



KARTIERMETHODIK

Teil III

Kartiermethode FAL24+

Überarbeitung: Inhaltsübersicht

1. Ausgabe	September 1998	Basis
2. Ausgabe	Mai 2001	Ergänzungen aufgrund Kartierungen Gäu I + II
3. Ausgabe	März 2002	keine Anpassungen
4. Ausgabe	März 2003	vollständig überarbeitet
4. ergänzte Ausgabe	Februar 2005	Datenschlüssel 6.1 definiert (August 2004)
5. Ausgabe	März 2008	ausführliche Ergänzungen
6. Ausgabe	Mai 2014	Überarbeitung, Umstellung Kapitel, Einarbeitung QS-Regelungen usw.
6. ergänzte Ausgabe	Dezember 2017	Ergänzungen aufgrund Kartieretappen 2012-2015



Inhalt

1.	Vorwort	1
2.	Methodische Grundlagenwerte	2
3.	Konzeptkarte	3
4.	Allgemeine Methodik	4
4.1	Definition von Ober- und Unterboden	4
4.2	Mächtigkeit Ah-Horizont	4
4.3	Humusformen im Wald	4
4.4	Geländeform	6
4.5	Skelettgehalt	6
4.6	Bodenart (Feinerdekörnung)	7
4.7	Ausgangsmaterial	7
4.8	pH-Wert	8
4.9	Gefüge	8
4.10	Untertypen	9
4.11	Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeiten	11
4.12	Bodenpunktzahl	13
4.13	Nutzungseignungsklasse	13
4.14	Spezifikation zu verschiedenen Bodentypen	14
4.14.1	Braunerde / Parabraunerde / Saure Braunerde	14
4.14.2	Rendzina, Braunerde, Kalkbraunerde	15
4.14.3	Rendzina oder Regosol	15
4.14.4	Auffüllungen	16
4.14.5	Organische Böden	17
4.15	Nassböden	17
4.15.1	Profilwertbestimmung bei Nassböden	17
4.15.2	Ansprache des Wasserhaushaltes (Stau-, Hang- oder Grundwasser)	17
4.15.3	Drainierte Nassböden	18
4.15.4	Vernässung in organischen Horizonten	18
4.16	Erosion	18
5.	Profile	19
5.1	Anzahl Leitprofile	19
5.2	Profilblatt	19
5.2.1	Datenschlüssel	19
5.2.2	Allgemeine Grundsätze	19
5.2.3	Horizonte	20
5.2.4	Profilskizze	22
5.2.5	Pflanzennutzbare Gründigkeit	22
5.2.6	Düngereinsatz	22
5.2.7	Feinwurzelansprache	22
5.2.8	Koordinaten	22
5.2.9	Profilfotos	22
5.3	Probenahme am Profil (für Laboranalysen)	23
5.3.1	Analytisch zu ermittelnde Daten	23
5.3.2	Probenahme	23



6.	Flächendaten (Polygone)	24
6.1	Nummerierung	24
6.2	Feldkarte	24
6.3	Kartierungsmassstab	25
6.4	Parameter	25
6.5	Repräsentativer Datensatz (Referenzbohrung)	26
6.6	Polygonabgrenzung	26
6.7	Angleichung an Nachbarlose	26
6.8	Bodenkomplexe	27
6.9	Dateneingabe	27

Beilagen

Leeres Leitprofilblatt (Datenschlüssel 6.2)

2 Muster ausgefüllter Leitprofilblätter

Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (FAL)

Schlüssel Humusformen

Bestimmung Makroporenanteil



1 Vorwort

Die bodenkundliche Methodik richtet sich prinzipiell nach der Kartieranleitung FAL [2]. Diese wurde durch den Kanton Solothurn zur Kartiermethode FAL24+ weiterentwickelt und wird im vorliegenden Projekthandbuch Bodenkartierung Kanton Solothurn (Teile I, II, III) beschrieben. Die Ausführungen in den folgenden Kapiteln regeln die genaue Anwendung der verschiedenen Unterlagen sowie einzelner Spezialitäten in der Bodenkartierung Kanton Solothurn. Diese Vorgaben des Projektes sind durch die Beteiligten in jedem Fall einzuhalten. Weiter wird auf die in Kapitel 2 zitierten Unterlagen zurückgegriffen.

Die erfassten Bodendaten können für verschiedenste Darstellungen, Auswertungen etc. verwendet werden. Die breite Ausrichtung der Bodenkartierung (Boden- und Umweltschutzfragen, Land- und Forstwirtschaft, Nutzung, Raumplanung, etc.) einerseits sowie die elektronische Datenverarbeitung (Boden-Informationssystem, GIS-Datenbank) andererseits haben spezifische Anforderungen an die Art der Kartierarbeiten zur Folge. Diese werden ebenso in den folgenden Kapiteln erläutert.

Die bodenkundliche Methodik in einzelnen Projekten kann sich nach deren besonderem Kartierungsziel richten. So sind projektweise Anpassungen der Methodik möglich.



2 Methodische Grundlagenwerke

Kartiermethodik

- [1] Ad-hoc Arbeitsgruppe Boden; **Bodenkundliche Kartieranleitung**; Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Geolog. Landesämter in der Bundesrepublik Deutschland, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover 1996.
- [2] Brunner J., Jäggli F., Nievergelt J., Peyer K.; **Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden, Kartieranleitung**, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich-Reckenholz, 1997.
- [3] Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL); **Handbuch Waldbodenkartierung**; Vollzug Umwelt, BUWAL, Januar 1996.
- [4] Nievergelt J., Petrasek M. und Weisskopf P., **Bodengefüge – Ansprechen und Beurteilen mit visuellen Mitteln**, Schriftenreihe der FAL 41, 1-93. 2002

Klassifikation

- [5] Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Arbeitsgruppe Bodenklassifikation und Nomenklatur; **Schlüssel zur Klassifikation der Bodentypen der Schweiz**, August 1996.
- [6] Peyer K. und Frei E.: **Klassifikation der Böden der Schweiz**, Hrsg. Eidgenössische Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz, 1992.

Labormethodik

- [7] Eidg. Forschungsanstalten FAL, RAC, FAW: **Schw. Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten**. Bände 1-4. Ausgabe 1996, mit jährlich ergänzter Nachführung. Zürich-Reckenholz.



3 Konzeptkarte

Die Konzeptkarte stellt eine Diskussionsgrundlage zwischen Kartierenden und QS-Experten dar und ermöglicht die Evaluation geeigneter Profilstandorte. Sie ist eine wichtige Grundlage für die Kartierenden für die anschliessende Bodenkartierung. Sie ist das Ergebnis des Studiums der verfügbaren Grundlagen und einer Geländeanalyse mit ersten Bohrungen. Folgende Unterlagen dienen als Grundlage zur Erstellung der Konzeptkarte (Massstab ca. 1:10'000):

- Geologie
- Makrorelief (digitales Terrainmodell mit 1m-Höhenlinien)
- Karten zur Beurteilung von anthropogenen Einflüssen (Siegfriedkarte, Karte der belasteten Standorte, Auszug archäologische Fundstellen, Drainagepläne, etc.)
- Karte der Quellfassungen

Waldspezifisch:

- Pflanzensoziologische Karten (inkl. vereinfachte Bodenaufnahmen, wo vorhanden).

Das AfU stellt diese Unterlagen entweder in digitaler Form (pdf-Dateien, falls vorhanden shapefiles) im K-Raum, oder, falls gewünscht, als Papiausdruck zur Verfügung.

Die Kartierenden machen sich in der Konzeptphase erste Gedanken zu den erwartenden Bodenverhältnissen und Besonderheiten im Gebiet. Dazu gehören auch Gedanken zum Wasserhaushalt (Nassböden mit Grund-, Hang- oder Fremdnässe) und im Wald zu den Humusformen.

Ein Ziel der Konzeptkarte ist es eine Auswahl an möglichen Profilstandorten zu erhalten. Dabei sollten vor allem bei der Kartierung von Landwirtschaftsböden genügend Standorte bzw. Ersatzstandorte zur Auswahl stehen, falls nicht alle Standorte wie gewünscht möglich sind.

Bereits in der Konzeptphase ist der Austausch über die Losgrenzen hinweg mit den benachbarten Losen wichtig, um allfällige Unstimmigkeiten zwischen den Losen bereits von Anfang an erfassen und bereinigen zu können. Die im Kartierperimeter ausgewiesenen Koordinationsflächen müssen unter den Kartierlosen aufgeteilt werden, so dass keine Koordinationsfläche doppelt kartiert wird oder verloren geht.

Die fertig gestellte Konzeptkarte ist durch den jeweiligen QS-Experten abzunehmen. Da das Permitting zeitaufwendig ist, muss die Konzeptkarte inkl. der Liste der Koordinaten der vorgeschlagenen Leitprofilstandorte, zeitgleich zur Überprüfung durch die QS-Experten, der Projektunterstützung für das Permitting übermittelt werden. Zudem ist die Konzeptkarte im K-Raum des jeweiligen Kartierprojektes abzuspeichern, damit diese für alle Projektbeteiligten einsehbar ist.

Nach Abschluss des Projektes ist die Konzeptkarte dem AfU zu übergeben.



4 Allgemeine Methodik

4.1 Definition von Ober- und Unterboden

Oberboden: Als "Oberboden" werden die unter dem Profil-Nullpunkt folgenden obersten Horizonte bezeichnet. Bei mineralischen Böden sind es der A-Horizont und die A-Übergangshorizonte (EA, BA, CA). Bei organischen Böden wird der oberste Horizont (T oder A) als Oberboden bezeichnet. Bei Landwirtschaftsböden soll der Oberboden die gesamte Bearbeitungsschicht erfassen.

Unterboden: Bei mineralischen Böden werden die Horizonte E, B, I sowie deren Übergangshorizonte AB, AE, CB, und CI als Unterboden bezeichnet. Bei organischen Böden gehören die unter dem Oberboden folgenden, durchwurzeltten Horizonte zum Unterboden. Die Eigenschaften des Unterbodens sollen so generalisiert werden, dass sie für den grössten Teil des ökologisch relevanten Unterbodens repräsentativ sind. Der "ökologisch relevante Bereich" ist nicht definiert. Bei Böden mit einem sehr mächtigen Unterboden schlagen wir vor, bei der Generalisierung der Unterbodeneigenschaften die unterste Grenze bei 90 cm festzulegen.

Untergrund: Die unter dem Unterboden folgende Schicht (gemäss Revision der KLABS, TP1a, Arbeitspapier Nr. 4).

4.2 Mächtigkeit Ah-Horizont

Gefragt ist die gesamte Mächtigkeit der obersten Horizonte mit $\geq 2\%$ organischer Substanz. Erfahrungsgemäss beträgt diese unter Dauerwiese ca. 15 cm und in Ackergebieten ca. 25-30 cm. In organischen Böden hingegen kann sie sehr viel mächtiger sein.

4.3 Humusformen im Wald

[Die Ansprache der Humusform erfolgt grundsätzlich nach dem Handbuch Waldbodenkartierung [3].]

Allgemein: Im Wald wird die Humusform konsequent angesprochen und dokumentiert. Eine Berücksichtigung in den Untertypen ist daher nicht erforderlich.

Ein (E)Ah-Horizont (gebleichter Oberboden, in stark saurem Milieu) ist ein Zeichen beginnender Podsolierung. Dies bedeutet: Auswaschung von Fe, Nährstoffen und Huminstoffen und eine Abnahme des Tongehaltes (eher als Tonzerstörung denn als Tonverlagerung).

Der Ahh-Horizont stellt eine Störung in der Vermischung der organischen Rückstände mit der Mineralerde dar und liefert, zusammen mit der jeweiligen Ausprägung der Auflagehorizonte, ein Spiegelbild der Bestandesgeschichte. Das Vorhandensein des Ahh-Horizontes ist ein gutes Kriterium für den Ausschluss des Mull als möglicher Humusform gegenüber Moder, Rohhumus etc.

Oh (rein org. Auflagehorizont) ist nicht identisch mit Ahh (oberster humushaltiger Mineralerdehorizont), aber oft schwierig von diesem zu unterscheiden.



Die Ansprache der Humusform ist jeweils eindeutig; die Auskartierung ist, bedingt durch die kleinflächige Heterogenität, jedoch nicht immer einfach. Allfällige Bandbreiten können in der Polygondatei nicht in der Spalte „Humusform“, sondern nur in der Spalte „Bemerkungen“ eingegeben werden.

Bei Unsicherheit in der Ansprache oder falls Humusformen auftauchen, welche durch die Profile nicht erfasst worden sind, können nach Absprache mit dem QS-Experten während der Kartierphase zusätzliche **Kleinprofile** ausgehoben werden. Für die entsprechenden Laboranalysen müssen nur kleine Mengen Material (< 100g) entnommen werden, die Archivierung entfällt.

Für den Kanton Solothurn wurde während den Kartieretappen im Gäu ein verfeinerter Schlüssel erarbeitet. Dieser Schlüssel dient den Kartierenden als zusätzliche Grundlage. Es muss jedoch beachtet werden, dass der Schlüssel aufgrund der Leitprofile im Gäu für die dortigen regionalen Gegebenheiten entwickelt worden ist. Das heisst, die angegebenen Werte sind Richtwerte und müssen für andere Regionen basierend auf den Leitprofilen angepasst werden.

Humusform	Typischer Mull	Moderartiger Mull	Mullartiger Moder	typischer Moder feinhumus arm	typischer Moder feinhumus reich	rohhumusartiger Moder
Horizonte	OI – Ah	OI-(Of)-Ahh-Ah	OI-Of-Ahh-Ah	OI-Of-(Oh)-Ahh-Ah OI-Of-Oh-Ahh-Ah		OI-Of-Oh-Ahh-EAh
Streuhorizont OI	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -	+ / -
Fermentationshorizont Of		+ / -	+	1 cm	+	> 1 cm
Humusstoffhorizont Oh					+	+
Ahh		1 cm	2 cm	> 2 cm		3 cm
Ah	> 8 / 10 cm	< 8 / 10 cm	< 5 cm	< 2 cm		+
Legende:	+ muss vorhanden sein Angaben zur Mächtigkeit in cm		+ / - kann vorhanden sein (nicht obligatorisch)			
Grundlage:	nach FAL / BGS, 1992, BAFU, 1997 abgeändert				P. Lüscher, WSL	



4.4 Geländeform

Differenzierung des Mikroreliefs: Die FAL-Einteilung des Mikroreliefs lässt bei konkaven und konvexen Reliefformen einen gewissen Spielraum offen (Bsp.: Hangneigung $c = \text{konvex } 0-10\%$). So ist es beispielsweise möglich und auch erwünscht, das Mikrorelief, sofern es für die Bodenbildung relevant ist und für die Abgrenzung der Polygone beigezogen wurde, zum Ausdruck zu bringen, auch wenn es weniger als 5% Neigung aufweist. Damit erhöht sich auch die Nachvollziehbarkeit des ausgeschiedenen Polygons.

Terrassiertes Gelände: Zusätzlich zur FAL-Kartiermethodik kann ab Kartierjahr 2003 ein Untertyp für terrassiertes Gelände: PB = terrassiert vergeben werden. Dieser soll dann zur Anwendung kommen, wenn die Terrassen aufgrund ihrer Grösse nicht auskartiert werden können. Die Hangneigung wird dabei über die gesamte Einheit gemessen.

Detailkartierung in kleinflächig wechselndem Relief (z. B. Rutschgebieten): Soweit es vom Massstab her möglich ist, sollen die abgrenzbaren Bodeneinheiten ausgeschieden werden. Die Restfläche ist als Komplex zu kartieren. Dabei sind zumindest die beiden Hauptbodenformen (inkl. typischer Geländeform) auszuweisen. Mehr als drei Bodenformen können nicht vergeben werden, da das die Lesbarkeit der Karte stark erschwert.

4.5 Skelettgehalt

Methodische Unterschiede Feld/ Wald:

In der Polygonausscheidung gelten ab Kartierjahr 2003 folgende Klassen:

Feldkartierung (FAL-Datenschlüssel 6.2)		Waldkartierung	
Klasse	Definition	Klasse	Definition
0	0-5% (skelettfrei, skelettarm)	0	0-5% (skelettfrei, skelettarm)
1	5-10% (schwach skeletthaltig)	1	5-10% (schwach skeletthaltig)
2	10-20% (kieshaltig)	2	10-20% (skeletthaltig)
3	10-20% (steinhaltig)		
4	20-30% (stark kieshaltig)	4	20-30% (stark skeletthaltig)
5	20-30% (stark steinhaltig)		
6	30-50% (kiesreich)	6	30-50% (skelettreich)
7	30-50% (steinreich)		
8	>50% (Kies)	8	>50% (Kies, Geröll, Geschiebe)
9	>50% (Geröll, Geschiebe)		

Feldkartierung: Bei mehr als 1/3 Grobskelett (ab 5 cm Durchmesser) gelten die Klassen 0, 1, 3, 5, 7 und 9.

Skelettreiche Böden:

In skelettreichen Böden ist das Abschätzen des Skelettgehalts auch an der Profilwand oftmals schwierig. Als Richtwert kann die optimale Kugelpackung herangezogen werden. Diese beträgt für Kugeln gleichen Durchmessers 69%, bei unterschiedlichem Durchmesser (was der Situation im Feld eher entspricht) liegt sie bei 74%. In eckigem Juraschutt kann der Wert um einiges höher liegen.



Bei auftretenden Unsicherheiten beim Abschätzen des Skelettgehalts kann an ausgewählten Horizonten eine Aussiebmethode angewendet werden. Schätzungen nicht auf Grenze angeben (z.B. 20% oder 30%), sondern leicht darunter oder darüber.

Verwitterte Sandsteine sind nicht dem Skelettanteil anzurechnen, sofern das Substrat durchwurzelbar ist.

4.6 Bodenart (Feinerdekörnung)

Zur Bestimmung der Bodenart im Feld (Fühlprobe) ist in den Beilagen eine detaillierte Anleitung aus den Labor-Referenzmethoden [7] abgedruckt.

Körnungsschätzung / Analyseergebnisse: In der Regel sind die Analyseergebnisse zu akzeptieren und in der Körnungsschätzung zu berücksichtigen, auch wenn die Unterschiede gross sind (in der Kartieretappe 2015 ergaben die Analysen z.B. sehr viel tiefere Tongehalte als mittels Fühlprobe geschätzt worden war).

In reinen Torfhorizonten mit mutmasslich mehr als 30% org. Substanz, ist die Angabe (Schätzung oder Analyse) der Feinerdekörnung wenig aussagekräftig. Es kann deshalb darauf verzichtet werden. OS und Gefüge sind aber zwingend aufzunehmen.

4.7 Ausgangsmaterial

Folgende Regelungen gelten sowohl für die Profilerfassung (Feld 62/63) als auch für die Erfassung der Attribute in der Flächenkartierung (Bodeneinheiten-Geologie):

- Bei Mischsubstraten wie Hanglehm, Kolluvium etc.: Es gibt Ausgangsmaterialien nach Datenschlüssel 6.2, welche sehr unspezifisch sind: z.B. Hanglehm. Um mehr Klarheit zu schaffen, ist dabei das Ausgangsmaterial wie folgt zu bezeichnen und weiter zu spezifizieren:
 1. "KO" bzw. HL und dgl.
 2. nach ":" folgt die Angabe der festgestellten bzw. dominanten mutmasslichen Materialien, Bsp.: HL:ME,SA
 3. Sofern der Untergrund bis 1.5 Meter unter Terrain anstehend ist, diesen nach "/" angeben, Bsp.: HL:ME,SA/ME
- Bei Auffüllungen: In Analogie dazu wird folgende Regelung vorgeschlagen:
 1. "X" für Auffüllung
 2. Angabe der festgestellten bzw. dominanten mutmasslichen Materialien, Bsp.: X:MO4,ME
 3. Sofern der Untergrund bis 1.5 Meter unter Terrain anstehend ist, diesen nach "/" angeben, Bsp.: X:MO4,ME/SC4
- Bei Molasse: Das Substrat soll aufgrund der Angaben in der geologischen Grundlagenkarte präzisiert werden, bei unterer Süsswassermolasse z.B.: ME;USM, bei oberer Meeresmolasse z.B.: SS;OMM.
- Bei Moräne über Molasse: Molassebestandteile innerhalb des Moränenkörpers weisen auf Grundmoräne als Ausgangsmaterial hin.
- Mergel: Mit Mergel darf nur ein kalkhaltiges Ausgangssubstrat bezeichnet werden.



4.8 pH-Wert

Der pH-Wert ist eine wichtige Grösse zur Beurteilung der Bodenverhältnisse und zur Klärung verschiedener Spezialfragen (Schadstoffproblematik etc.). Deshalb wird an eine möglichst exakte Feldmessung in jedem Polygon appelliert.

Die Handhabung des pH-Wertes in der Klassifikation und der Bewertung der Böden erfolgt nach den Richtlinien der FAL [2] (5.1-2 und Tab. 11.2b). Zu beachten ist, dass für die Klassifikation der pH im Unterboden und für die Bewertung der pH im Oberboden massgebend sind!

Die folgende Tabelle fasst die wichtigsten Grundsätze für saure und neutrale Bodenverhältnisse zusammen:

<i>pH-Wert (CaCl₂)</i>	<i>Untertyp</i>	<i>Bodentyp*</i>	<i>Profilwert (max. Punktzahl)</i>
	<i>Massgebend: pH-UB</i>	<i>Massgebend: pH-UB</i>	<i>Massgebend: pH-OB</i>
6.2 – 6.7	E1 (neutral)	Braunerde, Parabraunerde	100
5.1 – 6.1	E2 (schwach sauer)	Braunerde, Parabraunerde	100
4.3 – 5.0	E3 (sauer)	saure Braunerde, Parabraunerde	79
3.3 – 4.2	E4 (stark sauer)	saure Braunerde	49
< 3.3	E5 (sehr stark sauer)	saure Braunerde	34

* Nur die Bodentypen Braunerde, Parabraunerde und saure Braunerde berücksichtigt!

Wichtig: Falls der Profilwert aufgrund des pH nach unten korrigiert wird, ist dies sowohl auf dem Profilblatt als auch in der Polygondatei unter "Bemerkungen" aufzuführen!

Waldkartierung:

In Waldböden ist eine exakte Feldbestimmung des pH-Wertes mit dem Hellige-Messgerät aufgrund der meist stark sauren Verhältnisse oft schwierig. Nach Absprache mit dem QS-Experten sind deshalb zusätzliche pH-Analysen (Labor) an den Profilen oder an nachträglich ausgehobenen Kleinprofilen möglich.

4.9 Gefüge

Die Gefügeansprache ist anhand des Gefügeordners FAL 41 [4] vorzunehmen. Das Gefüge ist nicht primär aufgrund der Morphologie, sondern aufgrund des Gefügebildungsprozesses zu bezeichnen.

Achtung: Es gelten die FAL-Gefügeklassen und –grössen gemäss [4], wie sie im Datenschlüssel 6.2 definiert sind! Wenn mehrere Gefügeformen und Grössenklassen vorkommen, sollen die dominanten Formen und Grössen angegeben werden. Eine Angabe der Spanne soll vermieden werden, da dadurch die Aussagekraft verloren geht.

Neben den natürlichen Aggregatstypen (FAL-Datenschlüssel 6.2) unterscheidet die Anleitung [4] die in der Ackerkrume häufig vorkommenden anthropogenen Aggregatstypen Bröckel-, Klumpen- und Fragmentgefüge. Diese sind gemäss der Nomenklatur der FAL auszuscheiden.



Als Richtwert für das Vorkommen der einzelnen Gefügeformen gilt folgende Tabelle:

Anthropogene Typen (Bröckel, Klumpen- und Fragmentgefüge)	Typisch für Ahp-Horizonte! Vereinzelt auch in AB- und B-Horizonten möglich. Entstehen durch die maschinelle Bearbeitung der Äcker durch mechanisches Pressen, Rollen oder Kneten. Hilfreich zur Erkennung von anthropogenen Gefügeformen sind das von Humushüllen (Farbveränderung durch Zerstörung der Aggregate), unterschiedliche Materialfarben im gleichem Aggregat, und das Fehlen von Makroporen im Aggregatinnern (z.B. in Klumpen).
Krümmler	Als dominante Form nur im Oberboden und im Landwirtschaftsgebiet praktisch nur unter Dauerwiese. Muss mindestens 2% organische Substanz aufweisen.
Subpolyeder	Übergangsform zwischen Krümmler und Polyeder. Häufig im Hauptwurzelraum.
Polyeder	Typisch für Haupt- und Nebenwurzelraum.
Prismen	Typisch für tonreiche Substrate. Im Hauptwurzelraum als dominante Form sehr selten. Das entscheidende Differenzierungsmerkmal gegenüber Polyedern ist die verlängerte Vertikalachse. Nicht entscheidend ist die Porosität, auch Prismen können sehr porös sein, glatte Tonhüllen braucht es nicht.
Organische Gefügeformen	Osm: zersetzt schwarz Ofi (filzig): wenig zersetzt, aber Pflanzenreste noch erkennbar Obl (blättrig): Blätter noch erkennbar, braun, unzersetzt
Generell	Je tonreicher das Substrat, desto gröber ist das Gefüge. Mit der Tiefe nimmt generell die Grösse der Aggregate zu.

Grundgefüge: Unterscheidung zwischen Kohärent- und Einzelkorngefüge. Bei einem Tongehalt <10% ist das Gefüge i. d. R. als Einzelkorngefüge anzusprechen, bei einem Tongehalt von >10% als Kohärentgefüge.

Bei Unsicherheiten beim Bestimmen des Gefüges kann an ausgewählten Profilen eine von der FAL entwickelte Aussiebmethode angewendet werden.

In Losen mit mehreren Kartierenden soll insbesondere die Ansprache des Gefüges regelmässig abgeglichen werden.

Mehrfachgefüge pro Horizont sind in der Reihenfolge ihrer Priorität aufzuführen, ungeachtet der Ausprägung.

4.10 Untertypen

*[Die nachfolgend mit * markierten Untertypen wurden im Projekt Bodenkartierung Kanton Solothurn ergänzt]*

Sowohl für die Profilbeschreibung, wie auch für die Flächenkartierung sind alle zutreffenden Untertypen anzugeben. Die Untertypen sind grundsätzlich gemäss Klassifikation zu verwenden.

Nachfolgend ist eine Zusammenstellung von projektspezifischen Regelungen und Präzisierungen aufgelistet.



Profilschichtung:

- Alluvial (PA): Gemäss Klassifikation reicht das Ausgangsmaterial "Alluvium" nicht, um den Boden im Untertyp als "alluvial" zu bezeichnen. Zusätzlich müssen die Schichten noch deutlich erkennbar sein.
- Terrassiert (PB*): Neu geschaffener Untertyp "terrassiert". Der Untertyp wird für terrassiertes Gelände verwendet, welches aufgrund der Grössenstruktur nicht auskartiert werden kann. Die Hangneigung wird dabei über die gesamte Einheit gemessen.
- Stark durchlässiger Untergrund (PD): Falls ein Profil im Untergrund kiesig-sandiges Material aufweist soll der Untertyp "stark durchlässiger Untergrund" verwendet werden, obwohl der Untertyp weder in der Klassifikation noch in der Kartieranleitung umschrieben ist. Wenn im Profil lehmige bis tonige Schichten angetroffen werden (Stauwirkung), kann der Untertyp PD nicht vergeben werden.
- Anthropogen (PM): Der Untertyp "anthropogen" ist nur dann zu verwenden, wenn wir entweder aus zuverlässigen Quellen wissen, dass der Boden (gemäss Klassifikation) anthropogen ist oder wenn im Profil eindeutige Phänomene sichtbar sind.
- Polygenetisch (PP): Böden mit einem lithologischen Wechsel gelten gemäss KLABS nicht als polygenetisch, ausser wenn verschiedene, zeitlich getrennte Bodenbildungsphasen an begrabenen Horizonten im Profil erkennbar sind.

Säuregrad (E1-E5):

Der Untertyp zum Säuregrad ist immer anzugeben.

Karbonatgehalt und Säuregrad (K, E):

In gewissen Fällen kann es sinnvoll sein, Angaben wie "teilweise entkarbonatet" und "schwach sauer" in Kombination zu gebrauchen, wenn dadurch die agronomischen (E2) als auch die pedogenetischen Aspekte (KE) zum Ausdruck gebracht werden.

Sobald die Kalkgrenze tiefer liegt als der Ah-Horizont, muss ein B-ähnlicher Horizont vorhanden sein und der Untertyp KE darf nicht mehr verwendet werden.

Verteilung der FE-Oxide:

- Nassgebleicht (FN*): In wechselfeuchtem Horizont muss eine deutlich erkennbare Sesquioxidverarmung (flächig gebleicht, Hue 2.5Y) vorliegen. Durch die laterale oberflächennahe Verlagerung werden bevorzugt Eisen und Mangan aus Stauwasserböden mit langanhaltender Nassphase ausgelagert. Die Nassbleichung wird durch die Feuchthumusformen (Feuchtmoder, -rohhumus mit organischer Auflage) gefördert.
- Graufleckig marmoriert (FG*): Es ist eine fleckige und streifige Ausbleichung oder Konzentration in einer braunen oder rubefizierten Matrix (z.B. rissiger Pseudogley, fossile Sandkeile) erkennbar.
- Konkretionär (FK): Der Untertyp „konkretionär“ zeichnet sich durch auffällige kleine, schwärzliche, weiche Knötchen aus, welche Mn/Fe-reich sind und in brauner oder gebleichter Matrix vorliegen. Die Kennzeichen müssen oberhalb von 60 cm unter Terrain und mindestens 20 cm des Bodenprofils umfassend sein.

Gefüge, Zustand:

Der Untertyp „labilaggregiert“ ist anhand der Punktaufnahme am Profil nicht immer offensichtlich. Es dürfen die Umgebungsverhältnisse und aktuelle Bodenbeobachtungen berücksichtigt werden (z.B. tiefe OS-Gehalte, tiefe Tongehalte, Erosionserscheinungen, ...).



Lagerungsdichte:

- L2 und L3: Der Untertyp „verdichtet“ muss mit der Profilbeschreibung konsistent sein. Wenn der Boden als „verdichtet“ bezeichnet wird, muss mindestens ein Horizont den Index „x“ tragen. Beobachtungen, die in die Bezeichnung „x“ einfließen können, sind: Widerstand mit dem Messer (feuchtigkeitsabhängig), Gefügeformen, Porosität von Aggregaten, Wurzeln. Eine Konsistenz zur Hydromorphie erhöht die Plausibilität.
- Mechanisch verdichtet (LM*): Der Untertyp „mechanisch verdichtet“ wird verwendet, wenn durch Befahren (deutliche Fahrspuren erkennbar z.B. im Wald) oder Bearbeitung (z.B. Pflugsohle) eine künstliche, anthropogene Verdichtung vorgefunden wird. Die Gefügeform kann z.B. aus plattigem Gefüge bestehen. Im Wald sollte der UT nur für flächiges Befahren verwendet werden und nicht für Fahrspuren in Rückegassen.

Abgrenzung Hydromorphie (I, G, R):

Es können alle drei Untertypen gleichzeitig verwendet werden. Sie sind aber in der Regel nicht gleichwertig. Das heisst, es ist zu entscheiden, welcher Einfluss dominant ist – dieser ist massgebend für die Wasserhaushaltsgruppe und ggf. den Bodentyp.

Drainage (DD):

Verwendung gemäss Klassifikation. Der Untertyp wird demnach für alle Böden verwendet, zu denen Informationen über Entwässerungsmassnahmen existieren (Drainagepläne, Vorfluterabsenkung, etc.). Dabei wird in Kauf genommen, dass die Erfassung der drainierten Flächen allenfalls unvollständig sein kann. Böden, die offensichtlich früher vernässt waren und heute entwässert sind, obwohl keine Drainageröhren und dgl. bekannt sind, sind als drainiert zu bezeichnen, wenn sich der Grundwasserspiegel derart abgesenkt hat, dass er kaum an die Obergrenze des gut durchlässigen Grundwasserleiters reicht und wenn nachvollziehbare Hinweise für eine Entwässerung vorliegen.

Diffus horizontiert (HD):

Der Untertyp "diffus horizontiert" wird verwendet, wenn alle Horizontgrenzen ausser zum Ah unsharp sind.

4.11 Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeiten

Die Ermittlung der pflanzennutzbaren Gründigkeit erfolgt in 2 Schritten:

1. Schritt: Ermittlung jenes Anteils der Horizontmächtigkeit, der potenziell erschliessbar ist. 1-Skelett, bei Absenz von Gefüge (Ek oder Ko), Faktor 0.0-0.1
2. Schritt: Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeit aufgrund der Hydromorphie unter Berücksichtigung des Gefüges und der Lagerungsdichte.

Der in Schritt 2 ermittelte Faktor bezieht sich **nicht** auf die Gesamtmächtigkeit des Horizontes, sondern auf die nach Schritt 1 angerechnete Gründigkeit.



Beispiel: **Angerechnete Gründigkeit = Mächtigkeit x Faktor Schritt 1 x Faktor Schritt 2**

1. Schritt: *Ermittlung der potenziell erschliessbaren Horizontmächtigkeit*

Parameter	Spezifikation	anrechenbare Gründigkeit
Skelettgehalt	Volumenanteil	1 - Skelettanteil
Absenz von Aggregaten	Einzelkorn- oder Kohärentgefüge	0.0 – 0.1 (Schritt 2 erübrigt sich)

2. Schritt: *Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeit aufgrund der Hydromorphie unter Berücksichtigung des Gefüges und der Lagerungsdichte.*

In untenstehender Tabelle ist eine Spanne für die anrechenbare Gründigkeit angegeben. Folgende Faktoren sind ausschlaggebend für die letztendlich anrechenbare Gründigkeit innerhalb des angegebenen Wertebereiches:

- Beurteilung des Vernässungsgrades innerhalb der klassifizierten Stufe [Ist die Hydromorphiebeschreibung in der Horizontbezeichnung durchschnittlich („g“ ca. 0.65), akzentuiert („g“ ca. 0.6) oder eher wenig betont („g“ ca. 0.7)?]
- Erschliessbarkeit der Bodenaggregate
- Grosse Aggregate sind in der Regel weniger gut erschliessbar als kleine.
- Klumpen, Fragmente und Platten sind eher schlecht erschliessbar.
- Glattwandige, wenig poröse Aggregate sind eher schlecht erschliessbar.
- Dichtlagerung

Folgende Tabelle stellt ein Hilfsmittel zur Bestimmung des Abzuges dar, in begründeten Fällen kann davon abgewichen werden:

	Spezifikation	Mächtigkeitskorrektur (anrechenbare Gründigkeit)
Skelettgehalt		%-Anteil Skelett abziehen
Vernässung (Abzüge gemäss FAL [2] Tab. 5.3 a*)	cn oder (g)	0.8 – 1
	g	0.5 – 0.8
	gg	0.1 – 0.5
	r	0.0 – 0.1
Gefüge im Unterboden**	ab Po 6 (neue Grössenklasse!)	0.7 – 0.9
	Pr**	0.5 – 0.7
	Einzelkorn- oder Kohärentgefüge	0.0 – 0.1
Verdichtung (Im OB grösserer Abzug als im UB!)	x	0.7 – 1.0
	xx	0.5 – 0.8

* Bei vernässten Böden bestimmen die Gefügequalität und/oder die Lagerungsdichte des Horizontes den Wert des Korrekturfaktors innerhalb der angegebenen Wertebereiche, keinesfalls werden dabei die Korrekturfaktoren kumuliert!

** Bei porösen, gut durchwurzelten Prismengefügen in eher leichten Böden kann die anrechenbare Gründigkeit auch höher ausfallen.



Spezialfälle:

Pflanzennutzbare Gründigkeit im Wald: Gemäss FAL-Kartieranleitung wird die pflanzennutzbare Gründigkeit im durchwurzelbaren Bodenanteil ermittelt. Im Wald können einzelne Wurzeln tiefer als die Profilgrube reichen. Die Standardbodentiefe für die Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeit (maximaler Wurzelbereich) wird deshalb auf 1.5 m festgelegt. Das unterschiedliche Wurzelverhalten von Wald- und LW-Pflanzen kann methodenbedingt dazu führen, dass Böden unter landwirtschaftlicher Nutzung eine geringere pflanzennutzbare Gründigkeit aufweisen, als entsprechende Waldböden!

Durchwurzelte, im allgemeinen aber nicht sekundär strukturierte Unterboden- / Untergrundhorizonte dürfen in Abhängigkeit des durchwurzelten Anteils zu mehr als 10% an die PnG angerechnet werden, sofern der durchwurzelbare Anteil mit einem Zweitgefüge gekennzeichnet ist. Als Obergrenze sind 30% nicht zu überschreiten. Dies kann auch an anderen Standorten als im Wald von Bedeutung sein.

Durchwurzelte Gesteinsklüfte mit Bodeneinwaschungen sind in geringem Masse an die PnG anrechenbar. Dies kann auch an anderen Standorten als im Wald von Bedeutung sein.

Flächenkartierung von (sehr) tiefgründigen Parabraunerden: Tiefgründige und sehr tiefgründige Parabraunerden sollen auch bei der Flächenkartierung als solche bezeichnet werden, auch wenn der It-Horizont im Bohrgerät nicht festgestellt werden kann, aber eine Analogie zu einem Referenzprofil plausibel ist. Ein entsprechender Hinweis in den Bemerkungen kann aufschlussreich sein.

4.12 Bodenpunktzahl

Ermittelt wird der reine Profilwert, das heisst ohne Berücksichtigung von Hangneigung und Klima!

Grundsätzlich wird die Bodenpunktzahl gemäss FAL-Kartieranleitung [2] (Abbildung 11.3b) an Hand der pflanzennutzbaren Gründigkeit (pnG) bestimmt. Dies gilt in der Bodenkartierung SO auch für Nassböden, da die Abzüge für Vernässung bereits bei der Berechnung der pnG vorgenommen werden. Die zusätzlichen Einschränkungen bezüglich der limitierenden Faktoren (Wasserhaushalt, Skelettgehalt, Gefüge, Feinerde, Humus und Säuregrad) sind gemäss FAL-Kartieranleitung (Tabelle 11.2b) zu beachten und konsequent anzuwenden (siehe auch Kap. 4.6 und 4.9)!

Wichtig Falls der Bezug zwischen Gründigkeit und Punktzahl nicht evident ist, muss im Feld "Bemerkungen" angegeben werden, weshalb zusätzliche Abzüge vorgenommen wurden.

4.13 Nutzungseignungsklasse

Die Klassifikation erfolgt gemäss FAL-Kartieranleitung [2] (Kap. 9), d.h. inklusive Hangneigung und Klima.



4.14 Spezifikation zu verschiedenen Bodentypen

4.14.1 Braunerde / Parabraunerde / Saure Braunerde

Die Unterscheidung der drei Bodentypen gab in der Vergangenheit immer wieder zu Diskussionen Anlass. Nachfolgend sollen, basierend auf den Kartieranleitungen der FAL [2] und der Deutschen Bodenkundlichen Kartieranleitung [1] sowie aufgrund von Felderfahrungen die wichtigsten Unterscheidungskriterien aufgelistet werden:

Bodentyp	Merkmale
Braunerde	Humus- und Verwitterungshorizont teilweise oder ganz karbonatfrei
	pH: neutral bis schwach sauer
	Brauner Grundton über das gesamte Profil
	Hohe Basensättigung im UB
Saure Braunerde	Humus- und Verwitterungshorizont karbonatfrei
	pH: sauer bis sehr stark sauer (pH < 5.1)
	geringe Basensättigung im UB
Parabraunerde	Schwach gebleichter Auswaschungshorizont (E) im oberen Profilteil
	Rötlich-brauner Tonanreicherungshorizont (It) unterhalb des Auswaschungshorizontes mit sichtbaren Tonhäuten (Ablagerung v.a. um Skelett)
	Tonzunahme vom E zum It (gleiches Substrat vorausgesetzt) gemäss Deutscher Bodenkundlicher Kartieranleitung [1] (S.95)*
	Boden vollständig karbonatfrei; pH: neutral bis sauer

* In skelettreichen (Schotter-)böden erwies sich die Labor-Analytik des It-Horizontes in vielen Fällen als problematisch (Skelett mit anhaftenden Tonhäuten wird entfernt oder/und durch verwittertes Skelett gelangt viel zusätzlicher Sand in die Probe). Eine nachträglich durchgeführte, aufwändige Analyse an mehreren Profilen im Projekt Gäu IV hat ergeben, dass die Fühlprobe der Kartierenden in den skelettreichen Unterböden genauer war, als die konventionelle Laboranalyse. Aufgrund dieser Erfahrung hat das AfU beschlossen, dass die Kartierenden in Absprache mit dem QS-Experten in gewissen Fällen **die Fühlprobe höher gewichten können als die Laboranalyse**. Eine zusätzliche Analyse ist nur ausnahmsweise vorgesehen.

In nicht eindeutigen Fällen kann eine schwach ausgeprägte Parabraunerde (Untertyp T1) oder eine tonhüllige Braunerde (Untertyp ZT) ausgeschieden werden.

Parabraunerde / tonhüllige Saure Braunerde: Bei der Horizontbezeichnung ist darauf zu achten, dass bei der Parabraunerde immer ein EB- sowie ein It- oder Blt-Horizont vorhanden sind. Ist nur ein Bt-Horizont beschrieben, handelt es sich um eine tonhüllige Saure Braunerde.

4.14.2 Rendzina, Braunerde, Kalkbraunerde

Leitplanken für die Abgrenzung von Rendzina, verbrauchte Rendzina, Braunerde oder Kalkbraunerde:

	Rendzina	Rendzina, teilw. entkarbonatet	Rend- zina, ver- braunt	Braun- erde	Kalkbraun- erde
Karbonatgehalt in Oberboden	0 - 5	0 - 1			2 - 5
Karbonatgehalt unterhalb A-Horizont(en)	4 - 5	3 - 5	2 - 3	0 - 1	3 - 5
Karbonatgrenze	OK bis UK A-Horizont	Unterhalb A-Horizont		Unterhalb B-Horizont	Oberfläche
Tongehalt unterhalb A-Horizont gegenüber tiefer liegenden Horizonten	nicht (wesentlich) erhöht		nachweisbar erhöht		
Braunfärbung in mineralischer Feinerde gegenüber tiefer liegenden Horizonten (nicht von OS herrührend)	kaum erkennbar		deutlich		
Horizontfolge	Ah-AC-C	Ah -C	Ah-(B)C-C	Ah-B-C	Ah-B-C
Beispiele	D 12	D 16	D 11	B 52	B 51

Kalkbraunerde: Während der Bodenbildung wird das Ausgangsmaterial entkarbonatet und verbraunt, danach findet eine *sekundäre* Aufkalkung statt (durch Umlagerung, Windsedimentation, Grund-/ Hangwasser). Es muss im OB und UB Kalk vorhanden sein. Ein Bk-Horizont muss vorhanden sein. Die Ansprache der Kalkbraunerden erfolgt nach der „Klassifikation der Böden in der Schweiz“ [6] bzw. dem BGS-Schlüssel [5]. Sie ist demnach vor allem in Akkumulationslagen anzutreffen (Kalk sekundär im Profil). An Verlustlagen sind eher Regosole bzw. Rendzinen auszuscheiden.

Rendzina: Muss nicht per se flachgründig sein.

4.14.3 Rendzina oder Regosol

Entscheidend für die Differenzierung ist das Ausgangsmaterial: Wenn Mischgestein vorkommt, wird gemäss KLABS der Bodentyp Regosol verwendet. Kalkmergel wird als Mischgestein betrachtet, wenn der Karbonatgehalt des Ausgangsgesteins >75% beträgt. Böden auf Mergel werden also als Regosole bezeichnet.

Rendzinen entwickeln sich auf Kalkstein.

Wenn unklar ist, ob die Bodenbildung in verwittertem Moränenmaterial stattgefunden hat, ist die Feinerdekörnung zu beachten: Kalkstein verwittert sehr tonreich.



4.14.4 Auffüllungen

Bezüglich Klassifikation und Bewertung von Auffüllungen lässt die FAL-Kartieranleitung viele Fragen offen. Deshalb gelten die folgenden Richtlinien für die Bodenkartierung Solothurn als verbindlich. Grundsätzlich sind drei Ausprägungen zu unterscheiden:

Art der anthropogenen Veränderung	Klassifikation
Überschüttung des Oberbodens mit (meist standortfremdem) Material zwecks Strukturverbesserung.	Untertyp PU (=überschüttet)
Diverse, meist kleinflächige anthropogene Eingriffe, welche im Bohrkern sichtbar sind oder aufgrund anderer Informationen bekannt sind.	Untertyp PM (=anthropogen beeinflusst)
Grossflächiger anthropogener Bodenaufbau (Ober- und Unterboden).	Bodentyp X (=Auffüllung)

Da die Auffüllungen qualitativ sehr unterschiedlich sind, muss die **Bewertung bezüglich pflanzennutzbarer Gründigkeit** und Profilwert von Fall zu Fall beurteilt werden. Ein systematischer Abzug ist nicht zwingend, vielmehr soll ein aufgefüllter Boden nach denselben Kriterien beurteilt werden, wie ein gewachsener Boden; mit besonderem Augenmerk auf das Gefüge und eventuel-ler Verdichtungserscheinungen.

Bei **grossflächigen** Auffüllungen ist darauf zu achten, dass unterschiedliche Qualitäten erfasst und gegeneinander abgegrenzt werden. Als Handhabe kann hierzu der untenstehende Schlüssel zur „Bestimmung des Bodenprofilwerts rekultivierter Böden“ herangezogen werden. Dieser wurde in der Kartierung Gäu III für die aufgefüllten Böden über ehemaligen Kiesabbaugebieten erstellt. Der Schlüssel gilt für Böden mit einer Folgebewirtschaftung von mindestens 3 Jahren. Er erhebt keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit und muss in anderen Gebieten an die jeweilige Situation angepasst werden.

Allgemein gilt: Falls der folgende Schlüssel oder ein anderes, systematisches Instrument zur Beurteilung von rekultivierten Böden zur Anwendung kommt, ist eine vorgängige Absprache mit dem QS-Experten unabdingbar. Zudem müssen alle systematischen und/oder einmaligen Abzüge im Feld „Bemerkungen“ (und erstere zusätzlich im Schlussbericht) dokumentiert werden.

Horizontbezeichnung	Merkmale	Anrechenbare Gründigkeit (Faktor)
yA	aus Ah-Material	1.0
y(A)	vorwiegend aus Ah-Material, gestörtes Gefüge	0.9
yB	aus B-Material	1.0
y(C)B	vorw. B-Material + Mischgefüge aus Struktur- und Kohärentgefüge	0.75
yCB1	vorw. B-Material + reines Kohärentgefüge + gute Durchwurzelung	0.5
yCB2	vorw. B-Material + reines Kohärentgefüge + schlechte Durchwurzelung	0.25
yBC	vorw. C-Material (verbraunt) + gute Durchwurzelung	0.25
y(B)C	vorw. C-Material (verbraunt) + geringe Durchwurzelung	0.1
yC	aus reinem C-Material ohne Durchwurzelung	0.0



4.14.5 Organische Böden

Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind in diesem Kapitel die wichtigsten Spezifikationen bei der Aufnahme von organischen Böden zusammengefasst. Die Regelungen finden sich teilweise auch unter den entsprechenden Kapiteln.

Vernässung

In organischen Horizonten ist es oftmals schwierig, Vernässungszeichen nachzuweisen oder zu interpretieren. Die Plausibilität kann dabei mit folgenden Hilfsgrössen erhöht werden:

- Die Klassifikation nach Zersetzungsgrad (H1 – H10) gemäss der deutschen Kartieranleitung [1; Tab. 21 (KA4) resp. Tab. 23 (KA5)] hilft bei der Unterscheidung der Horizonte. Zur Nachvollziehbarkeit sind die entsprechenden Zersetzungsgrade anzugeben.
- Der pH-Wert zeigt an, bis in welche Höhe das Grundwasser kapillar aufsteigt.
- Das Vorhandensein von Wurzeln zeigt mindestens zeitweise aerobe Verhältnisse an.

Feinerdekörnung

In reinen Torfhorizonten mit mutmasslich mehr als 30% org. Substanz ist die Angabe (Schätzung oder Analyse) der Feinerdekörnung wenig aussagekräftig. Es kann deshalb darauf verzichtet werden. OS und Gefüge sind aber zwingend aufzunehmen.

Gefüge

Das Gefüge ist auch in organischen Horizonten anzugeben. Dabei können, wenn dies die Beschreibung am besten trifft, alle zur Verfügung stehenden Gefügeformen verwendet werden. Eine Beschränkung auf die drei im Datenschlüssel erwähnten, organischen Gefügeformen ist nicht zwingend.

Horizontunterbezeichnungen

Die Indizes g, gg und r sind wie in mineralischen Horizonten zu verwenden.

4.15 Nassböden

4.15.1 Profilwertbestimmung bei Nassböden

Der Profilwert bei Nassböden wird in der Bodenkartierung Solothurn anhand der ermittelten pflanzennutzbaren Gründigkeit bestimmt. In dieser sind die Abzüge für die Vernässungen bereits erhalten. Auf die Maximalwerte gemäss Tabelle 11.2b/ FAL [2] ist zu achten! So darf beispielsweise ein grundwassergeprägter Boden (G4) einen maximalen Profilwert von 79 Punkten erhalten.

4.15.2 Ansprache des Wasserhaushaltes (Stau-, Hang- oder Grundwasser)

Um nachträgliche Debatten zu vermeiden, soll die Diskussion über Art und Ursprung der Vernässungen bereits in der Konzeptphase geführt werden (siehe Kap. 3.1).

Nassböden in Muldenlagen werden in der BOKA-SO i. d. R. als „grundnass“ bezeichnet (auch in Hangmulden). In tonreichen Böden sollte jedoch der Stauwassereinfluss als Untertyp mitgenommen werden.

Nasse Böden an steileren Hangpartien werden i. d. R. als hangnass kartiert. Ausnahmen können begründet werden, falls bspw. der Hang wenig steil ist, die Profilarbe eher braun-rot mit vielen Konkretionen ist, oder die Körnungsabfolge auf Staunässe hindeutet.

4.15.3 Drainierte Nassböden

Alluviale Pseudogleye

Das Ausscheiden von Pseudogleyen im Alluvium ist grundsätzlich möglich. Entscheidend ist die aktuelle Vernässungssituation. Durch Meliorationsarbeiten wurde in vielen Gebieten der Wasserspiegel abgesenkt, vormals grundnasse Böden werden so in den unteren Schichten trockengelegt. Falls diese Böden stauende Schichten aufweisen, können in der Folge pseudogleyige Merkmale vorherrschend sein.

Grund- oder fremdwassergeprägte Rohböden

Kombinationen wie z.B. uF sind laut Klassifikation nicht möglich. Der Grund liegt darin, dass die Einstiegsgrösse in die Klassifikation der Böden der Schweiz der Wasserhaushalt ist. Dieser ist erstes und dominantes Kriterium für die Klassifikation.






4.15.4 Vernässung in organischen Horizonten

In organischen Horizonten ist es oftmals schwierig, Vernässungszeichen nachzuweisen oder zu interpretieren. Die Plausibilität kann dabei mit folgenden Hilfsgrössen erhöht werden:

- Die Klassifikation nach Zersetzungsgrad (H1 – H10) gemäss der deutschen Kartieranleitung [1; Tab. 21 (1994) resp. Tab. 23 (2005)] hilft bei der Unterscheidung der Horizonte. Zur Nachvollziehbarkeit sind die entsprechenden Zersetzungsgrade anzugeben.
- Der pH-Wert zeigt an, bis in welche Höhe das Grundwasser kapillar aufsteigt.
- Das Vorhandensein von Wurzeln zeigt mindestens zeitweise aerobe Verhältnisse an.

4.16 Erosion

Die beobachteten Erosionserscheinungen (flächenhafte und lineare) sind auf dem Feldplan einzuzichnen und mit den folgenden Signaturen zu versehen:

Flächenspülung (betr. Fläche markieren)	Rillenerosion (<15 cm) tief	Rinnenerosion (15-45 cm) tief	Grabenerosion (>45 cm) tief	Talwegerosion (breite Gräben – Mulden)
				

Verschlammte Parzellen (Polygone) sind mit dem Untertyp ZL (labilaggregiert) zu bezeichnen.



5 Profile

5.1 Anzahl Leitprofile

Die Anzahl nötiger Leitprofile wird für jede Kartieretappe in der Ausschreibung festgelegt. Grundsätzlich gilt folgende Profildichte:

Landwirtschaftsgebiet und Wald	7 Leitprofile pro 100 Hektar
--------------------------------	------------------------------

Zur Klärung spezieller Fragen (siehe Kap. 4.8) können in den Waldkartierungslosen nach Absprache mit dem QS-Experten während der Kartierphase zusätzliche „**Kleinprofile**“ ausgehoben werden.

5.2 Profilblatt

5.2.1 Datenschlüssel

Die Profile in der Bodenkartierung Solothurn werden in der Landwirtschafts- und in der Waldkartierung grundsätzlich mit dem Datenschlüssel 6.2 (2015) aufgenommen.

Der DS 6.2 ist die zweite Erweiterung des FAL-Datenschlüssels 6 von 1994, die vom Kanton Solothurn in Eigenregie durchgeführt wurde. Zu berücksichtigen sind die folgenden Änderungen bzw. Ergänzungen:

Datenschlüssel 6	Erweiterungen / Änderungen (DS 6.2)
Gefügeform (31) und Grössenklasse (32)	Zusätzliche Gefügeformen Neue Klasseneinteilung
Bodentypen (16)	Zusätzlicher Bodentyp: X = Auffüllung
Untertypen (18)	Zusätzlicher Untertyp: PB = terrassiert, FN = nassgebleicht, FG = graufleckig marmoriert, LM = mechanische Verdichtung
Unterteilung der Haupthorizonte (30)	Zusätzliche Symbole: hh = oberste, schwarze Humusstoffzone (Wald) y = aufgefüllter Horizont
Skelettgehalt Waldböden	Anpassung der Skelettklassen in der Waldkartierung

5.2.2 Allgemeine Grundsätze

Vollständigkeit: Das Profilblatt muss vollständig ausgefüllt sein. Zur Eingabeverification werden auch die Textangaben der „Bodenbezeichnung“ und die Prozentangaben der Sandfraktion benötigt. Die Analysewerte sind vollständig und optisch vom Schätzergebnis unterscheidbar (z.B. rot unterstrichen) einzugeben, so dass sie auch auf S/W- Kopien als solche zu erkennen sind.

Die **KAK-Analysewerte** werden in der Spalte „Proben/ Bemerkungen“ eingetragen. Beispiele für ein LW- und ein Wald-Profil finden sich in den Beilagen. Zusätzlich ist eine leere Kopiervorlage eingefügt.



Eindeutige Angaben: Die Eingabefelder 34 (Gefüge) und 42 (Farbe) sind die einzigen, welche mehrere Werte enthalten dürfen. Alle übrigen Angaben auf dem Profilblatt müssen eindeutig sein, Eingaben wie 3-4, 3/4 oder <4 sind im IS-Boden nicht möglich. "0" ist ein Wert, "-" bedeutet: keine Angabe!

Rechte Spalte „Bodenbezeichnung“: beim Skelettgehalt (Eingabefelder 19 und 20) und der Feinerdekorung (21 und 22) sind in Spalte A die Werte (Klasse) des Oberbodens, in Spalte B die Werte (Klasse) des Unterbodens einzutragen. Die Angaben der Feinerdekorung beziehen sich auf die Laborwerte, Widersprüche zu den Prozentangaben (Eingabefelder 35 – 40) vermeiden! Die Werte (Klassen) müssen eindeutig sein.

5.2.3 Horizonte

Darstellung: Die Reihenfolge der Horizont-Grosssymbole erfolgt gemäss der deutschen Bodenklassifikation [1] mit Gewichtung beim letztgeschriebenen Grosssymbol:

Symbole (Beispiele)	Eigenschaften
AB	B-Horizont mit sekundären Eigenschaften eines A-Horizontes
BA	A-Horizont mit sekundären Eigenschaften eines B-Horizontes
(C)B	B-Horizont mit schwach vorhandenen Eigenschaften eines C-Horizontes
B(C)	Unzulässige Kombination! Das höher gewichtete Symbol darf nie in Klammer stehen

Horizontbezeichnungen:

- Ah-Horizonte, welche von Zeit zu Zeit bearbeitet werden, werden als Ah,p-Horizonte bezeichnet, auch wenn sie schon ein paar Jahre nicht mehr bearbeitet worden sind.
- Pflughorizonte (Ah, p) sind nicht weiter zu unterteilen, da die sichtbaren Strukturunterschiede bis zum erneuten Umbruch nur vorübergehender Natur sind.
- Bw-Horizont gemäss FAL-Bodenklassifikation verwenden. Der Bw-Horizont ist zwingend kalkfrei und typisch für Braunerden (z.B.: Ah, Bst, Bw, BC, Ck) und Parabraunerden (z.B. Ah, E, It, Bw, BC, Ck).
- Anstatt Bh die Horizontbezeichnung AB verwenden.
- Falls in den unteren Horizonten der analytische Humusgehalt >1 ist, soll «A» der Horizontbezeichnung beigefügt werden: z.B. AB, BA, (A)B oder [A]B.
- Dichte Unterbodenhorizonte aus Grundmoräne sind, wie jeder dichte Horizont, mit dem Kleinbuchstaben x zu kennzeichnen.
- C-Horizont: ist gekennzeichnet durch die Abwesenheit von strukturiertem Gefüge, ist nicht durchwurzelt, und ist kalkhaltig. Die Verwendung der Horizontbezeichnung C soll erst unterhalb der Kalkgrenze oder in Übergangshorizonten zur Kalkgrenze verwendet werden.
- Verwitterungszustand C- und R-Horizonte: Der Verwitterungszustand kalkfreier C- und R-Horizonte ist nicht mit Kleinbuchstaben zu präzisieren, da weder chemisch verwittert (ch) noch „Zersatz des Muttergesteins“ (z) eindeutig zutreffen. Kalkhaltige Horizonte dürfen mit dem Kleinbuchstaben z ergänzt werden (Cz, Rz).
- R-Horizont (Felsunterlage): Präzisierung gemäss FAO Guidelines for soil profile description: „Granite, Basalte, Quarzite und verfestigte Mergel und Sandsteine sind Beispiele für Aus



- gangsmaterial, das mit R bezeichnet wird. Lufttrockene oder trockenere Brocken aus einem R-Horizont werden eingelegt in Wasser innerhalb von 24 Stunden nicht zerfallen. (...) Der R-Horizont kann Spalten aufweisen, aber in so geringem Masse, dass nur kleine und wenige Wurzeln eindringen können. Die Spalten können mit Ton oder anderem Material überzogen oder verfüllt sein.“
- Beim R-Horizont müssen im Profilblatt nur die Felder zur Horizontbezeichnung, Kalkgehalt und pH ausgefüllt werden. Die übrigen Merkmale sind mit Strich zu bezeichnen.

Ansprache von hydromorphen Horizonten:

- Der Index **g(g)** darf grundsätzlich verwendet werden, mit folgenden Einschränkungen: Obergrenzen von diagnostisch wichtigen Horizonten sollten nicht exakt auf die klassifikatorisch festgelegten Grenzen gelegt werden und g(g)-Horizonte sollten sich nicht über mehr als eine klassifikatorisch wichtige Grenze ausdehnen.
- Die Kombination von „g,r“ ist nicht zulässig, da gemäss Definition der Klassifikation die fahle Matrix zum „gg“ gehört. Falls nur noch ganz wenige Rostflecken in grauer Matrix erkennbar sind, muss der Kartier entscheiden, ob „r“ oder „gg,r“ verwendet werden soll.
- Differenzierungsmerkmale bezüglich Hydromorphie (z.B. „g“) dürfen nicht auf klassifikatorisch relevante Grenzen gelegt werden.
- Nicht eindeutig qualifizierte Horizonte wie „g (g)“ sind Übergangshorizonte. In erster Linie sind die definierten Symbole wie „g“ bzw. „gg“ zu verwenden. Abfolgen wie „(g)“ über g(g)“ erschweren die Nachvollziehbarkeit und werden unterlassen.
- Nicht eindeutig qualifizierte Horizonte wie „g (g)“ sollen klassifikatorisch immer gleich gewichtet werden. Erklärungen zur Handhabung sind im Erläuterungsbericht zum jeweiligen Los abzugeben.
- Örtlich gehäufte Rostflecken in ansonsten mehrheitlich rostfreien Horizonten sind mit [g] zu bezeichnen.
- Abgrenzung von Stau- und Fremdwassereinfluss: Eine mutmassliche Grenze zwischen dem Stau- und Fremdwassereinfluss im Bodenprofil ist durch die Beschreibung einer „Wasserscheide“ zu bezeichnen.

Gesteinswechsel: Die römischen Zahlen für den Gesteinswechsel in der Horizontbezeichnung immer voranstellen. So wird ein entkarbonateter und verwitterter Schotter (Bw-Horizont) unter einem feinkörnigen Alluvium als IIB bezeichnet. Auch unterschiedliche Ausgangssubstrate derselben Ablagerungsperiode sind als lithologische Wechsel zu kennzeichnen (z.B. Wechsel von Buntmergel zu Sandstein). Wenn am Hang die Situation nicht eindeutig ist (Transportprozesse), ist kein lithologischer Wechsel zu kennzeichnen.

Waldhorizonte: Der Profil-Nullpunkt fällt mit dem Beginn des obersten mineralischen Horizontes (Ah oder Ahh) zusammen. Die Mächtigkeiten der Auflagehorizonte sind immer anzugeben (cm).

Auffüllungen: Aufgefüllten Horizonten ist immer das Symbol „y“ voranzustellen, auch wenn es sich um autochthones Material handelt. Die Horizontabfolge A, yB, C ist also unzulässig, falls B aufgefüllt ist, muss auch A gezwungenermassen anthropogen geschüttet sein.



5.2.4 Profilskizze

Die Profilskizze muss alle relevanten Merkmale enthalten: Skelett mit Kalkgehalt, Holzkohle, Ziegel, Risse, unzersetzte Pflanzenreste, Durchwurzelungstiefe und Wurmgänge sind zu erfassen. Marmorierung und Rostflecken unterscheiden, und Konkretionen auch in den unteren Horizonten einzeichnen und bezeichnen (z.B.: cn, gg).

5.2.5 Pflanzennutzbare Gründigkeit

Die Berechnung der pflanzennutzbaren Gründigkeit muss im Bemerkungsfeld horizontweise nachvollziehbar notiert werden (z.B.: $15 + 12 + 8 + 2 = 37$ cm).

Gründigkeitsabzüge bei einer nicht senkrechten Profilwand sind erst über ca. 10 Grad Abweichung der Profilwand von der Lotrechten gerechtfertigt und sind speziell zu vermerken.

5.2.6 Düngereinsatz

Bei der Feldkartierung ist zwingend der "Düngereinsatz flüssig" (Feld 72) anzugeben. Auf die Angabe "Düngereinsatz fest" (Feld 71) hingegen wird verzichtet, da dazu keine festgelegte Methode existiert.

5.2.7 Feinwurzelansprache

An jedem Profil sind seit der Kartieretappe Niederamt'11 die Feinwurzeln anzusprechen.

Die Erfassung der Durchwurzelungsintensität ist in Kapitel 5.6.12.1 (Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage 2005, KA5) beschrieben.

Das Erfassen der Feinwurzeln ist mit einem vom AfU abgegebenen einfachen Zählrahmen durchzuführen. Die Beurteilung ist je Horizont ins Profilblatt-Feld „Proben Bemerkung“ einzutragen.

5.2.8 Koordinaten

Die Koordinaten des Profilstandortes sind möglichst genau ($\pm < 10$ m) anzugeben. Die Eingabe des Profilstandortes erfolgt im IS-Boden anhand der Koordinaten und nicht gemäss Feldkarte.

5.2.9 Profilfotos

Zu jedem Profil muss mindestens ein Foto der Profilwand, sowie der Situation/ Umgebung gemacht werden. Im Wald soll dabei die Bestockung gut erkennbar sein. Die Fotos müssen von guter Qualität sein.

Foto Profilwand:

Gut leserliche Beschriftung mit folgendem Inhalt: Projektname, Gemeinde, Profilnummer, Aufnahmedatum und Kartierungsbüro.

Ansprechende Qualität mit guten Lichtverhältnissen ohne Schattenwurf auf der Profilwand, damit die Horizonte gut erkennbar sind.

Abzugeben als farbechter Papierabzug (Fotopapier) und digital.



5.3 Probenahme am Profil (für Laboranalysen)

5.3.1 Analytisch zu ermittelnde Daten

Folgende Daten sind mittels Laboranalyse zu erheben:

Feinerdekörnung	3 Horizonte pro Profil, davon 1 Bestimmung im Oberboden ¹⁾
Organische Substanz	3 Horizonte pro Profil, davon 1 Bestimmung im Oberboden ¹⁾
pH (CaCl ₂)	Oberboden und 2 Horizonte im Unterboden ¹⁾
KAK*	Oberboden/Unterboden in mindestens jedem 5. Profil

* Landwirtschaftsböden: KAK_{pot}; Wald: KAK_{eff}, gemäss Methode WSL

¹⁾ In Waldboden-Profilen: zusätzliche Beprobung des Ahh-Horizontes, falls vorhanden

5.3.2 Probenahme

[Die Probenahmen erfolgen gemäss Referenzmethoden der Schweizerischen Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten [7].]

Bei der Probenahme ist darauf zu achten, dass für jeden Horizont genügend Bodenmaterial (ca. 1 kg ohne Skelett) entnommen wird, damit das Labor dem AfU ausreichend Probematerial für Archivproben zur Verfügung stellen kann. Die Kartierbüros schicken die Laborproben direkt an das zuständige Labor.

Probenahme in organischen Horizonten: Die herkömmliche Analysemethode (FAL) ist bei hohem Anteil an organischem Material ungenau. Deshalb sollen die Proben mit mutmasslich >10% org. Substanz bezeichnet werden, damit das Labor diese Proben allenfalls getrennt analysieren kann.

In reinen Torfhorizonten (ab mutmasslich >30% OS) ist die Angabe der Feinerdekörnung wenig aussagekräftig. Auf die entsprechende Analyse kann verzichtet werden.

Waldprofile: Bei der Probenahme des Ah-Horizontes ist darauf zu achten, dass kein horizontfremdes Material (insbesondere Auflagehorizonte und Ahh) mitgemischt wird!

Bei nachträglich ausgehobenen „Kleinprofilen“ gemäss Kap. 4.3, wird auf eine Archivierung verzichtet. Die Probemenge kann deshalb deutlich verringert werden (< 100g). Dies erleichtert die Probenahme bei wenig mächtigen Horizonten (Ahh).

Ab Kartierjahr 2003 wird vom AfU das Labor zur Analyse der im Projekt anfallenden Bodenproben bestimmt. Damit die Laborwerte über mehrere Kartieretappen möglichst vergleichbar sind, wird der Auftrag immer an das gleiche Labor erteilt. Das AfU gibt den Kartierenden bei Projektbeginn das betreffende Labor bekannt. Andere Labors sind nicht zugelassen!

Das vorgesehene **überschüssige Probematerial** ist durch das Labor dem AfU zur Archivierung zu übergeben (nur in stapelbaren Kunststoffdosen).

Die Kartierenden erhalten vom Labor eine Kopie der **Labordatenblätter**, das Original geht direkt an das AfU.



6 Flächendaten (Polygone)

6.1 Nummerierung

Die Polygonnummer setzt sich zusammen aus der BSF-Gemeindennummer und einer gemeindeinternen, fortlaufenden Nummer. Die BSF-Nummer wird Stand Ende 2013 aufgenommen und ändert sich auch bei einer Gemeinde-Fusion nicht. Grundsätzlich genügt es, wenn die Polygone eindeutig mit der gemeindeinternen fortlaufenden Nummer erfasst werden. Die zusätzliche Bezeichnung mit den Gemeindenummern kann durch den Kanton erfolgen. Bei gemeindeübergreifenden Kartierungen muss nachher klar nachvollziehbar sein, in welcher Gemeinde die interne Nummer vergeben wurde (hier ist die Gemeindennummer jeweils anzugeben).

Für die gemeindeinterne Nummerierung gilt:

Neukartierung	Wald	100 - 999
	LW	1000 - 4999
Überarbeitung alter Karten	nur LW	5000 - 9999*

* Vergabe der Nummern beim vorgängigen Digitalisieren

Wichtig: die zur Vergabe freien Nummern werden für jedes Kartierlos durch das AfU bekannt gegeben.

6.2 Feldkarte

Für die LW-Lose dienen Orthofotopläne und für die Waldlose der Übersichtsplan als Grundlage für die Feldkarte. Auf allen Feldkarten sind die 1m-Höhenlinien aufgedruckt zur besseren Visualisierung der Topographie.

Die Polygongrenzen werden dem Auftraggeber auf der bereinigten Feldkarte übergeben. Eine Reinzeichnung ist nicht erforderlich. Alle Polygone und der Perimeterrand müssen eindeutig abgegrenzt und identifizierbar sein. Grenzen zu benachbarten Kartierungen bzw. Bearbeitungslosen müssen bereinigt sein.

Die Polygonnummern auf der Feldkarte sind deutlich lesbar festzuhalten. Bezüglich Farbgebung gelten folgende Regeln:

Polygongrenzen und Nummerierung	rot (Grenzen mit möglichst feinem Strich!)
Profilstandorte	blau
Referenzbohrungen (fakultativ)	grün
Bohrnetz (Pürckhauereinstiche)	Originalfarbe (in der Regel Bleistift)

Die Original-Feldkarten mit allen Pürckhauerbohrungen und eventuellen separaten Legenden sind dem AfU in jedem Fall abzugeben.



6.3 Kartierungsmassstab

Die Polygonaufnahme geschieht im Massstab 1:2'500. Die definitiven Bodenkarten werden im Massstab 1:5'000 ausgedruckt.

Der Kartierungsmassstab richtet sich nach dem Darstellungsmassstab:

Darstellungsmassstab (definitive Bodenkarte)		Aufnahmemassstab		1 cm ² auf der Bodenkarte entspricht im Gelände	
Massstab	minimale Fläche	Massstab	minimale Fläche	Fläche	Seitenlänge bei quadratischer Form
1: 5'000	1 cm ²	1: 2'500	4 cm ²	25 a	50 m

Gemäss FAL-Vorgabe darf eine Bodeneinheit maximum **10% Fremdanteil** enthalten. Nicht auskartierbare „Spezialitäten“ werden im Feld „Bemerkungen“ dokumentiert (z.B.: Wasseraustritt im Polygon).

Die geforderte **Bohrnetzdichte** zur Gewährleistung einer massstabsgetreuen Kartierung beträgt ca. 50 Meter. Die mittlere zu erwartende Polygongrösse (Median) liegt erfahrungsgemäss um 1 ha/Polygon.

Falls aussergewöhnlich grosse Bodeneinheiten (> 10 ha) ausgeschieden werden, müssen diese im Schlussbericht begründet werden.

6.4 Parameter

Zwecks Auswertung der Bodendaten für erweiterte Bodenschutzaufgaben sind zwingend die untenstehenden Parameter zu erfassen:

- Bodentyp
- Untertypen*
- Substrat / Geologie
- Geländeform
- Skelett Oberboden / Unterboden (6 Klassen (Wald), resp. 10 Klassen (Feld))
- Körnung [%] Oberboden / Unterboden
- Pflanzennutzbare Gründigkeit [cm]
- Wasserhaushaltsgruppe
- Mächtigkeit Ahh-Horizont [cm] (nur im Wald)
- Mächtigkeit [cm] / Humusgehalt [%] Ah-Horizont
- Humusform (nur im Wald)
- Kalkgehalt [Klassen] Oberboden / Unterboden
- pH-Wert [Hellige] Oberboden / Unterboden
- Karbonatgrenze [cm]
- Gefügeform und -grösse Oberboden / Unterboden
- Bodenpunktzahl (Profilwert) (Feld); resp. Produktionsfähigkeitspunkte (Wald)
- Allfällige Bemerkungen

*Aufnahme von Untertypen: In der neuen QGIS-Datenbank können max. 7 Untertypen eingegeben werden. Die Eingabe der Vernässung (falls vorhanden) und des pH-Wertes (resp. Kalkgehaltes) ist zwingend vorzunehmen. Darüber hinaus sind alle Untertypen, für welche es eine plausible Indikation gibt, anzugeben.



6.5 Repräsentativer Datensatz (Referenzbohrung)

Für jedes Polygon wird ein repräsentativer Datensatz (Parameter siehe oben) erhoben. Dieser repräsentative Datensatz kann auf 2 Arten erarbeitet werden:

- An einem, für das Polygon repräsentativen, Standort wird eine Referenzbohrung durchgeführt zur Erhebung des vollständigen Datensatzes. Diese real existierenden Standorte werden auf dem Feldplan grün eingezeichnet und sind später wieder auffindbar.
- Basierend auf den verschiedenen, in einem Polygon durchgeführten Bohrungen wird ein für das Polygon repräsentativer Datensatz bestimmt. In diesem Fall gibt es keine real existierenden Referenzbohrungs-Standorte; der Eintrag auf dem Feldplan entfällt somit.

Der Polygon-Datensatz wird im QGIS mit dem dazugehörigen Polygon verknüpft. Das System kreiert dazu einen virtuellen Standort innerhalb des Polygons; diese Koordinate hat nur systeminterne Bedeutung. Die Koordinaten der Referenzbohrungen werden aktuell nicht digital aufgenommen.

6.6 Polygonabgrenzung

Gemäss Kartieranleitung FAL sind alle aufzunehmenden Attribute (Parameter) als gleichwertig zu betrachten. Demzufolge gilt: Ändert sich **ein** Parameter um eine Klasse, so ist zwingend ein neues Polygon auszuscheiden.

In Gebieten, bei denen die Geländeformen wenig Hinweise auf unterschiedliche Bodenverhältnisse geben (grosse Ebenen), sind bereits in der Konzeptkarte Überlegungen zu machen, welche Parameter zur Differenzierung der Bodenverhältnisse beitragen (z.B. Vernässungsgrad, etc.).

Die aktuelle Waldgrenze ist auf der Feldkarte möglichst genau einzuzeichnen. Dabei sind der Schattenwurf und breite, überhängende Äste zu beachten, welche die Orientierung auf dem Orthofoto erschweren.

Anthropogene Faktoren: Aufgrund bewirtschaftungsbedingter, langfristig wenig reversibler Bodenmerkmale (z.B. Pflugsohle) dürfen Bodeneinheiten parzellenscharf abgegrenzt werden.

Kartierung von Linienelementen: Grosse Linienelemente und deren Böschungen, wie Kantonstrassen, Bahnlinien, Kanäle/Bäche gelten als trennende Elemente und unterbrechen die Polygone (Böschungsfuss als Grenze) und sind daher auszukartieren. Erfahrungsgemäss gelten bei Strassen etwa folgende Kriterien als Trennbänder: Mehr als 2 Spuren (z.B. 2 Spuren + Trottoir oder Radweg); Damm oder Einschnitt von mehr als ca. 1 Meter Höhenunterschied.

6.7 Angleichung an Nachbarlose

Damit die Bodenkarten von benachbarten Kartierlosen an den Grenzen übergangslos zusammenpassen, ist es zwingend, dass die Kartierung über die Losgrenze hinausgeht und mit den Nachbarlosen abgesprochen wird oder für kommende Kartieretappen vorsondiert wird.

Die Kartierung muss folgenden Ansprüchen genügen:

- Übergang zwischen Losen der gleichen Kartieretappe: Die Kartierung an der Losgrenze soll möglichst früh stattfinden und über die Losgrenzen hinweg stattfinden. Der Übergang zwischen den Losen muss bei Abgabe der Feldpläne bereinigt sein.
- Kartierung grenzt an ein bereits kartiertes Los: Die Kartierung soll zur Eichung als Anschluss zur bestehenden Bodenkarte beginnen. Falls kein fließender Übergang zwischen den Losen



erstellt werden kann, so sind die QS-Experten frühzeitig darauf aufmerksam zu machen.

- Anschluss für künftige Kartierung muss gegeben sein, d.h. dass über die Losgrenzen hinweg einige Stichprobenartige Bohrungen gemacht werden, um sich ein Bild über den Verlauf der Polygone machen zu können.

Treten deutliche Unterschiede zwischen den Losen auf und kann keine Lösung gefunden werden, so sind die QS-Experten frühzeitig beizuziehen. Unstimmigkeiten müssen noch **während** der Feldkartierphase bereinigt werden.

6.8 Bodenkomplexe

Die Ausscheidung von Bodenkomplexen ist zurückhaltend anzuwenden. Trotzdem bietet die neue Datenbank in QGIS diese Möglichkeit weiterhin an. Bei der Eingabe in die zur Verfügung gestellte Datei, ist zuerst die dominante Bodenform einzugeben. Diese hat Priorität und wird für die Darstellung in der Bodentypenkarte zugezogen. Für die weiteren Bodenformen sind zusätzliche Datensätze dem gleichen Polygon zuzuordnen. Der Flächenanteil und das topographische Muster sind zwingend im entsprechenden Datenfeld anzugeben.

Auf der Karte erscheint in der Kurzbeschreibung zum Polygon nur die Haupt-Bodenform. Diese ist fett dargestellt als Hinweis darauf, dass weitere Datensätze zu diesem Polygon vorhanden sind.

6.9 Dateneingabe

Für die Bearbeitung im GIS wird pro Polygon **ein** repräsentativer Datensatz benötigt.

Die Parameter sind in einer vom AfU vorgegebenen Datei zu erfassen, es werden keine anderen Dateien akzeptiert. Die Datei ist **vollständig** auszufüllen und gemäss den aktuellen Vorgaben auszufüllen.

Die Datenbank lässt nur **eindeutige** Einträge zu (keine Angaben wie ‚3-4‘, sondern ‚3‘ bzw. ‚4‘).

In das Feld ‚Bemerkungen‘ gehören unter anderem folgende Angaben:

- Angaben zur Heterogenität der Bodeneigenschaften
- Vorkommende „Spezialitäten“, welche aufgrund ihrer Flächengrösse nicht auskartiert werden konnten
- Angaben zu Erosionserscheinungen
- Spezielle Abzüge beim Profilwert (z.B.: pH-Wert).

Achtung: Die *Zahl Null (0)* ist ein *Wert!*
Wo *keine* Daten anfallen, leer zu lassen

Kalkgrenze: *0* (= Null) bedeutet: Profil ist umfassend kalkhaltig
Positive Zahl bedeutet: Lage der Karbonatgrenze
(z.B. 30 = Karbonatgrenze in 30 cm Tiefe)
-1 bedeutet: Profil vollständig entkarbonatet (kein Kalk gefunden)

Die Polygone sind auf deren Vollständigkeit und Plausibilität zu prüfen.



BEILAGEN

Teil III

Beilagen

- Leeres Leitprofilblatt (Datenschlüssel 6.2)
- 2 Muster ausgefüllter Leitprofilblätter
- Referenzmethoden der Eidg. landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (FAL)
- Schlüssel Humusformen
- Bestimmung Makroporenanteil