

# Genese von Parabraunerden im Schweizer Mittelland

Heinz Veit, Tobias Sprafke



## Exkursionsführer

**38. Jahrestagung der Arbeitsgruppe Paläopedologie  
der Deutschen Bodenkundliche Gesellschaft in Bern**

**30. Mai bis 01. Juni 2019**



## **Vorwort**

Liebe Mitglieder der Arbeitsgruppe Paläopedologie, liebe Interessierte und Gäste,

es freut uns, Sie im Rahmen der Jahresexkursion 2019 der Arbeitsgruppe Paläopedologie in Bern begrüßen zu dürfen! Inhaltlich wird die Exkursion dieses Jahr auf die Boden- und Substratgenese im Mittelland fokussieren, speziell auf die Genese von Parabraunerden. Aus unserer Sicht gibt es viele neue Ideen und Hypothesen zur Bodenbildung im Mittelland, die mit bisher in Mitteleuropa etablierten Thesen im Konflikt stehen. Wir freuen uns auf rege und gerne auch kontroverse Diskussionen an den Profilen.

Der vorliegende Exkursionsführer ist mit seinen Graphiken, Abbildungen und Tabellen als Hilfsmittel zum besseren Verständnis der Diskussion im Feld gedacht. Er kann aus Zeitgründen nicht überall einen schlüssigen Text dazu liefern. Im ersten Teil sind Grundlagen aufgeführt, im zweiten Teil folgen die Profilbeschreibungen entsprechend den Standorten der Exkursion.

Wir freuen uns auf eine schöne und spannende gemeinsame Zeit!

Heinz Veit, Tobias Sprafke

Bern, Mai 2019

## Danksagung

Ein besonderes Dankeschön geht an die Kiesgrubenbetreiber, Burgergemeinden und die Naturschutzbehörden, die uns die Forschung und den Besuch im Rahmen der Exkursion ermöglichen:

Kieswerk Aarwangen Risi  
Meinwilstrasse 100  
4912 Aarwangen

Kieswerk Daepf AG  
Staldenstrasse 14  
3629 Oppligen

Amt für Raumplanung  
Abteilung Natur und Landschaft  
Werkhofstr. 59  
4509 Solothurn

Amt für Landwirtschaft und Natur  
des Kantons Bern  
Schwand 17  
3110 Münsingen

Forstbetrieb Bucheggberg  
Hauptstrasse 21  
4583 Aetigkofen

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	3
<b>Danksagung</b> .....	4
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	5
<b>Exkursionsprogramm</b> .....	6
<b>Teil A – Einführung</b> .....	7
<b>Teil B – Grundlegende Karten und Diagramme</b> .....	9
<b>Teil C – Standorte</b> .....	16
<b>1 Grosse Schanze, Universität</b> .....	16
<b>2 Engehalbinsel</b> .....	16
<b>3 Kiesgrube Daepf, Kiesen/Opligen</b> .....	20
<b>4 Biezwil, Profil 18d_19</b> .....	22
<b>5 Aarwangen, Kiesgrube Risi</b> .....	23
<b>6 Kestenholz, Raubergrube</b> .....	27
<b>7 Islerendüne</b> .....	30
<b>8 Grosses Moos</b> .....	32
<b>9 Chutzenturm/Lobsigensee</b> .....	37
<b>Teil D – Fazit: Genese der Parabraunerden im Mittelland</b> .....	41
<b>Literatur</b> .....	42

**38. Jahrestagung der Arbeitsgruppe Paläopedologie  
Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft  
30. Mai bis 01. Juni 2019 in Bern (Schweiz)**

## **Genese von Parabraunerden im Schweizer Mittelland**

Heinz Veit, Tobias Sprafke

### **Exkursionsprogramm**

<b>Fr., 31. Mai 2019</b>	<b>Chronosequenz der Deckschichten und Böden im Berner Mittelland</b>
8.15 Uhr	<b>1:</b> Universität, Grosse Schanze: Überblick
8.40 Uhr	Abfahrt Hauptgebäude Universität, Sidlerstrasse
9.00-10.30 Uhr	<b>2:</b> Bern Engehalbinsel: Böden auf spät- (hoch-) glazialen Aare-Terrassen (19-14 ka)
11.00-12.00 Uhr	<b>3:</b> Kiesen, Aaretal: Boden auf spät- (hoch-) glazialer Moräne des Aaregletschers (19 ka)
12.30-13.30 Uhr	Mittagessen (Lunchpaket) Waldhütte Balm
13.30-14.30 Uhr	<b>4:</b> Biezwil: Böden auf hochglazialer Moräne (25 ka) des Rhône-gletschers
15.00-16.00 Uhr	<b>5:</b> Aarwangen: Böden auf früh-hochglazialer Terrasse des Rhône-gletschers (30-35 ka)
16.15-17.15 Uhr	<b>6:</b> Kestenholz: Böden auf Lösslehmdecken auf Frühwürm/Riss-Terrasse des Rhône-gletschers
ca. 18 Uhr	Ankunft Bern
<b>Sa., 01. Juni 2019</b>	<b>Seespiegelschwankungen und Bodenprobleme im Seeland</b>
8.30 Uhr	Abfahrt Hauptgebäude Universität, Sidlerstrasse
9.00-10.15 Uhr	<b>7:</b> Islerendüne: Spätglaziale Dünen und Strandwälle, Boden
10.30-11.30 Uhr	<b>8:</b> Grosses Moos, Juragewässerkorrekturen: Auswirkungen auf Bodenprofile und Kohlenstoffhaushalt
11.45-13.00 Uhr	<b>9:</b> Chutzenturm: aktuelle und historische Bodenerosion in der Region Frienisberg-Lobsigensee, abschliessender Überblick  ...und Mittagessen (Lunchpaket) auf dem Turm
ca. 13.30/14.00 Uhr	Ankunft Bern

## Teil A – Einführung

Das Relief des Mittellandes und der oberflächennahe Untergrund wurden durch die Gletschervorstösse des Quartärs wiederholt überformt. Neben den glazialen und glazifluvialen Ablagerungen unterlagen die nicht vom Eis bedeckten Gebiete flächenhaft periglazialen Prozessen. Die Sedimente besitzen, entsprechend der komplexen jungquartären Gletscher- und Klimageschichte, unterschiedliches Alter, was sich in der differenzierten Ausbildung der Böden widerspiegelt.



Abb. 1: Vergletscherung des Mittellandes zur Würm- (Birrfeld-) Eiszeit (Quelle: Bini et al. 2009/ Swisstopo, Link zur Karte: <https://s.geo.admin.ch/7ee78a28c8>)

Die letzte Kaltzeit wird seit Penck & Brückner als Würm- bzw. in der Schweiz neuerdings als Birrfeld-Glazial bezeichnet (Preusser et al. 2011). Das Stadtgebiet von Bern wurde dabei von Aare- und Rhône-Gletscher überfahren (Abb. 1), wobei das Eis Mächtigkeiten von bis zu einigen hundert Metern erreichte und die stadtnahen Berge wie den Gurten zeitweise vollständig, den Bantiger im Maximum bis kurz unterhalb des Gipfels, bedeckte. Bisher wurden Indizien für mindestens drei unabhängige Vergletscherungen gefunden, die innerhalb der Birrfeld-Eiszeit bis ins Berner Mittelland reichten (vor 105'000, 65'000 und vor 25'000 Jahren). Die Gletscherausdehnungen während dieser Perioden sind nicht genau bekannt. Die maximale letztkaltzeitliche Lage der Gletscherstirn des Rhône-Aaregletschers wird seit Nussbaum (1911) westlich von Langenthal vermutet (Abb. 1). In den wärmeren Abschnitten der Birrfeld-Kaltzeit (Interstadiale) war das Mittelland wiederholt von Gräsern, Sträuchern, Büschen und lichten Föhren-Birkenwäldern bedeckt (Welten 1982).

Im ausgehenden Hochglazial zerfiel der Rhône-Aaregletscher in zwei Individuen. Bei dem Aaregletscher markiert das «Bernener Stadium» einen prominenten Wiedervorstoss vor ca. 19.000 Jahren (Wüthrich et al. 2018; rotgepunktete Linie in Bern, Abb. 1; siehe auch Abb. 5, Abb. 6). Dem entspricht am Rhônegletscher das «Solithurner Stadium». Weitere Moränenstadien und entsprechende späthochglaziale bis spätglaziale Terrassen sind für das Aaretal bei Bern kennzeichnend (Abb. 6). Vor 17'500 Jahren war das Mittelland weitgehend eisfrei. Die Wiederbewaldung setzte erst mit dem Bölling-Interstadial vor rund 14'500 Jahren ein. Der Kälterückschlag am Ende der Birrfeld-

Kaltzeit während der Jüngerer Dryas (12'700-11'500 Jahre v.h.) hat im Mittelland nicht zu einem Verschwinden der Wälder geführt (Abb. 11). Im Seeland westlich von Bern waren in dieser Phase die Seespiegel höher. Davon zeugen Strandwälle und Dünen der Jüngerer Dryas (Standort 7 am Samstag).

Das Holozän gilt gemeinhin – bis zum massiven Eingreifen der Menschen durch Rodungen seit dem Neolithikum und vor allem seit der Bronzezeit – als stabile Waldphase mit Bodenbildung. Im Mittelland finden sich aber verbreitet Hinweise auf eine starke geomorphodynamische Aktivität und Deckschichtenbildung bis weit ins Frühholozän vor ca. 7500 Jahren.

Die Exkursion am Freitag wird uns in einem W-E-Profil durch Teile des Schweizer Mittellandes führen. In einer Chronosequenz, von jung nach alt, werden wir dabei die Genese bodenbildender Deckschichten wie auch der Böden selbst vorstellen und die Anteile holozäner und pleistozäner Bodengenese diskutieren. Im Vordergrund stehen dabei unterschiedlich alte Ablagerungen des letzten Glazials.

Am Samstag stehen spätglaziale Dünen, Grundwasserschwankungen und angewandte Fragen der Bodennutzung im Seeland im Vordergrund.

## Teil B – Grundlegende Karten und Diagramme

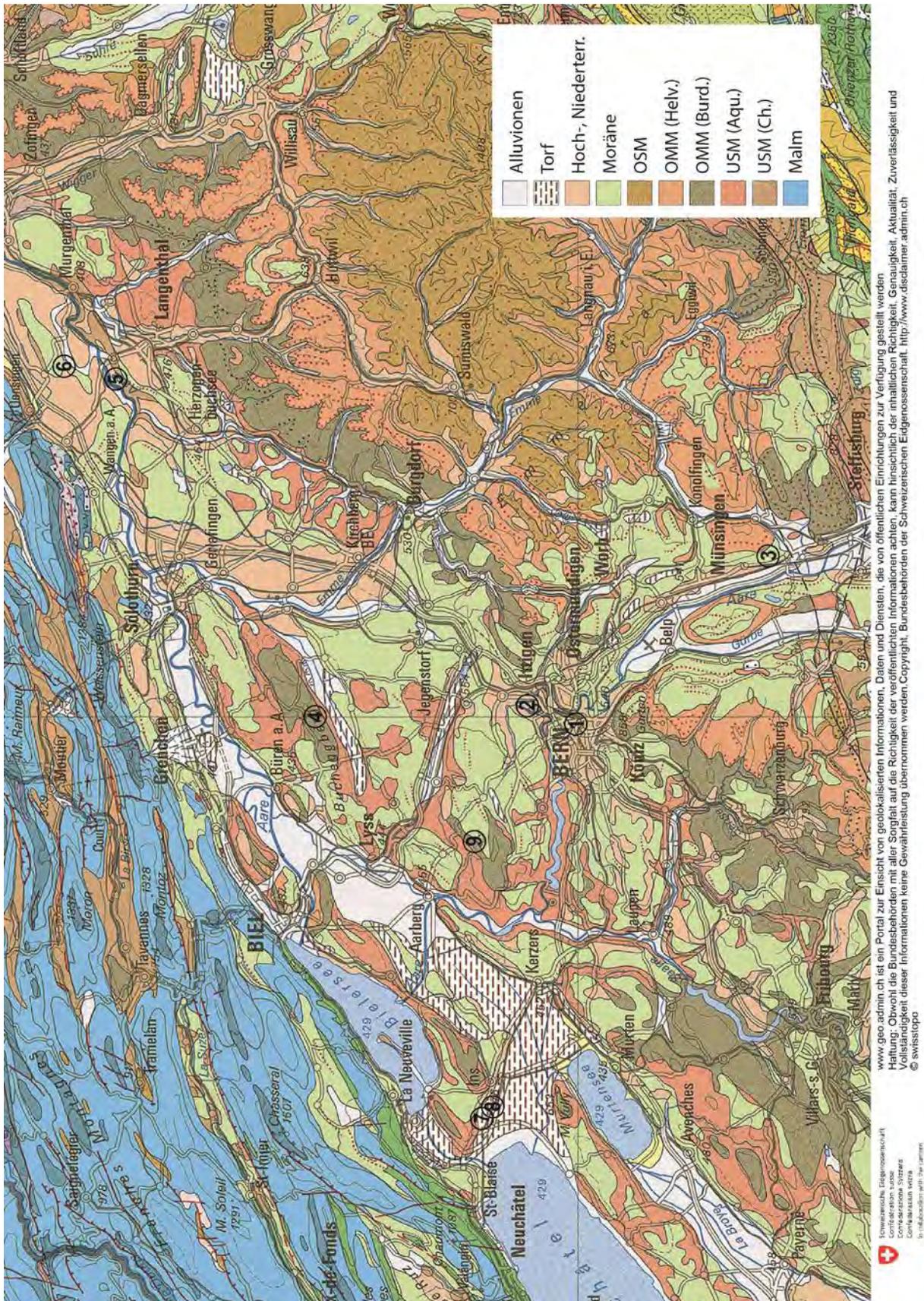
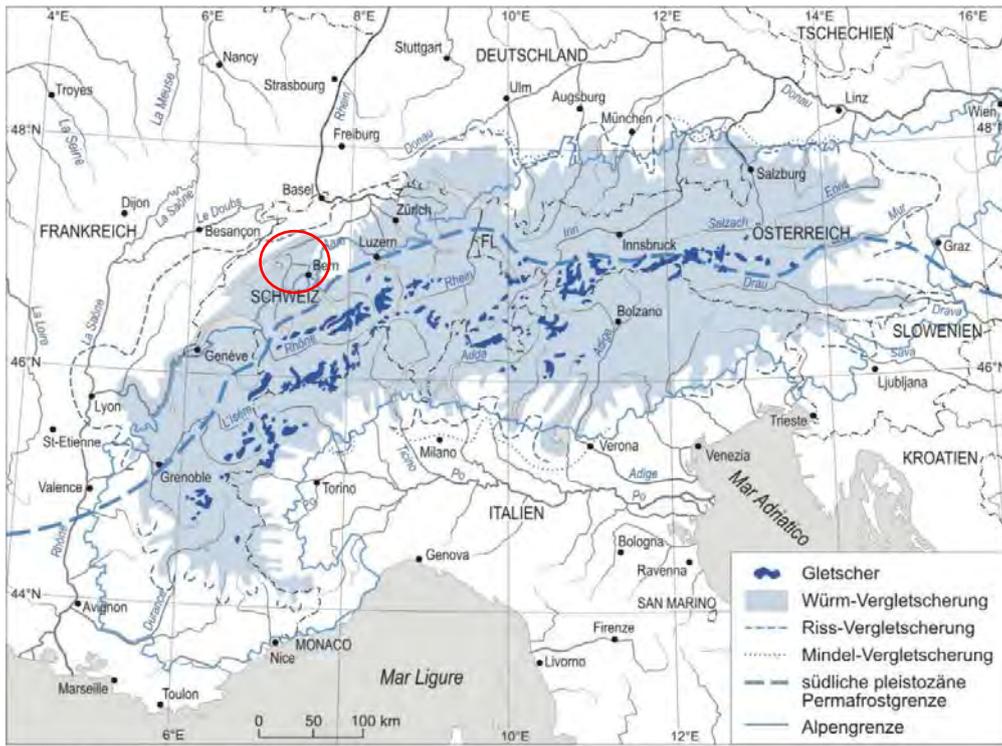


Abb. 2: Geologie des Exkursionsgebietes. Quelle: Geologische Karte der Schweiz 1:500000, bearbeitet



© Geographisches Institut der Universität Bern, 2002. Kartographie: A. Brodbeck

Abb. 3: Eiszeitliche und heutige Vergletscherung der Alpen (Veit 2002). Roter Kreis: Exkursionsgebiet

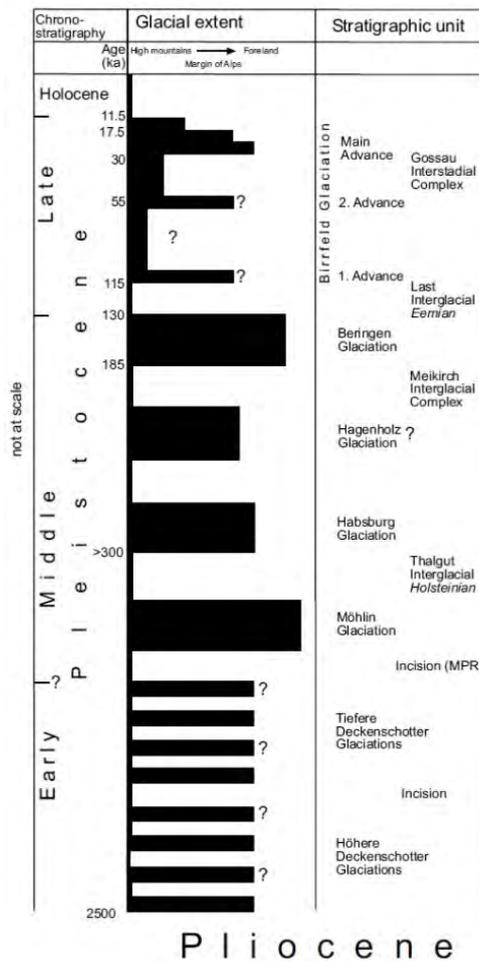


Abb. 4: Quartärchronologie der Schweiz (Preusser et al. 2011)

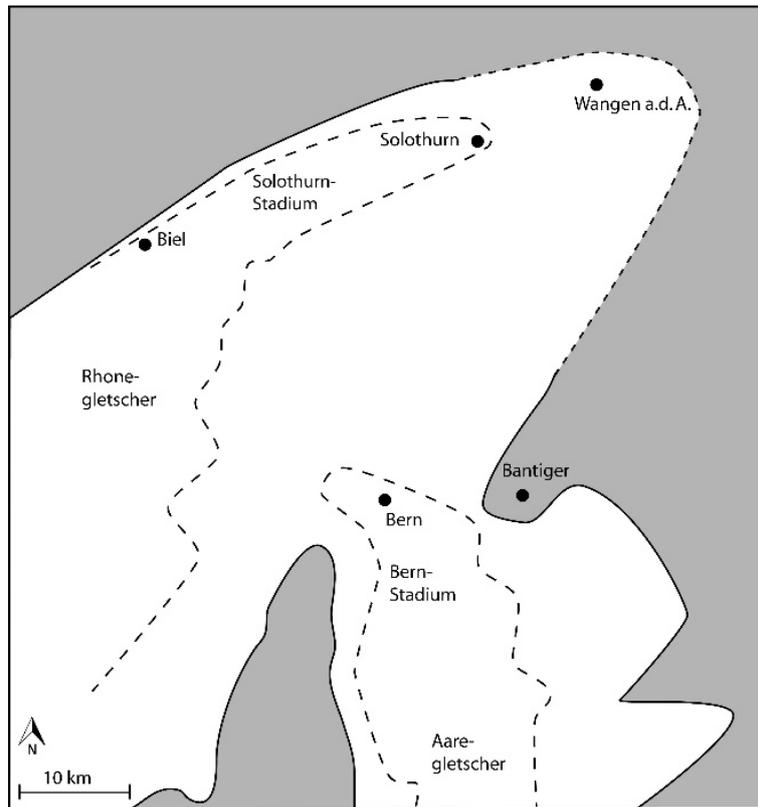


Abb. 5: Die Vergletscherung des Berner Mittellandes in der letzten Eiszeit: „Last Glacial Maximum“ (LGM), Berner und Solothurner Stadium (verändert nach Bini et al. 2009)

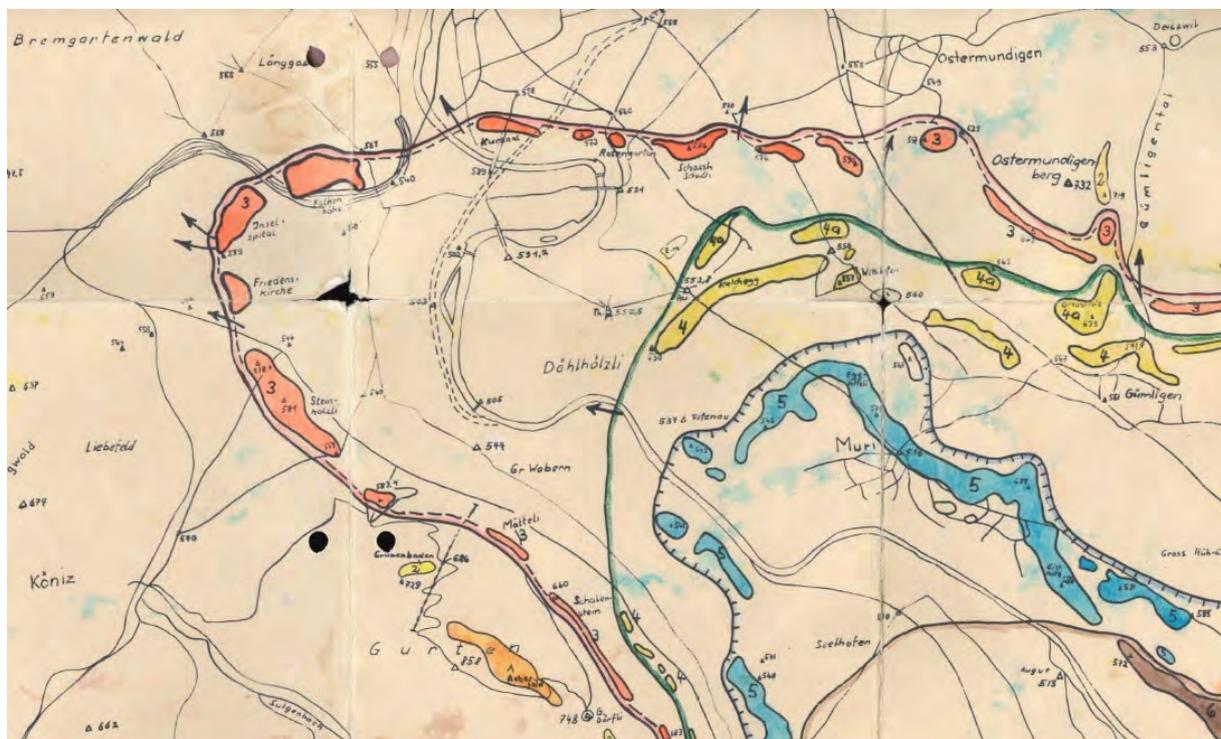


Abb. 6: Die spät-hochglazialen Gletscherstände des Aaregletschers im Raum Bern (nach Gerber 1955) (rot: Bern-Stadium; gelb/grün: Wittigkofen-Stadium; blau: Muri1-Stadium; braun: Muri2-Stadium)

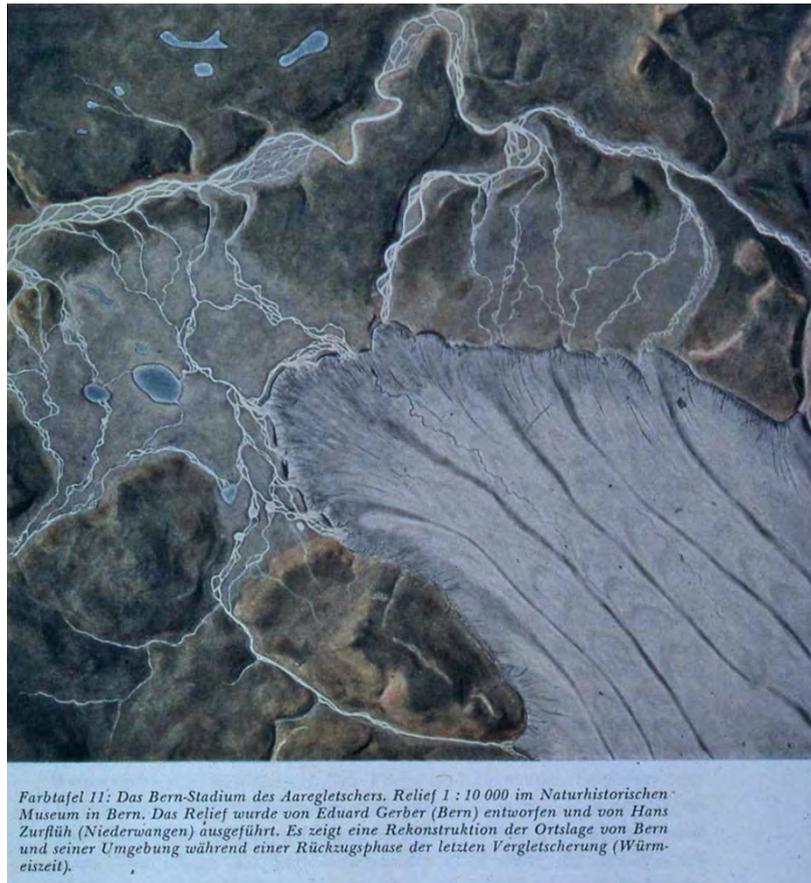


Abb. 7: Der Aaregletscher im Bern-Stadium (nach einem Relief im Naturhistorischen Museum Bern)

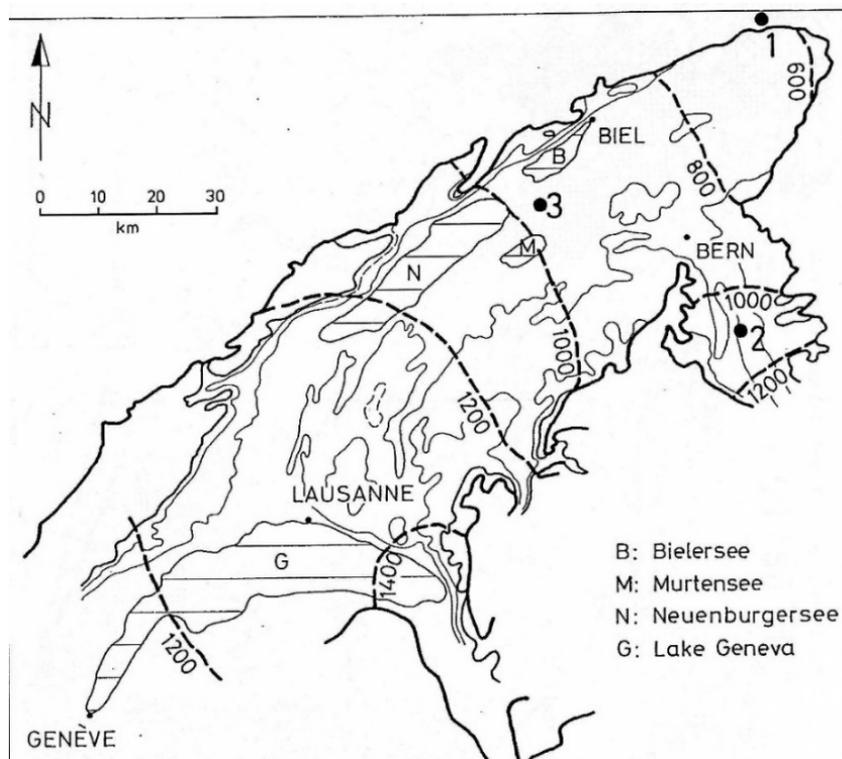


Abb. 8: Höhenlage der Eisoberfläche von Rhone- und Aare-Gletscher im LGM (Furrer et al. 1987).

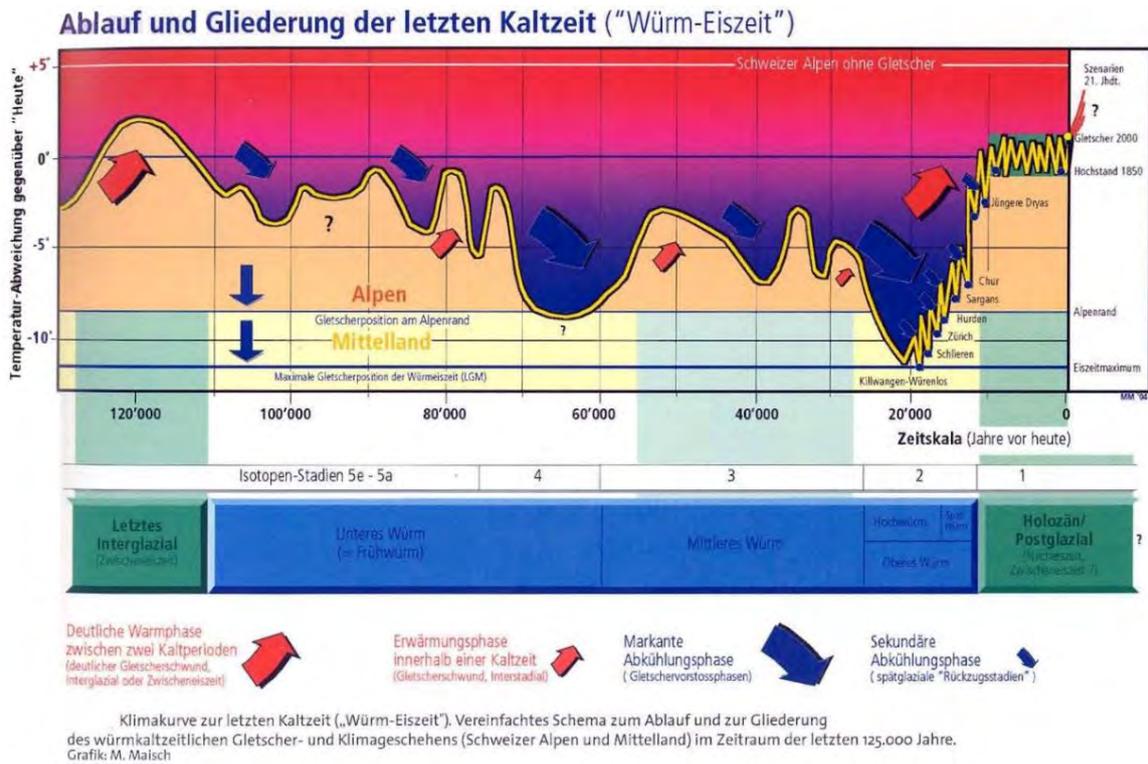


Abb. 9: Temperaturänderungen und Gletscherschwankungen während der letzten Kaltzeit im Alpenraum (Maisch 2004)

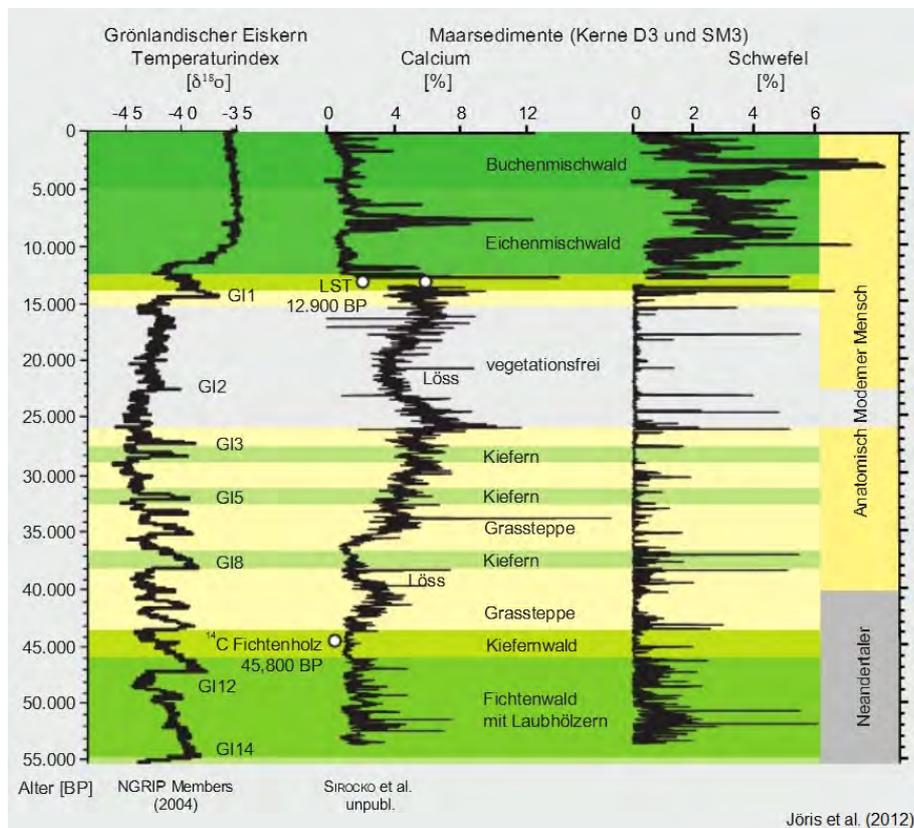


Abb. 10: Vegetation Mitteleuropas während der letzten Kaltzeit (Jöris et al. 2012a). Auch in der „Kaltzeit“ gab es ausgedehnte Phasen mit Vegetationsbedeckung (Gräser, Kiefern, Wälder), d.h. potentielle Perioden mit Bodenbildung

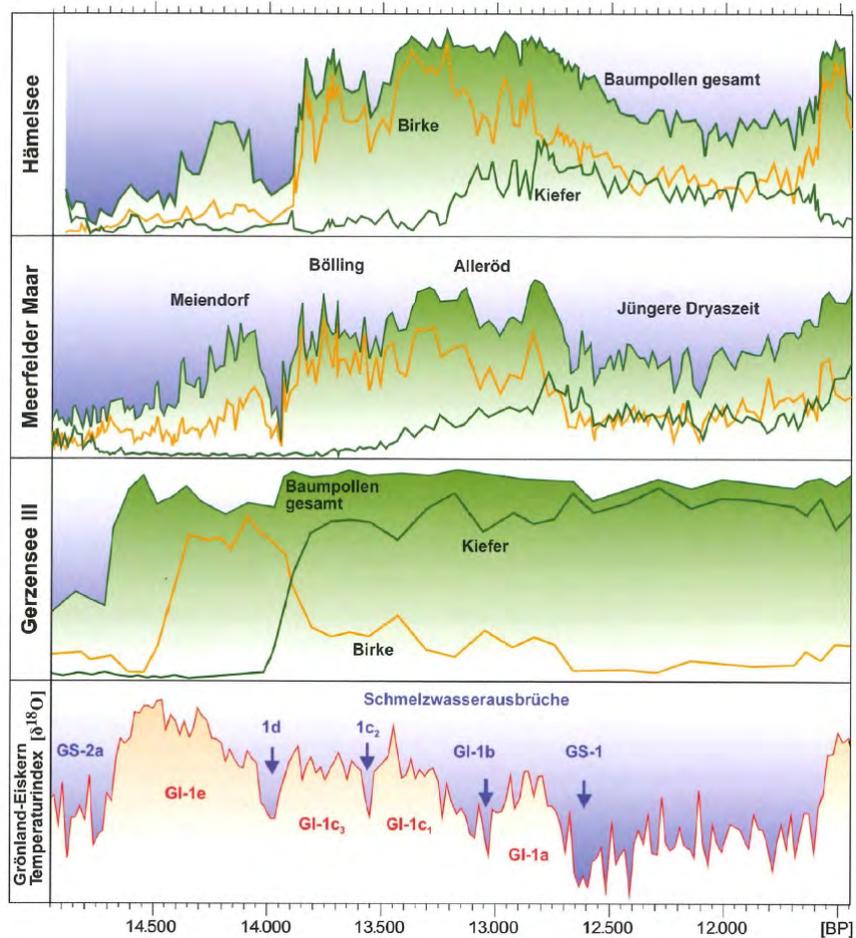


Abb.11: Spätglaziale Vegetationsabfolge im Gerzensee und Mitteleuropa (Jöris et al. 2012b)

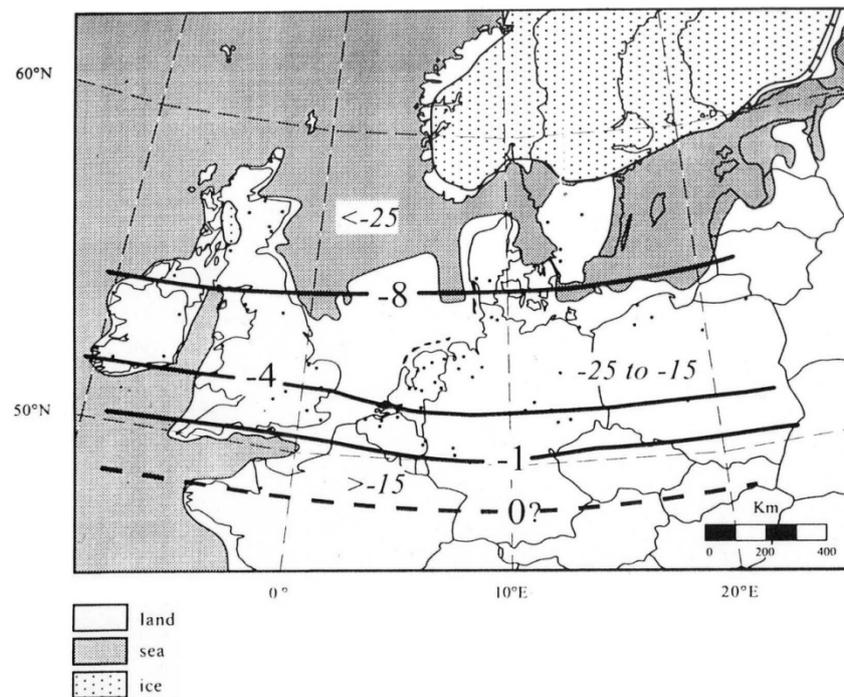


Abb. 12: Temperaturverhältnisse während der Jüngeren Dryas in Mitteleuropa (Isarin 1997). Demnach lagen die Jahresdurchschnittstemperaturen in der Schweiz vor ca. 12.000 Jahren bei 0 °C. Die Wintertemperaturen (*kursiv*) bei ca. -15 °C.

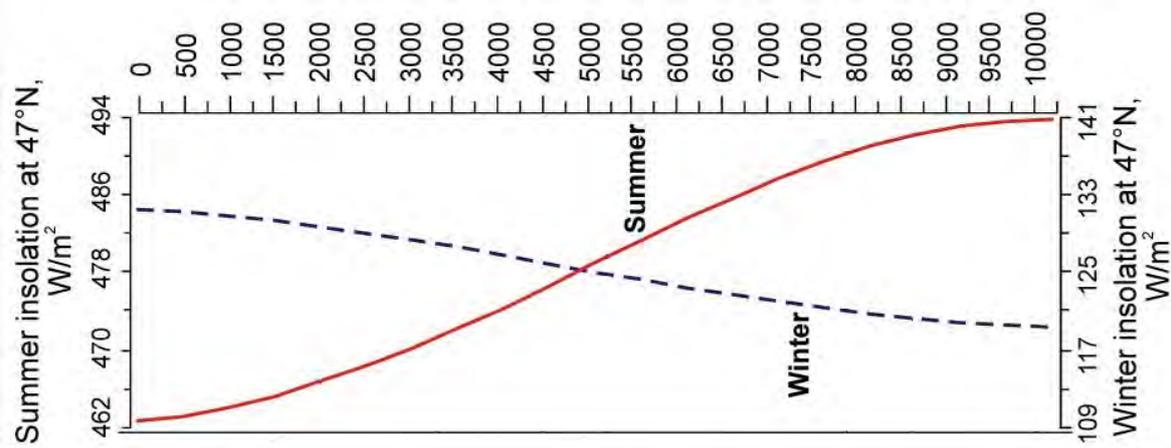


Abb. 13: Saisonale Insolation bei 47° N seit dem Spätglazial (Laskar et al. 2004). Vor 10.000-8.000 Jahren waren die saisonalen Unterschiede grösser als heute, das bedeutet sehr kalte Winter und heisse Sommer.

## Teil C – Standorte



Abb. 14: Exkursionsroute mit den Standorten. Freitag: 1-6; Samstag: 7-9  
(Quelle Kartengrundlage: Swisstopo, Link zur Karte: <https://s.geo.admin.ch/811950ec75>)

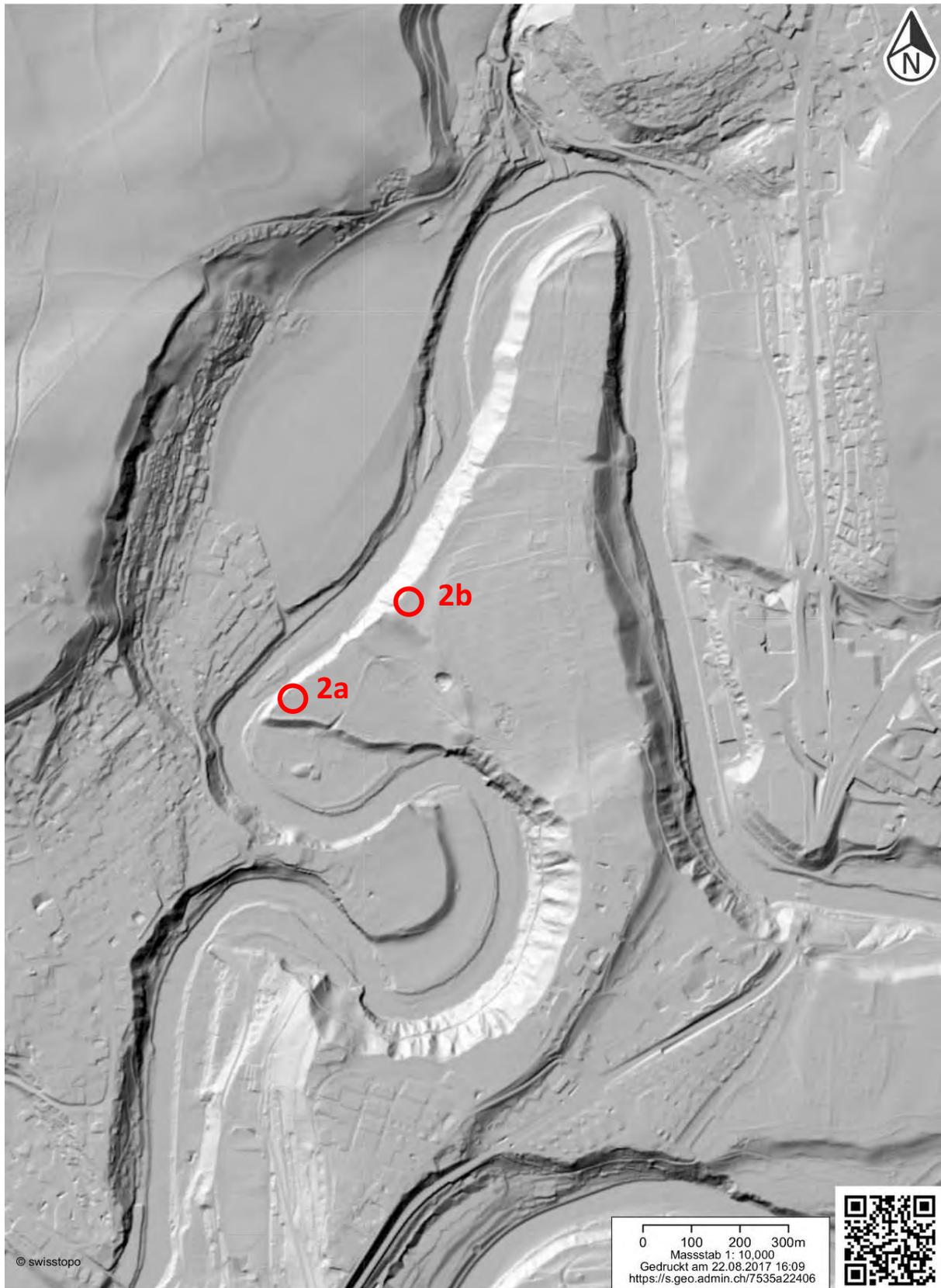
## FREITAG 31. Mai 2019

### 1 Grosse Schanze, Universität

Der Ausblick von der Terrasse an der Großen Schanze dient zur Einführung in die Exkursion und zu einem Überblick über die naturräumliche Lage von Bern, mit den Schwerpunkten Molasse und Quartär.

### 2 Engehalbinsel

Die Engehalbinsel liegt innerhalb einer Aareschleife am nördlichen Stadtrand von Bern. Hier sind mehrere Terrassenniveaus der Aare ausgebildet. Es handelt sich um glazifluviale Terrassen der Rückzugsstadien des Aaregletschers seit dem Hochstand im Bernstadium vor ca. 19.000 Jahren. Eine Sandlinie auf der jüngsten Terrasse, ca. 10 m über der Aare, wurde mit OSL auf ca. 14.000 Jahre datiert. Somit wurden alle Terrassen im ausgehenden Hochglazial bis ins Spätglazial hinein gebildet. Die Engehalbinsel ist heute vollständig bewaldet, weist aber Siedlungsspuren seit der Keltenzeit auf (Abb. 16).




 Schweizerische Eidgenossenschaft  
 Confédération suisse  
 Confederazione Svizzera  
 Confederaziun svizra  
 In collaboration with the cantons

www.geo.admin.ch ist ein Portal zur Einsicht von geolokalisierten Informationen, Daten und Diensten, die von öffentlichen Einrichtungen zur Verfügung gestellt werden.  
 Haftung: Obwohl die Bundesbehörden mit aller Sorgfalt auf die Richtigkeit der veröffentlichten Informationen achten, kann hinsichtlich der inhaltlichen Richtigkeit, Genauigkeit, Aktualität, Zuverlässigkeit und Vollständigkeit dieser Informationen keine Gewährleistung übernommen werden. Copyright, Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft. <http://www.disclaimer.admin.ch>

Abb. 15: Relief der Engehalbinsel mit Lage der Standorte 2a und 2b.



Abb. 16: Das keltisch-römische Oppidum Brenodurum auf der Engehalbinsel  
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Brenodor.jpg>

**2a**

Das Profil 2a liegt auf der jüngsten spätglazialen Terrasse (14 ka). Es besteht aus einer schluffreichen Lage über Kiesen und Sanden der Aare. Die Deckschicht weist relativ konstante Mächtigkeiten von ca. 40-50 cm auf. Die pH-Werte der sauren Böden liegen um pH 4. Es handelt sich um eine Braunerde mit Ah/M-Bv-IIC-Profil. Lokal ist an der Basis der Deckschicht ein schwacher, nur zentimetermächtiger Bt-Horizont vorhanden, was auch Kartierungen im Raum Bern belegen (Abb. 17).

**2b**

Eine Terrassenstufe höher sind die Parabraunerden deutlich entwickelt (Abb. 18). Unterhalb von lokalem, geringmächtigem Kolluvium (M) folgt, wie in 2a, die schluffreiche Deckschicht bis 40 cm. Der IIBt ist durchgängig ausgebildet und ca 25 cm mächtig. Ab 70 cm folgen die unverwitterten Kiese und Sande. Trotz der Ähnlichkeit mit der Deckschicht in Profil 1a, wird hier der Bodenhorizont als Al bezeichnet, weil darunter ein Bt-Horizont folgt. Auch hier liegen die pH-Werte im stark sauren Bereich um 4.0 (Tab. 1).

Tiefe (cm)	Horizont	Sand (Vol.%)	Schluff	Ton	pH
-40	Al	45,8	44,1	10,1	3,79
-55	IIBt	55,3	35,3	9,4	4,0
-70+	IIC	72,9	22,4	4,7	7,6

Tab 1: Profil Engehalbinsel 2b

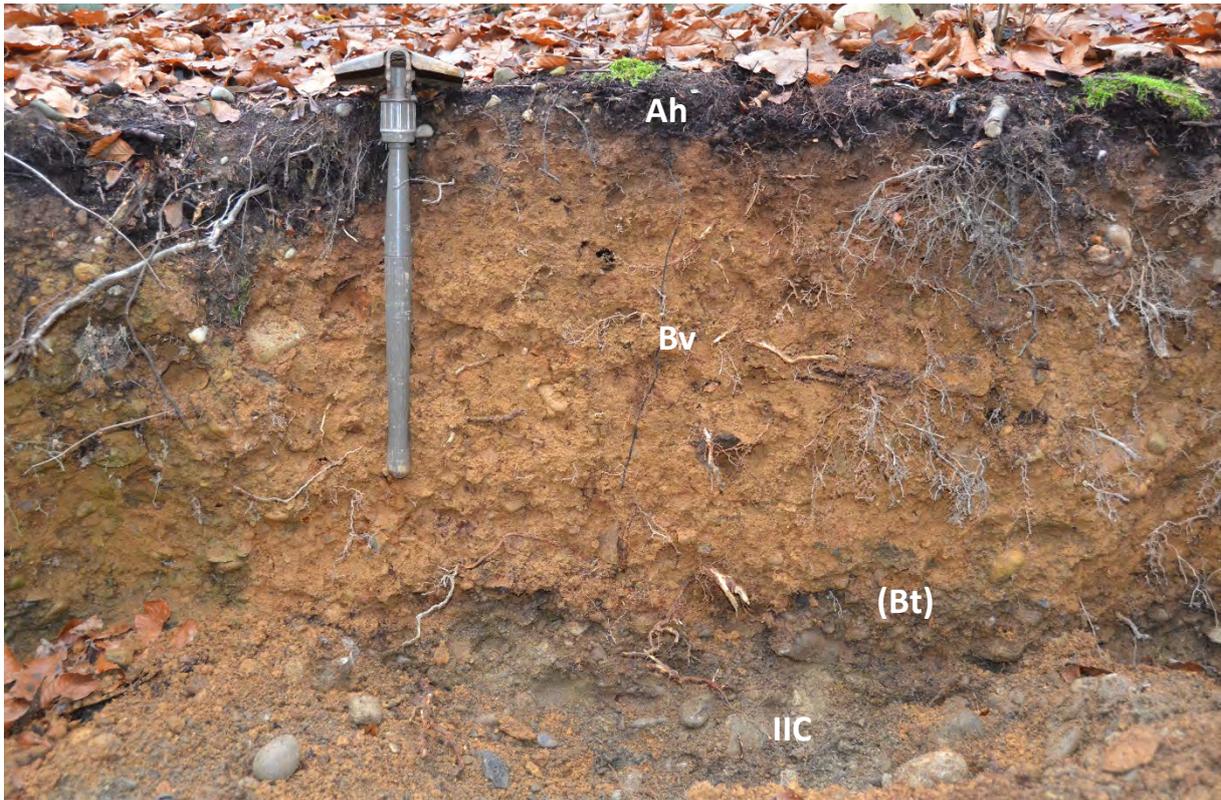


Abb. 17: Bodenprofil Engehalbinsel Keltenwall, 2a.

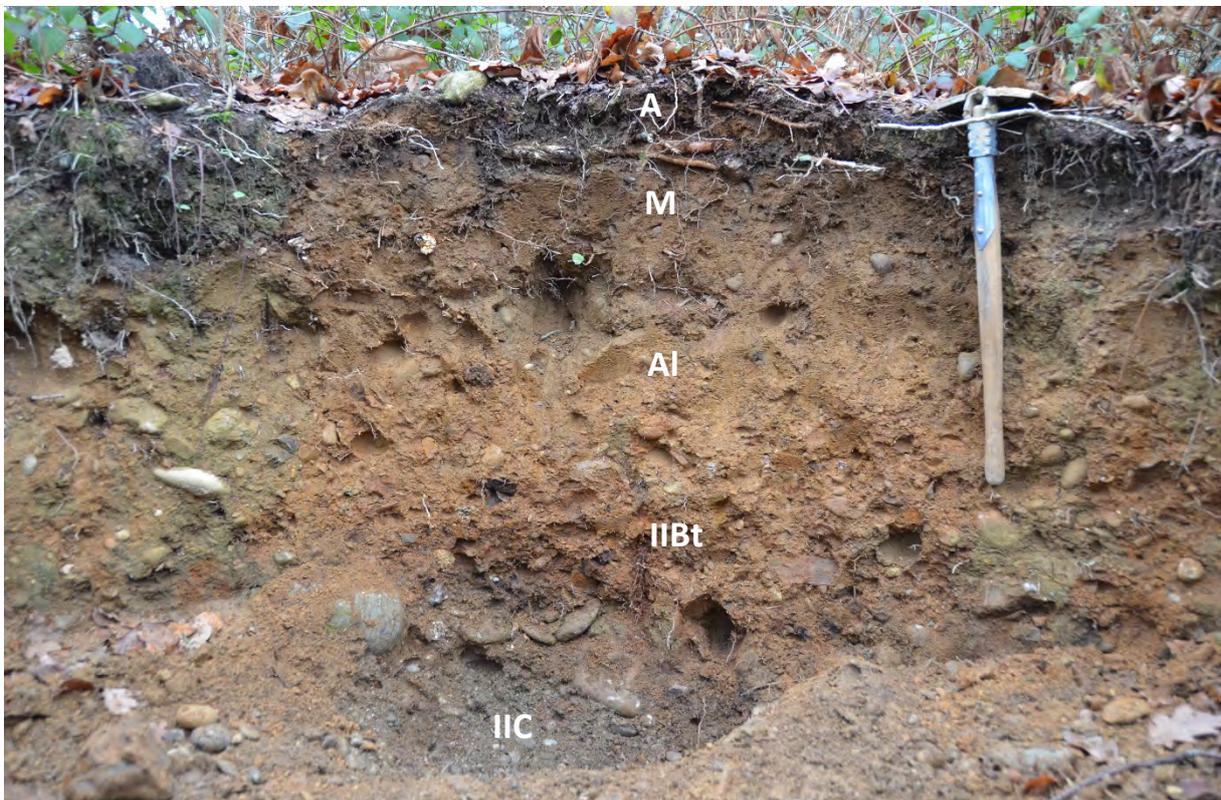


Abb. 18: Bodenprofil 2b, Engehalbinsel

### 3 Kiesgrube Daepf, Kiesen/Opligen

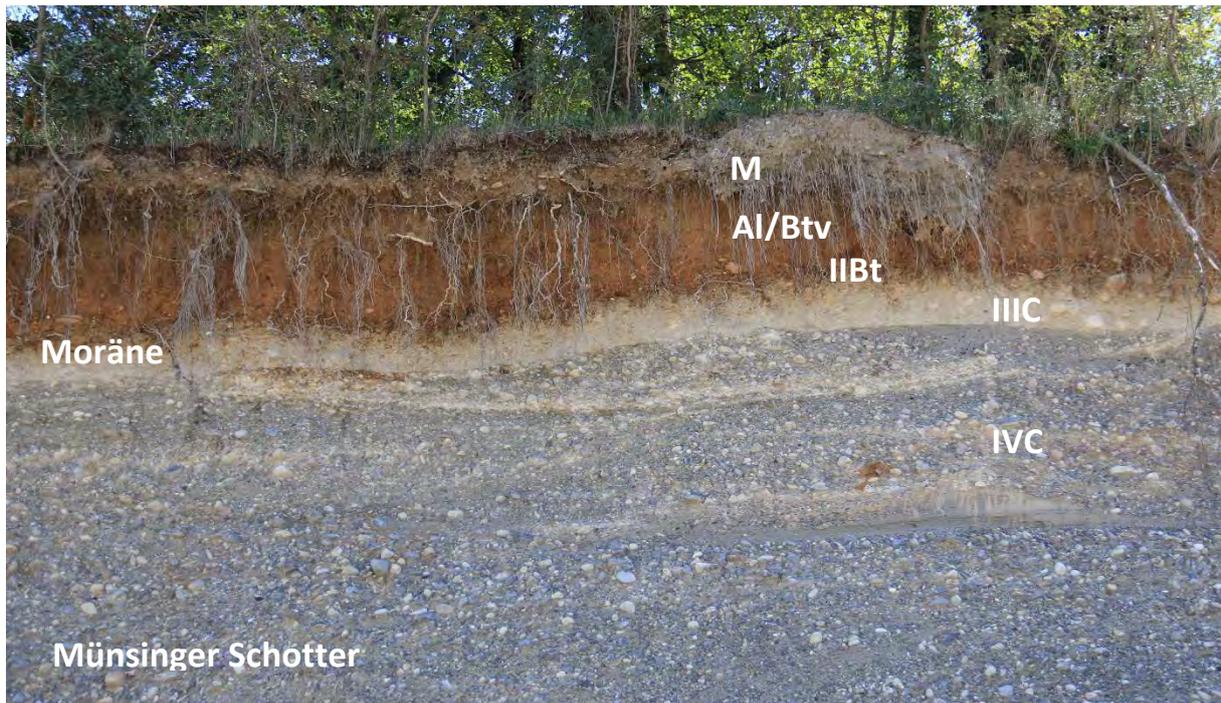


Abb. 19: Kiesgrube Daepf

Tiefe (cm)	Horizont	Sand	Schluff	Ton	pH
-45-85	Btv	46	35	19	4,1
-110	IIBt	56	31	14	4,3
-145	IIIC	66	24	11	7,6
-150+	IVC	96	3	1	7,8

Tab. 2: Bodenanalytische Kennwerte des Profils Kiesgrube Daepf

In der Grube werden die «Münsinger Schotter» (Schlüchter 1976), hochglaziale Vorstossschotter des Aaregletschers, abgebaut. Sie sind überlagert von geringmächtiger Grundmoräne des Aaregletschers. Die Parabraunerden haben sich in einer schluffigen Deckschicht über einer Solifluktsdecke über Moräne gebildet. Darunter folgen die Münsinger Schotter. Das Profil ist über die Abbauwand zu verfolgen. Dabei fällt auf, dass die Deckschichten über dem Bt (nach links im Bild) mächtiger werden und bis > 2m erreichen. Stellenweise, wie im Profil der Abb. 19 handelt es sich um Kolluvien. Aus vielen Gruben im Mittelland können wir diese Kolluvien mit 14C- und teilweise OSL-Datierungen den Phasen seit dem Neolithikum, vor allem aber der Bronzezeit und der Römerzeit, zuordnen. Darüber hinaus, tritt charakteristischerweise an der Basis ein frühholozänes Hangsediment auf, das mehrfach auf den Zeitraum 10-7.5 ka datiert wurde (siehe Profil Deitingen, Abb. 20). Aus der Grube Daepf liegen diesbezüglich noch keine Datierungen vor, doch liegt der Schluss nahe, dass es sich dabei um die vergleichbare Deckschichtenabfolge handelt.

Da der Standort erst nach den spät-hochglazialen Ständen des Aaregletschers (Bern-Stadium, Muri-Stadium etc.; siehe Abb. 6) eisfrei wurde, kann man die Eisfreiheit seit ca. 18-19 ka annehmen. Die relativ geringe Bodenbildung ist mit den Profilen auf den höheren Aareterrassen der Engehalbinsel und anderen Standorten diesen Alters im Mittelland vergleichbar (siehe Abb. 21).

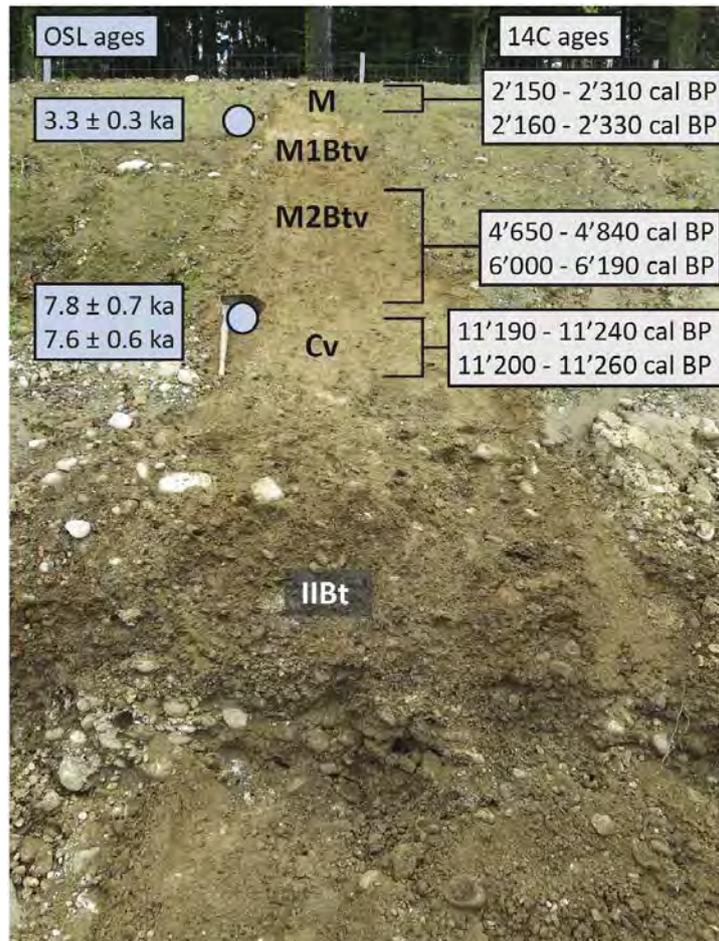


Abb. 20: Profil Kiesgrube Deitingen (Veit et al. 2017)



Abb. 21: Profil Schwand, Aaretal

#### 4 Biezwil, Profil 18d\_19

Der Standort liegt auf (verspültem) Moränenmaterial des letztkaltzeitlichen Maximums, das auf ca. 27-24 ka datiert wird. Das Profil wurde im Rahmen der Bodenkartierung des Amtes für Umwelt des Kantons Solothurn aufgenommen und bearbeitet (Abb. 22, Tab. 3). Unter Kolluvium folgt eine schluffreiche Deckschicht (Al-Horizont) über hochglazialer, sandiger, verspülter Moräne (IIBt/IIBtv). Die Entkalkungsgrenze liegt bei 2.02-2.25 m. Die IIBt/IIBtv/IIIBv/IVCv-Horizonte in der Moräne sind gesamthaft > 1 m mächtig, was zu einer Mächtigkeit der Bodenbildung von über 2 m führt. Zwei OSL-Proben der schluffigen Deckschicht sind in Bearbeitung. Die Ergebnisse liegen hoffentlich bis zur Exkursion vor.



Horizont	Tiefe [cm]	S [%]	U [%]	T [%]	pH [CaCl <sub>2</sub> ]
Ah	0-15	53.8	35.1	11.1	3.5
Al	15-60	55.9	33.9	10.2	3.9
IIBt/IIBtv	60-160	66	15	19	4.1

Tab. 3: Bodenanalytische Kennwerte des Profils 18d\_19 (Analysen: Amt für Umwelt Solothurn; eigene Horizontbezeichnung)

Abb. 22: Biezwil, Profil 18d-19; Parabraunerde aus schluffiger Deckschicht über verspülter hochglazialer Moräne.

Auffällig ist die deutliche grössere Mächtigkeit der Bodenbildung (> 2m) im Vergleich zu den Böden auf den spätglazialen bis spät-hochglazialen Ablagerungen (Standorte 2 + 3). Es gibt rund eine Verdoppelung der Mächtigkeit der Bodenbildung durch diesen Zeitsprung. Dieses Phänomen ist typisch und wiederholt sich grossräumig im Mittelland (vergl. Standort 5, Aarwangen; Abb. 25, sowie die Profile Aebisholz, Abb. 28, Berken, Abb. 29, oder Grube Iff, Abb. 23).



Abb. 23: Kiesgrube Iff; Parabraunerde aus hochglazialer Moräne.

### 5 Aarwangen, Kiesgrube Risi

Die hier anstehenden, glazifluvialen Sedimente der Aare, wurden in einer vergleichbaren Grube der Umgebung OSL-datiert (Abb. 24) und Altern um 25-42 ka zugeordnet. Die Kiese sind von einer schluffreichen Deckschicht überlagert, die rinnenförmige Strukturen und kryoturbate Überprägungen anzeigt (Abb. 25, Abb. 26). OSL-Datierungen der Deckschichten hier und in der Umgebung ergeben holozäne Alter, mit einer Fokussierung auf das Frühholozän zwischen 10-7.5 ka (Abb. 27; Veit et al. 2017). Die bis zu 1.30 m mächtige Deckschicht ist pedogen überprägt mit schwachen Toncutanen (Btv-Horizonte). Darunter folgt ein bis zu 1 m mächtiger Bt-Horizont in den Kiesen und Sanden. Die Rinnenfüllungen und Kryoturbationen weisen auf eine sehr dynamische frühholozäne Umwelt hin. Stellenweise, wie in Abb. 26, ist der II Bt diapierartig in bzw. sogar über die Deckschicht gequetscht. Die Abbildungen 28, 29 und 30 zeigen weitere Beispiele der Umgebung aus den Kiesgruben Aebisholz, Berken und Cholwald.



Abb. 24: Kiesgrube Risi, Aarwangen mit Deckschichten und glazifluvialen Ablagerungen. Die angegebenen OSL-Alter stammen aus der gleichen Terrasse der benachbarten Grube Aebisholz.



Abb. 25: Kiesgrube Risi, Aarwangen; Kryoturbationsstrukturen (links) und Rinnen (rechts), gefüllt mit frühholozänen Lösslehmsedimenten

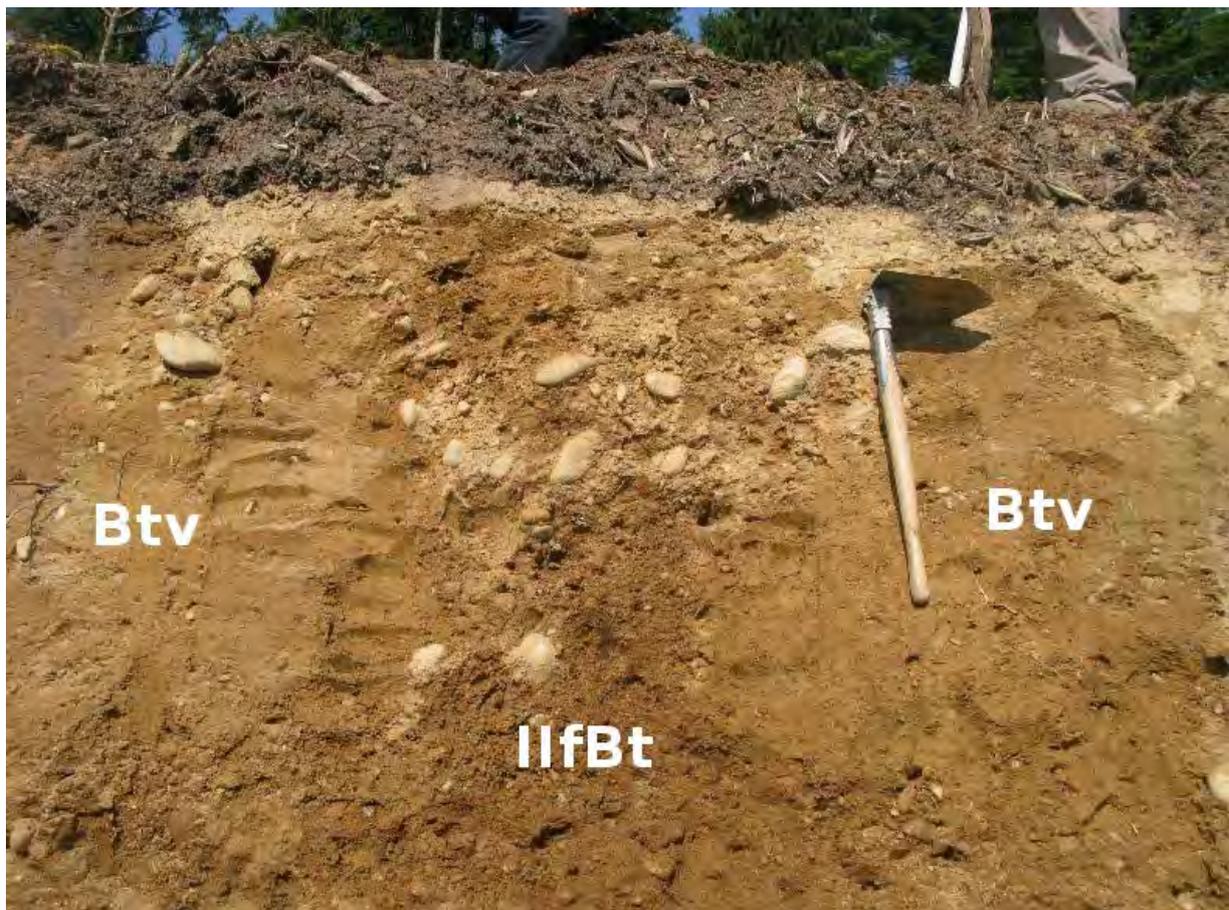


Abb. 26: Kiesgrube Risi, Aarwangen; Frühholozäne Lösslehmflaschen (Btv-Horizont) über/neben kryoturbat verwürgtem fossilem Bt-Horizont aus glazifluvialen Schottern.

Horizont	Tiefe [cm]	Skelett [%]	pH [CaCl <sub>2</sub> ]	CaCO <sub>3</sub> [%]	gS [%]	mS [%]	fS [%]	gU [%]	mU [%]	fU [%]	T [%]
Al/M	0-30	< 5	4.0	-	0.9	11	23	29	16	5.3	16
Btv	30-80	< 5	3.9	-	1.1	10	22	30	17	5.5	15
II fBt	80-130	50	3.8	-	5.8	23	16	19	16	5.5	16
II fBtv	130-210	90	4.0	-	3.6	16	19	18	19	7.0	17
II C	210 +	~100	7.8	24	26	66	2.0	2.0	1.7	0.6	1.3

Tab. 4: Aarwangen, Risi; bodenanalytische Kennwerte

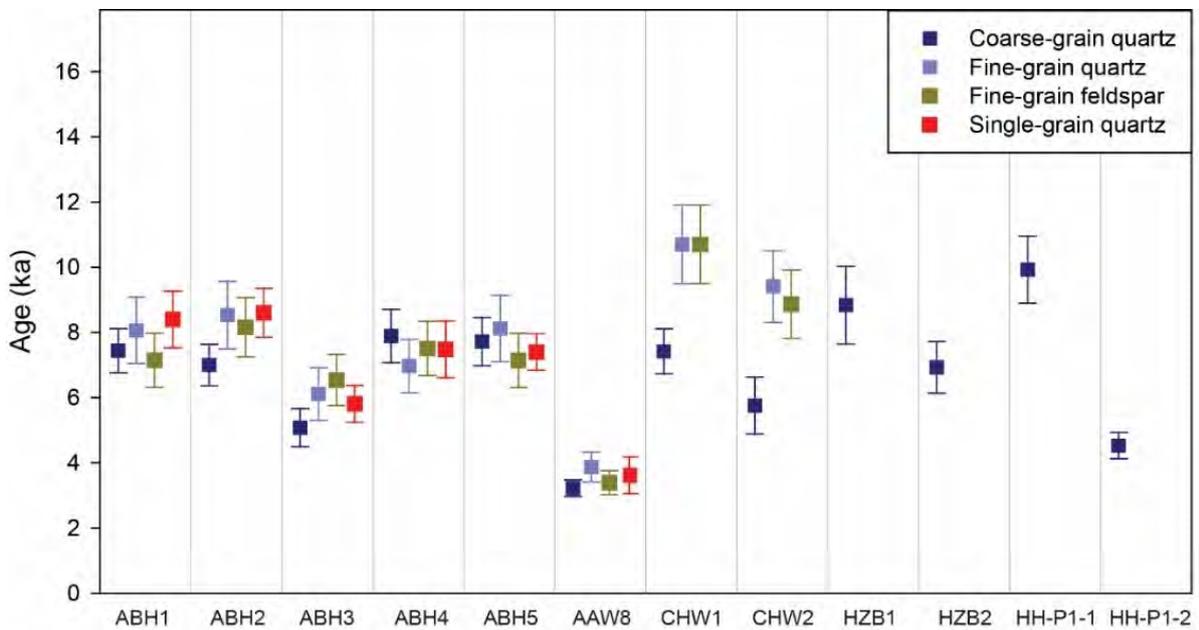


Abb. 27: Zusammenschau der OSL-Alter der (früh-) holozänen Lösslehmdecken im Raum Aarwangen (nach Veit et al. 2017)

ABH: Aebisholz, AAW: Aarwangen, CHW: Cholwald, HZB: Herzogenbuchsee, HH: Heimenhausen



Abb. 28: Kiesgrube Aebisholz mit frühholozäner Rinnenfüllung, Kryoturbationen und Bänder-Parabraunerde



Abb. 29: Kiesgrube Berken mit frühholozänen Lösslehtaschen.

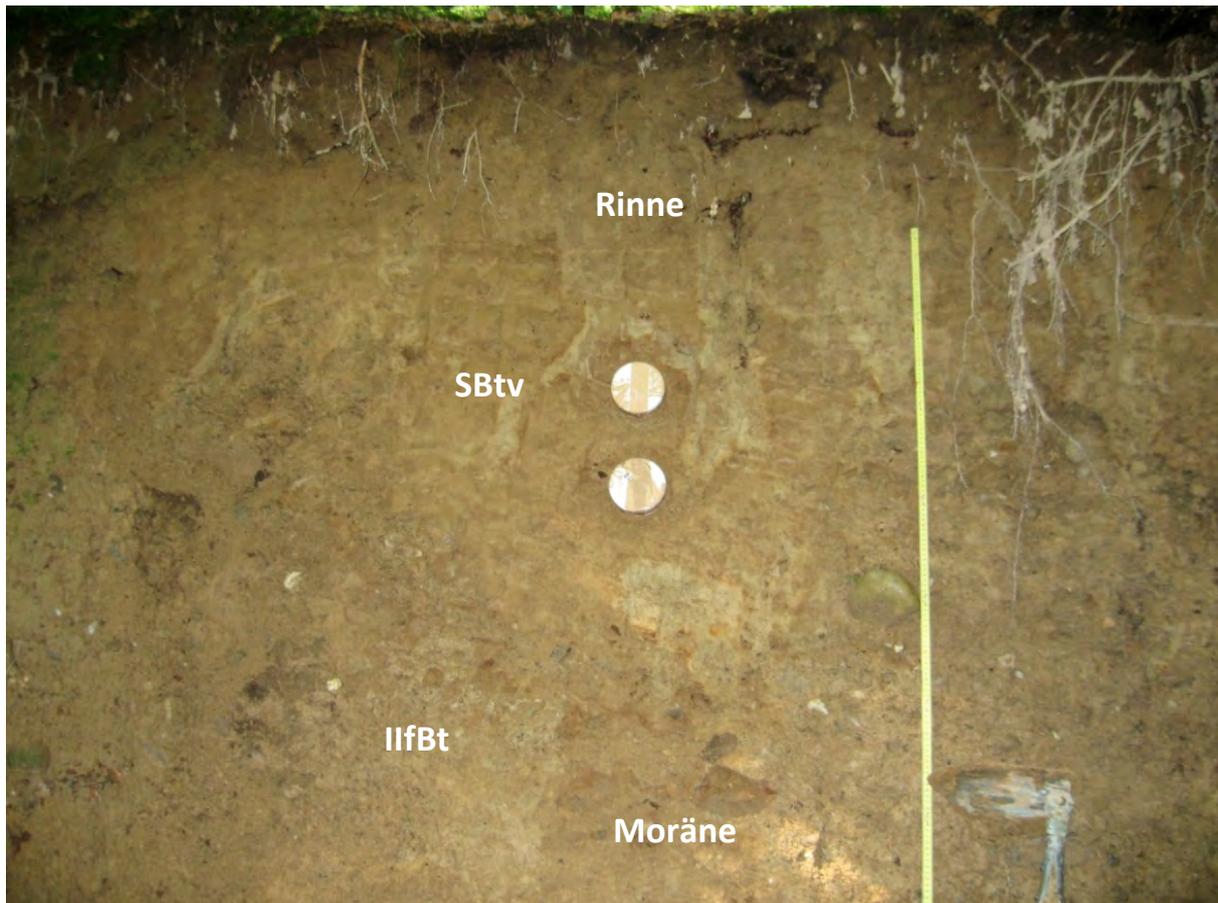


Abb. 30: Cholwald, frühholozäne Rinnenfüllung in hochglazialer Moräne

## 6 Kestenholz, Raubergrube

Die Grube Kestenholz/Raubergrube liegt in Kiesen und Sanden, die deutlich älter als Hochglazial sind. Hier sind 3 Bt-Horizonte und 1 Btv-Horizont übereinander entwickelt, mit einer Gesamt-Entkalkungstiefe von bis zu 8 m (Abb. 31; Abb. 32, Abb. 33; Mailänder & Veit 2001). Eine genauere Bearbeitung steht hier noch aus. Der älteste Bt3-Horizont ist in den liegenden Sanden und Kiesen entwickelt, deren Alter nach der Geologischen Karte vermutlich Riss ist. Darüber liegen Umlagerungszonen und Lösslehme mit OSL-Altern aus den oberen 2.5 m zwischen 42 und 7.5 ka (Preusser et al. 2007). Bt3 und Bt2 liegen unterhalb dieser Datierungen und bildeten sich entsprechend vermutlich Eem- bis Frühwürmzeitlich. Um 42-35 ka entwickelte sich der Bt1 (MIS 3). Darüber folgen Lösslehme und Umlagerungszonen zwischen 19-13.5 ka. Den Abschluss bildet eine frühholozäne Deckschicht (7.5 ka), in der sich eine schwache Tonverlagerung (Btv) zeigt.



Abb. 31: Kiesgrube Kestenholz/Raubergrube, Profile Nord und Ost (Massband von 3-8 m).



Abb. 32: Profil Raubergrube Nordwand.

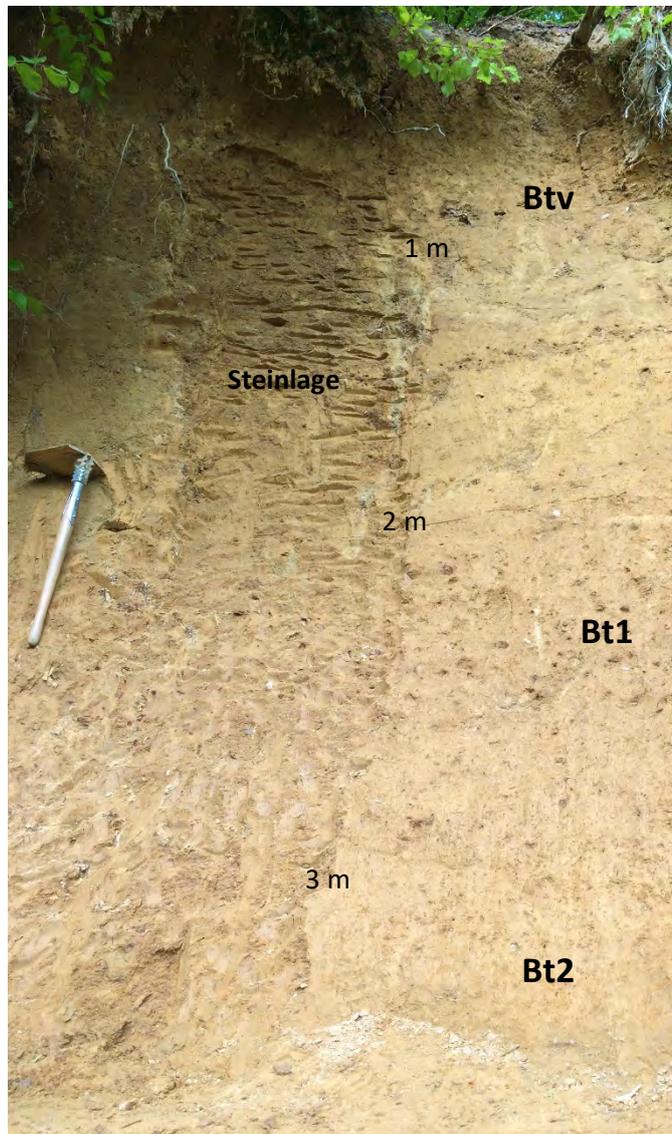


Abb. 33: Profil Raubergrube Ostwand, obere 3.3 m.

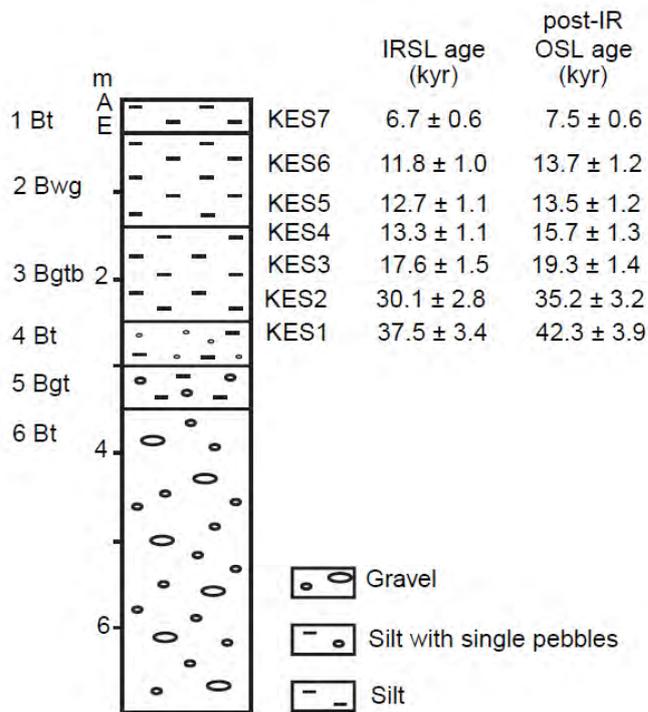


Abb. 34: OSL-Datierungen im Profil Kestenholz (Datierungen: aus Preusser et al. 2007)

MIS 3-zeitliche Bt-Bildung muss auch in anderen Profilen, wie z.B. in der Kiesgrube Attisholz (Abb. 35) angenommen werden.



Abb. 35: Kiesgrube Attisholz. Die basale OSL-Probe, die hier in ca. 7 m Tiefe aus glazifluvialen Sanden unter Moräne (Block) grade entnommen wird, hat ein Alter von 34 ka. Die Untergrenze der Bodenbildung mit einem Bt liegt bei 6.40 m unter Flur. In hochglazialen Sedimenten an der Oberfläche (OSL: 24 ka) ist ein weiterer Bt-Horizont entwickelt.

# SAMSTAG 1. Juni 2019

## 7 Islerendüne

Im Schweizer Seeland bildeten sich, als topographisch tiefliegendes Gebiet, mit dem Abschmelzen der Gletscher am Ende der letzten Eiszeit Seen wie der Neuenburger See und der Bieler See. Andere Bereiche versumpften und es bildeten sich Torfe, das Grosse Moos (Standort 8). In der nordöstlichen Umgebung des Neuenburger Sees zeugen parallel verlaufende ehemalige Strandwälle und Stranddünen von höheren Seespiegeln der Vergangenheit (Abb. 38). Die äussersten Wälle sind die Ältesten und wurden mit OSL auf den Zeitraum Jüngere Dryas-Boreal (12.9-9.8 ka) datiert, unterlagert von 14C-datiertem, Alleröd-zeitlichem Torf (13.3 ka bzw. 12.5-13.3 cal ka BP) und darunter sandige Rinnenfüllungen (OSL: 14.7 ka). Diese Wälle waren mesolithisch besiedelt (Abb. 39). Da die Wälle als Sandquelle für die Bodenmelioration der Torfe seit den Juragewässerkorrekturen im 19. und 20. Jhd. genutzt wurden, sind die Böden meist komplett abgetragen. Nur bei der Islerendüne finden sich im heutigen Naturschutzgebiet noch Reste der ursprünglichen Böden (Abb. 36). Es handelt sich um Ah-Al-Bt-IIC-Profile. Die Düne besteht überwiegend aus Fein- bis Mittelsand. Der Boden ist komplett in einer Deckschicht entwickelt, die durch hohe Schluffgehalte (30-40%, Abb. 37) charakterisiert ist. Die jüngsten Alter der Düne liegen bei 9.8 ka. Die Ablagerung der Deckschicht dürfte unmittelbar danach erfolgt sein, evtl. im Zusammenhang mit der nächst jüngeren Düne (Nusshofdüne, OSL: 9-6.5 ka), so dass die Bodenbildung, mit ca. 10 cm Bt-Horizont, seit dem Frühholozän stattfinden konnte. Die Karbonatgehalte der unverwitterten Sande liegen bei 32-39%.

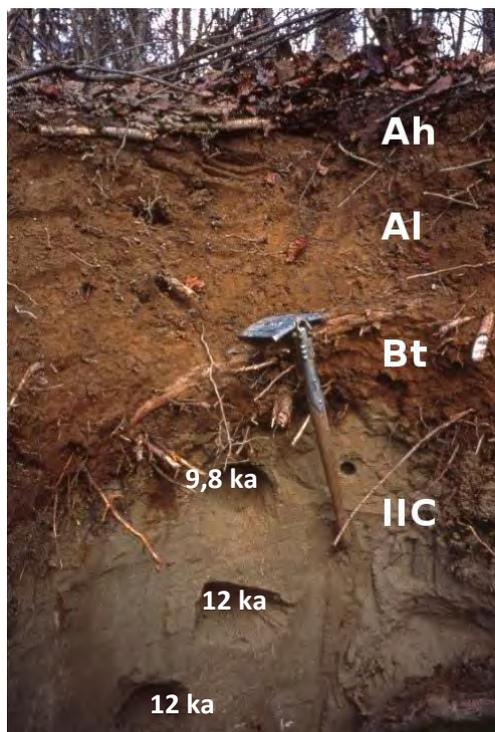


Abb. 36: Bodenprofil Islerendüne

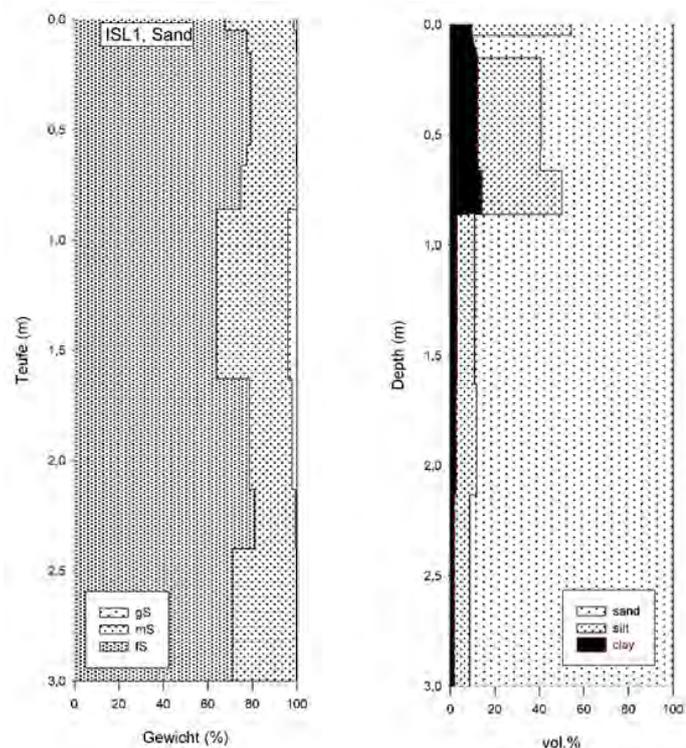


Abb. 37: Korngrössen der Islerendüne

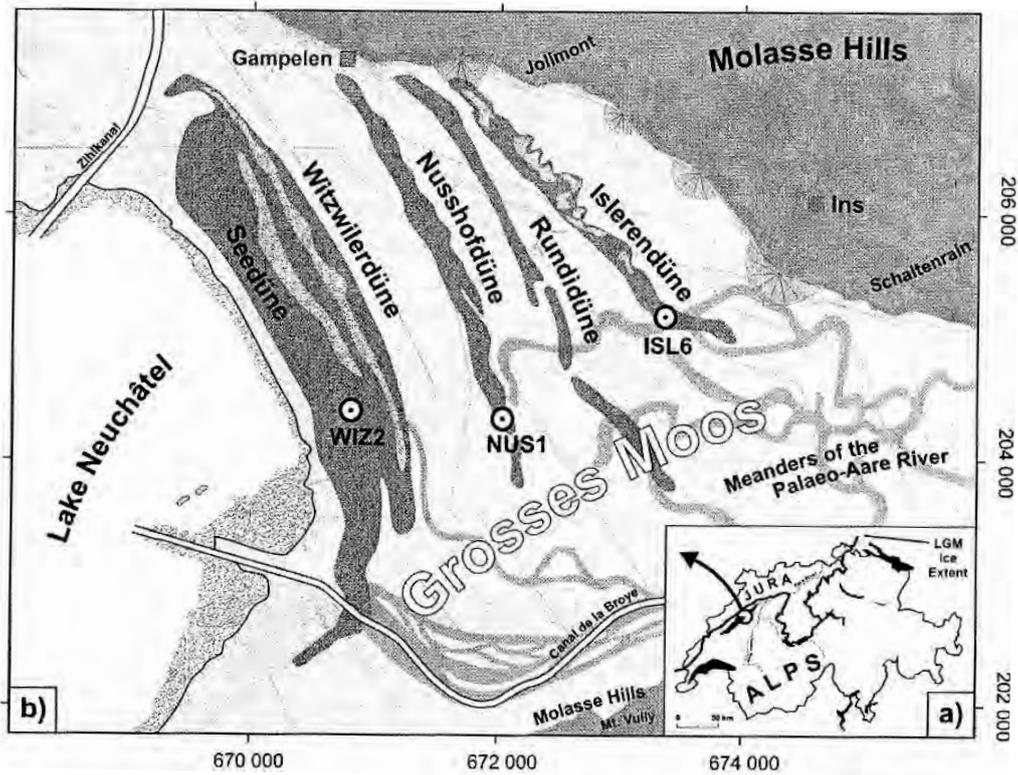


Abb. 38: Die Dünen- und Strandwallgürtel am Neuenburger See (Heer et al. unpubl.). Die vorläufigen OSL-Alter liegen bei a) Isleren/Rundi: Alleröd/Jüngere Dryas, b) Nusshofdüne: 9-6.5 ka, c) Witzwilerdüne: 2.5-1.5 ka, d) Seedüne: ca. 0.4 ka

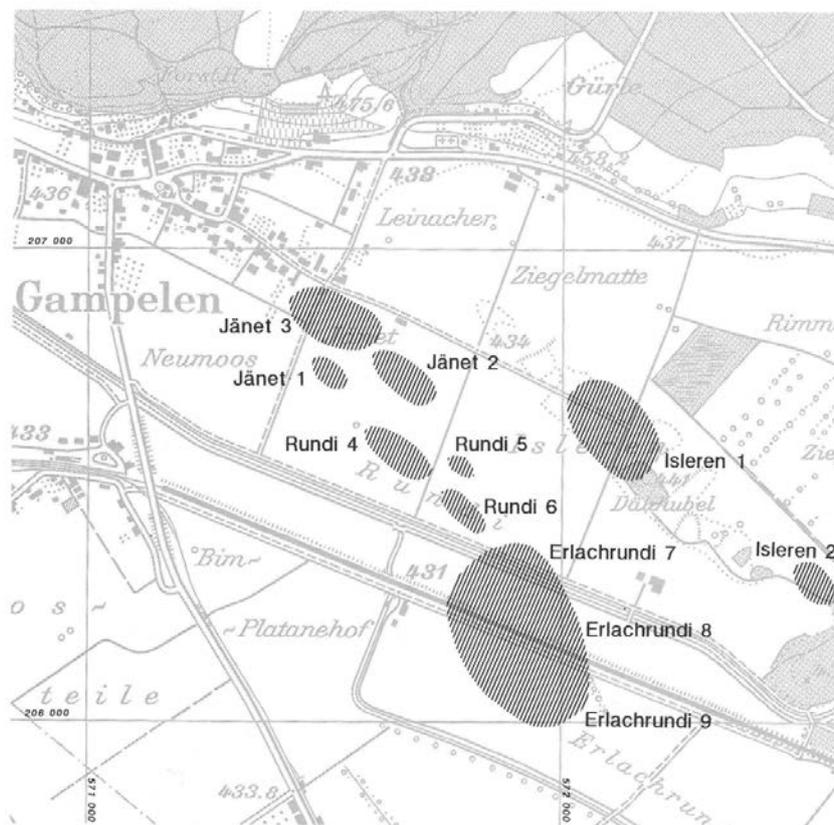


Abb. 39: Lage der steinzeitlichen, mesolithischen Fundstellen bei Gampelen (Nielsen 1991)

Der Solothurnersee

# Gab es das Riesengewässer wirklich?

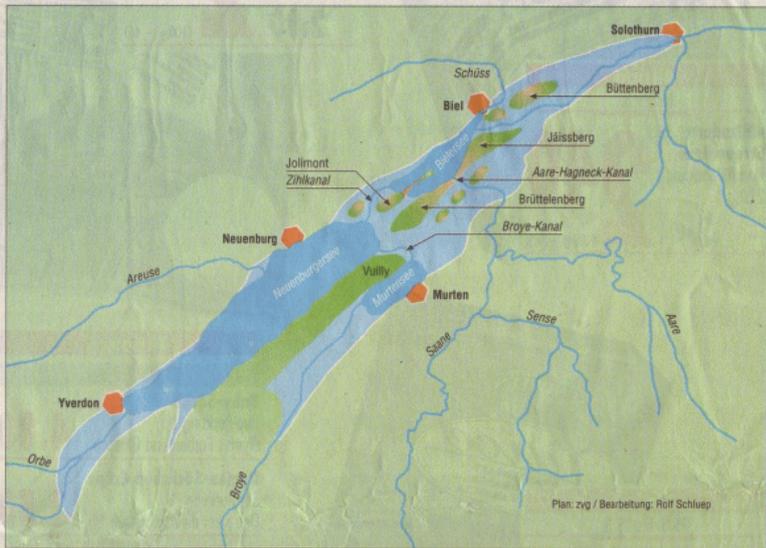
Im Dreieck Yverdon-Biel-Murtlen ist die Expo 2001 geplant. Die landschaftliche Hauptattraktion dieses Gebietes bilden die drei Seen Neuenburgersee, Bielersee und Murtensee. Kaum jemand wagt sich vorzustellen, wie gross der zusätzliche Reiz der Region am Jurasüdfuss wäre, wenn die drei Seen eine einzige Wasserfläche bilden würden. Und doch war es einmal so.

Christoph Pfister

Einmal gab es wirklich einen einzigen grossen See, der die drei heutigen Seen umfasste, und der vom waadtländischen La Sarraz bis unterhalb Solothurns reichte und nach letzterer Stadt benannt wird. Das gigantische Gewässer bestand allerdings in der Vorzeit, nach dem Ende der letzten Eiszeit. Zur Existenz und zur zeitlichen Einordnung stellen sich einige Fragen.

### Seeland Ende der letzten Eiszeit

Das Gebiet des Jurasüdfusses, überhaupt das ganze Mittelland zwischen Alpen und Jura, war seit der vorletzten Epoche der Erdgeschichte, dem jüngeren Tertiär, fast dauernd überflutet; abwechselnd durch einen Meeresarm oder



Die heutigen drei Seen am Jurasüdfuss (dunkelblaue Flächen) sind nur noch der kümmerliche Rest eines vorzeitlichen, zusammenhängenden Grossgewässers (hellblaue Fläche).

Abb. 40: Der «Solothurner See»

## 8 Grosses Moos

Das Grosse Moos ist der Gemüsegarten der Schweiz (Tab 5). Im bernischen und freiburgischen Seeland wird rund ein Viertel des einheimischen Gemüses angebaut.

	Schweiz (ha)	Seeland (ha)	Seeland (%)
Verarbeitungsgemüse	2842	275	9,7
Gewächshauskulturen	933	170	18,2
Frischgemüse	11.542	3248	28,1

Tab. 5: Anbauflächen im Grossen Moos 2014. Ca. 500 Landwirtschaftsbetriebe, Hälfte im Haupterwerb. Meist Familienbetriebe mit 12,5 ha. 60 verschiedene Gemüse.

Der Intensivanbau ist erst seit der Drainierung der Torfböden im Rahmen zweier «Juragewässerkorrekturen» (Abb. 42) möglich. Die erste Juragewässer-Korrektur erfolgte in den Jahren 1868-1878. Dabei wurden Flüsse begradigt, die Seen untereinander mit Kanälen und der Aare verbunden (Hagneckkanal) und die Wasserspiegel von Bieler, Neuenburger und Murtensee um ca. 2,5 m abgesenkt. Gesteuert wurden die Wasserspiegel durch ein Wehr bei Nidau, später bei Port. Als Folge kam es zu massiven Sackungen der Böden (Abb. 45, Abb. 46), verbunden mit erneuten Vernässungen und Hochwässern. Die Absenkung ist an den Bodenprofilen häufig durch den fossilen Gr-Horizont zu erkennen (Abb. 43).

Deshalb erfolgte in den Jahren 1962-1973 die zweite Juragewässer-Korrektur, mit weiterer Absenkung der Seespiegel um 1 m.

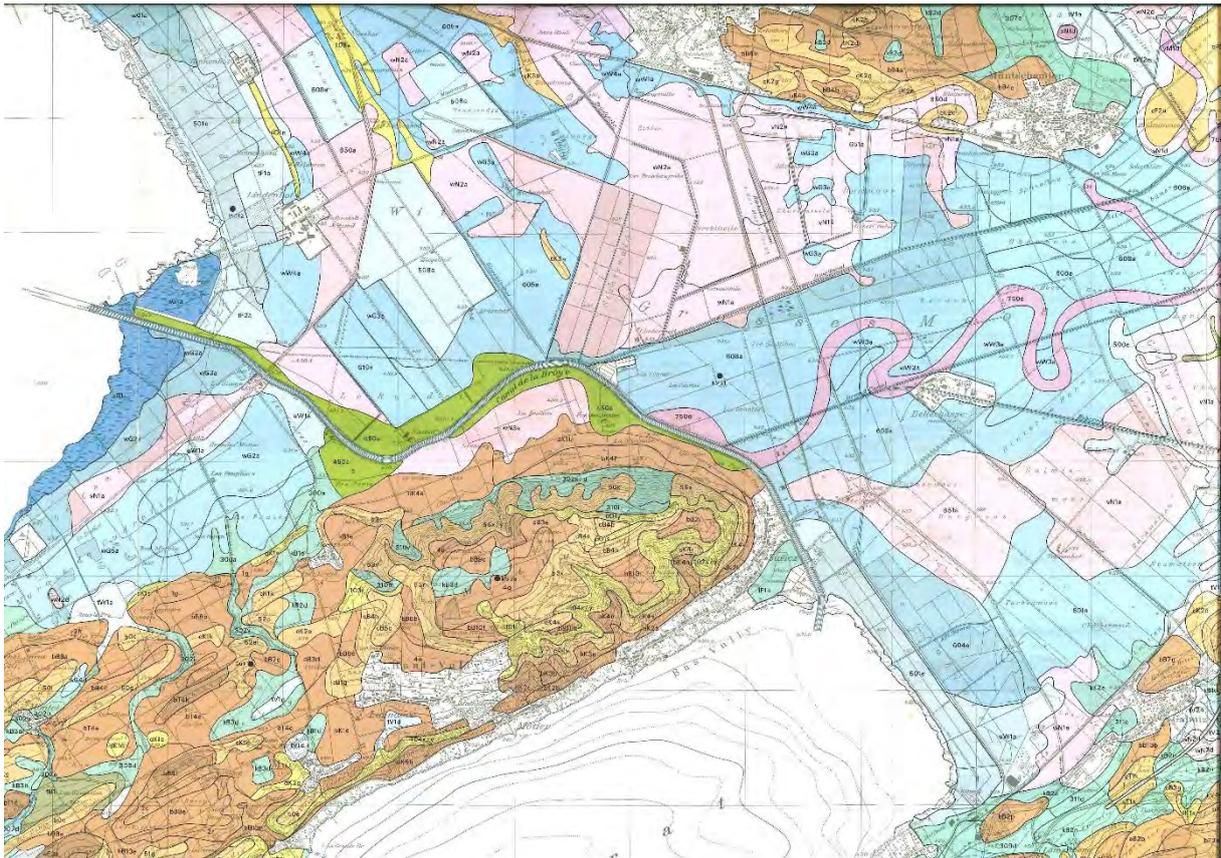


Abb. 41: Ausschnitt aus der Bodenkarte 1:25.000, Blatt 1165 Murten (braun: Parabraunerden/Braunerden; blau: Gleye; rosa: Anmoor, Niedermoor).



Abb. 42: Juragewässerkorrekturen



Abb. 42: Juragewässerkorrekturen



Abb. 43: Paläo-Gley



Abb. 44: Übersandetes tieftorfiges Halbmoor (VOL 2017)

Der Torf wurde früher durch den Kanton Bern abgebaut: gegen Ende des 19. Jhdts. wurden Sträflinge von Bern nach Ins in eine Kolonie verlagert. Der Torf diente der Beheizung der staatlichen Büros. Vor dem ersten Weltkrieg betrug die jährliche Produktion in Gals, Gampelen, Ins, Müntschemier und Brüttelen ca. 2500 t. Im 1. Weltkrieg wurden wegen Kohlemangel Abbaumengen bis zu 21.000 t/Jahr erreicht. Seit 1987 ist der Torfabbau in der Schweiz verboten, nicht aber der Import (ca. 524.000 m<sup>3</sup>/Jahr).

Heute liegen die Gemüsegelder im Seeland teilweise zwei Meter tiefer als noch vor 30 Jahren. Das Hauptproblem für den Anbau ist die heterogene Höhe innerhalb der Parzellen. In den Senken kann sich nach Starkniederschlägen das Wasser ansammeln und zu lange stehen bleiben. Im Seeland helfen sich die Bauern oft selbst, ohne Erlaubnis. Sie schütten ihre Äcker selbst wieder auf. Am 1. März 2018 wurde an der Generalversammlung der Vereinigung Pro Agricultura Seeland beschlossen, eine 3. Juragewässerkorrektur zu verlangen, was aber im völligen Gegensatz zu Forderungen des Naturschutzes liegt.

	CO <sub>2</sub> -Emissionen
Schweiz total	39.2 Mio t
aus organischen Böden der Schweiz	0.74 Mio t
aus der LN des Grossen Moos	0.124 Mio t

Tab. 6. Quantifizierung der THG-Emission aus dem Grossen Moos für das Jahr 2014 (Andreas Schellenberger, BAFU, 30. Nov. 2016).

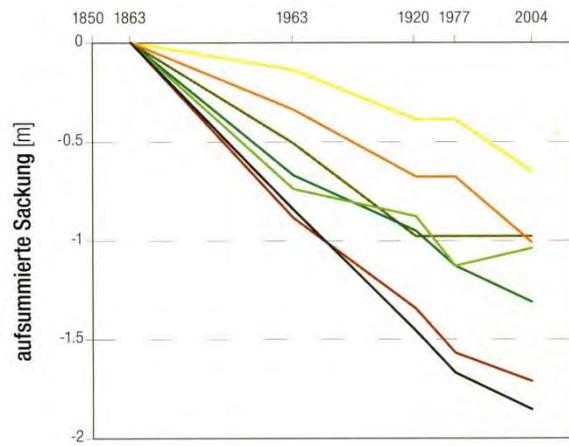


Abb. 45: Torfsackungen im Grossen Moos seit der 1. Juragewässerkorrektur (Amt für Landwirtschaft 2009)



Abb. 46: Torfsackung im Grossen Moos (Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern, Amt für Landwirtschaft 2009).

## 9 Chutzenturm/Lobsigensee

Vom Chutzenturm auf dem Frienisberg hat man einen schönen Rundblick vom Jura über das Mittelland bis in die Alpen. Im Seeland ist der Lobsigensee erkennbar, von dem es Bohrungen mit Pollenprofilen gibt. Des Weiteren werden in dieser Region seit vielen Jahren Untersuchungen zur Bodennutzung und Bodenerosion durchgeführt. Es fehlte bislang eine detaillierte Bodenkarte aus diesem Gebiet. Diese wurde nun im Rahmen einer Masterarbeit im Bereich des Lobsigensees von Dominik Zahner (2018) erstellt. Die Kartierung im Massstab 1:7500 beruht auf 560 Pürckhauer-Bohrungen.



Abb. 47: Der Lobsigensee. Blick nach Westen Richtung Jura (im Hintergrund; Foto: Dominik Zahner)

Basierend auf Grabungen weitgehend ungestörter Profile im Gebiet, und aufgrund unseren empirischen Kenntnissen, dass auf LGM-zeitlichen Ablagerungen (25 ka) im Mittelland Bodenprofile von ca. 2 m entwickelt sind, konnte Dominik Zahner die erodierten Anteile quantifizieren (Abb. 48) und mit den über die Kolluvien ermittelten Akkumulationsbeträgen vergleichen (Abb. 49, Tab. 7). Im Mittel der letzten 3 ka (Pollen) bzw. 5.5 ka (Pfahlbauten) wurden  $1.5\text{-}2.8 \text{ t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  erodiert. Heutige Erosionsbeträge liegen bei  $1,2 \text{ t ha}^{-1}\text{a}^{-1}$  (Prasuhn 2017).

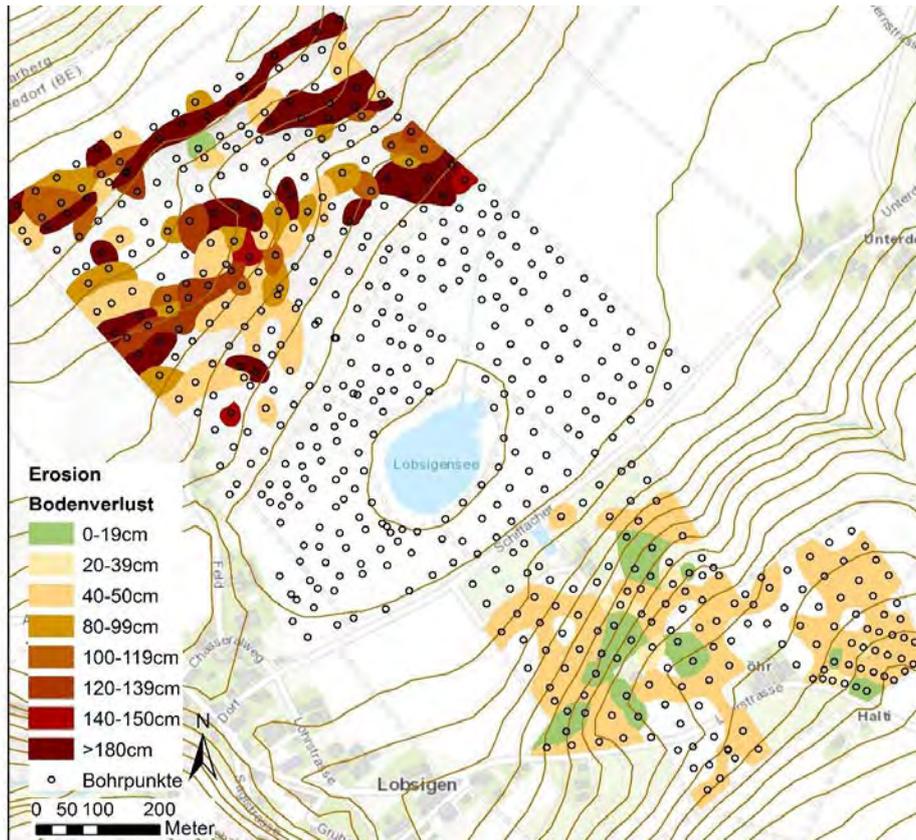


Abb. 48: Karte der Erosionsverluste (Dominik Zahner 2018)

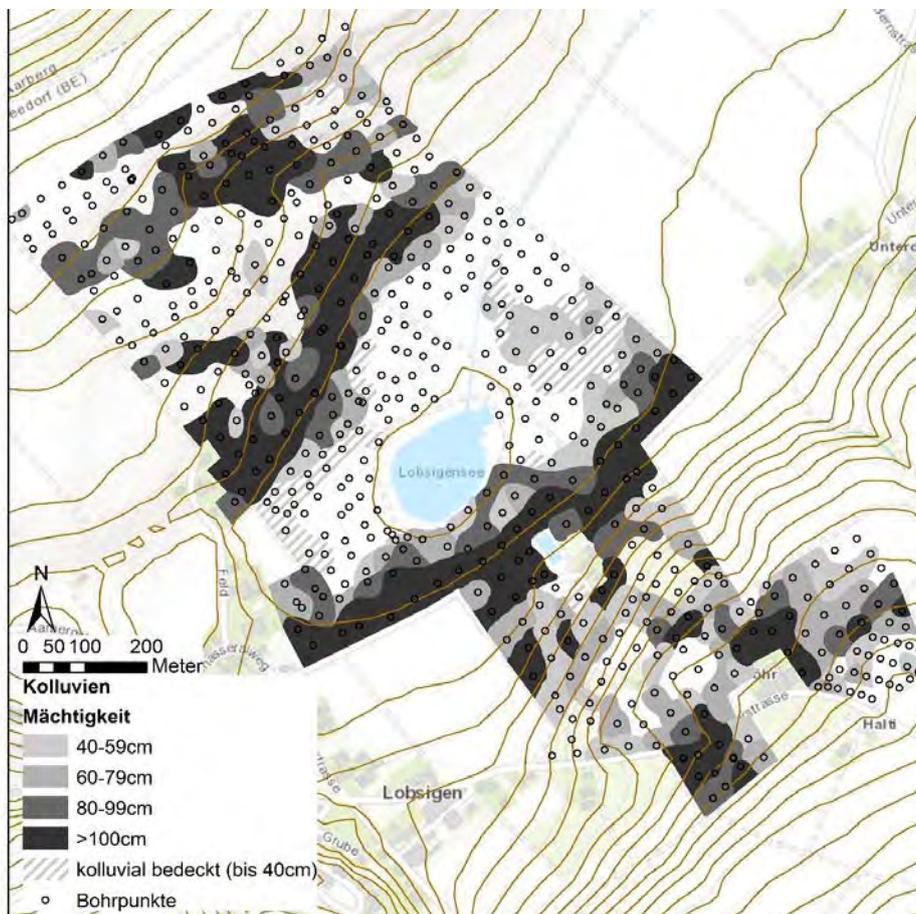


Abb. 49: Kolluvium-Mächtigkeiten (Dominik Zahner 2018)

Erodiertes Volumen	386.203 m <sup>3</sup>
Akkumuliertes Volumen	230.834 m <sup>3</sup>
Erosionsrate (Bodenprofile)	2.8-1.7 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Erosionsrate (Kolluvium)	2.5-1.5 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Prasuhn (2017)	0.7 t ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>

Tab. 7: Kalkulierte Erosionsraten; menschlicher Einfluss seit 3 ka (Pollen) bis 5.5 ka (Pfahlbauten)

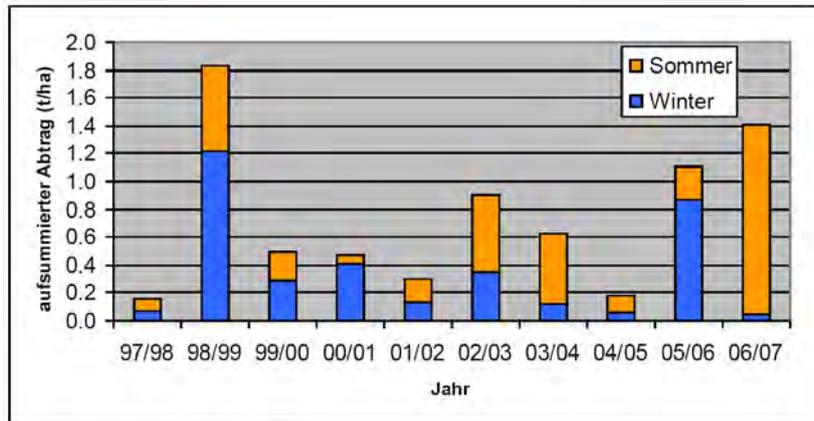


Abb. 50: Mittlere Bodenerosion im Raum Fienisberg (Prasuhn 2017)

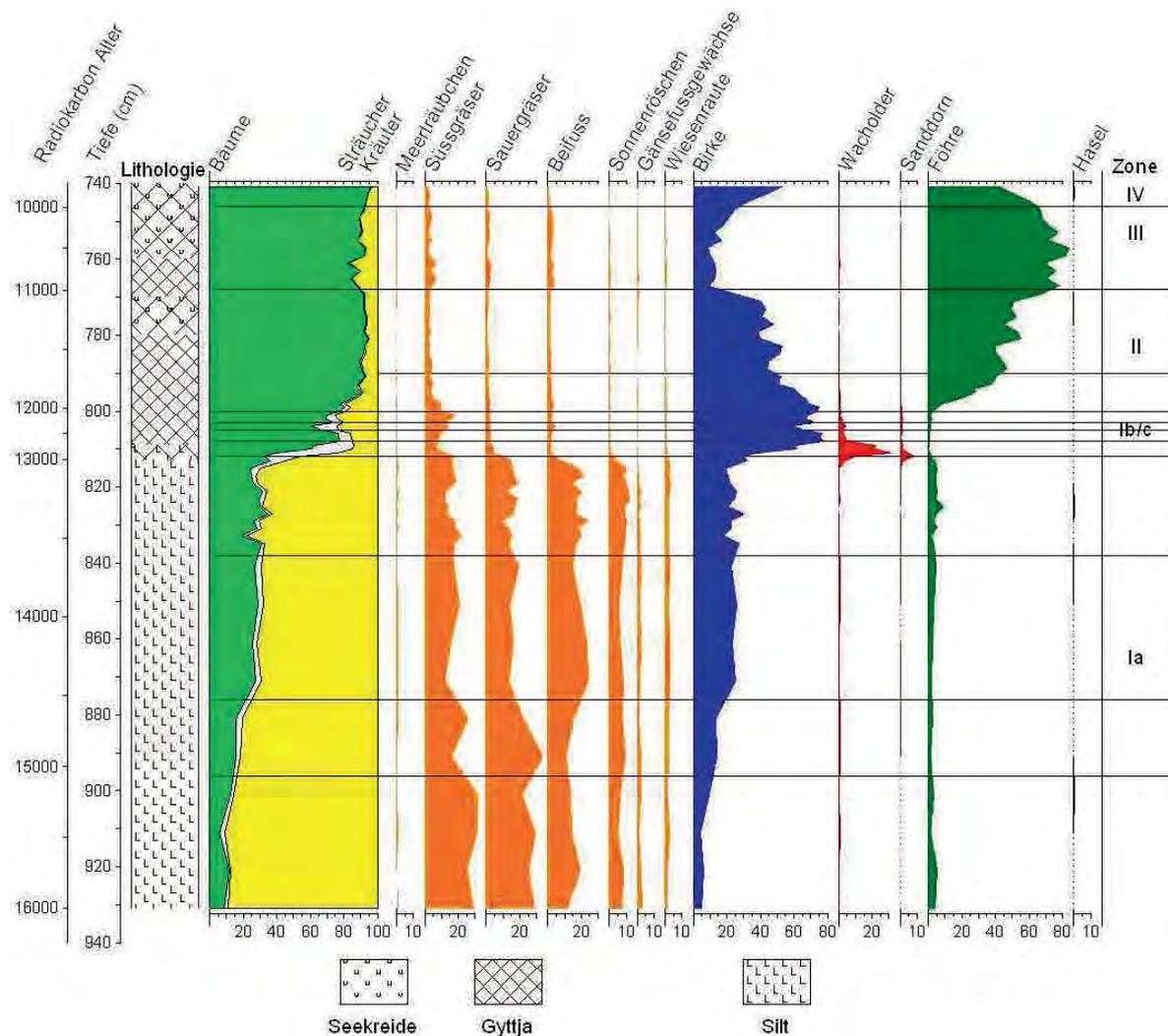


Abb. 51: Pollendiagramm für das Spätglazial des Lobsigensees (Ammann 2009)

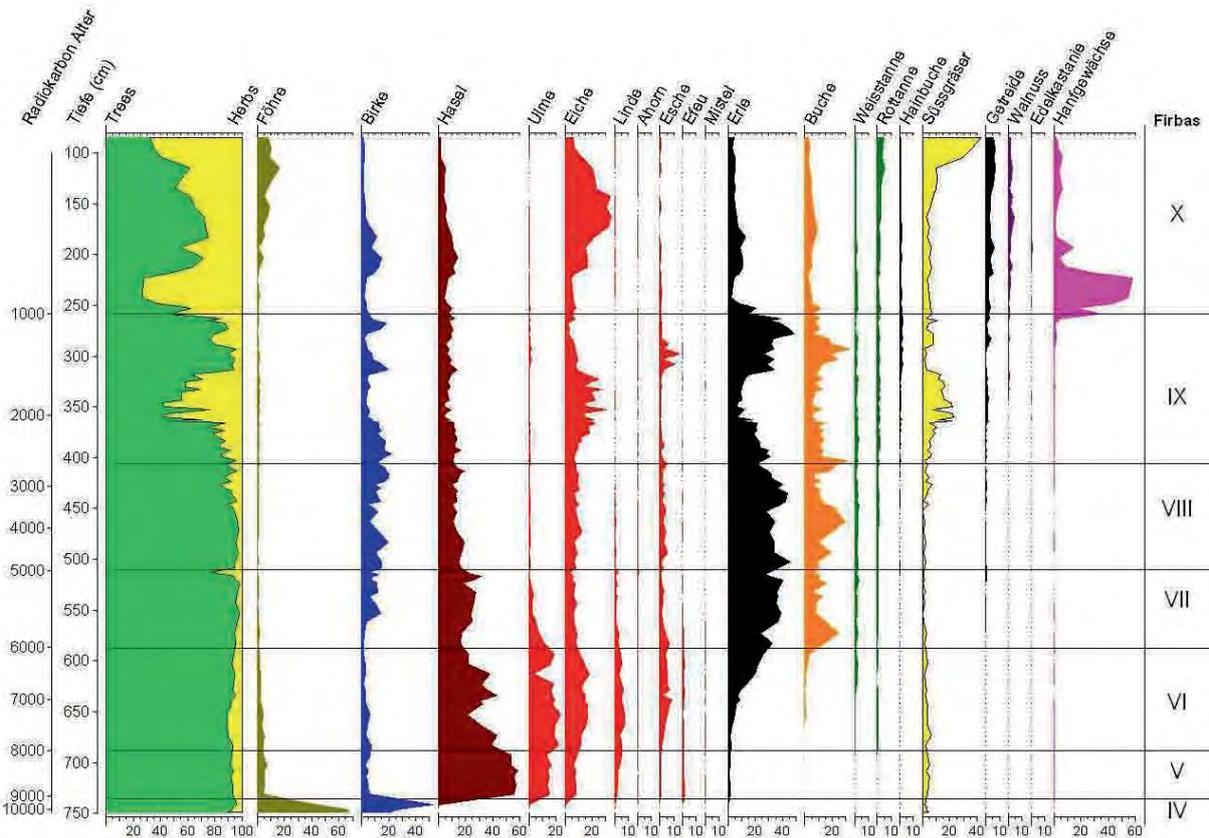


Abb. 52: Pollendiagramm für das Holozän des Lobsigensees (Ammann 2009)

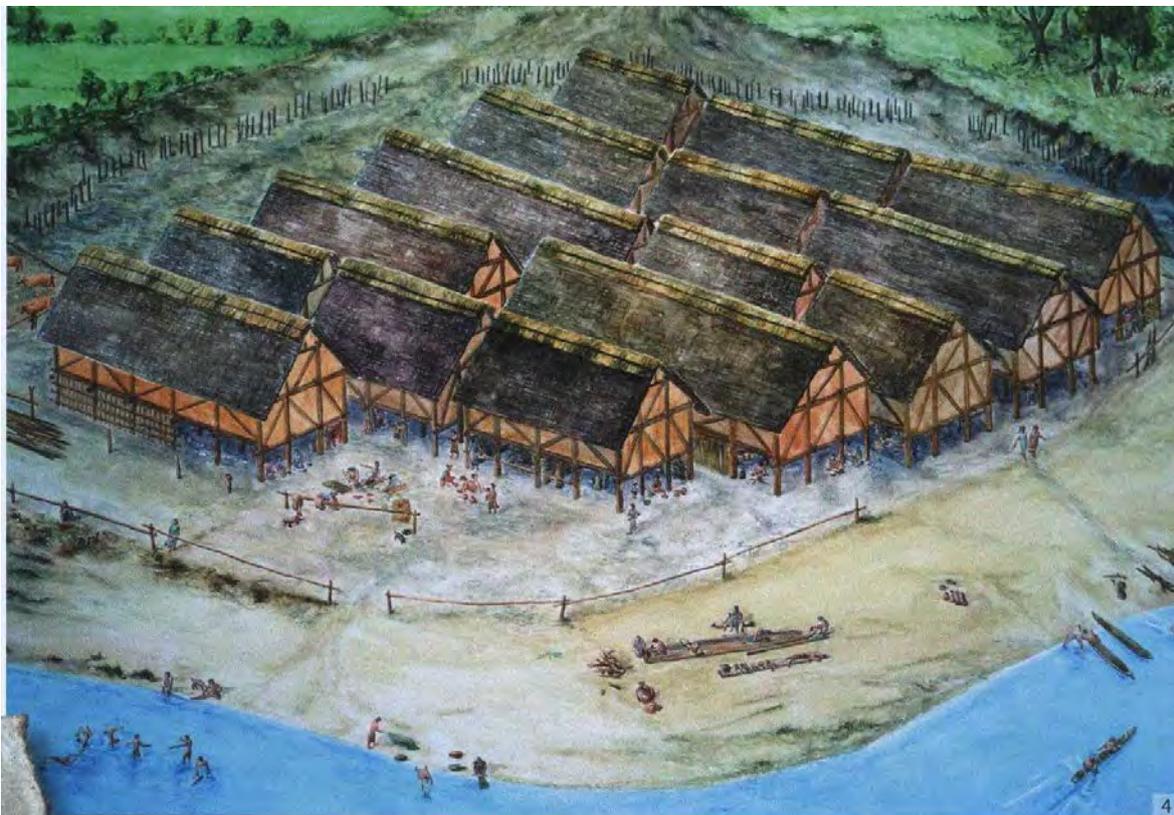


Abb. 53: Rekonstruierte Pfahlbausiedlung am Neuenburgersee (UNESCO Welterbe)

## Teil D – Fazit: Genese der Parabraunerden im Mittelland

Die Mächtigkeit, das Aussehen und die Gliederung der Parabraunerden im Mittelland schwanken vor allem in Abhängigkeit vom Alter der Ausgangssubstrate und der bodenbildenden Deckschichten.

Auf den spätglazialen Terrassen des Bölling-Alleröd (12-14 ka) fehlen Bt-Horizonte weitgehend. Hier sind saure Braunerden ausgebildet. Auf Terrassen und Moränen des ausgehenden Hochglazials (19 ka) finden sich Parabraunerden bis zu 1 m. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Bt-Bildung bereits im Spätglazial erfolgte. Darauf weisen auch die frühholozänen Hangsedimente hin. Deren älteste Ablagerungen um 10-11 ka überdecken bereits gut ausgebildete Bt-Horizonte.

Auf Ablagerungen des LGM (24 ka) erreichen die Böden 1,80-2,20 m. Diese Verdoppelung kann nur in der Zeitspanne um das LGM erfolgt sein (Entkarbonatisierung?). Auf Ablagerungen des Mittelwürms ( $\pm 40$  ka) treten Pedokomplexe mit Bt-, Bv- und Btv-Horizonten auf. Sofern noch ältere, Frühwürmzeitliche oder Eemzeitliche Bt-Horizonte entwickelt sind, kann die Würmzeitliche Bodenbildung mehr als 8 m betragen.

Die holozäne Tonverlagerung ist minimal. Sichtbar ist sie lediglich an den schwachen Toncutanen (Btv-Horizonte) auf der lösslehmartigen frühholozänen Deckschicht. Eine Ausnahme, und die bislang einzige holozäne Parabraunerde im Mittelland, ist der Boden auf der Islerendüne. Nur hier wurde im Frühholozän eine kalkhaltige Deckschicht in Strandnähe abgelagert, in der dann die Tonverlagerung stattgefunden hat. Auf allen anderen Standorten waren die Böden bereits am Ende des Pleistozäns entkalkt und versauert, und die Tonverlagerung war damit abgeschlossen. Deshalb handelt es sich praktisch überall im Mittelland um Phänoparabraunerden, oder vielleicht korrekter: um saure Braunerden über einem fossilem Bt-Horizont.

Die Bt-Bildung erfolgte vor allem im Spätglazial und im MIS 3. Sofern die Oberflächen stabil waren, erfolgte Entkalkung (und Tonverlagerung?) aber offenbar auch unter kaltzeitlichen Verhältnissen zwischen 24-19 ka. Im Holozän wurden die bereits entkalkten Parabraunerden kaum weiterentwickelt. Hier dominieren unter stark sauren Verhältnissen (pH 3,7-4,1) hydromorphe Überprägungen. Überraschend ist ausserdem die starke frühholozäne Landschaftsdynamik selbst in ebenen Terrassenabschnitten. Sie führte zu linearer Zerschneidung, Umlagerung der pleistozänen Lösslehme und periglazialer Überprägung bis ca. 7.5 ka. Möglicherweise liefern die im Frühholozän höhere Saisonalität und die damit zusammenhängenden sehr niedrigen Wintertemperaturen, vielleicht auch der 8.2 ka-Event, eine Erklärung für den damals tiefgründigen Bodenfrost. Jedenfalls scheint im Mittelland die «holozäne» Bodenbildung unter stabilen Landschaftsverhältnissen erst nach 7.5 ka zu beginnen.

## Literatur

- Ammann, B. (2009): Nassböden als Umweltarchive des Seelands. - in: Seebutz (2009): Heimatbuch des Seelands und Murtenbiets, W. Gassmann AG, S. 43–47.
- Amt für Landwirtschaft (2009): Bodenbericht 2009. Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern.
- Bini, A., J.-F. Buoncristiani, S. Couterrand, D. Ellwanger, M. Felber, D. Florineth, H.R. Graf, O. Keller, M. Kelly, C. Schlüchter & P. Schöneich (2009) Die Schweiz während des Letzt Kaltzeitlichen Maximums (LGM). Karte 1:500.000. Bundesamt für Landestopographie, Wabern.
- Furrer, G., Keller, W.A., Gamper, M. & Suter, J. (1987): Exkursionsführer Teil A: Rhonegletscher. – Geogr. Inst. der Univ. Zürich, Schriftenreihe Physische Geographie, 24: 1-73.
- Gerber, E. (1955): Ergebnisse glazialgeologischer Studien nordöstlich von Bern. – Mitt. der Naturf. Ges. Bern, 12: 3-21.
- Heer, A., I. Hajdas, S. Lowick, F. Preusser & H. Veit (2008): Dune development on the Swiss Plateau – landscape evolution since the Late Pleistocene constrained by luminescence and radiocarbon dating. – Abh. Geol. B.-A., 62: 255, Wien.
- Isarin, R.F.B. (1997): Permafrost distribution and temperatures in Europe during the Younger Dryas. – Permafrost and Periglacial Processes, 8: 313-333.
- Jöris, O., M. Street & F. Sirocko (2012a): Das Mittlere Jungpaläolithikum – die Gletscher kommen, der Mensch geht. – in: Sirocko, F. (Hrsg.): Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung von der Eiszeit bis ins 21. Jahrhundert. (Theiss), Stuttgart, S. 77-83.
- Jöris, O., M. Street & F. Sirocko (2012b): Als der Norden plötzlich warmer wurde. – in: Sirocko, F. (Hrsg.): Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung von der Eiszeit bis ins 21. Jahrhundert. (Theiss), Stuttgart, S. 93-99.
- Laskar, J., P. Robutel, F. Joutel, M. Gastineau, A.C.M. Correia & B. Levrard (2004): A long term numerical solution for the insolation quantities of the Earth. – Astronomy and Astrophysics, 428: 261-285.
- Mailänder, R. & H. Veit (2001): Periglacial cover-beds on the Swiss Plateau: indicators of soil, climate and landscape evolution during the Late Quaternary. – Catena, 45 (4): 251-272
- Maisch, M. (2004): Gletscher im Brennpunkt des Klimawandels. - in: Zängl, W. & Hamberger S. (Hrsg.): Gletscher im Treibhaus, Tecklenborg Verlag, Steinfurt, S. 204-214.
- Nielsen, E.H. (1991): Gampelen-Jänet 3. Eine mesolithische Fundstelle im westlichen Seeland. - Bern.
- Prasuhn (2017): Bodenerosion. Stand der Forschung und Verwendung der Erosionsrisikokarte. - Nationale Ackerbautagung, 24.01.2017; [http://www.pag-ch.ch/fileadmin/Fichiers\\_PAG/pdf/4.\\_Nat.\\_Ackerbautagung/05\\_Prasuhn\\_D\\_PAG\\_2017\\_d.pdf](http://www.pag.ch/fileadmin/Fichiers_PAG/pdf/4._Nat._Ackerbautagung/05_Prasuhn_D_PAG_2017_d.pdf)
- Preusser, F., A. Blei, H. Graf & C. Schlüchter (2007): Luminescence dating of Würmian (Weichselian) proglacial sediments from Switzerland: methodological aspects and stratigraphical conclusions. – Boreas, 36: 130-142.
- Preusser, F., H.-R. Graf, O. Keller, E. Krayss & C. Schlüchter (2011) Quaternary glaciation history of northern Switzerland. In: Eiszeitalter und Gegenwart, 60 (2-3):282-305.
- Schlüchter, C. (1976): Geologische Untersuchungen im Quartär des Aaretals südlich von Bern. – Beiträge zur Geol. Kte. der Schweiz, N.F., 148: 117 S.
- Trauerstein, M., S.E. Lowick, F. Preusser & H. Veit (2017): Testing the suitability of dim sedimentary quartz from northern Switzerland for OSL burial dose estimation. – Geochronometria, 44 (1): 66-76.
- Veit, H. (2002): Die Alpen - Geoökologie und Landschaftsentwicklung. – Stuttgart (Ulmer), 352 S.

Veit, H. & C. Gnägi (2014) Die Böden des Berner Mittellandes. Braunerden und Parabraunerden im Spiegel der eiszeitlichen Landschaftsentwicklung. - In: Bäschlin, E., H. Mayer & M. Hasler (Hrsg.): Bern. Stadt und Region. Jahrbuch Geographische Gesellschaft Bern, 64/2014: 267-292.

Veit, H., M. Trauerstein, F. Preusser, T. Messmer, C. Gnägi, R. Zech & L. Wüthrich (2017): Late Glacial/Early Holocene slope deposits on the Swiss Plateau: Genesis and palaeo-environment. – *Catena*, 158: 102-112.

VOL, Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern (2017): Bodenbericht 2017.

Welten, M. (1982): Pollenanalytische Untersuchungen im Jüngerem Quartär des nördlichen Alpenvorlandes der Schweiz. – *Beiträge zur Geol. Karte der Schweiz*, 156: 1-174.

Wüthrich, L., E.G. Morabito, J. Zech, M. Trauerstein, H. Veit, C. Gnägi, S. Merchel, A. Scharf, G. Rugel, M. Christl & R. Zech (2018): <sup>10</sup>Be surface exposure dating of the last deglaciation in the Aare Valley, Switzerland. - *Swiss Journal of Geosciences*, 111: 295-303.

Zahner, D. (2018): Böden und Bodenerosion am Lobsigensee (Seedorf BE). – Masterarbeit Uni Bern, Geogr. Institut.