3D (Schummerungskarte aus Höhenmodell) aus geo.admin.ch (©swisstopo), vereinfachte Legende.

Molasse

Molasse bezeichnet die kontinentalen Ablagerungen im Vorland eines sich hebenden und der Abtragung unterliegenden Gebirges. Im Bereich des UG ist der Wechsel aus Unterer Süsswassermolasse (USM) und Oberer Meeresmolasse (OMM) entscheidend (Abb. 1), die regional als Gümmenen- und Sense-Formation bezeichnet werden (Abb. 2). Die Gümmenen-Formation ist terrestrisch abgelagert und lithologisch sehr variabel; sie enthält fluviatile Sandsteine, palustrische / limnische Schlammsteine, dazwischen mergelige Schichten und tonige Paläoböden. Die darüber liegenden Sense-Schichten bestehen überwiegend aus grünen Sandsteinen („Berner Sandstein“); dieser wurde im Strandbereich eines Flachmeeres abgelagert. Die Molasseeinheiten sind weitgehend von quartären Ablagerungen bedeckt und treten nur an steilen Geländeabschnitten (z.B. Flusseinschnitte, Hänge) zu Tage bzw. Boden (Fig. 3). Mit der Hebung des Mittellandes und Faltung des Juras um 5-10 Ma vor heute wurden die im Bereich des UG weitgehend horizontal liegenden Molasseeinheiten zunehmend abgetragen und eingeschnitten. Während der letzten 3 Ma Jahre setzte eine zunehmende Abkühlung des Klimas ein.

Das Untersuchungsgebiet (UG) Wohlen liegt zwischen Jura und Alpen im Mittelland, geotektonisch als Molassebecken bezeichnet. Den Festgesteinsunterbau des UG bilden miozäne Sedimentgesteine, die in variabler Mächtigkeit von quartären Sedimenten überlagert sind. Als Ausgangsmaterial der Bodenbildung dominieren lithologisch variable Ablagerungen aus der letzten Eiszeit. Im Ackerland finden sich lokale Wechsel von erodierten und kolluvialen Standorten, resultierend aus Bodenerosion während Jahrhunderten der Landnutzung, darüber hinaus existieren Auffüllungen.

Geologische Ausgangsmaterialien Wohlen-Meikirch

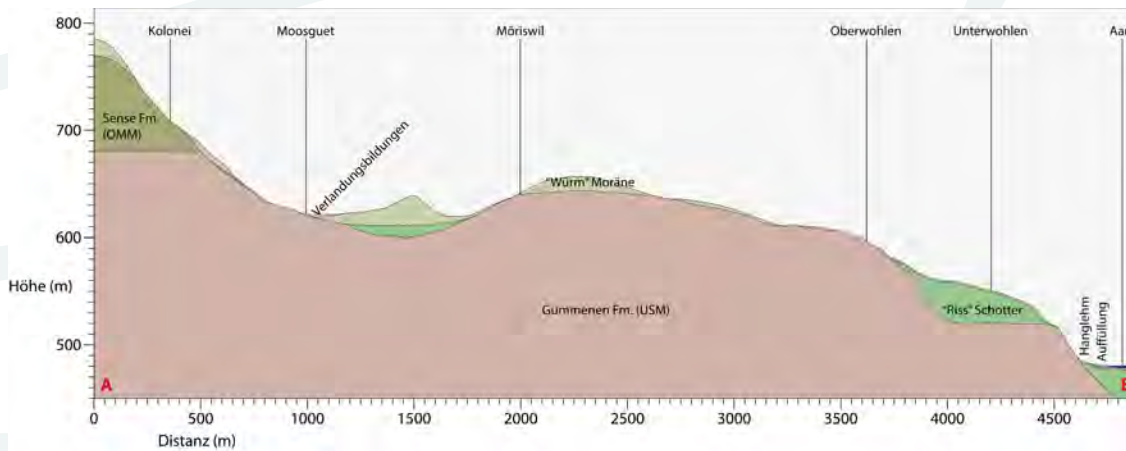


Abb. 3: Schematischer N-S Schnitt durch den Untergrund des Untersuchungsgebiets (Lage des Transekts in Abb. 2). Grenze Molasse-Quartär-auflage gemäss Mächtigkeitmodell Lockergestein (©swisstopo). Pedologisch relevante Deckschichten und Kolluvien von weniger als 2 m Mächtigkeit sind nicht darstellbar, aber ohnehin nicht im GeoCover Datensatz enthalten.

Eiszeitliche Sedimente und Formen

Während des Quartärs war das Gebiet der heutigen Schweiz mehrfach weitgehend eisbedeckt. Im UG sind vor allem letztglaziale Sedimente („Würm“ Eiszeit – seit 10 Jahren offiziell Birrfeld Eiszeit!) und der entsprechende glazialmorphologische Formenschatz verbreitet. Ältere Sedimente (z.B. der vorletzten Eiszeit [„Riss“ bzw. jetzt Behringen Eiszeit]) finden sich nur vereinzelt im Bereich angeschnittener Rinnenfüllungen. Während der letzten Eiszeit gab es mehrere Eisvorstösse; der Vorstoss um 24 ka bis Wangen an der Aare gilt als letztglazialer Maximalvorstoss (Fig. 4). Bemerkenswert ist, dass die Moränensedimente um Wohlen nicht aus dem Aaretal sondern dem Einzugsgebiet der Rhône und dem westlichen Mittelland stammen. Die eiszeitlichen Sedimente sind in Mächtigkeit und Lithologie variabel. Grundmoräne ist generell schlecht sortiert, sandig-lehmig mit moderaten Skelettanteilen, was aber lokal stark variieren kann, insbesondere wenn Material aus dem liegenden eingearbeitet wurde. Schotter sind überwiegend sandig bis steinig mit besserer Sortierung und höherem Rundungsgrad. Einige Hügel im Untersuchungsgebiet werden als Drumlins und Moränenwälle ausgewiesen. In den Senken liegen stellenweise subglaziale- und Rückzugsschotter. Aus dem geologisch betrachtet schnellen Eiszerfall resultiert die lokale Bildung von Toteislöchern, in denen sich über mehrere 1000 Jahre (ausserhalb des UG bis heute) Seen erhalten konnten.



Abb. 4: Das letztglaziale Maximum (c. 24 ka vor heute). (©swisstopo, geo.admin.ch; bearbeitet)

Nacheiszeitliche natürliche Sedimente und Formen

Mit dem Gletscherrückgang bzw. -zerfall setzten para- bzw. periglaziale Formungsprozesse ein, die bereichsweise eine Reorganisation der Sedimente induzierten. Verhandlungssedimente und Hanglehme, stellenweise mit äolischen Komponenten wurden erst durch die dauerhafte Besiedelung durch Pflanzen stabilisiert, was insbesondere auf das Eintreten des Bölling/Alleröd Interstadials um 14 ka zurückzuführen ist. Über die Morphodynamik während dem Kälterückschlag der Jüngerer Dryas (ca. 12 ka) und des Frühholozäns (bis 8 ka) gehen die Meinungen auseinander. Natürliche morphodynamische Aktivität während des Holozäns ist weitgehend auf steile Hänge (Rutschmassen im Müllital) und Flusstäler (Alluvionen) begrenzt.

Menschlich beeinflusste Bildungen

Das Neolithikum, die Bronzezeit, die Römerzeit, das Mittelalter und die heutige Zeit gelten in Mitteleuropa als Phasen intensiver Landnutzungsänderungen. Mit Rodung der Wälder sind die Böden jährlich über Wochen der Erosion ausgesetzt. Während der Erkundungsbohrungen zeigte sich, dass auch im UG erodierte sowie kolluviale Böden and Hangschultern bzw. -füssen auftreten. Natürliche Bachläufe sind teils sukzessive (alluvial) zusedimentiert. Ehemals grundnasse Standorte, alte Abbaugruben etc. sind dagegen bewusst verfüllt.

D. Posten Bohrtechnik

Referenten: Stefan Oechslin und Hanspeter Lauper

Bohrfahrzeug zur pedologischen und teilautomatisierten Ansprache von Bodensondierungen bis zwei Meter Tiefe

Hintergrund

In Bodenkartierungen werden eine grosse Anzahl von Bohrungen im Feld angesprochen. Werden grössere Gebiete kartiert, ist der Einsatz einer mechanischen Bohrhilfe sinnvoll. Weiter ist für die pedologische Ansprache viel Expertenwissen notwendig. Dieses kann durch automatisierte Auswertungsverfahren ergänzt werden. Auf dieser Basis haben die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) das Amt für Landwirtschaft und Natur (LANAT) und Bodenproben.ch AG gemeinsam ein Bohrfahrzeug entwickelt, welches einen hohen Output an Bodeninformation in Form von Punktdaten ermöglichen soll.

Das Bohrfahrzeug

Die Komponenten des Bohrfahrzeuges sind in einem Stahlrahmen auf einem herkömmlichen zweiachsigen Starrdeichselanhänger aufgebaut. Der Stahlrahmen ist massiv gebaut, um die Vibrationen des Bohrgerätes zu absorbieren. Dadurch beträgt das Gesamtgewicht des Anhängers gegen zwei Tonnen, um bodenschonend zu arbeiten, können Doppelräder montiert werden. Auf dem Anhänger sind eine Druckluftpumpe sowie ein Wassertank mit Pistole vorhanden, um den Arbeitsbereich und die Komponenten sauber zu halten. Über zwei Motoren wird der Anhänger mit Energie versorgt. Als Bohrgerät wird eine Wintex MCL3 verwendet. Über die verbaute Hydraulik kann der Bohrkopf das zwei Meter lange Bohrgestänge in den Boden schlagen, anschliessend wird das Bohrgestänge gedreht, um die Bodenprobe aus dem Boden herauszulösen. Das Bohrgestänge wird am Ende aus dem Boden gezogen und das gesamte Bohrgerät horizontal auf das Bohrfahrzeug abgelegt.

Teil automatisierte Ansprache

Neben dem horizontal Abgelegten Bohrgerät ist eine Schiene angebracht, auf der sich die dort befindliche Metallbox bewegen kann. In dieser können Sensoren angebracht werden, um den Bohrstock zu analysieren. Momentan befindet sich darin eine Kamera, die über ein Prisma RGB-Bilder sowie im Nahinfrarot-Bilder (700 bis 1050 nm) aufnimmt. Die Kamerabox wird mithilfe eines Schrittmotors über den Bohrstock gefahren und dabei zwanzigmal angehalten, um Bilder des jeweiligen Abschnittes aufzunehmen. Die Auslösung der Kamera sowie die Datenspeicherung erfolgt über einen handelsüblichen Laptop, der über WLAN oder Ethernet mit dem Bohrfahrzeug verbunden werden kann.

Die so generierten Bilder werden anschliessend, automatisiert zusammengefügt und zugeschnitten. Mithilfe von einigen pedologisch angesprochenen Bohrungen können nun anhand der Farben über maschinelles Lernen Eigenschaften für viele Bohrungen zugewiesen werden. Bisher wird das Verfahren genutzt, um Horizonte in stark geschichteten organischen Böden zu unterscheiden.

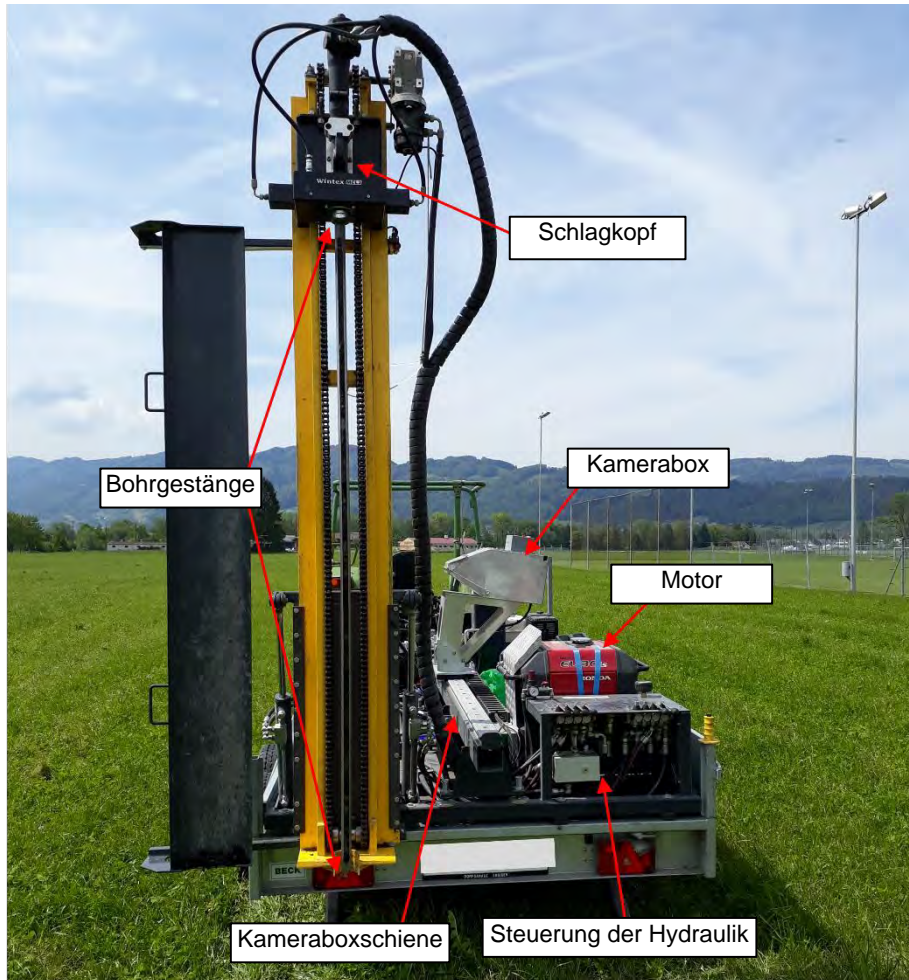


Bild 1: Caption: Bohrfahrzeug von hinten mit aufgerichtetem Bohrgerät

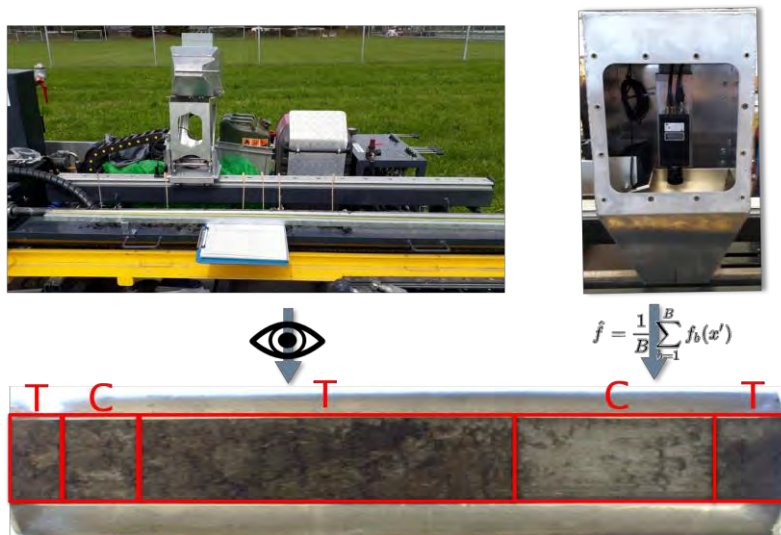
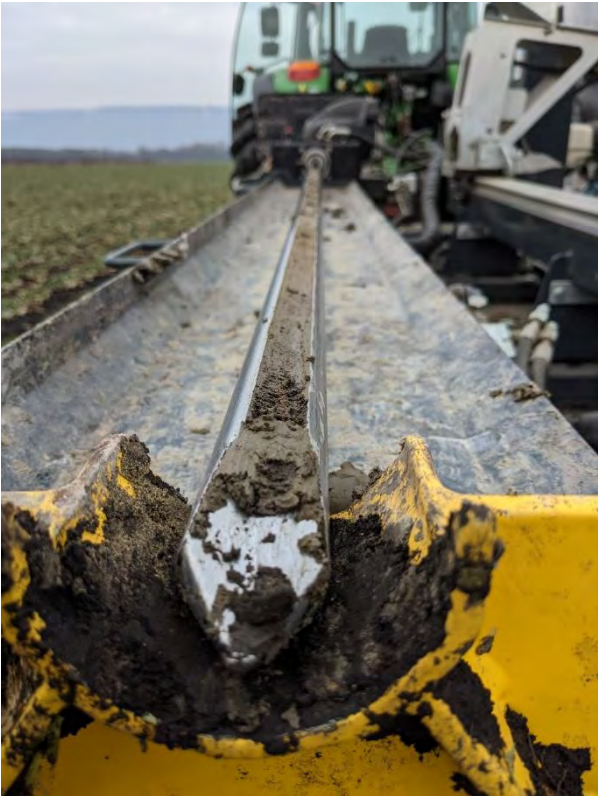


Bild 2: Caption: Prinzip der automatisierten Zuweisung von Eigenschaften. Oben links: Bohrstock wird pedologisch beschrieben, oben rechts Kamera nimmt Bohrstock auf. Über einen Vergleich mit pedologisch angesprochenen Bildern kann ein Algorithmus anschließend Bereichen von Bohrungen Eigenschaften zuweisen. Unten: Im Idealfall deckt sich die automatisierte mit der pedologischen Ansprache. Hier als Beispiel ein 20 cm Ausschnitt eines Bodens mit feiner Schichtung von organischem und alluvialem Material

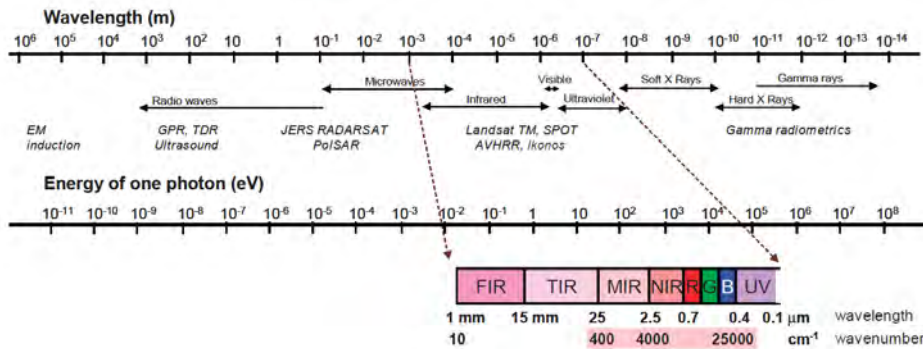
Zusätzliche Bilder



Spektroskopische Messmethoden für Feld und Labor

Zielgrößen Bodeneigenschaften: pH, Textur, Humus, KAK

Interaktion von elektromagnetischer Strahlung und Licht



NIR-Feldsensorik

- _ misst das von der Bodenprobe reflektierte Licht im Infrarotbereich
- _ Messung unmittelbar an Oberfläche | Aufbereitung der Bodenproben erforderlich
- _ Parallelmessung Bodenfeuchte zur Korrektur des Messsignals

Beispiel Neospectra

Abgedeckter Wellenlängenbereich: 1350-2500 nm
 | Auflösung: 16 nm | unabhängiges Format (Textfiles), Bluetooth-Verbindungsfähigkeit, Akku reicht für 1000 Scans



Gamma-Feldsensorik

- _ misst die natürliche Gamma-Strahlung: K-, U-, Th-Konzentrationen sowie natürliche Dosisrate der Gammastrahlung | Detektor (Szintillationskristall)
- _ integriert Messung der Strahlung in den obersten rund 30 cm
- _ Parallel Messung Bodenfeuchte zur Korrektur des Messsignals



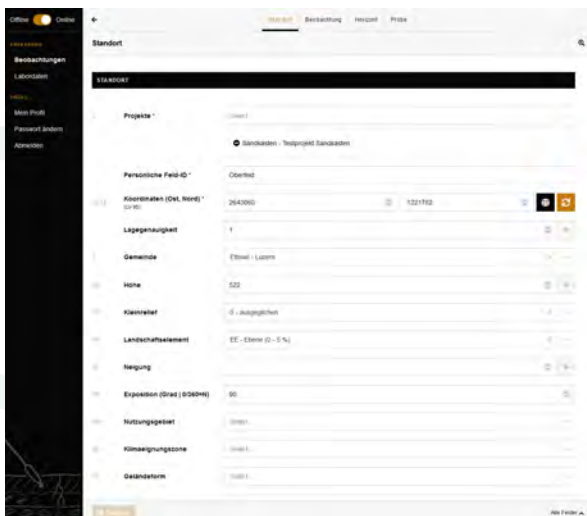
Mögliche Integration in die Bodenkartierung



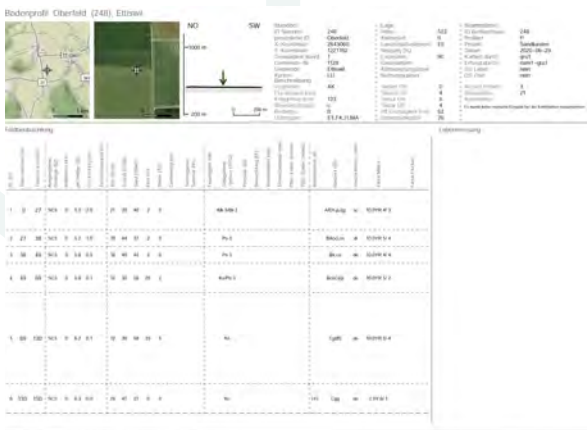
Literatur
 Baumann P. et al. 2021. Developing the Swiss mid-infrared soil spectral library for local estimation and monitoring. SOIL, 7, 525–546. <https://doi.org/10.5194/soil-7-525-2021>
 Heggemann T. et al. 2017. Proximal gamma-ray spectrometry for site-independent in situ prediction of soil texture on ten heterogeneous fields in Germany using support vector machines. Soil & Tillage Research 168:99–109
 Viscarra Rossel, R. A. et al. 2006. Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. Geoderma 131:59–75
 Viscarra Rossel, R. A., Behrens, T. et al. (2016). A global spectral library to characterize the world's soil. Earth-Science Reviews, 155, 198–230. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2016.01.012>
 Viscarra Rossel, R.A. & Bouma, J. 2016. Soil sensing: A new paradigm for agriculture. Agricultural Systems, 148, 71–74. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.07.001>

Digitale Datenerfassung mit Soildat und QField

Für den Schutz und eine nachhaltige Nutzung der Böden werden im Vollzug Bodenschutz, bei Bodendauerbeobachtungen und bei Bodenkartierungen Bodeninformationen erhoben. Möglichst effiziente und kostengünstige digitale Erhebung von Bodendaten im Feld stellt in diesem Zusammenhang einen zentralen Aspekt dar. In der Schweiz war aufgrund fehlender Angebote eine direkte digitale Datenerfassung im Feld bisher nicht oder kaum möglich. Dank der Web-Applikation Soildat wird die Erfassung von Bodeninformationen kurz- und mittelfristig wesentlich vereinfacht.



Soildat Erfassungsmaske



Soildat PDF Export

Mit **QField** wird ein weiteres digitales Tool für die Erhebung von Flächendaten im Feld getestet. In der laufenden Kartierung des Kantons Luzern wird dieses gegenwärtig angewendet. Die Open Source Software wurde an die Anforderungen an eine Feldkartierung für die digitale Erfassung von Polygondaten mit der Funktion Freihandzeichnen angepasst. Nach der laufenden Kartierphase im Kanton Luzern ist ein Erfahrungsaustausch zur weiteren Optimierung geplant. Die Daten von Soildat werden auf einer Datenbank auf einem Server in der Schweiz gespeichert. Die Flächendaten müssen von der lokalen Speicherung auf dem Tablet mit dem Zielserver synchronisiert werden (QField-Cloud Beta).

Was ist Soildat?

Soildat erlaubt eine sichere Eingabe von Daten (Bodenprofil oder Kurzansprache) auf einem beliebigen Smartphone oder Tablet auch ohne Serververbindung (offline*). Dabei wurden der speziellen Struktur von Bodendaten angepasste Eingabemasken erstellt, welche eine effiziente Bearbeitung ermöglichen.

Was zeichnet Soildat aus?

- Die Web-Applikation kann ohne Installation direkt und unabhängig vom Betriebssystem genutzt werden, Aktualisierungen erfolgen selbständig.
- Barcode- und QR-Code-System für die Proben-Logistik
- Einmessung im Submeterbereich mit der Koppelung eines GNSS-Gerätes (engl.: global navigation satellite system) erlaubt automatisches Ableiten von Attributen wie Höhenangaben usw.
- Standardisierter Export der Bodendaten (xlsx, csv und pdf)
- Übertragungsfehler bei der späteren Digitalisierung im Büro kann vermieden und der Nachbearbeitungsaufwand massiv gesenkt werden.
- Backend/Datenbank im Hintergrund erlaubt Schnittstellen zu anderen Softwarepaketen/Applikationen.
- Agile Weiterentwicklung aufgrund der Rückmeldungen

Testen Sie die digitale Erfassung noch heute bei uns!

* für die Authentifizierung braucht es bei der Anmeldung eine Verbindung zum Server (online)



QField Erfassungsmaske

Samstag 18.09.2021

Bodenaufwertung Gwann Fürsoun, Kallnach

Referenten: Fritz Hurni, Hanspeter Kocher, Matthias Stettler, Markus Steger



Abbildung 1: Übersicht über den Treffpunkt und die zwei Posten im Challnechwald am Samstag 18.09.2021.



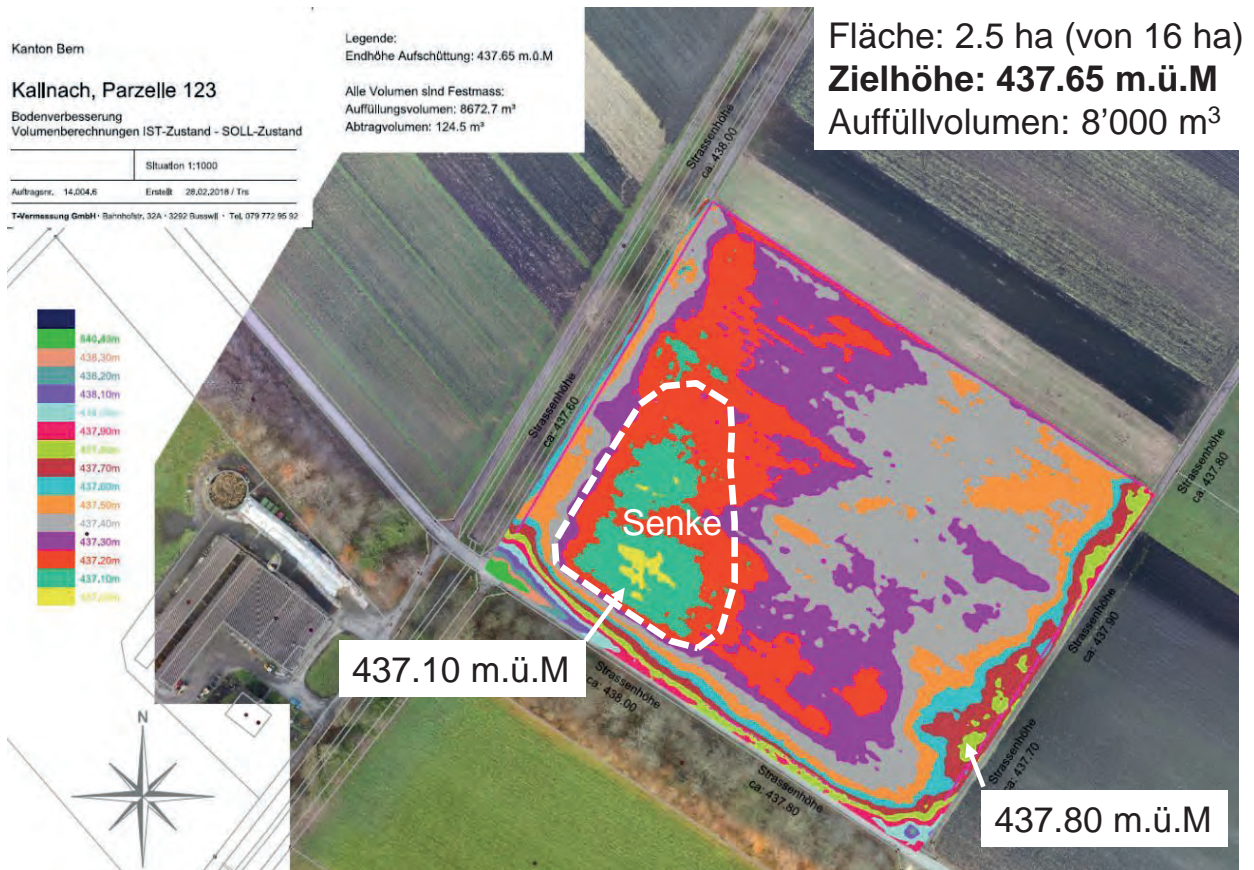
Bodenaufwertung Gewann Fürsoun, Kallnach

Beratungsbüro Matthias Stettler und Hans Peter Kocher, Hurni Kies- & Betonwerk AG

Gewähltes Verfahren: Überschüttung

- 1. Geländemodell erstellen**
- 2. Geländeunebenheiten ausgleichen**
- 3. Bodenmaterial zuführen (lehmreicher Sand)**
- 4. Gewachsenen Boden überschütten (25 cm)**
- 5. Gewachsenen und zugeführten Boden mischen**
- 6. Folgebewirtschaftung mit Tiefwurzlern**

Terrainmodell mit Volumenberechnung (Etappe 1)



Vorplanie der gesamten Fläche, Zielhöhe: 437.40 m.ü.M.



Anlieferung Bodenmaterial und Überschüttung der planierten Fläche



**Verteilen Bodenmaterial, Auftrag +25.00 cm,
Zielhöhe: 437.65 m.ü.M.**



Einmischen der Bodenschichten mit Rotationsspaten, mind. 50 cm Arbeitstiefe



Erste Unkrautkur drei Wochen nach Rotationsspaten





Bodenaufwertung Gewann Niederriedmoos, Kallnach

Beratungsbüro Matthias Stettler und Hans Peter Kocher, Hurni Kies- & Betonwerk AG

Analyseergebnisse Bodenproben (Labor Ibu, Thun)

Oberboden

Bodenkenngrößen

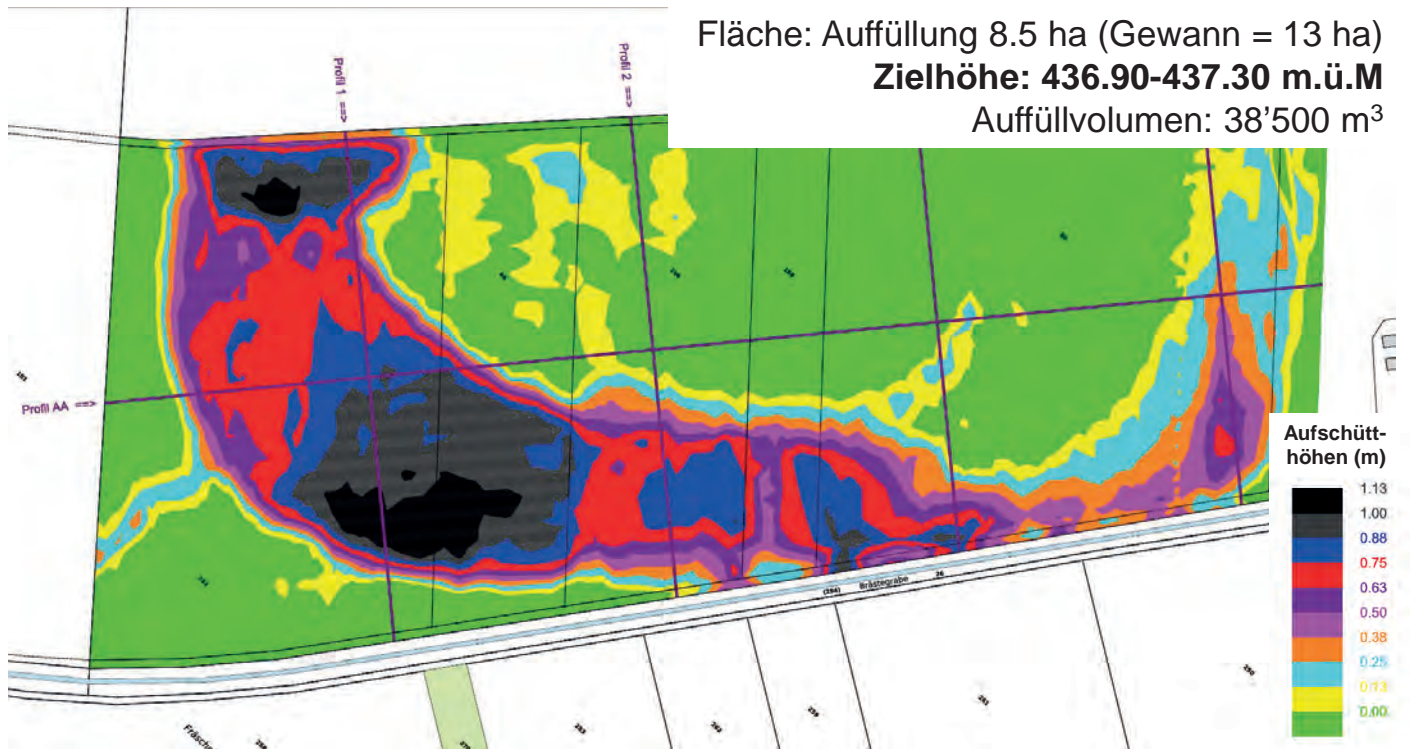
Parameter	Dimension	Resultat	Methode	Interpretation/Versorgungsstufen				
pH-Wert		7.4	pH (1:2.5 H ₂ O)	schwach alkalisch				
Humus	% G/G	20.6	KOF-Ibu & Corg-Ibu					
Ton	% G/G	49.3	KOF-Ibu & Corg-Ibu	lehmiger Ton				
Schluff	% G/G	40.0	KOF-Ibu & Corg-Ibu					
CO₂-Ex (P und K); CCMg-Ex (Mg)			Korr.-faktor	arm A	mässig B	genügend C	Vorrat D	angereichert E
Phosphor	Testzahl	6.5	0.8					
Kalium	Testzahl	2.2	0.8					
Magnesium	Testzahl	9.9	1.0					

Unterboden

Bodenkenngrößen

Parameter	Dimension	Resultat	Methode	Interpretation/Versorgungsstufen
pH-Wert		8.2	pH (1:2.5 H ₂ O)	alkalisch
Humus	% G/G	1.7	KOF-Ibu & Corg-Ibu	
Ton	% G/G	56.2	KOF-Ibu & Corg-Ibu	Ton
Schluff	% G/G	40.2	KOF-Ibu & Corg-Ibu	

Terrainmodell mit Volumenberechnung



Gewähltes Verfahren: streifenweiser Boden-aufbau, inkl. Ergänzung Drainagesystem



Parameter der Defizitanalyse und Risikobewertung für die Ausarbeitung von Aufwertungsszenarien, sowie deren Beurteilung

Projekt BOVE

Stéphane Burgos, Andreas Keiser, Sophie van Geijtenbeek
23. November 2020

1. Vorgang Defizitanalyse und Risikobeurteilung

In der Defizitanalyse wird der Ist-Zustand der Pflanzenbaulichen Einschränkungen und Probleme durch Vernässungen in den ausgewählten Gewannen aufgezeigt. Eine tiefe Note für die Parameter Staunässemerkmale und pflanzenbauliche Einschränkungen bedeutet, dass die auftretenden Probleme relativ gering sind und nicht dringend Massnahmen erfordern. Eine hohe Note dieser beiden Parameter bedeutet eine gewisse Dringlichkeit und zeigt einen Handlungsbedarf für eine Aufwertung. Dies dient einer ersten Priorisierung von Parzellen für Aufwertungsmassnahmen. Je höher die erzielte Summe einer Zone aus der Defizitanalyse, desto dringender ist der Handlungsbedarf.

In einem zweiten Schritt werden die Risiken gebunden an die Bodeneigenschaften untersucht. Eine tiefe Benotung beim Sackungs- und Körnungsrisiko bedeutet, dass Aufwertungen schwierig durchzuführen und möglicherweise auf Grund der zukünftigen Torfsackung nicht stabil sein werden. Eine hohe Summe einer Zone in der Risikobeurteilung, desto risikoärmer sind Aufwertungen zu beurteilen. Parzellen mit einer hohen Summe aus Defizitanalyse und Risikobeurteilung sind zu priorisieren, dass der Handlungsbedarf gross und das Risiko für Aufwertungen gering ist.

Aus der Defizit- und Risikoanalyse können anschliessend Szenarien für Aufwertungsmassnahmen erarbeitet werden. Für eine Bewertung der konkreten Aufwertungsmassnahmen müssen die einzelnen Kriterien jedoch separat betrachtet werden. Eine gleiche Punktezahl in der Defizitanalyse und Risikobeurteilung kann durch eine unterschiedliche Benotung der einzelnen Parameter resultieren und führt zu anderen Aufwertungsszenarien.

2. Defizitanalyse Benotung der Parameter

Parameter für die Bewertung der pflanzenbaulichen Einschränkungen

Die Bewirtschafter haben in einem ersten Arbeitsschritt die Fruchtfolge sowie die Erträge ihrer Parzellen im Gewinn mittels Fragebogen angegeben. Die Quantifizierung der Ertragseinbussen auf den Parzellen ist schwierig. Ein Grund dafür ist, dass die Böden sehr inhomogen sind und oftmals nur kleine Teilbereiche einer Parzelle überhaupt einen Ertragsverlust zu verzeichnen haben. Es konnten auf Grund der angegebenen Ertragsdaten der Bewirtschafter somit keine exakten Ertragseinbussen berechnet werden. Zusätzlich liegen die angegebenen Erträge im Rahmen der zu erwartenden Erträge des Schweizer Durchschnitts. Welches Ertragspotential Torfböden effektiv haben, ist jedoch unbekannt. Eine exakte Berechnung der Ertragseinbussen ist somit nicht möglich und Totalverluste mussten von den Bewirtschaftern nur sehr selten in Kauf genommen werden. Zusätzlich variieren die Ertragsverluste stark mit dem Verlauf der klimatischen Bedingungen, es wäre die Erfassung vieler Jahre mit schwierigen Anbaubedingungen und verschiedenen Kulturen nötig, um überhaupt eine repräsentative Aussage machen zu können. Deshalb wurde für die Abschätzung der ökonomischen Verluste ein neuer Parameter erarbeitet (Zwischenbericht, Januar 2020).

Die Benotung mit dem neuen Parameter für die Defizitanalyse, wurde zusammen mit den Bewirtschaftern über das ganze Gewinn erarbeitet. Die Benotung besteht aus einer qualitativen Bewertung aus der Art und Häufigkeit der Einschränkungen.

Parameter für das Auftreten von Vernässungsmerkmalen (gg)

In Bezug auf das überschüssige Wasser auf den Parzellen (Grund- oder Stauwasser), ist es umso notwendiger Lösungen zu finden, je weniger tief die Staunässemerkmale (gg) in einem Profil auftreten. Dies widerspiegelt sich in einer höheren Punktzahl dieses Parameters.

3. Risikobewertung Benotung der Parameter

Parameter für das Risiko der Torfsackung und Körnung

Ein Profil wird als Torfboden klassifiziert, wenn die organische Substanz mehr als 30% beträgt und diese Torfschichten zusammen mehr als 40 cm in den obersten 80 cm eines Bodenprofils ausmachen. Je mächtiger die noch vorhandene Torfschicht in einer Zone ist, desto höher ist das Risiko für eine Sackung in der Zukunft wobei sich wieder eine Senke mit Potential zur Wasser Akkumulation bilden wird. Da sich eine Zone mit einem hohen Sackungspotenzial für eine Bodenaufwertung nicht stabil verhält, wurden tiefgründige Torfzonen als risikoreicher eingestuft (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das Sackungspotential von Torf ist umso grösser, je mächtiger die Torfschicht ist und je weniger abgebaut die Torfschicht ist.

Um die Möglichkeiten einer Bodenaufwertung zu diskutieren, spielt das Verhältnis von mineralischer Substanz und Torfmächtigkeit eine grosse Rolle. Je grösser dieses Verhältnis ist, desto höher ist die Gefahr, dass der Boden im obersten Meter nach kurzer Zeit wieder instabil wird. Das Risiko der Instabilität besteht aber auch bei mineralischen Böden mit einer ungünstigen Schichtung. Ein zu hohes Feinteilchen/ Sand Verhältnis wird die Verschlammungsgefahr erhöhen (Detailbeschrieb wiss. Begleitung, 2019). Zusätzlich ist die Bodentextur ein wichtiger Faktor für die Eignung eines Bodens für die pflanzenbauliche Nutzung.

Je höher der Anteil des Torfes in einem Boden, desto geringer ist der Anteil der mineralischen Substanz, welche zur Vermischung und Verdünnung des Torfes dienen könnte. Daher werden Böden mit einem grossen Verhältnis weniger stark priorisiert. Nimmt das Verhältnis von Torf zu Mineralischer Substanz ab, wirkt sich eine Vermischung günstiger auf die Stabilität der Massnahme aus. Besteht der Anteil der mineralischen Substanz mehrheitlich aus Sand ist dies günstiger zu bewerten als eine feine Körnung. Ist der Anteil der feinkörnigen Substanz gross, könnte dies bei einer Vermischung des Bodens ungünstige Schichten an die Oberfläche bringen. Das sandige Material muss für eine Tiefspatung zwischen 60 und 80 cm Tiefe liegen, damit es nach oben befördert werden kann. Liegen die günstigen Schichten tiefer, wird es schwierig diese mittels Tiefspatung zu bearbeiten.

Böden mit geringer Torfmächtigkeit oder sandigem Untergrund sind aus diesem Gesichtspunkt als vorteilhafter und mit einer höheren Note zu bewerten (Detailbeschrieb wiss. Begleitung, 2019).

Die Bewertung des Körnungsrisikos der Böden basiert auf der Abstufung in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Das Verhältnis von Torf zu Mineralischer Substanz bezieht sich auf den obersten Meter im Bodenprofil.

4. Ausarbeitung von Aufwertungsszenarien

Für die Erarbeitung von Aufwertungsmassnahmen wurde für jede Zone nach dem folgenden Schema vorgegangen (Abbildung 1).

Zonen, die wenig Einschränkungen in der Bewirtschaftung haben und ein geringes Risiko aufweisen, werden weniger stark priorisiert, da dort Massnahmen im Vergleich zu Zonen mit grösseren Problemen weniger dringend sind (Fall 1). Bestehen auf einer Parzelle kleine, wenig einschränkende Probleme, welche aber an ein grosses Risiko gebunden sind, ist eine Aufwertung nicht zu empfehlen. Eine Aufwertung würde mehr Risiko als Nutzen bringen (Fall 2). Zonen mit grossen Problemen, in risikoarmen Zonen können im Allgemeinen gut durchgeführt werden. Diese werden sich auf Grund geringer Torfsackung und günstiger Körnung in Zukunft stabil verhalten (Fall 3). In Zonen mit grossen Problemen und einem hohen Risiko auf Grund von Torfsackung oder ungünstiger Körnung, müssen Massnahmen ausgearbeitet werden, die das bestehende Risiko unbedingt minimieren (Fall 4). Für die Ausarbeitung von Szenarien ist es also wichtig, die verschiedenen Fälle für eine Priorisierung zu unterscheiden und Lösungsansätze zu finden, die auch risikoreiche Aufwertungen möglich machen könnten.

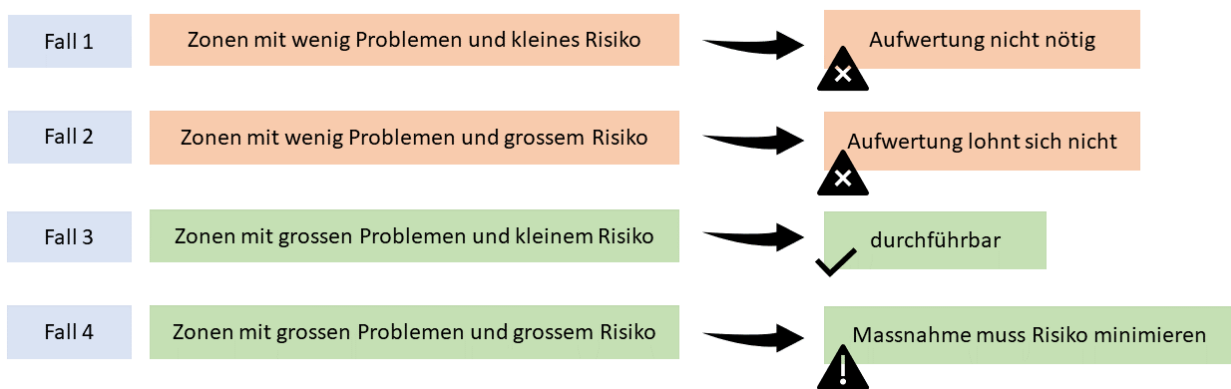


Abbildung 1 Schema zum Vorgehen der Ausarbeitung von möglichen Aufwertungsmassnahmen. Grün eingefärbte Zonen werden für eine Aufwertung eher priorisiert als Rot eingefärbte Zonen.

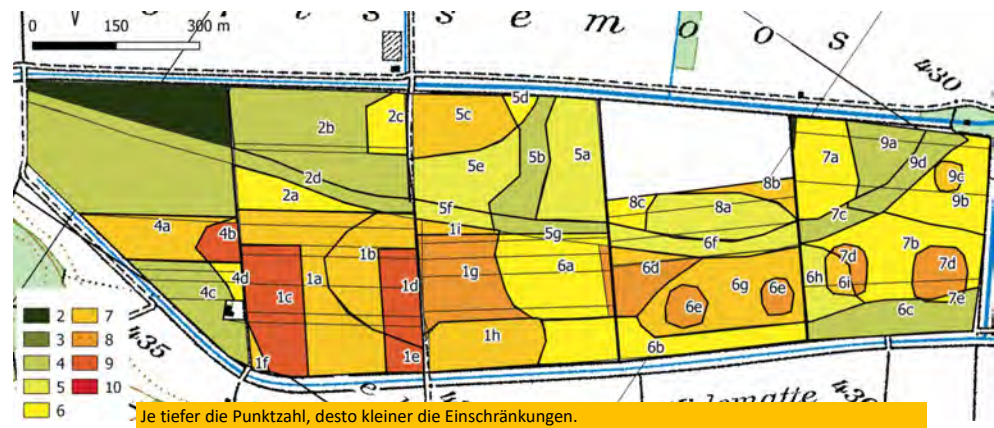
Defizit- und Risikoanalyse im Gewinn Gals



Abb.: Holländerbohrungen in den Zonen 1c, 1b und 1d (links nach rechts)

Defizitanalyse

Beschreibung des Ist-Zustandes der Parzellen, Einschränkungen von «keine» bis «sehr gross» über das gesamte Gewinn, Auftreten von Staunässemerkmalen in Bodenprofilen



Je tiefer die Punktzahl, desto kleiner die Einschränkungen.
Je höher die Punktzahl, desto stärker die Einschränkungen und umso dringender der Handlungsbedarf

Tab.: Benotung der Parameter für die Defizitanalyse

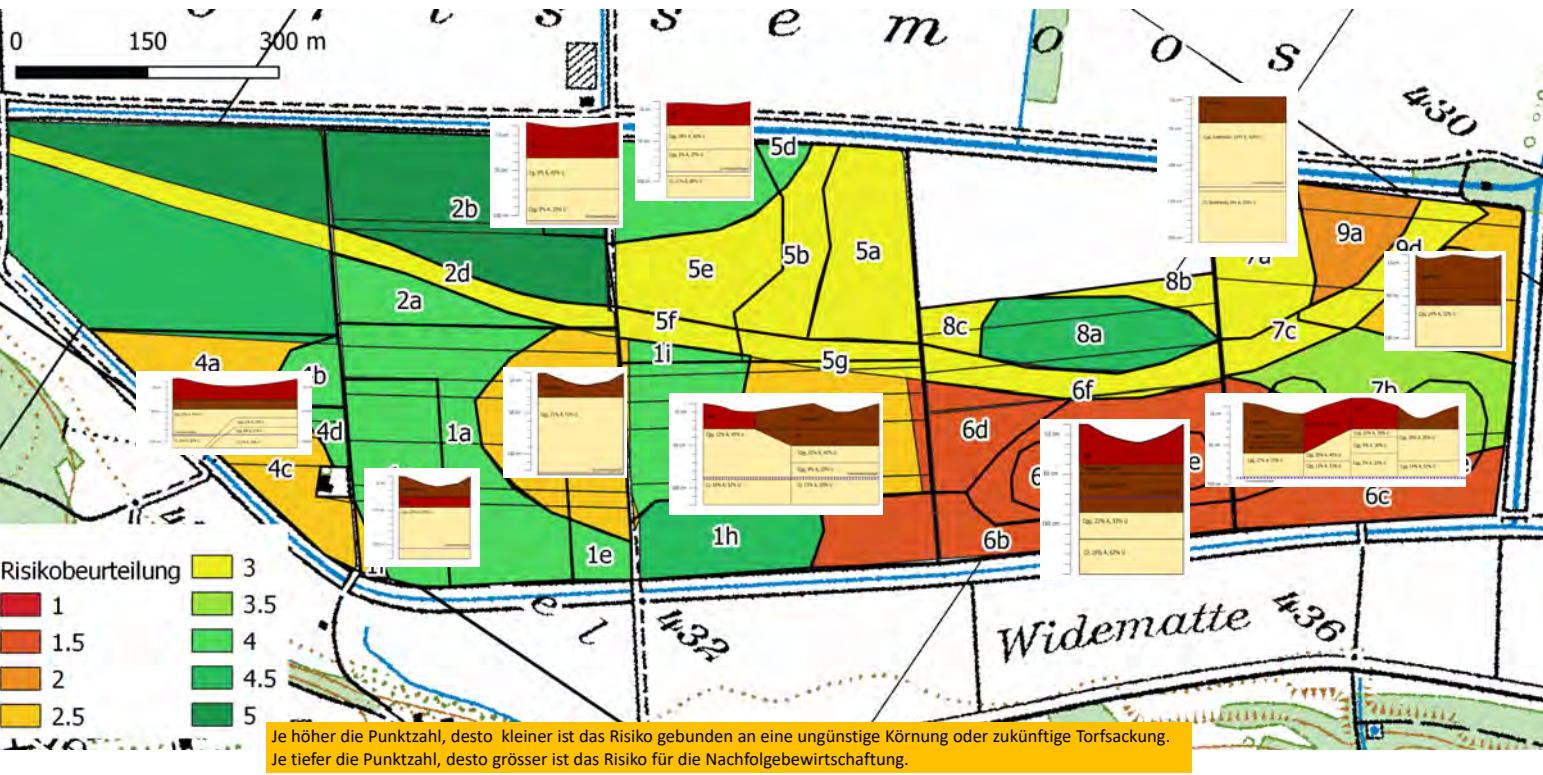
Pflanzenbauliche Einschränkung	Benotung	Auftreten von Staunässemerkmalen	Benotung
keine Einschränkungen	1	gg > 120 cm	1
geringe Einschränkungen	2	90 cm < gg < 120 cm	2
mittlere Einschränkungen	3	60 cm < gg < 90 cm	3
mittlere bis starke Einschränkungen	4	30 cm < gg < 60 cm	4
sehr starke Einschränkungen	5	gg < 30 cm	5

Risikoanalyse

Risiken gebunden an eine ungünstige Körnung oder zukünftige Torfsackung, welche Aufwertungen risikoreich oder instabil machen

Tab.: Benotung der Parameter für die Risikoanalyse

Körnungsklasse	Benotung	Sackungsgefahr	Benotung
Ratio (Ton/Minerale Substanz) > 1:2	1	kein hohes Sackungsrisiko > 60 cm Torf vorhanden	1
Ratio (Ton/Minerale Substanz) < 1:2, 50 % Sand, restliche Minerale Substanz feiner	2	hohes Sackungsrisiko: 40-60 cm Torf vorhanden	2
Ratio (Ton/Minerale Substanz) < 1:2, nur Sand	3	mittleres Sackungsrisiko: 20-30 cm Torf vorhanden	3
Ratio (Ton/Minerale Substanz) < 1:3, 50 % Sand, restliche Minerale Substanz feiner	4	geringes Sackungsrisiko: 10-20 cm Torf vorhanden	4
Ratio (Ton/Minerale Substanz) < 1:3, nur Sand	5	kein Sackungsrisiko: 0 cm, kein Torf mehr vorhanden	5



Je höher die Punktzahl, desto kleiner ist das Risiko gebunden an eine ungünstige Körnung oder zukünftige Torfsackung.
Je tiefer die Punktzahl, desto grösser ist das Risiko für die Nachfolgebewirtschaftung.

Priorisierung von Zonen

Je höher der Summe aus allen Parametern in der Defizit- und Risikoanalyse, desto grösser ist die Problematik und desto risikoärmer könnte eine Aufwertung durchgeführt werden, welche in Zukunft stabil ist.

- Fall 1: Zonen mit wenig Problemen und kleinem Risiko → Aufwertung nicht nötig
- Fall 2: Zonen mit wenig Problemen und grossem Risiko → Aufwertung lohnt sich nicht
- Fall 3: Zonen mit grossen Problemen und kleinem Risiko → Durchführbar
- Fall 4: Zonen mit grossen Problemen und grossem Risiko → **Massnahme muss Risiko minimieren!**

Tab.: Resultat der Defizit- und Risikoanalyse am Beispiel der Zone 4

Gewinn	Zone	Defizitanalyse			Risikoerfassung Boden			Aufwertung
		Auftreten der Bodenversauerung	Pflanzenbauliche Einschränkungen	Summe Defizit	Körnungsverteilung	Sackungspotenzial	Summe Defizit und Risiko	
Gals	4a	3	4	7	2	3	9.5	Fall 4
Gals	4b	3	4	7	4	4	13	Fall 3
Gals	4c	3	1	4	2	3	6.5	Fall 2
Gals	4d	5	1	6	4	4	10	Fall 1

Aufwertungsszenarien BOVE-Projekt

Beurteilung der möglichen Szenarien:

Szenario für Aufwertung

- **Kosten der Aufwertung**
Welches Material ist vorhanden, wo kann es am effizientesten eingesetzt werden?
- **Anforderungen an die Nachfolgebewirtschaftung**
Wie lange dauert die Bildung einer stabilen Bodenstruktur?
- **Risiken gebunden an eine ungünstige Körnung oder hohes Sackungsrisiko**
Wird die Massnahme auf Grund von Torfsackung instabil?
Verfügen die neuen Bodenschichten über eine durchlässige nicht verdichtungsanfällige Körnung?
- **Nachhaltigkeit der Aufwertung**
Für wie lange wird die Gründigkeit im Vergleich zur Amortisationsdauer der Aufwertung erhöht?

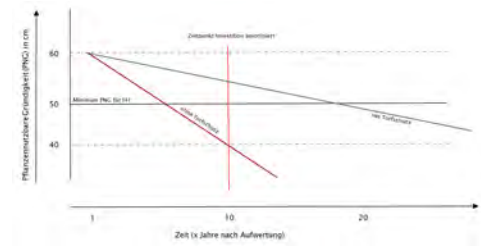
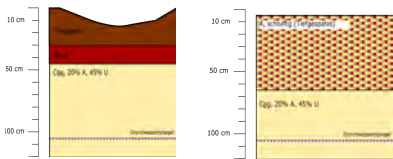


Abb.: Abnahme der pflanzennutzbaren Gründigkeit über die Zeit in der eine Aufwertung kostenneutral wird in Abhängigkeit vom erstellten Torfschutz

Ausgangslage: Torf über sandigem Untergrund

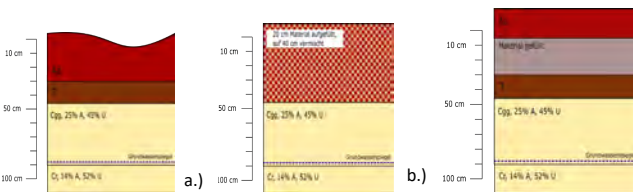
Tiefspaten auf 60 cm



- Kosten: ca. 16'000.-/ha
- Verbesserung Gründigkeit: ja, aber nur wenn Mischung optimal
- Torfschutz: keine bis wenig

→ Es muss vermieden werden, dass zu schluffige Schichten hochtransportiert werden.

Ausgangslage: Torf über schluffigem Untergrund

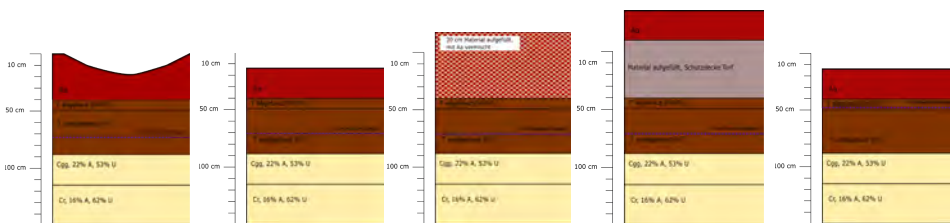


Wenn zugeführtes Material gut: 30 cm Überschütten auf A und mischen (a)
Wenn zugeführtes Material weniger gut: Abhumusieren, Überschütten, A rückführen (b)

- Kosten: a.) 13'000.-/ha b.) 32'000.-/ha
- Verbesserung Gründigkeit: ja
- Torfschutz: etwas, wenn Mischung zu einem Verhältnis OS:Mineralisch von 1:2 führt

→ Nur geeignetes Material verwenden!

Ausgangslage: Unabgebauter Torf im Untergrund

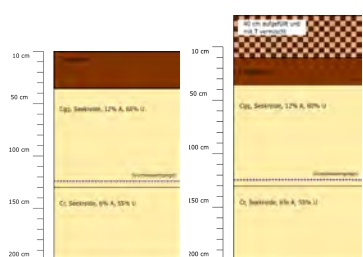


- a.) Einfache Planie
- b.) Wenn zugeführtes Material gut: 30 cm Überschütten auf T und mischen
- c.) mind. 50 cm Schutzdecke über T nach Abhumusieren
- d.) Erhöhung des Grundwasserspiegels auf 40 cm

- Kosten: a.) 9'000.-/ha b.) 13'000.-/ha c.) 32'000.-/ha d.) ?
- Verbesserung Gründigkeit: a.) keine b.) ja c.) ja d.) nein
- Torfschutz: a.) nein b.) etwas wenn Mischung zu einem Verhältnis OS:Mineralisch von 1:2 oder 1:3 führt c.) Torf konserviert durch Schutzschicht d.) Torf konserviert durch Grundwasser

→ Aufwertungsarbeiten auf offengelegter Torfschicht sind sehr risikoreich!

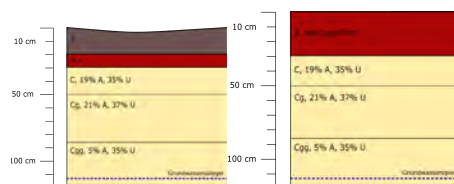
Ausgangslage: Seekreide im Untergrund



- Kosten: ca. 13'000.-/ha
- Verbesserung Gründigkeit: ja
- Torfschutz: etwas wenn Mischung zu einem Verhältnis OS:Mineralisch von 1:2 führt

→ Nur geeignetes Material verwenden.
→ Reduktion Bodenbearbeitung. Seekreide darf nicht in Oberboden gepflügt werden.

Ausgangslage: schlechte Überschüttung



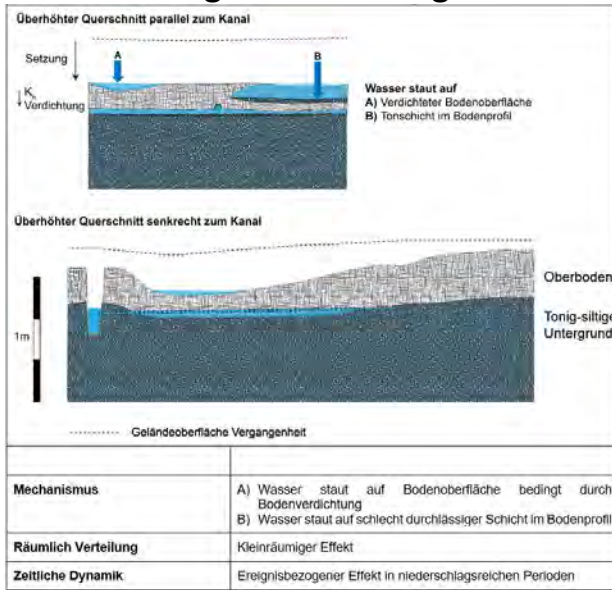
Abtrag gesamter Oberboden, Zuführen neuer A-Boden

- Kosten: ca. 140'000.-/ha
- Verbesserung Gründigkeit: ja

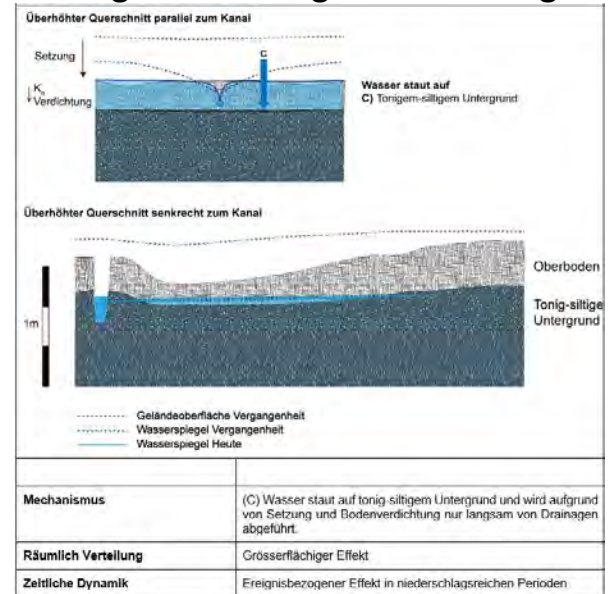
→ Wenn Abtrag gesamter Oberboden, muss A-Boden zugekauft werden.

Klassifizierung von Vernässungen im Seeland

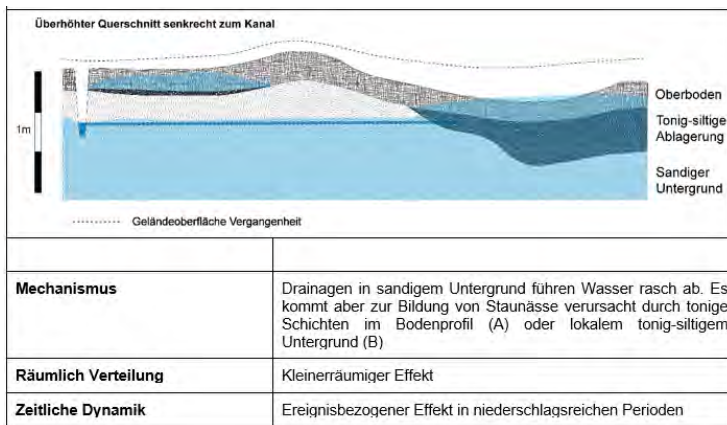
Oberboden über tonig-siltigem Untergrund Bodenbedingte Vernässung



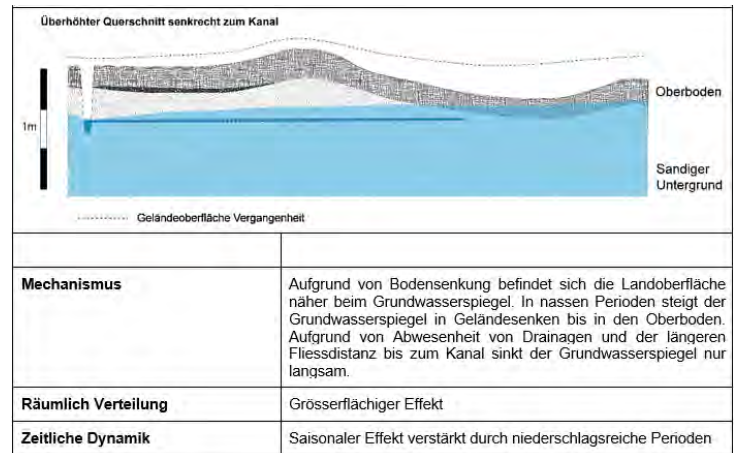
Untergrund-bedingte Vernässung



Oberboden über sandigem Untergrund Bodenbedingte Vernässung



Grundwasserbedingte Vernässung



Monitoring

