

Zeitschrift: Mitteilungen / Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft des Kantons Solothurn
Band: 43 (2017)

Artikel: Böden im Kanton Solothurn
Autor: Hauert, Christine / Rohr, Gaby von / Margreth, Stephan
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-681523>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Böden im Kanton Solothurn

Christine Hauert, Gaby von Rohr, Stephan Margreth, Anina Schmidhauser, Thomas Gasche

Christine Hauert
Gaby von Rohr
Stephan Margreth
Amt für Umwelt
Abteilung Boden
Werkhofstrasse 5
4509 Solothurn
afu@bd.so.ch

Anina Schmidhauser
Gasche-Bodengutachten GmbH
Schulhausstrasse 2
3600 Bern
schmidhauser@gasche-bodengutachten.ch

Thomas Gasche
Gasche-Bodengutachten GmbH
Horburgstrasse 22
4057 Basel
gasche@gasche-bodengutachten.ch

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung | 52

Schlagworte | 53

Einleitung | 53

1 Entstehung und Bedeutung des Bodens | 54

1.1 Funktionen des Bodens | **54**

1.2 Was ist Boden? | **54**

1.3 Bodenbildungsfaktoren | **57**

1.3.1 Ausgangsmaterial | **57**

1.3.2 Relief | **59**

1.3.3 Klima | **60**

1.3.4 Lebewesen | **64**

1.3.5 Mensch | **65**

2 Methodische Grundlagen zur Erfassung der Bodeneigenschaften | 66

2.1 Das Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» | **66**

2.2 Arbeitsschritte der Bodenkartierung | **69**

2.2.1 Erstellung der Konzeptkarte und Festlegung der Profilstandorte | **69**

2.2.2 Festlegung und Erfassung der Bodenprofile | **71**

2.2.3 Flächenkartierung | **72**

2.2.4 Digitale Datenverarbeitung | **72**

2.3 Stand der Kartierung und Ausblick | **73**

3 Bodentypen im Kanton Solothurn | 75

3.1 Regosol | **76**

3.2 Rendzina | **78**

3.3 Braunerde/Saure Braunerde/Kalkbraunerde | **80**

3.4 Parabraunerde | **82**

3.5 Pseudogley/Braunerde-Pseudogley | **84**

3.6 Fahlgley/Buntgley/Braunerde-Gley | **87**

3.7 Fluvisol | **89**

3.8 Halbmoor/Moor | **91**

3.9 Anthropogene Böden/Rekultivierte Böden | **93**

4 Böden im regionalen Überblick | 95

4.1 Bucheggberg | **95**

4.1.1 Bodengesellschaften im Bucheggberg | **95**

4.1.2 Böden auf eiszeitlichen Sedimenten | **95**

4.1.3 Böden auf der Molasse | **98**

4.1.4 Schichtwechsel in Bodenprofilen | **98**

4.1.5 Lokale Tuffvorkommen | **100**

4.1.6 Erosionsanfällige Böden im Bucheggberg | **101**

4.2 Limpachtal | **103**

4.2.1 Bodengesellschaften im Limpachtal | **103**

4.2.2 Gesamtmelioration Limpachebene und Auswirkungen auf die Bodennutzung | **105**

4.2.3 Die Böden der Limpachebene vor der Entwässerung | **106**

4.2.4 Die Böden der Limpachebene heute | **108**

4.2.5 Die Böden nördlich und südlich der Limpachebene | **108**

4.3	Wasseramt		111
4.3.1	Geologische Situation und Bodengesellschaften im Wasseramt		111
4.3.2	Boden als Grundwasserfilter		115
4.3.3	Einfluss des Grundwassers auf den Bodenwasserhaushalt		116
4.3.4	Die Moorböden um den Burgäschisee		118
4.3.5	Archivfunktion von Böden – am Beispiel des Burgäschisees		120
4.4	Gäu/Untergäu		121
4.4.1	Vielfältige Bodengesellschaft zwischen Jurakalk und glazialen Schottern		123
4.4.2	Böden am Fuss des Juras		123
4.4.3	Vom Wasser geprägte Böden in der Dünnernebene		123
4.4.4	Glaziale Schottergebiete im Mittel- und Aaregäu		124
4.4.5	Born – die vorgelagerte Jurafalte		127
4.5	Niederamt		128
4.5.1	Bodengesellschaften im Niederamt		129
4.5.2	Bodenvielfalt am Südhang der ersten Jurakette		129
4.5.3	Böden auf den Terrassen oberhalb der Aareebene		133
4.5.4	Junge Fluvisole in der Aareebene		135
4.5.5	Bodenmosaik am Engelberg		136
4.6	Thal/Dorneck/Thierstein		138
4.6.1	Welschenrohr – kleinräumiges Mosaik unterschiedlichster Böden		139
4.6.2	Gempfen – Böden des Tafeljura		144
4.6.3	Witterswil/Bättwil – Böden am Juranordrand		149
5	Nutzen und Einsatz von Bodenkarten anhand ausgewählter Beispiele		153
5.1	Bodeninformationen als Anwendungskarten im kantonalen Geoportal		153
5.2	Erhebung der Fruchtfolgeflächen		154
5.2.1	Anforderungen an die Fruchtfolgeflächen		154
5.2.2	Ablauf der Neuerhebung der Fruchtfolgeflächen unter Einbezug der Bodendaten		154
5.3	Bodendaten für landwirtschaftliche Strukturverbesserungsprojekte		157
5.3.1	Güterregulierung und Pachtlandarrondierung in Welschenrohr		157
5.3.2	Sanierung Entwässerung «Moos» in Aetingen		158
5.4	Verdichtungsempfindlichkeitskarte		161
5.4.1	Entstehung und Folgen von Bodenverdichtungen		161
5.4.2	Herleitung der Verdichtungsempfindlichkeitskarte		161
5.4.3	Einsatz der Verdichtungsempfindlichkeitskarte in der Forstwirtschaft		164
5.5	Bodendaten in der Planung und Ausführung von Bauvorhaben		165
5.5.1	Eppenbergtunnel und Vierspurausbau SBB-Linie zwischen Olten und Aarau		165
	Ausblick		167
	Dank		167
	Bildnachweis		168
	Literatur		169
	Glossar		172
	Anhang		174
	Anhang 1: Auswahl der Horizontbezeichnungen (FAL, 1997)		174

Böden im Kanton Solothurn

Christine Hauert, Gaby von Rohr, Stephan Margreth, Anina Schmidhauser, Thomas Gasche

Zusammenfassung

Die Böden im Kanton Solothurn werden seit Mitte der 1990er-Jahre im Auftrag des Amtes für Umwelt systematisch kartiert. Dabei werden flächendeckend die Bodeneigenschaften sämtlicher Böden erfasst, die ausserhalb des Siedlungsgebietes liegen. Bis zum Frühling 2016 wurden 20000 Hektaren Landwirtschafts- und Waldböden kartiert. Dies entspricht knapp einem Drittel der zu kartierenden Böden.

Das Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» hat den Anspruch, die Bodeneigenschaften kantonsumfassend und über die gesamte Zeitdauer des Projektes einheitlich und vergleichbar zu erfassen. Die zu bestimmenden Parameter, der Arbeitsablauf und die Qualitätskriterien sind daher klar definiert und im «Projekthandbuch Bodenkartierung Kanton Solothurn» (AfU, 2014) festgelegt. Weiter dienen die Werke der Schweizerischen Kartieranleitung und Klassifikation als methodische Grundlage. Die im Feld erfassten Bodendaten werden in einer Datenbank und in einem Geografischen Informationssystem verwaltet. Sie können für verschiedenste Auswertungen verwendet und zu thematischen Karten aufbereitet werden. Mehrere Anwendungskarten stehen im Internet zur Verfügung. Die bisher kartierten Regionen des Kantons Solothurn zeigen charakteristische Vergesellschaftungen von Böden. Einen für die Mittellandböden massgeblichen Einfluss auf die Bodenbildung und somit auf die heutigen Böden hat die letzte eiszeitliche Vergletscherung. So waren die westlichen Kantonsteile bis in den Raum Wangen an der Aare während der Birrfeld-Eiszeit um 24000 Jahre vor heute mit Eis bedeckt. Die Bodenbildung setzte also erst nach Rückzug der Gletscher auf dem freigelegten Material ein. Die Böden östlich dieser Grenze blieben eisfrei. In weiten Gebieten konnte die Entwicklung der bestehenden Böden voranschreiten, was die vielen tiefgründig verwitterten Böden in diesen Teilen des Kantons erklärt.

Der Bucheggberg als Molasse-Hügelkette ist grösstenteils von Moräneablagerungen überdeckt. Trotzdem sind die Böden hier häufig «molassegeprägt». So finden sich oft leichte, gut durchlässige Böden, welche jedoch aufgrund des tiefen Tongehalts und hohen Schluffanteils stark erosionsanfällig sind.

Das angrenzende Solothurner Limpachtal ist geprägt durch die umfassende Entwässerung des ehemaligen Sumpfgebietes. In der stark drainierten Talebene finden sich nebst Stauwasserböden weiterhin grundwasser geprägte Gley- und Halbmoorböden. Sie setzen sich deutlich ab von den normal durchlässigen bis stauwasserbeeinflussten Braunerden und Sauren Braunerden im hügeligen Gebiet rund um Messen und am Hangfuss zum Bucheggberg.

Gemäss geologischer Karte liegt das Wasseramt je etwa hälftig über postglazialen Emmeschottern respektive über Würmschottern und -moräne. Diese Zweiteilung sucht man bei den Böden vergeblich. Die Böden im Bereich der Emmeschotter sind grösstenteils in darüberliegenden, feinkörnigen und skelettarmen Ablagerungen entstanden und weisen ein ähnliches Spektrum auf wie die benachbarten Böden.

In den Böden im Gäu und im Niederamt zeichnet sich der geologische Übergang vom Jura zum Mittelland ab. Im Gäu kommen am Jurasüdhang und in der Dünnernebene eher schwere, tonige Böden vor. Auf den südlich anschliessenden, höher gelegenen Molasse- und Schottergebieten im Mittel- und Aaregäu sind vermehrt leichtere, gut durchlässige Böden vorzufinden.

Die Böden im Niederamt sind aufgrund der abwechslungsreichen geologischen Verhältnisse und der Topografie auf kleinstem Raum sehr vielfältig. Sie reichen von Rendzinen am Jurasüdhang, über tiefgründige Braun- und Parabraunerden auf den Terrassen, über Fluvisole entlang der Aare bis schliesslich hin zu einem kleinräumigen Mosaik dieser Vielfalt am Engelberg.

In den Jurabezirken wurden bisher nur in wenigen Gebieten Böden kartiert, meistens in Rahmen von Güterregulierungen. Das Bodenspektrum ist sehr breit und oft durch kleinräumige Muster geprägt, die stark durch Hangprozesse beeinflusst sind. Teilweise finden sich auch Reste sehr alter Böden aus dem Tertiär wieder.

Die Kenntnisse der Eigenschaften unserer Böden sind für verschiedenste Fragestellungen wichtig, und die erhobenen Bodendaten können vielseitig eingesetzt werden. Nebst Informationen zu einer standortgerechten land- und forstwirtschaftlichen Produktion dienen sie zum Beispiel als zentrale Grundlage für die Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen oder für landwirtschaftliche Strukturverbesserungsprojekte. In der Land-, Forst- und Bauwirtschaft helfen Verdichtungsempfindlichkeitskarten, möglichst bodenschonende Arbeitstechniken zu planen und umzusetzen. Auf Baustellen bilden Bodenkarten zusätzlich die Grundlage für die Bodenabtrags- und Rekultivierungsarbeiten.

Die Bedeutung der Bodenkartierung im Kanton Solothurn hat in den Jahren ihres Bestehens stetig zugenommen und wird aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Bodendaten weiter wachsen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, das Projekt wie geplant fortzuführen. Die zunehmenden Erkenntnisse im Bereich der digitalen Bodenkartierung und die immer umfangreicheren digitalen Grundlagendaten werden dabei fortlaufend berücksichtigt; an einen Verzicht der aufwendigen Feldarbeit ist jedoch nicht zu denken.

Schlagworte

Bodenkartierung
Bodeninformationen
Bodengesellschaften
Bodenlandschaften
Anwendungskarten

Einleitung

Boden ist für die Menschen und das Leben auf der Erde von essenzieller Bedeutung. Als Übergangsbereich zwischen Atmosphäre, Grundwasser, Pflanzendecke und dem unbelebten Erdinnern vermag er eine Vielzahl von Stoff- und Energiekreisläufen aufrechtzuerhalten, die unsere Lebensmittelproduktion oder die Filterung und Speicherung von Trinkwasser oder Nährstoffen erst ermöglichen.

Die Selbstverständlichkeit seiner Existenz ist zugleich auch sein grösster Feind: Die Bedeutung des Bodens ist vielen nicht bewusst. Boden ist eine knappe Ressource und aufgrund seiner enorm langen Entwicklungszeit kaum erneuerbar. Der Verlust an fruchtbarem Boden durch Überbauung, Erosion oder Schadstoffbelastung geschieht oft schleichend. Umso mehr sind Anstrengungen zum Schutz und zur Erhaltung des Bodens erforderlich.

Durch das systematische Kartieren der Böden werden ihre Vielfalt und ihre typischen Eigenschaften erfasst. Mit den Erkenntnissen daraus sind gezielte Massnahmen zum Schutz oder zur Wiederherstellung standorttypischer und fruchtbarer Böden erst möglich. Gleichzeitig können die gewonnenen Bodeninformationen für viele weitere Zwecke eingesetzt werden, sei dies in der Landwirtschaft, zum Beispiel zur Sicherung guter Landwirtschaftsböden, in der Forstwirtschaft, beispielsweise für eine standortgerechte Baumartenwahl und eine bodenschonende Holzernte, für Gewässer- und Hochwasserschutzanliegen oder für raumplanerische Entscheidungen.

Dieser Bericht will die versteckte Welt der Böden öffnen und den Lesenden die Böden im Kanton Solothurn – soweit sie uns bisher bekannt sind – vorstellen. Er zeigt auf, wie die Böden und ihre Eigenschaften erfasst und die gewonnenen Informationen genutzt werden können.

1 Entstehung und Bedeutung des Bodens

1.1 Funktionen des Bodens

Böden sind für das Leben auf der Erde unverzichtbar. Sie sind Lebensgrundlage und Lebensraum, garantieren die Aufrechterhaltung verschiedener natürlicher Kreisläufe und nehmen vielfältige Funktionen wahr. Die Bodenfunktionen können den drei Bereichen natürliche Funktionen, Nutzungsfunktionen und Archivfunktionen zugeteilt werden, die in Abbildung 1 illustriert sind.

1.2 Was ist Boden?

Boden ist der belebte oberste Teil der Erdkruste. Ein gut entwickelter Boden besteht aus mineralischen und organischen Bestandteilen, Wasser, Luft und unzähligen verschiedensten Bodenlebewesen. Bei einer intakten Bodenstruktur, dem Ergebnis von bodenbildenden Prozessen, sind die mineralischen und organischen Bestandteile zu stabilen Aggregaten verbunden. Zwischen und innerhalb dieser Aggregate befindet sich ein zusammenhängendes System von Hohlräumen, sogenannten Poren, in dem Wasser und Luft zirkulieren und zugleich auch gespeichert werden können.

Jeder Boden hat einen charakteristischen Aufbau von der Oberfläche bis in die Tiefe. So können Böden in verschiedene Lagen, sogenannte Horizonte, eingeteilt werden. Die Bodenhorizonte unterscheiden sich in ihren Eigenschaften: Der oberste Horizont, der Oberboden oder A-Horizont, ist geprägt durch die Humusbildung. Er ist in der Regel reicher an Humus und deshalb deutlich dunkler als der Unterboden. Der Oberboden ist zudem reich an pflanzenverfügbaren mineralischen Nährstoffen. Im Ackerbau wird dieser Horizont regelmässig durchmischert, im Wald und unter Grünland bilden sich standorttypische Humusformen (Abbildung 18). Der Unterboden oder B-Horizont bildet ein wichtiges Reservoir für Wasser und Nährstoffe und bietet Raum für die Verankerung von Wurzeln. Im darunterliegenden Ausgangsmaterial, im C-Horizont, hat noch keine Bodenbildung eingesetzt (Blume et al., 2010).

Die Entstehung eines Bodens ist abhängig von den vorherrschenden Umweltbedingungen. Die Art des

Bodens und dessen Eigenschaften werden durch die Bodenbildungsfaktoren Ausgangsmaterial, Klima, Relief, Organismen und Zeit bestimmt (Jenny, 1941). Die Bodenbildungsfaktoren lösen ein komplexes Zusammenspiel von bodenbildenden Umwandlungs- und Umlagerungsprozessen aus, die zu einer grossen Vielzahl von Böden mit unterschiedlichsten Eigenschaften führen (Blume et al., 2010). Aufgrund der geologischen und naturräumlichen Vielfalt unterscheiden sich die Böden im Kanton Solothurn auf kleinstem Raum.

Natürliche Funktionen



Lebensgrundlage/Lebensraum

Böden sind Lebensraum für Bodenlebewesen, von Mikroorganismen über Regenwürmer bis zum Maulwurf. Sie bilden die Lebensgrundlage für Menschen, Tiere und Pflanzen.

Nutzungsfunktionen



Produktionsgrundlage

Böden sind die Grundlage für die Produktion von land- und forstwirtschaftlichen Gütern.

Archivfunktionen



Erhalten

Anhand im Boden erhaltener Spuren und typischer Ablagerungen können menschliche Siedlungs- und Kulturaktivitäten zurückverfolgt und die Entwicklung der Landschaft rekonstruiert werden.



Regulierung

Böden übernehmen verschiedene Regulationsfunktionen: Sie sind Schaltstelle natürlicher oder vom Menschen beeinflusster Kreisläufe wie Wasser, Nährstoffe und Kohlenstoff.



Ressource

Sie sind Rohstoffquellen, neben Baustoffen und Fasern auch für medizinische Wirkstoffe wie beispielsweise Antibiotika.



Konservierung

Böden konservieren die Naturgeschichte. Fossile Böden und die darin enthaltenen Pollen, Pflanzen- und Tierreste oder verwitterten Mineralien geben Auskunft über vergangene klimatische und vegetationsgeschichtliche Bedingungen.



Filter, Puffer und Speicher

Böden vermögen verschiedenste Stoffe zu filtern, zu puffern und zu speichern. Sie sind so beispielsweise massgeblich an der Nährstoffversorgung von Pflanzen, der Abflussregulierung, der Reinigung des Grundwassers beteiligt. Böden sind wichtige Regulatoren des Klimas.



Baugrund

Böden sind Baugrund für Siedlungen. Versiegelte Böden können aber alle anderen Funktionen nicht mehr wahrnehmen.

Abbildung 1: Übersicht über die Bodenfunktionen.

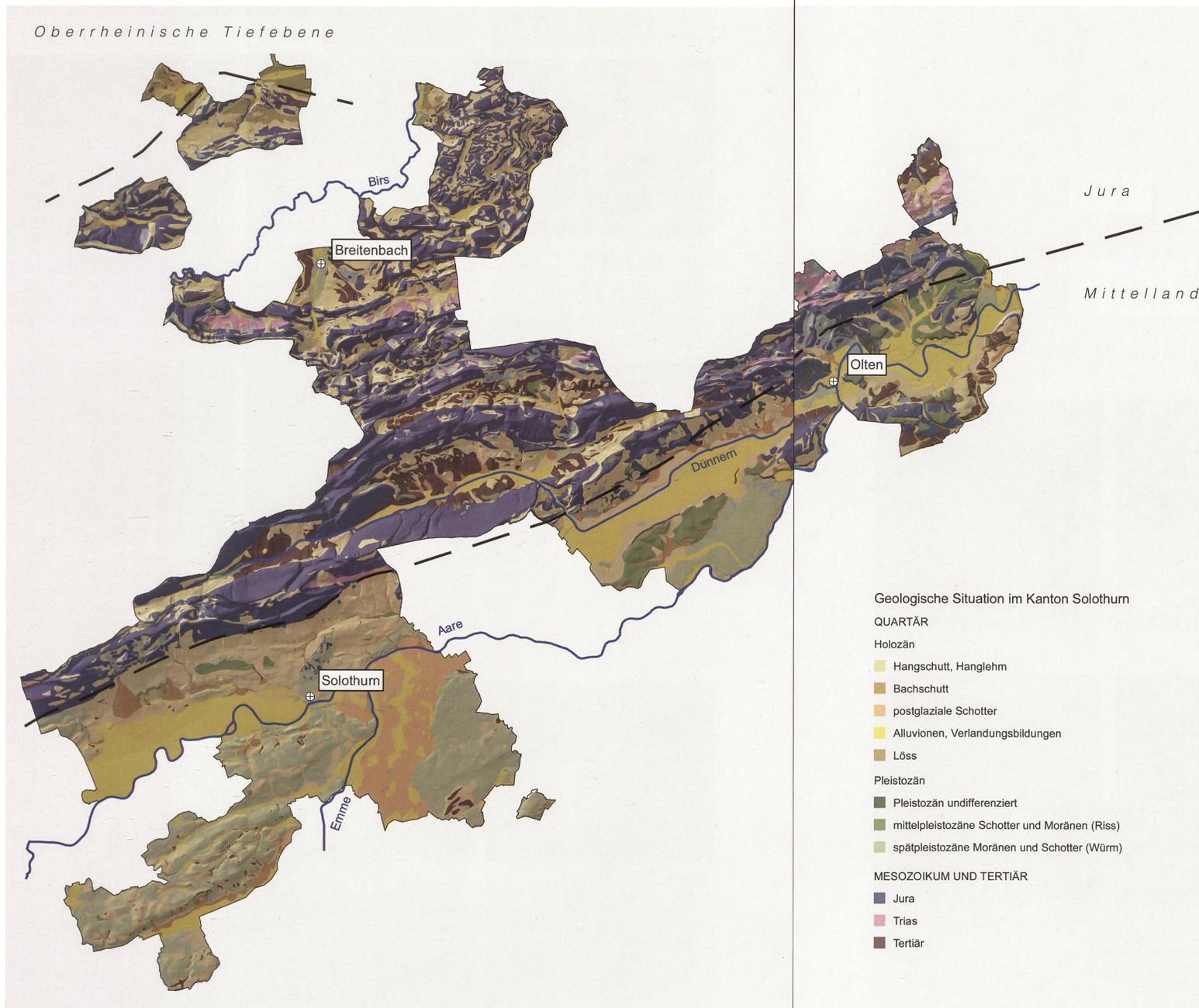


Abbildung 2: Überblick über die geologische Situation des Kantons Solothurn.

1.3 Bodenbildungsfaktoren

1.3.1 Ausgangsmaterial

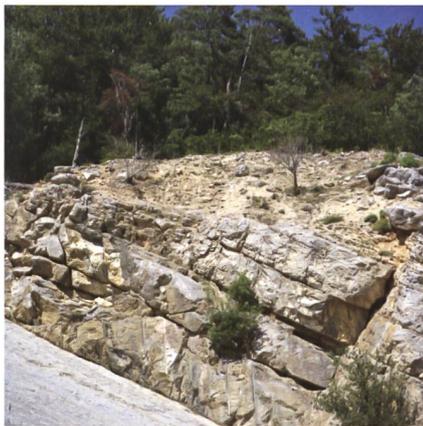
Gesteine bilden das mineralische Ausgangsmaterial des Bodens. Die Intensität der Bodenbildung und die dabei entstehenden Umwandlungsprodukte hängen stark von der mineralischen Zusammensetzung, Härte und Korngrösse des Gesteins ab. Sie bestimmen weitgehend die chemischen und physikalischen Eigenschaften des neu entstehenden Bodens.

Der Kanton Solothurn gliedert sich in die naturräumlichen Einheiten Mittelland, Faltenjura, Tafeljura und Oberrheinische Tiefebene. Das Mittelland und die Oberrheinische Tiefebene sind vorwiegend aus Gesteinen des Känozoikums (Tertiär bis Quartär) und das Juragebirge vorwiegend aus Gesteinen des Mesozoikums (Trias bis Jura) aufgebaut (Abbildung 2).

Der Faltenjura grenzt im Süden an das Mittelland und im Norden an den Tafeljura und die Oberrheinische Tiefebene. Die markanten Schichtstufen des Falten- und des Tafeljuras werden durch Wechsellagen von bankigen Kalken, Kalkmergeln und Mergeln gebildet, die Täler vorwiegend durch Tone des Juras und Sandsteine der Molasse (Abbildung 3). Hänge und Mulden sind grossflächig mit Hangschutt oder Hanglehm überdeckt. Vor allem der Hanglehm besteht teilweise aus umgelagerten Verwitterungsprodukten früherer Bodenbildungen. Je nach Mächtigkeit dieser Ablagerungen entstanden die heutigen Böden ganz oder teilweise, unabhängig vom darunterliegenden Gestein, aus diesen grossflächigen Überdeckungen (Mosimann, 2015). Vereinzelt finden sich im Jura stark verwitterte Böden aus dem Eozän. Ihr hoher Hämatitanteil gibt ihnen eine charakteristische Rotfärbung (Kapitel 4.6.1). In der Region Hofstetten-Flüh/Mariastein fand die Bodenbildung in Lössablagerungen statt.

Das Solothurner Mittelland ist grösstenteils von quar-
 tären Lockersedimenten, hauptsächlich Moränen,
 Alluvionen und Schotter von sehr unterschiedlicher
 Mächtigkeit geprägt. Das während der Eiszeiten ab-
 gelagerte, aus den Walliser und Freiburger Alpen
 stammende Moränenmaterial besteht aus Geschiebe
 unterschiedlicher Grösse, Form und mineralischer
 Zusammensetzung (Müller et al., 1984). Entlang der
 Flüsse haben sich im Holozän und/oder bereits im
 Pleistozän teilweise mächtige Sand- und Schotter-
 vorkommen abgelagert. In der Region Bucheggberg
 sind neben Moränenmaterial Sandsteine und Mergel
 der Molasse wichtige Ausgangsmaterialien für die
 vorhandenen Böden (Kapitel 4.1).

Das Gebiet von Rodersdorf und das Solothurner Lei-
 mental sind mit sandreichen Alluvionen und Löss be-
 deckt, der nordwärts bis über das gesamte Sundgau
 (Frankreich) reicht.



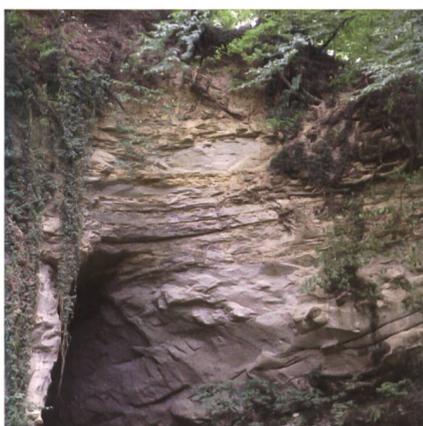
Kalke



Kalkschutt («Juragrien»)



Tone



Sandstein



Moränen



Schotter, Alluvionen

Abbildung 3: Wichtige Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung im Kanton Solothurn.

1.3.2 Relief

Das Relief im Kanton Solothurn ist äusserst heterogen, die naturräumlichen Einheiten unterscheiden sich in ihren Reliefstrukturen deutlich. Der höchste Punkt ist mit 1445 Meter über Meer die Hasenmatt, der tiefste Punkt liegt auf 277 Meter über Meer in Dornach, an der Kantonsgrenze zum Kanton Baselland.

Die Reliefunterschiede sind vor allem im Jura stark ausgeprägt. Zahlreiche Längs- und einige Quertäler durchschneiden die Staffeln des Faltenjuras, die gegen Osten und Norden allmählich niedriger werden (Abbildung 4). Auf kleinem Raum finden sich ausgeprägte Unterschiede im Relief, von senkrechten Felsflanken bis zu ebenen Matten. Diese für den Faltenjura typischen Reliefunterschiede zeigen sich auch in der kleinräumigen Vielfalt der Böden, beispielsweise in Welschenrohr (Kapitel 4.6.1).

Der Solothurner Tafeljura zeichnet sich durch die Wechsel von Plateaus (beispielsweise die Hochebene von Gempfen) und den randlich steil abfallenden Erosionstälern aus. Die Böden auf den Plateaus sind vergleichsmässig geringmächtig (Kapitel 4.6.2).

Im Mittelland und in der Oberrheinischen Tiefebene sind die Reliefunterschiede weit weniger stark ausgeprägt als im Jura. Die fluvial geprägten Ebenen von Aare, Emme, Dünern, Limpach und Birs bilden teilweise breite Ebenen, das Relief als Bodenbildungsfaktor spielt dort eine geringe Rolle. Dem Jura vorgelagert liegt die Hügelkette des Bucheggbergs. Dessen höchste Erhebung reicht über 600 Meter über Meer. Aufgrund der Reliefunterschiede und des geringen Tongehalts sind die Böden des Bucheggbergs teilweise stark erosionsanfällig (Kapitel 4.1.6).

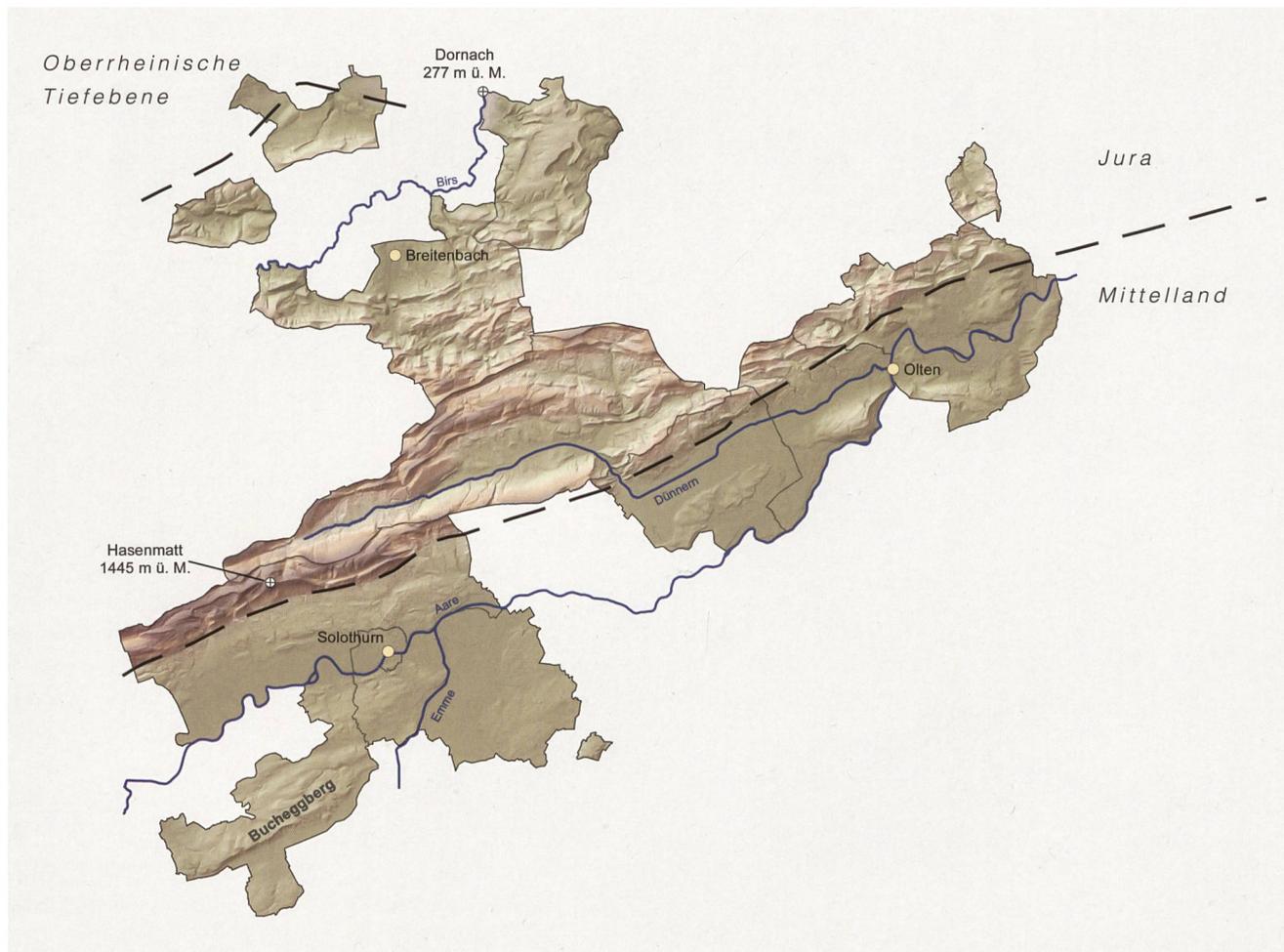


Abbildung 4: Relief des Kantons Solothurn.

1.3.3 Klima

Die Topografie des Jura gebirges ist einer der grössten Einflussfaktoren auf die klimatischen Differenzen des Kantons. Die Jahresmitteltemperatur liegt im Bereich von 9,2°C und 10,5°C, und es fällt zwischen 850 und 1100 mm Niederschlag im Jahr. In den dargestellten Klimadiagrammen wirkt sich dies insbesondere im Winterhalbjahr auf die Temperatur (Abbildung 5) und auf die Anzahl Sonnenstunden (Abbildung 6) aus. Trotz der

Differenzen ist der Gesamtverlauf sowohl der Temperatur wie auch des Niederschlags in allen Regionen ziemlich ähnlich. Die Juranordseite ist etwas trockener als der Jura und das Mittelland. Der Niederschlag ist relativ homogen über das Jahr verteilt mit einem schwachen Maximum im Sommer. In dieser Zeit erreicht auch die Temperatur, welche generell einen stärkeren Jahresgang aufweist, die höchsten Werte. Auffallend ist auch, dass die Amplitude des Tagesgangs der Temperatur im Sommer mit über 10 Grad fast doppelt so gross ist wie im Winter (Meteotest, 2016).

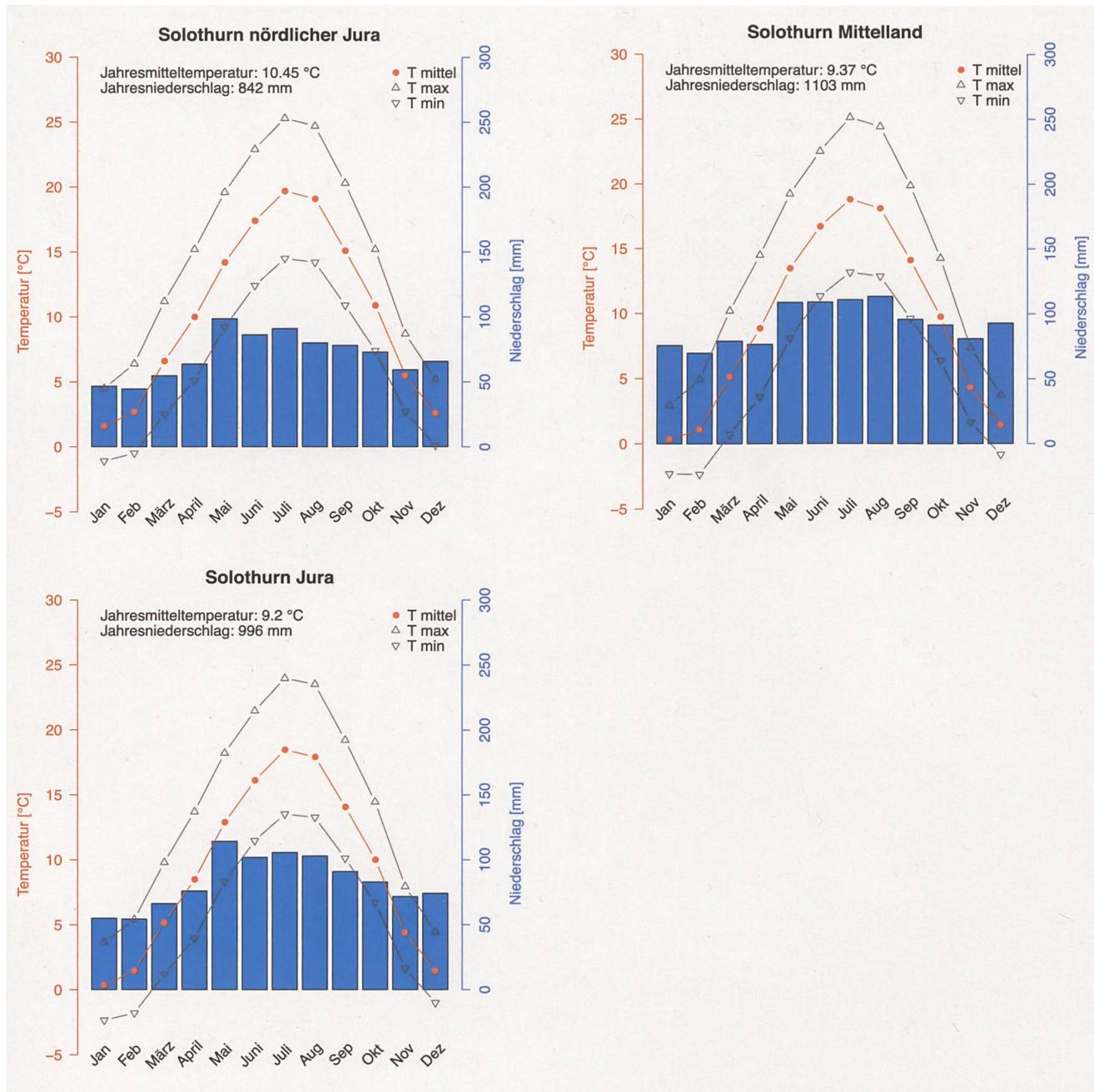


Abbildung 5: Klimadiagramme des Kantons Solothurn, basierend auf der Normperiode 1981–2010. Folgende Stationen wurden berücksichtigt: nördlicher Jura (Basel-Binningen), Jura (Delemont, Rünenberg und Gempfen) und Solothurner Mittelland (Wynau und Buchs Aarau). An allen Stationen sind Niederschlag und Temperatur verfügbar, mit Ausnahme der Station Gempfen, dort sind nur Niederschlagsdaten vorhanden (Meteotest, 2016).

Im Winterhalbjahr, insbesondere in den Monaten November bis Februar, bildet sich im Mittelland oft eine Inversionslage mit Hochnebel, welche während des Tages bestehen bleibt. Die Temperatur unterliegt dann nur einem sehr geringen Tagesgang und nimmt über die Dauer der Inversionslage kontinuierlich ab. Die Höhe der Inversionsschicht erreicht die Jura-höhen nur äusserst selten. Entsprechend sind die aufgezeichneten Temperaturen und Sonnenstunden im Mittelland tiefer als an den Messstationen im Jura. Auf der Juranordseite ist dieses Phänomen deutlich weniger häufig, weshalb es leicht wärmer und sonniger ist. Generell ist in dieser Region das Klima etwas milder und trockener. Als eine der wenigen Regionen der Schweiz wird dort das Wetter nur äusserst selten durch die Alpen beeinflusst. Der Föhn zum Beispiel greift fast nie bis an den Juranordfuss durch (Meteotest, 2016).

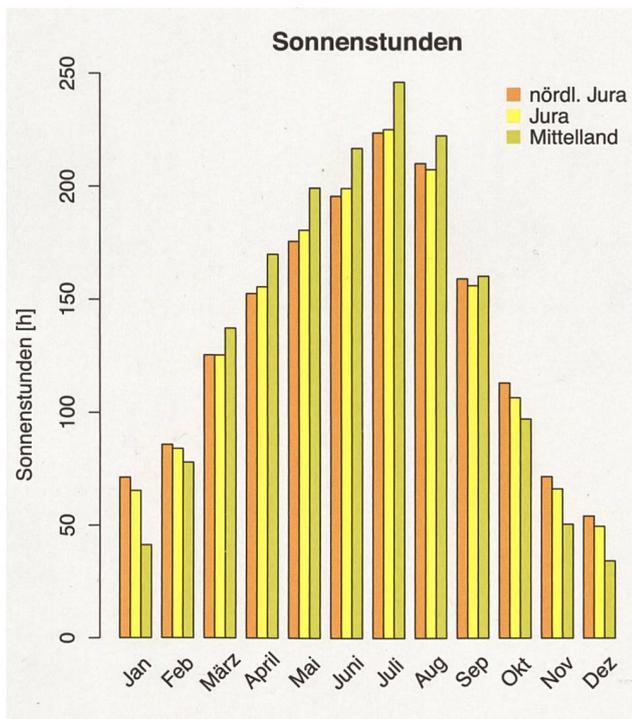


Abbildung 6: Anzahl Sonnenstunden für die Klimaregionen des Kantons Solothurn anhand der drei Stationen Basel-Binningen (nördlicher Jura), Rünenberg (Jura) und Wynau (Mittelland) (Meteotest, 2016).

Zahlreiche grössere Schwankungen des Klimas haben in der Vergangenheit die Bodenbildung grundlegend geprägt. Für die heutigen Böden entscheidend waren dabei die Wechsel zwischen den Warm- und Kaltzeiten in den letzten 2,5 Millionen Jahren. Während der Gletschervorstösse wurden weite Teile des Kantons Solothurn von Eismassen überfahren. Dabei wurden die vorhandenen Böden grösstenteils erodiert oder übersedimentiert. Da die Ausdehnung der Vereisung während der einzelnen Eiszeiten jeweils unter-

schiedliche Gebiete umfasste, sind die abgelagerten Sedimente unterschiedlich alt und die freigelegten Felsoberflächen unterschiedlich lange der Bodenbildung ausgesetzt.

Die grössten Gletschervorstösse fanden im Mittelpleistozän statt. Der Jurabogen war damals mehrmals zu einem grossen Teil von Eis bedeckt (Gnägi & Labhart, 2015). Während der letzten grossen Vergletscherung, der Birrfeld-Eiszeit um 24000 Jahren vor heute, erreichten die Eismassen von Süden und Westen her jedoch nur noch den Jurasüdfuss. Die Eisgrenze im Mittelland lag damals ungefähr bei Wangen an der Aare – der westliche Kantonsteil war vergletschert, der östliche Kantonsteil war eisfrei (Abbildung 7).

Auf das Alter der Böden im Kanton Solothurn wirkt sich dies wie folgt aus:

- Aufgrund der quartären, eiszeitlichen Überprägung des Mittellandes und des Juras sind kaum mehr ältere Böden, zum Beispiel aus dem Tertiär oder dem Mesozoikum, vorhanden. Nur im Jura finden sich noch vereinzelt tertiäre, stark verwitterte Böden (Roterdeböden). Sie sind jedoch grösstenteils überdeckt von jüngeren Ablagerungen und Böden.

- Der östliche Kantonsteil südlich des Juras blieb während der letzten Vergletscherung eisfrei. Dort finden sich teilweise Böden, deren Entstehungsgeschichte bereits in früheren Warmphasen einsetzte und von den Gletschermassen der letzten Eiszeit nicht abgetragen wurde. Es sind teilweise mächtige und stark verwitterte Böden (Kapitel 4.4 und 4.5). Im westlichen Kantonsteil begann die Bildung der Böden erst nach dem Rückzug der Gletscher 24000 Jahre vor heute. Die Böden sind dadurch geringmächtiger und weniger stark verwittert (Kapitel 4.1 und 4.3).

- In allen Teilen des Kantons finden sich sehr junge Böden, geprägt durch Prozesse wie Überschwemmungen, Bergstürze, Hangrutsche oder Erosion und Akkumulation. Diese Prozesse kommen sowohl im Mittelland als auch im Jura immer wieder vor und lagern Böden um oder überdecken diese.



Abbildung 7: Eisausdehnung während des letzteiszeitlichen, des spätpleistozänen Maximums (Bini et al., 2009). Karte © Swisstopo

1.3.4

Lebewesen

Der Boden bildet mit den lebenden Organismen ein Ökosystem. Die auf und in ihm lebenden Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere beeinflussen die Bodenbildung stark. So spielen Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien eine zentrale Rolle im Bereitstellen und Aufbereiten von Nährstoffen für die Pflanzen. Die Vegetation bestimmt die Menge und Zusammensetzung der Streu, und eine geschlossene Vegetationsdecke schützt den Boden vor Erosion. Regenwürmer

tragen entscheidend zur Bildung von stabilen Bodenaggregaten bei.

Die im Boden lebenden Organismen umfassen das ganze Spektrum von Lebewesen: Mikroorganismen wie Algen oder Bakterien, Pilze und Flechten sowie Bodentiere. Die Spannweite der Bodentiere reicht von mikroskopisch kleinen, wie beispielweise Amöben, über Springschwänze, Insekten, Asseln, Regenwürmer, Schnecken bis hin zu Wirbeltieren, wie Mäusen und Maulwürfen (Abbildung 8) (Jeffery et al., 2010).



Abbildung 8: Eine Auswahl von typischen Bodenlebewesen (Grössenklassen nach Klaus, 2011).

1.3.5

Mensch

Der Mensch beeinflusst die Eigenschaften der Böden gewollt und oft stark durch deren Nutzung. Die Eingriffe haben aber häufig auch unbeabsichtigte Nebeneffekte auf die betroffenen oder benachbarten Böden. Spätestens durch den Anbau von Kulturpflanzen und die Viehzucht sowie durch die damit verbundenen Rodungen hatte der Mensch begonnen, die natürliche Entwicklung der Böden aktiv zu beeinflussen. Archäologische Funde und historische Quellen geben Hinweise, seit wann die Böden in unserer Region von Menschen beeinflusst worden sind. So zeigen archäologische Funde am Burgäschisee, dass dort bereits vor rund 14000 Jahren Menschen siedelten und Ackerbau betrieben (Hafner, 2015). Die Täler des Juras wurden vor rund 3500 Jahren besiedelt. Die Erschliessung des Hochjuras fiel geschichtlichen Quellen zufolge hingegen erst in die Zeit von 1100 bis 1500 nach Christus (Wegmüller, 1966). Grössere Eingriffe in die Waldflächen, begleitet von Boden-erosion, fanden hier im Mittelalter ihren Höhepunkt (Wiesli, 1969).

Im 19. Jahrhundert setzte auch im Kanton Solothurn die Industrialisierung ein. Ein wichtiger Industriezweig, der den Kanton prägte und teilweise bis heute prägt, ist die Eisen- und Stahlindustrie. Im Jura wurden zur Produktion von Eisen und Stahl Bohnerze abgebaut (Kapitel 4.6.1) und in Hochöfen verarbeitet. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts war der Kanton Solothurn einer der am stärksten industrialisierten Kantone der Schweiz (e-HLS, 2016). Eine Folge dieser Industrialisierung sind teilweise grossräumige chemische Belastungen der Böden, was bis heute deren Nutzungen einschränkt (AfU, 2016).

Im Zeitraum von 1985 bis 2009 hat die Siedlungsfläche im Kanton Solothurn von gut 8800 Hektaren um 24,4 Prozent auf fast 11000 Hektaren zugenommen (BFS, 2014). Diese Zunahme und der damit verbundene Verlust an fruchtbaren Böden fanden und finden in weiten Teilen des Kantonsgebietes statt. Eindrücklich zeigt sich die Siedlungsentwicklung beispielsweise im Raum Egerkingen (Abbildung 9).



Abbildung 9: Die Luftaufnahmen aus dem Raum Egerkingen von 1951 und 2015 zeigen die starke Versiegelung der Böden im Laufe dieses Zeitraums. Bild links © Swisstopo, Bild rechts © Kanton Solothurn

2 Methodische Grundlagen zur Erfassung der Bodeneigenschaften

Bodenkartierung ist eine systematische, flächendeckende Inventur der Böden und informiert über deren Verbreitung. Die Aufnahme von Bodeninformationen erfolgt nach festgelegten Kriterien. Die Böden müssen nach einem einheitlichen Klassifikationssystem beschrieben und eingeordnet werden. Aufgrund der häufig sehr unterschiedlichen Bodenverhältnisse, aber auch der Beweggründe für eine Bodenkartierung verfügt fast jedes Land über ein eigenes Klassifikationssystem.

Die im Rahmen einer Bodenkartierung erfassten Bodeninformationen setzen sich aus Punkt- und Flächeninformationen zusammen. Die Punktinformationen stammen normalerweise aus detailliert beschriebenen Bodenprofilgruben. Die Flächendaten erfassen die räumliche Ausbreitung der Bodeneigenschaften. Dabei werden Flächen mit vergleichbaren Boden- und Standorteigenschaften zu Kartierungseinheiten zusammengefasst.

Die Bodenkartierung in der Schweiz diente ursprünglich, wie in vielen anderen Ländern auch, vor allem der Beantwortung landwirtschaftlicher Fragestellungen, war also auf die landwirtschaftliche Beurteilung der Böden ausgerichtet. Von 1950 bis 1995 führte der Kartierungsdienst der landwirtschaftlichen Forschungsanstalt FAP Reckenholz (Forschungsanstalt für Pflanzenbau, heute Agroscope Reckenholz-Täniken) die Bodenkartierungen von Landwirtschaftsböden und später auch von Waldböden in der Schweiz durch. Die Bodenkartierungen wurden gemäss der «Klassifikation der Böden der Schweiz» (KLABS) (BGS, 2010) und den Kartieranleitungen «Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden» (FAL, 1997) sowie dem «Handbuch Waldbodenkartierung» (BUWAL, 1996) durchgeführt. Im Jahr 1996 wurde der nationale Bodenkartierungsdienst an der FAL Reckenholz aufgelöst.

Die Bodenaufnahmen der FAP- oder später FAL-Kartierungen konnten damals noch nicht digital erfasst werden, sodass diese Daten heute weitgehend noch in Form von verschiedenen Kartenwerken mit ausführlichen Legenden und dazugehörigen Berichten vorliegen. Als Standardprodukte wurden meistens eine Wasserhaushaltskarte, eine Nutzungseignungskarte und eine Risikokarte in Papierform erstellt. Zurzeit werden diese Karten durch die Agroscope Reckenholz systematisch inventarisiert und digitalisiert. Zudem wurden die Profildaten in den letzten Jahren weitgehend digital aufgearbeitet (NABODAT, 2016).

Im Jahr 1990 nahm die Fachstelle Bodenschutz beim damaligen Amt für Umweltschutz im Kanton Solothurn ihre Tätigkeit auf. Um Böden wirkungsvoll schützen zu können, bilden Informationen zu den Böden eine der wichtigsten Grundlagen. Flächendeckende Angaben fehlten jedoch im Kanton Solothurn zu diesem Zeitpunkt weitgehend. Dies führte zu ersten Überlegungen, die Bodenkartierung als kantonales Projekt in Angriff zu nehmen. Abklärungen bei diversen kantonalen Fachstellen zeigten, dass ein breites Interesse an Bodendaten vorlag und diese vielseitig genutzt werden könnten. In einer Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern verschiedener Ämter und Fachstellen, wurde schliesslich ein Konzept für die Bodenkartierung im Kanton Solothurn erarbeitet und in der Folge die Fachstelle Bodenschutz mit der Umsetzung des im Konzept erarbeiteten Vorgehens beauftragt (AfU, 1995). Die Ausführungen zur Erfassung der Bodendaten als Punkt- und Flächeninformationen sind Inhalt der nachfolgenden Kapitel.

Die Situation bezüglich Bodeninformationen in anderen Kantonen präsentiert sich sehr unterschiedlich. In den Kantonen Zürich, Basel-Landschaft und Zug wurde bereits in den 1980er- und 1990er-Jahren eine flächendeckende Kartierung der Landwirtschaftsflächen durchgeführt, weitgehend durch den nationalen FAL-Kartierdienst.

Nach dem Kanton Solothurn haben unter anderen auch die Kantone Luzern, Glarus und Zürich (Waldbodenkartierung) ihre kantonalen Kartierungsprojekte gestartet.

Die meisten Kantone stellen heute ihre Bodendaten im Internet zur Verfügung. Einen umfassenden Überblick über die Entwicklung und den heutigen Stand der Bodenkartierungen in der Schweiz gibt der Bericht der Arbeitsgruppe «Bodenkartierung» der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz BGS aus dem Jahre 2014 (BGS, 2014).

2.1 Das Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn»

Das Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» wurde 1996 gestartet mit dem langfristigen Ziel, die Eigenschaften aller Landwirtschafts- und Waldböden des Kantons ausserhalb der Siedlungsflächen zu erfassen.

Die Kartierung soll parzellengenaue Informationen liefern, welche für die Bodennutzung und den Vollzug des Bodenschutzes, aber auch für die Verwendung der Bodendaten durch weitere Vollzugsinstitutionen in den unterschiedlichen Fachbereichen nützlich sind (Kapitel 5). Aus diesem Grund erfolgt die Kartierung im Massstab 1:5000.

Beim Projektstart wurde auf die Erfahrungen der FAL-Kartierungen und die schweizerischen Kartierungswerke zurückgegriffen, gleichzeitig aber wurden grundlegende Neuerungen eingeführt. So wurde die Kartierung im Kanton Solothurn von Beginn weg nach eigenen, neuen methodischen Vorgaben durchgeführt. Die wichtigsten Errungenschaften sind:

Attributbasierte Bodenkartierung Eine grundlegende Entwicklung war der Wechsel von der vorher legendenbasierten zur attributbasierten Bodenkartierung bei der Erfassung der Flächendaten. Bei der attributbasierten Bodenkartierung wird für jede kartierte Bodeneinheit ein eindeutiger, standardisierter Datensatz erhoben mit Aufnahme aller verlangten Bodenattribute. Im Gegensatz dazu wurde bei der legendenbasierten Kartierung eine Legende möglicher Bodeneinheiten erstellt und alle abgegrenzten Polygone einer dieser Bodeneinheiten zugewiesen (BGS, 2014).

Einsatz digitaler Grundlagendaten Bereits von Beginn weg wurden den Kartierfachleuten verschiedene Grundlagendaten, beispielsweise geologische Karten, Drainagepläne oder pflanzensoziologische Karten zur Verfügung gestellt. Diese liegen heute praktisch alle als digitale Datensätze vor und erlauben eine verbesserte Synthese des Landschaftsraumes vor und während der Kartierarbeiten. Insbesondere im Bereich der Höhen- und Terrainmodelle konnte in den letzten Jahren laufend auf verbesserte und neu entwickelte Produkte zurückgegriffen werden.

Digitale Datenverarbeitung Im Gegensatz zur FAL-respektive FAP-Kartierung wurde im Solothurner Kartierungsprojekt eine digitale Datenverarbeitung und -verwaltung eingeführt. Dies bildet die Voraussetzung für die Verwaltung der grossen Datenmenge einer attributbasierten Kartierung und für eine datenbankbasierte Nutzung der Bodendaten. Dank dieser Erneuerung können beliebige Auswertungen und Karten aus den Daten generiert beziehungsweise hergeleitet werden. Die vielfältigen Möglichkeiten werden in Kapitel 5 aufgezeigt.

Projekthandbuch Mit der Einführung des «Projekthandbuches Bodenkartierung Kanton Solothurn» (PHB) wurden erstmals für alle Projektbeteiligten detailliertere Vorgaben betreffend den Kartierablauf und die Kartierschritte festgelegt, welche verbindlich einzuhalten sind. Das PHB definiert die geordnete Abwicklung der Kartierungsetappen in Form von Standardabläufen und ist die Grundlage für die praktische Abwicklung von Aufträgen. Darin enthalten sind Handlungsanweisungen und Pflichtenhefte für sämtliche direkt an den Kartierungsaufträgen beteiligten

Personen (AfU, 2014). Das PHB wird laufend weiterentwickelt, wobei neuste Erkenntnisse und Erfahrungen übernommen werden.

Qualitätssicherung Da sich das Projekt über mehrere Jahrzehnte erstreckt und zahlreiche Akteure beteiligt sind, ist die Qualitätssicherung (QS) von grosser Bedeutung. Im PHB sind die Vorgaben zur QS festgelegt. Das oberste Ziel der QS ist, über grössere Gebiete vergleichbare Bodendaten zu gewinnen, die für die gleichen Zwecke anwendbar sind und gleiche Schlussfolgerungen bezüglich Nutzung, Belastung, Schutzmassnahmen und dergleichen erlauben. Alle Akteure im Projekt sind durch QS-Fragen gefordert. Eine zentrale Funktion kommt den beiden QS-Experten zu, je ein Experte für die Kartierung der Landwirtschafts- und der Waldböden. Sie gewährleisten, dass die beauftragten Kartierfachleute nach den vorgegebenen Methoden arbeiten, und sind Ansprechpersonen in allen fachlichen und methodischen Fragen. Die Experten sorgen auch für die längerfristige Sicherstellung der etappenübergreifenden Einheitlichkeit und Konstanz der aufgenommenen Bodendaten. Ein wichtiger Bestandteil der QS ist auch der regelmässige Abgleich und die Eichung zwischen den verschiedenen Kartierfachleuten.

Kartiermethodik und Klassifikation Die Kartierung erfolgt gemäss der Klassifikation der Böden der Schweiz (BGS, 2010) sowie anhand der Kartieranleitungen für Landwirtschaftsböden (FAL, 1997) und für Waldböden (BUWAL, 1996). Da es keine nationale Institution mehr gibt, welche diese Werke weiterentwickelt, bestand bereits seit Anfang des Projekts der Bedarf, gewisse methodische Aspekte zusätzlich festzulegen. Deshalb enthält das PHB als Ergänzung zu den anderen Werken auch ein Kapitel zur Kartiermethodik (AfU, 2014). Dieses wird im Rahmen von neuen Erkenntnissen aus der kantonalen Kartierung laufend ergänzt und ist für alle Kartierenden verbindlich. In Tabelle 2 sind die wichtigsten der in der Bodenkartierung als Parameter erfassten Bodeneigenschaften aufgeführt.

Organisation Die Verantwortung für das Langzeitprojekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» liegt beim Amt für Umwelt, Fachbereich Bodenschutz. Die eigentlichen Kartierarbeiten führen externe bodenkundliche Fachleute durch. Die fachlichen Anforderungen an diese Kartierfachleute sind in den Ausschreibungskriterien klar definiert und sind auch ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung innerhalb des Projektes. Die Kartierungen erfolgen in Jahresetappen. Pro Etappe werden zwischen 1300 und 1500 Hektaren Landwirtschafts- und Waldflächen kartiert, unterteilt in jeweils vier bis fünf Kartierlose.

Tabelle 2: Überblick über die wichtigsten Bodeneigenschaften (FAL, 1997; BGS, 2010)

Parameter	Beschreibung																																										
Körnung	Die Körnung beschreibt die Zusammensetzung der mineralischen Feindecke, die einen Durchmesser kleiner als zwei Millimeter aufweist und aus folgenden Fraktionen besteht: <ul style="list-style-type: none"> ● Ton: bis zu 0,002 Millimeter ● Schluff: 0,002 bis 0,063 Millimeter ● Sand: 0,063 bis 2,0 Millimeter <p>Aufgrund des Ton- beziehungsweise Schluffanteils wird die Körnung in folgende Kategorien eingeteilt:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Körnungsklasse</th> <th>Ton %</th> <th>Schluff %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 Sand</td> <td>0–5</td> <td>0–15</td> </tr> <tr> <td>2 schluffiger Sand</td> <td>0–5</td> <td>15–50</td> </tr> <tr> <td>3 lehmiger Sand</td> <td>5–10</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>4 lehmreicher Sand</td> <td>10–15</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>5 sandiger Lehm</td> <td>15–20</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>6 Lehm</td> <td>20–30</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>7 toniger Lehm</td> <td>30–40</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>8 lehmiger Ton</td> <td>40–50</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>9 Ton</td> <td>50–100</td> <td>0–50</td> </tr> <tr> <td>10 sandiger Schluff</td> <td>0–10</td> <td>50–70</td> </tr> <tr> <td>11 Schluff</td> <td>0–10</td> <td>70–100</td> </tr> <tr> <td>12 lehmiger Schluff</td> <td>10–30</td> <td>50–100</td> </tr> <tr> <td>13 toniger Schluff</td> <td>30–50</td> <td>50–70</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> ● Leichte, sandige Böden: Körnungsklassen 1 bis 4 ● Leichte, sandig-lehmige Böden: Körnungsklasse 5 ● Mittelschwere, lehmige Böden: Körnungsklasse 6 ● Schwere, tonige Böden: Körnungsklasse 7 bis 9 ● Mittelschwere, schluffige Böden: Körnungsklasse 10 bis 12 ● Schwere, schluffige Böden: Körnungsklasse 13 	Körnungsklasse	Ton %	Schluff %	1 Sand	0–5	0–15	2 schluffiger Sand	0–5	15–50	3 lehmiger Sand	5–10	0–50	4 lehmreicher Sand	10–15	0–50	5 sandiger Lehm	15–20	0–50	6 Lehm	20–30	0–50	7 toniger Lehm	30–40	0–50	8 lehmiger Ton	40–50	0–50	9 Ton	50–100	0–50	10 sandiger Schluff	0–10	50–70	11 Schluff	0–10	70–100	12 lehmiger Schluff	10–30	50–100	13 toniger Schluff	30–50	50–70
	Körnungsklasse	Ton %	Schluff %																																								
	1 Sand	0–5	0–15																																								
	2 schluffiger Sand	0–5	15–50																																								
	3 lehmiger Sand	5–10	0–50																																								
	4 lehmreicher Sand	10–15	0–50																																								
	5 sandiger Lehm	15–20	0–50																																								
	6 Lehm	20–30	0–50																																								
	7 toniger Lehm	30–40	0–50																																								
	8 lehmiger Ton	40–50	0–50																																								
	9 Ton	50–100	0–50																																								
	10 sandiger Schluff	0–10	50–70																																								
	11 Schluff	0–10	70–100																																								
	12 lehmiger Schluff	10–30	50–100																																								
13 toniger Schluff	30–50	50–70																																									
Skelettgehalt	Unter Bodenskelett werden die mineralischen Bodenbestandteile beziehungsweise die Gesteinsfraktion mit einem Durchmesser grösser als zwei Millimeter verstanden.																																										
Pflanzennutzbare Gründigkeit	Die pflanzennutzbare Gründigkeit stellt die für die Pflanze nutzbare respektive durchwurzelbare Mächtigkeit der Bodendecke dar. Berücksichtigt werden sowohl der Ober- als auch der Unterboden. Vernässungen, Skelettanteil und ein schlechtes Gefüge führen zu Abzügen bei der Gründigkeit: <ul style="list-style-type: none"> ● sehr tiefgründig: mehr als 100 Zentimeter ● tiefgründig: 70 bis 100 Zentimeter ● mässig tiefgründig: 50 bis 70 Zentimeter ● ziemlich flachgründig: 30 bis 50 Zentimeter ● flachgründig: bis 30 Zentimeter 																																										
Wasserhaushaltsgruppe	Mit dem Wasserhaushalt werden die Böden nach Vernässungsart und -grad zusammen mit der pflanzennutzbaren Gründigkeit in verschiedene Klassen eingeteilt. Es können grob drei Bodenwasser-Haushaltsklassen unterschieden werden: <ul style="list-style-type: none"> ● senkrecht durchwaschen ● stauwassergeprägt ● grund- oder hangwassergeprägt <p>Eine weitere Unterteilung der drei Klassen erfolgt aufgrund des Vorhandenseins und der Ausprägung der Vernässung sowie der pflanzennutzbaren Gründigkeit.</p>																																										
Bodentyp	Böden mit ähnlicher Entstehungsgeschichte, ähnlichem Wasserhaushalt sowie ähnlichen chemischen und mineralogischen Eigenschaften werden zu Bodentypen zusammengefasst (Kapitel 3).																																										

2.2

Arbeitsschritte der Bodenkartierung

Jede Kartieretappe folgt einem klar definierten Zeitprogramm mit festgelegten Meilensteinen. Die eigentliche Kartierarbeit erfolgt in folgenden Arbeitsschritten:

2.2.1

Erstellung der Konzeptkarte und Festlegung der Profilstandorte

Das Ziel der Konzeptphase ist es, einen Überblick über das Kartiergebiet und über den gebietsspezifischen Zusammenhang zwischen den Bodenbildungsfaktoren und der Ausprägung der Bodenmerkmale zu erhalten (FAL, 1997).

Zu diesem Zweck interpretieren die Kartierfachleute verschiedene Grundlagen, um sich ein Bild über die

vorkommenden bodenbildenden Faktoren (Kapitel 1.3) zu machen. Dazu gehören geologische Karten, alte Kartenwerke, digitale Terrain- und Höhenmodelle, Drainagepläne und pflanzensoziologische Karten des Waldes. Mit Übersichtsbegehungen und einzelnen Bohrungen im Feld wird dieses Bild abgerundet. Als Synthese dieser Arbeiten wird die sogenannte Konzeptkarte erarbeitet (Abbildung 10). Dabei werden Flächen mit gleichen bodenkundlichen Wirkungsmustern ausgeschieden, in denen Böden mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften zu erwarten sind.

Die Konzeptkarte dient weiter zur Festlegung der Profilstandorte. Die richtige Auswahl der Profilstandorte ist ein sehr wichtiger Schritt in der Kartierung, denn sie sollen die im Perimeter erwartete Bodenvariabilität repräsentativ abdecken und als Leitprofile für die Flächenkartierung dienen. Da gemäss Vorgaben im PHB die Anzahl Profilgruben pro 100 Hektaren auf sieben beschränkt ist, ist eine sorgfältige Planung erforderlich.

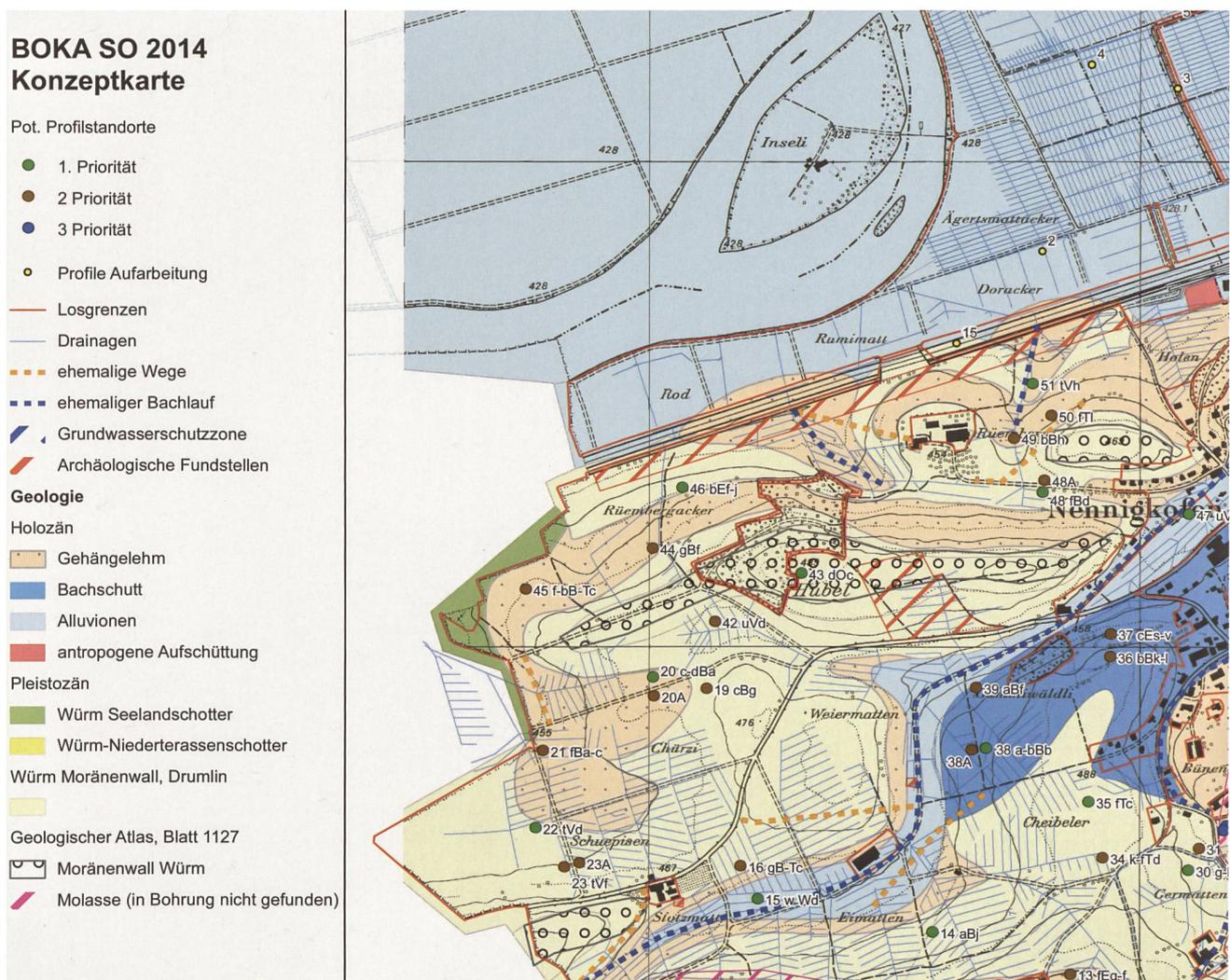


Abbildung 10: Ausschnitt einer Konzeptkarte.

Situation			Topographie / Geologie				Titel Daten																						
			N S P7 P6 Mähwiese KO: K5 + M03				Daten-schlüssel	Projekt-Nr.	Profil-art	Pedologe	Datum	Profil-bezeichnung																	
							1	2	3	4	5	6	7																
							6.1	BKA 50	P	aa+ast+mw	27.07.2012	12b	6																
8			9				10																						
Polit.Gem.			Kanton				Gem. Nr.																						
Lostenf 50			Lostenf 50				2493																						
11			12				13																						
Ort			Blatt-Nr.				Koordinaten																						
Dottenbergfeld			1:25'000				637 325 248 303																						
15			12				13																						
Kartierungs-code			Kartierungs-code				Kartierungs-code																						
2493-16			2493-16				2493-16																						
Bemerkungen			Bodenbezeichnung				Bodenbezeichnung																						
Hor. 4: begrabener Ah?			Brannerde				Bodentyp	16	B	1352	17																		
			alkalisch, schwach pseudogleyig, kollm, kalk				Untertyp	EO, I1, PK				18																	
			kieshaltig / stark steinhaltig				Skelettgehalt	19	2	5	20																		
			lehmgiger Ton / toniger Lehm				Feinerdekörmung	21	8	7	22																		
			normal durchlässig				Wasserhaushaltsgruppe /	C				23																	
			redt: 23 + 18 + 25 + 2 cm / mäßig tiefgründig				Pflanzennutzbare Gründigkeit	68 cm	3	24																			
gleichmäßig geneigt			Neigung				25	13 %	Geländedeform	P	26																		
Profilskizze																													
27		28		29/30		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 ₂ %		pH CaCl ₂		Farbe (Munsell)		Proben Bemerkungen					
Nr.		Tiefe		Bezeichnung																									
		0																				10/R							
1		10		Ah _h P		Po23		3.6 4.5		45 35		33 40		21.9 25		10 6		1 1		7.2 6.8		3/4		Kuk: 24.9 A w4					
2		28		AB1		Po4		1.4 3		35.4 38		43.3 40		21.2 22		12 10		1 1		7.3 6.8		4/4		B w3					
3		55		AB2		Po5-P6		1.9 2.0		39.2 45		39.8 40		20.9 15		3 5		1 1		7.2 6.5		4/3		Kuk: 20.2 C w3					
4		100		(A)BC		KO		1.0		40		35		25		25		3		7.1		5/6		w4					
5		135		C		KO		0		40		35		25		35		5		7.5		5/8		-					
Profiltiefe		57		180																									
155																													
Standort												Bewertung / Eignung																	
Höhe ü. 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									
479		S		B4		KW		KO:K5+M03		H1		O		2		III		79		6									
Krumenzustand												Limitierungen						Nutzungsbeschränkung				Meliorationen				Düngereinsatz			
66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80	
1		A		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		2 N			
Wald																													
Humus-form		Bestand		Baumhöhe, m gesch.		Vorrat, m ³ /ha gesch.		Alter, J gesch.		Gesell-schaft		Geeignete Baumarten				Prod.-fähigkeit Stufe Punkte													
100		101		102 103		104 105		106 107		108		109				110 111													

Identifikation des Profils

Klassifikation

Untersuchungen am Profil

Angaben zu Standort (inkl. Bestand und Eignungsbeurteilung)

Abbildung 11: Profilblatt zur Beschreibung der Profilwand.

2.2.2

Festlegung und Erfassung der Bodenprofile

Bodenprofile sind eine unverzichtbare Grundlage für die folgende Flächenkartierung. Die Profilgruben ermöglichen einen etwa 1,5 Meter tiefen, detaillierten Einblick in den Boden. Die Beschreibung der Bodenprofile erfolgt nach einem vordefinierten Profilblatt gemäss der FAL-Kartieranleitung (Abbildung 11). Das Profilblatt kann in folgende Rubriken unterteilt werden:

- Identifikation des Profils: Neben den Titeldaten, Koordinaten und einem Kartenausschnitt wird auch eine grobe Skizze zur Lage der Profilgrube in der Umgebung erstellt.
- Untersuchungen am Profil: Die Bodeneigenschaften werden horizontweise an der Profilwand beschrieben. Von maximal drei Bodenhorizonten werden zusätzlich Bodenproben entnommen und im Labor folgende Parameter bestimmt: Körnung (Anteil Ton, Schluff und Sand), Humusgehalt, pH-Wert und Kationenaustauschkapazität. Die im Labor bestimmten Parameter werden durch die Kartierfachleute vorher am Profil geschätzt. Diese Schätzung dient ihnen zur Eichung des Beurteilungsvermögens dieser Parameter und ist wichtig für die anschliessende Flächenkartierung. Bei

der Flächenkartierung bestimmen die Kartierfachleute die einzelnen Parameter mittels Bohrstocksondierungen. Mit Hilfe der bereits aufgenommenen Bodenprofile werden dabei gebiets- und regionspezifische Eigenheiten mitberücksichtigt.

- Klassifikation: Aufgrund der Profil- und Standortbeschreibung wird der Boden klassiert. Die wichtigsten Eigenschaften des Bodens werden dabei gruppiert und benannt (FAL, 1997). Neben dem Bodentyp sind hierzu die pflanzennutzbare Gründigkeit, die Wasserhaushaltsgruppen und die Körnungsklasse von Bedeutung (Tabelle 2). Die aus verschiedenen Attributen abgeleiteten Untertypen dienen der weiteren Klassifikation und Präzisierung des Bodentyps.

- Angaben zum Standort und Eignungsbeurteilung: Die Angaben zum Ausgangsmaterial sind wichtig, da diese Aufschluss geben über die Bodenentstehung und -entwicklung. Jeder Boden wird mit einem Bodenprofilwert bewertet, der sich auf die Bodeneigenschaften bezieht, ohne Berücksichtigung von Klima oder Relief. Zusammen mit weiteren Angaben zu Nutzungsbeschränkungen bildet er eine wichtige Grundlage zur Bewertung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung des Bodens (Kapitel 5.3.1).

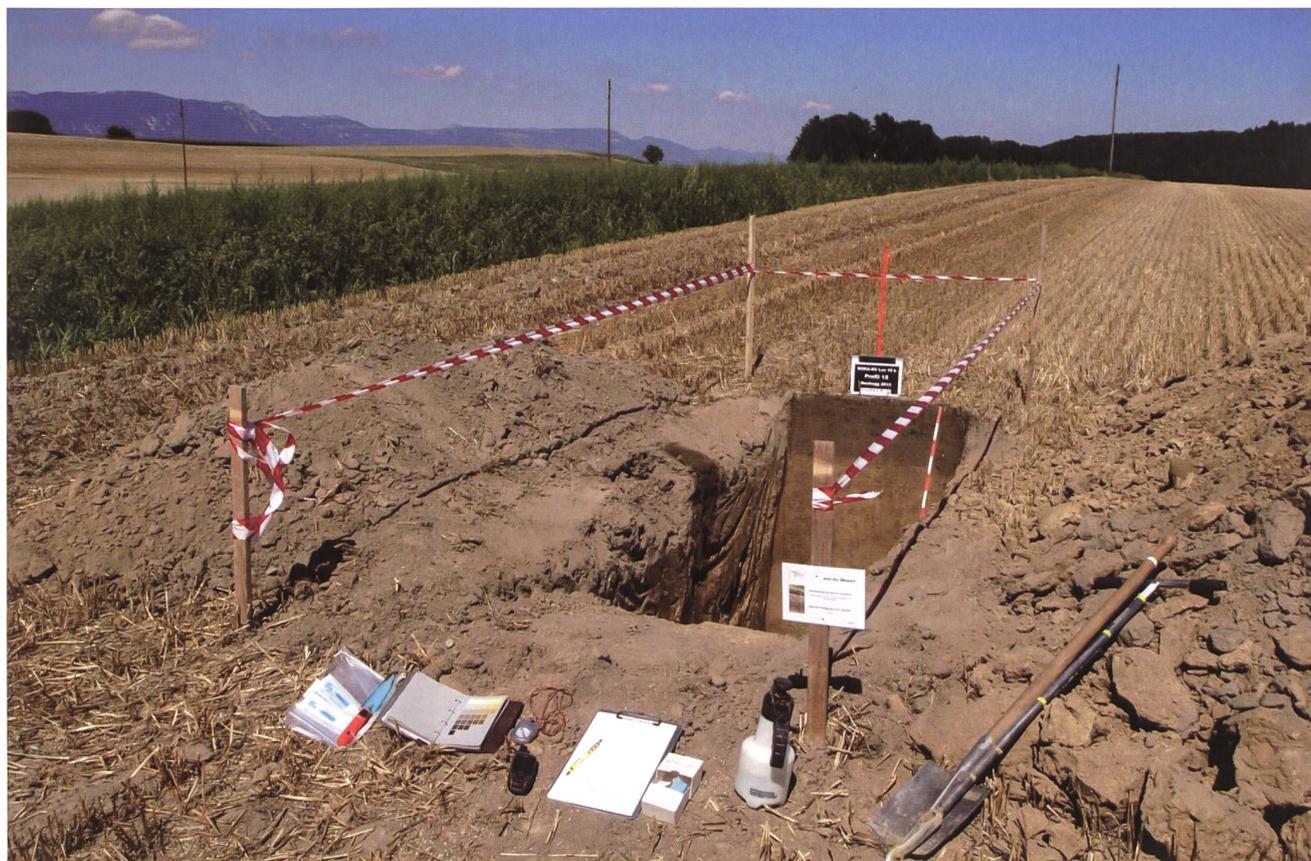


Abbildung 12: Profilgrube mit den wichtigsten Utensilien zur Bestimmung der Bodeneigenschaften an der Profilwand und in der Umgebung: Probenahmebeutel, Farbtabelle zur Bestimmung der Bodenfarbe, GPS-Gerät, Hangneigungsmesser, Profilblatt, pH-Meter und Wasser zur Befeuchtung der Profilwand.



Abbildung 13: Kartierfachleute bei der Flächenkartierung mit Handbohrgeräten und Kartiertisch.



Abbildung 14: Feldpläne mit eingezeichneten Kartierungseinheiten, links landwirtschaftliche Kartierung, rechts Waldbodenkartierung.

2.2.3 Flächenkartierung

Im Anschluss an die Beschreibung der Profile erfolgt die arbeitsintensive Flächenkartierung. Die vorhergehende Ansprache der Bodenprofile (Leitprofile) dient als Referenz und Eichung für die Kartierung in der Fläche.

Die Flächenkartierung wird mit Handbohrgeräten in einem meist nicht systematischen Raster durchgeführt. Anhand dieser Bohrungen werden Flächen mit ähnlichen Bodeneigenschaften voneinander abgegrenzt. Durchschnittlich wird mit einer Dichte von etwa einer Bohrung pro 50 Meter kartiert, wobei die Dichte der durchgeführten Bohrungen stark vom Relief abhängt. Die Abgrenzung der Bodeneinheiten basiert auf der Erfassung der pedologischen und topografischen Eigenschaften sowie auf Beobachtungen der Bodenoberfläche und der Pflanzenentwicklung. Bei jeder Bohrung werden insgesamt etwa 19 Attribute, die teilweise für den Ober- und den Unterboden aufgenommen werden, erfasst und in einer Tabelle zusammengestellt (Tabelle 3).

Die Kartierung soll Bodeninformationen im Massstab 1:5000 liefern. Um dies mit genügender Genauigkeit zu erreichen, werden die Aufnahmen, beziehungsweise die Abgrenzung der Kartierungseinheiten, auf Feldplänen im Massstab 1:2500 erfasst. Für die Kartierung von Landwirtschaftsböden dient ein Orthofotoplan, für den Wald ein Übersichtsplan als Feldplan (Abbildung 14). Jede Kartierungseinheit (Polygon) wird nummeriert.

2.2.4 Digitale Datenverarbeitung

Nach Abschluss der Feldarbeiten werden die Profilbeschreibungen und die Feldpläne inklusive der dazugehörigen Attributlisten digitalisiert und einer abschliessenden Qualitätskontrolle unterzogen.

Die Profildaten werden in einer Datenbank verwaltet, welche die Möglichkeit bietet, gezielte Abfragen und Auswertungen nach bestimmten Bodeneigenschaften durchzuführen.

Die Flächendaten werden im Geoinformationssystem des Kantons Solothurn verwaltet. Sie dienen als Ba-

Parameter	Einheit
Bodentyp	--
Untertypen (max. 7)	--
Wasserhaushaltsgruppe	--
Geländeform	--
Geologie	--
Skelettgehaltsklasse OB / UB	--
Körnungsklasse OB / UB	--
Tongehalt OB / UB	%
Schluffgehalt OB / UB	%
Karbonatgrenze	cm
Karbonatgehaltsklasse OB / UB	--
pH-Wert OB / UB	--
Mächtigkeit Ah-Horizont	cm
Mächtigkeit Ahh-Horizont	cm
Humusgehalt Ah-Horizont	%
Gefügeform u. -grösse OB / UB	--
Pflanzennutzbare Gründigkeit	cm
Bodenprofilwert	--
Bemerkungen	--

Tabelle 3: Zusammenstellung der erhobenen Parameter bei der Flächenkartierung für den Oberboden (OB) und den Unterboden (UB)

sis für vielfältige Auswertungen und die Erstellung von Bodenkarten. Der Karteninhalt lässt sich beliebig wählen und reicht von der Darstellung eines einzelnen Attributs, zum Beispiel des Wasserhaushalts, bis zu abgeleiteten funktionalen Bodenkarten wie etwa der Karte zur Verdichtungsempfindlichkeit (Kapitel 5.4).

Die Bodendaten (Profil- und Flächendaten) werden im Geoportal des Kantons Solothurn als «Bodeninformationen Kanton Solothurn» in Form verschiedener Anwendungskarten veröffentlicht. Die Rohdaten, bestehend aus den Daten des Geografischen Informationssystems, können beim Kanton angefordert werden.

2.3

Stand der Kartierung und Ausblick

Die Bodenkartierung ist ein langfristiges Projekt. Während der Vorbereitung des Kartierungsprojektes wurde 1995 im Konzept «Bodenkartierung Kanton Solothurn» (AfU, 1995) eine räumliche und zeitliche Prio-

risierung der Kartierarbeiten festgelegt, die im überarbeiteten Konzept aus dem Jahr 2005 (AfU, 2006) aktualisiert wurde. Von den insgesamt etwa 66 900 Hektaren zu kartierender Kantonsfläche waren Ende 2015 gegen 20 000 Hektaren kartiert, 12 500 Hektaren Landwirtschaftsböden und 6 500 Hektaren Waldböden. Gesamthaft wurden bis zu diesem Zeitpunkt über 1560 Profilstandorte erfasst, davon 1130 Profile von Landwirtschaftsböden und 430 Profile von Waldböden.

In den nächsten Jahren ist vorgesehen, die Kartierung im Bucheggberg abzuschliessen sowie den Bezirk Lebern, verschiedene Talgebiete im Thal und im Schwarzbubenland zu kartieren.

Die Landwirtschafts- und Waldböden des Kettenjuras sowie die Waldböden des Tafeljuras sollen anschliessend mit einer Herleitungsmethode erfasst werden. Diese soll auf der Auswertung von digitalen Datengrundlagen, basierend auf gezielten Felderhebungen, aufbauen. Die genaue Methodik wird erst zu gegebener Zeit festgelegt werden, damit auf die vielversprechenden Entwicklungen und Forschungsarbeiten in diesem Bereich zurückgegriffen werden kann.

Das Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» läuft seit mehr als 20 Jahren. Während dieser Zeit haben sich das Projekt und damit das Projekthandbuch (PHB) laufend weiterentwickelt. Es hat sich gezeigt, dass das PHB als wichtige Grundlage mit den detailliert definierten Arbeitsschritten und Abläufen, den Pflichtenheften der Beteiligten und den Vorgaben zur Qualitätssicherung eine langfristig vergleichbare Qualität der erfassten Bodeneigenschaften erlaubt. Das Einhalten dieser Vorgaben hat entscheidend dazu beigetragen, dass die Qualität der in einer feldbasierten Bodenkartierung erfassten Bodendaten merklich gestiegen ist und auch heute zentraler Bestandteil anderer kantonaler Kartierungsprojekte ist.

So basieren mittlerweile die Kartierungsprojekte in den Kantonen Luzern und Zürich sowie die abgeschlossene Kartierung im Kanton Glarus auf den Vorgaben des «Projekthandbuches Bodenkartierung Kanton Solothurn». Damit ist unter den Kantonen eine gewisse Vergleichbarkeit bei der Erfassung und Qualität der Bodendaten gewährleistet.

Mit der Erarbeitung des PHB wurden im Kanton Solothurn neue Standards für die Erfassung von Bodendaten geschaffen und Pionierarbeit in der Bodenkartierung in der Schweiz geleistet.

Die Feldkartierung ist trotz vermehrten Einsatzes digitaler Hilfsmittel nicht als Grundlage zur Erfassung von parzellengenauen Bodeninformationen wegzudenken. Die digitalen Erneuerungen und Trends bieten gute Möglichkeiten, die feldbasierte Bodenkartierung zu verbessern.

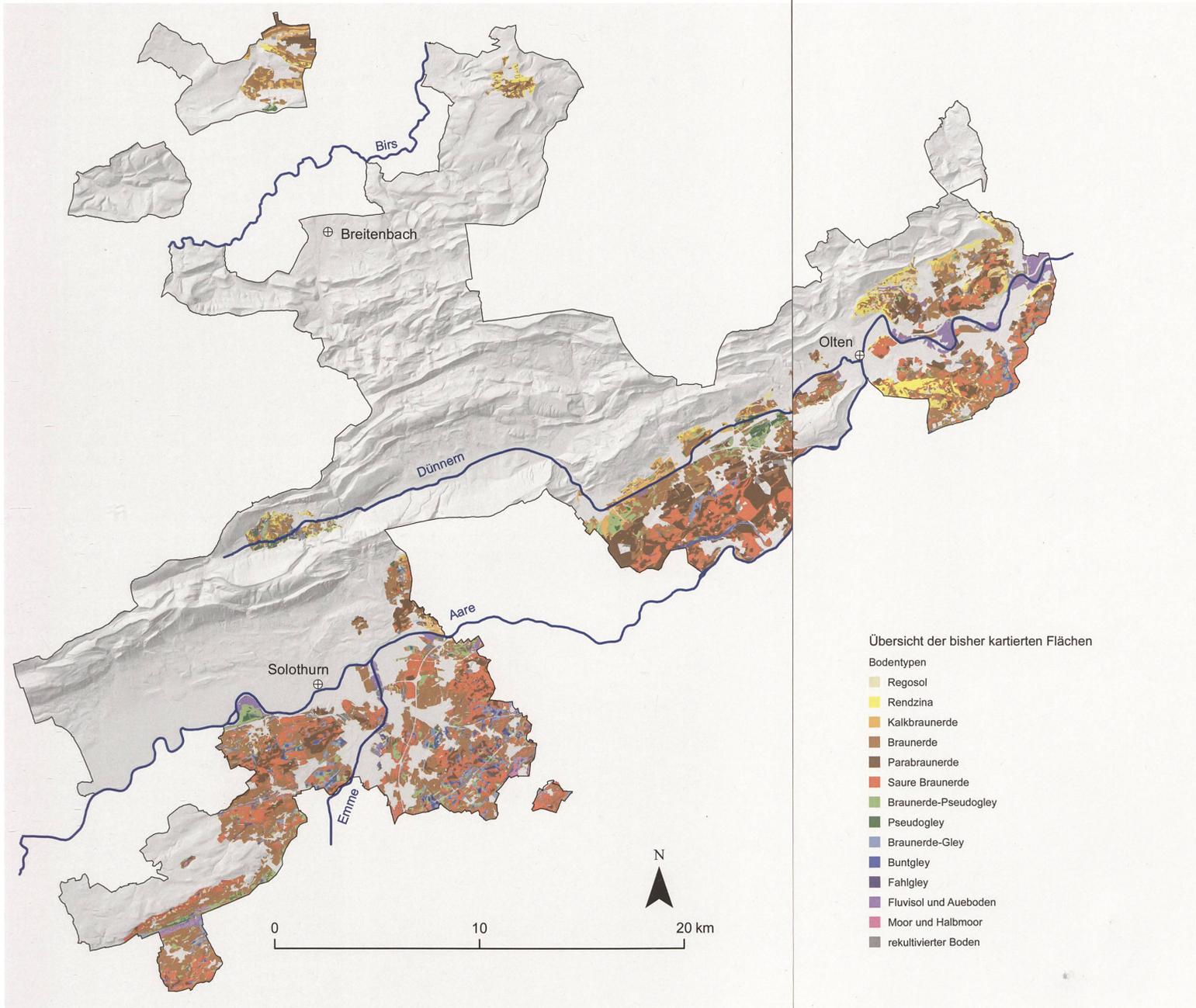


Abbildung 15: Bodentypen der bisher kartierten Landwirtschafts- und Waldböden im Kanton Solothurn.

3 Bodentypen im Kanton Solothurn

Die Zuordnung zu verschiedenen Bodentypen erfolgt aufgrund der Horizontabfolge und bestimmter charakteristischer Bodeneigenschaften. Innerhalb eines Bodentyps können Böden jedoch unterschiedlichste Ausprägungen aufweisen. Die Abgrenzung der Bodentypen erfolgt mit Hilfe der Klassifikation der Böden der Schweiz und der Kartieranleitung (Kapitel 2). Die im Kanton Solothurn vorkommenden Bodentypen werden nachfolgend vorgestellt.

Bei den Bodentypen Regosol, Rendzina und Fluvisol handelt es sich um sogenannte A-C-Böden, deren Vorkommen räumlich stark begrenzt sind. Weit aus häufiger sind Braunerde, Saure Braunerde und Parabraunerde. Bei ihnen handelt es sich vorwiegend um normaldurchlässige, meist tiefgründige Böden. Gley-, Pseudogley- und Moorböden finden sich im Bereich von Grund- oder Stauwasser. Ein Grossteil dieser Nassböden sind heute entwässert. Alle durch den Menschen ganz oder teilweise künstlich aufgebauten Böden werden unter dem Begriff Anthropogene Böden zusammengefasst.

3.1

Regosol

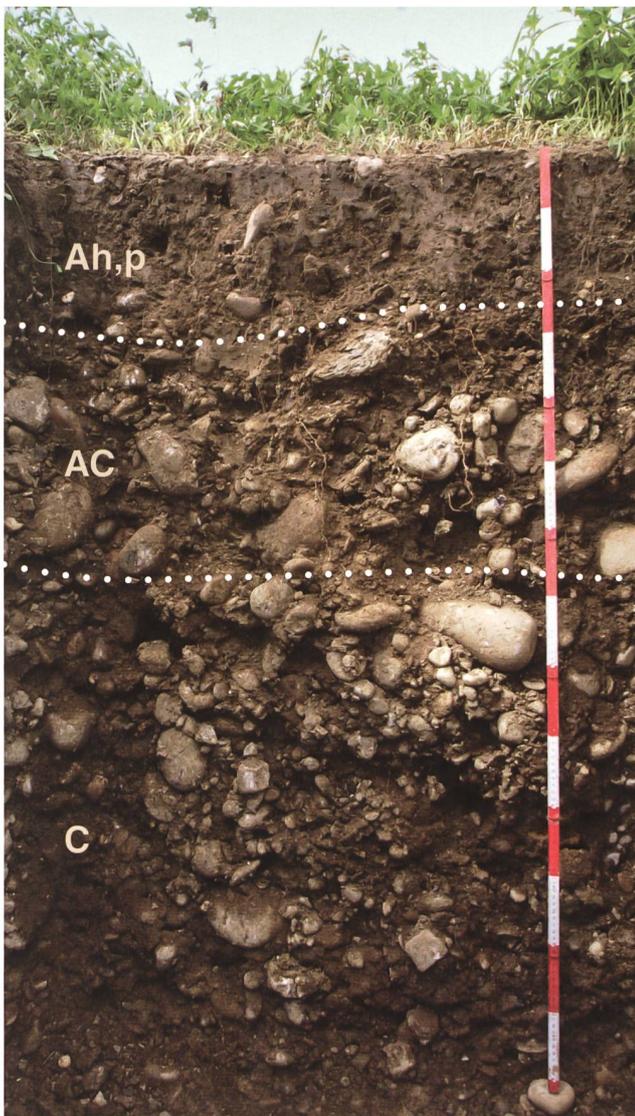
Charakterisierung Der Regosol gehört wie die Rendzina zu den wenig entwickelten Böden (A/C-Böden, ohne B-Horizont). Der dunkle, humose und krümelige Oberboden liegt direkt über dem schwach oder kaum verwitterten Ausgangsmaterial. Dieses besteht aus festen oder lockeren Mischgesteinen und enthält silikatische und karbonathaltige Gesteine wie beispielsweise Moränen, Schotter oder Mergel. Beim Regosol liegt der Kalziumkarbonatgehalt des Ausgangsmaterials unter 75 Prozent, dies ist auch ein Abgrenzungskriterium zur Rendzina (BGS, 2010).

Regosole stehen am Anfang der Bodenentwicklung. Können sich Regosole ungestört weiterentwickeln, können daraus andere Bodentypen wie Braunerden oder Parabraunerden entstehen. Die spezifischen Eigenschaften der Regosole sind stark abhängig vom Ausgangsmaterial und der Topografie. Sie kommen oft in Erosionslagen, beispielsweise auf Kuppen, oder auf erosionsgefährdeten Hängen vor. Die bisher kartierten Regosole sind meistens ziemlich flachgründig, skeletthaltig und neigen tendenziell zu Trockenheit. Es sind häufig schwere Böden mit einer Körnung im Bereich toniger Lehm.

Verbreitung Im Kanton Solothurn kommen Regosole in allen Kantonsteilen vor und nehmen knapp 2,5 Prozent der bisher kartierten Fläche ein. Im Jura bilden sie sich aus Mergel und Sandsteinen der Molasse, im Mittelland aus pleistozänen Schottern und Moränen. Regosole kommen in Erosionslagen meist kleinräumig neben anderen Bodentypen vor.

Nutzung/Gefährdung Häufig sind Regosole aus Böden hervorgegangen, die infolge ackerbaulicher Nutzung erodiert wurden. Bei nicht permanenter Bodenbedeckung bleiben sie erosionsgefährdet. Teilweise kommen Regosole nur sehr kleinflächig auf Kuppenlagen und umgeben von tiefgründigeren Böden vor. Solche Standorte werden häufig ackerbaulich genutzt.

Im Jura sind Regosole oft bewaldet. Aufgrund der geringen Bodenmächtigkeit sind die natürlichen Funktionen wie die Wasserreinigungskapazität, aber auch der Nährstoffrückhalt stark eingeschränkt.



0–26 cm

Ah,p: humoser, gepflügter Oberboden

gut durchwurzelt, neutral, entkarbonatet

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
23/35	17	2,8	6,7

26–65 cm

AC: wenig verwitterter, skelettreicher Übergangshorizont

durchwurzelt, schwach karbonathaltig, alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
28/43	48	1,2	7,3

ab 65 cm

C: praktisch unverwitterte Schotter

nur vereinzelt durchwurzelt, karbonatreich und alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
28/40	55		7,6

Abbildung 16: Regosol auf Schotter, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil 2464-13. Körnung der Feinerde (Ton / Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl_2 .

3.2

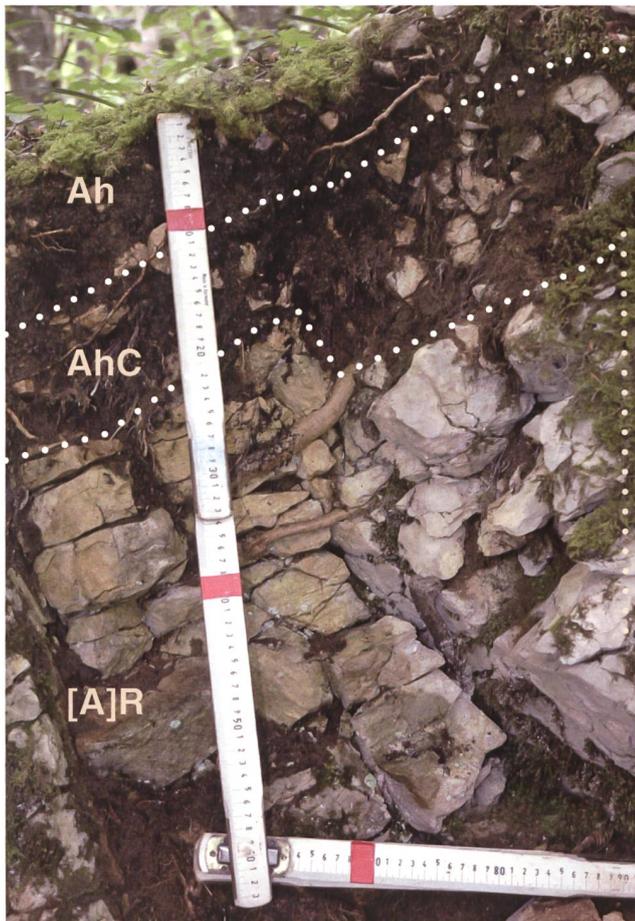
Rendzina

Charakterisierung Die Rendzina gehört wie der Regosol zu den wenig entwickelten Böden (A/C-Böden, ohne B-Horizont). Typischerweise weist die Rendzina einen humosen, krümeligen und je nach Ausgangsmaterial skelettreichen Oberboden auf. Als typische Humusform entwickelt sich ein Mull. Unter dem Oberboden folgt bereits das feste oder aufgelockerte Karbonatgestein (z. B. Kalkstein und Dolomit). Der Kalziumkarbonatgehalt muss dabei mindestens 75 Prozent betragen (BGS, 2010).

Rendzinen entstehen durch chemische und physikalische Verwitterung des Karbonatgesteins. Bei der chemischen Verwitterung löst sich das Karbonat vor allem durch die sich im Sickerwasser befindliche Kohlensäure auf. Die Karbonate werden mit dem Sickerwasser ausgewaschen. Zurück bleiben die unlöslichen Bestandteile des Ausgangsgesteins, in der Regel sind dies Silikate und Oxide. Dieser Lösungsrückstand ist meistens tonreich und steht als einziges Material für die Bildung des Ah-Horizonts zur Verfügung.

Die Karbonatverwitterung ist abhängig von der Niederschlagsmenge und der Oberflächenbedeckung mit Pflanzen und Humus. Bei einem Kalziumkarbonatgehalt des Gesteins von 95 Prozent müssen etwa zwei Meter Gestein verwittern, um einen 20 Zentimeter mächtigen Ah-Horizont entstehen zu lassen (Blume et al., 2010).

Bei den bisher kartierten Rendzinen liegt der Tongehalt mehrheitlich über 30 Prozent, teilweise sogar über 50 Prozent. Trotz der hohen Tongehalte sind Rendzinen aufgrund des hohen Skelettgehalts meist gut durchlüftet. Diese Tatsache, verbunden mit einem pH-Wert der Rendzinen von durchschnittlich 7 und deren hoher Kalziumsättigung, führt zu reger Tätigkeit der Bodenlebewesen, zur Bildung von Bodenkrümeln und damit zu einem stabilen Gefüge. Typischerweise bildet sich auf einer Rendzina die Humusform Mull. Der Humusgehalt liegt bei den bisher kartierten Rendzinen bei rund sieben Prozent.



0–10 cm

Ah: Humus- und skeletthaltiger, krümeliger Oberbodenhorizont (Mull)

stark durchwurzelt, hohe biologische Aktivität, alkalisch, entkarbonatet

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
31/40	35	9	7,2

10–25 cm

AhC: Skelettreicher Übergangshorizont zwischen Oberboden und Fels

alkalisch, schwach karbonathaltig

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
31/40	55	3,5	7,5

25–60 cm

[A]R: Festgestein

mit eingeschwemmtem Oberbodenmaterial und Wurzeln in Klüften

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
0	80	0	7,5

Abbildung 17: Rendzina auf Kalkstein, Winznau, Profil-Nr. 2501-12. Körnung der Feinerde (Ton/Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

Verbreitung Im Kanton Solothurn ist die Rendzina ein typischer Juraboden. Rendzinen machen etwa vier Prozent der bisher kartierten Fläche aus. Dieser geringe Anteil ist darauf zurückzuführen, dass bisher vorwiegend die Böden ausserhalb des Juras kartiert wurden.

Nutzung/Gefährdung Rendzinen sind oft flachgründig und skelettreich. An südexponierten Steillagen trocknen sie sehr rasch aus. An Nordhängen können sie als tiefgründige Böden mit gutem Wasser-

angebot vorkommen. Für eine ackerbauliche Nutzung sind sie wegen des hohen Skelettanteils, des hohen Tongehalts und des oftmals nur geringmächtigen Oberbodens wenig geeignet. Die Böden sind meist Wald- oder Weidestandorte.

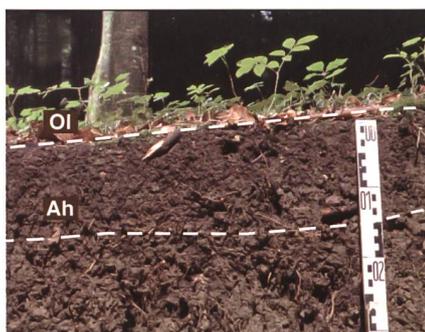
Aufgrund der extensiven Nutzung finden sich auf Rendzinen oft wertvolle Wald- und Wiesengesellschaften, zum Beispiel artenreiche lichte Eichenmischwälder oder trockene Föhrenwälder sowie artenreiche Magerwiesen.

Humusformen

Abgestorbene Pflanzenteile und Tiere werden auf und im Boden grösstenteils mineralisiert. Ein Teil der organischen Substanz wird in stabile Huminstoffe umgewandelt, welche über einen längeren Zeitraum erhalten bleiben. Diese bilden zusammen mit der Streu den Humuskörper des Bodens.

Abhängig von den Standortverhältnissen, bilden sich

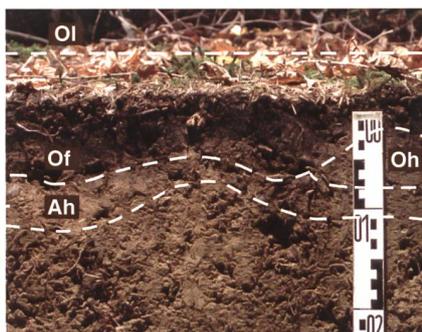
unterschiedliche Humushorizonte aus. Vorkommen, Abfolge und Mächtigkeit dieser Humushorizonte werden zu charakteristischen Humusformen zusammengefasst. Im Kanton Solothurn kommen aufgrund der geologischen und klimatischen Bedingungen praktisch nur die Humusformen Mull und Moder sowie deren Übergangsformen vor.



Mull
(Ol-Ah)

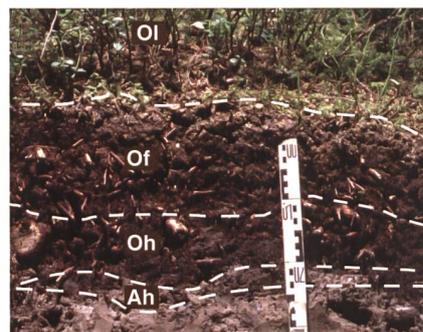
Bei einem Mull besteht die organische Auflage nur aus einer Streuschicht (Ol-Horizont), die direkt über dem krümeligen, organomineralischen Oberboden (Ah-Horizont) liegt.

Charakteristisch für einen Mull ist die hohe biologische Aktivität, die zu raschem Streuabbau und zur intensiven Vermischung von Humusstoffen und Mineralerde führt. Die Nährstoffversorgung in solchen Oberböden ist gut, und sie weisen meist eine Krümelstruktur und einen günstigen Wasser- und Lufthaushalt auf.



Moder
(Ol-Of-[Oh]-Ah)

Der Moder stellt einen Entwicklungszustand zwischen Mull und Rohhumus dar. Über dem meist geringmächtigen organomineralischen Oberboden (Ah-Horizont) liegen ein Fermentationshorizont (Of-Horizont) und darüber eine Streuschicht (Ol-Horizont). Moder wird insbesondere in krautarmen Laub- und Nadelwäldern mit relativ nährstoffarmen Oberböden oder unter kühlfeuchten Klima- und feuchten Bodenverhältnissen gebildet. Die biologische Aktivität ist reduziert, die Zersetzung verläuft langsamer und unvollständig.



Rohhumus
(Ol-Of-Oh-Ah)

Rohhumus ist typisch für extrem nährstoffarme, saure Oberböden unter einer Pflanzendecke, die schwer abbaubare Streu liefert (z. B. lichtarme Nadelwälder). Ein kühl-feuchtes Klima begünstigt die Rohhumusbildung. Die Zersetzung ist stark gehemmt und die biologische Aktivität gering, was die Durchmischung des organischen Materials mit dem Oberboden hemmt. Die einzelnen organischen Auflagehorizonte sind deutlich unterscheidbar und können sehr mächtig werden: Unter der Streuschicht (Ol-Horizont) und dem Fermentationshorizont (Of-Horizont) liegt der Huminstoffhorizont (Oh-Horizont), der aus weitgehend zersetzten Vegetationsrückständen besteht. Organomineralische Horizonte (Ah-Horizonte) sind meist nur geringmächtig oder fehlen ganz.

Abbildung 18: Darstellung der Humusformen.

3.3

Braunerde/Saure Braunerde/Kalkbraunerde

Charakterisierung Braunerden weisen einen humosen, dunkelbraun gefärbten Oberboden (A-Horizont) auf, der in einen braun gefärbten Unterboden (B-Horizont) übergeht. Je nach Ausgangsmaterial und Intensität der Verwitterung kann die Körnung der Braunerde stark variieren. Von den bisher kartierten Böden weisen die meisten Braunerden einen Tongehalt von über 20 Prozent auf. Der Tongehalt von Braunerden im östlichen Kantonsteil ist durchschnittlich deutlich höher als im westlichen. Der Grund liegt im unterschiedlichen Alter der Böden. Der östliche Kantonsteil war im Gegensatz zum westlichen während der letzten Eiszeit eisfrei, die Böden wurden dort durch die Eismassen nicht ausgeräumt (Kapitel 1.3.3).

Braunerden sind meistens tiefgründig mit einer durchschnittlichen pflanzennutzbaren Gründigkeit zwischen 70 und 80 Zentimeter. Der pH-Wert von Braunerden liegt im schwach sauren bis neutralen Bereich (pH-Wert 5,1 bis 6,7). Typischerweise entstehen Braunerden durch Verwitterung auf kalkfreien und kalkarmen, silikatischen Ausgangsgesteinen, im Kanton Solothurn meist auf Moränenmaterial, Sandstein oder Schotter. Die charakteristischen bodenbildenden Prozesse sind dabei die Verbraunung und die Verlehmung. Aufgrund der grossflächigen Moränenablagerungen sind Braunerden in der Schweiz häufig. Liegt der pH-Wert zwischen 6,5 und 5, findet im Normalfall eine Tonverlagerung statt, es entstehen Parabraunerden (Kapitel 3.4).

Saure Braunerden und Kalkbraunerden stellen zwei besondere Ausprägungen der Braunerde dar. Saure Braunerden haben per Definition einen pH-Wert unter 5,1 (BGS, 2010). Durchschnittlich haben die bisher kartierten Sauren Braunerden einen pH-Wert von 4. Dabei handelt es sich um stark verwitterte Braunerden, die über einen langen Zeitraum entstanden sind. Heute sind diese Böden meist bewaldet. Entweder setzte die Bodenbildung bereits vor der letzten Vergletscherung ein, oder der Boden entstand aus kalzium- und magnesiumarmen Gesteinen wie Molasse-sandstein und Granit.

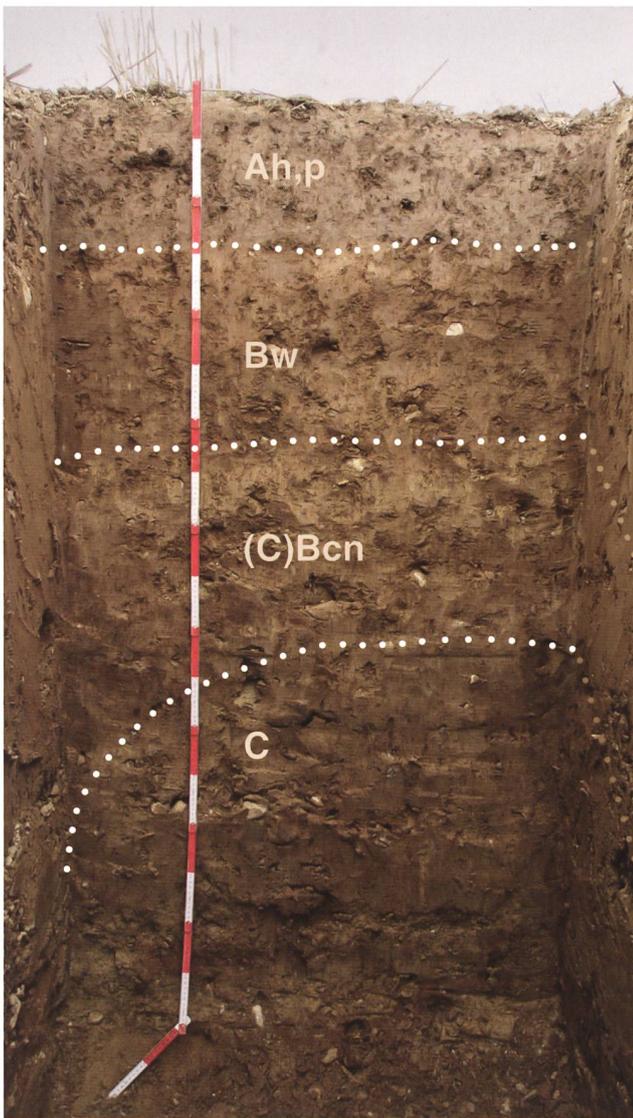
Bei der Kalkbraunerde fand bei bereits kalkfreien Braunerden nachträglich ein messbarer Eintrag von Karbonat statt. Der Karbonateintrag kann durch kalkhaltiges Hang- oder Grundwasser oder durch kolluvialen Auftrag erfolgen.

Verbreitung Die Braunerde ist der häufigste Bodentyp im Kanton Solothurn und nimmt mit etwa 34 Prozent den grössten Teil der bisher kartierten Fläche ein. Werden Kalkbraunerden (4 Prozent) und Saure Braunerden (20 Prozent) dazugerechnet, umfassen die Braunerden über die Hälfte der kartierten Kantonsfläche (58 Prozent). Hier gilt jedoch zu berücksichtigen, dass bisher vor allem die Böden des Mittellandes kartiert wurden und erst wenige Böden im Jura. Braunerden finden sich sowohl im Mittelland als auch im Jura. Saure Braunerden sind mehrheitlich an Waldstandorte im Mittelland gebunden. Im Kanton Solothurn kommen Kalkbraunerden typischerweise in Hangfusslagen am Jurasüdfuss vor.

Nutzung/Gefährdung Braunerden werden vielseitig genutzt. Die tiefgründig verwitterten, gut durchlüfteten und gut durchwurzelbaren Braunerden und Kalkbraunerden des Mittellandes zählen zu den fruchtbarsten Böden und werden verbreitet ackerbaulich genutzt. An gewölbten, erosionsgefährdeten Lagen kommen aber flachgründige und stark skeletthaltige Braunerden vor, die oft noch als Dauergrünland genutzt werden. Saure Braunerden sind häufig bewaldet. Bei einer landwirtschaftlichen Nutzung müssen sie regelmässig stark aufgekalkt werden.

Da Braunerden die häufigsten Böden in Bauzonen sind, gehen viele dieser fruchtbaren Böden durch Überbauung verloren – eine Gefahr, die durch den unvermindert hohen Baudruck verschärft wird.

Braunerden und Saure Braunerden sind besonders gefährdet durch eine Beschleunigung der Versauerung durch den anthropogenen Eintrag von sauer wirkenden Luftschadstoffen, vor allem Stickstoffeinträge aus Verkehr und Landwirtschaft. Betroffen sind in erster Linie Waldstandorte, da diese nicht aufgekalkt werden. Die fortschreitende Versauerung führt zu einer Verarmung der Böden an wichtigen basischen Pflanzennährstoffen. Bei sehr sauren Bedingungen werden unter anderem giftige Aluminiumionen gelöst und für die Pflanzen verfügbar. Wichtige Bodenlebewesen, unter anderem die Regenwürmer, werden dezimiert. Dies führt zu einer langfristigen Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit (Blaser et al., 2008).



0–27 cm

Ah,p: gepflügte, humusarme Ackerkrume
durchwurzelt, schwach sauer, labil aggregiert

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
18/34	2	1,9	5,2

27–65 cm

Bw: brauner Verwitterungshorizont, Unterboden
durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
20/31	7	0,6	5,2

65–105 cm

(C)Bcn: schwach stauwasserbeeinflusster Übergangshorizont zwischen Unterboden und Untergrund
mässig durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
21/36	12	0,4	5,6

ab 105 cm

C: Untergrund aus unverwitterter, karbonathaltiger Moräne
kaum durchwurzelt

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
21/25	22	0	7,1

Abbildung 19: Tiefgründige Braunerde auf Moräne, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil-Nr. 2464-11. Körnung der Feinerde (Ton/Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

Verbraunung und Verlehmung

Bei der Verwitterung von eisenreichen Silikatmineralien (z. B. Olivin, Pyroxen, Biotit und Amphibol) bilden sich unter den in der Schweiz vorherrschenden Klimabedingungen braun gefärbte Eisenoxide, hauptsächlich Goethit. Diese Eisenoxide reichern sich im Boden an und geben ihm seine charakteristisch braune Farbe. Dieser Prozess wird als Verbraunung bezeichnet. Parallel dazu bilden sich aus den bei der Silikatverwit-

terung freigesetzten Aluminiumionen und der Kieselsäure Tonmineralien, was als Verlehmung bezeichnet wird. In mitteleuropäischen Böden werden hauptsächlich Illite und Smectite gebildet.

Die Verwitterung von Silikatmineralien kann erst nach Absenken des pH-Wertes unter 7 einsetzen, was die vorgängig vollständige Verwitterung des Kalks voraussetzt.

3.4

Parabraunerde

Charakterisierung Die Parabraunerde ist in ihrem Aufbau und den Eigenschaften der Braunerde sehr ähnlich. Im Gegensatz zu der Braunerde findet in Parabraunerden eine Verlagerung von Tonmineralien statt. Sie zeichnen sich durch einen Tonauswaschungs- und einen Tonanreicherungshorizont aus. Der Tonauswaschungs- oder Eluvialhorizont ist deutlich heller gefärbt als der darunter liegende rötlich-braune Tonanreicherungshorizont oder Illuvialhorizont. Die charakteristische Horizontabfolge in einer Parabraunerde besteht aus A-, E-, und It-Horizont (BGS, 2010).

Die Tonauswaschung findet vielfach im Oberboden oder im unmittelbar daran anschliessenden oberen Bereich des Unterbodens statt. Bei starker Tonverlagerung, vor allem in niederschlagsreichen Gebieten, kann es wegen der dichteren Lagerung durch die eingewaschenen Tone im Tonanreicherungshorizont zu Staunässe kommen.

Bei landwirtschaftlich genutzten Parabraunerden ist die Horizontfolge durch die Bearbeitung des Bodens oft gestört. Der tonverarmte Oberboden wurde erodiert oder mit dem tonreicheren Unterboden vermischt. Parabraunerden sind oft tiefgründige bis sehr tiefgründige Böden und weisen im Schnitt eine pflanzennutzbare Gründigkeit zwischen 80 und 90 Zentimeter auf.

Verbreitung Parabraunerden entstehen hauptsächlich auf Lockergesteinen wie Moränenmaterial, gut durchlässigen Schottern oder Lössablagerungen. Im Kanton Solothurn machen sie etwa 15 Prozent der bisher kartierten Fläche aus und sind neben Braunerden die am häufigsten vorkommenden Böden im solothurnischen Mittelland sowie im Leimental.

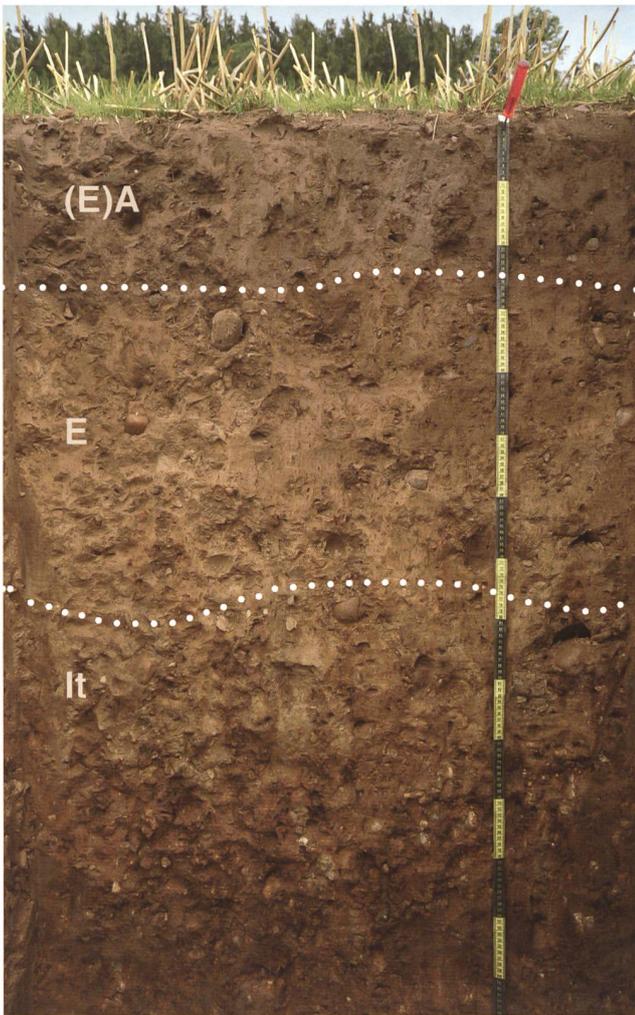
Nutzung / Gefährdung Parabraunerden sind gut durchwurzelbare, sehr fruchtbare Böden mit einer hohen Wasserspeicherkapazität. Letztere, häufig verbunden mit einer leichten Staunässe, wirkt sich positiv auf die Wasserversorgung der Pflanzen in Trockenphasen aus.

Parabraunerden eignen sich ausgezeichnet für den Ackerbau. Aufgrund der Tonverarmung im Oberboden neigen Parabraunerden jedoch zu Verschlammung und Erosion. Die Verdichtungsempfindlichkeit kann aufgrund des tonreichen, oft leicht staunassen Unterbodens erhöht sein.

Da sich viele tiefgründige Parabraunerden und Braunerden in den Ebenen des Mittellandes befinden, werden sie auch häufig überbaut und damit zerstört.

Tonverlagerung/Lessivierung

Unter Tonverlagerung oder Lessivierung versteht man die Verlagerung der Tonfraktion (kleiner als 0,002 Millimeter) aus den oberen Bodenhorizonten in tiefere Schichten. Im pH-Wertbereich zwischen 6,5 und 5 zerfallen die durch Tonminerale gebildeten Aggregate (Dispergierung). Die nun einzeln vorliegenden Tonpartikel werden durch das Sickerwasser mobilisiert und nach unten transportiert. Im Unterboden werden sie mechanisch, das heisst durch die Filterwirkung der sich verengenden Poren, und chemisch, also durch höhere Salzkonzentrationen oder Kalziumsättigung, wieder abgelagert. Dort überziehen sie als dünne, glänzende Schicht, sogenannte Tonkutane, die Oberflächen der Porenwände und des Skeletts.



0–30cm

(E)A: fahlbraune, gepflügte Ackerkrume

an Ton und Humus verarmt, gut durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
14/46	12	1,5	5,2

30–80cm

E: gebleichter Eluvialhorizont (Tonauswaschungshorizont)

an Ton verarmt, mässig durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
16/47	13	0,6	5,4

80–150cm

It: rötlich-brauner Illuvialhorizont (Tonanreicherungshorizont)

mit Tonkutanen, wenig durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
28/35	17–33	0,1	5,8

Abbildung 20: Tiefgründige Parabraunerde aus Hanglehm über Schotter, Winznau, Profil-Nr. 2501-6. Körnung der Feinerde (Ton/Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl_2 .

3.5

Pseudogley/Braunerde-Pseudogley

Charakterisierung Pseudogleye sind von Stauwasser geprägte Böden. Typischerweise finden sie sich auf Standorten mit dichtem Unterboden und/oder wechselfeuchten Verhältnissen, beispielsweise winterliche Vernässung und sommerliche Austrocknung. Der stauende Horizont von Pseudogleyen verhindert oder verlangsamt das Versickern von Niederschlägen, das Stauwasser hemmt die Bodendurchlüftung. Charakteristischerweise liegt über dem stauenden Horizont ein durchlässiger Stauwasserleiter.

Pseudogleye weisen in der Regel eine stark graurostig gefleckte Färbung auf, welche als Marmorierung bezeichnet wird. Dieses charakteristische Merkmal entsteht durch chemische Prozesse im Zusammenhang mit dem periodischen Wechsel von Vernässung und Austrocknung (siehe Pseudovergleyung).

Der stauende Horizont kann sowohl natürlichen als auch anthropogenen Ursprungs sein. Natürliche Ursachen für einen stauenden Bodenhorizont können dicht gelagerte Grundmoränen oder Toneinwaschungshorizonte bei einer Parabraunerde sein (Kapitel 3.4). Durch den Menschen verursachte Bodenverdichtungen, beispielsweise durch das Befahren von Böden mit schweren Maschinen, können ebenfalls zu dichten wasserundurchlässigen Horizonten innerhalb eines Bodens führen.

Die Klassifikation der Böden der Schweiz unterscheidet Pseudogleye und Braunerde-Pseudogleye. Charakteristisch für die Pseudogleye ist ein stark rostfleckiger Stauhorizont, der oberhalb von 40 Zentimeter unter der Oberfläche beginnt und mindestens 20 Zentimeter mächtig ist. Beim weniger stark vernässten Braunerde-Pseudogley beginnt dieser Horizont zwischen 40 und 60 Zentimeter unter der Oberfläche.

Häufig kommen auch Übergangsformen zu anderen Bodentypen vor. In diesen Übergangsformen sind die Staunässemerkmale nur schwach und nicht in allen Horizonten erkennbar. Zudem stehen kurze Nassphasen vergleichsweise langen Trockenphasen gegenüber. Diese Ausprägungen werden beispielsweise als pseudovergleyte Braunerde bezeichnet.

Pseudogleye und Übergangsformen können flach- bis tiefgründig ausgebildet sein. Die pflanzennutzbare Gründigkeit hängt von der Stärke der Pseudovergleyung, der Tiefenlage und der Dichte des Staukörpers ab. Von den bisher erfassten Böden liegt die pflanzennutzbare Gründigkeit durchschnittlich knapp über 50 Zentimeter. Die pH-Werte liegen mehrheitlich im schwach sauren bis neutralen Bereich, und die Humusgehalte liegen um die vier Prozent.

Verbreitung Braunerde-Pseudogleye nehmen im Kanton Solothurn sechs bis sieben Prozent der bisher kartierten Böden ein. Die stark stauwasser geprägten Pseudogleye sind mit etwa einem Prozent eher selten. Grossflächig sind stauwasser geprägte Böden insbesondere auf tonigem Untergrund zu finden, so zum Beispiel in den Dünnernalluvionen im Gäu oder in der Aareebene bei Lüsslingen-Nennigkofen.

Nutzung/Gefährdung Die land- und forstwirtschaftliche Nutzung von Pseudogleyen kann je nach Ausprägung stark eingeschränkt sein. In der Landwirtschaft sind Stauwasserböden typische Grünlandböden. Ackerbau ist aufgrund der Wechsellässe oft erschwert. Im Frühling können diese Böden erst spät bearbeitet werden, in den trockenen Sommermonaten fehlt hingegen oft das Wasser. Viele Pseudogleye wurden in der Vergangenheit drainiert.

Im Wald gedeihen eher Staunässe ertragende, flach wurzelnde Baumarten.

Staunässe Böden sind sehr verdichtungsempfindlich: Befahren und Bearbeiten während Nassperioden führt zu Bodenverdichtungen, welche den Staueffekt zusätzlich verstärken.

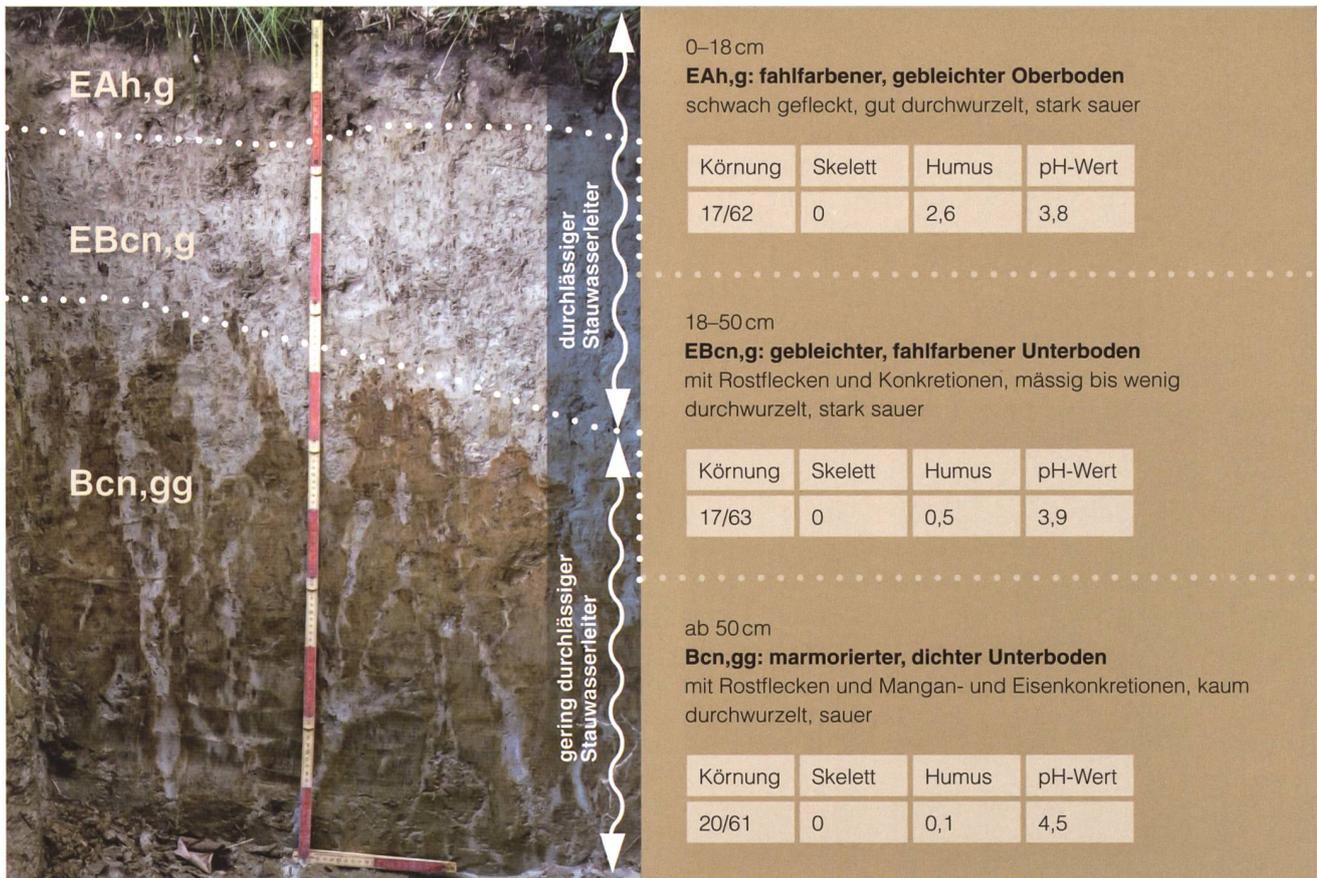


Abbildung 21: Gebleichter Pseudogley auf Löss, Niedergösgen, Profil-Nr. 2495-9. Körnung der Feinerde (Ton / Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

Pseudovergleyung

Der stauende Horizont von Pseudogleyen verhindert oder verzögert das Abfließen von Sickerwasser, was zu einer Abnahme der Bodendurchlüftung und zu anaeroben Verhältnissen führt. Eisen- und Manganoxide werden reduziert und damit in eine leicht lösliche Form überführt. Mit dem Porenwasser diffundieren diese Metallionen in das Innere der Bodenaggregate, wo sie bei Austrocknung des Bodens oder

aufgrund eingeschlossener Porenluft oxidieren und ausfallen. Bereiche mit tiefem Eisengehalt haben eine gebleichte, graue Färbung, die mit Eisen angereicherten Bereichen sind rostfarbig. Zusätzlich prägen schwarze Mangankonkretionen das Bild der Feinerde. Das für Pseudogleye typische fleckige Muster wird als Marmorierung bezeichnet.



Braune Matrix mit lokaler fahloter Färbung



Mangankonkretionen: dunkle bis schwärzliche Flecken
Eisenkonkretionen: bräunlich-rote Flecken



Gebliche, reduzierte Grundfarbe mit wenigen Rostflecken



Marmorierung: grossflächige Bleich- und Rostfleckung



Eisenanreicherung/Rostflecken als Hinweis auf Durchlüftungsprobleme

Abbildung 22: Vernässungsmerkmale als Zeichen der Durchlüftungssituation im Boden.

3.6

Fahlgley/Buntgley/Braunerde-Gley

Charakterisierung Gleyböden entwickeln sich unter dem Einfluss von Grund- oder Hangwasser. Im Gegensatz zu den Moorböden handelt es sich um mineralische Nassböden, die jedoch mehr oder weniger mächtige Torfzweischichten oder anmoorige Oberbodenhorizonte besitzen können (Kapitel 3.8). Der typische Gleyboden besitzt im Unterboden einen durch das anstehende Grund- oder Hangwasser dauernd vernässten, fahlgrauen bis graublauen Reduktionshorizont. Darüber folgt ein von den Schwankungen des Grundwasserspiegels und vom Kapillarsaum beeinflusster, stark rostfleckiger Horizont. Dieser wird als Oxidationshorizont bezeichnet.

Abhängig von der Stärke des Grundwassereinflusses können drei Typen von Gleyen unterschieden werden (BGS, 2010):

- Der Fahlgley ist am stärksten vom Grundwasser beeinflusst. Der ständig reduzierte Grundwasserhorizont beginnt mindestens oberhalb von 60 Zentimeter Tiefe, kann aber bis an die Bodenoberfläche reichen.
- Beim Buntgley liegt der Grundwasserspiegel unterhalb 60 Zentimeter Tiefe. Der Bereich oberhalb 40 Zentimeter ist geprägt durch einen stark rostfleckigen Oxidationshorizont.
- Der Braunerde-Gley ist die Übergangsform zu den normal durchlässigen Böden. Er weist aber einen stark rostfleckigen Horizont auf, der zwischen 40 und 60 Zentimeter unter der Bodenoberfläche beginnt. Der Grundwasserspiegel liegt tiefer als 60 Zentimeter unter der Oberfläche. Als Braunerde-Gley wird nicht nur die Übergangsform zur Braunerde, sondern zu sämtlichen Bodentypen bezeichnet, häufig sind dies der Regosol oder die Parabraunerde.

Die Bodenfauna ist in Gleyböden durch den hoch stehenden Grundwasserspiegel stark eingeschränkt, was in der Folge den Streuabbau hemmt und die Durchwurzelung erschwert. Deswegen weisen Gleyböden häufig einen relativ hohen Humusgehalt auf. Bei den bisher kartierten Böden liegt der Humusgehalt bei den Fahlgleyen um die zehn Prozent, bei den Buntgleyen knapp über fünf Prozent und bei den Braunerde-Gleyen knapp über vier Prozent.

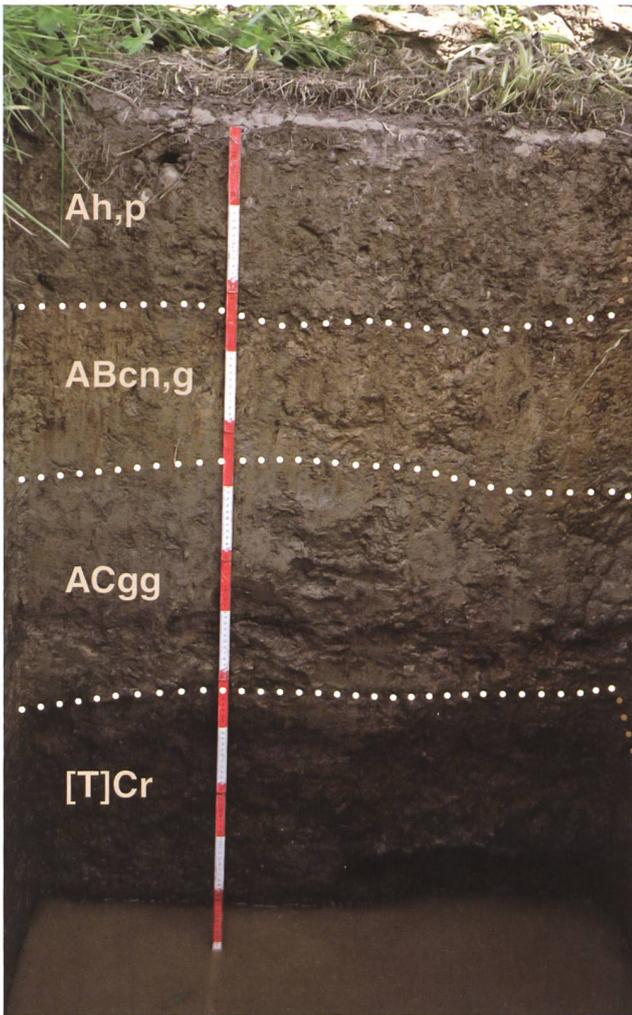
Gleyböden treten unabhängig vom Ausgangsmaterial in lokalen Depressionen (Täler, Senken oder Mulden) und am Rand von Gewässern auf. Gleyböden wurden im Rahmen von Meliorationen oftmals entwässert, die ausgeprägten Profilmerkmale weisen daher nur noch reliktschen Charakter auf. Die ehemals stark vernässten Fahlgleye wandeln sich nach der Entwässerung in weniger stark vernässte Braunerde-Gleye um.

Die pflanzennutzbare Gründigkeit von Gleyböden ist stark vom Grundwasserspiegel abhängig. Dem-

entsprechend nimmt bei den bisher kartierten Gleyböden die Gründigkeit mit dem Vernäsungsgrad ab. Die Braunerde-Gleye weisen eine Gründigkeit von durchschnittlich 55 Zentimeter, die Buntgleye von rund 45 Zentimeter und die Fahlgleye von rund 30 Zentimeter auf.

Verbreitung Gleye sind im Kanton Solothurn auf unterschiedlichen Ausgangsmaterialien vorhanden, jedoch meist in kleinflächiger Ausdehnung. Sie nehmen etwa sieben bis acht Prozent der bisher kartierten Fläche ein, davon sind vier bis fünf Prozent Braunerde-Gleye, zwei bis drei Prozent Buntgleye und etwa ein halbes Prozent Fahlgleye. Durch die vergangene und anhaltende Entwässerung grosser Landwirtschafts- und Waldflächen ist der Anteil stark grundwassergeprägter Böden deutlich zurückgegangen.

Nutzung/Gefährdung Natürlicherweise sind Gleye durch ihre grossen Wasserreserven Standorte für nassliebende Pflanzen und häufig als Naturschutzgebiete oder Grundwasserschutzzonen ausgeschieden. Landwirtschaftlich werden die Gleyböden als extensive Wiese oder Weide genutzt. Die ackerbauliche Nutzung ist erst nach einer Absenkung des Grundwasserspiegels möglich, wenn überhaupt sinnvoll. Auch im Wald wurden viele Gleye drainiert und umgenutzt. Grundwassergeprägte Böden sind ausserdem stark bis extrem verdichtungsempfindlich und erlauben oftmals nur kurze Bearbeitungsfenster. Ein Befahren oder Bearbeiten bei zu nassen Bedingungen führt zu Bodenverdichtungen.



0–25 cm

Ah,p: gepflügte Ackerkrume

leicht rostfleckig, gut durchwurzelt, neutral

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
28/38	7	4	6,1

25–40 cm

ABcn,g: mässig rostfleckiger Übergangshorizont

mit Konkretionen, gut durchwurzelt, neutral

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
18/54	0	2,4	6,4

40–90 cm

ACgg: geschichteter, stark rostfleckiger Unterboden

mit grauer Grundfarbe und schichtweise unterschiedlicher Beschaffenheit (Körnung, OS etc.)

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
28/45	0	2–7	6,3

ab 90 cm

[T]Cr: geschichteter, dauernd vernässter Untergrund

mit Torfzwischen-schichten, reduziert, schwach sauer bis neutral

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
40/43	0	10–35	5,9

Abbildung 23: Alluvialer Buntgley mit Torfzwischen-schichten, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil-Nr. 2457-046. Körnung der Feinerde (Ton / Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

Vergleyung

Unter Einfluss von sauerstoffarmem Grund- oder Hangwasser entsteht im Boden ein ständig vernässter, anaerober Horizont. Der anhaltende Sauerstoffmangel führt zu einer Reduktion der Eisen- und Manganoxide. Diese sind nun im Wasser gelöst. Durch den schwankenden Grundwasserspiegel und kapillaren Wasseraufstieg in den Bodenporen werden diese Ionen in die oberen Bodenhorizonte transportiert. Unter Sauerstoffzutritt werden sie dort wieder als Oxide ausgefällt. Dies führt zur charakteristischen Rostfleckung entlang von Porenwandungen.

Bei seitlichem Wasserzufluss, zum Beispiel durch Hangwasser, werden die Eisen- und Manganverbindungen seitlich verlagert und können weit entfernt vom Lösungsort wieder ausgefällt werden.

3.7

Fluvisol

Charakterisierung Fluvisole sind junge, wenig entwickelte Böden (A/C-Böden ohne B-Horizont), die aus Fluss- oder Bachsedimenten entstehen und durch periodische Überflutung und Übersarung geprägt werden. Typischerweise liegen bei Fluvisolen Wechsellagen von geschichtetem, alluvial abgelagertem Sediment und humosem Oberboden vor. Geprägt durch einen stark schwankenden Grundwasserspiegel und wiederholte Überflutungen wurden respektive feste und gelöste Stoffe abgelagert und teilweise auch wieder erodiert. Fluvisole können episodisch und bei grösseren Hochwassern erneut überschwemmt werden. Bleiben während längerer Zeit Überschwemmungen und Übersarungen aus, kann sich innerhalb der Fluvisole ein Unterboden ausbilden, es entsteht eine Braunerde oder eine Parabraunerde.

Die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Fluvisole sind stark vom Einzugsgebiet und von der Distanz zum Gewässerlauf abhängig. Im Gebirge sind die abgelagerten Sedimente grobkörniger, kiesig-sandig bis blockig. Im Mittelland, mit zunehmender Distanz zum Gebirge und abnehmendem Gefälle, sowie mit zunehmender Entfernung vom Gewässer werden sie feinkörniger. Die regelmässige Überschwemmung führt zu einer Nachlieferung von Nährstoffen und Karbonaten, was der Entkarbonatisierung, Verbraunung und Verlehmung entgegenwirkt.

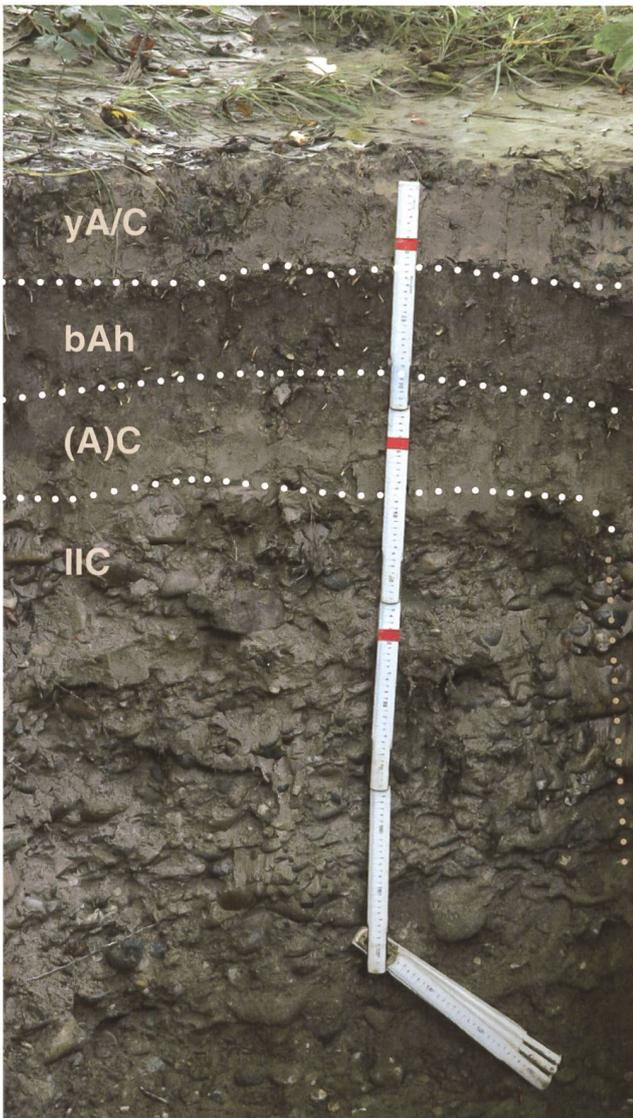
Die bisher kartierten Fluvisole sind häufig bis in den Oberboden karbonathaltig mit einem pH-Wert im alkalischen Bereich (pH-Wert bei 7). Die Körnungen liegen im Bereich sandiger Lehm, mit Tongehalten unter 20 Prozent.

Verbreitung Fluvisole kommen entlang von Fluss- und Bachläufen in allen Gebieten des Kantons Solothurn vor. Grossflächig finden sie sich in der Nähe der Aare und der Emme. Die Fluvisole umfassen etwa drei Prozent der bisher kartierten Böden im Kanton Solothurn.

Nutzung/Gefährdung Bei Fluvisolen setzt eine ackerbauliche Nutzung in der Regel eine Grundwasserabsenkung und eine Regulierung des Fliessgewässers voraus. Das Nutzungspotenzial hängt weiter von den chemischen und physikalischen Eigenschaften des sedimentierten Ausgangsmaterials ab. Tonige Böden neigen zu Verdichtung, sandige Böden trocknen rasch aus und erfordern unter Umständen eine Bewässerung.

Aueböden

Auen sind Überflutungsbereiche der Flüsse. Gemäss dem schweizerischen Klassifikationssystem werden Aueböden, im Gegensatz zu den Fluvisolen, auch heute noch regelmässig überschwemmt. Dabei sind sie meist nur noch auf den Bereich zwischen Flusslauf und Hochwasserschutzdämmen beschränkt. Aueböden zeigen alluviale Schichtungen, es können mehrere überdeckte Ah-Horizonte vorkommen. Nebst den Überflutungen haben auch die sich periodisch und saisonal verändernden Grundwasserspiegel einen grossen Einfluss auf die Bodenentwicklung. Im Kanton Solothurn finden sich Aueböden nur noch vereinzelt an der Emme.



0–12 cm

yA/C: rezente Überflutungsschicht

(Überflutung eine Woche vor der Aufnahme)

aus Sand, unstrukturiert, kaum durchwurzelt, alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
1/14	0	1	8

12–30 cm

bAh: begrabener, humoser Oberboden

aus lehmreichem Sand, durchwurzelt, alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
14/39	3	3,4	7,5

30–55 cm

(A)C: Untergrund aus sandigem Alluvium

aus schluffigem Sand, wenig durchwurzelt, alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
5/16	3	0,4	7,7

ab 55 cm

IIC: Untergrund aus schottrigem Alluvium

aus sandigem Kies, nur vereinzelt durchwurzelt, alkalisch

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
3/5	55	0,2	7,9

Abbildung 24: Überschütteter, geschichteter Fluvisol, Luterbach, Profil-Nr. 2527-9. Körnung der Feinerde (Ton/Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

3.8

Halbmoor/Moor

Charakterisierung Moore und Halbmoore gehören im Gegensatz zu den mineralischen Gleyböden zu den organischen Nassböden. Die Entwicklung der meisten Mooregebiete in der Schweiz begann mit dem Rückzug der Eismassen am Ende der letzten Eiszeit. In den durch den Gletscher zurückgelassenen Moränenlandschaften stauten sich Seen unterschiedlicher Grösse auf. Im Laufe des Holozäns sind grosse Teile dieser ehemaligen Gewässer verlandet, die darin abgestorbenen Pflanzen wurden aufgrund der anaeroben Verhältnisse im Wasser konserviert.

Während Jahrtausenden sind so teilweise mächtige Torfschichten entstanden. Solange der Torfkörper wassergesättigt ist und kein Luftsauerstoff hinzukommt, bleibt der Torfkörper erhalten. Die Mineralisation des organischen Materials ist unterbunden.

Moorböden besitzen infolge des grossen Porenvolumens und der geringen Dichte ein ausserordentlich hohes Wasserspeichervermögen. Die biologische Aktivität ist hingegen aufgrund des Sauerstoffmangels stark eingeschränkt.

In der Schweiz werden Moor- und Halbmoorböden unterschieden. Bei Moor- und Halbmoorböden muss der Torfhorizont (T-Horizont) in den obersten 80 Zentimeter liegen und mindestens 40 Zentimeter mächtig sein respektive mehr als 30 Prozent organische Substanz enthalten (BGS, 2010). Im Gegensatz zu den Moorböden weisen Halbmoore mineralische Schichten zwischen den Torfkörpern auf. Der Gehalt an organischer Substanz liegt unter 85 Prozent, bei Moorböden beträgt er über 85 Prozent.

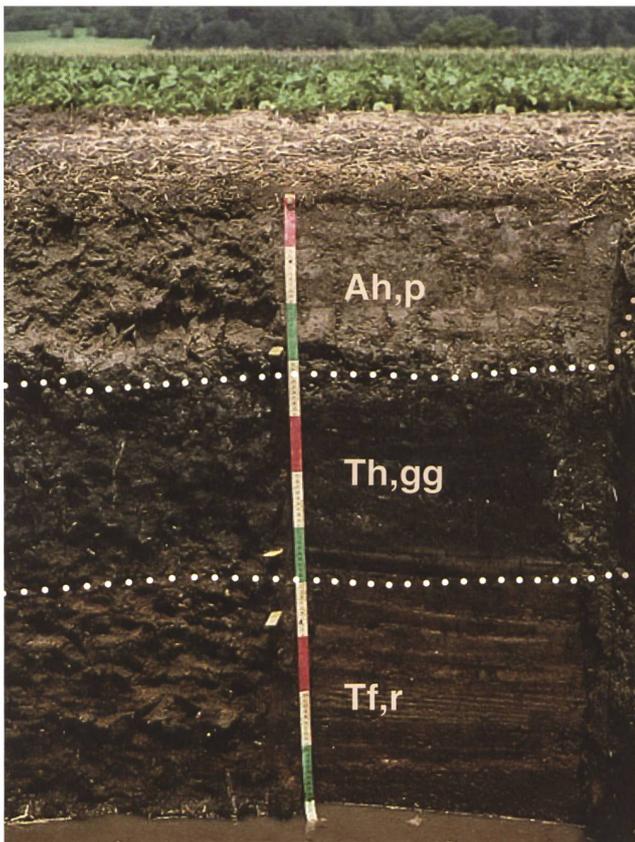
In der Landschaftsökologie werden Hoch- und Flachmoore über die jeweiligen Pflanzengesellschaften definiert. Im Gegensatz zur bodenkundlichen Definition ist das Vorkommen von Torfhorizonten nicht zwingend. Flachmoore sind zum Beispiel auch auf Gleyböden ohne Torfhorizont möglich.

Verbreitung Moorböden kommen in Gebieten mit einem sehr hohen Grundwasserspiegel vor. Im Kanton Solothurn sind Moore und Halbmoore selten und machen zusammen knapp ein halbes Prozent der bisher kartierten Böden aus. Kleine, zusammenhängende Halbmoore kommen im Limpachtal und in der hügeligen Grundmoränenlandschaft rund um den Inkwiler- und Burgäschisee (Kapitel 4.3.4) vor. Weiter sind lokal kleinere «Möösli» vorhanden, zum Beispiel in Gächliwil. Eigentliche Moorböden sind nur noch am Burgäschisee im «Chlöpfibeerimoos» vorhanden.

Nutzung/Gefährdung Moor- und Halbmoorböden werden von typischen, seltenen Pflanzengesellschaften besiedelt. Es sind wertvolle Feuchtbiotope, die häufig unter Schutz stehen.

Intakte Moorböden sind land- und forstwirtschaftlich kaum nutzbar. Sie sind schlecht tragfähig, und das Ertragspotenzial ist durch den hohen Grundwasserspiegel eingeschränkt. Eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung ist höchstens als extensives Streuland möglich.

Torfe wurden in der Schweiz vermutlich seit der Bronzezeit abgebaut. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft im 19. und vor allem im 20. Jahrhundert wurden viele Gewässer abgesenkt, Flüsse und Bäche kanalisiert und grosse Flächen drainiert. Nach dem Wasserentzug sackten die Böden und der Torf wurde mineralisiert. Heute sind die meisten Moorböden drainiert und werden landwirtschaftlich oder forstlich genutzt. Durch die ackerbauliche Nutzung und der damit verbundenen Bodenbearbeitung wird der Abbau der organischen Substanz und damit die CO₂-Belastung zusätzlich vorangetrieben. In manchen Gebieten ist die Torfsackung so weit fortgeschritten, dass die vormals mächtigen Torfschichten nur noch geringmächtig oder bereits vollständig verschwunden sind. Die konventionelle landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden ist deshalb nicht nachhaltig.



0–28 cm

Ah,p: gepflügte Ackerkrume

tonreich, gut durchwurzelt, neutral

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
53/33	1	8,2	6,3

28–65 cm

Th,gg: humifizierter, stark gleyiger Torfhorizont

mit schwammigem Gefüge, mässig durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
0	0	62	5,7

ab 65 cm

Tf,r: dauernd vernässter Torfhorizont

mit filzigem Gefüge, nicht durchwurzelt, schwach sauer

Körnung	Skelett	Humus	pH-Wert
0	0	75	5,5

Abbildung 25: Drainiertes, tieftorfes Halbmoor auf Alluvium, Messen, Profil-Nr. 2457-046. Körnung der Feinerde (Ton/Schluff in %); Skelettgehalt (Kies und Steine in Volumen-%); Humusgehalt (in %); pH-Wert, gemessen in CaCl₂.

Funktionen von Moorböden

Moore nehmen eine Reihe von wertvollen Funktionen wahr:

- Intakte Moore wirken durch die Konservierung der abgestorbenen Pflanzen als CO₂-Senke. Wird der Torfkörper entwässert, kehrt sich dieser Prozess schnell um: Moore werden durch die Mineralisierung des Torfs zu einer nicht zu unterschätzenden CO₂-Quelle (Leifeld et al., 2011).
- Moore sind Spezialstandorte, die hoch spezialisierten und oft stark gefährdeten Pflanzen und Tieren einen bedeutenden Lebensraum bieten.
- Moore sind wertvolle Archive der Natur- und Kulturgeschichte. Pollen und grössere Pflanzenreste können Rückschlüsse auf die Vegetationsentwicklung geben. In den Pflanzenresten gespeicherte Schwermetalle oder Aschelagen geben Hinweise auf vergangene atmosphärische Stoffeinträge.

3.9

Anthropogene Böden/Rekultivierte Böden

Charakterisierung Unter anthropogenen Böden werden diejenigen Böden zusammengefasst, bei welchen der ursprüngliche Bodentyp durch menschlichen Einfluss grundlegend verändert oder der gesamte Boden vom Menschen neu aufgebaut wurde. Letztere werden auch als rekultivierte Böden oder Auffüllungen bezeichnet.

Die anthropogenen Böden fassen eine sehr inhomogene Gruppe von unterschiedlichen Böden zusammen. Chemie, Feinerdekorngung, Skelettgehalt, Dichte, Wasserhaushalt, Gründigkeit und damit ihre Nutzungsmöglichkeiten hängen stark von der Entstehungsgeschichte ab. Im Rahmen der Bodenkartierung des Kantons Solothurn werden vor allem rekultivierte Böden erfasst.

Fachgerechte Rekultivierung Ein fachgerecht rekultivierter Boden zeichnet sich durch einen korrekten, standorttypischen Bodenaufbau aus, bestehend aus Untergrundmaterial (häufig «Rohplanie»), Unterboden und Oberboden in genügender Mächtigkeit und Qualität. Der neu aufgebaute Boden hat bezüglich Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit mindestens das Niveau des natürlicherweise vorhandenen Bodens aufzuweisen. Damit diese Ziele erreicht werden können, muss während der gesamten Bauzeit (Bodenabtrag, Depotanlage und -bewirtschaftung, Rekultivierung, Folgebewirtschaftung) sehr sorgfältig mit der Ressource Boden umgegangen werden. Seit Anfang der 1990er-Jahre wird die Umsetzung des Bodenschutzes auf grösseren Baustellen durch professionelle bodenkundliche Baubegleiterinnen und Baubegleiter sichergestellt. Dadurch hat sich die Qualität der rekultivierten Böden stark verbessert.

Verbreitung Anthropogene Böden, vorwiegend rekultivierte Böden, kommen im Kanton Solothurn am häufigsten auf ehemaligen Deponie- und Abbaustellen, im Bereich von Terrainveränderungen und Grossbaustellen wie der A5 zwischen Biberist und Grenchen oder der Bahn 2000 im äusseren Wasseramt vor. Viele Böden im Siedlungsgebiet sind anthropogen beeinflusst, sie werden jedoch in der Kartierung nicht erfasst. Etwa drei Prozent der bisher kartierten Böden sind rekultivierte Böden, davon befinden sich etwa 76 Prozent im landwirtschaftlich genutzten Gebiet.



Rekultivierter Boden, Aeschi, Profil 2511-10

Über einem Deponiekörper mit diversen Fremdstoffen liegt die rund 50 Zentimeter mächtige Rekultivierung. Die ziemlich flachgründige Auffüllung umfasst den etwa 25 Zentimeter mächtigen, etwas dunkleren und gepflügten Oberboden sowie den hellbraunen, etwa gleich mächtigen Unterboden aus sandigem Lehm. Der Unterboden weist leichte Vernässungsmerkmale auf.

Beurteilung: Der Bodenaufbau wurde korrekt durchgeführt. Die erreichte Grün- dichtigkeit ist jedoch im Vergleich mit den umliegenden Böden sehr gering, weil zu wenig Unterboden eingebracht wurde. Dies ist ein Beispiel einer nicht gelungenen Rekultivierung.



Rekultivierter Boden, Heinrichswil-Winistorf, Profil 2521-11

Unter der mässig tiefgründigen Rekultivierung, bestehend aus einem dunkelbraunen, humushaltigen Oberboden und einem braun-beigen Unterboden, folgt der begrabene ehemalige Boden. Der dunklere, begrabene Oberbodenhorizont in etwa 65 bis 85 Zentimeter Tiefe ist gut erkennbar.

Beurteilung: Die Terrainanpassung wurde nicht nach guter fachlicher Praxis durchgeführt. Der bereits vorhandene Boden, inklusive Oberboden, wurde überschüttet. Für einen fachgerechten Bodenaufbau muss der bestehende Oberboden zuerst abgetragen, zwischengelagert und nach dem Aufbringen des Unterbodens wieder aufgetragen werden.



Rekultivierter Boden, Biberist, Profil 2513-11

Die tiefgründige, normal durchlässige Rekultivierung aus sandigem Lehm liegt auf der gräulichen Rohplanie (erkennbar am unteren Bildrand). Der Oberboden ist humusarm und umfasst die obersten etwa 30 Zentimeter. Darunter folgt ein mächtiger Unterbodenhorizont.

Beurteilung: Der rekultivierte Boden zeigt keinerlei Vernässungszeichen. Die Gesamtmächtigkeit des Bodens entspricht den standortüblichen Verhältnissen. Der Bodenaufbau wurde fachgerecht und bei trockenen Bedingungen durchgeführt. Die Arbeiten wurden durch eine bodenkundliche Baubegleitung überwacht. Dank einer geregelten Folgebewirtschaftung entstanden nach den Erdarbeiten keine Folgeschäden. Die Qualität des frisch rekultivierten Bodens entspricht den umliegenden, natürlich gewachsenen Böden.

Abbildung 26: Beispiele von rekultivierten Böden mit unterschiedlichen Ausprägungen.

4 Böden im regionalen Überblick

Aktuell sind knapp 30 Prozent der land- und forstwirtschaftlich genutzten Böden im Kanton Solothurn kartiert. Folgende Regionen sind erfasst: Niederamt (ohne Jura), Gäu/Untergäu (ohne Born und Jura), Wasseramt, die östliche Hälfte des Bucheggbergs inklusive Limpachtal. Dazu kommen im Jura respektive im Leimental die Gemeinde Witterswil/Bättwil und Teile von Gempen und Welschenrohr, die im Rahmen von Güterregulierungen kartiert wurden.

Bereits für einen grossen Teil des Kantons liegen somit wertvolle Bodeninformationen vor, die es erlauben, einen Überblick über die naturräumlichen Eigenheiten dieser Regionen und die dadurch geprägten, charakteristischen regionalen Bodengesellschaften zu geben.

Die folgenden Kapitel fassen die Bodeninformationen zusammen und konzentrieren sich jeweils auf spezielle, für die Region typische Bodeneigenschaften. Die detaillierten Bodenkarten und ausführlichen Profilbeschreibungen sind im kantonalen Geoportal zugänglich: www.afu.so.ch/boden > Karte Bodeninformationen.

Da in der Bodenkartierung die stratigrafischen Einheiten Würm- und Risseiszeit gebräuchlich sind, werden im folgenden Kapitel die Eiszeiten gemäss dieser Nomenklatur benannt (Tabelle 1).

4.1 Bucheggberg

Der Bucheggberg erstreckt sich in nordöstlicher Richtung von Lyss bis Solothurn. Im Süden fällt der Bucheggberg in einem 100 bis 150 Meter hohen, bewaldeten Steilhang zum Limpachtal ab. Im Norden werden die sanfter geneigten Hügel von der breiten Aareebene begrenzt. Das Hügelland wird, abgesehen von kleineren Gebieten im Westen und an der Aare, durch die Täler des Bibernbachs und des Mülibachs und im Süden durch den Limpach entwässert.

Der Bucheggberg ist das grösste Molasse-Hügelland des Kantons Solothurn. Er ist aus Mergeln und Sandsteinen der Unteren Süsswassermolasse (USM) aufgebaut. Im Bereich der höchsten Erhebungen liegen darüber noch die Sandsteine der Oberen Meeresmolasse (OMM). Diese bilden zwischen Limpach- und Biberntal, von Schnottwil bis Buchegg, die höchsten, bis über 600 Meter über Meer reichenden Erhebungen.

4.1.1 Bodengesellschaften im Bucheggberg

Stand 2015 ist der Bucheggberg noch nicht vollständig kartiert. Der westliche Teil wird erst in den kommenden Jahren erfasst.

Ausgangsmaterial für die Bodenbildung ist mehrheitlich nicht die Molasse, sondern die darüber liegenden eiszeitlichen Ablagerungen (Abbildung 27). Im Pleistozän wurde der Bucheggberg mehrmals von den weit ins Mittelland vorstossenden Gletschern überfahren, so auch während der letzten Eiszeit (Tabelle 1). Die Molassehügel sind deshalb fast ausnahmslos von mehr oder weniger mächtigen eiszeitlichen Sedimenten bedeckt (Antenen et al., 2004; Ledermann, 1977), mehrheitlich von Grundmoräne der letzten Vergletscherung, die häufig umgelagert, verschwemmt oder verrutscht ist. Stellenweise bilden auch mächtige lössähnliche Ablagerungen sowie ältere Moränen- und Schotterablagerungen aus der Risseiszeit die Grundlage der Bodenbildung.

4.1.2 Böden auf eiszeitlichen Sedimenten

Im Bucheggberg finden sich weitverbreitet tiefgründige und gut durchlässige Böden, die sich sehr gut für die ackerbauliche und forstwirtschaftliche Nutzung eignen. Diese Böden haben sich mehrheitlich nicht aus der Molasse, sondern aus den darüber liegenden eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Sedimenten entwickelt. Diese Deckschichten sind vielerorts so mächtig, dass die unterliegenden Molassegesteine von der Bodenbildung nicht erschlossen werden, wie in den Profilen 2464-12 und 2465-28 (Abbildung 28).

Die grosse Mehrheit der Böden sind (Saure) Braunerden oder Parabraunerden, wie zum Beispiel im Profil 2465-26. In Plateau- und Muldenlagen sowie an schwach bis mässig geneigten Hängen entwickelten sich meist tiefgründige bis sehr tiefgründige, normal durchlässige bis pseudogleyige Böden. Stark stauende sowie grundwassergeprägte Böden sind nur kleinräumig anzutreffen, vor allem entlang von Bächen und in Mulden. An Steilhängen und auf Kuppen sind lokal flachgründige Böden vorhanden, zum Beispiel Regosole auf kiesigen Wallmoränen wie im Profil 2464-15.

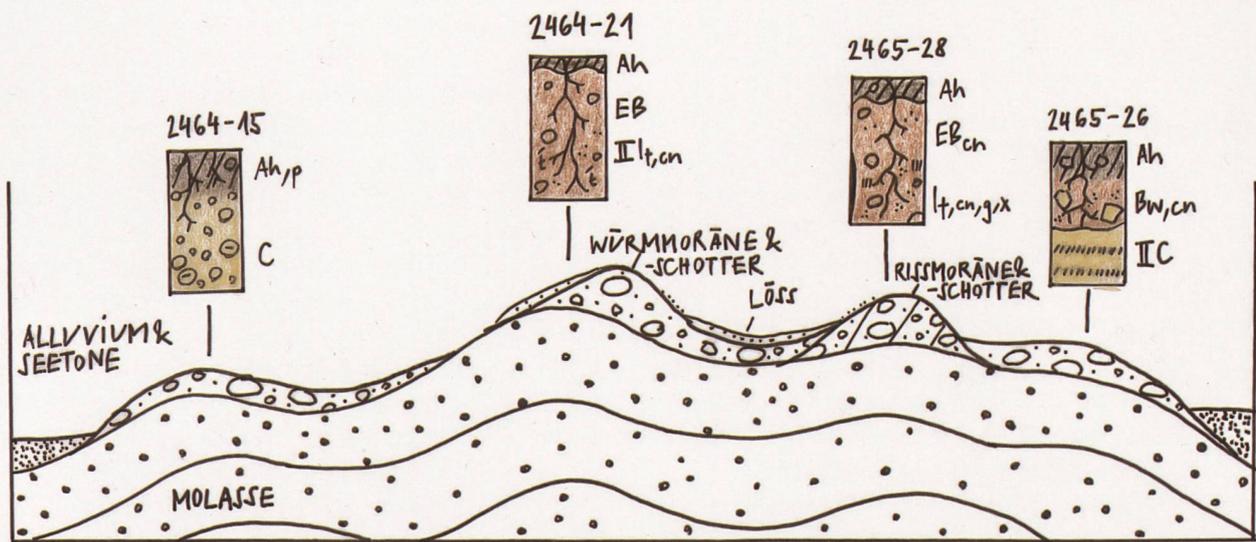
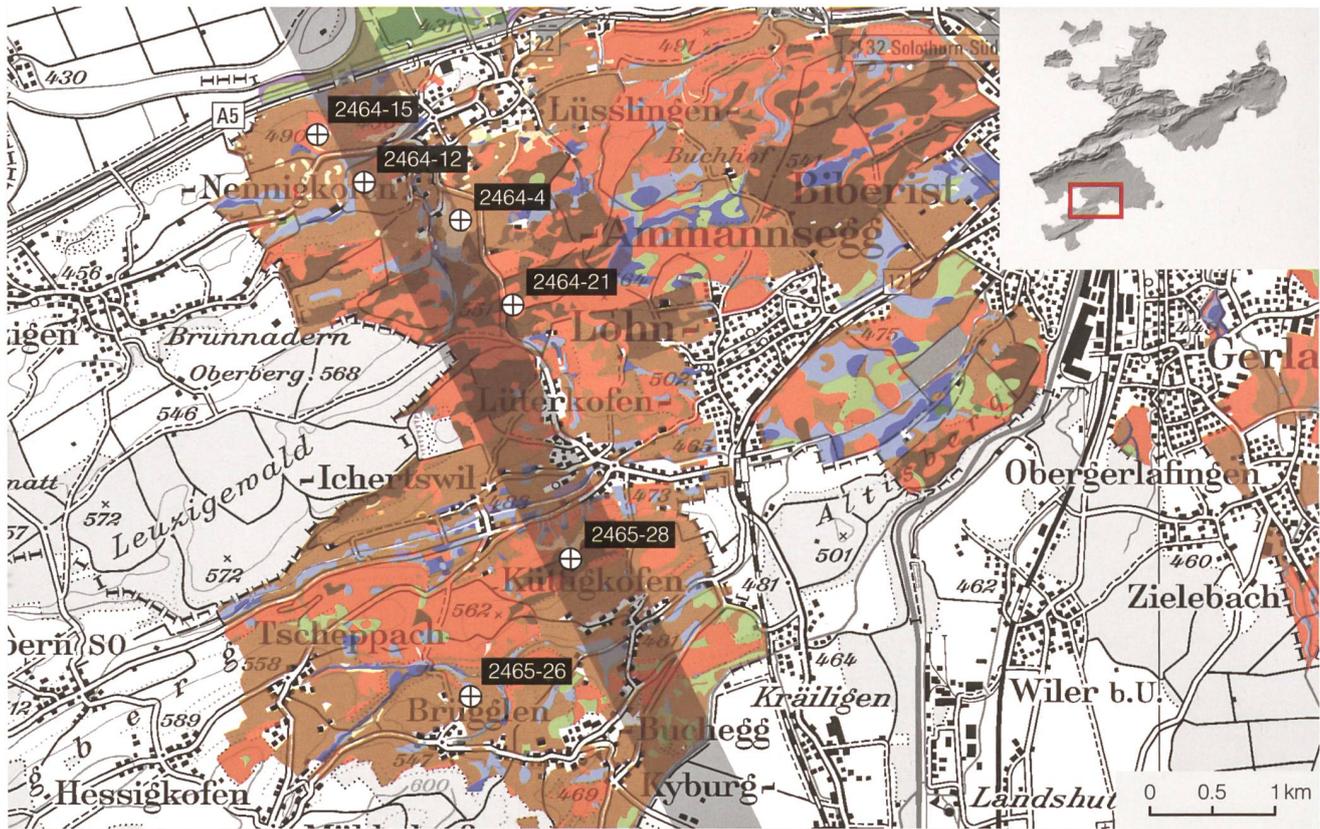


Abbildung 27: Böden im Bucheggberg mit vereinfachtem Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo



Braunerde aus Kolluvium über Grundmoräne, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil 2464-12

Die tiefgründige, normal durchlässige Braunerde liegt in einem leicht geneigten Hang. Trotz nur geringer Hangneigung findet Erosion statt. Die Kartoffelfurchen sind durch ausgeprägte Materialverfrachtungen aufgefüllt.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, humusarm, lehmreicher Sand, sehr labil aggregiert, anhand der Farbe kaum vom Unterboden unterscheidbar.

Unterboden: bis etwa 50 Zentimeter durchmischt mit kolluvial verlagertem Oberbodenmaterial; darunter verwitterte

Moräne, rötlichere, dunklere Farbe; ab etwa 80 Zentimeter Übergang zum Untergrund, mit Kalkgrenze in 110 Zentimeter Tiefe.

Landwirtschaftliche Nutzung: Der tiefgründige, skelettfreie Boden ist gut für die ackerbauliche Nutzung geeignet. Limitierend sind jedoch das aufgrund des geringen Ton- und Humusanteils labil aggregierte Oberbodengefüge und die damit verbundene hohe Erosionsgefahr bei intensiver Bodenbearbeitung.



Parabraunerde aus Moräne, Küttigkofen (Buchegg), Profil 2465-28

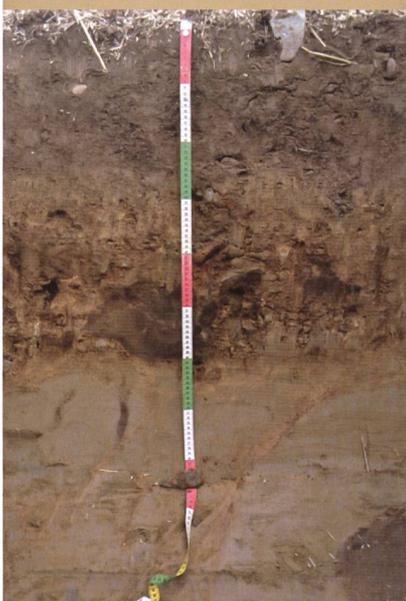
Die stark saure, tiefgründige und pseudogleyige Parabraunerde weist im Eluvialhorizont eine starke Ausbleichung und Fahlfärbung auf. Darunter folgt der gefleckte und tonreichere Illuvialhorizont.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, typischer Mull, lehmreicher Sand, stark sauer, diffuse Grenze zum Unterboden.

Unterboden: bis etwa 50 Zentimeter Illuvialhorizont, lehmreicher Sand (Tonanteil zwölf Prozent), gut durchlässig, schwach skeletthaltig, stark gebleicht; darunter Illuvialhorizont, sandiger Lehm (Tonanteil

18 Prozent), wenig durchlässig, Staukörper und stark rostfleckig.

Waldnutzung: Aufgrund der Staunässe ist der Unterboden verdichtungsempfindlich. Die Staunässe kann jedoch während Trockenperioden die Wasserverfügbarkeit verbessern.



Saure Braunerde aus Moräne über Sandstein, Brügglen (Buchegg), Profil 2465-26

Die mässig tiefgründige Saure Braunerde hat sich aus würmeiszeitlicher Grundmoräne über Sandstein der Oberen Meeresmolasse entwickelt. Der Boden ist normal durchlässig und weist keine Vernässungsanzeichen auf.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, gepflügt, schwach humos, sandiger Lehm, kieshaltig.

Unterboden: Lehm, kieshaltig, rostfarben, mit verwitterten Sandsteinstücken; ab etwa 65 Zentimeter verwitterter, gräulicher Sandstein der Oberen Meeresmolasse.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Gründigkeit wirkt sich einschränkend aus. Dies könnte vor allem in trockenen Jahren zu einer reduzierten Wasserversorgung der Pflanzen führen.

Abbildung 28, Teil 1: Charakteristische Böden auf eiszeitlichen Sedimenten im Bucheggberg.



Regosol aus Moräne, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil 2464-15

Der skelettreiche, flachgründige Regosol ist aus einer würmeiszeitlichen Wallmoräne der letzten Eiszeit entstanden. Die erosive Kuppenlage verhindert eine Weiterentwicklung des Bodens.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, gepflügt, humos, karbonatreich, sandiger Lehm.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: unverwitterte, skelett- und karbonatreiche Moräne, ohne weitere Profildifferenzierung.

Landwirtschaftliche Nutzung: Limitierend für den Ackerbau sind der hohe Skelettgehalt und die geringe pflanzennutzbare Gründigkeit. Aufgrund der Kuppenlage und der nur kleinflächigen Ausdehnung inmitten von tiefgründigeren Böden wird dieser Standort trotzdem geackert.

Abbildung 28, Teil 2: Charakteristische Böden auf eiszeitlichen Sedimenten im Bucheggberg.

4.1.3

Böden auf der Molasse

Die Molasse tritt nur kleinräumig, hauptsächlich in Kuppenlagen und im Bereich von Steilwänden an die Oberfläche. Vielerorts sind auch kleine Steinbrüche vorhanden, zum Beispiel Oberer Bockstein in Mühledorf oder Steingrueben in Schnottwil. Während die USM durch rasch wechselnde Abfolgen von bunten, oft roten Mergeln und grauen Sandsteinen gekennzeichnet ist, dominieren im Bereich der OMM mächtige Sandsteinabfolgen (Abbildung 29). Unklar ist, ob Böden, die sich in der USM respektive in der OMM entwickeln, durch typische Merkmale systematisch unterscheiden lassen. Nach Vorliegen der Bodendaten des gesamten Bucheggbergs wird eine entsprechende Auswertung möglich sein.

4.1.4

Schichtwechsel in Bodenprofilen

Ist ein Boden aus verschiedenen, übereinanderliegenden Ausgangssubstraten entstanden, wird dies in der Bodenkartierung als Schichtwechsel bezeichnet. Im Bucheggberg sind Schichtwechsel in Bodenprofilen häufig. Neben den auffälligen Wechseln von Moränenmaterial zu Sandstein, wie dies im Profil 2465-26 (Abbildung 28) der Fall ist, sind es oft auch weniger deutliche Schichtwechsel, zum Beispiel von Würm- zu Rissmoräne.

Insbesondere in Plateaulagen und auf flachen Rücken finden sich im Bucheggberg immer wieder mächtige, schluffreiche und weitgehend skelettarme, teilweise fahlfarbene Schichten, welche über tonreicheren, skeletthaltigeren und rötlicheren Schichten liegen, wie zum Beispiel im Profil 2464-21 (Abbildung 30). In diesem Profil ist die obere Schicht aus einem Hanglehm aus würmeiszeitlichem Moränenmaterial entstanden, die darunterliegende Schicht aus unverlagerter Würmmoräne. Der Schichtwechsel zeigt sich durch verschiedene, abrupt wechselnde Bodeneigenschaften, unter anderem einer deutlichen Zunahme des Ton- und Skelettgehalts.

Klassischerweise wird angenommen, dass sich die Böden des Schweizer Mittellandes erst seit dem Verschwinden der Gletscher am Ende der letzten Kaltzeit entwickelt haben. In vielen Böden sind jedoch Verwitterungsreste und Merkmale älterer Warmphasen erkennbar, in denen bereits eine Bodenbildung stattgefunden hat (Veit & Gnägi, 2014). Dies ist wahr-



Saure Braunerde aus Sandstein, Lüterswil-Gächliwil, Profil 2456-5

Die mässig tiefgründige Saure Braunerde ist auf Sandstein der Oberen Meeresmolasse entstanden. Aufgrund des Ausgangsmaterials ist der Boden durchgehend sehr sandig und weist sehr tiefe Tongehalte auf. Der normal durchlässige Boden weist keine Vernässungsanzeichen auf.

Oberboden: etwa 15 Zentimeter mächtig, typischer Mull, krümelig, lehmiger Sand, sehr tonarm, stark sauer, durchwurzelt.

Unterboden: fast reiner Sand (gegen 90 Prozent ansteigend), durchwurzelt.

Untergrund: ab etwa 50 Zentimeter, Schichtung der Sandsteine gut erkennbar (rötlich-beige Bänderung).

Waldnutzung: Dieser Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Aufgrund der geringen Gründigkeit und des darunter anstehenden vergleichsweise kompakten Sandsteins ist die durchwurzelbare Mächtigkeit des Bodens beschränkt.



Braunerde aus Moräne über Sandsteinen und Mergeln, Bibern, Profil 2465-38

Die mässig tiefgründige Braunerde hat sich in den obersten Horizonten aus einer skelettarmen würmezeitlichen Moräne entwickelt. Darunter folgt ein Schichtwechsel zu gelbgrauem Mergel über rötlichen Sandsteinen der Unteren Süsswassermolasse. Der Boden ist normal durchlässig und weist nur im Untergrund leichte Anzeichen von Staunässe auf.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, Lehm, schwach sauer.

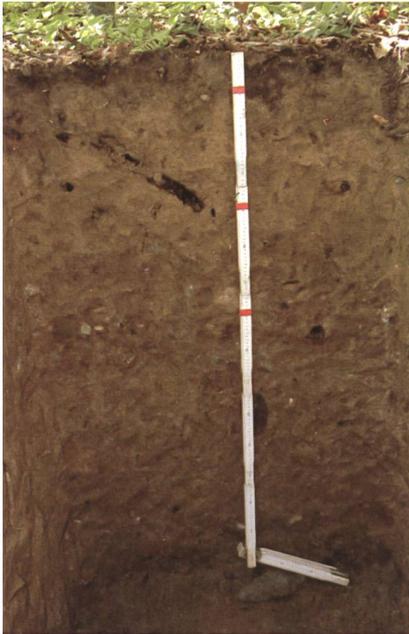
Unterboden: lehmiger Schluff, gut durchwurzelt, schwach humushaltig.

Untergrund: ab etwa 50 Zentimeter aus verwittertem, karbonathaltigem Mergel, darunter ab 70 Zentimeter kompakter Sandstein.

Landwirtschaftliche Nutzung: Nutzungsmöglichkeiten vor allem aufgrund der Hangneigung (mehr als 28 Prozent) stark eingeschränkt und deswegen nur für Wiese- oder Weidelandnutzung geeignet.

Abbildung 29: Charakteristische Böden auf der Oberen Meeresmolasse und der Unteren Süsswassermolasse im Bucheggberg.

scheinlich auch im Profil 2464-21 so: In diesem Fall ist wohl eine Tonverlagerung während einer frühwürmezeitlichen Warmzeit für die Zunahme des Tongehalts in den unteren Horizonten verantwortlich. Der Boden wäre demnach in mehreren, zeitlich getrennten Bodenbildungsphasen entstanden – die frühere Tonverlagerung in der Moräne einerseits und die aktuelle Bodenbildung mit Tonverlagerung im Hanglehm andererseits.



Parabraunerde aus Hanglehm über Würmmoräne, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil 2464-21

Die sehr tiefgründige, stark saure Parabraunerde weist zwischen 40 und 50 Zentimeter eine Zunahme des Tongehalts auf. Diese Grenze deckt sich mit einem Schichtwechsel von Hanglehm, bestehend aus lössähnlichen Ablagerungen und verwitterter Moräne über Moräne. Der Boden ist normal durchlässig und weist keine Vernässungszeichen auf.

Oberboden: etwa sechs Zentimeter mächtig, Lehm, humusreich, krümelig, moderartiger Mull.

Unterboden: bis 45 Zentimeter Illuvialhorizont, ausgebleicht, schwach skelett-

haltig, Lehm (Tonanteil 21 Prozent); darunter Illuvialhorizont (Tonanteil 28 Prozent), Schluffgehalt gegen unten abnehmend, stark steinhaltig.

Untergrund: Molasse auf etwa 2,3 Meter anstehend.

Waldnutzung: Dieser Boden ist ein sehr tiefgründiger, gut durchlässiger Waldstandort mit geringer Verdichtungsempfindlichkeit.

Abbildung 30: Charakteristischer Boden mit Schichtwechsel im Bucheggberg.



Regosol aus Hanglehm über Kalktuff, Lüsslingen-Nennigkofen, Profil 2464-4

Der mässig tiefgründige Regosol liegt unterhalb einer Quelle an einem Hang. Der oberste Horizont ist aus einem Hanglehm entstanden. Darunter folgen verschiedene Schichten aus organischem Material, Torf und erdigem Tuff. Die Bodenstruktur ist aufgrund der sehr unstablen und leicht verschlämmenden Aggregate sehr instabil. Das Profil ist drainiert.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, hellbraun, sandiger Lehm, vereinzelte Tuffstücke.

Unterboden: fehlt.

Untergrund: unterschiedlich mächtige Schichten aus erdigem, mehr oder weniger verfestigtem Tuff, karbonat- und schluffreich, Humusgehalt zwischen 1,5 und 3,5 Prozent; Torfhorizont ab 140 Zentimeter (im Bild unterhalb des Wasserspiegels).

Landwirtschaftliche Nutzung: Nutzungsmöglichkeiten vor allem aufgrund der Hangneigung (13 Prozent) und Gründigkeit leicht eingeschränkt. Ausserdem ist der labile Gefügestand für eine ackerbauliche Nutzung limitierend.

Abbildung 31: Charakteristischer Boden auf Kalktuff im Bucheggberg.

4.1.5 Lokale Tuffvorkommen

Im Gebiet Mooshubel südlich von Lüsslingen-Nennigkofen findet sich eine unterschiedlich mächtige Tuffschicht, die weit ins Landwirtschaftsland hineinreicht und mehrere Quellaustritte aufweist. Der angetroffene Kalktuff ist hellbeige bis weisslich, leicht zerreibbar und erdig mit geringeren Anteilen von verfestigtem Tuffstein. Die Tuffvorkommen liegen auf der würmzeitlichen Moräne, sind somit nacheiszeitlich gebildet worden. Sie entstanden vermutlich durch Quell-

austritte entlang der Schichtgrenze Moräne/Molasse (Baumberger, 1919).

Vergleichbare, am Fuss des Bucheggbergs entstandene Kalktuffvorkommen finden sich laut geologischer Karte auch in der bernischen Nachbargemeinde Leuzigen (Ledermann, 1977). Der dortige Tuffstein wurde während langer Zeit zu Bauzwecken abgebaut.

Das Profil 2464-4 (Abbildung 31) erschliesst den Kalktuff. Aus dem komplexen Ausgangsmaterial aus Hanglehm, Kalktuff- und Torfschichten hat sich ein karbonatreicher Regosol entwickelt.

4.1.6

Erosionsanfällige Böden im Bucheggberg

Typisch für den Bucheggberg sind leichte, vorwiegend sandige Böden. Bezüglich landwirtschaftlicher Nutzung haben diese Böden den Vorteil, dass sie nur gering verdichtungsempfindlich sind, kaum Staunässe aufweisen und rasch abtrocknen. Jedoch neigen diese Böden stark zu Bodenverschlammung und Bodenerosion (Abbildung 32). Liegen zudem tiefe Humusgehalte und pH-Werte vor, so wird die Erosion zusätzlich begünstigt.

Bei nicht standortangepasster Bodenbewirtschaftung können Verschlammung und Erosion ein starkes Ausmass annehmen und die Bodenfruchtbarkeit nachhaltig beeinträchtigen. Durch Erosion gehen wertvoller Ackerboden und damit auch Humus und Nährstoffe verloren. Längerfristig führt dies zu tieferen Pflanzenerträgen, und ausserhalb der Ackerflächen können durch die Anschwemmung des Bodenmaterials sogenannte Off-Site-Schäden entstehen.

Im Bucheggberg können labile Bodenstrukturen und deren Folgen häufig beobachtet werden: verkrustete, verschlammte Oberflächen, Rillen- und Flächenerosion. Ein Grund dafür liegt unter anderem in den vorherrschenden Bodeneigenschaften:

- **Körnung:** Die Tongehalte im Oberboden betragen mehrheitlich weniger als 20 Prozent bei vergleichsweise hohen Schluff- und Feinsandgehalten. Die Kohäsion zwischen den einzelnen Teilchen und die Stabilität der Bodenaggregate gegenüber Niederschlägen sind bei dieser Körnung gering (Abbildung 33 rechts oben), die Erosionsanfälligkeit daher gross.

- **Humusgehalt:** Neben der Körnung beeinflusst der Humusgehalt des Oberbodens die Stabilität des Gefüges. Böden mit weniger als zwei Prozent organischer Substanz im Oberboden gelten grundsätzlich als humusarm. Auf den landwirtschaftlich genutzten Böden im Bucheggberg sind verbreitet niedrige Humusgehalte anzutreffen (Abbildung 33 rechts unten). Dies ist unter anderem durch die Körnung bedingt, da tonarme Böden die Humusteilchen schlecht binden können. Von den bisher kartierten landwirtschaftlich genutzten Flächen haben Böden mit einem Tongehalt unter 15 Prozent durchschnittlich einen Humusgehalt von 2 Prozent. Bei einem leicht höheren Tongehalt zwischen 15 und 20 Prozent liegt der Humusgehalt im Schnitt bei 2,5 Prozent.

Tiefe Humusgehalte sind hier aber oft auch, wie andernorts im Kanton ebenfalls, die Folge einer intensiven ackerbaulichen Nutzung, da häufige Bodenbearbeitung und humuszehrende Fruchtfolgen den Humusabbau fördern.

- **pH-Werte:** Als dritte wichtige Bodeneigenschaft beeinflusst der pH-Wert die Gefügestabilität. Die

pH-Werte der Landwirtschaftsböden im Bucheggberg sind, wie häufig im Kanton Solothurn, eher im niedrigen Bereich. Sie erhöhen die Erosionsanfälligkeit des Bodens zusätzlich, da die gefügestabilisierenden Kationen fehlen.

Durch eine angepasste Bewirtschaftung kann das Erosionsrisiko eingedämmt werden. So können Massnahmen wie Bewirtschaftungsrichtung, reduzierte Bodenbearbeitung, eine bessere Humusbewirtschaftung, angepasste Fruchtfolge oder Aufkalkung des Bodens merklich dazu beitragen, die Erosion und auch Bodenverschlammung zu minimieren. Im Bucheggberg wird bereits ein grosser Teil der ackerbaulich genutzten Böden mit reduzierter Bodenbearbeitung bewirtschaftet. Dank dieser Anpassung konnte das Erosionsrisiko in den letzten Jahren erfolgreich verringert werden.



Abbildung 32: Verschlammung zwischen Maisreihen (oben) und Rinnenerosion in einem Kartoffelfeld.

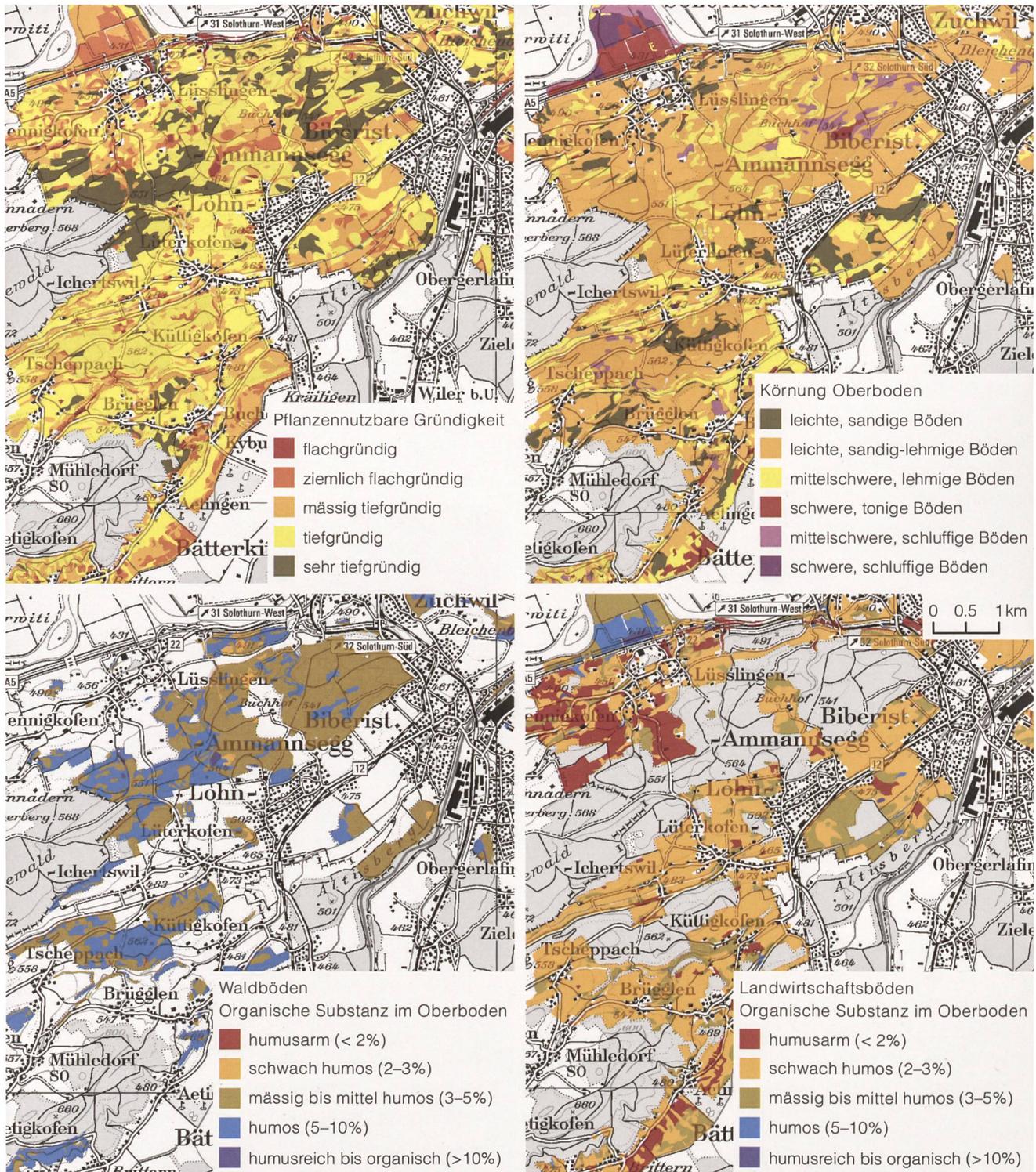


Abbildung 33: Bodeneigenschaften im Bucheggberg. Von links oben nach rechts unten: pflanzennutzbare Gründigkeit, Körnung im Oberboden, organische Substanz im Oberboden der Waldböden und der Landwirtschaftsböden. Hintergrundkarten © Swisstopo

4.2

Limpachtal

Das mehrheitlich ackerbaulich genutzte Limpachtal liegt teils im Kanton Bern, teils im Solothurner Bezirk Bucheggberg. Das Tal ist beidseitig von bewaldeten Hügelland umrandet. Der Limpach verläuft schnurgerade im kanalisierten Bachbett durch die Tallandschaft.

Die Talebene des Limpach ist durch feinkörnige, alluviale Ablagerungen und organische Verlandungsschichten (Torfe und Moore) geprägt. Am Übergang zu den steilen Abhängen des Bucheggbergs sowie zum südlich angrenzenden Hügelland folgen teilweise mächtige Kolluvien aus verrutschten Molasse- und Moränenschichten (Ledermann, 1977; Kellerhals & Tröhler, 1981).

Entlang des Limpachs hat im letzten Jahrhundert eine Entwicklung stattgefunden, wie sie für vernässte Gebiete typisch war. Durch die Begradigung und Tieferlegung des Limpachs und die grossflächige Drainage der Talebene wurden die Grundwasserverhältnisse nachhaltig verändert. Damit verbunden war eine tief greifende Änderung der Bodeneigenschaften.

4.2.1

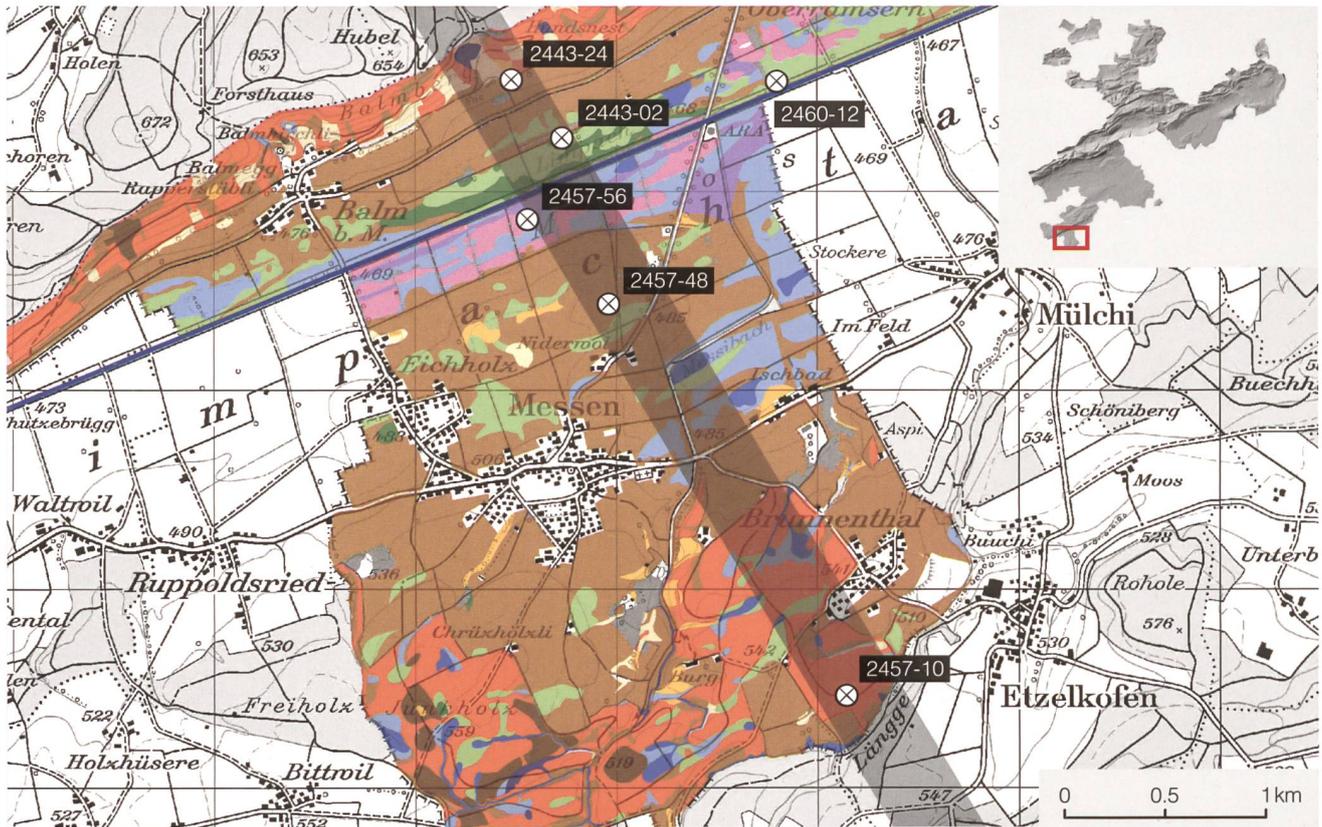
Bodengesellschaften im Limpachtal

Die Bodengesellschaften des Limpachtals zeigen einen charakteristischen Verlauf von Nordwesten nach Südosten (Abbildung 34). Im Norden an der steilen Flanke des Bucheggbergs dominieren normal wasserdurchlässige Böden auf Sandsteinen der Molasse.

Am Hangfuss folgen unterschiedlich ausgeprägte Böden auf kolluvialem Ausgangsgestein.

Die feinkörnigen Ablagerungen und organischen Verlandungsschichten in der Limpachebene sind in einem unregelmässigen, kleinräumigen, sowohl vertikalen als auch horizontalen Muster verzahnt. Es haben sich schwere, teilweise torfhaltige Grund- und Stauwasserböden entwickelt, die ebenso kleinräumig variieren.

Richtung Messen steigt das Gelände wieder an. Im hügeligen Gebiet haben sich auf Grundmoräne oder Molasse teilweise stauwasserbeeinflusste, meist mittelschwere, lehmige Böden entwickelt.



Bodentypen

- | | | | | |
|---------------|-----------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| Regosol | Braunerde | Braunerde-Pseudogley | Buntgley | Moor und Halbmoor |
| Rendzina | Parabraunerde | Pseudogley | Fahlgley | rekultivierter Boden |
| Kalkbraunerde | Saure Braunerde | Braunerde-Gley | Fluvisol und Aueboden | Bodenprofile |

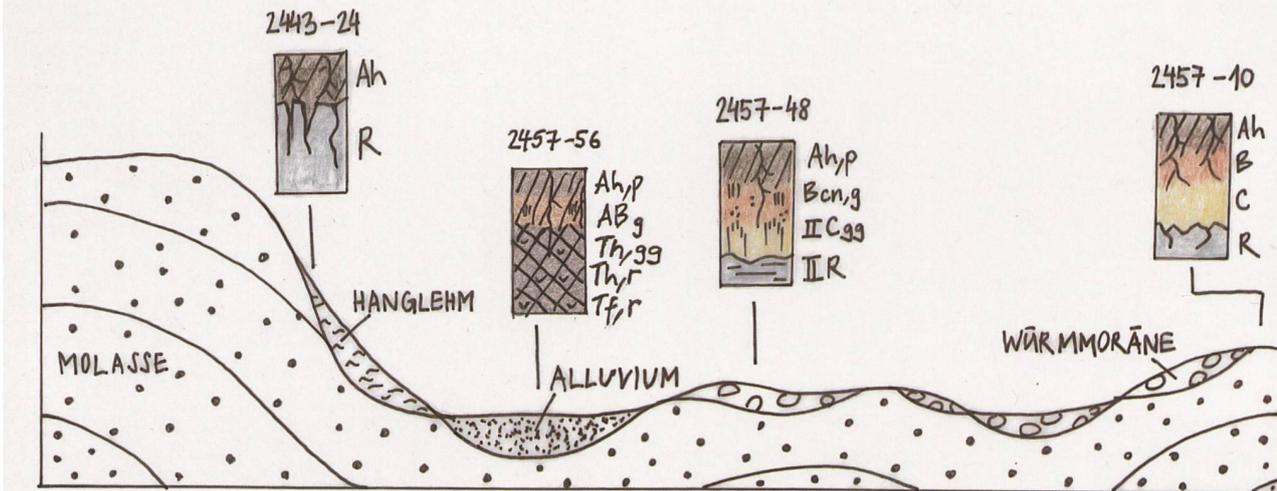


Abbildung 34: Böden im Limpachtal mit vereinfachtem Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

4.2.2

Gesamtmelioration Limpachebene und Auswirkungen auf die Bodennutzung

Um das 15. Jahrhundert war ein Grossteil der Limpachebene Allmend, die extensiv beweidet wurde. Der hohe Grundwasserspiegel und die ziemlich häufigen, grossflächigen Überschwemmungen verhinderten eine intensivere Nutzung. Der Anbau von Getreide konzentrierte sich auf die höher gelegenen Talhänge. Bereits damals wurden Versuche unternommen, den Limpach zu begradigen und den Talboden zu entwässern, jedoch ohne grösseren Erfolg (Bürgi et al., 2010).

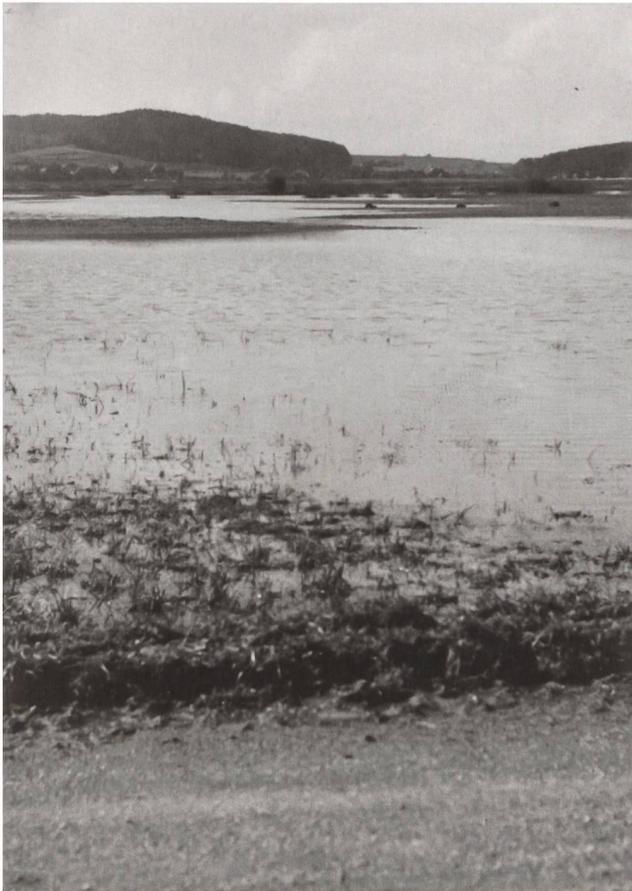


Abbildung 35: Überschwemmung des Limpachs um 1939 in Oberramsern.

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts begann in ganz Europa die Zeit der grossen Drainageprojekte. In der Folge wurden auch im Limpachtal einzelne Flächen drainiert. Ein Grossteil der Ebene blieb jedoch Sumpfbereich («Moos»), da die Böden weiterhin bis knapp zur Oberfläche wassergesättigt waren und regelmässig überschwemmt wurden (Abbildung 35). Die mächtigen Sumpfböden des Moooses wurden zunehmend zum Torfabbau für Heizzwecke genutzt, insbesondere im westlichsten Teil des Limpachtals, dem Wengimoos im Kanton Bern (Abbildung 36).



Abbildung 36: Torfabbau im Wengimoos, Kanton Bern, um 1942.

Während des Zweiten Weltkrieges wurde im Limpachtal, im Rahmen der gesamtschweizerischen Aktivitäten zur Gewinnung von Ackerland, ein umfangreiches Gesamtmeliorationsprojekt realisiert. Dieses umfasste über 2000 Hektaren Land und wurde zwischen 1939 und 1951 umgesetzt. Nebst der Tieferlegung und Kanalisierung des Limpachs wurden seine Zuflüsse begradigt und ein Grossteil der Talebene umfassend drainiert. Zur besseren Bewirtschaftung wurden zudem ein neues Wegnetz angelegt und die Anzahl Parzellen reduziert. Die Melioration wurde als Erfolg bejubelt: Die extensive Beweidung der ehemals sumpfigen Gebiete wich einer intensiven ackerbaulichen Nutzung, die bis heute besteht. Die Limpachebene wurde zu einem der am stärksten drainierten Gebiete im Kanton Solothurn (Abbildung 37).

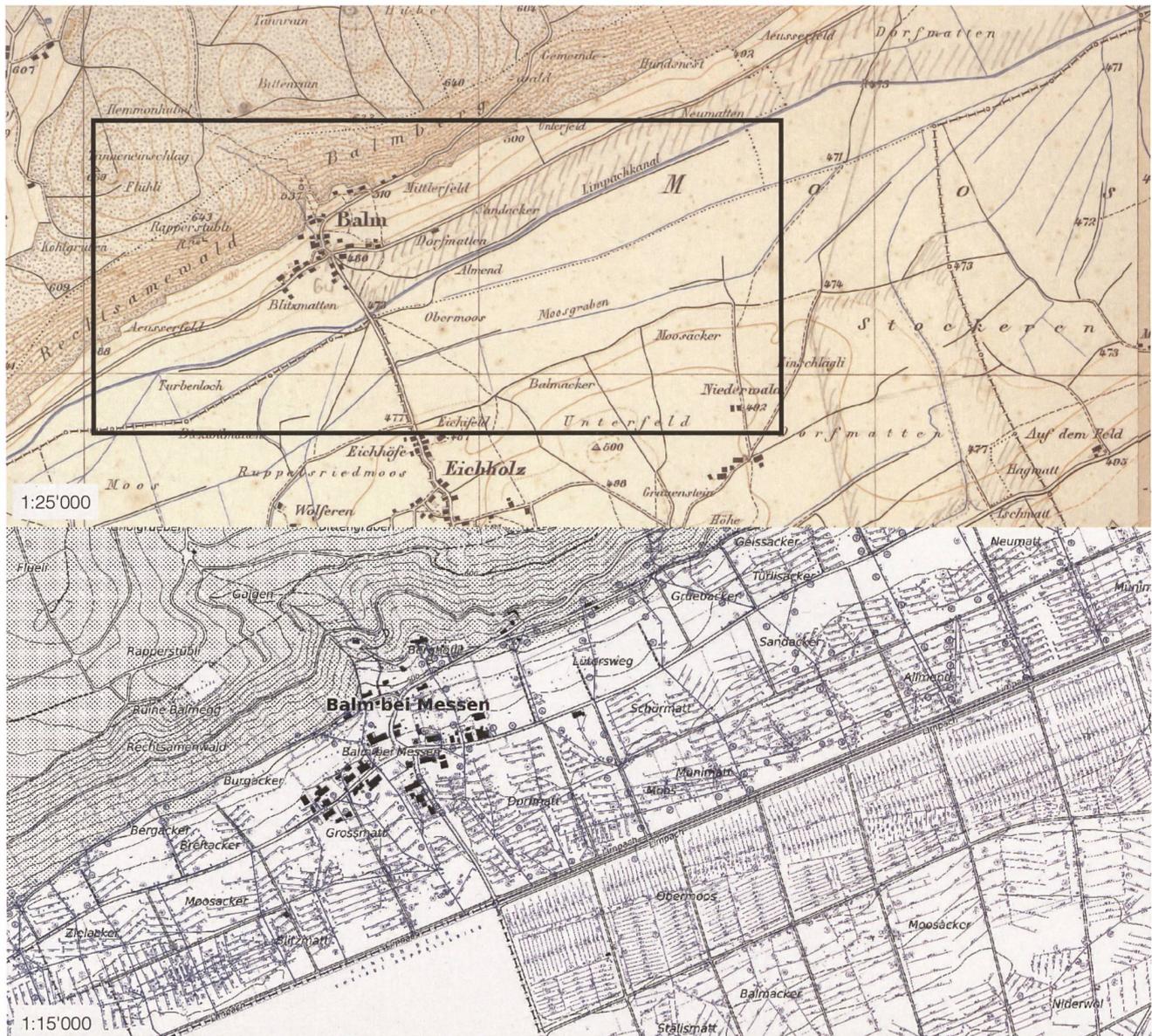


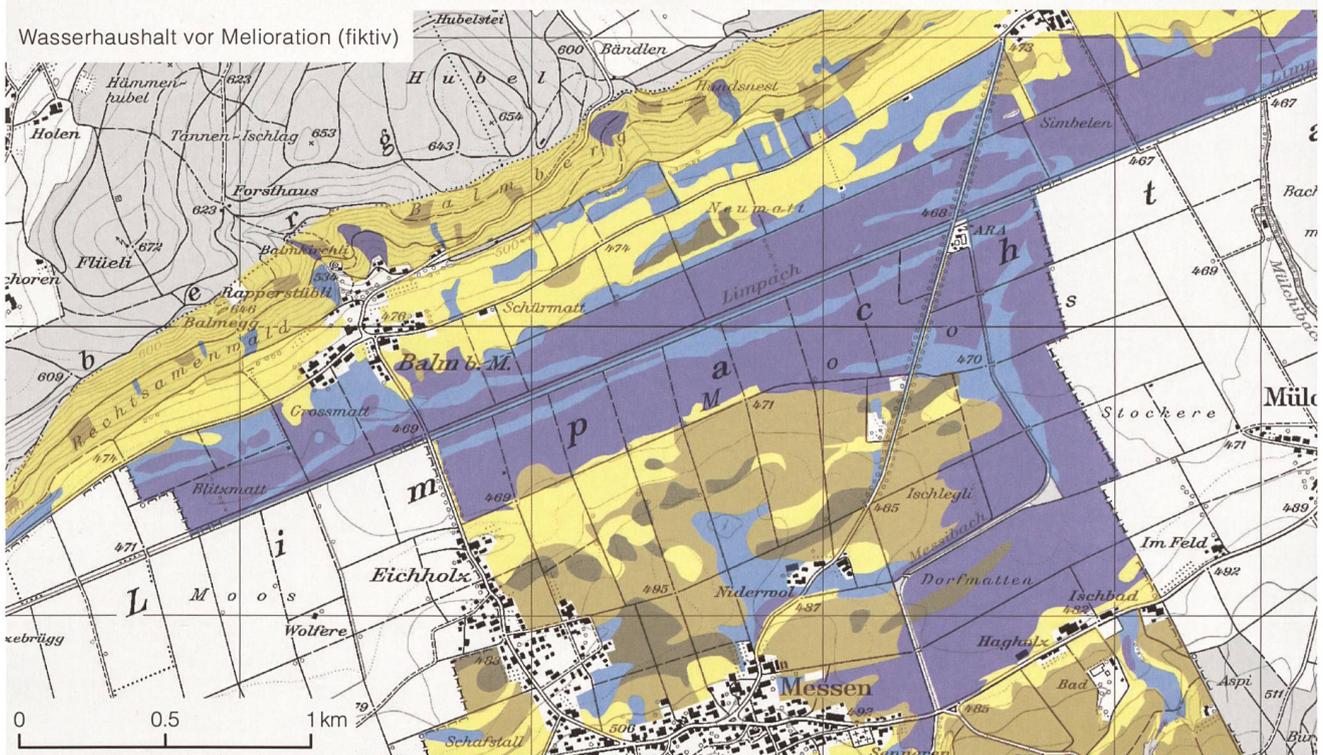
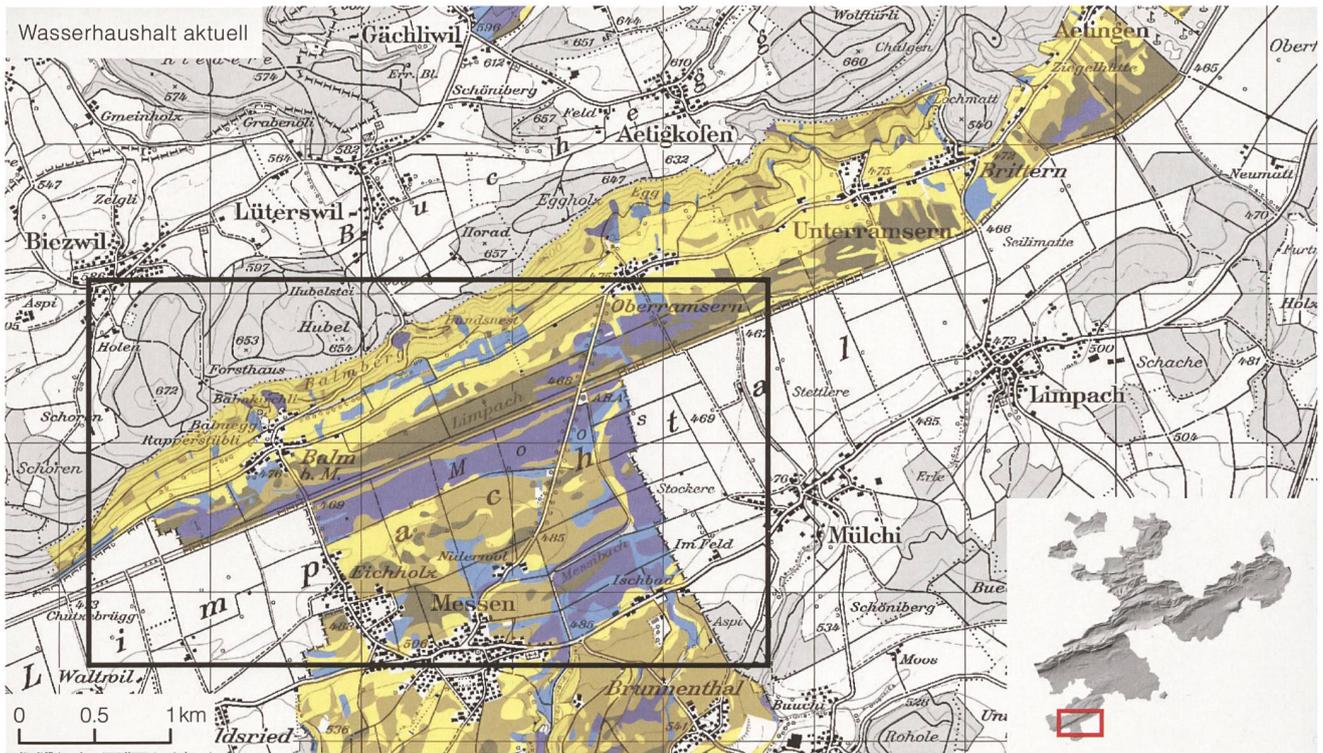
Abbildung 37: Oben: Ausschnitt aus der Siegfriedkarte im westlichen Teil des Limpachtals. Hintergrundkarte © Swisstopo. Unten: Drainagesystem im solothurnischen Limpachtal südlich von Balm bei Messen; auffallend ist der schnurgerade Verlauf des Limpachkanals. Datengrundlage Amt für Landwirtschaft, Kanton Solothurn

4.2.3 Die Böden der Limpachebene vor der Entwässerung

Vor der Entwässerung dominierten in dem ehemaligen Sumpfgebiet Flachmoore. Der Grundwasserspiegel lag sehr nahe an der Oberfläche, das heisst, viele Böden waren dauernd bis zur Oberfläche wassergesättigt.

Vierorts prägten mächtige Torfablagerungen den Bodenaufbau, welche bis in die 1940er-Jahre bis drei Meter, im Wengimoos bis zu fünf Meter mächtig waren (Bürgi et al., 2010). Neben den Torfablagerungen, und mit diesen eng verzahnt, befanden sich grundwassergeprägte mineralische Überschwemmungssedimente des Limpachs, oft mit mehr oder weniger

mächtigen Torflagen durchsetzt. Je nach Mächtigkeit und Tiefenlage der Torf- respektive Sedimentschichten sowie dem Vorhandensein von Grundwasser dominierten im Talboden des Limpachs Moor- oder Gleyböden unterschiedlicher Ausprägung. Ausgehend von den heutigen Bodeneigenschaften, dem bestehenden Drainagenetz und von Erfahrungswerten bezüglich der Auswirkungen von Entwässerungen auf die betroffenen Böden, wurde die mögliche Verteilung der grundwassergeprägten Böden in der Limpachebene vor den Entwässerungsmassnahmen der 1940er-Jahre rekonstruiert und in Abbildung 38 dargestellt.



Wasserhaushalt

- normal durchlässige Böden
- stauwasserbeeinflusste Böden
- grund-/hangwasserbeeinflusste Böden
- grund-/hangwassergepägte Böden
- stauwassergeprägte Böden

Abbildung 38: Rekonstruktion der Bodeneigenschaften im Limpachtal vor der Entwässerung. Oben: Aktueller Bodenwasserhaushalt gemäss der Bodenkartierung des Kantons Solothurn. Unten: Rekonstruierter, möglicher Bodenwasserhaushalt vor der Entwässerung; empirische Herleitung, ausgehend vom heutigen Zustand, aufgrund der bestehenden Drainagen und von Erfahrungswerten zu den Auswirkungen von Entwässerungen. Hintergrundkarten © Swisstopo

4.2.4

Die Böden der Limpachebene heute

Die Trockenlegung der Limpachebene führte zu einer grundlegenden Veränderung der Bodeneigenschaften. Der bis anhin konstant hohe Grundwasserspiegel wurde abgesenkt und die Böden damit schlagartig besser durchlüftet. Die Torfschichten begannen zu sacken, und der Zersetzungsprozess des Torfes setzte ein. Die Mineralisierung des Torfes beziehungsweise der kontinuierliche Abbau der organischen Substanz zu CO₂ führte zu einer markanten und kontinuierlichen Schrumpfung der Torfschichten. Dieser Prozess wurde durch die nun mögliche intensivierete ackerbauliche Nutzung der Böden beschleunigt. Die Bodenbearbeitung, insbesondere häufiges Pflügen der Böden, verstärkte die Durchlüftung und beschleunigte die Torfzersetzung. Der «Torfschwund» dauert bis heute an und hört erst auf, wenn der von oben her schrumpfende Boden das Grundwasser wieder erreicht.

Zwischen den gesackten Moorböden befinden sich die mineralischen Böden der Überschwemmungssedimente, die teilweise durchsetzt sind mit Torfzwischen-schichten wie in Profil 2460-12 (Abbildung 39). Diese Böden schwinden je nach Torfanteil deutlich weniger stark als die Moorböden oder gar nicht. Dies bedeutet, dass die Bodenoberfläche der Limpachebene sehr unregelmässig sackt und im Bereich der ehemals mächtigen Moorböden ausgeprägte Mulden entstehen, die heute wieder periodisch und zusehends länger vernässen. Weisen die Böden noch mächtigere Torfzwischen-schichten auf, wie dies insbesondere südlich des Limpachkanals der Fall ist, werden die Böden als Halbmoor bezeichnet (Profil 2457-56).

Die nach dem «Torfschwund» zurückbleibenden Bodenschichten, die Überschwemmungssedimente, sind feinkörnig, dichter gelagert als der Torf und meist gering wasserdurchlässig. Dieselben feinkörnigen Sedimente prägen den Wasserhaushalt der umliegenden mineralischen Böden. Die obersten Bodenschichten sind deshalb heute verbreitet von Stauwasser beeinflusst. An der Stelle der ehemals grundwassergeprägten Gleye und Moore sind pseudogleyige Böden (Profil 2443-02) getreten, dies vor allem nördlich des Limpachs (Abbildung 34). Die meisten dieser Böden weisen Merkmale von Stau- und von Grundwasser auf: In den oberen Bodenhorizonten dominiert der Einfluss von Stauwasser, in den unteren Bereichen weiterhin jener des Grundwassers.

Die gesackten Böden und der kombinierte Einfluss von Grund- und Stauwasser stellen neue Herausforderungen an die landwirtschaftliche Nutzung. Sie führen zu Einschränkungen in der Kulturwahl und in der Befahrbarkeit des Bodens, zu einer Abnahme der Ertrags-sicherheit bis zu Ertragsausfällen auf Nassstellen.

4.2.5

Die Böden nördlich und südlich der Limpachebene

Die Abhänge des Bucheggbergs und das hügelige Gebiet rund um Messen wurden weniger stark vom umfangreichen Meliorationsprojekt erfasst als der Talboden selber. Die Böden wurden also nicht grundlegend verändert.

Die bewaldeten Steilhänge des Südabhanges des Bucheggbergs sind durch das Muttergestein, die Sandsteine und Mergel der Unteren Süsswassermolasse sowie durch das Relief geprägt. Es dominieren normal durchlässige Saure Braunerden. Auf Kuppenlagen und an ausgeprägten Steilhängen finden sich durch den regelmässigen Bodenabtrag aufgrund von Erosion flachgründige Regosole (Profil 2443-24, Abbildung 40). In Muldenlagen, vor allem im Bereich der Mergelbänder, gibt es kleinräumig hangnasse Böden, Braunerde-Gleye bis Buntgleye.

Am Hangfuss des Bucheggbergs bildet ein durch Hangabtragsprozesse geprägtes Gemisch aus Molasse, Moräne und Kolluvium das Ausgangsmaterial der Bodenbildung. Hier finden sich gut durchlässige, nur wenig vernässte Braunerden.

Im hügeligen Gebiet rund um Messen fehlt der Einfluss des Grundwassers der Limpachebene. Drainageleitungen sind im Landwirtschaftsland trotzdem ziemlich zahlreich, häufig in hang- oder stauwasserbeeinflusstem Gebiet. Es dominieren normal durchlässige bis stauwasserbeeinflusste Braunerden und Saure Braunerden. Lokal haben sich auf der Molasse auch stauwassergeprägte Böden entwickelt, zum Beispiel Braunerde-Pseudogleye (Profil 2457-48). In Mulden und Senken oder entlang von Fliessgewässern sind lokale Grundwassereinflüsse vorhanden.

Einige der angetroffenen Böden im Wald südlich von Messen, zum Beispiel im Junkholz, weisen auffällige Merkmale auf, die mutmasslich unter periglazialen Bedingungen entstanden, wie dies in Profil 2457-10 aufgrund fossiler Eiskeile erkennbar ist. Hierbei handelt es sich um Hohlräume, die beim Auftauen durch die den Boden weitenden Eiskeile entstanden sind, sofort mit Sediment gefüllt wurden und so erhalten blieben.



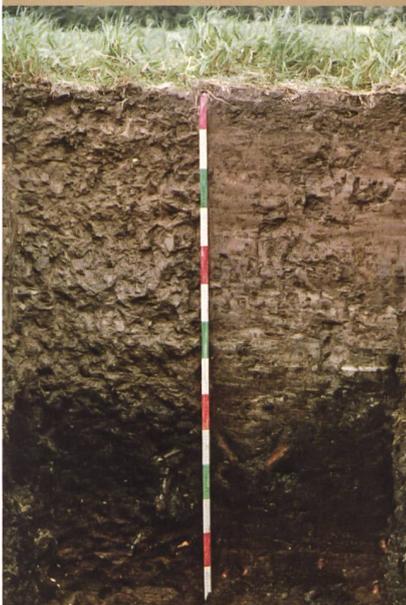
Pseudogley aus Alluvium, Balm bei Messen, Profil 2443-02

Der ziemlich flachgründige Pseudogley aus alluvialen Überschwemmungssedimenten über Torfschichten wurde in den obersten Horizonten künstlich überschüttet. Der Wasser- und Lufthaushalt ist durch die hohen Tongehalte stark eingeschränkt, ausserdem ist der Boden im Einflussbereich des Grundwassers. Nach Niederschlägen bleibt das Wasser oft an der Oberfläche stehen.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, toniger Lehm, künstlich überschüttet, dicht gelagert, teilweise Staunässemerkmale in Form von schwachen Rostflecken und Mangankonkretionen.

Unterboden: lehmiger Ton, stauwasser-geprägt, gräuliche Matrix mit Rostflecken, sehr kompakt; ab 85 Zentimeter dauernder Grundwassereinfluss, vernässter und wenig zersetzter Torfkörper.

Landwirtschaftliche Nutzung: Eine ackerbauliche Nutzung ist durch den sehr hohen Tongehalt, die Staunässe und den dadurch eingeschränkten Lufthaushalt stark eingeschränkt.



Braunerde-Gley aus Alluvium, Oberramsern, Profil 2460-12

Der ziemlich flachgründige Braunerde-Gley ist drainiert, und der Oberboden wurde künstlich überschüttet. Im unteren Bereich des Bodens sind noch Torfschichten erkennbar.

Oberboden: etwa 50 Zentimeter mächtig, toniger Lehm, künstlich überschüttet, gepflügt, durchwurzelt, wechselfeuchte Zone des Grundwassers, mit Rostflecken.

Unterboden: nur geringmächtig und bereits mit Ausgangsmaterial durchmischte, stark rostfleckig, tonreich und kompaktes, dichtes Bodengefüge, darunter degradierte Torfschichten.

Landwirtschaftliche Nutzung: Aufgrund des hohen Tongehalts und des periodisch hoch anstehenden Grundwassers ist dieser Boden schlecht ackerbaulich nutzbar. Die Tragfähigkeit dieses Bodens ist eingeschränkt.



Halbmoor aus Alluvium, Messen, Profil 2457-56

Der mineralische Oberboden liegt über mächtigen Torfschichten, deswegen wird dieser Boden als Halbmoor klassiert. Der Boden ist ziemlich flachgründig, drainiert und schwach sauer. Der permanente Grundwasserspiegel befindet sich in rund 80 Zentimeter Tiefe.

Oberboden: etwa 35 Zentimeter mächtig, humos, braun, lehmiger Ton; verdichteter Pflugsohlenbereich in 30 Zentimeter Tiefe, durch Grundwassereinfluss fahlfarbig und rostfleckig.

Unterboden: aus mächtigen Torfschichten gebildet, bis 85 Prozent organische Substanz; bis circa 1,2 Meter dunkelbrauner, plattiger bis schwammiger Torf; darunter unzersetzter, faseriger, heller Torf.

Landwirtschaftliche Nutzung: Eine ackerbauliche Nutzung ist insbesondere wegen des hohen Grundwasserspiegels und des hohen Tongehalts im Oberboden stark eingeschränkt.

Abbildung 39: Charakteristische Böden der Talebene des Limpachtals.



Regosol auf Fels, Balm bei Messen, Profil 2443-24

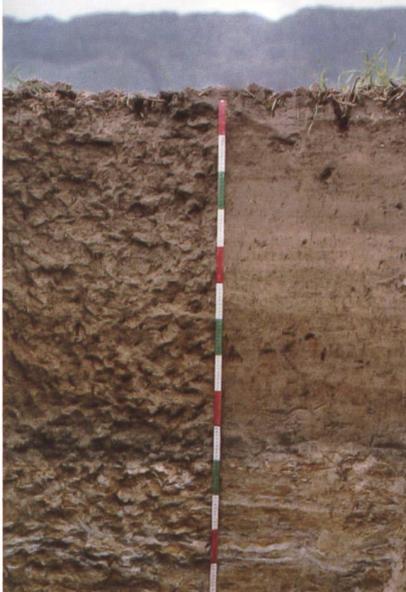
Dieser flachgründige, normal wasser-durchlässige Regosol liegt direkt auf dem unverwitterten Sandstein der Unteren Süsswassermolasse.

Oberboden: etwa 12 Zentimeter mächtig, Lehm, karbonathaltig, krümelig; bis etwa 30 Zentimeter Übergangshorizont, schwach humushaltig.

Unterboden: fehlt.

Untergrund: ab circa 30 Zentimeter karbonathaltiger Sandsteinfels, in Klüften bis circa 80 Zentimeter eingeschwemmtes Oberbodenmaterial.

Landwirtschaftliche Nutzung: Aufgrund der geringen Mächtigkeit und des in 30 Zentimeter Tiefe anstehenden Felses kann der Regosol nur als extensive Wiese oder Weide genutzt werden. Die maschinelle, ackerbauliche Bewirtschaftung ist stark eingeschränkt.



Braunerde-Pseudogley aus Grundmoräne über Mergel, Messen, Profil 2457-48

Der mässig tiefgründige Braunerde-Pseudogley hat sich aus einer würmeiszeitlichen Grundmoränenschicht über Mergeln der Unteren Süsswassermolasse entwickelt. Der Boden ist drainiert.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, gepflügt, Lehm, gut durchwurzelt, neutral.

Unterboden: bis etwa 60 Zentimeter durchwurzelt, dichtgelagert, sandiger Lehm; darunter zunehmend stärkere Rostflecken; ab etwa 60 Zentimeter Schichtwechsel zu verschiedenen Mergel- und Sandsteinschichten (erkennbar an der Farbänderung).

Untergrund: Ab circa einem Meter sind keine Zeichen einer Bodenbildung erkennbar; die erkennbare Bänderung ist die ursprüngliche Schichtung der Molasse.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die ackerbauliche Nutzung ist aufgrund der Staunässe eingeschränkt.



Saure Braunerde aus Sandstein, Messen, Profil 2457-10

Die ziemlich flachgründige Saure Braunerde hat sich aus dem Sandstein der Unteren Süsswassermolasse entwickelt. Der Boden ist normal durchlässig. Im Unterboden sind vertikal verlaufende, keilförmige Strukturen erkennbar. Es könnte sich um sogenannte Eiskeile handeln, die durch das Gefrieren und Auftauen von versickerndem Wasser während einer der letzten Kaltzeiten unter periglazialen Bedingungen entstanden sind.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, mullartiger Moder, krümelig, sandiger Lehm.

Unterboden: bis 35 Zentimeter, hellbeige, stark sauer, lehmreicher Sand, durchwurzelt, mit Tonkutanen.

Untergrund: ab etwa 35 Zentimeter zuerst gebändert; darunter sandig, verwitterter Sandstein.

Waldnutzung: Dieser Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf und aufgrund des anstehenden Sandsteins eine geringe pflanzennutzbare Gründigkeit.

Abbildung 40: Charakteristische Böden nördlich und südlich der Limpachebene.

4.3

Wasseramt

Der Name des Bezirks Wasseramt rührt von ehemals zahlreich vorhandenen, fliessenden und stehenden Gewässern her, von denen mittlerweile etliche eingedolt und trockengelegt wurden. Ausserdem weist der Name auch auf das ausgedehnte Grundwasservorkommen in dieser Gegend hin, das vorab in den mächtigen Schotterablagerungen der Emme gespeichert ist.

Die östlichen und westlichen Teile des Wasseramtes sind grösstenteils von Molasse-Hochflächen bestimmt, die mit mehrheitlich würmeiszeitlicher Grundmoräne bedeckt sind. Im mittleren Teil dominieren die postglazialen Schotter der Emme, deren Mächtigkeit sehr stark variiert und von wenigen bis fast 90 Meter reicht. Oberflächlich werden die Schotter von einer

ein bis zwei Meter mächtigen Deckschicht aus Überschwemmungsmaterial (Feinsande und Lehme) überlagert. Diese feinkörnigen Ablagerungen bilden denn auch grossflächig das Ausgangsmaterial für die Böden im mittleren Teil des Wasseramtes (Ledermann, 1977).

4.3.1

Geologische Situation und Bodengesellschaften im Wasseramt

Beim Betrachten der Bodenkarte (Abbildung 42) erstaunt auf den ersten Blick, dass sich hier die in der geologischen Karte (Abbildung 41) augenfällige Dreiteilung des Gebietes kaum widerspiegelt.

Aufgrund der geologischen Situation könnte angenommen werden, dass über den Emmeschottern eher

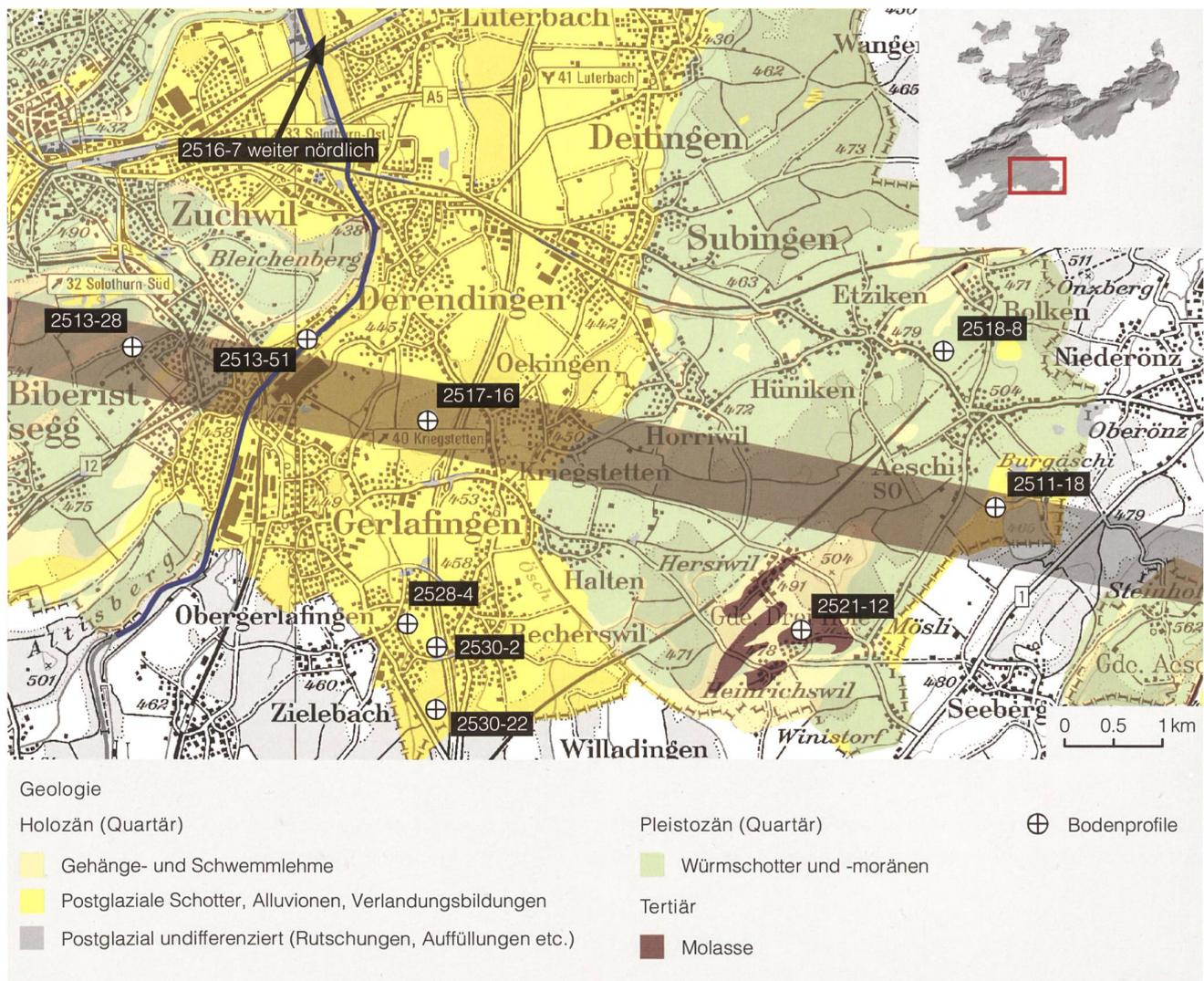


Abbildung 41: Geologische Situation im Wasseramt. Auffällig ist die Dreiteilung des Gebietes. Die zentralen Emmeschotter werden im Westen und im Osten von Molasse-Hochflächen flankiert, die mit Grundmoräne bedeckt sind. Die Abfolge der Böden innerhalb des Transektes zeigen eine weniger deutliche Dreiteilung. Hintergrundkarte © Swisstopo

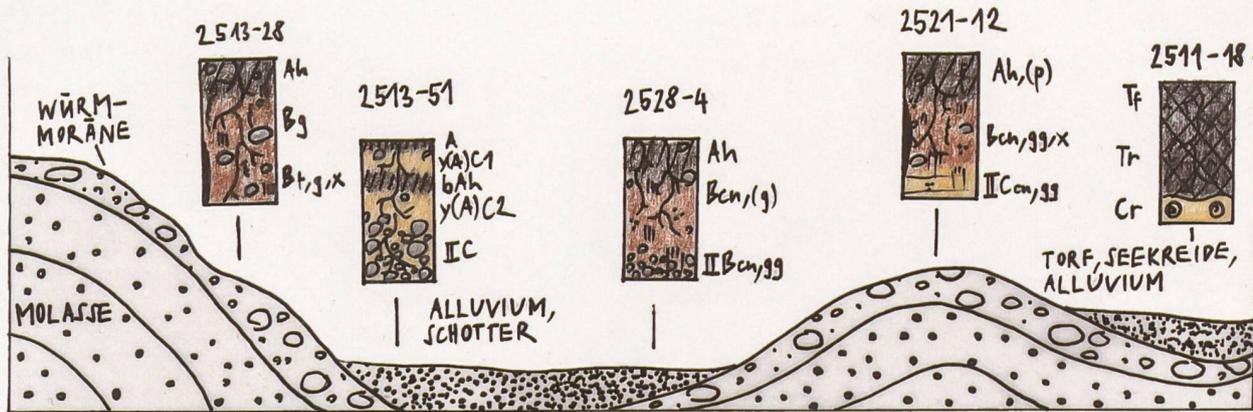
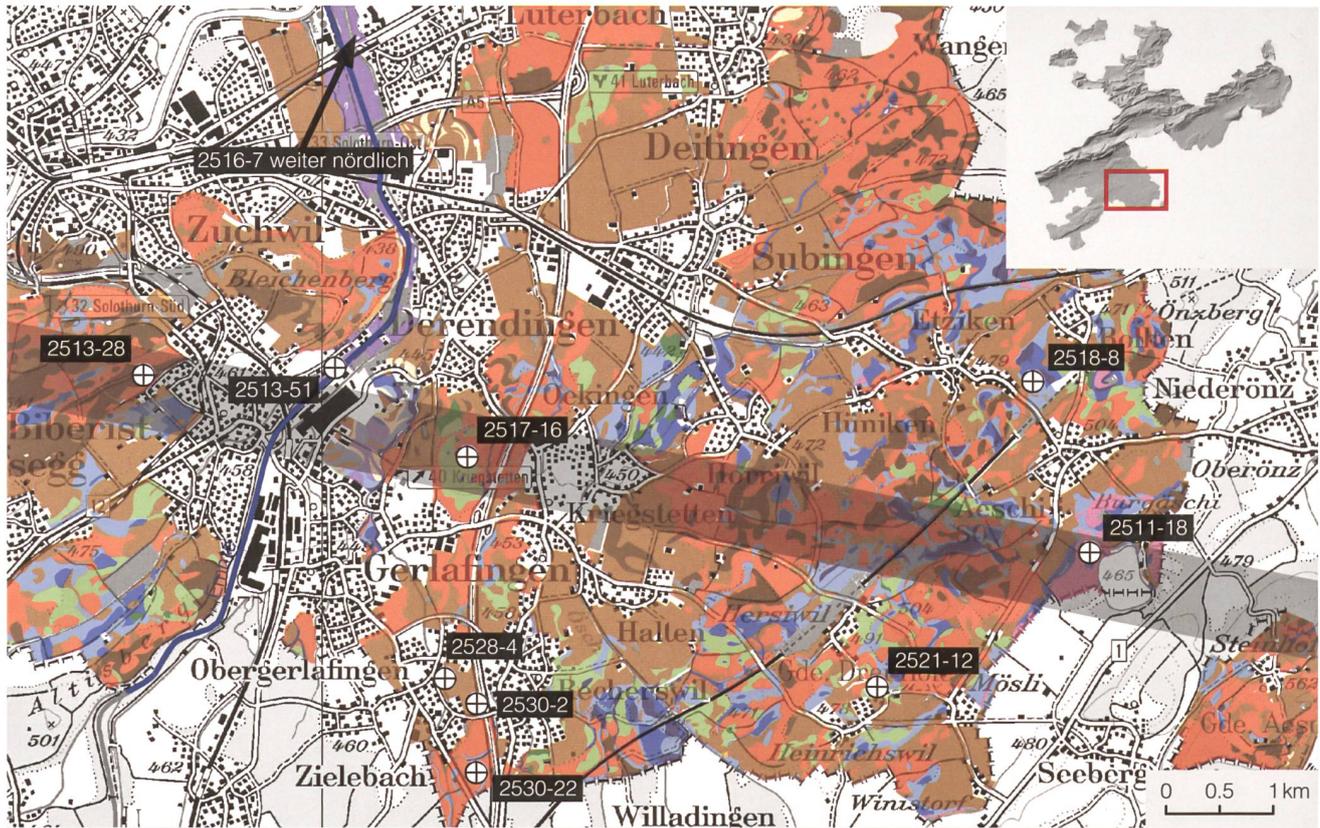


Abbildung 42: Böden im Wasseramt mit vereinfachtem Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

flachgründige, skelettreiche Böden liegen, welche in Abhängigkeit vom Flurabstand zum darunterliegenden Grundwasser gebietsweise nass sind. Tatsächlich wurden in der Schotterebene jedoch vorwiegend tiefgründige Braunerden mit geringen Skelettgehalten angetroffen. Der Grund dafür liegt in der oben erwähnten Deckschicht aus sandigem und lehmigem Material, die durch alluviale Prozesse über den Schottern abgelagert wurde. Die heutigen Böden sind aus diesen feinkörnigen Ablagerungen entstanden. Dies bestätigt sich in vielen Profilgruben, in denen der Schotter jeweils erst in einem Meter Tiefe erschlossen wurde, wie in Profil 2517-16 (Abbildung 43). Oberflächlich anstehende Schotter sind nur kleinflächig vorhanden, so etwa westlich von Recherswil (Profil 2530-2), westlich von Halten sowie im Gebiet Zuchwil-Emmenholz. In diesen Gebieten sind die Böden

deutlich weniger tiefgründig, und der Skelettgehalt ist profilumfassend hoch bis sehr hoch. Diese Böden weisen typischerweise eine sanddominierte Körnung auf.

Das Wasseramt macht seinem Namen auch bezüglich Wasserhaushalt der Böden alle Ehre (Abbildung 44 links oben), weisen doch fast die Hälfte der Böden mehr oder weniger starke Vernässungen auf. Bezüglich Vernässungsart ist kein Unterschied zwischen den Böden auf Emmeschotter und denjenigen auf der Moräne ersichtlich. Zwar sind viele Nassböden im Einzugsgebiet der Emmeschotter erwartungsgemäss grundnass (in Abbildung 44 blau eingefärbt). In Abhängigkeit vom Tongehalt und vom Flurabstand zum Grundwasser sind Nassböden jedoch verschiedentlich auch staunass (grün eingefärbt), beispielsweise zwischen Luterbach und Deitingen.



Braunerde-Pseudogley aus Alluvium über Emmeschotter, Derendingen, Profil 2517-16

Der tiefgründige stark Saure Braunerde-Pseudogley hat sich in alluvialen Ablagerungen über dem Emmeschotter entwickelt. In den oberen Horizonten ist der Boden skelettfrei, der kiesig-steinerne Emmeschotter folgt unterhalb von 135 Zentimeter.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, typischer Moder, diffus horizontiert, Lehm.

Unterboden: Lehm, gebleichter Horizont, teilweise Rostfleckung wegen der Staunässe, Eluvialhorizont (Tonanteil 21 Pro-

zent) bis etwa 60 Zentimeter; darunter Illuvialhorizont (Tonanteil 26 Prozent), deutliche Vernässungszeichen; ab 120 Zentimeter folgt der Übergang zum Untergrund.

Waldnutzung: Aufgrund der Staunässe ist der Boden verdichtungsempfindlich. Die Staunässe kann jedoch während Trockenperioden die Wasserverfügbarkeit verbessern.



Braunerde aus Schotter, Recherswil, Profil 2530-2

Mässig tiefgründige Braunerde, die sich direkt aus dem Emmeschotter entwickelt hat. Typisch ist der profilumfassend hohe Kies- und Steingehalt. Im Oberboden wurden die Steine wahrscheinlich regelmässig herausgelesen. Die Körnung ist stark sanddominiert. Normal durchlässiger Boden ohne Vernässungszeichen.

Oberboden: etwa 26 Zentimeter mächtig, sandiger Lehm, steinhaltig, gepflegt.

Unterboden: steinreich, sandiger Lehm, teilweise Tonkutane vorhanden; Übergang zum reinen Ausgangsmaterial ab 100 Zentimeter.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die ackerbauliche Nutzung ist vor allem wegen des hohen Skelettgehalts eingeschränkt. Ausserdem kann der Boden aufgrund der guten Durchlässigkeit zur Trockenheit neigen.

Abbildung 43: Charakteristische Böden im Wasseramt im Gebiet der Emmeschotter.

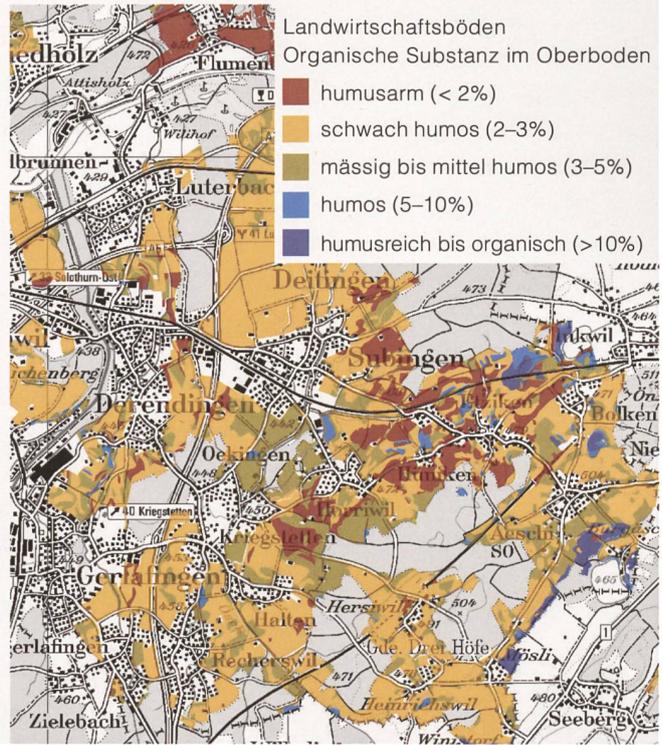
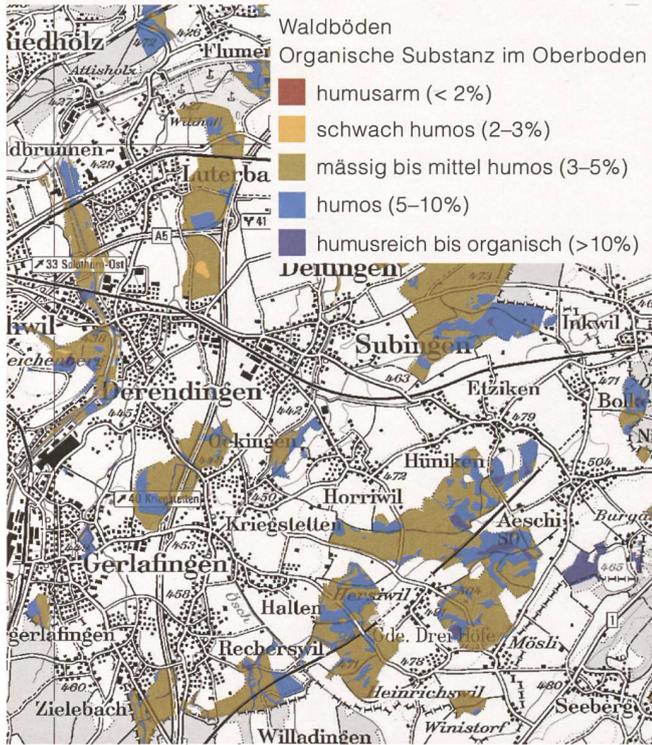
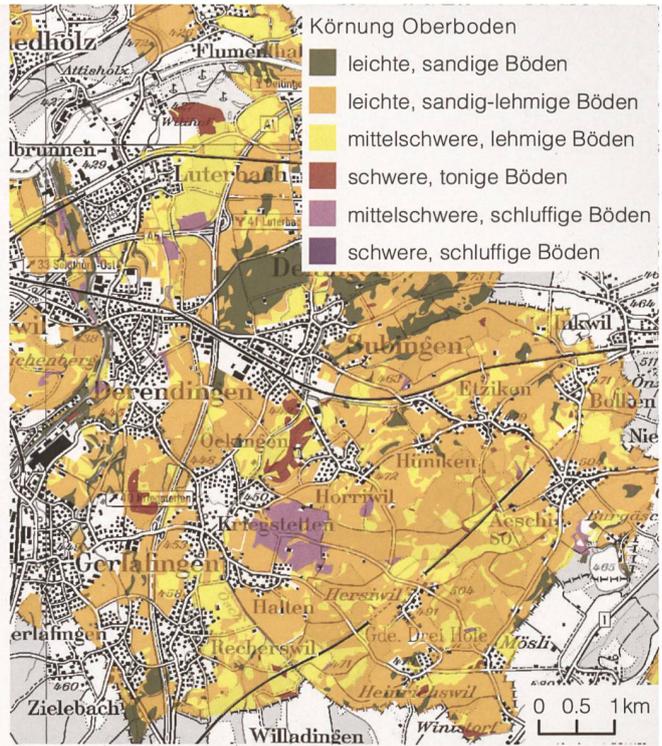
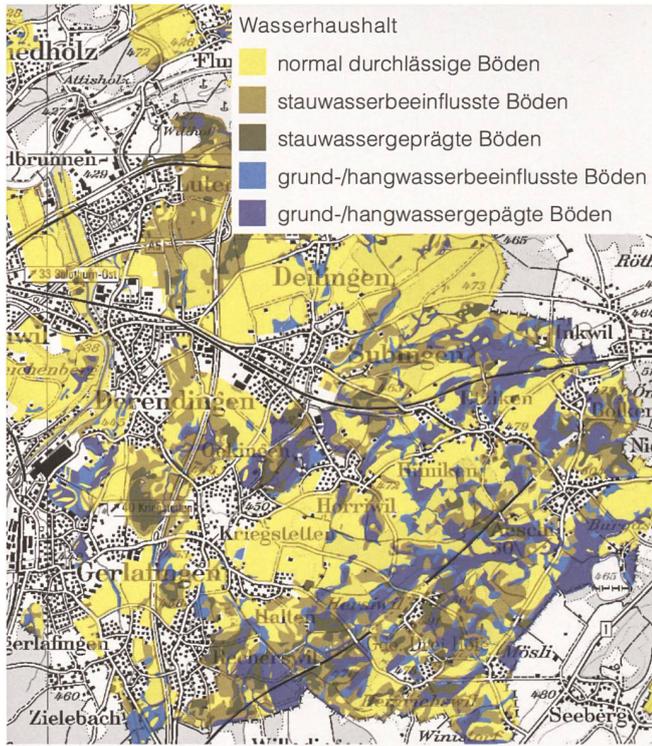


Abbildung 44: Bodeneigenschaften im Wasseramt. Von links oben nach rechts unten: Wasserhaushalt, Körnung im Oberboden, organische Substanz im Oberboden der Waldböden und der Landwirtschaftsböden. Hintergrundkarten © Swisstopo

Die Böden der höher gelegenen Gebiete auf würmeiszeitlichen Schottern und Moränen sind sehr inhomogen. Auf dem Hügelizeug westlich von Biberist sind sie mehrheitlich gut wasserdurchlässig. Nur vereinzelt finden sich hier leicht stauende oder teilweise hang- und grundwasserbeeinflusste Böden, wie beispielsweise Profil 2513-28 (Abbildung 45). Vergleichbare Bodenverhältnisse finden sich auch östlich der Emmeschotter zwischen den Gemeinden Deitingen und Halten. Weiter östlich, im äusseren Wasseramt sind die Böden deutlich stärker durch Wasser beeinflusst: In Kuppenlagen und in eher flachen Bereichen finden sich staunasse Böden, zum Beispiel im Profil 2521-12. In Geländemulden, besonders ausgeprägt im Gebiet des Inkwiler- und des Burgäschisees, sind die Böden stark grundnass, wie in Profil 2518-8.

Die meisten Böden im Wasseramt weisen weniger als 20 Prozent Tonanteil in der Feinerde auf, sind also leichte Böden (Abbildung 44 rechts oben). Lehmnige Böden, mit mehr als 20 Prozent Tonanteil, wurden vereinzelt sowohl über den Emmeschottern als auch auf der Moräne kartiert. Sie korrelieren oft mit stau- respektive grundnassen Bodenwasserhaushalten. Schwere, tonige Böden mit mehr als 30 Prozent Tonanteil in der Feinerde kommen nur sporadisch vor, zum Beispiel im Aarealluvium. Zwischen Halten und Oekingingen befinden sich grossflächig lehmig-schluffige Böden.

Der pH-Wert der Oberböden im Wasseramt widerspiegelt weniger das Ausgangssubstrat, sondern vielmehr die Bodennutzung. Landwirtschaftlich genutzte Böden weisen einen pH-Wert im schwach sauren bis neutralen Bereich auf, unterstützt durch regelmässiges Aufkalken. Die Böden im Wald hingegen sind überwiegend sauer, unabhängig davon, ob sie auf den würmeiszeitlichen Schottern und Moränen oder in den Emmeschottern liegen. Eine Ausnahme bilden die ufernahen Waldböden entlang der Emme, die meist karbonatreich sind. Diese Böden werden bis in die Gegenwart in unregelmässigem Abstand überflutet. Die abgelagerten Sedimente sind kalkreich.

Die meisten Ackerböden im Wasseramt weisen im Oberboden einen Humusgehalt zwischen zwei und drei Prozent auf (Abbildung 44 rechts unten). Auf den würmeiszeitlichen Schottern und Moränen liegen die Humusgehalte gebietsweise auch unter zwei Prozent. Besonders häufig sind solche humusarmen Böden zwischen Rechterswil und Etziken. Waldböden weisen mehrheitlich mässig humose bis humose Oberböden auf (drei bis zehn Prozent Humusgehalt). In der Umgebung vom Inkwiler- und Burgäschisee finden sich humusreiche (10 bis 30 Prozent Humusgehalt) und organische Böden (Humusgehalt über 30 Prozent).

4.3.2

Boden als Grundwasserfilter

Rund die Hälfte des im Kanton Solothurn genutzten Wassers stammt aus dem Wasseramt. Dieses Grundwasser zirkuliert in einem Lockergesteins-Grundwasserleiter, wie er für eiszeitliche Täler in der Schweiz typisch ist (AfU, 2010).

Für die Grundwasserneubildung ist die Reinigungs- und Speicherwirkung der Böden von grosser Bedeutung. Etwa ein Sechstel der Grundwasserneubildung im Wasseramt geschieht durch die Versickerung von Regenwasser im Wasseramt selber. Das Wasser sickert dabei durch den Boden und anschliessend durch die darunterliegenden Schichten, welche im Gebiet in der Regel aus gut durchlässigem, sandig- bis kiesig-steinigem Material aufgebaut sind. Während dieses Sickerprozesses wird das Wasser auf natürliche Weise von Schadstoffen gereinigt:

- Der Boden reinigt das versickernde Wasser physikalisch, indem er wie ein Sieb den Schmutz zurückhält. Die Filterwirkung hängt dabei von der Grösse der Bodenporen ab.
- Die Humusverbindungen und Tonminerale im Oberboden sorgen für eine chemische Reinigung des Wassers, indem sie die gelösten Stoffe binden.
- Durch die im Boden lebenden Bakterien findet eine biologische Reinigung statt, indem gewisse Schadstoffe abgebaut und in unschädliche Stoffe umgewandelt werden.

Die Reinigungswirkung ist abhängig von der Beschaffenheit der vom Wasser durchsickerten Schichten. Die grösste Filterwirkung erfolgt während der Bodenpassage, im Oberboden ausgeprägter als im Unterboden (Abbildung 46). Grund dafür ist die höhere Konzentration von organischer Substanz und Bodenlebewesen und der damit höheren Filterleistung in den obersten Bodenhorizonten. Da aber auch die Verweildauer des Sickerwassers während der Passage die Reinigungswirkung mitbestimmt, ist ein tiefgründiger, tonreicher Boden mit vielen Feinporen, wie im Profil 2528-4 (Abbildung 47) zu sehen, eher Garant für sauberes Grundwasser als ein flachgründiger, sandiger Boden mit vielen Grobporen wie im Profil 2516-7. In feinporigen Böden durchfließt das Sickerwasser nur wenige Dezimeter pro Tag. In grobporigen Böden dagegen fließt es rasch durch.

Die Böden im Wasseramt sind mehrheitlich tiefgründig und weisen eine mittelschwere Feinerdekörnung auf. Sie besitzen somit vorwiegend gute Filterkapazitäten.



Braunerde-Pseudogley aus Grundmoräne, Drei Höfe, Profil 2521-12

Der mässig tiefgründige, staunasse Boden hat sich aus einer Grundmoräne entwickelt. Wegen der dichten Lagerung der Grundmoräne ist die Wasserdurchlässigkeit in diesem Profil gehemmt, und der Boden ist stark stauend.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die ackerbauliche Nutzung ist durch die Staunässe eingeschränkt.

Oberboden: etwa 20 Zentimeter mächtig, sandiger Lehm, gepflügt, schwach humos.

Unterboden: stark rostfleckig in brauner Matrix, sandiger Lehm; ab 60 Zentimeter zunehmende Vernässung, stark rostfleckig in grauer Matrix; Übergang zum Untergrund ab etwa 130 Zentimeter.



Braunerde-Gley aus Kolluvium über Würmmoräne, Etziken, Profil 2518-8

Der mässig tiefgründige Braunerde-Gley liegt in einer natürlichen Senke. Der Oberboden besteht aus kolluvialen Ablagerungen, was sich im hohen Humusgehalt bis in den Unterboden widerspiegelt. Wegen des Grundwassereinflusses, das heisst der regelmässigen Zufuhr von karbonathaltigem Grundwasser, weist dieser Boden einen neutralen pH-Wert auf. Der Boden ist drainiert.

gehalt; darunter stark rostfleckig und Übergang zu grauer Matrix, Lehm, schwach skeletthaltig, verwitterte Steine.

Untergrund: graue, reduzierte Matrix ab 90 Zentimeter, wassergesättigte Zone bei hohem Grundwasserstand; die Kalkgrenze liegt bei etwa 90 Zentimeter.

Oberboden: etwa 26 Zentimeter mächtig, vereinzelt rostfleckig, Lehm, skelettfrei.

Landwirtschaftliche Nutzung: Der Grundwassereinfluss erschwert eine ackerbauliche Nutzung dieses Standortes.

Unterboden: Übergangshorizont bis 45 Zentimeter, mit erhöhtem Humus-



Saure Braunerde aus Moräne, Biberist, Profil 2513-28

Die tiefgründige Saure Braunerde hat sich aus Würmmoräne gebildet. Im Unterboden ist er grund- und hangwasserbeeinflusst. Der Skelettgehalt ist mit der Tiefe zunehmend.

Waldnutzung: Dieser Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Die Grundnässe kann jedoch in Trockenperioden die Wasserverfügbarkeit verbessern.

Oberboden: etwa 10 Zentimeter mächtig, sandiger Lehm, moderartiger Mull, sauer, skelettarm.

Unterboden: sandiger Lehm, kieshaltig, ab 35 Zentimeter tonhüllig und mässig Rostflecken aufgrund der Vernässung, ab 65 Zentimeter Übergang zum Ausgangsmaterial.

Abbildung 45: Charakteristische Böden auf Grundmoräne im Wasseramt.

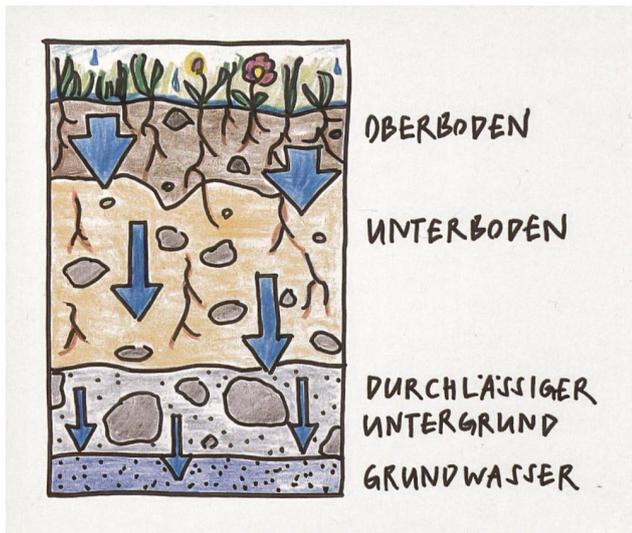


Abbildung 46: Schematische Darstellung des Versickerungsprozesses in Böden. Die Dicke der Pfeile symbolisiert die Reinigungswirkung der Bodenschichten: grosse Reinigungswirkung im Oberboden, reduzierte im Unterboden, geringe im Untergrund.

4.3.3

Einfluss des Grundwassers auf den Bodenwasserhaushalt

Das Grundwasservorkommen im Emmeschotter bildet aufgrund der Terrainunterschiede der Geländeoberfläche und der Geometrie des unterirdischen Stauers (Molasse oder Grundmoräne) eine Abfolge von mehreren Becken und Steilstufen. Entsprechend variieren sowohl die Grundwassermächtigkeit (zwischen 2 und 60 Meter) als auch der Abstand zum Grundwasserspiegel, das heisst der sogenannte Flurabstand. Dieser ist zudem saisonalen Schwankungen unterworfen (AfU, 2010).

Der Flurabstand beeinflusst den Wasserhaushalt der darüberliegenden Böden. Der Grundwasserspiegel muss hierzu nicht bis zu den Bodenhorizonten vordringen. Je nach Porensystem kann es zu einem kapillaren Aufstieg von Grundwasser kommen. Dabei gilt: Je geringer der Porendurchmesser, desto höher kann das Kapillarwasser aufsteigen. Bei reinen Tonböden kann dieser Aufstieg mehrere Meter betragen, bei Sandböden nur wenige Dezimeter. Für die tief wurzelnden Pflanzen steht so auch während längerer trockener Phasen Wasser zur Verfügung.

Im Wasseramt weist das Grundwasser stellenweise einen vergleichsweise geringen Flurabstand zur Bodenoberfläche auf. Je nach Korngrössenzusammensetzung des Bodens beeinflusst dies den Wasserhaushalt sehr unterschiedlich. So treten Böden auf, die aufgrund der stark sandigen und/oder kiesigen Körnung trotz nahen Grundwasserstandes keine Vernässungszeichen aufweisen, so zum Beispiel im Profil 2513-51 (Abbildung 48). Bei diesen Böden senkt sich der Grundwasserspiegel nach einem Höchststand jeweils schnell wieder, und ein Aufstieg von Kapillarwasser ist wegen des hohen Grobporenanteils fast nicht möglich. Trotz des hohen Grundwasserspiegels bleibt der Boden insgesamt gut durchlüftet. Sobald der Tongehalt höher, das Porensystem geringere Porendurchmesser aufweist und der kapillare Wasseraufstieg möglich wird, weisen die Böden hingegen deutliche Anzeichen von Grundwasserbeeinflussung auf, wie das Profil 2530-22.



Saure Braunerde aus Alluvium über Emmeschotter, Obergerlafingen, Profil 2528-4

Diese tiefgründige, skelettarme Saure Braunerde ist auf alluvialen Ablagerungen entstanden. Der Boden ist normal durchlässig, ab etwa 70 Zentimeter ist die Durchlässigkeit jedoch leicht gehemmt und der Boden zeigt Vernäsungszeichen. Erst ab einer Tiefe von 160 Zentimeter beginnt der Einfluss des Emmeschotters. Dieser Boden weist eine gute Reinigungswirkung des versickernden Wassers aus.

Oberboden: etwa 17 Zentimeter mächtig, sandiger Lehm, humos, krümelig, skelettarm.

Unterboden: Lehm, skelettarm, bis etwa 70 Zentimeter gut ausgebildetes Porensystem und Bodengefüge, viele Wurzelbahnen, darunter gehemmter Wasserdurchfluss und rostfleckig; Übergangshorizont zum Ausgangsmaterial ab 140 Zentimeter.

Landwirtschaftliche Nutzung: Dieser Boden ist ein idealer Ackerstandort, limitierender Faktor ist jedoch der tiefe pH-Wert.



Regosol aus Aareschotter, Deitingen, Profile 2516-7

Der ziemlich flachgründige Boden hat sich in den Aareschottern entwickelt und ist sehr kiesreich. Die Bodenentwicklung ist nur bis 50 Zentimeter Tiefe fortgeschritten, darunter folgt ein Gemisch aus Skelett und Sand. Der Boden ist stark durchlässig. Niederschlagswasser versickert ab 50 Zentimeter sehr rasch und ohne nennenswerte Reinigung weiter ins Grundwasser.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, Lehm, gepflügt, stark kieshaltig, schwach sauer.

Unterboden: nur Ansatzweise als Übergangshorizont bis 50 Zentimeter, schwach humushaltig, kiesreich, Lehm, neutral.

Untergrund: ab 50 Zentimeter unverwitterte sandige Feinerde (Sandanteil 80 Prozent) in Schotterablagerungen.

Landwirtschaftliche Nutzung: Der hohe Skelettgehalt, die grosse Durchlässigkeit und die Flachgründigkeit schränken die ackerbauliche Nutzung stark ein.

Abbildung 47: Vergleich von Böden mit unterschiedlicher Reinigungswirkung des Sickerwassers im Wasseramt.

4.3.4

Die Moorböden um den Burgäschisee

Der Burgäschisee ist ein Relikt der letzten Eiszeit. Der zurückweichende Rhonegletscher hinterliess Moränenlandschaften und Toteislöcher; aus einem solchen bildete sich der Burgäschisee. Die natürliche Sukzession führte zur Verlandung der stehenden Gewässer und zur Bildung von Mooren. Ursprünglich war der See in seinem Einzugsgebiet von grossflächigen Mooren umgeben. Das Landschaftsbild um den See hat sich in den letzten Jahrhunderten durch das Absinken des Seespiegels, den Torfabbau und die grossflächige Drainierung der Böden grundlegend verändert. Die grössten Veränderungen fanden dabei während

der grossen Melioration in den 1940er-Jahren statt. Der Seespiegel wurde um zwei Meter abgesenkt, der Seebach eingedolt, die Zuflüsse kanalisiert, die umliegenden Flächen fast vollständig drainiert und anschliessend ackerbaulich genutzt (Zeh, 2007). Durch diese Massnahmen wurden die Moorböden durchlüftet und grösstenteils mineralisiert.

Intakte Moorböden finden sich heute nur noch im Bereich des «Chlöpfibeerimoos». Bei den torfhaltigen Böden westlich und nördlich des Sees handelt es sich vorwiegend um Halbmoore (Abbildung 49). Der Bodentyp Halbmoor muss in den obersten 80 Zentimeter mindestens eine 40 Zentimeter mächtige Torfschicht und mehr als 30 Prozent organische Substanz aufweisen (Kapitel 3.8). Unter den noch



Fluvisol aus Alluvium, Biberist, Profil 2513-51

Der ziemlich flachgründige Fluvisol hat sich in feinkörnigen Überschwemmungssedimenten über gröberen Schotterablagerungen der Emme gebildet. Der Boden ist normal durchlässig und zeigt Vernässungszeichen. Bei Hochwasser wird dieser Standort hin und wieder überschwemmt, trocknet jedoch schnell wieder ab.

Oberboden: circa 35 Zentimeter mächtig, typischer Mull, lehmreicher Sand, geschichtet aus humosen und sandigem Schwemmmaterial früherer Hochwasser.

Unterboden: fehlt.

Untergrund: ab circa 35 Zentimeter sandig-kiesige Emmeschotter.

Waldnutzung: Der gut durchlässige Boden ist nur gering verdichtungsempfindlich. Limitierend sind die geringe pflanzennutzbare Gründigkeit und die Wasserverfügbarkeit in Trockenperioden.



Braunerde-Gley aus Alluvium über Emmeschotter, Rechterswil, Profil 2530-22

Der mässig tiefgründige Braunerde-Gley hat sich aus feinkörnigen Überschwemmungssedimenten über älteren Schotterablagerungen gebildet. Durch den Grundwassereinfluss hat sich ab etwa 50 Zentimeter ein rostiger, deutlicher Oxidationshorizont über einem gräulichen Reduktionshorizont gebildet. Da oberhalb von 70 Zentimeter die Feinerde vergleichsweise viel Ton- und Schluff aufweist, kann es zu kapillarem Aufstieg in höhere Horizonte kommen.

Oberboden: etwa zwölf Zentimeter mächtig, typischer Moder, stark sauer, sandiger Lehm.

Unterboden: sandiger Lehm, skelettar, bis etwa 40 Zentimeter stark gebleichter Horizont; Rostfärbung ab etwa 40 Zentimeter; darunter grau wegen häufiger Wassersättigung; Untergrund ab etwa 70 Zentimeter.

Waldnutzung: Der Boden ist durch die starke Vernässung sehr verdichtungsempfindlich.

Abbildung 48: Grundwassernahe Böden im Wasseramt.

vorhandenen Torfschichten liegt meistens die stark schluffhaltige Seekreide, wie im Profil 2511-18 (Abbildung 50) erkennbar. Bei der Seekreide handelt es sich um feinkörniges kalkiges Sedimentgestein, das keine Bodenbildung durchlaufen hat und deshalb unfruchtbar ist. Vereinzelt ist der Torfkörper schon so weit mineralisiert und abgebaut, dass bereits in Pflugtiefe die Seekreide erreicht wird, dies vor allem im Gebiet der vorgefundenen Buntgleye und Braunerde-Gleye. Im Rahmen eines Naturschutzprojekts unter Federführung des Amtes für Raumplanung des Kantons Solothurn sollen im Gebiet des Aeschimoos, angrenzend an das nördliche Seeufer, die noch vorhandenen Torfschichten geschützt und erhalten werden. Dazu

wurde eine Fläche von etwa drei Hektaren detailliert kartiert. Mit bis zu vier Meter tiefen Bohrungen konnte die gesamte Mächtigkeit der noch vorhandenen Torfschichten erfasst werden. Es zeigte sich, dass vereinzelt noch Torfmächtigkeiten von mehr als 1,5 Meter vorkommen. Auf diesen bereits extensiv bewirtschafteten Böden sollen die Drainagen aufgehoben werden, mit dem Ziel, den noch vorhandenen Torfkörper besser schützen zu können.

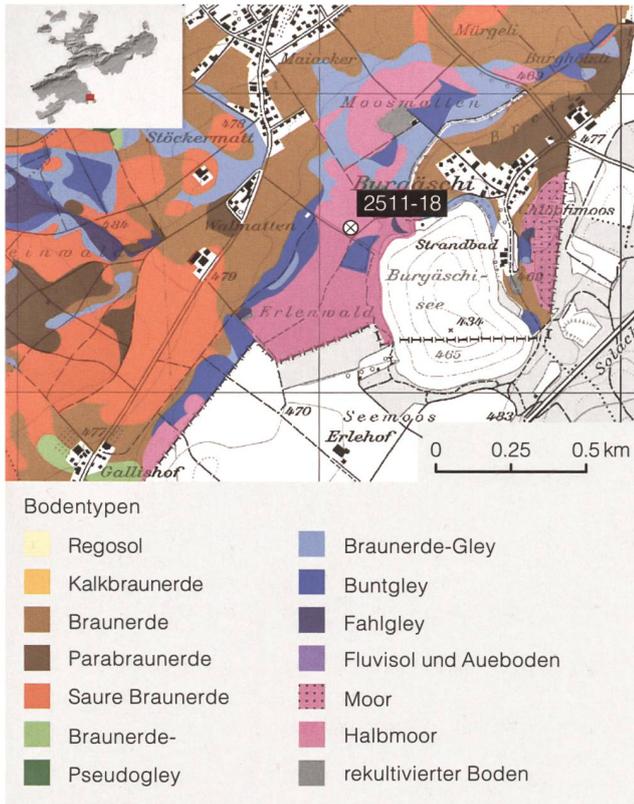


Abbildung 49: Übersicht über die noch vorhandenen Moor- und Halbmoorböden um den Burgäschisee. Hintergrundkarte © Swisstopo

4.3.5 Archivfunktion von Böden – am Beispiel des Burgäschisees

Im Uferbereich des Burgäschisees finden seit Mitte der 1940er-Jahre immer wieder archäologische Ausgrabungen statt. Die Schichten der ehemaligen und noch vorhandenen Moorböden sind ein gutes Archiv für die Archäologie, aber auch zur Rekonstruktion vergangener Klima- und Umweltverhältnisse. Unter Luftabschluss kann organisches Material nicht verrotten und bleibt so erhalten.

Bei den bisherigen Ausgrabungen wurden zahllose Fundkomplexe vom ausgehenden Jungpaläolithikum (Altsteinzeit, 14000 vor heute) bis ins späte Neolithikum (circa 4400 vor heute) gefunden. Neueste Pollenuntersuchungen aus Bohrkernen der Seeablagerungen zeigen, dass erste bäuerliche Gemeinschaften bereits vor 7000 Jahren in diesem Gebiet siedelten und dort Ackerbau betrieben (Hafner, 2015). Um die früheste Siedlungsentwicklung zu rekonstruieren, finden zurzeit Feldbegehungen, Bohrungen, archäologische Grabungen und Tauchgänge statt. Innerhalb der sogenannten Kulturschicht werden in Handarbeit Schicht um Schicht abgetragen und auf menschliche Spuren und Rückstände ehemaliger Siedlungen durchsucht. In den Seeuferzonen, Moorböden und angrenzenden mineralischen Böden konnten bereits weitere ehemalige Siedlungsplätze geortet werden (Wey, 2015). Die neusten Untersuchungen sind eingebettet in ein laufendes interdisziplinäres Forschungsprojekt unter Führung der Universität Bern.



Halbmoor aus Alluvium, Aeschi, Profil 2511-18

Der Halbmoor-Boden ist ein degradiertes Moorboden, in dem durch die Drainierung die Mineralisation des organischen Materials eingesetzt hat. Über der Seekreide sind zwei stark mineralisierte Torfhorizonte erhalten geblieben.

Oberboden: circa 35 Zentimeter mächtiger Torfhorizont, oberer Torfhorizont mit etwa 40 Prozent organischer Substanz, stark mineralisiert, unterer Torfhorizont vorwiegend braun und unzersetztes Material, mit Vernässungszeichen.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: helle, schluffige Seekreide (mehr als sieben Prozent Schluff), karbonathaltig, vereinzelte Torfreste vorhanden.

Landwirtschaftliche Nutzung: Eine ackerbauliche Nutzung dieses Bodens ist nicht nachhaltig. Durch die Bodenbearbeitung wird das organische Material weiter abgebaut, und der Grundwassereinfluss wird zunehmen. Für diesen Standort ist eine extensive Wiesenutzung zu empfehlen.

Abbildung 50: Degradiertes Halbmoor am Burgäschisee.

4.4
Gäu/Untergäu

Die Region Gäu/Untergäu erstreckt sich entlang der Dünnern, von deren Austritt aus dem Jura in der Klus Oensingen bis zur Mündung in die Aare. Von den

Abhängen der ersten Jurakette über das Dünnerntal reicht die Region weiter über die südlich folgenden, eiszeitlich geprägten Molassehügel-Gebiete bis zu den Schotterterrassen entlang der Aare. Entsprechend dieser landschaftlichen Vielfalt ist auch die Bodenvielfalt sehr reichhaltig.

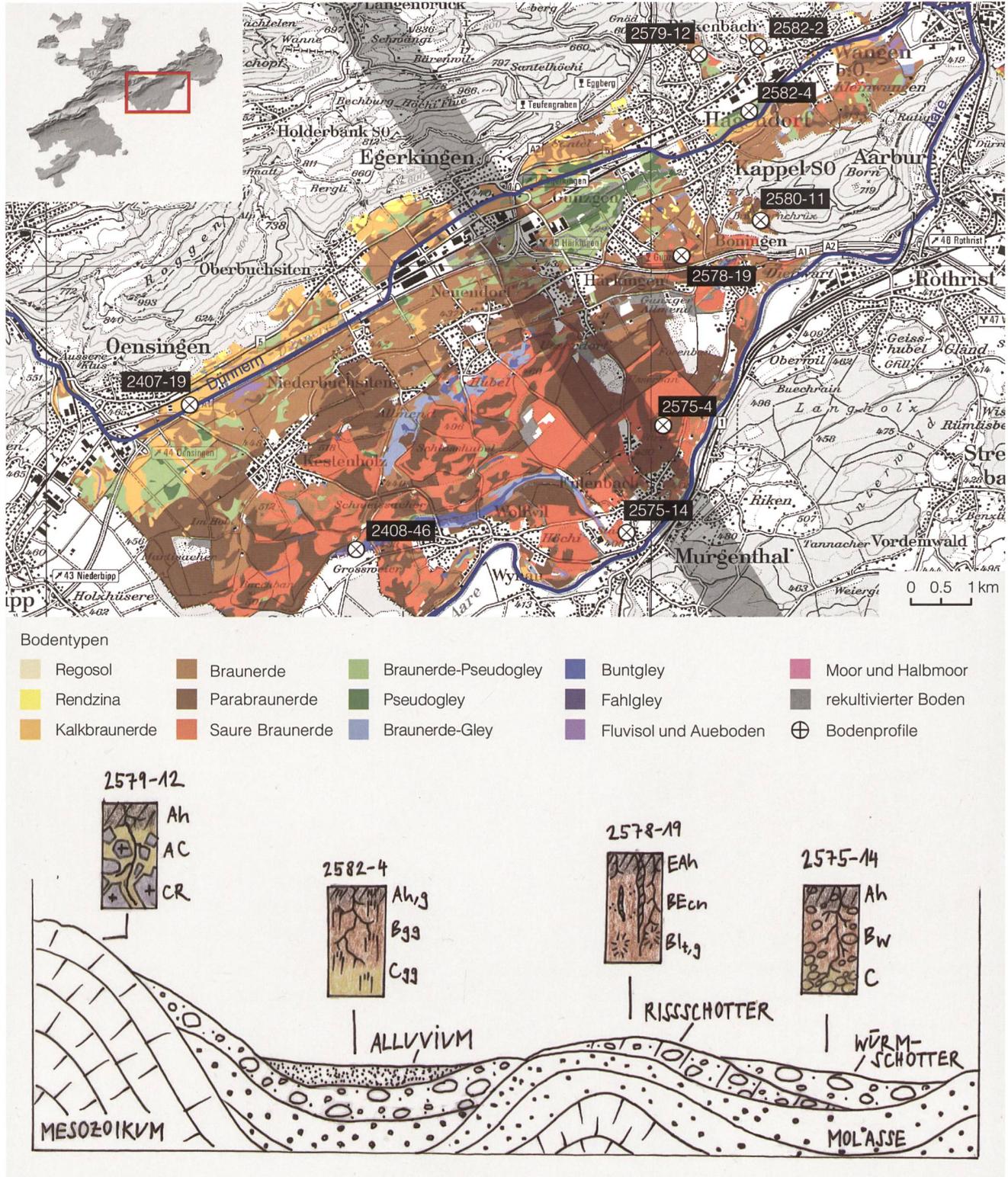


Abbildung 51: Böden im Gäu mit vereinfachtem Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

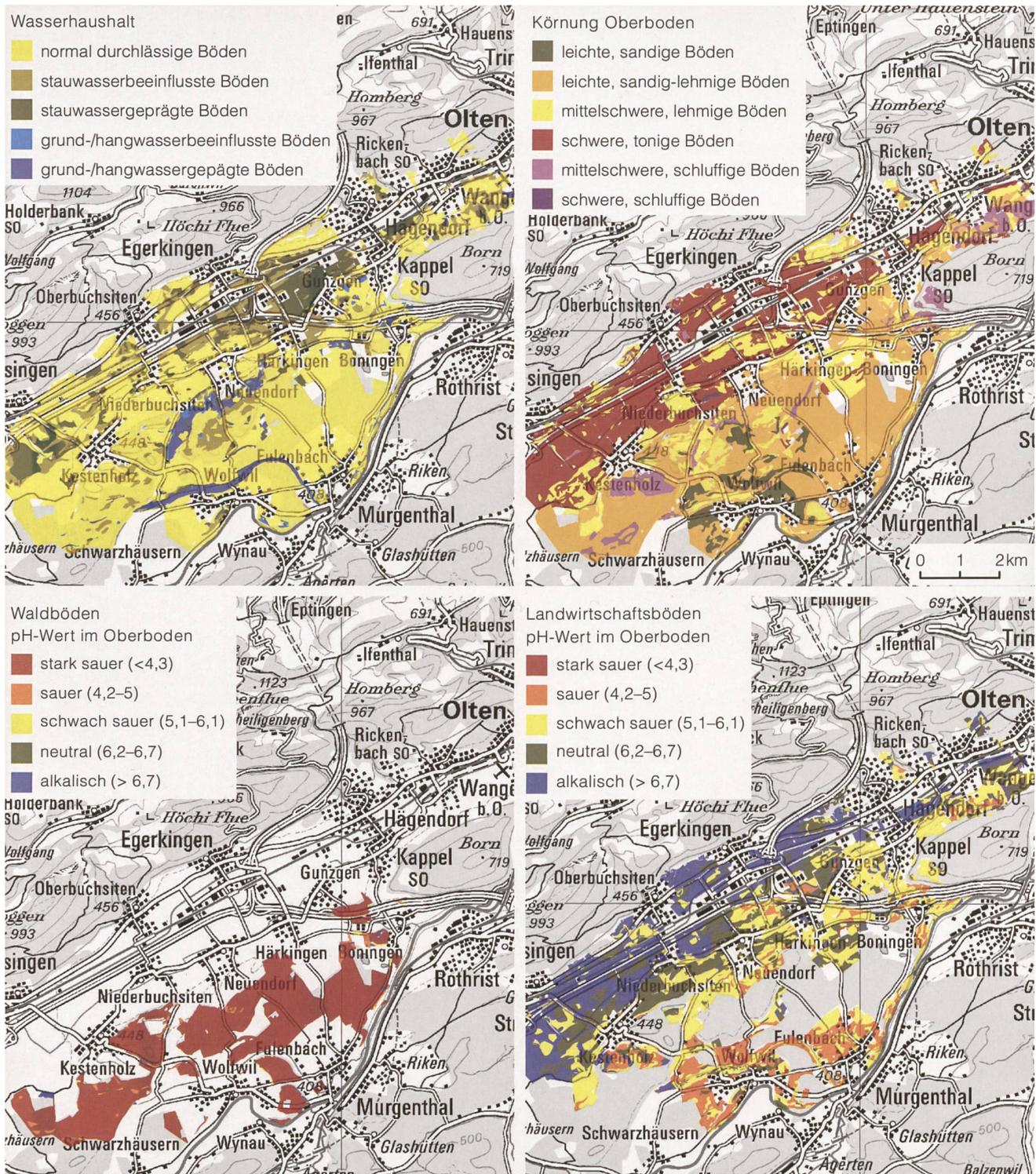


Abbildung 52: Bodeneigenschaften in der Region Gäu/Untergäu. Von links oben nach rechts unten: Wasserhaushalt, Körnung im Oberboden, pH-Wert im Oberboden der Waldböden und der Landwirtschaftsböden. Hintergrundkarten © Swisstopo

4.4.1

Vielfältige Bodengesellschaft zwischen Jurakalk und glazialen Schottern

Die Bodeneigenschaften im Gäu/Untergäu widerspiegeln die naturräumliche Unterteilung der Region, wie in Abbildung 52 gut erkennbar ist. Im Nordwesten, an den Unterhängen der ersten Jurakette, bildeten sich kleinräumig, auf anstehendem Kalkstein, flachgründige Rendzinen, auf Hanglehm und Hangschutt hingegen tiefgründige Braunerden. Am Hangfuss dominieren die Kalkbraunerden, der Übergang zu den Braunerden, Pseudogleyen und seltener Fluvisolen der Dünnernebene ist jedoch fließend. Gemeinsam sind diesen Böden der pH-Wert im neutralen bis alkalischen Bereich und der hohe Tongehalt der Feinerde von mehrheitlich über 30 Prozent. Der verbreitete Stauwassereinfluss in der Dünnernebene ist gut sichtbar.

Auf den Schottern und Moränen der Mittulgäu-Hochterrasse finden sich tief entwickelte, saure bis stark saure Braun- und Parabraunerden, die mit wenigen Ausnahmen normal wasserdurchlässig sind. Die Feinerdekörnung dieser Böden ist mit Tongehalten von weitgehend unter 20 Prozent leichter als in der Dünnernebene. Vom Jura zur Aare hin zeigt sich ein deutlicher Gradient von schweren zu leichten Böden.

Auf den Niederterrassen im Aaregäu sind stark schottrige Böden mit sandiger Körnung und guter Wasserdurchlässigkeit häufig. Eine Ausnahme bildet das Gebiet des alten Aarelaufs in Wolfwil mit seinen lehmigen, stark grundnassen Böden.

Auffallend in der gesamten Region, und dies im Vergleich mit anderen Regionen des Kantons, ist der hohe Gehalt an organischer Substanz in den Böden. Auch ackerbaulich genutzte Böden sind nur selten humusarm, so liegt der Humusgehalt dieser Böden mehrheitlich über 3,5 Prozent.

4.4.2

Böden am Fuss des Juras

Entlang des Juras liegen bisher detaillierte Bodeninformationen nur vom Unterhang vor. Die Kartierung der bewaldeten Berghänge folgt in einer späteren Phase.

Am Unterhang spielen die für den Jura typischen flachgründigen Rendzinen eine eher untergeordnete Rolle. Sie beschränken sich auf einzelne Kuppenlagen wie zum Beispiel im Profil 2579-12 (Abbildung 53). Grösstenteils hat sich jedoch durch Hangfliessprozesse und Rutsche in den unteren Hangpartien und im Übergang zur Ebene im Laufe der Zeit viel Material akkumuliert. Aus diesem Hangschutt und

Hanglehm konnten sich in der Regel tiefgründige und fruchtbare Böden entwickeln, wie im Profil 2582-2 zu sehen.

4.4.3

Vom Wasser geprägte Böden in der Dünnernebene

Vor der Dünnerkorrektur in den Jahren 1933 bis 1943 hatte die Dünnernebene einen mäandrierenden Flusslauf. Sie prägte die Ebene zwischen Oensingen und Olten durch periodische Überschwemmungen, die das Ausgangsmaterial für die heutigen Böden ablagerten. Die Böden weisen denn auch einen hohen Kalkgehalt auf. Unter den feinkörnigen Sedimenten der Dünnernebene liegen mächtige Schotterablagerungen, die den Grundwasserleiter des Gäu bilden (AfU, 2015). Die Dünnernebene wird im Süden von den Mittulgäu-Dörfern Kestenholz bis Härkingen begrenzt.

Die Böden entlang der Dünnernebene zeichnen sich durch eine grosse Vielfalt aus. Entsprechend der Eigenschaften ihrer Ausgangsmaterialien geht die Palette von extrem feinkörnig-tonreichen und stark staunassen Pseudogleyen bis zu den selteneren kiesig-sandigen Fluvisolen (Profil 2407-19, Abbildung 54).

Die schwersten Böden liegen im Abschnitt zwischen Härkingen und Rickenbach, mit Tongehalten von über 50 Prozent bereits im Oberboden, wie etwa im Profil 2582-4. Diese Böden weisen in der Folge einen stark gehemmten Wasser- und Lufthaushalt auf. Nach Niederschlägen trocknen sie nur langsam ab. Nach längeren Trockenzeiten hingegen werden sie hart und lassen sich nur noch schwer bearbeiten. Die Landwirte sprechen passenderweise von «Stundenböden», da die Bearbeitung nur während eines kurzen Zeitfensters möglich ist. Aber auch für die Pflanzen sind diese Böden eine Herausforderung. Wegen des gehemmten Wasserdurchlasses stehen die Wurzeln nach grösseren Niederschlägen lange im Wasser und es mangelt ihnen an Sauerstoff. Bei Trockenheit hingegen wird wegen des hohen Tongehalts das Wasser in den feinen Bodenporen stark zurückgehalten, sodass es für die Pflanzenwurzeln kaum mehr verfügbar ist.



Rendzina aus kalkigem Hangschutt, Hägendorf, Profil 2579-12

Die flachgründige Rendzina ist aus Hangschutt des Malmkalks entstanden. Der Boden ist durchgehend karbonathaltig. Der Standort weist eine Hangneigung von etwa 15 Prozent auf.

Landwirtschaftliche Nutzung: Aufgrund der Flachgründigkeit und des geringen Wasserspeichervermögens ist eine ackerbauliche Nutzung dieses Bodens stark eingeschränkt; er eignet sich nur zur extensiven Grünlandnutzung.

Oberboden: circa 30 Zentimeter mächtig, toniger Lehm, humos, karbonathaltig, steinhaltig.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: ab 35 Zentimeter blockiges und felsiges Ausgangsmaterial, bis circa 70 Zentimeter mit Feinerde in Klüften.



Braunerde aus Hanglehm, Rickenbach, Profil 2582-2

Die tiefgründige, skelettarme Braunerde ist aus Hanglehm am Abhang des Juras entstanden. Die Feinerde ist profilumfassend entkarbonatet. Der Boden ist normal durchlässig und weist erst in den untersten Horizonten sehr leichte Vernässungszeichen auf. Die Grenze zwischen Oberboden und Unterboden ist nur diffus vorhanden.

ab 110 Zentimeter anstehender Fels aus Malmkalk.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung des Bodens an diesem Standort ist durch die Hangneigung leicht eingeschränkt.

Oberboden: circa 30 Zentimeter mächtig, diffuse Grenze, Lehm, neutral.

Unterboden: Lehm, alkalisch; ab circa 80 Zentimeter Schichtwechsel und Zunahme des Tongehalts (über 50 Prozent);

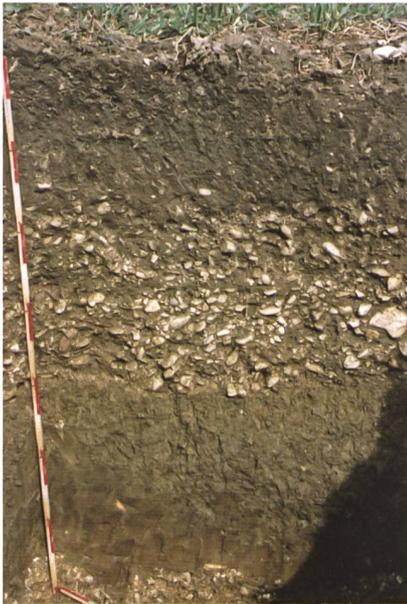
Abbildung 53: Charakteristische Böden am Jurasüdhang in der Region Gäu.

4.4.4 Glaziale Schottergebiete im Mittel- und Aaregäu

Das Gebiet südlich der Dünnernebene bis zur Aare ist geologisch von Schotter- und Moräne-Ablagerungen aus den letzten Eiszeiten geprägt. Die höher gelegenen, oft bewaldeten Gebiete (Hochterrassenschotter) werden der Risseiszeit zugeordnet, die tiefer gelegenen Stufen in Wolfwil und Fülenbach (Niederterrassenschotter) der Würmeiszeit (Bitterli et al., 2011). Über den Ablagerungen aus der Risseiszeit finden sich vorwiegend gut entwickelte, tief- bis sehr tiefgründige Braunerden und Parabraunerden, unter bewaldetem Gebiet auch Saure Braunerden (Profile 2575-4 und 2578-19, Abbildung 55).

Die Böden auf den würmeiszeitlichen Schottern sind weniger tiefgründig und stark kieshaltig. Die im Vergleich zu den älteren Rissablagerungen erst wenig verwitterten Schotter stehen bis nahe an die Oberfläche an, wie im Profil 2575-14.

Gemeinsam ist allen Böden auf den eiszeitlichen Ablagerungen im Mittel- und Aaregäu, dass sie einen hohen Sandanteil aufweisen und entsprechend gut wasser- und luftdurchlässig sind. Nassböden finden sich denn auch nur kleinflächig an Orten, die nacheiszeitlich alluvial überprägt wurden. Hier sticht besonders der Aare-Altarm nördlich von Wolfwil heraus, wo sich grundnasse, teilweise anmoorige Bunt-, Fahl- und Braunerde-Gleye entwickelt haben (Profil 2408-46).



Fluvisol aus Alluvium über Schotter, Oensingen, Profil 2407-19

Der ziemlich flachgründige, karbonatreiche Fluvisol hat sich aus fluvialen Ablagerungen in der Dünnernebene gebildet. Die Horizonte sind deutlich gegeneinander abgegrenzt, was typisch ist für alluviale Ablagerungen. Der Boden ist normal durchlässig.

Landwirtschaftliche Nutzung: Der durchwurzelbare Bereich und das Wasserspeichervermögen sind aufgrund des hohen Skelettgehalts im Unterboden stark beschränkt. Nach längeren Niederschlagspausen ist mit Trockenschäden an den Kulturen zu rechnen.

Oberboden: etwa 35 Zentimeter mächtig, Lehm, gepflügt, schwach skeletthaltig.

Unterboden: kiesreich, lehmiger Ton, viele Grobporen; ab circa 80 Zentimeter skelettarmer Horizont, toniger Lehm, rostfleckig durch Einfluss von Grundnässe.



Pseudogley aus Alluvium, Rickenbach, Profil 2582-4

Der sehr schwere, ziemlich flachgründige Pseudogley hat sich aus fluvialen Ablagerungen in der Dünnernebene gebildet. Der Boden ist profilumfassend skelett- und karbonatfrei. Das sehr schwere, tonige Bodenmaterial führt zu starker Stau-nässe bis in den Oberboden. Der Humusabbau im Oberboden ist aufgrund des Wasserhaushalts gehemmt.

meter mit starken Rostflecken und grauer Matrix. Tongehalt gegen unten abnehmend.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die ackerbauliche Nutzung ist durch den hohen Tongehalt und die Vernässung stark eingeschränkt und vor allem in nassen Jahren wegen möglicher Schadverdichtungen problematisch. In Trockenzeiten kann der Boden stark austrocknen, was die Bearbeitung ebenfalls erschwert.

Oberboden: etwa 15 Zentimeter mächtig, Ton, humos, skelettfrei.

Unterboden: fahlgrau mit wenig Rostflecken bis circa 55 Zentimeter, toniger Lehm, skelettfrei; Untergrund ab 55 Zenti-

Abbildung 54: Charakteristische Böden der Dünnernebene in der Region Gäu/Untergäu.

In den mächtigen Schotterablagerungen hat sich der Kiesabbau in dieser Region seit langer Zeit etabliert und wird bis heute in grossem Umfang betrieben. Um den Kies abzubauen zu können, müssen zuerst die den Kies überlagernden Schichten abgetragen werden. Dazu gehört auch der gewachsene Ober- und Unterboden. Nach dem Kiesabbau wird die entstandene Grube mit sauberem Aushubmaterial aufgefüllt. Danach wird der Unter- und Oberboden rekultiviert, sodass die Fläche wieder der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden kann. Aus diesem Grund sind im Gäu vergleichsweise grossflächig rekultivierte Böden vorhanden. Bei älteren Rekultivierungen fehlte häufig das Wissen eines fachgerechten Bodenaufbaus. Deshalb weisen einige dieser alten

Rekultivierungen heute erhebliche Mängel in Bezug auf die Gründigkeit sowie den Wasser- und Lufthaushalt auf.



Saure Braunerde aus schottriger Rissmoräne, Fulenbach, Profil 2575-4

Die tiefgründige, normal durchlässige Saure Braunerde ist in schottrigen Ablagerungen der Rissmoräne entstanden. Der Boden ist profulumfassend skeletthaltig. Die Steine sind teilweise verwittert.

Waldnutzung: Aufgrund des hohen Skelettgehalts trocknet dieser Boden gut ab und weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, moderartiger Mull, humusreich, sandiger Lehm.

Unterboden: sandiger Lehm, stark steinhaltig; leicht gebleichter Eluvialhorizont bis 35 Zentimeter, mit Tonkutanen.



Saure Braunerde aus Kolluvium über Rissmoräne, Gunzgen, Profil 2578-19

Die sehr tiefgründige Saure Braunerde ist aus kolluvialen Ablagerungen über der Rissmoräne entstanden. Die kolluviale Prägung zeigt sich in der diffusen Horizontierung und am gänzlich fehlenden Skelett. Der Boden ist normal durchlässig und weist nur sehr geringe Vernässungszeichen in den unteren Horizonten auf.

Waldnutzung: Der sehr tiefgründige Waldboden trocknet gut ab und weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf.

Oberboden: etwa sechs Zentimeter mächtig, moderartiger Mull, sandiger Lehm.

Unterboden: bis 80 Zentimeter mächtiger Eluvialhorizont (Tonanteil 17 Prozent), sandiger Lehm; darunter dicht gelagerter Illuvialhorizont (Tonanteil 22 Prozent), Rostflecken sichtbar.



Braunerde aus Würmschottern, Fulenbach, Profil 2575-14

Die mässig tiefgründige Braunerde hat sich aus Niederterrassenschotter entwickelt. Der sehr skelettreiche Boden ist normal durchlässig und weist keine Vernässungszeichen auf.

Landwirtschaftliche Nutzung: Aufgrund des Skelettgehalts ist die maschinelle Bearbeitung leicht eingeschränkt. Ausserdem neigt der Boden aufgrund der guten Durchlässigkeit und der schlechten Wasserspeichereigenschaften zu Trockenheit.

Oberboden: circa 20 Zentimeter mächtig, lehmreicher Sand, skeletthaltig, krümelig.

Unterboden: lehmreicher Sand, skelettreich, ab 120 Zentimeter Ausgangsmaterial.

Abbildung 55, Teil 1: Charakteristische Böden im Mittel- und Aaregäu.



Fahlgley aus Torf und Seekreide, Wolfwil, Profil 2408-46

Der Fahlgley ist aus Ablagerungen in einem Aare-Totarm entstanden. Der anmoorige Nassboden ist ziemlich flachgründig, stark grundnass sowie bis in den Oberboden karbonathaltig.

Oberboden: circa 40 Zentimeter mächtig, humusreich, anmoorig, gepflügt; ab 30 Zentimeter starke Vernässungszeichen.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: ab 40 Zentimeter Seekreide, wassergesättigt, lehmiger Schluff.

Landwirtschaftliche Nutzung: Durch die ackerbauliche Nutzung wird das organische Material zunehmend abgebaut und der Grundwassereinfluss nimmt zu. Für diesen Standort ist eine extensive Wiesenutzung zu empfehlen.

Abbildung 55, Teil 2: Charakteristische Böden im Mittel- und Aaregäu.



Parabraunerde aus Löss, Kappel, Profil 2580-11

Die tiefgründige Parabraunerde ist aus Löss entstanden. Darunter liegt in zwei Meter Tiefe der Malm-Kalkstein. Der sehr schluffreiche Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: circa 23 Zentimeter mächtig, diffus horizontalisiert, mässig humos, lehmiger Schluff.

Unterboden: lehmiger Schluff, Eluvialhorizont bis 60 Zentimeter (Tonanteil 20 Prozent); darunter Illuvialhorizont bis 140 Zentimeter (Tonanteil 25 Prozent), schwache Vernässungszeichen mit vertikalen Ausbleichungen.

Landwirtschaftliche Nutzung: Sehr fruchtbarer Ackerboden mit hohem Ertragspotenzial. Einschränkungen bestehen bezüglich pH-Wert (schwach saurer Oberboden) und bezüglich Erosionsgefährdung aufgrund der Hanglage und des hohen Schluffgehalts.

Abbildung 56: Charakteristischer Boden auf lössähnlichen Ablagerungen am Born, Region Untergäu.

4.4.5

Born – die vorgelagerte Jurafalte

Der Born zwischen Kappel und Olten sticht nicht nur landschaftlich, sondern auch geologisch heraus. Er ist Teil der dem Faltenjura vorgelagerten Born-Engelberg-Antiklinale. Der Untergrund besteht grösstenteils aus Malmkalk, der teilweise von Ablagerungen der Rissmoräne überlagert ist (Bitterli et al., 2011). Mit der Bodenkartierung wurde in den Gebieten Bornchrüz und Gunzgertal festgestellt, dass die Rissmoräne selber von einer mehr oder weniger mächtigen Deckschicht mit lössähnlichen Ablagerungen über-

deckt ist. Hier sind tiefgründige und sehr fruchtbare Braun- und Parabraunerden entstanden, wie das Profil 2580-11 (Abbildung 56) zeigt. Aufgrund des hohen Schluffgehalts sind diese Böden jedoch stark erosionsanfällig und eignen sich deshalb an stärker geneigten Hängen nicht für eine ackerbauliche Nutzung.

4.5 Niederamt

Das Landschaftsbild der Region Niederamt ist geprägt durch seine Lage im Übergangsbereich vom Faltenjura zum Mittelland. Das weite Aaretal liegt

zwischen den markanten Kämmen der ersten Kette des Faltenjuras und der vorgelagerten Born-Engelberg-Antiklinale. Das Aaretal selber ist geprägt durch die Schotterterrassen, in die sich die Aare auf ihr heutiges Niveau eingetieft hat. Die aktuelle Aareebene ist durch alluviale Ablagerungen gekennzeichnet.

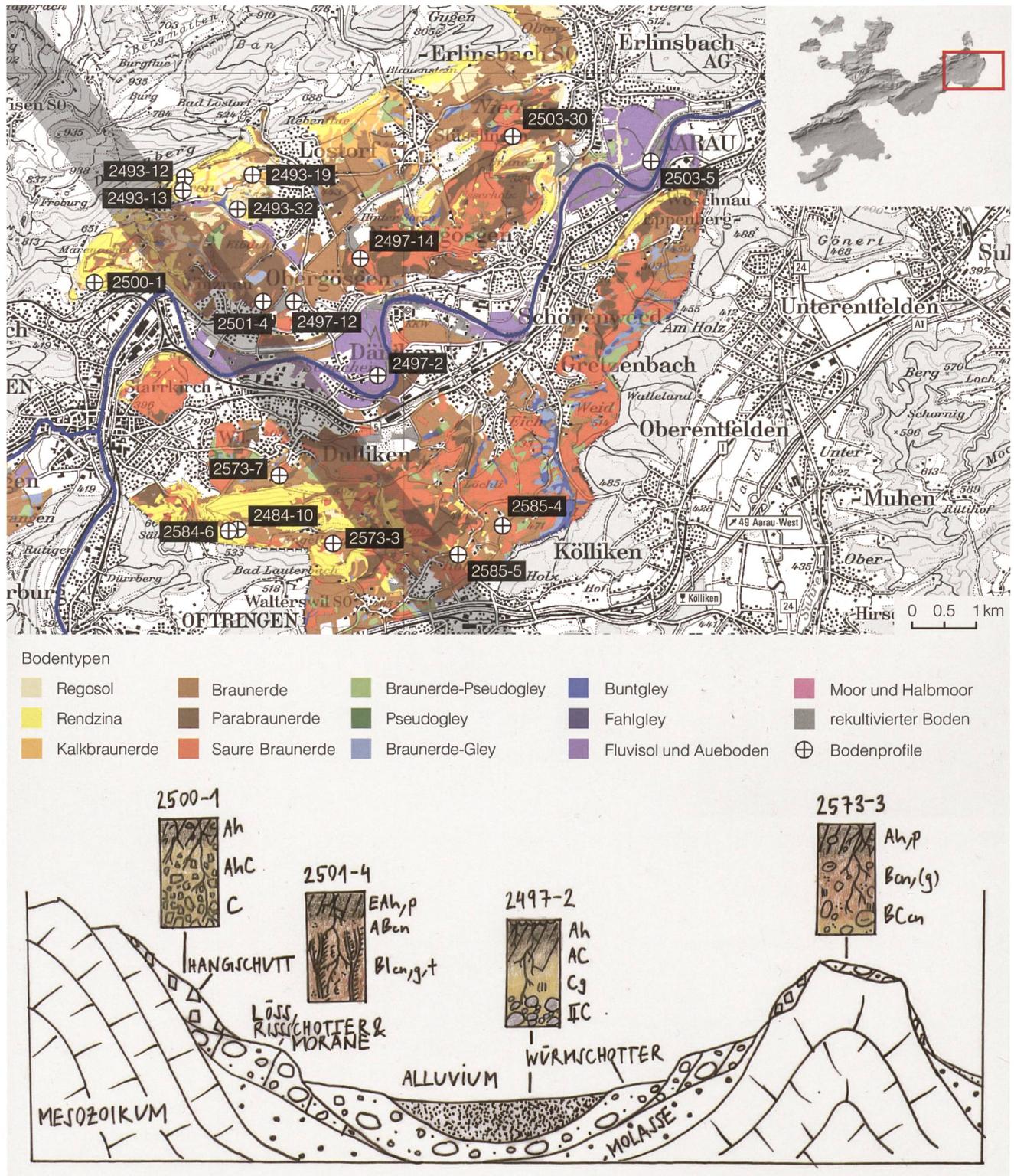


Abbildung 57: Böden im Niederamt und vereinfachter Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

4.5.1

Bodengesellschaften im Niederamt

Die Unterhänge der ersten Jurakette sind hauptsächlich aus mesozoischen Kalken und Mergeln aufgebaut, auf denen sich unterschiedliche Rendzinen und Regosole bildeten. Mehrere von Norden nach Süden verlaufende Bäche durchbrechen das Relief und tragen zu einem kleinräumig gegliederten Landschaftsbild mit entsprechenden Bodenwechsellagen bei.

Am Hangfuss trifft der Faltenjura auf die hügelige Hochebene von Lostorf und Stüsslingen: Kalke und Mergel des Malms sowie deren Verwitterungsprodukte werden teilweise von mächtigen pleistozänen Lockergesteinsdecken aus Schottern (Hochterrassenschotter), Moränen und lössähnlichen Ablagerungen überlagert. Hier dominieren sehr tiefgründige Parabraunerden und Saure Braunerden (Abbildung 57).

In der Aareebene wurden während der letzten Eiszeit Schotter abgelagert. Diese Niederterrassenschotter sind meist durch holozäne Ablagerungen überdeckt: Auf den Gehängelehmen in randlichen Lagen finden sich oft mässig tiefgründige bis tiefgründige Braun- und Parabraunerden, auf den Flusssedimenten in aarenahen Lagen hingegen junge, karbonatreiche Fluvisole.

Im Süden geht die Aareebene in die Erhebung der Born-Engelberg-Antiklinale über. Diese ist wiederum aus mesozoischen Sedimenten aufgebaut, die jedoch vielerorts von zum Teil nur sehr geringmächtigen, risseiszeitlichen Sedimenten überdeckt sind. Am Fuss dieser Antiklinale und in ihrer östlichen Fortsetzung sind stellenweise Sandsteine und Mergel der Unteren Süsswassermolasse (USM) aufgeschlossen (Jordan et al., 2011a). Neben diesen unterschiedlichen Gesteinszusammensetzungen sind die abwechslungsreiche Topografie und die damit verbundenen Umlagerungsprozesse die wichtigsten bodenbildenden Faktoren. Das Ergebnis sind kleinräumlich vielfältige Bodenverhältnisse, die sowohl flachgründige Rendzinen und Regosole, Reste fossiler Böden, stark vernässte Pseudogleye wie auch tiefgründige Braunerden oder saure Parabraunerden umfassen. Das breite Spektrum der Böden zeigt sich auch in ihrem Entstehungsalter: Es reicht von sehr jungen Alluvialböden in der Aareebene, über ältere würm- und risseiszeitliche Bodenbildungen auf den Nieder- respektive Hochterrassenschottern bis hin zu sehr alten, fossilen Bodenbildungen aus dem Tertiär im Jura.

4.5.2

Bodenvielfalt am Südhang der ersten Jurakette

Am Südhang der ersten Jurakette sind die Böden bis circa 600 Meter über Meer bis an die heutige Waldgrenze kartiert. Die Bodengesellschaft präsentiert sich äusserst abwechslungsreich. Die steilen Hänge unterhalb des Waldes liegen hauptsächlich in den harten Malmkalken der Villigen-Formation. Vorherrschender Bodentyp in diesen Lagen ist die meist gut durchlässige und flachgründige Rendzina, häufig mit hohen Tongehalten wie zum Beispiel im Profil 2501-12 (Kapitel 3.2, Abbildung 17). Rendzinen entwickeln sich auch auf Kalkschutt; die Bodenentwicklung reicht hier jedoch oft etwas tiefer, wie im Profil 2500-1 (Abbildung 59). An weniger steilen, häufig kupierten Hängen finden sich auf weicherem, tonreichen Mergeln der Wildegg-Formation wenig verwitterte Regosole, wie beim Profil 2493-32, und in Hangfuss- oder Muldenlagen stau- oder grundwassergeprägte Böden (Profil 2493-13). Allgemein sind die Böden in diesem Bereich flachgründig oder höchstens mässig tiefgründig (Abbildung 58 links oben).

In Hangfusslagen sind die Jura-Formationen häufig von einer Deckschicht aus Hangschutt, feinkörnigem Hanglehm oder von einem geringmächtigen Moränenschleier bedeckt. An diesen Lagen sind teilweise mächtige, oftmals feinkörnige Böden entstanden, wie am Standort von Profil 2493-19.

Eine Besonderheit sind Deckschichten aus einem rötlich gefärbten, tonreichen Hanglehm, wie in Profil 2493-12. Hierbei handelt es sich um Verwitterungsrückstände von fossilen Böden des Tertiärs (Kapitel 4.6.1), die später durch Hangprozesse verlagert und teilweise wieder mit karbonathaltigem Material vermischt wurden.

Hanglehme, Hangschutt, Kalke und Mergel sind häufig eng verzahnt, entsprechend kleinräumig wechseln auch die Bodeneigenschaften. Den weitaus meisten Böden gemeinsam ist jedoch der Säuregrad: Sie sind vorwiegend alkalisch und bis an die Oberfläche karbonathaltig (Abbildung 58 links unten und rechts unten). Mit 40 Prozent, teilweise sogar bis über 50 Prozent, haben sie durchwegs hohe Tongehalte.

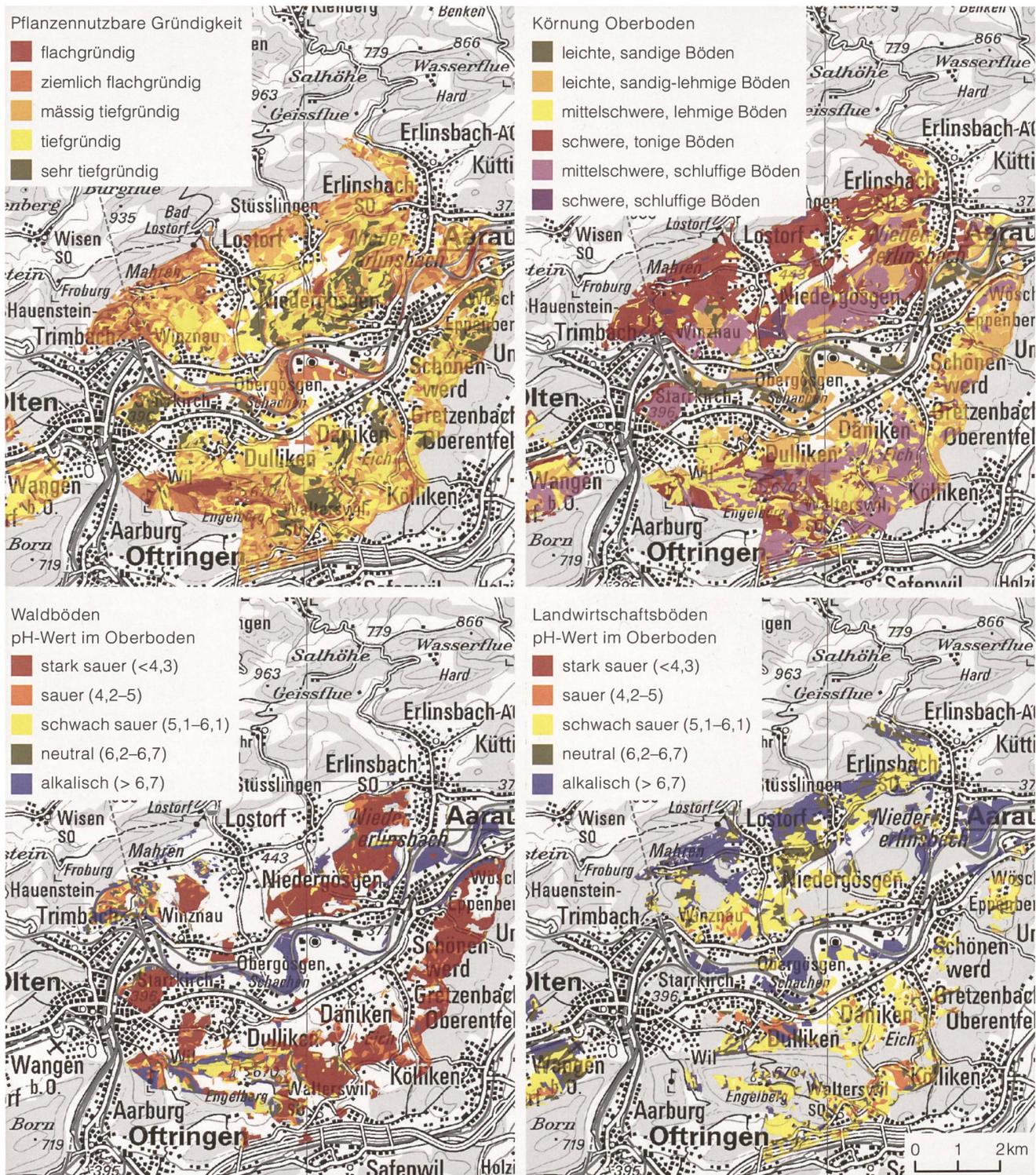


Abbildung 58: Bodeneigenschaften im Niederamt. Von links oben nach rechts unten: pflanzennutzbare Gründigkeit, Körnung im Oberboden, pH-Wert im Oberboden der Waldböden und der Landwirtschaftsböden. Hintergrundkarten © Swisstopo



Rendzina aus kalkigem Hangschuttmaterial, Trimbach, Profil 2500-1

Diese mässig tiefgründige Rendzina ist im lockeren Kalkschutt entstanden. Der Boden ist normal durchlässig und teilweise entkarbonatet.

Oberboden: circa 20 Zentimeter mächtig, mullhumos, Ton, humusreich, krümelig, skeletthaltig, entkarbonatet; bis 40 Zentimeter folgt ein Übergangshorizont zum Untergrund.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: Übergangsschicht zwischen 20 und 80 Zentimeter, toniger Lehm, mittel humos, Kies, bis etwa 40 Zentimeter

entkarbonatete Feinerde; ab etwa 80 Zentimeter unverwitterter Kalkschutt, stellenweise kalkflaumig.

Waldnutzung: Der gut abtrocknende Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Aufgrund der steilen Hanglage (über 45 Prozent) ist eine Nutzung jedoch eingeschränkt.



Regosol aus Hanglehm über Mergel, Lostorf, Profil 2493-32

Der mässig tiefgründige Regosol ist im Hanglehm über mergeligem Ausgangsmaterial entstanden. Der Boden ist schwach pseudogleyig. Die Staunäsemerkmale (Rostflecken) sind sehr schwach ausgeprägt. Es handelt sich im vorliegenden Fall um einen wechsellückigen Boden.

Oberboden: circa 25 Zentimeter mächtig, typischer Mull, humusreich, Ton, grösstenteils entkarbonatet.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: Übergangshorizont bis etwa 70 Zentimeter, schwach humushaltig, toniger Lehm, ab 70 Zentimeter Ausgangsmaterial aus unverwittertem Mergel.

Waldnutzung: Der Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Limitierend ist die geringe pflanzennutzbare Gründigkeit aufgrund des anstehenden Ausgangsmaterials.



Braunerde-Pseudogley aus Hanglehm über Mergel, Lostorf, Profil 2493-13

Der ziemlich flachgründige Braunerde-Pseudogley ist im Oberboden aus Hanglehm entstanden. Ein eigentlicher Unterboden fehlt, darunter folgt ein Schichtwechsel zum mergeligen Untergrund.

Oberboden: circa 13 Zentimeter mächtig, lehmiger Ton, karbonathaltig, humos, teilweise krümelig; Übergangshorizont bis 44 Zentimeter, toniger Lehm, schwach humushaltig, karbonathaltig, teilweise rostfleckig.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: ab 45 Zentimeter Übergang zum Hanglehm, starke Rostfleckung in grauer Matrix.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung ist aufgrund der Staunässe und der feinkörnigen Bodenart eingeschränkt. Ausserdem ist eine maschinelle Nutzung wegen der Hangneigung von über 18 Prozent erschwert.

Abbildung 59, Teil 1: Charakteristische Böden am Südhang der ersten Jurakette im Niederamt.



Kalkbraunerde aus Kolluvium, Lostorf, Profil 2493-19

Die tiefgründige Kalkbraunerde hat sich an einem Hangfuss gebildet. Aufgrund der kolluvialen Ablagerungsprozesse sind begrabene humushaltige Oberbodenhorizonte in tieferen Schichten vorhanden. Der Boden ist normal durchlässig.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung ist vor allem durch den sehr hohen Tongehalt in der Feinerde eingeschränkt.

Oberboden: circa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, kalkhaltig, lehmiger Ton.

Unterboden: toniger Lehm, karbonathaltig, skelettfrei, schwach humushaltig; ab etwa 100 Zentimeter Übergang zu Ausgangsmaterial.



Braunerde aus Hangschutt über Moräne, Lostorf, Profil 2493-12

Die mässig tiefgründige Braunerde ist aus Hangschuttmaterial mit tertiären Kalkverwitterungsrückständen entstanden. Der Oberboden erhielt davon seine markante Rotfärbung. Darunter folgt eine taschenförmig verlaufende, karbonatreiche, beige Hangschuttdecke aus Kalk- und Moränematerial. Die pflanzennutzbare Gründigkeit ist in der Umgebung des Profils aufgrund der stark variierenden Mächtigkeit der rötlichen Horizonte sehr heterogen.

Unterboden: markante Rotfärbung, lehmiger Ton, stark steinhaltig, alkalisch, karbonatfreie Feinerde, schwach humushaltig.

Untergrund: taschenförmiger Übergang zu karbonatreicher Hangschuttdecke aus Kalkstein- und Moränematerial.

Oberboden: etwa 12 Zentimeter mächtig, toniger Schluff, skelettarm, alkalisch, humos.

Landwirtschaftliche Nutzung: Aufgrund der Hangneigung von über 25 Prozent ist nur eine Wiesen- und Weidelandnutzung möglich.

Abbildung 59, Teil 2: Charakteristische Böden am Südhang der ersten Jurakette im Niederamt.

4.5.3

Böden auf den Terrassen oberhalb der Aareebene

Da das Niederamt letzteiszeitlich nicht vergletschert war, sind die Böden auf den risseiszeitlichen Schotter- und Moränenablagerungen (Hochterrassenschotter) häufig sehr tiefgründig verwittert und entkalkt, wie in Profil 2503-30 (Abbildung 60). Auf dem Plateau von Stüsslingen und Lostorf dominieren schwach bis stark saure, lehmige bis schluffige Braunerden und Parabraunerden. Auf der Südseite der Aare finden diese Böden ihre Fortsetzung im Gebiet Hardwald in Olten und vereinzelt am Engelberg. Die Verbreitung dieser Böden ist aufgrund der Feinerdekorngung mit Schluffgehalten zwischen 50 bis 60 Prozent und Tongehalten von teilweise unter 20 Prozent gut lokalisierbar (Abbildung 58 rechts oben). Damit vergleichbar sind auch die Böden auf den meist bewaldeten Hang- und Plateaulagen im Südosten des Niederamtes. Die Mergel und Sandsteine der USM treten nur selten an die Oberfläche. Sie sind mit unterschiedlich mächtigen risseiszeitlichen Moräne- und Schotterdecken überlagert, welche die Böden prägen.

Verschiedentlich finden sich lokal lössähnliche Ablagerungen, unter anderem verbreitet auf dem Eppenbergr. Hier konnten sich tief- bis sehr tiefgründige Böden entwickeln, wie in Profil 2501-4.

Aufgrund der lang anhaltenden Bodenentwicklung hat sich in Löss- oder Moränenböden oftmals ein ausgeprägter, tonreicher, stark stauender Bt-Horizont entwickelt. Aus den Parabraunerden sind so vielerorts pseudogleyige, graufleckig marmorierte Böden mit ausgeprägter Nassbleichung in den obersten Horizonten entstanden, als Beispiel hierzu Profil 2497-14.

Im Gegensatz zu den Böden auf den seitlichen Hochterrassen setzte die Bodenbildung auf den würmeiszeitlichen Niederterrassenschottern erst im Holozän ein. Diese Böden sind daher weniger tiefgründig und oftmals stark kieshaltig, siehe Profil 2497-12.



Parabraunerde aus Möraneschotter, Erlinsbach, Profil 2503-30

Die sehr tiefgründige Parabraunerde ist aus risseiszeitlichen Moräneschottern entstanden. Der Boden ist normal durchlässig und weist nur sehr wenig Skelett auf.

Waldnutzung: Der tiefgründige Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf.

Oberboden: etwa sieben Zentimeter mächtig, mullartiger Moder, stark sauer, Lehm.

Unterboden: Lehm, steinhaltig, bis etwa 20 Zentimeter Eluvialhorizont (Tonanteil 19 Prozent); darunter mächtiger Illuvialhorizont (Tonanteil bis zu 26 Prozent).

Abbildung 60, Teil 1: Charakteristische Böden auf Schotter-, Moränen- und Lösssedimenten im Niederamt.



Parabraunerde aus Löss, Winznau, 2501-4

Die tiefgründige, skelettfreie Parabraunerde besteht durchgehend aus lehmigem Schluff der Lössablagerungen. Der Boden ist stauwasserbeeinflusst und schwach sauer.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, gepflügt, lehmiger Schluff, humusarm, gebleichter Eluvialhorizont (Tonanteil 14 Prozent).

Unterboden: lehmiger Schluff, ab etwa 50 Zentimeter rötlicher, tonhülliger Illuvialhorizont (Tonanteil 19 Prozent), vertikale Bleich- und Rostflecken.

Landwirtschaftliche Nutzung: Dieser Standort ist aufgrund der schluffigen Feinerde und des tiefen Humusgehalts stark erosionsgefährdet.



Saure Braunerde aus Löss, Obergösgen, Profil 2497-14

Die mässig tiefgründige Saure Braunerde aus Löss weist starke Staunässemerkmale auf. Unter dem Oberboden folgt ein stark gebleichter Stauwasserleiter über einem intensiv gefleckten Stauwasserkörper.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, mullartiger Moder, lehmiger Schluff, stark sauer.

Unterboden: lehmiger Schluff, bis etwa 35 Zentimeter durchlässiger, fahlgrauer Stauwasserleiter; darunter verdichteter Stauwasserhorizont, starke Rostfleckung.

Waldnutzung: Aufgrund der Staunässe und der schluffig-lehmigen Körnung ist dieser Boden verdichtungsempfindlich.



Parabraunerde aus Schotter, Obergösgen, 2497-12

Die mässig tiefgründige Parabraunerde ist aus würmzeitlichen Schottern entstanden. Mit Ausnahme des Oberbodens ist der Boden sehr skeletthaltig. Wahrscheinlich wurden die Steine dort herausgelesen. Ein Tonauswaschungshorizont ist kaum erkennbar. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen wird dieser oft durch die Bodenbearbeitung mit den anderen Horizonten durchmischt. Der Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, kieshaltig, Lehm, Eluvialhorizont (Tonanteil 22 Prozent).

Unterboden: toniger Lehm, steinreich, schwach humushaltig; ab etwa 70 Zentimeter Illuvialhorizont (Tonanteil 33 Prozent), mit Tonkutanen; darunter Übergang zu wenig verwittertem, gräulichem Ausgangsmaterial.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die ackerbauliche Nutzung am Standort wird hauptsächlich durch den hohen Skelettgehalt eingeschränkt.

Abbildung 60, Teil 2: Charakteristische Böden auf Schotter-, Moränen- und Lösssedimenten im Niederamt.

4.5.4

Junge Fluvisole in der Aareebene

Die heutige Aareebene wird entlang des Aarelaufs durch junge, holozäne Flussablagerungen geprägt. Die alluvialen Sedimente bestehen vorwiegend aus Wechsellagerungen von sandigen Kiesen und Sanden mit unterschiedlich hohen Schluff- und Humusgehalten. Diese alluviale Schichtung ist in den jungen, erst im Oberboden verwitterten Böden noch sehr gut erkennbar. Es handelt sich somit um Fluvisole, wie zum Beispiel im Profil 2497-2 (Abbildung 61). Die meist karbonatreichen Fluvisole sind mehrheitlich normal durchlässig. Nur selten wird der Wasserhaushalt noch massgebend vom Grundwasser beeinflusst. Vernässungszeichen wie Rostflecken weisen daher

auf ältere, nicht mehr aktive Grundwassereinflüsse hin oder sind auf Staunässe zurückzuführen, die durch Körnungsunterschiede und einer damit verbundenen Kapillarsperre innerhalb der alluvialen Schichtung ausgelöst wird, siehe zum Beispiel Profil 2503-5. Auenböden, das heisst Böden, die immer noch periodisch überschwemmt werden (Kapitel 3.7), kommen im Niederamt kaum mehr vor.

Hingegen gilt zu bemerken, dass in den Böden der Aareebene der menschliche Einfluss sehr ausgeprägt erkennbar ist: Zwischen den standorttypischen Fluvisolen finden sich häufig Auffüllungen.



Fluvisol aus Alluvium über Schotter, Obergösgen, Profil 2497-2

Der mässig tiefgründige Fluvisol ist aus geschichteten Aare-Sanden und -Kiesen entstanden. Der Boden ist durchgehend karbonathaltig und normal durchlässig.

Waldnutzung: Aufgrund der guten Durchlässigkeit trocknet der Boden sehr rasch ab und ist wenig verdichtungsempfindlich.

Oberboden: etwa 15 Zentimeter mächtig, typischer Mull, sandiger Lehm.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: lehmiger Sand, schwach humushaltig, karbonatreiche Schichten aus Sanden mit unterschiedlichen Lehmanteilen, zwischen 50 und 80 Zentimeter Schichtübergang Sand-Kies mit leichter Vernässung durch Haftwasser.



Fluvisol aus Alluvium, Erlinsbach, Profil 2503-5

Der mässig tiefgründige Fluvisol ist aus einer Wechsellagerung von sandreichem und schluffigem Feinmaterial entstanden. Der Boden ist karbonatreich und grund- und hangwassergeprägt.

Landwirtschaftliche Nutzung: Durch die hohe Wasserdurchlässigkeit des Ausgangsmaterials ist die Nutzung eingeschränkt.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, Lehm, karbonathaltig, gepflügt.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: lehmreicher Sand, Wechsellagerung aus sandigem und schluffigem Material, Rostfleckung an Schichtübergängen.

Abbildung 61: Charakteristische Böden der Aareebene im Niederamt.

4.5.5

Bodenmosaik am Engelberg

Analog zum Jurasüdhang präsentieren sich auch am Engelberg auf kleinstem Raum die unterschiedlichsten Böden mit verschiedenen Eigenschaften. Nebst den verbreiteten Malmkalken und -mergeln und den Resten der risseiszeitlichen Schotter- und Moränendecken stehen beidseits am Fuss des Engelbergs sowie in den östlich davon liegenden Taleinschnitten (z.B. in Gretzenbach) Sandsteine und Mergel der USM an. Selten sind in Taschen und Klüften des verkarsteten Malms eingewaschene Bolustone und Huppererden aus dem Eozän (Jordan et al., 2011b) anzutreffen.

Auf den massiven, verwitterungsresistenten Malmkalken haben sich unterschiedliche Rendzinen entwickelt: Entsprechend der Mächtigkeit der über dem Fels liegenden Schuttdecke sind die Rendzinen flachgründig bis mässig tiefgründig. Profil 2584-10 (Abbildung 62) zeigt eine flachgründige Rendzina auf Fels. Bei etwas mächtigeren, schutthaltigen Rendzinen ist stellenweise auch der unter dem Oberboden liegende Übergangshorizont entkarbonatet. Eine beginnende Verbraunung ist an den erhöhten Tongehalten und der Braunfärbung des Materials erkennbar, so zum Beispiel im Profil 2584-6.

Auf dem Engelberg sind tiefgründig verwitterte, schwach bis stark saure Braunerden und Parabraunerden auf risseiszeitlichen Schottern anzutreffen, siehe Profil 2573-3. Die Mächtigkeit der risseiszeitlichen Überdeckung reicht von wenigen Millimetern bis zu mehreren Metern. Analog zum Jurasüdhang sind auch hier – insbesondere in schluffreichen Profilen – stellenweise stark gebleichte, grauflechtig marmorierete Staunässeböden entstanden, so im Profil 2585-4. Profil 2573-7 weist einen auffälligen Schichtwechsel auf: Unter einer geringmächtigen Moränenschicht stehen bunte Mergel der USM an. Die Bodenentwicklung der mässig tiefgründigen Sauren Braunerde fand vorwiegend in der Moränenüberdeckung statt und hat die Mergelschichten nur geringfügig einbezogen. Vereinzelt ist die USM anstehend und die Böden sind, wie Profil 2585-5, aus dem Sandstein hervorgegangen. Aufgrund des hohen Quarzanteils im Sandstein dauert die Bodenbildung sehr lange, weshalb hier oft flachgründige Regosole vorliegen.



Rendzina aus Kalkstein, Starrkirch-Wil, 2584-10

Die flachgründige Rendzina ist über dem anstehenden Kalkstein entstanden.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, typischer Mull, Lehm, krümelig, entkarbonatete Feinerde, skelettreich.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: anstehender Kalkstein, verspültes Oberbodenmaterial in Klüften vorhanden.

Waldnutzung: Vor allem aufgrund des hohen Skelettanteils und der geringen Bodenmächtigkeit ist dieser Boden nur gering verdichtungsempfindlich. Dafür ist die pflanzennutzbare Gründigkeit sehr beschränkt.

Abbildung 62, Teil 1: Charakteristische Böden des Engelbergs im Niederamt.



Rendzina aus Kalkstein, Starrkirch-Wil, 2584-6

Die ziemlich flachgründige Rendzina ist aus Kalkschuttmaterial über dem anstehenden Kalkstein entstanden. Der Oberboden ist entkarbonatet und weist eine leichte Verbraunung auf.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, typischer Mull, Ton, krümelig, humos, entkarbonatet, skelettfrei; ab etwa zehn Zentimeter teilweise verbraunt.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: toniger Lehm, kiesreich, bis etwa 55 Zentimeter lockerer Kalkschutt,

schwach humushaltig; darunter folgt fester Kalkstein.

Waldnutzung: Dieser Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Die pflanzennutzbare Gründigkeit ist beschränkt.



Braunerde aus Schotter, Dulliken, Profil 2573-3

Die tiefgründige Braunerde ist aus risseiszeitlichen Schottern entstanden. Die Kalkgrenze liegt bei 155 Zentimeter Tiefe. Der Boden ist normal durchlässig mit leichter Staunässe in den unteren Horizonten.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, gepflügt, Lehm, neutral, kieshaltig.

Unterboden: mächtiger Unterboden bis etwa 100 Zentimeter, Lehm, stark steinhaltig, zahlreiche Mangankonkretionen. Unterhalb von einem Meter Tiefe wird das Gefüge zunehmend unstrukturiert und kohärent.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die tiefgründige Braunerde weist eine leicht eingeschränkte Nutzung aufgrund der Hangneigung von mehr als zehn Prozent auf.



Pseudogley aus Moräne, Walterswil, Profil 2585-4

Der ziemlich flachgründige Pseudogley ist aus mergeliger Moräne entstanden. Unter dem Oberboden folgt ein stark nassgebleichter, grauer Horizont. Der Boden ist drainiert.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, humusarm, lehmiger Schluff, starke Vernässungszeichen, verdichtet.

Unterboden: lehmiger Schluff, gebleichter, fahlgrauer Stauwasserleiter bis etwa 50 Zentimeter; darunter Stauwasserhorizont mit starker Rostfleckung; ab 80 Zentimeter Übergang zum Untergrund.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung ist aufgrund des stark stauenden Wasserhaushalts und somit der geringen Gründigkeit sowie wegen hoher Schluffgehalte eingeschränkt.

Abbildung 62, Teil 2: Charakteristische Böden des Engelbergs im Niederamt.



Saure Braunerde aus Moräne über Mergel, Dulliken, 2573-7

Die mässig tiefgründige Saure Braunerde ist aus risszeitlicher Moräne über Mergel (bunte Mergel) entstanden. Der Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: etwa 15 Zentimeter mächtig, typischer Mull, krümelig, diffus horizontalisiert, Lehm, stark sauer.

Unterboden: toniger Lehm, schwach humushaltig, stark sauer; ab etwa 40 Zentimeter Übergang zu mergeligem Ausgangsmaterial, verdichtet, entkarbonatet.

Untergrund: ab etwa 70 Zentimeter, kalkhaltig.

Waldnutzung: Dieser Boden weist eine geringe Verdichtungsempfindlichkeit auf. Die Nutzung ist aufgrund der Hangneigung (etwa 25 Prozent) leicht eingeschränkt.



Regosol aus Sandstein, Walterswil, Profil 2585-5

Der flachgründige Regosol ist aus Sandstein der Unteren Süsswassermolasse entstanden. Der Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: etwa 25 Zentimeter mächtig, Lehm, teilweise krümelig.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: ab etwa 25 Zentimeter Übergang zu Sandstein, harter Sandstein ab 90 Zentimeter.

Landwirtschaftliche Nutzung: Wegen der geringen Gründigkeit und der Lage im Relief ist der Standort nur eingeschränkt ackerbaulich nutzbar.

Abbildung 62, Teil 3: Charakteristische Böden des Engelbergs im Niederamt.

4.6 Thal/Dorneck/Thierstein

In den Jura-Bezirken wurden bisher keine grossflächigen Gebiete kartiert. Es liegen jedoch aus verschiedenen Regionen Bodeninformationen vor, die einen ersten Einblick in die Böden des Solothurner Juras ermöglichen. So sind die Böden am Nordrand des Juras, im Solothurner Leimental, kartiert. Weiter liegen Bodeninformationen aus den beiden Gemeinden Welschenrohr und Gempfen vor, aufgrund von Kartierungen im Rahmen von Güterregulierungen. Die Regionen Gäu und Niederamt umfassen mit den Unterhängen der ersten Jurakette und des Engelbergs ebenfalls Teile des Juras und werden in den Kapiteln 4.4 und 4.5 vorgestellt.

Diese ersten kartierten Gebiete des Juras zeigen noch nicht den gesamten Reichtum an Juraböden auf. Die dort bisher erfassten Bodengesellschaften deuten jedoch das grosse Spektrum an Bodentypen und Bodeneigenschaften an.

4.6.1

Welschenrohr – kleinräumiges Mosaik unterschiedlichster Böden

Die Gemeinde Welschenrohr liegt im westlichen Teil des Bezirks Thal zwischen der ersten und der zweiten Kette des Faltenjuras. Entwässert wird das Gebiet durch die Dünnern.

Im Rahmen der Güterregulierung Welschenrohr wurde 2005 bis 2006 ein Grossteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche bodenkundlich erfasst. Der Perimeter umfasst die Unterhänge der ersten und der zweiten Jurakette sowie die Talmulde und erstreckt sich von circa 640 bis 880 Meter über Meer.

Der Felsuntergrund der beiden Talflanken wird mehrheitlich durch Malmformationen gebildet. An den Unterhängen ist der Kalkfels jedoch selten das Ausgangsmaterial für die heutigen Böden. Hier dominiert ein Gemisch von anstehenden Formationen aus der USM mit überlagerten Hangschutten, Blockschutten und Hanglehmen. Vor allem am Südhang, beispielsweise in den Gebieten Hinterfeld und Malsen, kommt es immer wieder zu grösseren Rutschungen. Diese die Landschaft und die Böden prägenden Rutsch- und Überlagerungsprozesse wirkten bereits in der Vergangenheit und finden bis heute statt. Entlang der Seitenbäche bilden die Bachschutte das Ausgangsmaterial der Böden, während in der Dünnernebene rezente feinkörnige Alluvionen dominieren.

Die Bodenvielfalt in Welschenrohr ist gross (Abbildung 63). Nebst der vorherrschenden Gesteins- und Deckschicht sind dafür weitere Einflüsse wie das ausgeprägte Relief und das sich stark unterscheidende Mikroklima am Nord- und am Südhang verantwortlich.

Die für den Jura typische Rendzina liegt im bodenkundlich erfassten Gebiet in Welschenrohr vorwiegend am südexponierten Hang der zweiten Jurakette vor. Nur an besonders exponierten Stellen wie Kuppen und Steilhängen ist sie dabei direkt aus dem kompakten Malmkalk entstanden, meist findet sie sich auf Kalkschutt, wie etwa im Profil 2429-42 (Abbildung 65). Den Rendzinen typisch ist die meist grosse Wasserdurchlässigkeit. Darum, verbunden mit der geringen Gründigkeit, neigen Rendzinen zu einem schnellen Austrocknen. Gut zu beobachten ist dies in den Sommermonaten, wenn sich die Wiesen an den entsprechenden Stellen schon nach kurzer Trockenheit braun verfärbt haben. Auf dem Kalkschutt finden sich indes nicht nur flachgründige Rendzinen, sondern auch weiterentwickelte Böden wie Braunerden und Kalkbraunerden. Dies ist vor allem dort der Fall, wo der Kalkschutt nicht ausschliesslich aus groben Skeletteilen besteht, sondern auch einen gewissen Anteil an Feinerde aufweist. Dabei spielt auch das Relief eine wichtige Rolle. So konnten sich diese Feinteile am

ehesten an den Unterhängen und in Hang-Zwischenmulden festsetzen. In den untersten Hangpartien sind die Braunerden zudem teilweise nicht aus dem Hangschutt, sondern aus einer darüberliegenden weiteren Deckschicht von meist skelettfreiem Hanglehm entstanden. Aus der Bodentypenkarte in Abbildung 63 ist zu erkennen, dass am südexponierten Hang in den oberen Hangpartien eher die Rendzinen vorherrschen, während die Braunerden im unteren Teil dominieren.

Kalkschutt kommt in Welschenrohr auch am nordexponierten Hang, dem Nordabhang des Balmbergs, vor. Dort ist er jedoch flächig von einer mehr oder weniger mächtigen Hanglehmdecke überprägt. Dadurch entstanden völlig andere Böden als am gegenüberliegenden südexponierten Hang. Diese Böden weisen meist einen erhöhten Wassergehalt auf, der begünstigt wird durch die schattige Lage, die feine, wasserstauend wirkende Körnung und stellenweise auch durch nachfliessendes Hangwasser (Abbildung 64 oben). So zeigt das Profil 2429-40 Merkmale von Stau- und Hangnässe auf, der Boden wurde als Pseudogley klassiert. Daneben finden sich am nordexponierten Hang auch hangnasse Gleye und schwach stau- oder hangnasse Braunerden, letztere vorwiegend an besser besonnten Lagen.

Die USM, welche hauptsächlich aus Sandsteinen mit mehr oder weniger hohen Mergelanteilen besteht, ist bei der Bodenkartierung vor allem in den Bodenprofilen rund um die Gebiete Malsen und Hinterfeld auf der südexponierten Talseite angetroffen worden. Wobei die Molasse selten als anstehendes Substrat der Böden auftritt, sondern meist von einer Deckschicht aus Hangschutt oder Hanglehm überzogen ist. Schön zu sehen ist dies im Boden des Profils 2429-27, der in hauptsächlichlichen Teilen aus einem Hanglehm entstanden ist. Erst in den unteren Bodenhorizonten zeigen sich die (verwitterten) Molasseschichten, die am Profilstandort mit unvergleichlich bunten und intensiven Farben auftrumpfen. Die Schichtgrenzen innerhalb der Molasse sind sehr scharf, ab etwa 60 Zentimeter Tiefe ist eine dichte Abfolge von mehreren sandigen und mergeligen Schichten festzustellen. Die Molasse ist in der Vergangenheit oft verrutscht oder verschwemmt worden. Die teilweise frischen Rutschwülste in der Umgebung des Profils zeigen, dass dieser Prozess auch aktuell noch im Gang ist. Rutschgefahr besteht vor allem dann, wenn Meteor- oder Hangwasser in die Sedimentschichten der Molasse eindringt und deren Stabilität beeinträchtigt wird, zum Beispiel durch Quellen der Mergelschicht.

In der Talmulde, insbesondere im Einflussbereich der Seitenbäche und im Überschwemmungsbereich der Dünnern, befinden sich rezente feinkörnige Ablagerungen, auf denen häufig grundwassergeprägte

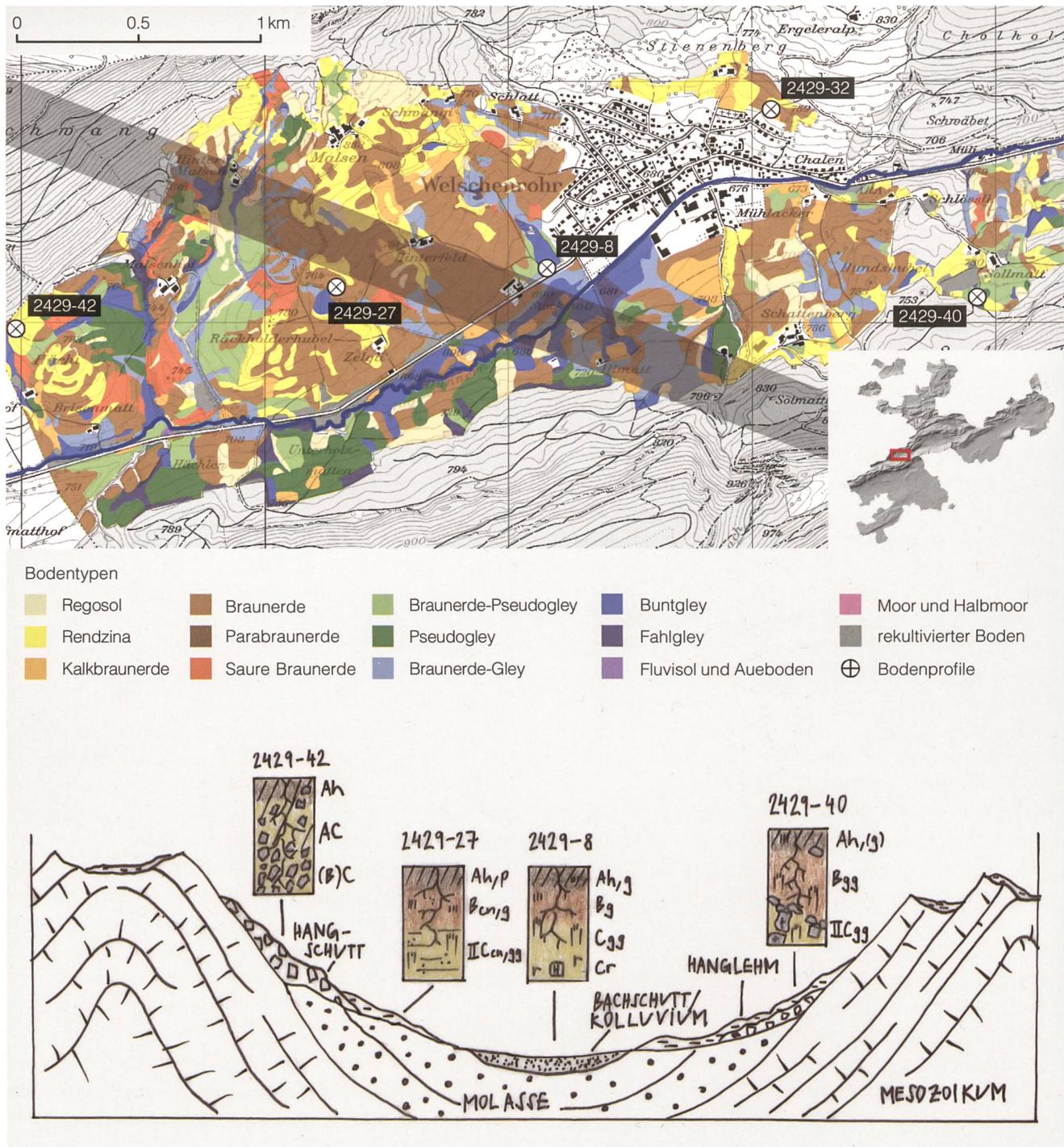


Abbildung 63: Böden in Welschenrohr und vereinfachter Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

Böden entstanden sind (Abbildung 64 links oben). Ähnliche Böden finden sich auch in kleinräumigen, kolluvialen Muldenlagen, so zum Beispiel am Standort des Profils 2429-8. Es handelt sich hierbei um einen Buntgley; der Grundwasserspiegel liegt an diesem Standort etwa 80 Zentimeter unter Terrain. Dieser Nassboden weist profilumfassend eine tonig-lehmige Körnung mit circa 30 Prozent Tonanteil auf. Damit ist er innerhalb der kartierten grundnassen Böden eher

auf der «leichten» Seite. Andere Böden im Einflussbereich der Bäche weisen bis zu 60 Prozent Tonanteil auf.

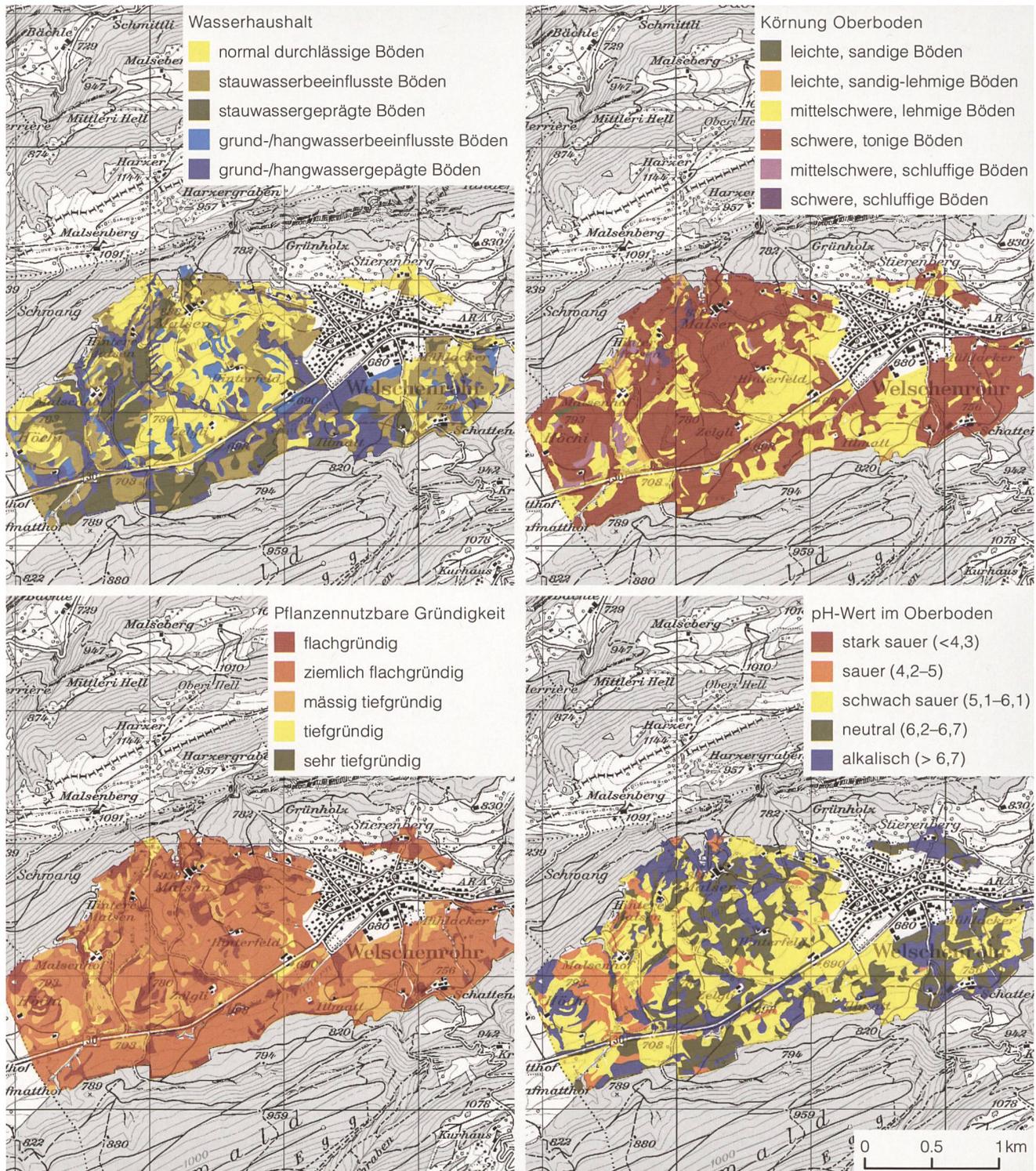


Abbildung 64: Bodeneigenschaften in Walschenrohr. Von links oben nach rechts unten: Wasserhaushalt, Körnung im Oberboden, pflanzennutzbare Gründigkeit, pH-Wert im Oberboden. Hintergrundkarten © Swisstopo

Boluston, Bohnerz und Huppererde – Überreste fossiler Böden

Noch älter als die Molasseformationen sind die im Eozän, also vor der Jurafaltung entstandenen Sedimente des Siderolithikums. Dies sind einerseits kalkfreie, ziegelrote Tone, die sogenannten Bolustone, oft mit eingelagerten braunroten Eisenerzkügelchen, dem Bohnerz. Andererseits sind es die gelblich-grauen, ebenfalls kalkfreien Huppererden, die mit Tonerden verbundenen Quarzsande. Sie sind meist eingeschwemmt in Karstspalten und -taschen der noch unverfalteten Malmkalke und kommen vielerorts im Jura vor. So auch kleinräumig an mehreren Orten am Südhang der zweiten Jurakette in Welschenrohr (Abbildung 66). Die siderolithischen Sedimente sind Reste

von Roterdeböden, deren Entstehung an ein subtropisches bis tropisches, wechselfeuchtes Klima gebunden ist. Diese klimatischen Verhältnisse herrschten während des Eozäns im Gebiet des heutigen Jurabogens (Tabelle 1).

Im Profil 2429-32 (Abbildung 65) ist die leuchtend rote Farbe des Bolustons gut erkennbar. Es handelt sich um einen Zeugen der wohl ältesten erhaltenen Bodenbildungen im Jura. Der fossile, kalkfreie Roterdeboden, der inzwischen stark verhärtet ist, wurde nach der Jurafaltung überlagert von kalkhaltigem Hangschutt und Hanglehm, aus denen in jüngster Zeit eine Rendzina entstanden ist. Die Rendzina hebt sich farblich deutlich vom darunterliegenden fossilen Boden ab.



Rendzina aus Kalkschuttmaterial, Welschenrohr, Profil 2429-42

Die Rendzina aus Kalkschuttmaterial weist einen hohen Skelettgehalt auf. Der Boden ist sehr gut durchlässig. Ein Unterboden fehlt. Der Boden ist flachgründig und bis zur Oberfläche karbonathaltig.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, toniger Lehm, krümelig, humusreich, mullhumos, skelettreich.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: Kalkschuttmaterial, teilweise mit Oberboden durchmischte, sandiger Lehm bis lehmiger Schluff.

Landwirtschaftliche Nutzung: Limitierend für die Nutzung sind insbesondere der hohe Skelettgehalt und die geringe Gründigkeit sowie die hohe Durchlässigkeit des Untergrunds.



Pseudogley aus Hanglehm über Kalkschutt, Welschenrohr, Profil 2429-40

Der flachgründige Pseudogley aus feinkörnigem Hanglehm liegt über Kalkschuttmaterial. Der sehr schwere Boden (toniger Lehm) weist eine beschränkte Durchlässigkeit auf und ist sowohl stau- als auch hangwassergeprägt.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, toniger Lehm, krümelig, humusreich, neutral.

Unterboden: toniger Lehm, neutral, wechsellasche Zone mit mässig Rostflecken; ab etwa 30 Zentimeter Tonzunahme (auf über 50 Prozent), starke Rostfleckung und Zunahme des Hangwasser-Einflusses; ab

etwa 70 bis 80 Zentimeter Übergang des Ausgangsmaterials vom Hanglehm zum Kalkschutt.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die landwirtschaftliche Nutzung ist durch die beschränkte Durchlässigkeit und Vernässung stark eingeschränkt. Ausserdem ist eine maschinelle Nutzung aufgrund der Hangneigung von über 20 Prozent nur sehr schwer möglich.

Abbildung 65, Teil 1: Charakteristische Böden in Welschenrohr.



Braunerde aus Hanglehm, Welschenrohr, Profil 2429-27

Die stauwasserbeeinflusste Braunerde hat sich aus unterschiedlichen Schichten von verrutschtem Molassematerial entwickelt, was gut in den Farben der einzelnen Horizonte zur Geltung kommt. Der Boden ist ziemlich flachgründig und vollständig skelettfrei. Der Standort befindet sich in einem Rutschhang.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, toniger Lehm, gepflügt.

Unterboden: toniger Lehm, bis circa 60 Zentimeter.

Untergrund: bestehend aus verschiedenen Schichten, sowohl stark tonige und teilweise stauende als auch sehr sandige oder schluffreiche Horizonte.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung wird vor allem durch den Wasserhaushalt respektive die Staunässe eingeschränkt. Ferner wirkt auch das verrutschte Terrain limitierend.



Buntgley aus Kolluvium, Welschenrohr, Profil 2429-8

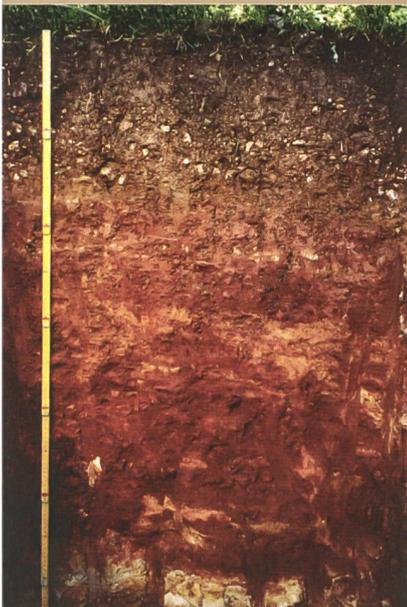
Der ziemlich flachgründige Buntgley ist aus einem feinkörnigen Kolluvium entstanden. Der Boden ist grundwassergeprägt und häufig bis zur Oberfläche vernässt. Der Humusabbau ist aufgrund des Wasserhaushalts gehemmt.

Oberboden: etwa zehn Zentimeter mächtig, toniger Lehm, partielle Rostflecken, humos.

Unterboden: toniger Lehm, rostfleckig und wechsellasche Zone; ab etwa 30 Zentimeter Übergang zum Untergrund, teilweise bestehend aus unverwitterten und fahl-

grauen kolluvialen Ablagerungen; dauernd vernässt ab etwa 80 Zentimeter.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung ist stark eingeschränkt durch den hohen Grundwasserspiegel. Der Standort eignet sich einzig für eine extensive Grünlandnutzung.



Rendzina aus Kalkschutt über Boluston, Welschenrohr, Profil 2429-32

Die ziemlich flachgründige, durchlässige Rendzina ist im Oberboden aus Kalkschuttmaterial und darunter aus Resten eines Roterdebodens (Boluston) entstanden.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, toniger Lehm, kieshaltig, karbonathaltig, humos.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund/fossiler Boden: intensiv rot gefärbter Horizont, entkarbonateter Boluston, reich an Bohnerzen.

Landwirtschaftliche Nutzung: Durch die geringe Gründigkeit ist die landwirtschaftliche Nutzung eingeschränkt. Ausserdem ist die maschinelle Nutzung aufgrund der Hangneigung von mehr als 18 Prozent erschwert.

Abbildung 65, Teil 2: Charakteristische Böden in Welschenrohr.

Im Boluston eingeschlossen fanden sich im Profil 2429-32 unzählige Bohnerzkügelchen von bis zu fünf Millimeter Durchmesser. Solche Bohnerze wurden vorab im 19. Jahrhundert an verschiedenen Orten im Thal, unter anderem in der Umgebung von Welschenrohr, abgebaut und für die Verhüttung in die Von-Roll-Hochöfen nach Gänsbrunnen und in die Klus geführt (Schmidt, 1917). Auch die Huppererden wurden abgebaut und für den Bau von Hochöfen, Keramik-Brennöfen oder Schamottsteinen verwendet.



Abbildung 66: Rötlich schimmernde ehemalige Abbaustelle von Bohnerz im Gebiet Hintere Malsen in Welschenrohr.

4.6.2

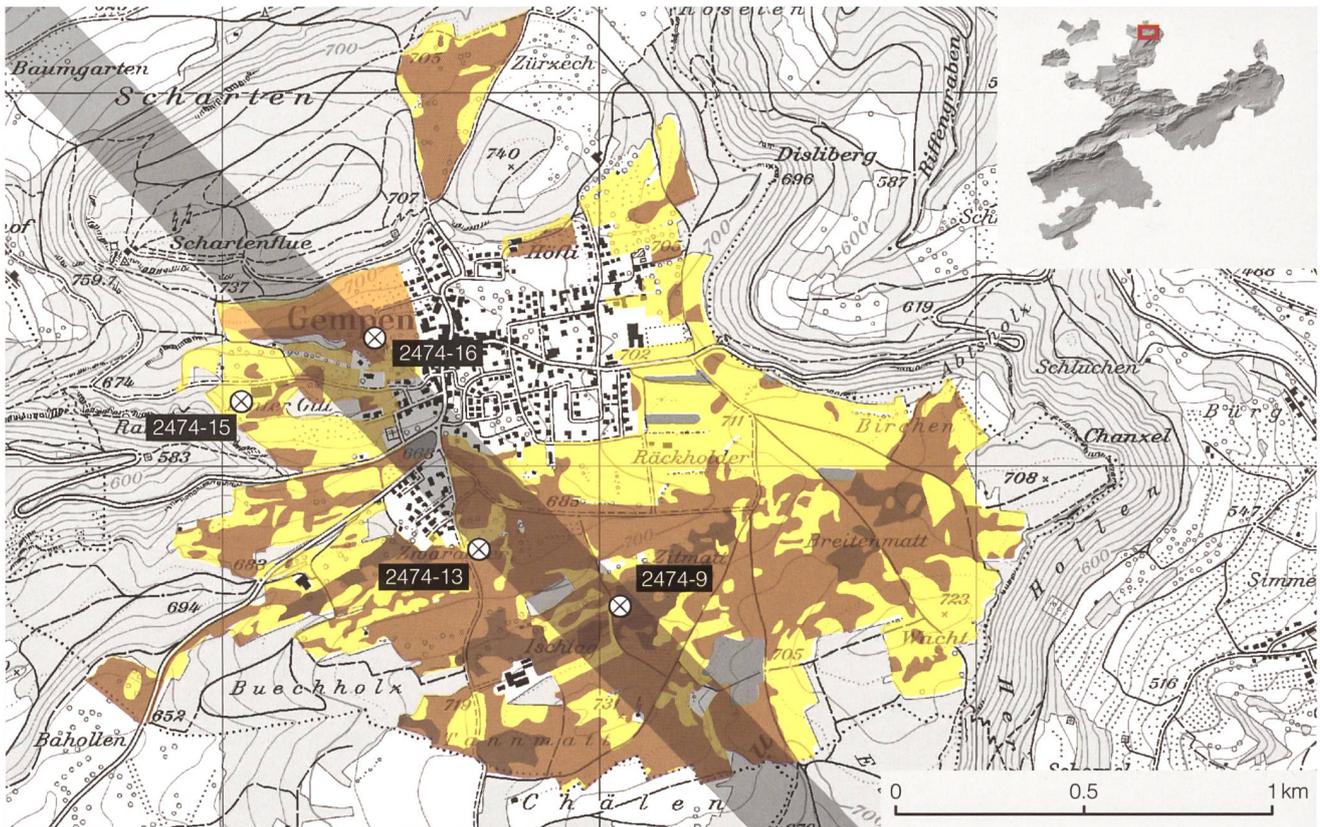
Gempen – Böden des Tafeljura

Die Gemeinde Gempen liegt auf einem Hochplateau des Tafeljuras auf circa 700 Meter über Meer. Der weit-aus grösste Teil des landwirtschaftlich genutzten Gemeindegebiets besteht aus sanft geneigten Kuppen und Senken. Das Plateau wird von steil abfallenden, bewaldeten Flanken begrenzt. Die Landwirtschaftsböden wurden im Rahmen der Güterregulierung im Jahr 2000 bodenkundlich kartiert.

Der Felsuntergrund im Gemeindegebiet von Gempen wird grösstenteils aus Malmkalken und -mergeln aufgebaut. Im Gegensatz zu anderen Gebieten im Solothurner Jura liegt auf dem nördlichen Tafeljura nur eine vergleichsweise dünne Deckschicht über dem anstehenden Kalkstein. Örtlich fehlt sie sogar ganz oder wurde durch Erosionsprozesse bis auf kleine Resten abgetragen und in die angrenzenden Mulden transportiert.



Abbildung 67: Nahe an der Oberfläche anstehende Malmkalke in den Gebieten Hobelboden (oben) und Woll (unten) in Gempen.



Bodentypen

Regosol	Braunerde	Braunerde-Pseudogley	Buntgley	Moor und Halbmoor
Rendzina	Parabraunerde	Pseudogley	Fahlgley	rekultivierter Boden
Kalkbraunerde	Saure Braunerde	Braunerde-Gley	Fluvisol und Aueboden	Bodenprofile

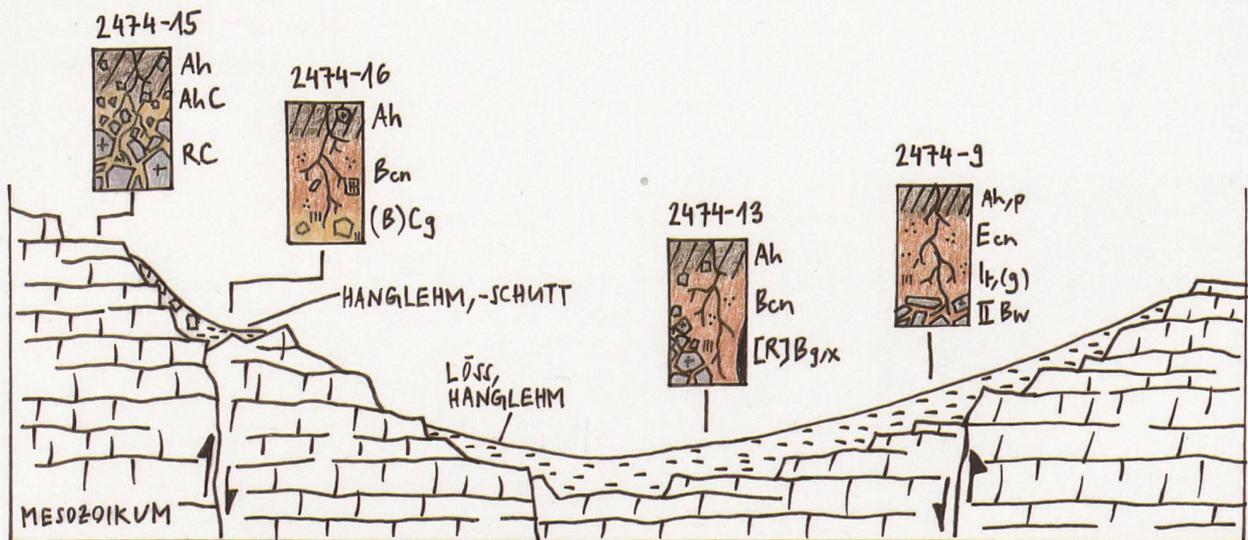


Abbildung 68: Böden in Gempfen und vereinfachter Transekt durch die Bodengesellschaften. Die Horizontbezeichnungen in den Profilen werden im Anhang 1 erläutert. Hintergrundkarte © Swisstopo

Die Deckschichten bestehen aus Hang- und Verwitterungslehmen, die auch häufig lössähnliche Ablagerungen enthalten. Der Lössanteil variiert, ist aber in den meisten Gebieten hoch, was sich in den Schluffgehalten von über 50 Prozent widerspiegelt. In den Mulden beträgt die Mächtigkeit der Decklehme mitunter mehr als einen Meter, in den übrigen Lagen beträgt die Überdeckung meist nur wenige Dezimeter.

Ausgangsmaterial der Bodenentwicklung auf dem Gempenplateau bilden somit einerseits die Malm-Felschichten sowie deren tonreiche Verwitterungsprodukte, andererseits die häufig sehr schluffreichen und in der Regel skelettarmen Verwitterungs- und Lösslehme.

Flachgründige, rasch austrocknende und im Unterboden sehr skelettreiche Rendzinen finden sich insbesondere auf exponierten Kuppenlagen und an Südhängen. Diese Böden sind direkt aus den Malmkalken entstanden, welche kompakt oder teilweise stark zerklüftet anstehen, wie beim Profil 2474-15 (Abbildung 69). Die Klüfte sind mit lehmigem Verwitterungsmaterial gefüllt. Entsprechend sind sie für die Wurzeln wertvoll, finden diese darin doch Halt und im begrenzten Umfang auch Wasser und Nährstoffe.

Das Beispielprofil 2474-15 zeigt einen fast skelettfreien Oberboden. Dies weist darauf hin, dass der Standort in der jüngeren Vergangenheit ausschliesslich als Dauerwiese genutzt wurde. Sobald solche Böden geackert werden, werden durch die Bodenbearbeitung Steine aus den unteren Horizonten nach oben befördert, was zu stark erhöhten Skelettgehalten im Oberboden führt. Die gleichen Böden sind an nordexponierten Hängen durch die intensivere Durchfeuchtung häufig tiefgründiger und weiter entwickelt als an den

trockenen südexponierten Lagen. Oft sind sie oberflächennah bereits entkarbonatet und zeigen dort eine beginnende Verbraunung.

In Gebieten, wo die Malmkalke und -mergel von mehr oder weniger mächtigen Verwitterungs- und Lösslehmen überdeckt sind, haben sich fruchtbare Braunerden und Parabraunerden entwickelt. Ober- und meist auch die Unterböden sind schluffreich, skelettarm und in der Regel entkarbonatet. In kolluvial geprägten Muldenlagen sind diese Böden oft tiefgründig bis sehr tiefgründig (Profile 2474-16 und 2474-9), in Hanglagen mässig tiefgründig bis tiefgründig, wobei die Gründigkeit selbst auf kleinem Raum stark variieren kann (Profil 2474-13).

Die Böden auf dem Gempener Plateau weisen kaum Vernässungen auf, obwohl dies aufgrund der ton- und schluffreichen Körnung zu erwarten wäre (Abbildung 70 rechts). Die im Allgemeinen gute Durchlässigkeit der Böden ist neben der bereits erwähnten grossen Durchlässigkeit des Untergrundes auch auf das meist sehr gute Bodengefüge aufgrund der regen Tätigkeit der Bodenlebewesen zurückzuführen. Gefördert wird dies unter anderem durch die neutralen bis schwach alkalischen pH-Werte im Boden.

Die pH-Werte auch der Unterböden in Gempen liegen mehrheitlich im alkalischen Bereich. Doch obwohl das Ausgangsmaterial überwiegend aus Kalk besteht, sind die Böden beinahe im gesamten Untersuchungsgebiet zumindest im A-Horizont karbonatfrei, selbst in den geringmächtigsten Rendzinen (Abbildung 70 links). Dies deutet auf ein sehr hohes Alter der Böden hin. Die Karbonat-Auswaschung wird durch den durchlässigen, karstigen Untergrund zusätzlich begünstigt.



Rendzina aus Kalkschutt, Gempen, Profil 2474-15

Die flachgründige, normal durchlässige Rendzina aus Kalkschuttmaterial ist im Oberboden entkarbonatet.

Oberboden: etwa 15 Zentimeter mächtig, mullhumos, krümelig, humos, lehmiger Ton, skelettarm, entkarbonatete Feinerde.

Unterboden: nicht vorhanden. Übergangshorizont zwischen 16 bis 30 Zentimeter, kiesreich, lehmiger Schluff, humushaltig.

Untergrund: ab 30 Zentimeter Kalkschuttmaterial.

Landwirtschaftliche Nutzung: Limitierend sind der hohe Skelettgehalt und die geringe Gründigkeit sowie die tonreiche Feinerde im Oberboden.

Abbildung 69, Teil 1: Charakteristische Böden in Gempen.



Tiefgründige Braunerde aus Verwitterungslehm, Gempen, Profil 2474-16

Die tiefgründige Braunerde aus Tonstein liegt in einer Muldenlage und ist bis etwa 85 Zentimeter anthropogen beeinflusst. Dies zeigt sich in der tiefgründigen Durchmischung des Bodens sowie aufgrund diversen Fremdmaterials, das in tieferen Lagen gefunden wurde. Bis etwa 85 Zentimeter sind kaum Horizontgrenzen im Profil erkennbar. Der Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, toniger Schluff, schwach sauer, teilweise krümelig, diffuse Horizontgrenzen.

Unterboden: toniger Schluff, schwach humushaltig, schwach sauer; ab 85 Zentimeter Übergang zum tonreichen Ausgangsmaterial.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die landwirtschaftliche Nutzung ist durch den erhöhten Tongehalt leicht erschwert. Ansonsten ist die Nutzung dieses tiefgründigen, skelettarmen Bodens nicht eingeschränkt.



Parabraunerde aus Decklehm über Kalkstein, Gempen, Profil 2474-9

Die tiefgründige, schwach pseudogleyige und schwach saure Parabraunerde hat sich in einer lösshaltigen Deckschicht über dem Kalkstein entwickelt. Der Boden ist normal durchlässig.

Oberboden: etwa 26 Zentimeter mächtig, toniger Schluff, humusarm, geflügt.

Unterboden: gebleichter Eluvialhorizont (Tonanteil 37 Prozent) bis etwa 40 Zentimeter, darunter Illuvialhorizont (Tonanteil über 50 Prozent); ab 70 Zentimeter Unterbodenhorizont mit verwitterten Kalksteinen.

Landwirtschaftliche Nutzung: Limitierend sind an diesem Standort vor allem die hohen Schluffgehalte.



Braunerde aus Verwitterungslehm über Kalkstein, Gempen, Profil 2474-13

Die tiefgründige, skelettarme Braunerde hat sich im feinkörnigen Verwitterungslehm des Kalksteins entwickelt. Darunter folgt das Kalkschuttmaterial. Die Gründigkeit des Bodens ist in der näheren Umgebung des Profils sehr heterogen, je nachdem in welcher Tiefe das Kalkschuttmaterial liegt. Der Boden besteht fast nur aus Ton und Schluff. Der Boden ist normal durchlässig. Der gesamte Boden ist entkarbonatet, der pH-Wert liegt im alkalischen Bereich.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, mässig humos, lehmiger Ton, Sandgehalt bei zehn Prozent, schwach sauer.

Unterboden: Toniger Schluff, alkalisch, schwach humushaltig; ab etwa 85 Zentimeter folgt ein Übergangshorizont zum kalkschuttigen Ausgangsmaterial.

Landwirtschaftliche Nutzung: Limitierend für die ackerbauliche Nutzung ist neben der Feinerdekorung auch die stark variierende Gründigkeit des Bodens.

Abbildung 69, Teil 2: Charakteristische Böden in Gempen.

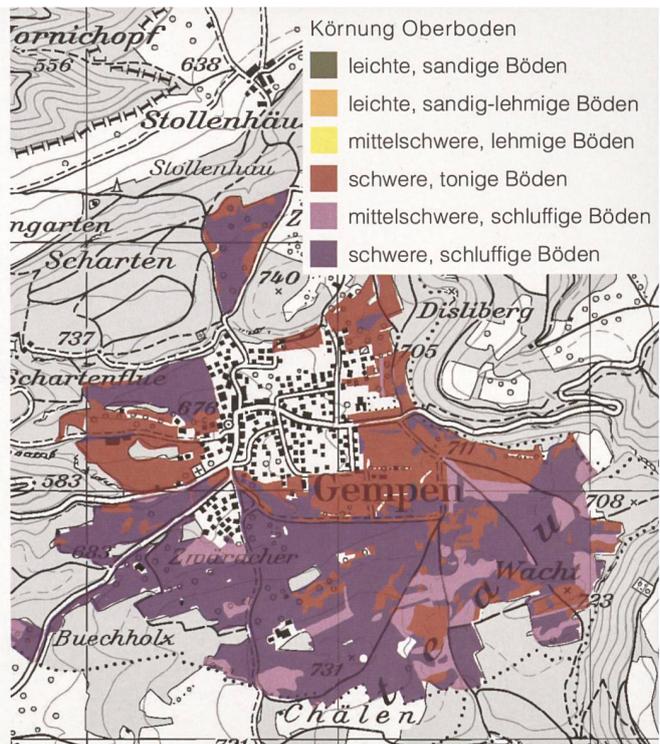
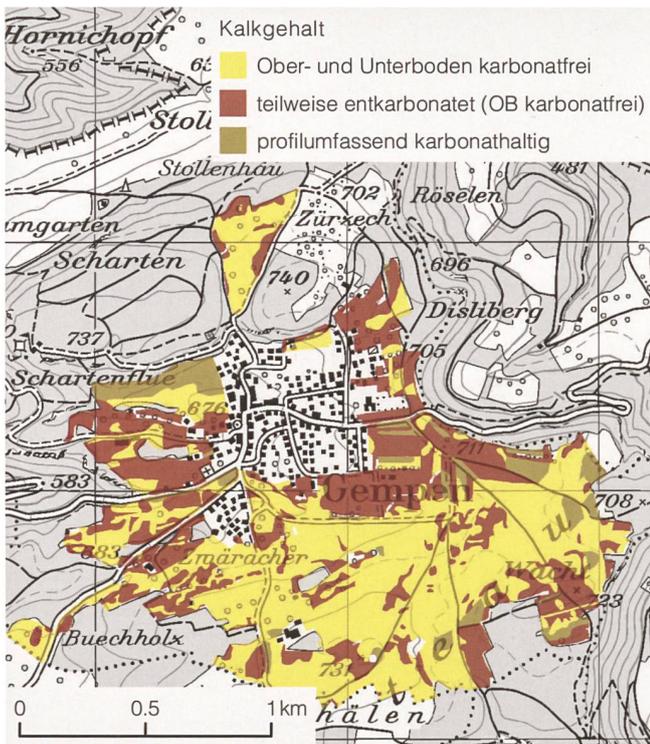


Abbildung 70: Bodeneigenschaften in Gempen. Von links nach rechts: Kalkgehalt und Körnung im Oberboden. Hintergrundkarten © Swisstopo

Eine Ausnahme bildet der steile Hang nordwestlich des Dorfs. Hier wurden überwiegend Kalkbraunerden kartiert, die bis in den Oberboden einen hohen Karbonatanteil aufweisen. Grund dafür sind mutmassliche Hangwasserströme und Hangwasseraustritte, durch welche die Böden regelmässig aufgekalckt werden.

Wölbäcker – Boden als Zeuge der Bewirtschaftung

Aufgrund der sehr kleinräumig variierenden Verwitterungstiefe der anstehenden Malmkalke und -mergel sind auch die Bodenbildungstiefe und die pflanzennutzbare Gründigkeit gebietsweise sehr inhomogen. Zusätzlich zur natürlichen Variabilität der Bodenbildungstiefe kommt ein kulturtechnischer Einfluss: In Gebieten mit Hochstammkulturen und sehr schmaler Parzellierung (z.B. Zwäracker, Ischlag und Dattenried) wurden die Schläge in früheren Zeiten immer von aussen gegen innen gepflügt. Es entstanden sogenannte Wölbäcker, in denen die Böden in der Parzellenmitte deutlich mächtiger sind als in den Randbereichen (Abbildung 71).

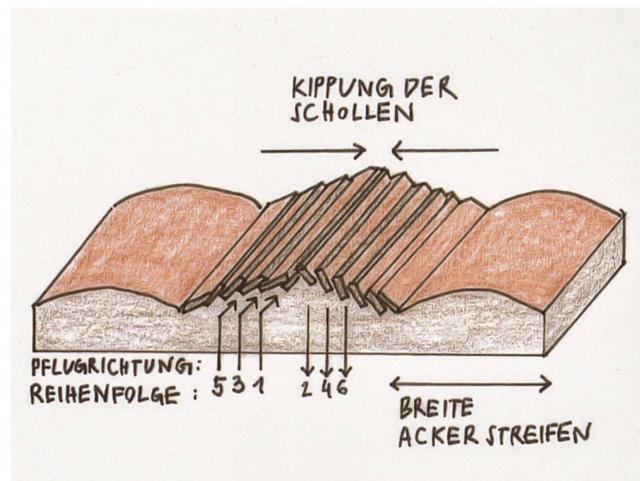


Abbildung 71: Wölbäcker. Durch das immer gleiche Kippen der Bodenschollen in Richtung Feldmitte entstehen beim Pflügen unterschiedliche Bodenmächtigkeiten, die in der Mitte tiefgründiger sind als am Rand der Ackerstreifen.

4.6.3

Witterswil/Bättwil – Böden am Juranordrand

Die Gemeinden Witterswil und Bättwil liegen im Leimental, auf etwa 330 bis 370 Meter über Meer, am Übergang vom Jura in die Oberrheinische Tiefebene. Im Süden der Dörfer steigt das Gelände steil zum bewaldeten Witterswiler- und Bättwilerberg an. Sie sind Teil des Juranordrandes, der Landskronkette. Die Malmkalke stehen teils an der Oberfläche an, teils sind sie von Hangschutt bedeckt. Am Witterswilerberg finden sich Bolustone und Huppererden aus dem Eozän (Kapitel 4.6.1).

Gegen Norden breitet sich das leicht hügelige, intensiv landwirtschaftlich genutzte Leimental aus, das sich landschaftlich in den französischen Sundgau fortsetzt. Die Ebene ist grossflächig mit Lösslehm bedeckt. Die Richtung Osten fliessenden Bäche haben sich leicht in die weiche Lössbedeckung eingegraben und in diesen Mulden alluviale Sedimente abgelagert. Die landwirtschaftlich genutzten Böden wurden im Rahmen der Güterregulierung im Jahr 1997 bodenkundlich kartiert.

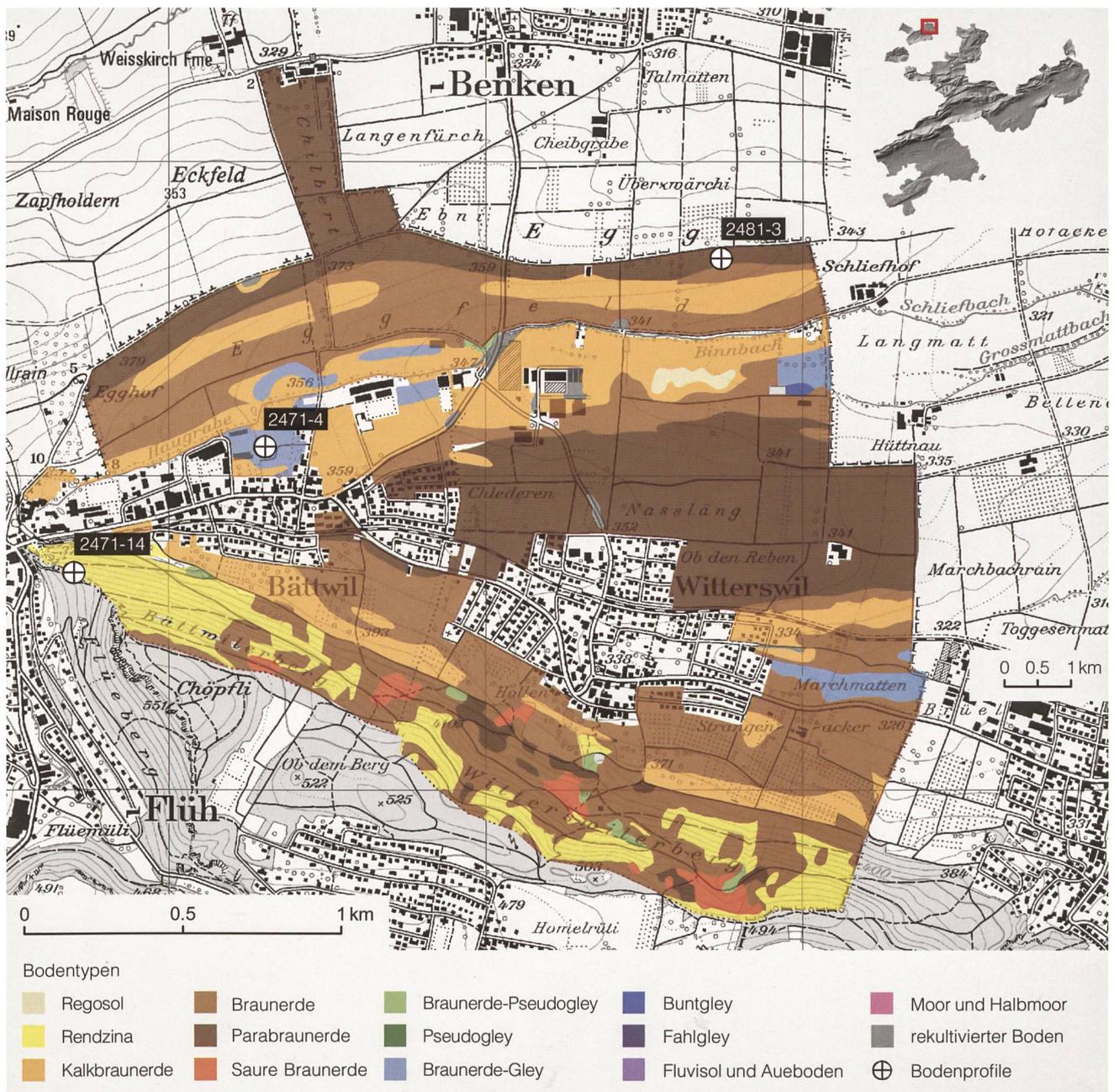


Abbildung 72: Böden in Witterswil und Bättwil. Hintergrundkarte © Swisstopo

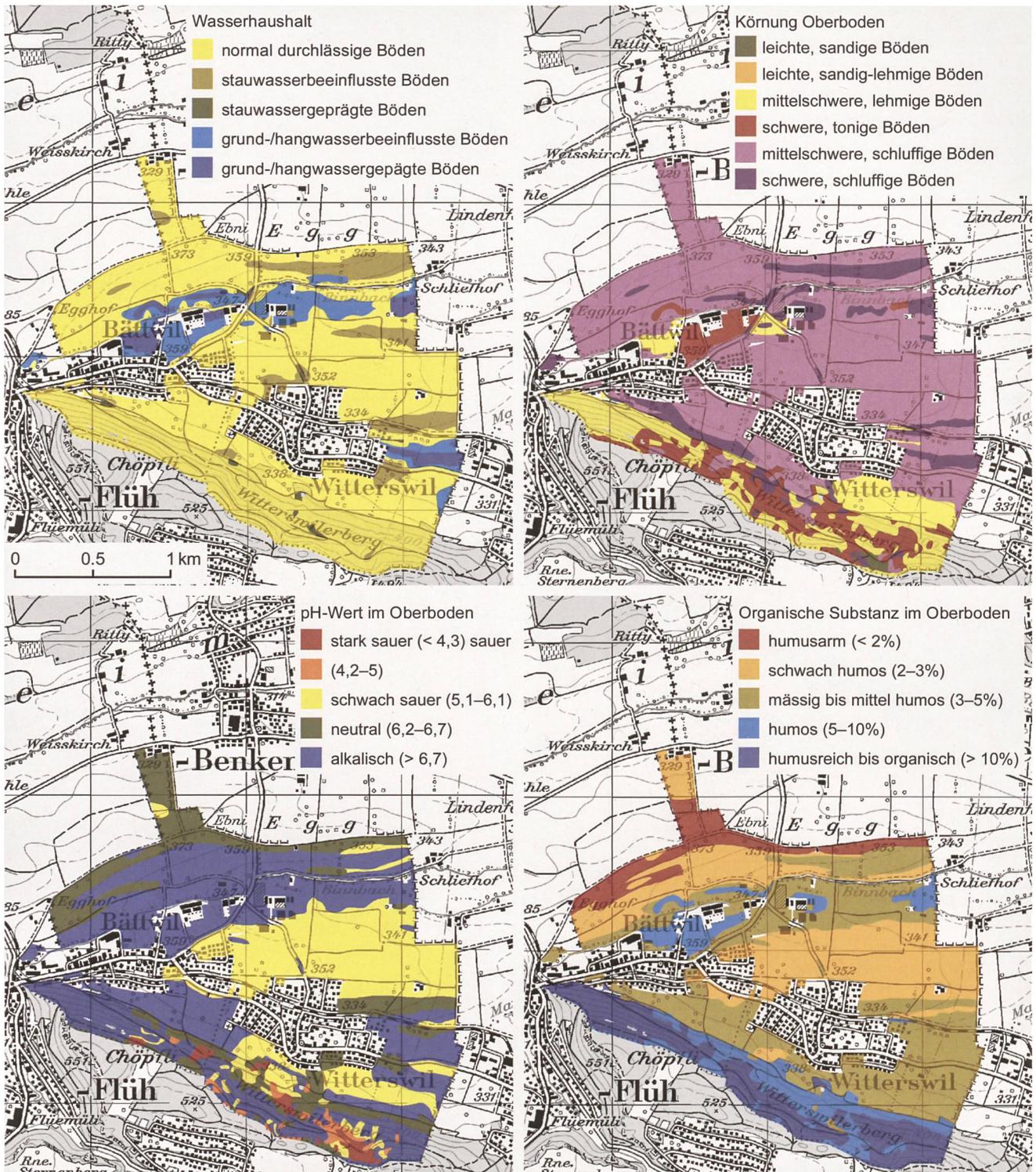


Abbildung 73: Bodeneigenschaften in Witterswil und Bättwil. Von links oben nach rechts unten: Wasserhaushalt, Körnung im Oberboden, pH-Wert im Oberboden und organische Substanz im Oberboden. Hintergrundkarten © Swisstopo

Die Böden des Juranordrandes sind vergleichbar mit den Böden am Jurasüdhang und am Engelberg. Auf dem anstehenden Kalk bilden sich flachgründige, oft nur wenige Zentimeter mächtige Rendzinen, wie in Profil 2471-14 (Abbildung 74). Die Mächtigkeit dieser Böden verändert sich zum Teil auf wenige Meter Distanz und variiert zwischen wenigen Zentimetern bis einigen Dezimetern. Bei den mächtigeren Rendzinen handelt es sich oft um Akkumulation von Verwitterungston in breiten Klüften im anstehenden Kalkstein.

Im Hangschutt entwickelten sich mässig tiefgründige bis tiefgründige, gut wasserdurchlässige Braunerden. Die tonig-schluffigen Böden sind an wenigen Stellen entkarbonatet. Teilweise haben Tonverlagerungen stattgefunden, wodurch Parabraunerden entstanden sind.

Im Bereich der eozänen, kalkfreien Sedimente haben sich lehmig-schluffige bis stellenweise sandige Saure Braunerden entwickelt, die bis in den Unterboden sauer bis stark sauer und skelettfrei sind. Diese Böden unterscheiden sich sowohl in den Eigenschaften wie auch im Bodentyp deutlich von den benachbarten alkalischen Rendzinen und Braunerden, was aus den Abbildungen 72 und 73 links unten klar hervorgeht.

Am Hangfuss, zwischen dem Steilhang und den beiden Dörfern, sind die Böden aus kolluvialem, das heisst durch Hangprozesse abgelagertem Material entstanden. Auf diesem Hanglehm bildeten sich mässig tiefgründige bis tiefgründige Braunerden. In Bergnähe finden sich skelettreichere Kalkbraunerden, die durch den fortdauernden Eintrag von kalkhaltigem Material aufgekalzt wurden und werden.

Auf den Lössablagerungen der Ebene nördlich der Dörfer haben sich tiefgründige bis sehr tiefgründige, normal wasserdurchlässige Braun- und Parabraunerden gebildet, zum Beispiel in Profil 2481-3. Entsprechend ihrem Ausgangsmaterial sind diese Böden stark schluffig, was in der Abbildung 73 rechts oben deutlich zum Ausdruck kommt. Diese Böden sind tief durchwurzelbar und haben ein grosses Speichervermögen für Wasser- und Nährstoffe. Sie sind äusserst fruchtbar und für eine vielfältige ackerbauliche Nutzung geeignet.

Die Böden entlang der Bäche sind alluvial geprägt. Das vom Bach abgelagerte Material ist oft umgelagerter Löss, mit zunehmender Nähe zum Jura nimmt der Anteil an Schutt zu, wie in Profil 2471-4. Der Grundwasserstand der Bäche beeinflusst den Bodenwasserhaushalt: Sind die Böden im übrigen Gebiet gut wasserdurchlässig, so unterliegen sie in Bachnähe diesem Grundwassereinfluss (Abbildung 73 links oben). Unmittelbar angrenzend an die Bäche bildeten sich stark grundnasse Braunerde-Gleye. Daran anschliessend folgen grundwasserbeeinflusste Kalkbraunerden. Aufgrund des Wassereinflusses sind diese karbonathaltigen alluvialen Böden nur mässig tiefgründig.

Die Böden von Witterswil und Bättwil widerspiegeln sehr ausgeprägt die deutlichen Unterschiede in den bodenbildenden Faktoren, die zu ihrer Entstehung geführt haben. Dies zeigt sich sehr augenfällig in den Karten verschiedener Bodeneigenschaften in Abbildung 73. Der Übergang von Juraböden zu den Lössböden und zu den Alluvialböden entlang der Bäche zeichnet sich in den Bodeneigenschaften nachvollziehbar ab. Die Körnung der Feinerde trennt die Jura- und Alluvialböden klar von den Lössböden.

Am Jurahang differenziert der pH-Wert die Böden auf stark sauren eozänen Sedimenten deutlich von denjenigen auf Kalkgestein. In der Ebene weist er die Gebiete mit fortgeschrittener Entkarbonatisierung aus, die ein schwach saures Bodenmilieu haben. Der Vergleich mit der Bodentypenkarte in der Abbildung 72 zeigt weiter, dass in diesen Gebieten eine Tonverlagerung stattgefunden hat, die zur Bildung von Parabraunerden führte.

Der Gehalt der Böden an organischer Substanz ist erwartungsgemäss am bewaldeten Jurahang deutlich höher als im landwirtschaftlich genutzten Gebiet. Jedoch sind auch innerhalb der landwirtschaftlich genutzten Böden Unterschiede ersichtlich. Die grundnassen Böden entlang des Baches sind humoser, was auf den verlangsamten Abbau von organischem Material in Nassböden zurückzuführen ist. Die Böden auf dem Hügelzug Egg im Norden der beiden Gemeinden hingegen sind humusarm, was durch Erosion der hierfür anfälligen schluffigen Lössböden erklärbar ist.



Rendzina aus Kalkstein, Bättwil, Profil 2471-14

Die flachgründige Rendzina ist aus Kalkstein entstanden. Der Boden befindet sich in einem sehr steilen Hang.

Oberboden: Rund 15 Zentimeter mächtig, moderartiger Mull, lehmiger Schluff, sehr humusreich, kiesreich, darunter folgt ein Übergangshorizont zum Untergrund.

Unterboden: nicht vorhanden; Untergrund ab 40 Zentimeter aus festem Kalkstein.

Waldnutzung: Vor allem aufgrund des hohen Skelettanteils und der geringen Bodenmächtigkeit ist dieser Boden nur gering verdichtungsempfindlich. Dafür ist die pflanzennutzbare Gründigkeit sehr beschränkt. Und die Nutzung ist durch die Hangneigung (55 Prozent) stark eingeschränkt.



Parabraunerde aus Löss, Witterswil, Profil 2481-3

Die sehr tiefgründige Parabraunerde ist aus Löss entstanden. Dies zeigt sich in den sehr hohen Schluffanteilen (über 60 Prozent). Der Boden ist normal durchlässig und im Unterboden leicht verdichtet.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, lehmiger Schluff, neutral.

Unterboden: toniger Schluff, neutral, gut durchwurzelt; ab etwa 60 Zentimeter Tonkutane vorhanden, leicht staunass; Untergrund ab rund 160 Zentimeter.

Landwirtschaftliche Nutzung: Einschränkungen bestehen einzig bezüglich Erosionsgefährdung aufgrund des hohen Schluffgehalts.



Braunerde-Gley aus Alluvium, Bättwil, Profil 2471-4

Der mässig tiefgründige Braunerde-Gley ist aus alluvialen Ablagerungen entstanden. Der ganze Boden ist karbonathaltig. Ab etwa 60 Zentimeter zeigt sich ein begrabener Oberbodenhorizont. Der Boden ist drainiert.

Oberboden: etwa 30 Zentimeter mächtig, humos, toniger Lehm, skelettarm.

Unterboden: toniger Lehm, kiesreich, teilweise rostfleckig, bis etwa 45 Zentimeter; darunter begrabener Oberboden und Untergrund.

Landwirtschaftliche Nutzung: Der hohe Grundwasserpegel sowie der erhöhte Tongehalt erschweren eine ackerbauliche Nutzung an diesem Standort.

Abbildung 74: Charakteristische Böden in Witterswil und Bättwil.

5 Nutzen und Einsatz von Bodenkarten anhand ausgewählter Beispiele

Der Boden als wichtiger Teil des Ökosystems erfüllt unterschiedlichste, wichtige Funktionen zugunsten vieler Nutzniesser und ist zentraler Teil vieler natürlicher Kreisläufe. Kapitel 1.1 gibt einen Überblick über die unterstützenden, steuernden und regulierenden Funktionen der Böden. Aus dieser Breite von Bodenfunktionen ergibt sich, dass Bodendaten für viele Fragestellungen von Bedeutung sind.

Standortgerechte Nutzung/Produktion Bodeneigenschaften bestimmen massgeblich, welche Pflanzen an einem Standort optimal gedeihen. Bodendaten unterstützen somit unter anderem die optimierte Planung einer standortgerechten land- und forstwirtschaftlichen Produktion. Sie sind bedeutend für die Ausscheidung der Fruchtfolgeflächen (Kapitel 5.2), die Bewertung der Böden bei Güterregulierungen (Kapitel 5.3.1) oder auch für die Identifizierung besonderer Böden für ökologische Ausgleichs- oder Naturschutzflächen.

Informationen zum Speicher- und Filtervermögen der Böden Das Speicher- und Filtervermögen von Böden für Wasser, Nähr- und Schadstoffe variiert mit der Beschaffenheit der Böden. Diesbezügliche Bodeninformationen liefern wesentliche Informationen für die Ausscheidung von Gewässerschutzzonen, für die Abschätzung des Hochwasserrückhaltevermögens eines Gebietes oder auch zum angepassten Einsatz von Düngern. Informationen zum pflanzennutzbaren Wasservorrat und zur Verfügbarkeit von Sauerstoff im Boden erhalten derzeit eine neue Bedeutung durch die sich verändernden klimatischen Verhältnisse mit längeren Hitze- und Trockenphasen. Auch bei Fragestellungen bezüglich der Waldbodenversauerung oder des Bindungsvermögens der Böden für Schadstoffe, inklusive der räumlichen Ausscheidung entsprechender Risikogebiete, sind Kenntnisse über die Beschaffenheit der Böden entscheidend.

Standortgerechter Bodenschutz Nicht zuletzt sind Bodeninformationen die Basis für einen standortgerechten Bodenschutz. Sie erlauben unter anderem, Verdichtungsempfindlichkeit, Erosionsanfälligkeit oder die Gefährdung von organischen Böden zu beurteilen und standortspezifische Massnahmen zur schonenden, nachhaltigen Nutzung der Böden zu treffen (Kapitel 5.4 und 5.5). Anthropogen veränderte Böden, deren gestörte Bodenqualität durch geeignete Mass-

nahmen wiederhergestellt werden sollen, können identifiziert werden.

Die folgenden Seiten erlauben einen Einblick in die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten von Bodendaten.

5.1 Bodeninformationen als Anwendungskarten im kantonalen Geoportal

Die dank der Bodenkartierung Kanton Solothurn vorliegenden Informationen über die Eigenschaften der Böden werden im Geoportal des Kantons Solothurn (www.afu.so.ch/boden > Karte Bodeninformationen) einer breiten Bevölkerung erschlossen, in Form von Anwendungskarten (auch «funktionale Bodenkarten» genannt; BGS, 2014). Insbesondere die Nutzerinnen und Nutzer aus der Land- und Forstwirtschaft erhalten damit Zugang zu den Bodendaten, um diese bei der Planung und Ausführung ihrer Arbeiten berücksichtigen zu können. Die mit der Kartierung erfassten Bodeninformationen sind als Rohdaten für Nichtspezialisten häufig schwer verständlich und interpretierbar. Aus diesem Grund wurden die Bodeninformationen für die Veröffentlichung im Internet aufgearbeitet und als sogenannte Anwendungskarten zur Verfügung gestellt.

Die Karten thematisieren für die landwirtschaftliche und forstwirtschaftliche Nutzung relevante Eigenschaften und Gefährdungen der Böden und sind teilweise mit nutzungsbezogenen Hinweisen und Empfehlungen ergänzt.

In allen Anwendungskarten werden die Informationen in Klassen zusammengefasst. Für die Klasseneinteilung wurden so weit wie möglich bestehende Grundlagen berücksichtigt. Die Anwendungskarten können nach ihrer Entstehungsart in drei Gruppen eingeteilt werden:

Attributkarten

Jede Attributkarte zeigt die räumliche Ausprägung eines spezifischen Bodenparameters, in Klassen zusammengefasst. Dargestellt werden:

- Charakter des Wasserhaushalts (Flückiger et al., 2003)
- Bodenart (Körnung); mit Hinweisen zu Abtrocknungsverhalten und Bearbeitbarkeit (FAL, 1997)
- Humusgehalt (FAL, 1997)
- Humusform (im Wald); mit Hinweisen zum Luft- und Nährstoffhaushalt (FAL, 1997)
- pH-Wert; mit Empfehlungen zur Kalkung der Landwirtschaftsböden (FAL, 1997)
- Steingehalt (FAL, 1997)

Interpretationskarten

Diese Karten interpretieren einen bestimmten Bodenparameter hinsichtlich einer relevanten Bodeneigenschaft. Aktuell sind es folgende Karten:

- Durchwurzelungstiefe und Speichervermögen für Nährstoffe und Wasser: basierend auf dem Attribut «pflanzennutzbare Gründigkeit»
- Nutzungsmöglichkeiten (ohne Berücksichtigung der Hangneigung): basierend auf dem Attribut «Bodenprofilwert», interpretiert gemäss FAL 1997
- Hangneigung und Einschränkungen im Ackerbau/Maschineneinsatz: basierend auf dem Attribut «Geländeform», interpretiert gemäss (Flückiger et al., 2003)

Herleitungskarten

Viele Bodeneigenschaften und -funktionen sind von mehreren Attributen abhängig. Die Herleitung erfolgt in diesen Fällen mit Hilfe von Algorithmen. Auch die Herleitungskarten wurden so erstellt, dass das Ergebnis in Klassen dargestellt wird, mit denen Handlungsempfehlungen verbunden werden können. Folgende zwei Karten sind mit Hilfe von Algorithmen hergeleitet worden:

- Verdichtungsempfindlichkeitskarte (Kapitel 5.4)
- Maximaler pflanzennutzbarer Wasservorrat im Boden: basierend auf dem Attribut «Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes». Dieses Attribut wird nach Vorgabe der deutschen Bodenkundlichen Kartieranleitung berechnet, mit Einbezug von Körnung, Gefüge, Skelett- und Humusgehalt, Wasserhaushalt und Mächtigkeit A-Horizont (Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden, 2005).

5.2

Erhebung der Fruchtfolgeflächen

Das Kulturland unterliegt in vielen Regionen der Schweiz einem starken Nutzungs- und Interessenskonflikt, da sich die besten ackerfähigen Böden häufig in unmittelbarer Umgebung der Siedlungen befinden. Jede Sekunde gehen im Durchschnitt in der Schweiz noch immer 1,1 Quadratmeter, in den Talzonen sogar 2,2 Quadratmeter landwirtschaftliche Böden verloren. Der Kanton Solothurn ist hier keine Ausnahme (BFS, 2015a).

Aus diesem Grund gelten in der Schweiz seit den 1970er-Jahren spezielle Schutzbestimmungen für die ertragsreichsten ackerfähigen Landwirtschaftsböden, die sogenannten Fruchtfolgeflächen (FFF). Diese umfassen ungefähr 40 Prozent der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) der Schweiz (ARE, 2015a). Gemäss den Schutzbestimmungen soll ein Mindestumfang an Fruchtfolgeflächen vor der

Überbauung bewahrt werden und zur langfristigen Ernährungssicherheit der Schweiz beitragen.

Der Schutz der FFF ist im Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) und in der Verordnung über die Raumplanung (RPV) geregelt. Darauf basierend hat der Bundesrat 1992 den Sachplan Fruchtfolgeflächen beschlossen, der die Kantone mit der Sicherung der FFF beauftragt. Er teilt jedem Kanton einen Mindestumfang an FFF zu, der zu erhalten ist. Im Kanton Solothurn sind dies 16 200 Hektaren (ARE, 2015b).

Der Sachplan FFF schreibt nicht die aktuelle Bewirtschaftung der Böden, sondern die Erhaltung des landwirtschaftlichen Produktionspotenzials vor. Dies impliziert die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, womit der Sachplan FFF auch den qualitativen Bodenschutz berücksichtigt (ARE, 2006).

5.2.1

Anforderungen an die Fruchtfolgeflächen

Gemäss Sachplan FFF ist jeder Kanton dazu aufgefordert, den ihm zugewiesenen Mindestumfang an FFF auszuscheiden und dem Bund zu melden. Die Kriterien hierzu sind im Sachplan allgemein festgelegt: «FFF sind mit Blick auf die klimatischen Verhältnisse (Vegetationsdauer, Niederschlag), die Beschaffenheit des Bodens (Bearbeitbarkeit, Nährstoff und Wasserhaushalt) und die Geländeform (Hangneigung, Möglichkeit maschineller Bewirtschaftung) zu bestimmen; die Bedürfnisse des ökologischen Ausgleichs sind zu berücksichtigen» (EJPD, 1992).

Die Vollzugshilfe zum Sachplan FFF (ARE, 2006) zeigt den kantonalen Fachstellen eine mögliche Vorgehensweise für den sachgerechten Vollzug auf und definiert genauere Qualitätskriterien zur Neuerhebung der FFF. Es ist festgehalten, dass für jede Neubeurteilung einer Fläche in Bezug auf deren FFF-Qualität eine Bodenkartierung durch eine qualifizierte Fachperson durchzuführen ist. Die Bodendaten aus der Bodenkartierung Kanton Solothurn bilden somit die Grundlage zur Neuerhebung der FFF.

5.2.2

Ablauf der Neuerhebung der Fruchtfolgeflächen unter Einbezug der Bodendaten

Bei der Ersterhebung der FFF im Kanton Solothurn im Jahr 1987 wurde eine Fläche von ungefähr 16 505 Hektaren FFF ausgewiesen, mehrheitlich ohne Vorliegen von Bodendaten (Landwirtschafts-Departement des Kantons Solothurn, 1987). Das Inventar wurde seither punktuell bei Ortsplanungsrevisionen fortgeschrieben (Vez, 2015).

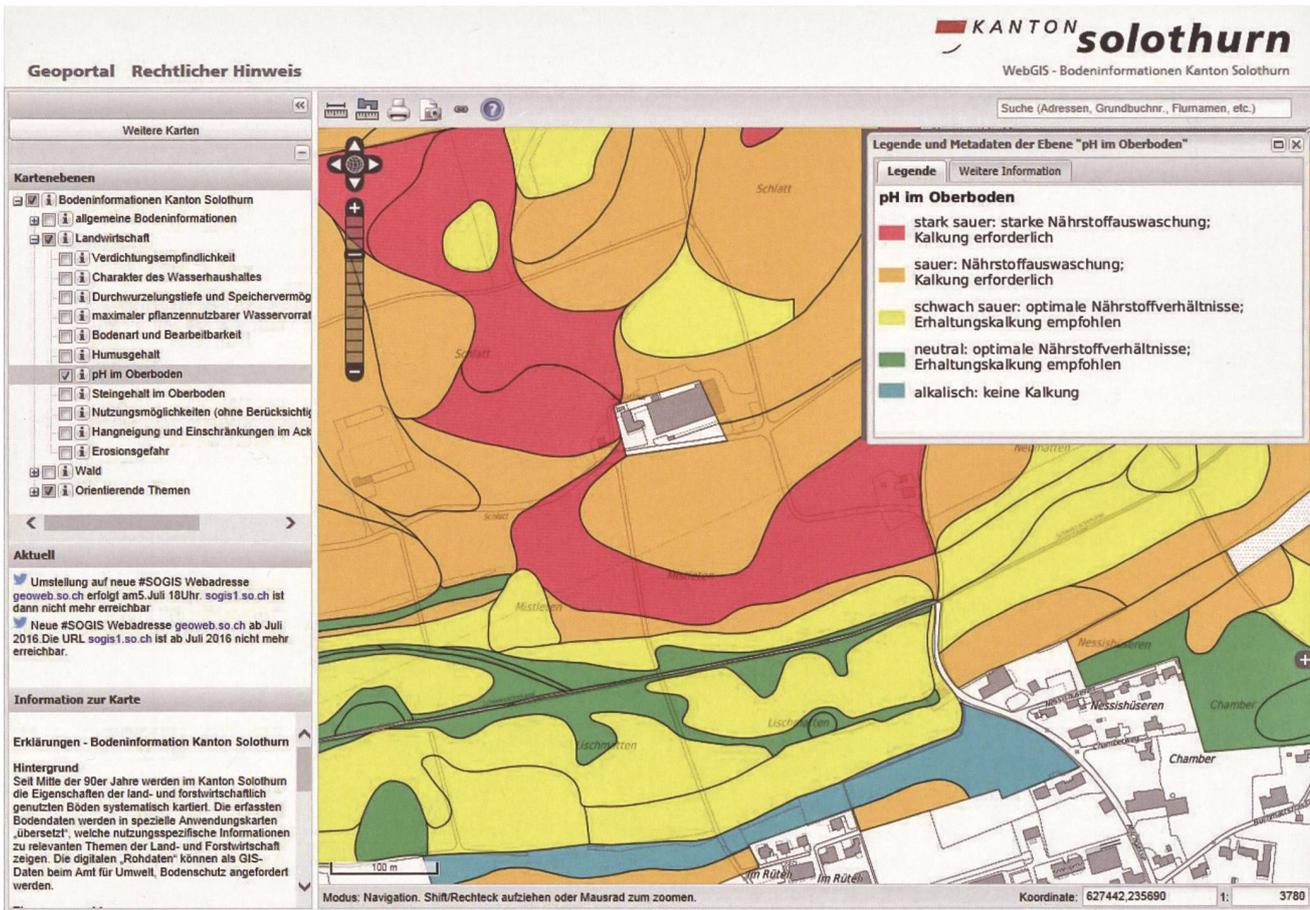


Abbildung 75: Ausschnitt aus der Anwendungskarte «pH-Wert im Oberboden» für Landwirtschaftsböden, verfügbar im Geoportal des Kantons Solothurn. www.afu.so.ch/boden > Karte Bodeninformationen

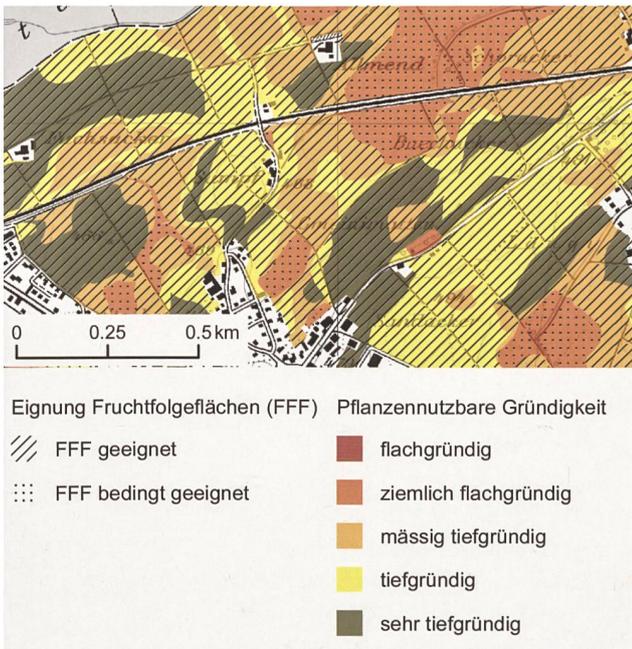


Abbildung 76: Beispiel zur Neuerhebung der Fruchtfolgeflächen (FFF) auf Basis der Daten aus der Bodenkartierung Kanton Solothurn.

Im Rahmen der laufenden Gesamtüberprüfung des Kantonalen Richtplans sowie verschiedener Ortsplanungsrevisionen wird im Kanton Solothurn seit 2011 das Inventar der FFF gemäss den Vorgaben des Bundes gemeindeweise und parzellenscharf überarbeitet. Die Federführung liegt beim Amt für Landwirtschaft, im Auftrag des Amtes für Raumplanung. Grundlage für die Neuerhebung bildet die Vollzugshilfe zum Sachplan FFF (ARE, 2006). Kernelemente der GIS-basierten Erhebung bilden die Kriterien Bodenqualität, Hanglage und Klimazone. Die berücksichtigten Kriterien fliessen in ein Ausschlussverfahren ein, das für alle landwirtschaftlichen Böden durchgeführt wird. Das Vorgehen ist unterschiedlich, abhängig davon, ob in der entsprechenden Gemeinde bereits eine Bodenkartierung durchgeführt wurde. Es werden die zwei Kategorien «geeignete Fruchtfolgefläche» (zu 100 Prozent anrechenbar) und «bedingt geeignete Fruchtfolgefläche» (zu 50 Prozent anrechenbar) differenziert (Abbildung 76).

Die Daten der Bodenkartierung fliessen wie folgt in das Ausschlussverfahren ein:

Geeignete Fruchtfolgeflächen

- Nutzungseignungsklassen 1–5 und
- pflanzennutzbare Gründigkeit mindestens 50 Zentimeter

Bedingt geeignete Fruchtfolgeflächen

- Nutzungseignungsklasse 6 und
- Wasserhaushaltsgruppe p, u sowie w (falls drainiert), mit pflanzennutzbarer Gründigkeit 30 bis 50 Zentimeter; respektive
- Wasserhaushaltsgruppe d sowie w (falls nicht drainiert), mit pflanzennutzbarer Gründigkeit 40 bis 50 Zentimeter

Im Ausschlussverfahren werden weiter folgende Kriterien berücksichtigt:

- humusierte Flächen gemäss Bodenbedeckung der amtlichen Vermessung
- Klimazonen A/B/C/D1–4
- Hangneigung bis maximal 18 Prozent (geeignete FFF) respektive bis maximal 25 Prozent (bedingt geeignete FFF), gemäss Bodenkartierung, wo vorhan-

den, sonst digitales Höhenmodell oder Hanglagenklassen der Landwirtschaft

- zusammenhängende Flächen mit mindestens 25 Aren Grösse und geeigneter Parzellenform
- sowie als weiteres bodenbezogenes Kriterium: der Verdacht auf chemische oder mechanische Bodenbelastung

Der Parameter Nutzungseignungsklasse (gemäss FAL, 1997) wird im Rahmen der Bodenkartierung Kanton Solothurn standardmässig bei den Profilstandorten erfasst, nicht aber bei der Flächenkartierung. Er kann jedoch für die Neuerhebung der FFF aus den vorliegenden Bodendaten berechnet werden (Vez, 2015). Für die Gemeinden, in denen noch keine Daten der Bodenkartierung vorliegen, wurde eine Berechnungsmethode entwickelt, basierend auf dem digitalen Höhenmodell und in Kombination mit einer Feldbegehung. Die Feldbegehung erfolgt nach standardisierter Methode durch einen Experten des Amtes für Landwirtschaft gemeinsam mit dem Erhebungsstellenleiter der Gemeinde.

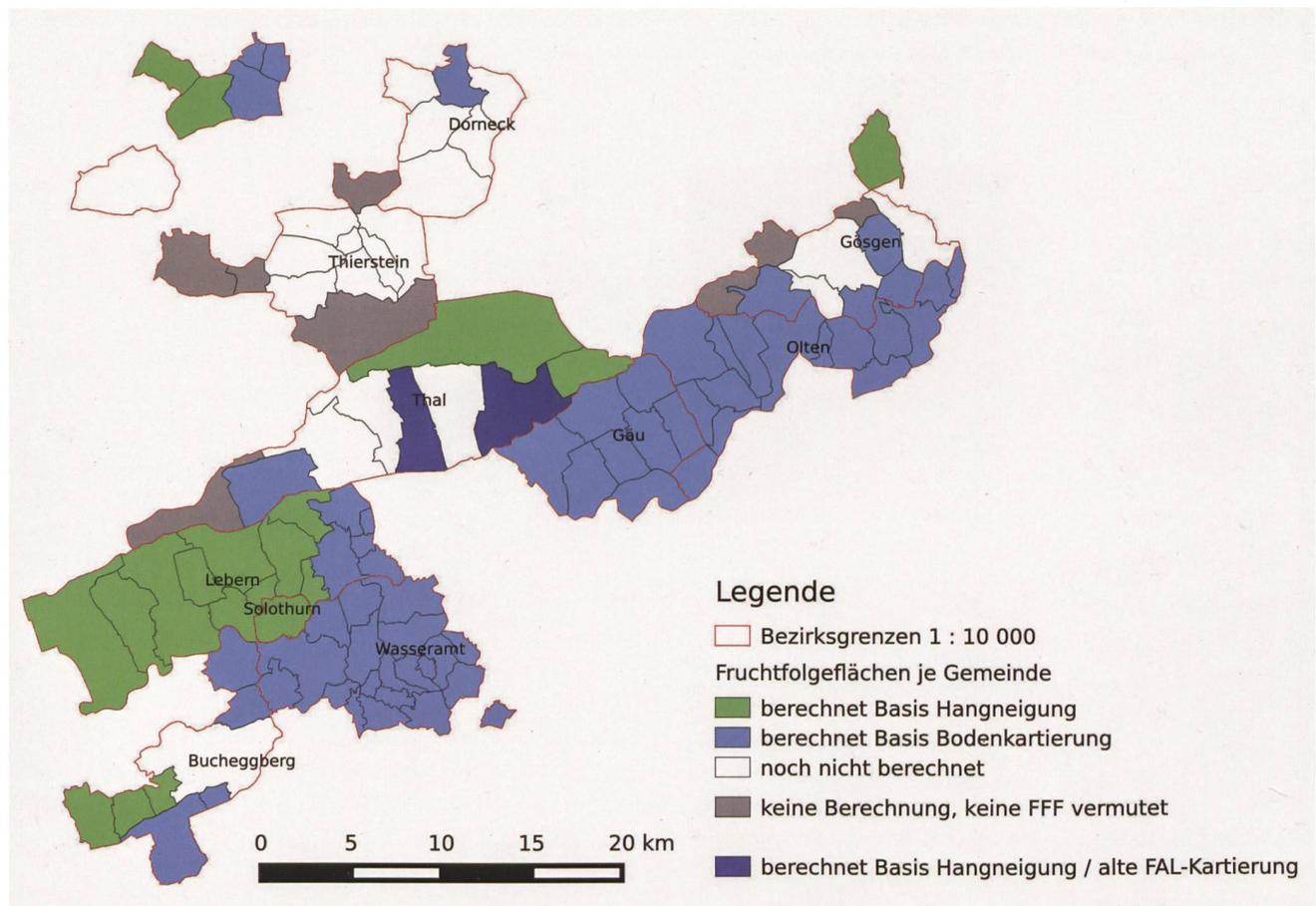


Abbildung 77: Stand der GIS-gestützten Neuerhebung der Fruchtfolgeflächen. Datengrundlage ALW, 2015

Das Ergebnis der Neuerhebung der FFF wird für jede Gemeinde als Plan im Massstab 1:5000 und als interaktive Karte im verwaltungsinternen Geoportal dargestellt. Daneben wird eine Flächenstatistik erstellt. Abbildung 77 zeigt den aktuellen Stand per 1. Dezember 2015 und weist aus, in welchen Gemeinden die FFF auf Basis der Bodenkartierungsdaten respektive mit Hilfe der Berechnungsmethode ausgeschrieben worden sind. Die Neuerhebung aller Gemeinden ist zurzeit im Gang, das resultierende FFF-Inventar wird gemeinsam mit dem kantonalen Richtplan dem Bundesamt für Raumplanung eingereicht.

5.3

Bodendaten für landwirtschaftliche Strukturverbesserungsprojekte

Das flächenhafte Erfassen von Bodeneigenschaften in Form von Bodenkartierungen hat, wie bereits in Kapitel 2 erläutert, seinen Ursprung in landwirtschaftlichen Bodenbewertungsprojekten. Die landwirtschaftliche «Bodenbewertung» ist weiterhin ein häufiger Auslöser zur detaillierten Erfassung der Bodeneigenschaften. Im Kanton Solothurn wurden in verschiedenen Gemeinden Bodenkartierungen im Rahmen von Strukturverbesserungsprojekten oder Güterregulierungen durchgeführt. Dabei kam ab 1997 die Methodik der Bodenkartierung Kanton Solothurn zur Anwendung.

Nachfolgend werden zwei typische Beispiele für die Verwendung von Bodendaten innerhalb landwirtschaftlicher Strukturverbesserungsprojekte vorgestellt.

5.3.1

Güterregulierung und Pachtlandarrondierung in Welschenrohr

Als Güterregulierung wird das Verfahren zur Neuordnung der parzellierten Flur innerhalb eines bestimmten Gebietes, oft einer oder mehrerer Gemeinden, bezeichnet. Dabei werden unter anderem die landwirtschaftlichen Nutzflächen neu eingeteilt und diese den einzelnen Betrieben zugeteilt. Güterregulierungen haben zum Ziel, die Wirtschaftlichkeit der Betriebe zu erhöhen und die Nutzung der Parzellen zu erleichtern. Heutzutage beinhalten solche Projekte vermehrt auch nichtlandwirtschaftliche Aspekte wie Schutzzonenausscheidungen oder ökologische Bedürfnisse.

Die Neuzuteilung der landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb einer Güterregulierung muss aufgrund objektiv beurteilbarer Kriterien erfolgen. Dazu wer-

den die Böden hinsichtlich ihrer landwirtschaftlichen Nutzungseignung bewertet. Als Grundlage dienen die Bodeneigenschaften, die mit einer Bodenkartierung bestimmt werden. Mit den erhobenen Bodeneigenschaften und weiteren Parametern kann für jede Bewirtschaftungseinheit ein sogenannter Tauschwert errechnet werden. Dieser soll gewährleisten, dass Flächen mit unterschiedlichen Lage- und Bodeneigenschaften, unter Wahrung des wertgleichen Realersatzes, gegeneinander abgetauscht werden können.

In Welschenrohr wurde das Projekt Güterregulierung mit der Gründung der Flurgenossenschaft im Jahr 2005 offiziell gestartet. Neben der Neuzuteilung der teilweise kleinräumig parzellierten landwirtschaftlichen Nutzfläche war geplant, die aus den 1940er-Jahren stammenden Entwässerungsanlagen und das Flurwegnetz zu sanieren und die Gewässerräume der Dünnern und weiterer Bäche auszuscheiden.

Der Perimeter umfasst mit 420 Hektaren die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche auf dem Gemeindegebiet Welschenrohr, mit Ausnahme der reinen Weidegebiete. 2005 wurden die betroffenen Böden nach der Methode des Projektes «Bodenkartierung Kanton Solothurn» kartiert. Die Ergebnisse der Bodenkartierung respektive die typischen Bodeneigenschaften der Gemeinde Welschenrohr sind im Kapitel 4.6.1 beschrieben.

Die vorgenommene Bewertung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung der kartierten Böden, die sogenannte Bonitierung, erfolgte gemäss der entsprechenden Arbeitshilfe (VSVAK, 2004) in zwei Schritten:

1. Schritt

Bestimmung des Bodenprofilwerts Grundlage für die Bestimmung des Bodenprofilwerts sind die Ergebnisse der Bodenkartierung. Gemäss Kartieranleitung (FAL, 1997) wird jeder Bodeneinheit, entsprechend ihrer Eigenschaften, eine Punktzahl auf einer Skala zwischen 0 und dem Maximum 100 zugewiesen. Bewertet wird nicht allein der Oberboden, sondern der gesamte Boden.

Der Bodenprofilwert wird abgeleitet von der pflanzennutzbaren Gründigkeit, das heisst dem für Pflanzen nutzbaren Wurzelraum, gemessen in Zentimeter (Tabelle 2). Von der Gesamtmächtigkeit eines Bodens werden Abzüge vorgenommen für die von Pflanzen nicht nutzbaren Anteile des Bodens. Diese ergeben sich aus einem gestörten Wasser- und Lufthaushalt, erhöhten Skelettgehalten, zu sandigen oder zu tonigen Feinerdekörnungen oder einem ungünstigen Säuregrad.

In Welschenrohr liegt die pflanzennutzbare Gründigkeit bei den meisten Böden im mittleren Bereich. Dementsprechend bewegen sich die daraus abge-

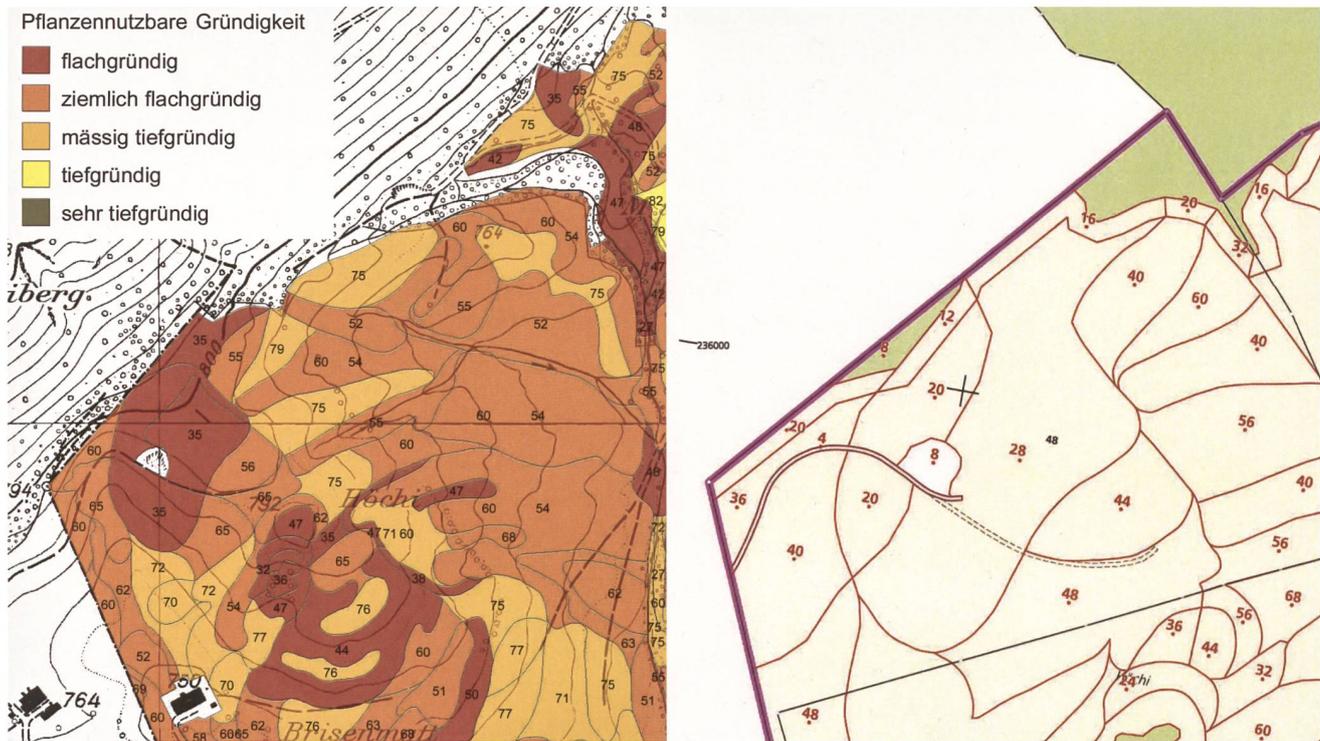


Abbildung 78: Ausschnitte aus der Bodenkarte von Welschenrohr mit den Bodenprofilwerten (links) und der daraus abgeleiteten Bonitierungskarte (rechts). Karte rechts BSB + Partner, 2009

leiteten Bodenprofilwerte grösstenteils zwischen 50 und 70 Punkten. Als Ergebnis dieser Herleitung wurde schliesslich eine detaillierte Karte der Bodenprofilwerte im Massstab 1:5000 erstellt (Abbildung 78).

2. Schritt

Bonitierung Nach der bodenkundlichen Bewertung der Böden erfolgt die Bonitierung. Dabei wird für jede Bewirtschaftungseinheit der Tauschwert, der sogenannte Bonitierungswert, festgelegt. Dieser errechnet sich gemäss Methode (VSVAK, 2004), indem vom Bodenprofilwert Punkte für diejenigen äusseren Faktoren abgezogen werden, die den Tauschwert mindern.

In den projektspezifischen Bonitierungsgrundsätzen wurden diese Faktoren definiert (Hangneigung, kupierte und unförmige Grundstücke, Waldrand, Hecken, Feld- und Ufergehölze) und die Höhe der vorzunehmenden Abzüge bestimmt. Auf dieser Basis wurden für alle Bodeneinheiten die Bonitierungswerte errechnet und auf die nächstliegende Vierer-Zahl gerundet. Die Böden wurden so in 25 «Bonitierungsklassen» zwischen 4 und 100 Punkten eingeteilt, welche die Basis für die räumliche Abgrenzung der sogenannten Bonitierungsabschnitte waren (Flurgenossenschaft Welschenrohr, 2008). Die resultierende Bonitierungskarte (Abbildung 78) diente schliesslich der Neuzuteilung der Parzellen.

5.3.2

Sanierung Entwässerung «Moos» in Aetingen

Die Entwässerung der Limpachebene in der Gemeinde Aetingen (heute Buchegg) erfolgte im Zuge der Güterzusammenlegung in den Jahren 1955 bis 1959. Der damals stark abgesenkte Grundwasserspiegel veränderte die Bodeneigenschaften grundlegend und ermöglichte eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung der zuvor vernässten Böden. Im Gebiet «Moos» in Aetingen traten ab den 1990er-Jahren wieder zunehmend Vernässungen der Böden auf, welche die landwirtschaftliche Nutzung beein-



Abbildung 79: Vernässungen im «Moos» bei Aetingen, Februar 2002.

trächtigten (Abbildung 79). Die Nasstellen führten zu Ertragsausfällen, und die Befahrbarkeit der Böden wurde aufgrund der zunehmenden Verdichtungsempfindlichkeit stark eingeschränkt.

Die Ursache für die zunehmenden Vernässungen waren einerseits Sackungen der entwässerten Böden (Kapitel 4.2.4), andererseits die teilweise nicht mehr funktionierenden Drainagesysteme. Um die vorherige landwirtschaftliche Nutzung wieder zu ermöglichen, wurden die betroffenen Böden erneut entwässert.

Bodenkartierung als Grundlage für das Entwässerungsprojekt

Zur Erarbeitung eines auf die Bodenverhältnisse abgestimmten Entwässerungsprojektes müssen die Bodeneigenschaften bekannt sein. Wichtig ist dabei die Abgrenzung derjenigen Böden, die natürlicherweise gut entwässern, von jenen, die eine eingeschränkte Sickerfähigkeit aufgrund von Stau- oder Grundwassereinfluss zeigen. Dies ist massgebend für die Festlegung der zu drainierenden Bereiche, der zu wählenden Flurabstände und Abstände zwischen den Drainagesträngen.

Aus diesem Grund wurde das durch Vernässungen betroffene Gebiet «Moos» von etwa zehn Hektaren Grösse im Jahr 2002 bodenkundlich kartiert und unter anderem eine Wasserhaushaltskarte der betroffenen Böden erstellt (Abbildung 81).

Die Böden im Gebiet «Moos» in Aetingen sind heterogen; tonige Schichten wechseln sich mit sandigen Horizonten ab. Die stark tonhaltigen Schichten sind für das Sickerwasser oft gering durchlässig oder undurchlässig, oberhalb wird das Wasser gestaut.

Die Wasserdurchlässigkeit der Böden wird durch das schlechte Bodengefüge und die strukturarmen Oberböden zusätzlich eingeschränkt. Auf knapp der Hälfte der kartierten Fläche wurden ab ungefähr 70 Zentimeter Torfrete angetroffen, die noch von der ehemals starken Grundwasserprägung des Gebiets zeugen und denen das Gebiet auch den Flurnamen verdankt. Das Profil 2442-3 (Abbildung 80) weist solche Torfschichten aus, über denen eine tonige Zwischenschicht aus alluvialen Ablagerungen liegt, die das Wasser staut.

Sanierungsprojekt und bodenschonende Massnahmen

Dank der Wasserhaushaltskarte konnten die neuen Drainageleitungen gezielt an den notwendigen und sinnvollen Stellen geplant und erstellt werden (Abbildung 81). Dabei wurden neue Leitungen und Schlitzdrainagen insbesondere in den staunassen Bodeneinheiten knapp oberhalb der stauenden Schichten eingebaut. In den normal durchlässigen Böden hingegen konnte auf neue Drainagen gänzlich verzichtet werden.



Pseudogley aus Alluvium über Torf, Aetingen, Profil 2442-3

Der flachgründige Pseudogley aus alluvialen Ablagerungen weist im Unterboden verschiedene Torfschichten auf. Oberhalb der dunkleren Torfschichten befindet sich ein dichter, stauender Horizont mit einem hohen Tongehalt.

Oberboden: circa 30 Zentimeter mächtig, gepflügt, Lehm, schwach humos, neutral, wechsellasche Zone, teilweise mit Rostflecken.

Unterboden: nicht vorhanden.

Untergrund: alluviales Ausgangsmaterial bis circa 50 Zentimeter, lehmiger Ton,

starke Rostfleckung in grauer Matrix; darunter verschiedene Torfhorizonte mit Humusgehalt über 15 Prozent.

Landwirtschaftliche Nutzung: Die Nutzung ist aufgrund der Staunässe ohne Drainierung eingeschränkt.

Abbildung 80: Bodenprofil im «Moos», Aetingen.

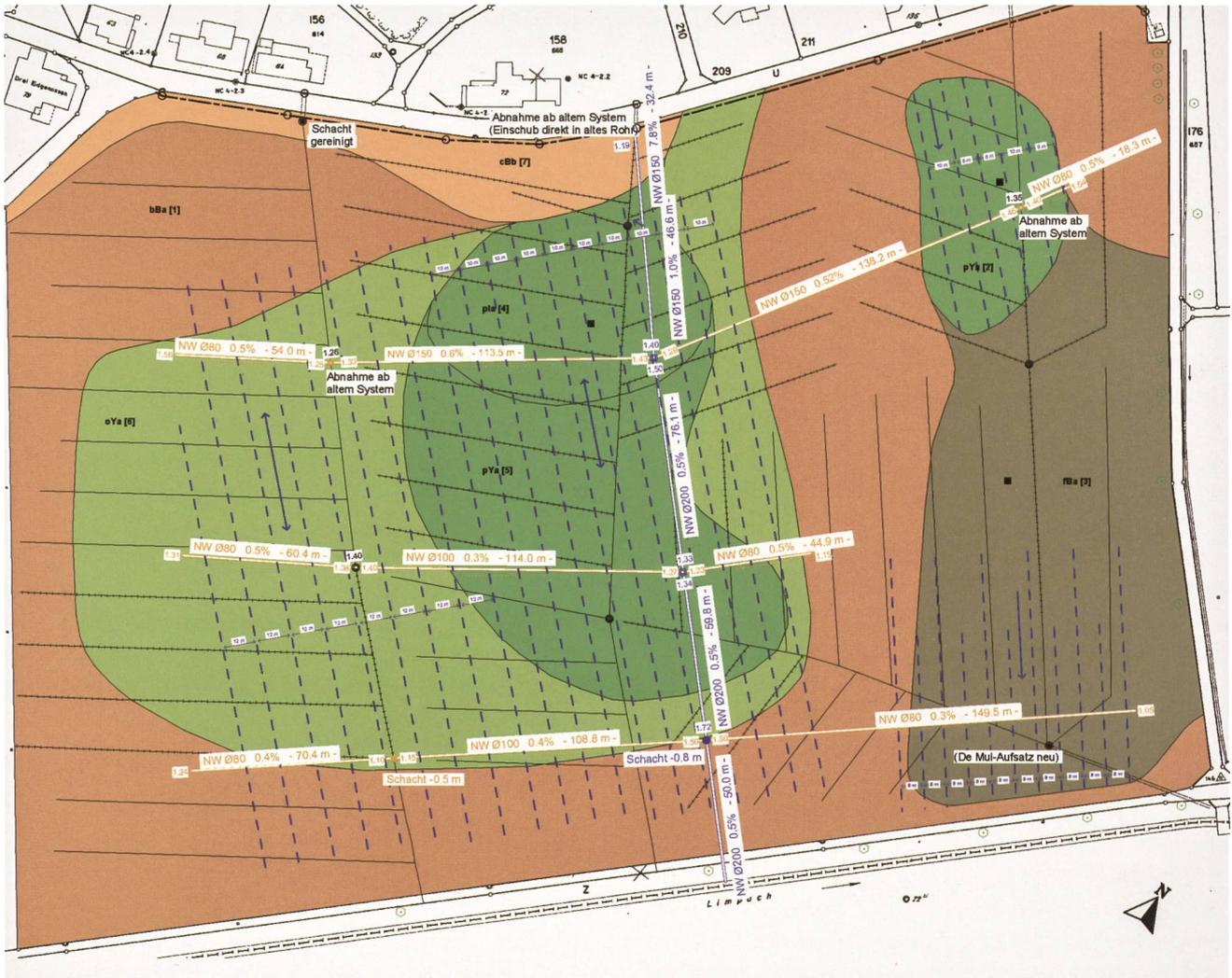


Abbildung 81: Wasserhaushaltkarte mit Ausführungsplan zur Sanierung der Entwässerung im Gebiet «Moos» in Aetingen. Grün: stauwasserbeeinflusste und stauwassergeprägte Böden; braun: normal durchlässige Böden; schwarze Vierecke: Standorte der Bodenprofile; blau gestrichelte Linien: neue Drainageleitungen; beige Linien: neue Sammelleitungen; schwarze Linien: bestehende, funktionierende Drainagen; schwarze, durchgestrichene Linien: nicht mehr funktionstüchtige alte Drainagen. Emch, 2003

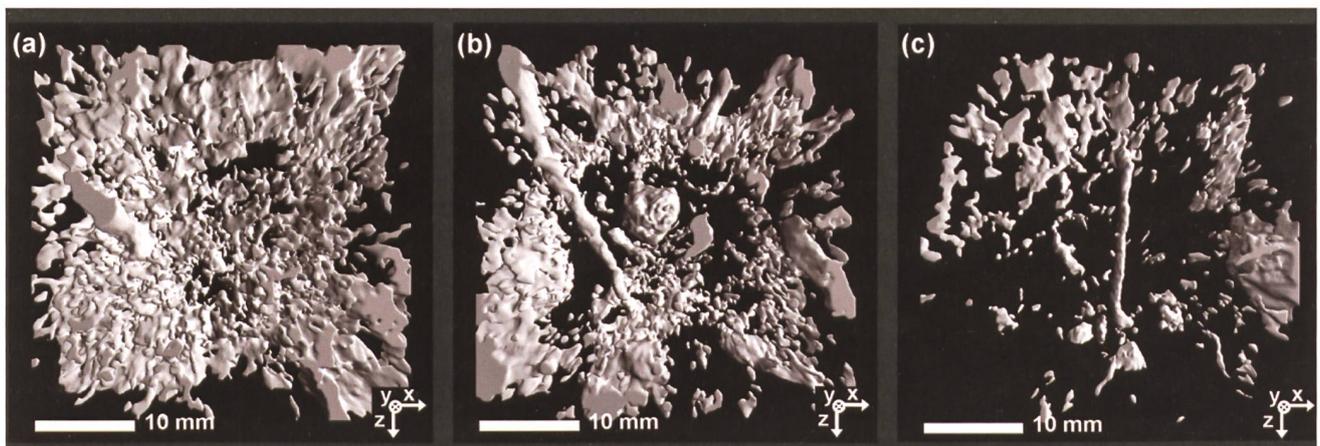


Abbildung 82: Dreidimensionale Computertomografie-Aufnahmen eines ungestörten (a), eines mässig verdichteten (b) und eines stark verdichteten (c) Porensystems. Schäffer, 2007

5.4

Verdichtungsempfindlichkeitskarte

Die Verdichtungsempfindlichkeitskarte ist ein Instrument, das dem vorsorglichen Schutz der Böden dient. Böden werden befahren und bearbeitet, sei es im Rahmen der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung, bei Bauarbeiten oder für Freizeitveranstaltungen und temporäre Parkplätze. Die Verdichtungsempfindlichkeitskarte ist eine wichtige Grundlage, um diese Nutzungen bodenschonend ausführen zu können. Sie ist im Geoportal des Kantons Solothurn zugänglich (www.afu.so.ch/boden > Karte Bodeninformationen).

5.4.1

Entstehung und Folgen von Bodenverdichtungen

Unter Bodenverdichtung wird das Zusammendrücken der luft- und wasserführenden Bodenporen verstanden. Das Porenvolumen und der Anteil grosser Poren werden reduziert, die Porenvernetzung wird gestört (Abbildung 82). Die Bodenstruktur verschlechtert sich. Ursache sind eine übermässige mechanische Bodenbelastung wegen zu grossen Drucks, Schlupf, Verschmierung und Verknetung durch Befahren oder Bearbeiten der Böden bei zu feuchten Bodenbedingungen.

Bodennutzung und Bodenverdichtung stehen in engem Zusammenhang. In der Land- und Forstwirtschaft werden zunehmend schwerere und leistungsstärkere Maschinen eingesetzt (BFS, 2015b). Oft wird dabei nicht oder nur ungenügend auf den Feuchtezustand des Bodens und damit auf dessen Tragfähigkeit Rücksicht genommen. Die auf das Porensystem wirkenden Kräfte nehmen zu und führen in der Folge zu Verdichtungsschäden. Böden werden zudem durch Bauarbeiten und Freizeitveranstaltungen beansprucht. Ohne entsprechende vorsorgliche Massnahmen sind auch hier Verdichtungsschäden die Folge. In verdichteten Böden ist die Wasser- und Luftzirkulation gestört. Die Wasserdurchlässigkeit und das Wasserspeichervermögen sind beeinträchtigt, die Böden können weniger Niederschlag aufnehmen, sind schneller vernässt und trocknen langsamer ab. Das Wasser fliesst oberflächlich ab, womit das Erosionsrisiko und bei Starkniederschlag die Hochwassergefahr zunehmen. Die Durchlüftung des Bodens und damit die Versorgung der Pflanzenwurzeln mit Sauerstoff sind stark reduziert. All dies beeinträchtigt das Pflanzenwachstum und führt zu Ertragseinbussen. Der Lebensraum für Bodenlebewesen und die Bodenlebewesen selber werden geschädigt. Bodenverdichtungen, insbesondere Verdichtungen des Unterbodens, lassen sich nur schwer rückgängig machen.

Die Vermeidung von Verdichtungsschäden durch geeignete, an die verschiedenen Nutzungen angepasste Massnahmen ist daher von grosser Bedeutung.

5.4.2

Herleitung der Verdichtungsempfindlichkeitskarte

Die Entstehung von Bodenverdichtungen hängt neben den Kräften, die auf den Boden wirken, von der Verdichtungsempfindlichkeit des jeweiligen Bodens ab. Diese ist geprägt von der jeweils aktuellen Bodenfeuchtigkeit (je trockener, umso tragfähiger) und von den spezifischen Bodeneigenschaften (vor allem Wasserhaushalt, Körnung und Skelettgehalt).

Sind diese Bodeneigenschaften bekannt, lässt sich die Verdichtungsempfindlichkeit herleiten. Die Daten der Bodenkartierung ermöglichen es, eine detaillierte Verdichtungsempfindlichkeitskarte zu erstellen, die sowohl Fachleuten und Behörden als auch direkten Nutzern aus Land-, Forst- und Bauwirtschaft als Grundlage zur Planung und Umsetzung einer bodenschonenden Nutzung der Böden dient.

Die Karte der Verdichtungsempfindlichkeit wird mit Hilfe eines Entscheidungsbaums (Abbildung 83) hergeleitet. Dieser basiert auf der Methode des Kantons Basel-Landschaft (AUE BL, 1998), angepasst an die Kartiermethodik des Projekts «Bodenkartierung Kanton Solothurn» (Kapitel 2).

Die Herleitung erfolgt für jede kartierte Bodeneinheit individuell. Berechnet wird die Verdichtungsempfindlichkeit der Unterböden, da sich der vorsorgliche Bodenschutz auf die Unterböden konzentriert. Die Karte hat den Massstab 1:5000 und erlaubt damit parzellengenaue Aussagen.

In die Herleitung fliessen folgende prägende Bodeneigenschaften ein:

a) Wasserhaushaltsgruppe Je stärker der Einfluss von Grund-, Hang- oder Stauwasser ist, umso grösser ist die Verdichtungsempfindlichkeit.

b) Bodentyp Organische Böden (Moor und Halbmoor) sind extrem verdichtungsempfindlich, trockene Böden (Rendzina, Regosol und Fluvisol) sind wenig verdichtungsempfindlich oder weisen keinen Unterboden auf.

c) Körnung und Skelettgehalt Böden mit hohem Sand- und Skelettanteil sind wenig, schluffreiche sowie feuchte tonreiche Böden stark verdichtungsempfindlich.

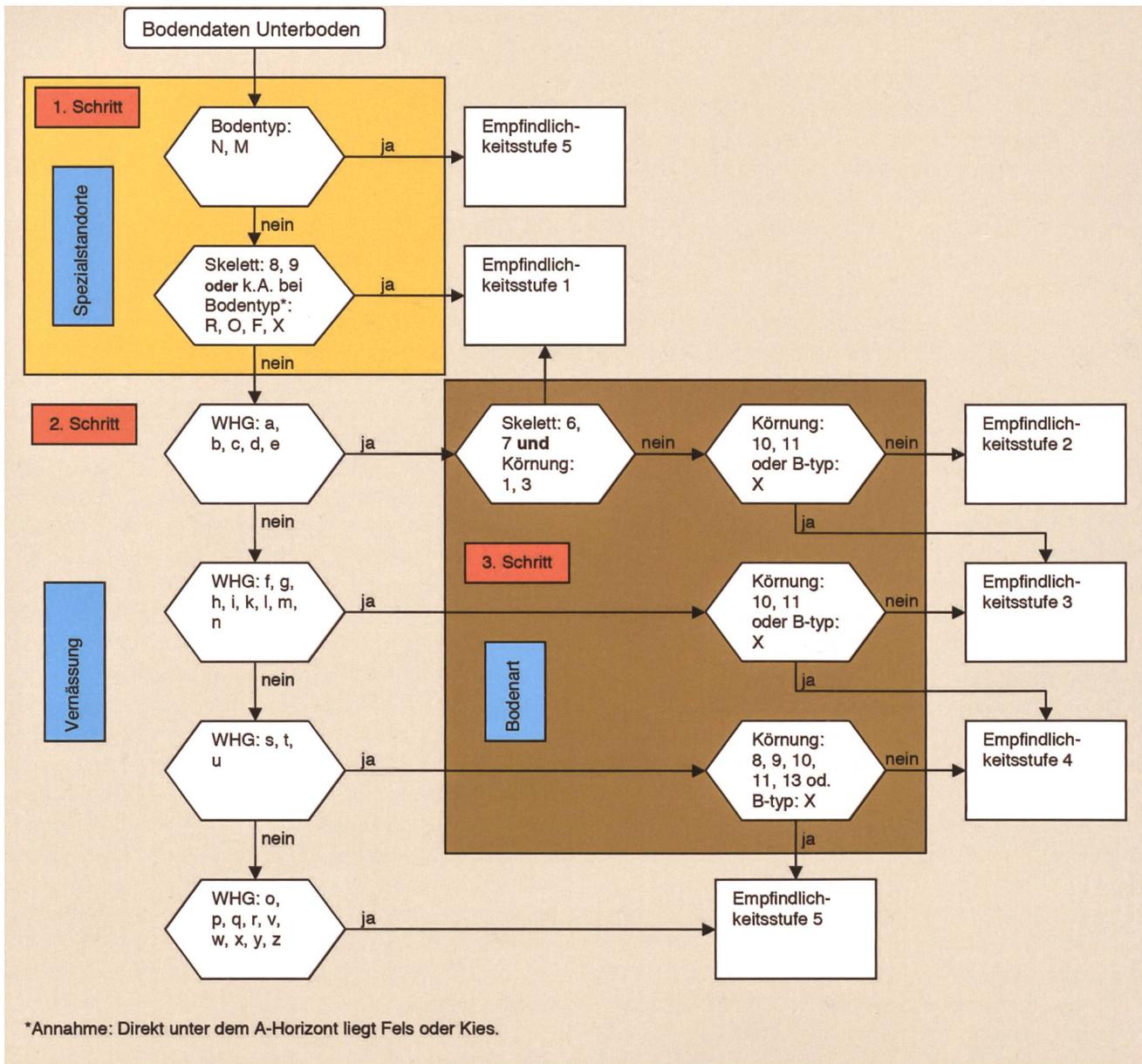
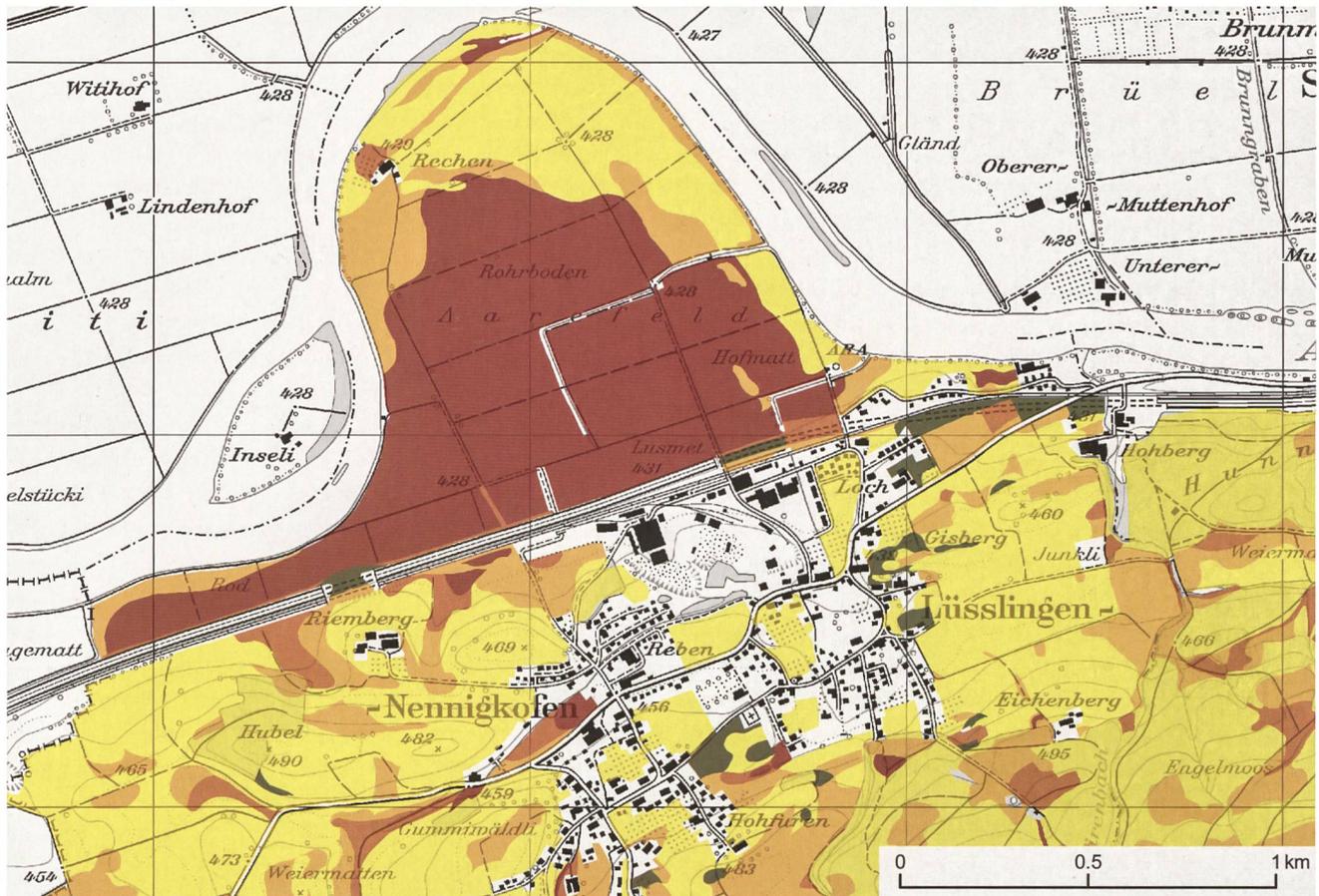


Abbildung 83: Entscheidungsbaum zur Herleitung der Verdichtungsempfindlichkeit. Für jede Bodeneinheit wird die Verdichtungsempfindlichkeit individuell hergeleitet und schliesslich kartografisch dargestellt. Nach AUE BL, 1998, abgeändert

Die fünf Empfindlichkeitsstufen von 1 (wenig empfindlich) bis 5 (extrem empfindlich) sind mit Hinweisen zur Befahrbarkeit und Empfehlungen zur bodenschonenden land- respektive forstwirtschaftlichen Bewirtschaftung ergänzt (Abbildung 84). Die Karte ist auch Grundlage für die bodenschonende Planung von Erdarbeiten auf Baustellen und von Freizeitveranstaltungen, indem besonders empfindliche Böden erkennbar werden.



Verdichtungsempfindlichkeit	Empfehlungen Landwirtschaft	Empfehlungen Waldwirtschaft
 wenig empfindlicher Unterboden	Bearbeitung mit üblicher Sorgfalt	Befahren mit üblicher Sorgfalt
 mässig empfindlicher Unterboden	Bearbeitung mit üblicher Sorgfalt	Befahren mit üblicher Sorgfalt
 empfindlicher Unterboden	nach Abtrocknungsphase gut mechanisch belastbar	nach Abtrocknungsphase gut mechanisch belastbar; weiter Rückegassenabstand empfohlen
 stark empfindlicher Unterboden	erhöhte Sorgfalt beim Befahren und bei Feldarbeiten notwendig; Trockenperioden sind optimal zu nutzen	erhöhte Sorgfalt beim Befahren notwendig; Trockenphasen optimal nutzen; sehr weiter Rückegassenabstand empfohlen
 extrem empfindlicher Unterboden	nur eingeschränkt mechanisch belastbar; längere Trockenperioden abwarten; ergänzende lastreduzierende und lastverteilende Massnahmen ergreifen	nur eingeschränkt mechanisch belastbar; längere Trockenperioden abwarten; ergänzende lastreduzierende und lastverteilende Massnahmen ergreifen; sehr weiter Rückegassenabstand empfohlen

Abbildung 84: Auszug aus der Verdichtungsempfindlichkeitskarte mit Empfehlungen für die schonende Bewirtschaftung der Böden in Land- und Forstwirtschaft.

5.4.3

Einsatz der Verdichtungsempfindlichkeitskarte in der Forstwirtschaft

Physikalischer Bodenschutz im Wald bedeutet, dass bei den Waldarbeiten, insbesondere bei der Holzernnte, keine Schadverdichtungen der Böden verursacht werden. Um dies zu erreichen, ist der Maschineneinsatz konsequent auf Waldstrassen, Maschinenwege und Rückegassen zu beschränken. Die Rückegassen (Feinerschliessung) führen über den Boden, müssen also mit Vorsicht befahren werden (Lüscher et al., 2009).

Die räumlichen Kenntnisse der Verdichtungsempfindlichkeit ermöglicht es den Forstbetrieben und -unternehmern, Überlegungen zum Handlungsspielraum anzustellen und diese in ihre Planung und Arbeitsausführung einzubinden. In der übergeordneten Planung (Betriebsplanung, grobe Erschliessungsplanung) können problematische Gebiete und allfällige Massnahmen (z.B. Ausweichschläge in wenig verdichtungsempfindlichen Gebieten) für die Holzernnte vorgemerkt werden. Die detaillierte Schlag- und Feinerschliessungsplanung kann bodenschonend optimiert werden. Bei verdichtungsempfindlichen Böden kann mit verschiedenen organisatorischen und arbeitstechnischen Massnahmen reagiert werden:

- zeitliche Flexibilität bezüglich Ausführungszeitpunkt schaffen (abwarten von günstigen Boden- und Witterungsbedingungen)
- Planung der Feinerschliessung und ausschliessliches Befahren der Rückegassen
- Festlegen von Transportgrenzen so, dass verdichtungsempfindliche Flächen nicht überfahren werden
- Anordnung von Lagerplätzen so, dass beim An- und Abtransport des Holzes keine verdichtungsempfindlichen Flächen befahren werden
- alte Rückegassen meiden, die durch verdichtungsempfindliche Zonen führen
- Wahl eines teilmechanisierten Verfahrens anstelle der vollmechanisierten Holzernnte zum Umgehen der stark verdichtungsgefährdeten Böden: Fällen mit Motorsäge Richtung Seilzug, Herausziehen der Bäume mit Seilzug, Aufrüsten ausserhalb des problematischen Gebietes mit Prozessor
- arbeitstechnische Möglichkeiten ausnutzen: lastverteilende Massnahmen ergreifen (z. B. Reisigmatten auslegen oder Bogiebänder montieren), Kontaktflächendruck verringern (z.B. niedrigerer Reifenfülldruck und geringeres Gesamtgewicht) und andere Massnahmen

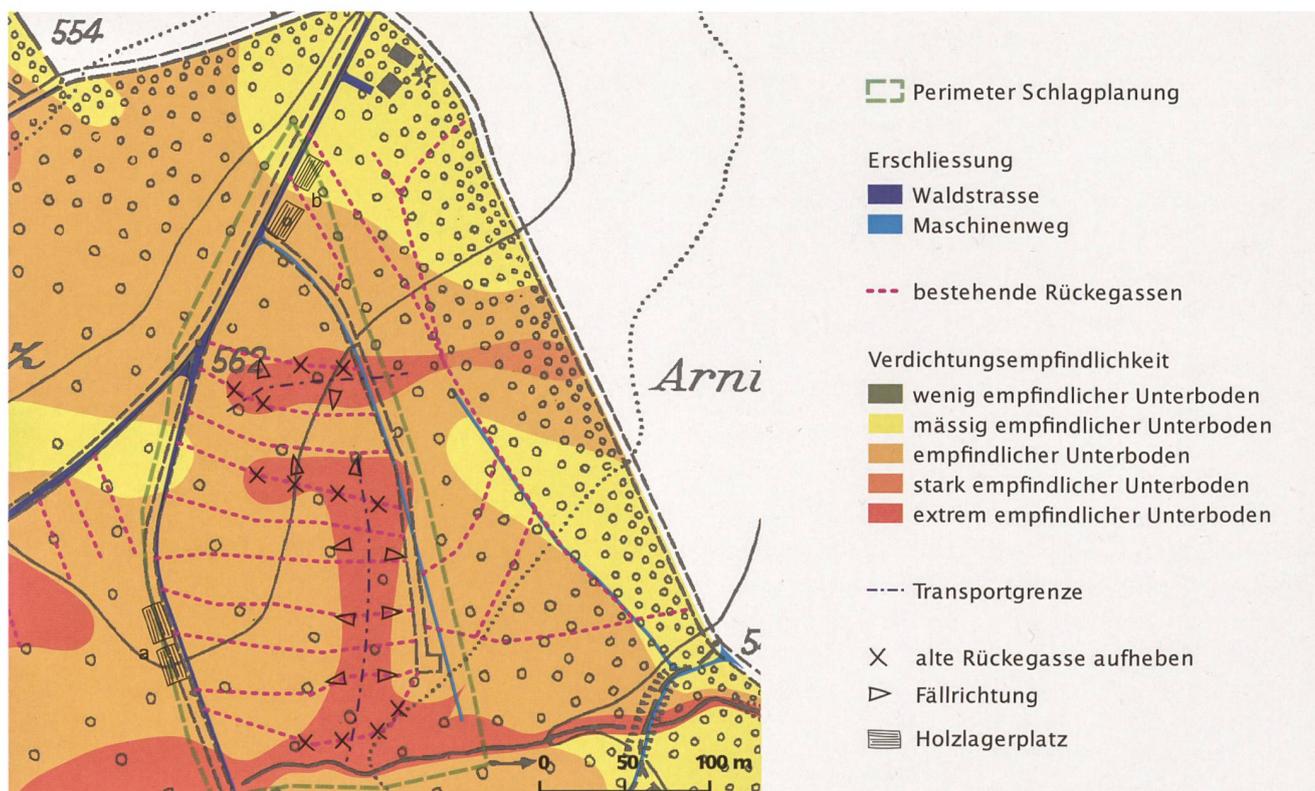


Abbildung 85: Die Überlagerung der Verdichtungsempfindlichkeitskarte mit dem Weg- und Feinerschliessungsnetz zeigt den Optimierungsbedarf der bestehenden, alten Feinerschliessung im Bereich der stark empfindlichen Böden. Dies ermöglicht, angepasste bodenschonende Massnahmen lagegenau in der Schlagplanung zu berücksichtigen.

In einem Geografischen Informationssystem können die Verdichtungsempfindlichkeitskarte, die weiteren forstlichen Grundlagedaten wie die Bestandeskarten, das Strassennetz und, wenn vorhanden, das Feinerschliessungsnetz gemeinsam dargestellt werden. Die konkreten bodenschonenden Massnahmen können auf diesem Plan lagegenau festgelegt und in die Schlagplanung integriert werden (Abbildung 85).

Die Tragfähigkeit eines Bodens zu einem bestimmten Zeitpunkt ist neben seiner Verdichtungsempfindlichkeit vor allem vom aktuellen Feuchtezustand des Bodens abhängig. Die aktuelle Bodenfeuchte respektive die Saugspannung muss vor der Durchführung von Waldarbeiten ebenfalls berücksichtigt werden. Das Bodenmessnetz Nordwestschweiz misst an zwölf Standorten im Kanton Solothurn, davon vier im Wald, laufend die Saugspannung der Böden und den Niederschlag. Das Messnetz informiert über die aktuellen Bodenfeuchte-Verhältnisse und gibt entsprechende Empfehlungen zur Befahrbarkeit der Böden. Die Informationen sind unter www.bodenmessnetz.ch verfügbar.

5.5

Bodendaten in der Planung und Ausführung von Bauvorhaben

Bei Bauvorhaben werden Böden zwangsläufig beansprucht: Zum einen werden auf ihnen temporär Baustelleninstallationen und Depots eingerichtet. Zum anderen werden Böden temporär oder permanent abgetragen. Die betroffenen Böden müssen gemäss den gesetzlichen Bestimmungen vorsorglich behandelt werden, sodass sie keine bleibenden Schäden erleiden. Weiter darf ausgehobener Boden nicht entsorgt, sondern muss wieder als Boden eingesetzt werden. Der Bodenabtrag hat also sorgfältig zu erfolgen, damit die Bodenfruchtbarkeit nicht beeinträchtigt wird.

Bauherrschaften von grösseren Bauvorhaben sind deswegen verpflichtet, eine sogenannte Bodenkundliche Baubegleitung (BBB) beizuziehen, welche die Bauherrschaft und die Bauunternehmungen fachlich berät und die korrekte Ausführung auf der Baustelle kontrolliert. Die Planungsphase ist für die Sicherstellung des korrekten Umgangs mit den Böden entscheidend. Massnahmen für den Umgang mit den beanspruchten Böden sowie für die Weiterverwertung des abgetragenen Bodens sind in einem Bodenschutzkonzept festzuhalten. Zentral sind dabei folgende Themen:

- a) die Verdichtungsempfindlichkeit aller durch das Bauvorhaben betroffenen Böden,
- b) die Abtragsmächtigkeiten und die daraus resultie-

renden Kubaturen an anfallendem Bodenmaterial und c) die standortgerechte Wiederverwertung.

Als Grundlage für die Erarbeitung projektspezifischer Massnahmen für die bodenrelevanten Arbeiten müssen die Bodeneigenschaften bekannt sein. Hier kann auf die Daten der Bodenkartierung Kanton Solothurn zurückgegriffen werden. Wo diese fehlen, werden die Böden durch die BBB kartiert.

Der Einsatz von Bodendaten in der Bauplanung und -ausführung als Basis des baulichen Bodenschutzes wird anhand des nachfolgenden Beispiels erläutert.

5.5.1

Eppenbergtunnel und Vierspurausbau SBB-Linie zwischen Olten und Aarau

Zwischen Däniken und Wöschnau besteht ein Engpass im Schienennetz der SBB. Mit dem Neubau des Eppenbergtunnels und dem Ausbau auf vier Spuren soll dieser Engpass behoben und eine Leistungssteigerung der Bahnverbindung zwischen der Ost- und der Westschweiz ermöglicht werden. Nach der Sicherstellung der Finanzierung durch das Bundesparlament 2009 folgte die Bauprojektplanung. 2014 konnte mit den Bauarbeiten begonnen werden, die voraussichtlich bis 2020 dauern werden.

Vom Ausbau der Bahnstrecke sind etwa 27 Hektaren Boden betroffen. Etwa 5,5 Hektaren Boden werden vollständig und dauerhaft abgetragen. 21,5 Hektaren Boden werden vorübergehend beansprucht und dabei zu einem bedeutenden Teil temporär abgetragen und anschliessend wieder rekultiviert.

Die Landwirtschafts- und Waldböden innerhalb des Projektperimeters wurden im Rahmen der Bodenkartierung Kanton Solothurn zwischen 2009 und 2012 kartiert. Einzig kleinere Flächen, vor allem innerhalb von Bauzonen, mussten zusätzlich im Zusammenhang mit der Erstellung des Bodenschutzkonzepts durch die BBB kartiert werden (CSD Ingenieure AG, 2014).

Danach lagen für alle vom Bau tangierten Flächen einheitliche Bodenkarten vor, das heisst für Flächen mit dauerhaftem Bodenverlust, insbesondere im späteren Spurbereich, wie auch für Flächen mit temporärer Beanspruchung, beispielsweise im Bereich von Baupisten, Installationsplätzen oder Depotflächen. Diese Bodeninformationen wurden schliesslich für folgende Fragestellungen verarbeitet und in einer Bodenschutzkarte (Abbildung 86) visualisiert:

a) Bodentypen und Bodeneigenschaften Die Böden im Projektperimeter weisen eine grosse Vielfalt auf. Nebst vielen anthropogenen Böden, beispielsweise im Bereich der Bahndämme, finden sich innerhalb des Projektperimeters die Bodentypen Fluvisol,

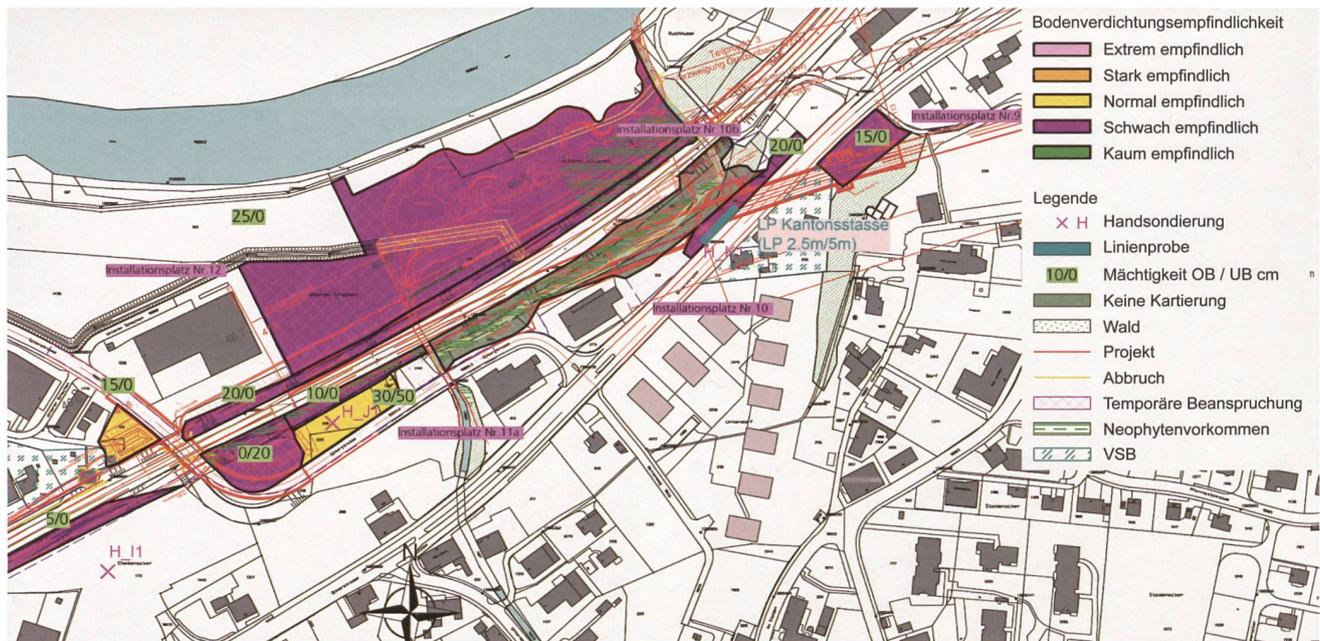


Abbildung 86: Ausschnitt aus der Bodenschutzkarte Eppenbergtunnel (SBB), mit den Angaben zu Verdichtungsempfindlichkeit und Bodenabtragsmächtigkeiten, im Raum Gretzenbach. CSD Ingenieure AG, 2014

Braun- und Parabraunerde sowie Rendzina. Fluvisole finden sich in der Aareebene, die angrenzenden Schotterterrassen sind von tiefgründigen Braunerden und Parabraunerden mit mächtigen Unterböden überdeckt. Bei den Böden an den steilen Hängen des Eppenbergs handelt es sich um geringmächtige Rendzinen.

b) Verdichtungsempfindlichkeit Die bei der Kartierung erfassten Bodeneigenschaften Feinerdekorung, Humus- und Skelettgehalt sowie Wasserhaushalt bestimmen die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens (Kapitel 5.4). Diese hat Auswirkungen auf die Massnahmen zur bodenschonenden Ausführung der Erdarbeiten. Für die besonders empfindlichen Böden gelten strengere Vorschriften betreffend Abtrocknungszustand und Befahrbarkeit. Die Böden innerhalb des Bauprojekts sind mehrheitlich schwach bis normal empfindlich. An einigen Stellen sind die Böden aufgrund des hohen Tongehalts und/oder des hohen Grundwasserstands stark oder extrem empfindlich. In diesen Bereichen können die Erdarbeiten erst nach längeren Trockenphasen und allenfalls nur mit stark reduziertem Maschinengewicht durchgeführt werden. Auch die zulässige Schütthöhe von Bodendepots richtet sich nach der Verdichtungsempfindlichkeit.

c) Bodenabtragsmächtigkeiten, Flächen- und Massenbilanzen Als Folge der Pflicht zur vollumfänglichen Wiederverwertung des im Projekt abgetragenen Bodens müssen die Abtragsmächtigkeiten von Ober- und Unterboden bereits während der Planungsphase bekannt sein. Die BBB kann mit Hilfe der Bodendaten für jede Bodeneinheit die Mächtigkeit des Ober- und

Unterbodens bestimmen und so die notwendigen Berechnungen durchführen. Im vorliegenden Bauprojekt werden gesamthaft 130 000 Kubikmeter Boden abgetragen und zwischengelagert.

d) Bodenrekultivierungsziele Etwa 90 Prozent des abgetragenen Bodens werden nach Abschluss der Bautätigkeiten vor Ort zur Rekultivierung der ursprünglichen Böden verwendet. Dabei muss wieder der Ausgangszustand, das heisst die ursprüngliche Bodenmächtigkeit und -qualität, erreicht werden. Die so erstellte Bodenschutzkarte bildete eine zentrale Arbeitsgrundlage für die Bauleitung und die BBB bei der bodenschonenden Ausgestaltung der Erdarbeiten dieser Grossbaustelle.

Ausblick

Fast ein Drittel der Solothurner Böden wurde bis Ende 2015 kartiert. Noch ausstehend sind der westlichste Teil des Bucheggbergs, der Bezirk Lebern, ein Grossteil der Bezirke Thal, Dorneck und Thierstein sowie die Jura-Regionen vom Gäu/Untergäu und vom Niederamt. Die Böden innerhalb des Juras werden voraussichtlich in einem kleineren Massstab und mit einer dem Massstab angepassten Methode kartiert. Hierzu sollen auch allfällige nutzbare neue Erkenntnisse aus den laufenden Entwicklungen in den Bereichen der Fernerkundung und der Modellierung von Bodeneigenschaften genutzt werden.

Die Bodenkartierung, wie sie im Projekt «Bodenkartierung Kanton Solothurn» durchgeführt wird, benutzt die immer umfangreicheren digitalen Grundlagendaten und basiert auf Expertenwissen sowie auf aufwendiger Feldarbeit. Diese Feldarbeit ist notwendig, damit der benötigte Umfang an Bodendaten aus verschiedenen Bodentiefen und im erforderlichen parzellenscharfen Massstab aufgenommen werden kann. Denn trotz vielversprechender Ansätze und Entwicklungen im Bereich der digitalen Bodenkartierung ist die Feldarbeit nicht wegzudenken. Die zunehmenden Möglichkeiten der Modellierung von Bodeneigenschaften erlauben es, die erfassten Bodendaten vielfältig auszuwerten.

Die Bodendaten sind ein wertvolles Gut. Einmal aufgenommen, sind sie während Generationen nutzbar und behalten ihre Gültigkeit, sofern der Mensch die Böden nicht verändert. Der Druck auf die Böden wächst aber zusehends und die Ansprüche sind vielfältig. Entsprechend wichtig ist ein entschiedener Schutz dieser nicht vermehrbaren Lebensgrundlage sowohl im qualitativen als auch im quantitativen Bereich, damit diese begrenzte Ressource für kommende Generationen erhalten werden kann. Eine der Grundvoraussetzungen dafür sind die genauen Kenntnisse der Böden und deren Eigenschaften.

Immer mehr Personen aus verschiedenen Fachgebieten, auch aus der Politik, haben in den letzten Jahren erkannt, dass Informationen über die Eigenschaften und Verbreitung unserer Böden für viele drängende Fragen notwendig sind. Entsprechend ist auch die Nachfrage nach Daten aus der Bodenkartierung laufend angestiegen.

Die Bedeutung und Wichtigkeit der Bodenkartierung im Kanton Solothurn hat in den Jahren ihres Bestehens stetig zugenommen und wird aufgrund der aktuellen Entwicklung weiter wachsen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, das Projekt fortzuführen, um innert nützlicher Frist die Bodeneigenschaften im gesamten Kantonsgebiet zu kennen.

Dank

Das Projekt Bodenkartierung Kanton Solothurn ist massgeblich durch das Engagement von Franz Borer entstanden. Der Dank gebührt ebenfalls Claude Lüscher, der das Projekt seit Beginn begleitet hat.

Wir danken folgenden Bodenkundlerinnen und Bodenkundlern, die an der Aufnahme der Bodendaten im Feld beteiligt waren und sind: Karin Baumgartner, Ueli Busin, Elisabeth Danner, Thomas Gasche, Urs Geyer, Markus Günter, Svatja Herot, Geri Kaufmann, Marianne Knecht, Peter Lüscher, Michael Margreth, Albert Pazeller, Hans Pfister, Jiri Presler, Ueli Reinmann, Werner Rohr, Andreas Ruef, Markus Rüttimann, Anina Schmidhauser, Simon Tutsch, Stephan Vavruch, Jiri Videtic, Markus Vogt, Urs Vökt, Brächt Wasser, Michael Wernli, Martin Zürrer.

Ausserdem möchten wir den ehemaligen Mitarbeitern der Fachstelle Bodenschutz Lorenz Ramseier und Norbert Emch danken, die am Projekt beteiligt waren.

Für die Erstellung des Berichtes geht unser herzlicher Dank an Beatrice Nünlist für die Gestaltung der Grafiken und die unkomplizierte und sehr angenehme Zusammenarbeit. Des Weiteren möchten wir uns bei Susanne Wegmann für das Lektorat bedanken. Ausserdem gebührt unser Dank Doris Vath für die Unterstützung im GIS-Bereich, Yvonne Kaufmann für die hilfreichen geologischen Diskussionen, Bertram Baumgarten für die Bearbeitung der Profildaten, Isabelle Rössli für das Zusammenstellen von Hintergrundmaterial, Othmar Wey für die Informationen zu den archäologischen Grabungen und Corinne Vez für das Bereitstellen der FFF-Daten.

Herzlicher Dank auch für den wertvollen Input der Reviewer dieses Berichtes.

Bildnachweis

Falls keine Angaben vorhanden, so liegen die Bildrechte beim Amt für Umwelt, Kanton Solothurn.

Abbildung 1

Fotos spaltenweise von oben nach unten:

Natürliche Funktionen:

1) L. Pfiffner, Forschungsanstalt für biologischen Landbau, Frick

2) Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2015

Nutzungsfunktionen:

2) Backstein.com – Bietet Bauherren, Architekten und Investoren das passende Fundament, Bonn. www.backstein.com/de/bauherren/baustoff-mit-vielfalt/5_19.html, Stand 30. Oktober 2015

Archivfunktionen:

1) O. Wey, Institut für Archäologische Wissenschaften Uni Bern

Abbildungen 5, 6

Meteotest 2016

Abbildung 8

Fotos von links oben nach rechts unten:

1) Jeffrey et al., 2010, S. 92, Bild: K. Wolowski

2) Jeffrey et al., 2010, S. 91, Bild: K. Ritz

3) Jeffrey et al., 2010, S. 97, Bild: S. Edwards

4, 5) Prof. Edward Mitchell, Laboratory of Soil Biology, Université de Neuchâtel

6) Jeffrey et al., 2010, S. 98, Bild: W. Foissner

7) Jeffrey et al., 2010, S. 106, Bild: D. Walter

8) Meckes & Ottawa, 2010, eye of science

9) Jeffrey et al., 2010, S. 102, Bild: M. Rutgers

10) Jeffrey et al., 2010, S. 115, Bild: J. Mourek

11) Jeffrey et al., 2010, S. 110, Bild: D. Walter

12) Jeffrey et al., 2010, S. 109, Bild: J. Römbke

Abbildungen 12, 13, 32, 67

T. Gasche, Gasche-Bodengutachten GmbH, Basel

Abbildung 18

Fotos: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Birmensdorf

Abbildung 22

Von links oben nach rechts unten:

1, 2) M. Knecht, Ambio GmbH, Zürich

3, 5) T. Gasche, Gasche-Bodengutachten GmbH, Basel

4) A. Schmidhauser, Gasche-Bodengutachten GmbH, Thun

Abbildungen 27, 34, 42, 46, 51, 57, 63, 68, 71

Handzeichnungen von A. Schmidhauser, Gasche-Bodengutachten GmbH, Thun

Abbildung 35, 36

Archive der Abt. Strukturverbesserungen und Produktion des LANAT, Kanton Bern

Abbildung 79

N. Emch, Büro für Boden und Landschaft, Solothurn

Literatur

- Ad-hoc-Arbeitsgruppe Boden, 2005. Bodenkundliche Kartieranleitung. KA5, 5. Auflage. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 438 S.
- AfU, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, 2016. Bodenbelastungsgebiete. www.so.ch/verwaltung/bau-und-justizdepartement/amt-fuer-umwelt/boden-und-grund-geologie/bodenschutz/bodenbelastungsgebiete/, Stand 12. Juli 2016.
- AfU, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, 2015. Nitratprojekt Gäu – Sauberes Trinkwasser für die Region. Solothurn. 16 S.
- AfU, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, Fachstelle Bodenschutz, 2014. Projekthandbuch Bodenkartierung Kanton Solothurn, 6. Ausgabe, Stand Mai 2014.
- AfU, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, 2010. Grundwasser im Wasseramt, unerschöpfliche Reserve? Solothurn. 16 S.
- AfU, Amt für Umwelt Kanton Solothurn, 2006. Konzept Bodenkartierung Kanton Solothurn 2005. Interner Bericht. Solothurn. 31 S.
- AfU, Amt für Umweltschutz Kanton Solothurn, 1995. Bodenkartierung Kanton Solothurn – Konzept. AfU-Berichte, Nr. 23. 35 S.
- ALW, Amt für Landwirtschaft, Kanton Solothurn, 2015. Tabelle Flächenstatistik.
- Antenen M., Kellerhals P., Tröhler B., Schürch R., 2004. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1126 Büren a. A. (Karte 109). Bundesamt für Wasser und Geologie, Bern.
- ARE, Bundesamt für Raumentwicklung, 2015a. Fruchtfolgeflächen. www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/grundlagen-und-daten/fakten-und-zahlen/fruchtfolgefleachen.html, Stand 7. März 2017.
- ARE, Bundesamt für Raumentwicklung, 2015b. Sachplan Fruchtfolgeflächen. www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/konzepte-und-sachplaene/sachplaenedes-bundes/sachplan-fruchtfolgefleachen-sp-fff.html, Stand 25. November 2015.
- ARE, Bundesamt für Raumentwicklung, 2006. Sachplan Fruchtfolgeflächen (FFF). Vollzugshilfe. Bern. 19 S.
- AUE BL, Amt für Umwelt und Energie Kanton Basel-Landschaft, 1998. Empfindlichkeit der Basaltbieter Böden gegenüber mechanischen Belastungen. Bau- und Umweltschutzdirektion BL, Liestal. 44 S.
- Baumberger E., 1919. Zur Geologie von Leuzigen. Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahrgang 64, 50–64.
- BFS, Bundesamt für Statistik, 2015a. Raum und Umwelt 02. Die Bodennutzung der Schweiz. Auswertungen und Analysen. Neuchâtel. 59 S.
- BFS, Bundesamt für Statistik, 2015b. Land- und Forstwirtschaft 07. Schweizer Landwirtschaft. Taschenstatistik 2015. Neuchâtel. 35 S.
- BFS, Bundesamt für Statistik, 2014. Arealstatistik Standard. Entwicklung der Bodennutzung und Bodenbedeckung – Daten. Schweiz: Arealstatistik 1979/85, 1992/97 und 2004/09. www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/bodennutzung-bedeckung.html, Stand 24. November 2016.
- BGS, Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 2014. Bodenkartierung Schweiz. Entwicklung und Ausblick. Arbeitsgruppe Bodenkartierung der BGS. 92 S.
- BGS, Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, 2010. Klassifikation der Böden der Schweiz. Bearbeitet durch die Arbeitsgruppe Klassifikation und Nomenklatur. Dritte korrigierte Auflage 2008. Luzern. 86 S.
- Bini A., Buoncristiani J.-F., Couterrand S., Ellwanger D., Felber M., Florineth D., Graf H. R., Keller O., Kelly M., Schlüchter C., Schoeneich P., 2009. Die Schweiz während des letzteiszeitlichen Maximums (LGM). Bundesamt für Landestopographie, Swisstopo, Wabern.
- Bitterli T., Jordi H. A., Gerber M. E., Gnägi C., Graf H. R., 2011. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1108 Murgenthal (Karte 113), Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie Swisstopo, Wabern.
- Blaser P., Walthert L., Graf Pannatier E., 2008. The sensitivity of Swiss forest soils to acidification and the risk of aluminium toxicity. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 2008, 171, 605–612.
- Blume H.-P., Brümmer G. W., Horn R., Kandeler E., Kögel-Knabner I., Kretschmar R., Stahr K., Wilke B.-M., 2010. Scheffer/Schachtschabel: Lehrbuch der Bodenkunde. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 16. Auflage. 569 S.
- BSB + Partner, 2009. Güterregulierung Welschenrohr – Bonitierung. Objektnummer 23852. Biberist.
- Bürgi M., Straub A., Gimmi U., Salzmann D., 2010. The recent landscape history of Limpach valley, Switzerland: considering three empirical hypotheses on driving forces of landscape change. *Landscape Ecology* 25, 287–297.
- BUWAL, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 1996. Handbuch Waldbodenkartierung. Bern. 125 S.
- Cohen K. M., Finney S. C., Gibbard P. L., Fan J.-X., 2013. The ICS International Chronostratigraphic Chart. *Episodes* 36, 199–204.

- CSD Ingenieure AG, 2014. ZEB, Olten – Aarau, Integrale 4-Spur (Eppenbergtunnel) – Bodenschutzkonzept zum Ausführungsprojekt. 11. März 2014. Liebefeld.
- e-HLS, Historisches Lexikon der Schweiz, 2016. www.hls-dhs-dss.ch/d/home, Stand 29. Juni 2016.
- EJPD, Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement, Bundesamt für Raumplanung, 1992. Sachplan Fruchtfolgeflächen FFF. Festsetzung des Mindestumfangs der Fruchtfolgeflächen und deren Aufteilung auf die Kantone. Bern. 223 S.
- Emch N., 2003. Sanierung Entwässerung Moos, Aetingen. Büro für Boden und Landschaft, Ausführungsplan 1:1000. Juni 2003. Solothurn.
- FAL, Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, 1997. Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. Schriftenreihe Nr. 24. Reckenholz, Zürich.
- Flückiger R., Rüschi J., Sturmy W., Vökt U., 2003. Bodenkunde, 4. Auflage. LmZ, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, Zollikofen.
- Flurgenossenschaft Welschenrohr, 2008. Bonitierungsgrundsätze – Öffentliche Auflage vom 27. Juni bis 11. Juli 2008.
- Gnägi C., Labhart T. P., 2015. Geologie der Schweiz. Hep Verlag, Bern. 208 S.
- Hafner, A., 2015. Beyond lake settlements: Studying Neolithic environmental changes and human impact at small lakes in Switzerland, Germany and Austria. Institut für Archäologische Wissenschaften Universität Bern. p3.snf.ch/Project-152862, Stand 17. Dezember 2015.
- Jeffrey S., Gardi C., Jones A., Montanarella L., Marmo L., Miko L., Ritz K., Peres G., Römbke J., van der Putten W. H., 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Jenny H., 1941. Factors of Soil Formation, McGraw-Hill, New York.
- Jordan P., Eberhard M., Graf H. R., Diebold P., Jost J., Schürch R., 2011a. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1089 Aarau (Karte 135). Bundesamt für Landestopographie Swisstopo, Wabern.
- Jordan P., Graf H. R., Eberhard M., Jost J., Kälin D., Bitterli-Dreher P. H., 2011b. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1089 Aarau (Karte 135), Erläuterungen. Bundesamt für Landestopographie Swisstopo, Wabern. 156 S.
- Kellerhals P., Tröhler B., 1981. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1146 Lyss (Karte 76). Schweizerische Geologische Kommission, Bern.
- Klaus G., 2011. Heinzelmännchen unter unseren Füßen. Bundesamt für Umwelt. Umwelt 04/2011, 21–23.
- Landwirtschafts-Departement des Kantons Solothurn, 1987. Inventar Fruchtfolgeflächen, Stand 31. Mai 1987. Solothurn. 4 Kartenblätter.
- Ledermann H., 1977. Geologischer Atlas der Schweiz, 1:25000, Blatt 1127 Solothurn (Karte 72). Schweizerische geologische Kommission, Bern.
- Leifeld J., Müller M., Fuhrer J., 2011. Peatland subsidence and carbon loss from drained temperate fens. Soil Use and Management, 27, 170–176.
- Lüscher P., Frutig F., Sciacca S., Spjevak S., Thees O., 2009. Physikalischer Bodenschutz im Wald, Merkblatt für die Praxis 45. Eidg. Forschungsanstalt WSL. 12 S.
- Meteotest, 2016. Klima Kanton Solothurn. Datengrundlage Meteoschweiz. Meteotest, Bern.
- Mosimann T., 2015. Erdreich. Eine Reise durch die Böden des Kantons Basel-Landschaft und seiner Nachbargebiete. Verlag des Kantons Basel-Landschaft, Liestal.
- Müller W. H., Huber M., Isler A., Kleboth P., 1984. Erläuterungen zu der Geologische Karte der zentralen Nordwestschweiz mit angrenzenden Gebieten von Baden-Württemberg, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAG-RA) und Schweizerische Geologische Kommission.
- NABODAT, Verbund NABODAT, 2016. Nationales Bodeninformationssystem – Bodeninventar/Agroscope. www.nabodat.ch/index.php/de/, Stand 12. Juli 2016.
- Schäffer B., 2007. Compaction of Restored Soil by Heavy Agricultural Machinery. Diss. ETH No. 17273. Zürich.
- Schmidt C., 1917. Erläuterungen zur Karte der Fundorte von mineralischen Rohstoffen in der Schweiz, 1:500000. Geotechnische Kommission der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Basel.
- Veit H., Gnägi C., 2014. Die Böden des Berner Mittellandes. Braunerden und Parabraunerden im Spiegel der eiszeitlichen Landschaftsentwicklung. In: Bäschlin E., Mayer H., Hasler M.: Bern. Stadt und Region. Die Entwicklung im Spiegel der Forschung. Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern, Vol. 64, 267–292.
- Vez C., 2015. Umsetzung des Sachplans Fruchtfolgeflächen (FFF) im Kanton Solothurn – Eine GIS-gestützte Neuberechnung. Masterarbeit. Departement Umweltwissenschaften, Universität Basel. 106 S.
- VSVAK, Schweizerische Vereinigung für Strukturverbesserungen und Agrarkredite, BLW, Bundesamt für Landwirtschaft, 2004. Grundlagen zur Bewertung von Kulturland und naturnahen Flächen bei Landumlegungen. Bern.

- Wegmüller S., 1966. Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des südwestlichen Juras. Inauguraldissertation der philosophisch-naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bern.
- Wey O., 2015. Institut für archäologische Wissenschaften, Universität Bern. Mündliche Mitteilung.
- Wiesli U., 1969. Geographie des Kantons Solothurn. Kantonaler Lehrmittelverlag Solothurn. 656 S.
- Zeh M., 2007. Wie geht es dem Burgäschisee heute? 30 Jahre Tiefenwasser-Ableitung. Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft, Gewässer- und Bodenschutzlabor, Bern. 18 S.

Glossar

Alluvionen, alluvial	Sedimente von wechselnder Körnung, die durch fliessendes Wasser entlang von Bach-, Fluss- und Seeufern abgelagert wurden.
Bodenaggregat	Bereich des Bodens, der einen gegenüber der Umgebung separaten Körper bildet und aus einer Vielzahl mineralischer Bestandteile, lebender und abgestorbener organischer Substanz sowie Hohlräume besteht. Der Zusammenhalt innerhalb der Aggregate kann über chemische Brücken, Kittsubstanzen oder über biogene Substanzen wie beispielsweise Pilzhyphen oder Kombinationen davon erfolgen.
Bodengefüge	Art der räumlichen Anordnung der festen Bodenbestandteile und der Hohlräume in einem Bodenbereich.
Bohnerz	Erbsen- bis bohngrosse Goethit- und/oder Hämatitanreicherungen, die mehr oder weniger stark mit Kaolin durchsetzt sind. Sie enthalten ungefähr 40 Prozent Eisen und sind meist im Boluston eingebettet. Bis ins 19. Jahrhundert wurde Bohnerz zur Eisengewinnung genutzt.
Boluston	Bolustone bestehen in reiner Form aus dem Tonmineral Kaolinit. Er bildete sich im feuchtwarmen Klima des Eozäns durch Auslaugung von Tonmineralien der mergeligen Zwischenschichten der Jurakalke. Im Kanton Solothurn enthalten die Bolustone oft einen hohen Anteil an Eisenoxiden, was ihm die typische ockerne Farbe verleiht. Die Bolustone wurden für die Herstellung von Keramik verwendet.
Eluvialhorizont	Siehe Kapitel 3.4 Parabraunerde.
Fossiler Boden	Paläoboden, der durch Sedimente überdeckt und in der Bodenentwicklung unterbrochen wurde. Er ist unverändert erhalten geblieben.
Hanglehm	Aus mehreren Lagen bestehende Decke aus überwiegend feinkörnigem Material. Diese Sedimente wurden während des Pleistozäns durch oberflächliches Auftauen und Gefrieren von jahreszeitlich gefrorenem Untergrund verlagert. Sie bilden heute teilweise mehrere Meter mächtige Decken, die von verschiedenen Locker- und Festgesteinen überlagert sind.
Huppererde	Hupper bestehen aus weissen Tonerden (Kaolinit) und Quarzsand. Bei Huppererden liegt der Tonanteil über 20 Prozent, der Sandanteil unter 80 Prozent. Hupper werden abgebaut und zu Ziegeln geformt. Sie sind äusserst hitzebeständig und werden zur Auskleidung des Feuerraumes in Hochöfen, Glasöfen und Eisengiessereien verwendet.
Illuvialhorizont	Siehe Kapitel 3.4 Parabraunerde.
Kolluvium, kolluvial	Sedimente von wechselnder Körnung, die am Hangfuss abgelagert wurden.
Konkretion	Wenige Millimeter bis mehrere Zentimeter grosse Ausfällungen von schwarzen Manganoxiden und rostbraunen Eisenoxiden. Konkretionen entstehen durch Reduktions- und Oxidationsprozesse und sind ein Hinweis auf zeitweilige Luftarmut innerhalb eines Bodens.

Legendenbasierte Kartierung	Bei der legendenbasierten Kartierung wurde eine Legende möglicher Bodeneinheiten erstellt und alle abgegrenzten Polygone einer dieser Bodeneinheiten zugewiesen.
Lessivierung	Siehe Kapitel 3.4 Parabraunerde.
Paläoboden	Während vergangener geologischer Epochen unter anderen Bedingungen entstandene Böden.
Periglazial	Im Eis- beziehungsweise im Gletscherumfeld gebildet, geprägt durch einen permanent oder jahreszeitlich gefrorenen Unterboden.
Postglazial	Nacheiszeitlich.
Siderolithikum	Residualbildungen des Eozäns, die durch körnige oder erbsenförmige Eisenminerale charakterisiert sind. Häufig treten auch äolische Quarzsande auf.
Sukzession	Aufeinanderfolge oder Abfolge von meist verschiedenen Entwicklungsstadien.
Tonkutan	Umhüllungen aus Tonen an Bodenaggregaten, Skelettmaterial und Hohlräumwänden; Tonkutane sind charakteristisch für den Tonanreicherungs- oder Illuvialhorizont der Parabraunerde.
Transekt	Ein Transekt ist ein Satz von Mess- oder Beobachtungspunkten, im vorliegenden Fall von Bodenprofilen, entlang einer Linie.
Übersarung	Übersarung ist die Ablagerung von Wildbachschutt und Murgangmaterial ausserhalb des Gerinnes (meist grobe Komponenten enthaltend). Eine Übersarung kann also nur bei einer dynamischen Überschwemmung auftreten.

Anhang

Anhang 1: Auswahl der Horizontbezeichnungen (FAL, 1997)

Code	Horizontbeschreibung
A	Oberbodenhorizont mit weniger als 30 Prozent organischer Substanz in der Feinerde.
B	Unterbodenhorizont, unter dem A-Horizont gelegen; enthält Sekundärminerale, hat ein entwickeltes Bodengefüge und ist biologisch aktiv; in der Regel mit Pflanzenwurzeln; verglichen mit dem A-Horizont geringer Humusgehalt.
C	Untergrund (Ausgangsmaterial), meistens unter einem A- oder B-Horizont; Verwitterungsmerkmale können vorhanden sein; nicht aggregiert und biologisch nicht oder extrem schwach aktiv; nicht oder sehr spärlich durchwurzelt.
E	Eluvial- oder Auswaschungshorizont; Substanzverarmung zum Beispiel durch geringeren Tongehalt oder starke Ausbleichung erkennbar; als letzter Auswaschungsrückstand verbleibt oft Quarzsand.
I	Illuvial- oder Einwaschungshorizont; Anreicherung von Substanzen aus dem darüberliegenden E-Horizont; Illuviationen bilden Umhüllungen, Tapeten, Konkretionen, Krusten; dadurch oft intensiver oder dunkler Farbton.
O	Organischer Auflagehorizont mit mehr als 30 Prozent organischer Substanz.
R	Harte Felsunterlage.
T	Torfhorizont mit mehr als 30 Prozent organischer Substanz, anaerob unter Grund- oder Stauwassereinfluss gebildet.

Ergänzende Horizontbezeichnungen:

	Zustand der organischen Substanz
a	Anmooriger oder moorähnlicher hydromorpher Horizont mit 10 bis 30 Prozent organischer Substanz; meist krümelige bis körnige Struktur.
f	Fermentationszone (Förna), Vermoderungszone; teilweise bis stark zersetzte organische Substanz (30 bis 90 Prozent erkennbare Pflanzenreste); Struktur faserig bis flockig, filzig, schwammig, teilweise körnig, häufige Kombinationen: Of, Tf.
h	Humusstoffzone; sehr stark abgebaute organische Substanz (bis höchstens 30 Prozent erkennbare Pflanzenreste).
l	Streuhorizont (Litter); geringer Zersetzungsgrad der Pflanzenreste (über 90 Prozent unverändert); lose oder verfilzte Struktur; OI-Horizonte vor allem im Wald verbreitet

Verwitterungszustand

t	Relativ tonreicher oder durch Tonanreicherung stark tonhülliger Horizont, zum Beispiel It-Horizont einer Parabraunerde.
----------	---

w	Verwittertes Ausgangsgestein; wesentliche Mengen von Produkten der Verwitterung und Neubildung liegen vor; an Tone gebundene oxidierte Eisenoxide verleihen dem Horizont eine gleichmässig braune Färbung (Bw); Kalziumkarbonat in der Feinerde nicht vorhanden; relative mineralische Substanzanreicherung.
----------	--

Gefügestand

p	Gepflügter Oberboden, zum Beispiel Ap- oder Ah, p-Horizont.
----------	---

Merkmale des Sauerstoffmangels (Redoxschwankungen)

cn	Punktförmige, schwärzliche Knötchen mit hohem Mangan- und Eisengehalt deuten auf schwache Redoxschwankungen hin.
-----------	--

g	Mässig rostfleckige, wechsellasse Zonen im A-, B- oder C-Horizont; zahlreiche, meist kleine, gut verteilte Rostflecken, umfassen weniger als drei Prozent Fläche des Ausschnitts; Matrix zwischen den Flecken bräunlich.
----------	--

gg	Horizont mit starker Rostfleckung infolge periodischer Vernässung und Durchlüftung; zahlreiche, grosse Eisenoxidflecken, umfassen mehr als drei Prozent Fläche des Ausschnitts; Matrix zwischen den Flecken grau.
-----------	---

r	Dauernd stark reduzierte Zone, von grauer, graublauer oder schwarzer Färbung; beim Ausgraben wird Boden infolge Sauerstoffzutritts rostfleckig.
----------	---

Lithologischer Wechsel

II III	Der Wechsel von verschiedenen Ausgangsmaterialien wird mit römischen Ziffern angegeben.
---------------	---
