



Interne Methodensammlung

ANLEITUNG ZUR BODENKARTIERUNG

(Bearbeitungsstand 1985)

Inhaltsverzeichnis

I. Klassifikation der Böden

1. DAS KLASSIFIKATIONSSYSTEM

2. KLASSIFIKATIONSKRITERIEN BIS ZUM BODENTYP

- 2.1. Bodenwasserhaushalt
- 2.2. Art der festen Bodensubstanz
- 2.3. Kennzeichnende chemisch-mineralogische Komponente
- 2.4. Kennzeichnende Perkolate
- 2.5. Systematik der Böden. Uebersichtstabelle

3. DEFINITION DER UNTERTYPEN

3.1. Profilschichtung/-umlagerung

3.2. Verwitterungsart/extreme Körnung

3.3. Säuregrad

3.4. Karbonat-, Salzgehalt

3.5. Verteilung des Fe-Oxids

3.6. Gefüge

3.7. Lagerungsdichte

3.8. Staunässe

3.9. Fremdnässe wechselnd

3.10. Fremdnässe dauernd

3.11. Drainage

3.12. Organische Substanz aërob

3.13. Organische Substanz anaërob

3.14. Typenausprägung

3.15. Horizontierung

4. KURZBESCHREIBUNG DER WICHTIGSTEN BODENTYPEN DER SCHWEIZ

4.1. Perkolierte Böden

4.1.1. Gesteinsböden

4.1.2. Humus-Gesteinsböden

4.1.3. Verwitterungsböden

4.2. Perkolierte Böden mit Verdunstung

4.3. Staunässe Böden

4.3.1. Staunasse Verwitterungsböden

4.3.2. Staunasse organische Böden

4.4. Fremdnasse Böden

4.4.1. Fremdnasse Gesteinsböden

4.4.2. Fremdnasse Humus-Gesteinsböden

4.4.3. Fremdnasse Verwitterungsböden

4.4.4. Fremdnasse organische Böden

4.5. Periodisch überschwemmte Böden

4.5.1. Periodisch überschwemmte Verwitterungsböden

2. KLASSIFIKATIONSKRITERIEN BIS ZUM BODENTYP

2.1. Bodenwasserhaushalt → Bodenklasse (Code: 1. Ziffer)

Code	Bezeichnung	Erläuterungen	N: jährliche Niederschlagsmenge Et: potentielle Evapotranspiration
1---	perkoliert	N> Et; humide Gebiete. Boden und Untergrund normal durchlässig. Ueberschüssige Niederschläge versickern. Stoffauswaschung. (Braunerden, Podsole)	
2---	perkoliert, verdunstend	N≈Et; Boden und Untergrund normal durchlässig, aber selten perkoliert. Schwache Auswaschung, während der Vegetationsperiode häufig austrocknend. (in der Schweiz selten; Phäozem)	
3---	nicht perkoliert	N< Et; aride Gebiete. Meist trocken, Niederschläge unregelmässig und spärlich. (In der Schweiz nicht vorkommend; Halbwüsten- und Wüstenböden)	
4---	staunass	N> Et; hydromorphe, gehemmt durchlässige, nach ausgiebigen Niederschlägen während längerer Zeit vernässte, während regenarmen Perioden oberflächlich austrocknende Böden. Kein Fremdwasser. (Pseudogleye, Hochmoor)	
5---	staunass, verdunstend	N< Et; gehemmt durchlässige, in der Regenzeit partiell vernässte, während regenarmen Perioden tiefgründig austrocknende Böden. Perkolation meist gering. (In der Schweiz nicht vorkommend; Vertisole)	
6---	fremdnass	N> Et; hydromorphe, durch Grund- oder Hangwasser vernässte Böden. (Gleye, Halbmoore, Moore)	
7---	fremdnass, verdunstend	N< Et; fremdnasse Böden mit extremer Verdunstung und Grundwasseraufstieg. An der Oberfläche Anreicherung leicht löslicher Salze. (In der Schweiz kaum vorkommend; Salzböden: Solonetz, Solontschak)	
8---	periodisch überschwemmt	Durch periodische Ueberschwemmungen kann Material akkumuliert oder erodiert werden. Deshalb aus einer Folge von Ablagerungen bestehend (geschichtet). (Aueböden)	

2.2. Art der festen Bodensubstanz —→ Bodenordnung (Code: 2. Ziffer)

Code	Bezeichnung	Erläuterungen
-1--	Gesteinsböden	Fast ausschliesslich aus - Gesteinsteilen und Primärmineralien aufgebaut. Gehalt an org. Subst. < 5 kg/m ² Tongehalt der Feinerde < 5 % Horizontfolge AC - C. (Silikatgesteinsböden, Mischgesteinsböden, Karbonatgesteinsböden)
-2--	Humus-Gesteinsböden	Aus - Gesteinsteilen und Primärmineralien und - organischer Substanz bestehend. Gehalt an org. Subst. > 5 kg/m ² Tongehalt der Feinerde < 5 % Horizontfolge A u./o. O - C (A - C-Böden). (Humus-Silikatgesteinsböden, Humus-Mischgesteinsböden)
-3--	Verwitterungsböden	Aus - Gesteinsteilen und Primärmineralien - organischer Substanz und - Sekundärmineralien bestehend. Tongehalt der Feinerde > 5 % (Regosol, Braunerde, Pseudogley, Gley)
-4--	Sekundärmineralböden	Aus - org. Substanz und - Sekundärmineralien bestehend. Keine Gesteinsteile, ≤ 20 % verwitterungsbeständige Primärmineralien (In der Schweiz höchstens fossile Vorkommen; Terra rossa, Terra fusca, Ferralsole)
-5--	Organische Böden	Aus - organischer Substanz bestehend. In den obersten 80 cm > 40 cm Humus mit > 30 % organischer Substanz. (Hochmoor, Halbmoore, Moore)

2.3. Kennzeichnende chemisch-mineralogische Komponente (Code: 3. Ziffer)

Code	Bezeichnung	Erläuterungen
--1-	Silikatgestein	(Silikatgesteinsboden, Humus-Silikatgesteinsboden)
--2-	Mischgestein	Aus Silikaten (inkl. Tonmineralien) und Nichtsilikaten (Karbonate, Gips, ...) bestehend. (Mischgesteinsboden, Humus-Mischgesteinsboden, Regosol, Aue)
--3-	Karbonatgestein	Anteil der Erdalkalिकarbonate > 40 %. (Karbonatgesteinsboden, Humus-Karbonatgesteinsboden, Karbonatregosol)
--4-	Mull	Mull: Braungrauer bis schwarzer, mit Tonmineralen innig verbundener Feinhumus. (Phäozem)
--5-	Tone und Eisenoxide (v.a. Goethit)	Kolloidsubstanz im geflockten Zustand. Flockung in neutralem bis schwach saurem Milieu durch Ca^{2+} -Ionen, in stark saurem Milieu durch Al^{3+} -Ionen verursacht. (Braunerden, Braunerde-Pseudogley, Braunerde-Gley)
--6-	Illuviale Eisen-III-Oxide und/oder Humine	Anreicherung von Eisen und/oder Huminstoffen, welche als metallorganische Komplexe verlagert wurden. (Podsole)
--7-	Flecken von Eisen-III- und Mangan-IV-Oxiden (Rostflecken)	In 2-wertiger Form gelöste Eisen- und Manganionen werden bei Luftzutritt oxidiert und fallen infolge von Durchlässigkeitsunterschieden in der Bodenmatrix häufig in Form von Flecken oder Konkretionen aus. (Pseudogley, Buntogley)
--8-	Eisen-II- und Mangan-II-Verbindungen	Unter reduzierenden Bedingungen kommen Eisen und Mangan als leichtlösliche Eisen-II- bzw. Mangan-II-Ionen vor. (Fahlgley, Halbmoore)
--9-	Organische Substanz	Oberboden besteht aus einem > 40 cm mächtigen organischen Horizont mit > 30 % org. Substanz. (Hochmoor, Moore)
--0-	Aluminium- und Eisen-Oxide (Gibbsit, Goethit, Hämatit)	Im feucht-warmen tropischen Klima ist die Silikatverwitterung besonders stark. Die Verwitterungsprodukte (Kieselsäure, Erdalkali- und Alkaliionen) werden ausgewaschen und die Al- und Fe-Oxide im Rückstand angereichert. (Ferralsole)

2.4. Kennzeichnende Perkolate —→ Bodentyp (Code: 4. Ziffer)

Code	Bezeichnung	Erläuterungen
---1	"Aktives" Aluminium	In sauren Böden ($\text{pH CaCl}_2 \leq 5,0$) wird aus den Silikaten Al^{3+} freigesetzt, welches in der Tauschgarnitur und in der Bodenlösung erscheint und die Bodenazidität erhöht. (Humus-Silikatgesteinsboden, Saure Braunerde)
---2	Erdaalkalitionen (Mg^{2+} , Ca^{2+})	Die Auswaschung von Ca^{2+} und Mg^{2+} bewirkt eine allmähliche schwache Versauerung des Oberbodens (Mischgesteinsboden, Humus-Mischgesteinsboden, Braunerde, Regosol)
---3	Karbonat	CaCO_3 wird als Bikarbonat [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] verlagert und oft sekundär als Kalkflaum oder Kalktuff ausgefällt. (Karbonatgesteinsboden, Karbonatregosol, Kalkbraunerde)
---4	Alkalisalze (Na^+ , K^+)	In Salzböden arider Gebiete
---5	Ton	In schwach saurem bis saurem Milieu wird Ton dispergiert und kolloidal verlagert. (Parabraunerde)
---6	Eisen-II- und Mangan-II- Ionen	Eisen und Mangan werden unter reduzierenden Bedingungen als Mn^{2+} und Fe^{2+} -Ionen verlagert, welche bei Luftzutritt oxidiert und in Form von Flecken und Konkretionen ausgefällt werden. (Pseudogley, Fahlgley, Buntgley)
---7	Kieselsäure	Im feucht-warmen tropischen Klima wird Kieselsäure ausgewaschen. (Ferralsole)
---8	Eisen-Humin- stoffkomplexe	Niedermolekulare Huminstoffe und Eisen werden als wasserlösliche metallorganische Komplexe verlagert. (Podsolierung, Podsole)
---9	Na^+ , Tone und Huminstoffe	Infolge der dispergierenden Wirkung der Na^+ -Ionen werden Tone und Huminstoffe kolloidal gelöst und verlagert. Alkalischer pH-Bereich. (Solonetz)
---0	Huminstoffe	In stark sauren Böden werden niedermolekulare wasserlösliche Huminstoffe verlagert. (Humuspodsol, Hochmoor)

2.5. Systematik der Böden. Übersichtstabelle

Code	Bodenklasse	Bodenordnung	Bodentyp	Wichtigste Untertypen		
1112 1122 1133	1. Perkolierte Böden	1. Gesteinsböden	Silikatgesteinsboden Mischgesteinsboden Karbonatgesteinsboden	ehem. Gesteins-Regosol lithosolisch = ehem. Gesteins-Lithosol alluvial = ehem. Gesteins-Fluvisol		
1211 1222 1233			2. Humus-Gesteinsböden		Humus-Silikatboden Humus-Mischgesteinsboden Humus-Karbonatgesteinsboden	ehem. Roh-Regosol lithosolisch = ehem. Roh-Lithosol alluvial = ehem. Roh-Fluvisol
1322 1333 1351 1352 1353 1355 1361 1368 1360					3. Verwitterungsböden	
14--		4. Sekundärmineralböden				
21--			1. Trocken-Gesteinsböden	Bsp.: Trocken-Silikatgesteinsboden		
22--				2. Trocken-Humus-Gesteinsböden	Bsp.: Trocken-Humus-Silikatgesteinsboden	
2322 2333 2342		3. Trocken-Verwitterungsböden			Trocken-Regosol Trocken-Karbonatregosol Phaeozem	
3---			3. Nicht perkolierte Böden			
4352 4376		4. Staunasse Böden	3. Staunasse Verwitterungsböden	Braunerde-Pseudogley Pseudogley		
4590				5. Staunasse organische Böden	Hochmoor	
5---		5. Staunasse Böden mit Verdunstung				
61--		6. Fremdnasse Böden	1. Fremdnasse Gesteinsböden	Bsp.: Silikatgesteinsgley		
62--				2. Fremdnasse Humus-Gesteinsböden	Bsp.: Humus-Karbonatgesteinsgley	
6352 6376 6386	3. Fremdnasse Verwitterungsböden				Braunerde-Gley Buntgley Fahlgley	
6581 6582 6590 6592			5. Fremdnasse organische Böden	Saures Halbmoor Halbmoor Saures Moor Moor		
7---	7. Fremdnasse Böden mit Verdunstung					
81--	8. Periodisch Überschwemmte Böden			1. Periodisch Überschwemmte Gesteinsböden	Bsp.: Silikatgesteinsae	
82--			2. Periodische Überschwemmte Humus-Gesteinsböden		Bsp.: Humus-Silikatgesteinsae	
8322 8352				3. Periodisch überschwemmte Verwitterungsböden	Aue Braunerde-Aue	

3. DEFINITION DER UNTERTYPEN

3.1. Profilschichtung/-umlagerung (Code P..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
PE	erodiert	Oberer Profilteil durch Erosion abgetragen. Oft folgt unter dem A _n -Horizont der I _t -(Parabraunerde), BC- oder C-Horizont. Erosionslagen.
PK	kolluvial	Die obersten > 40 cm des Profils sichtbar durch Rutschung oder Schüttung geprägt.
PM	anthropogen	Künstliche Aufschüttung, Deponie. Anthropogene Auflage > 40 cm mächtig.
PA	alluvial	Ausgangsmaterial im Wasser sedimentiert; Schichtung im Bodenprofil noch erkennbar. Alluviale Auflage > 40 cm mächtig.
PL	äolisch	Windsediment (Löss). Äolische Auflage > 40 cm mächtig.
PU	überschüttet	20 - 40 cm mächtige Auflage verschiedener Herkunft. Wenn möglich Art der Überschüttung (kolluvial, anthropogen, alluvial, äolisch) angeben.
PS	auf Seekreide	Mineralische oder organische Auflage auf Seekreide.
PP	polygenetisch	Mehrere zeitlich getrennte Bodenbildungsphasen. Ein oder mehrere begrabene Horizonte vorhanden.

3.2. Verwitterungsart / extreme Körnung (Code V..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
VL	lithosolisch	Anstehender Fels weniger als 10 cm u.T.
VF	auf Fels	Anstehender Fels 10 - 60 cm u.T.
VU	klüftig	Stark variierende Verwitterungstiefe auf Fels.
VA	karstig	Unregelmässige, teilweise bis zur Erdoberfläche reichende Kalkgesteinsunterlage.
VB	blockig	Oberboden mit Blöcken ($\emptyset > 50$ cm).
VK	psephitisch	Oberboden skelettreich; > 30 % Skelett.
VS	psammitisch	Oberboden extrem sandig, skelettfrei.
VT	pelitisch	Oberboden tonreich; < 10 % Sand; skelettfrei.

3.3. Säuregrad (Code E..)

		pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	Basensättigung (V-Wert)
E 1	neutral	6,8 - 7,2	6,2 - 7,0	> 80 %
E 2	schwach sauer	5,9 - 6,7	5,1 - 6,1	51 - 80 %
E 3	sauer	5,3 - 5,8	4,3 - 5,0	15 - 50 %
E 4	stark sauer	$< 5,3$	$< 4,3$	< 15 %

3.4. Karbonat-, Salzgehalt (Code K..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
KE	teilw. entkarbonatet	A-Horizont entkarbonatet, B- und/oder BC-Horizont kalkhaltig.
KR	karbonatreich	Bis an die Oberfläche kalkhaltig.
KF	kalkflaumig	Sekundäres, pseudomycelartiges oder feinpulveriges CaCO_3 ; bei Austrocknung ausgefällt.
KT	kalktuffig	Sekundäres, im Wasser ausgefalltes CaCO_3 (Tuff).
KA	natriumhaltig	Erhöhter Natriumgehalt. Leitfähigkeit im Sättigungs-extrakt 2 - 5 mmho/cm; pH > 7,8.

3.5. Verteilung des Fe-Oxids (Code F..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
FB	verbraunt	Schwache Verbraunung. AB- oder BC-Horizont vorhanden.
FP	podsolig	Beginnende Podsolierung: Eisen- und/oder Huminstoff-anreicherung sichtbar; Bleichung nicht oder sehr schwach sichtbar.
FE	eisenhüllig	Eisenhüllen bis -Krusten, intensive Orange-Rost-Färbung
FQ	quarzkörnig	Einzelne gebleichte Mineralkörner im A_h -Horizont.
FM	marmoriert	Oft netzartig verlaufende Roststreifen in wechsellassen Böden.
FK	konkretionär	Dunkle, manganreiche Knötchen vorhanden.
FG	graufleckig	Fleckige oder streifige Ausbleichungen in brauner Matrix.
FR	rubefiziert	Durch Goethit und Hämatit verursachte deutliche Rotfärbung (mindestens 5 YR)

3.6. Gefüge (Code S..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
SS	krümelig, bröcklig	Stabile, ausgeprägte Krümel (Aggregatgefüge)
SK	klumpig	Grosse, prismatische oder polyedrische Klumpen. (Segregatgefüge)
ST	tonhüllig	Matt glänzende Tonhäute an der Oberfläche der Bodenteilchen; etwas intensiver gefärbt als die Matrix.
SV	vertisolisch	Schwundrissig (Self mulching)
SL	labilaggregiert	Wenig beständiges, verschlammungsanfälliges Bodengefüge.

3.7. Lagerungsdichte (Code L..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
1.1	locker	Oberboden locker. Dichte $< 1,1 \text{ g/cm}^3$.
1.2	verdichtet	Oberboden verdichtet. Dichte $> 1,5 \text{ g/cm}^3$.
1.3	kompakt	Grösster Teil des Profils stark verdichtet, Durchlässigkeit stark gehemmt.
1.4	verhärtet	Zementierte Schichten im Profil. Bindemittel: Eisenhydroxid (Ortstein), CaCO_3 , Kieselsäure, Eisenoxid (Laterit).

3.8. Staunässe (Code I..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
I 1	schwach pseudogleyig	- Obergrenze g 90 - 60 cm u.T. oder g oberhalb 60 cm u.T. \leq 20 cm mächtig und/oder - (g) oder cn oberhalb 60 cm u.T. $>$ 20 cm mächtig - gg, wenn vorhanden, unterhalb 90 cm u.T.
I 2	pseudogleyig	- Obergrenze g 60 - 0 cm u.T., g $>$ 20 cm mächtig und/oder - Obergrenze gg 90 - 60 cm u.T. oder gg oberhalb 60 cm u.T. $<$ 20 cm mächtig
I 3 *	stark pseudogleyig	- Obergrenze gg 60 - 40 cm u.T., gg $>$ 20 cm mächtig Die meisten Böden der Vernässungsstufe I 3 entsprechen dem Bodentyp Braunerde-Pseudogley
I 4 *	sehr stark pseudogleyig *	- Obergrenze gg 40 - 0 cm u.T., gg $>$ 20 cm mächtig Die meisten Böden der Vernässungsstufe I 4 entsprechen dem Bodentyp Pseudogley

* Dürfen nur in Ausnahmefällen als Untertypenbezeichnungen verwendet werden (z.B. bei Auffüllungen)

3.9. Fremdnässe wechselnd (Code G..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
G 1	grundfeucht	- Obergrenze (g) oder cn 90 - 60 cm u.T. und/oder Obergrenze g 120 - 90 cm u.T. - gg unterhalb 120 cm u.T.
G 2	schwach gleyig	- (g) oder cn oberhalb 60 cm u.T. und/oder Obergrenze g 90 - 60 cm u.T. - gg unterhalb 90 cm u.T.
G 3	gleyig	- g oberhalb 60 cm u.T. - gg unterhalb 60 cm u.T.
G 4*	stark gleyig*	- Obergrenze gg 60 - 40 cm u.T. Die meisten Böden der Vernässungsstufe G 4 entsprechen dem Bodentyp Braunerde-Gley
G 5**	sehr stark gleyig**	- Obergrenze gg 40 - 20 cm u.T.
G 6**	extrem gleyig**	- Obergrenze gg 20 - 0 cm u.T.

*Darf nur in Ausnahmefällen (z.B. Aueböden, Humus-Gesteinsgleye, Auffüllungen) als Untertyp verwendet werden.

**Wird ausser bei den unter* erwähnten Ausnahmefällen vor allem zur genaueren Umschreibung von Buntgley und Fahlgley verwendet. Ist bei Buntgley und Fahlgley eine genaue Zuordnung zu G 5 oder G 6 nicht möglich, werden diese Untertypenbezeichnungen weggelassen (also nicht: W G5 - G6, sondern nur: W).

3.10. Fremdnässe dauernd (Code R..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
R 1	schwach grundnass	- Obergrenze r 120 - 90 cm u.T. - Grundwasserspiegel selten unterhalb 120 cm u.T.
R 2 (ex G6)	grundnass	- Obergrenze r 90 - 60 cm u.T. - Grundwasserspiegel selten unterhalb 90 cm u.T.
R 3 (ex G7)	stark grundnass	- Obergrenze r 60 - 30 cm u.T. - Grundwasserspiegel selten unterhalb 60 cm u.T.
R 4 (ex G8)	sehr stark grundnass	- Obergrenze r 30 - 10 cm u.T. - Grundwasserspiegel selten unterhalb 30 cm u.T.
R 5 (ex G9) (statt versumpft)	sumpfig	- r oberhalb 10 cm u.T. - Grundwasserspiegel selten unterhalb 10 cm u.T.

3.11. Drainage (Code D..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
D D	drainiert	Grundwasserspiegel künstlich gesenkt. Wird nur dort angewendet, wo die Profilverkmale <u>nicht dem aktuellen Wasserhaushalt entsprechen.</u>

3.12 Organische Substanz aerob (Code M..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
M L	rohhumos	Rohhumusauflage. Horizontfolge <u>O1</u> - Of - Oh Unter dem ausgeprägten O1-Horizont (unzersetzte bis wenig zersetzte, ein- bis mehrjährige Streu) folgen der Of- und der Oh-Horizont.
M F	modrighumos	Moderauflage. Horizontfolge O1 - <u>Of</u> - Oh Ueber dem ausgeprägten Of-Horizont (bestehend aus teilweise zersetztem org. Material) liegt der meist geringmächtige O1-, darunter der Oh-Horizont.
M A	humusarm	Gehalt an organischer Substanz < 5 kg/m ² ; < 2 % im A-Horizont. Hell gefärbt; Munsell-Granton > 5.
M M	mullreich	Gehalt an organischer Substanz > 20 kg/m ² . Mull (= Braungrauer bis schwarzer, mit Tonmineralien innig verbundener Feinhumus). Krümelgefüge. Neutral bis schwach saurer pH-Bereich. Im Ah-Horizont > 2 % org. Substanz.
M H	huminstoffreich	Huminstoffe vorwiegend metall-organisch gebunden. > 2 % org. Substanz. Sauer. A- oder I-Horizont.

3.13 Organische Substanz anaerob (Code O..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
O M	anmoorig	Körnig oder schmierig abgebaute organische Auflage, < 40 cm mächtig; > 10 % org. Substanz.
O S	sapro-organisch	Körnig oder schmierig abgebaute organische Auflage, > 40 cm mächtig; > 10 % org. Substanz.
O A	antorfig	Faserige organische Auflage, < 40 cm mächtig; > 30 % organische Substanz.
O F	flachtorfig	Faserige organische Auflage, 40 - 90 cm mächtig; > 30 % org. Substanz.
O T	tieftorfig	Faserige org. Auflage, > 90 cm mächtig; > 30 % org. Substanz.

3.14 Typenausprägung (Code T..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
T 1	schwach ausgeprägt	Typenmerkmale undeutlich, schwach entwickelt.
T 2	ausgeprägt	Typenmerkmale deutlich ausgeprägt, gut entwickelt.
T 3	degradiert	Ehemals ausgeprägt horizontiertes Bodenprofil, durch typenfremde Merkmale sekundär verändert.

3.15 Horizontierung (Code H..)

Code	Untertyp	Erläuterungen
H D	diffus	Horizontgrenzen undeutlich; kontinuierliche Uebergänge zwischen den Horizonten.
H A	abrupt horizontiert	Horizontgrenzen scharf bis deutlich. Extreme Unterschiede zwischen den Horizonten.
H U	unregelmässig horizontiert	Horizontgrenzen taschen-, zungen-, keil- oder wellenförmig; nicht parallel zur Bodenoberfläche verlaufend.
H B	biologisch durchmischt	Organischer Horizont tiefgründig, durch wühlende Bodentiere (Regenwürmer, Kleinsäuger) oft nesterweise oder röhrenförmig in den darunterliegenden Horizont eingemischt.
H T	tiefgepflügt, rigolt	Oberste Horizonte durch Bodenbearbeitung vermischt. Meistens ein auffallend mächtiger A-Horizont vorhanden (Böden mit normalem Ap-Horizont fallen nicht unter diesen Untertyp).

4. KURZBESCHREIBUNG DER WICHTIGSTEN BODENTYPEN DER SCHWEIZ

4.1 Perkolierte Böden (Code 1---)4.1.1. Gesteinsböden (Code 11--)

1112 Silikatgesteinsboden

Horizontfolge AC - C. Gehalt an org. Substanz $< 5 \text{ kg/m}^2$. Feinerdearm:
Tongehalt der Feinerde $< 5 \%$. Ausgangsmaterial silikatisch.
Wichtige Untertypen: Lithosolisch; auf Fels; alluvial.

1122 Mischgesteinsboden

Wie Silikatgesteinsboden, aber Ausgangsmaterial aus Silikaten (inkl.
Tonminerale) und Nichtsilikaten (Karbonate, Gips, ...) bestehend.

1133 Karbonatgesteinsboden

Wie Silikatgesteinsboden, aber Ausgangsmaterial Karbonatgestein
(Kalke, Dolomite; Anteil der Erdalkalिकarbonate $> 40\%$).

4.1.2. Humus-Gesteinsböden (Code 12--) (ehem. Rohböden)

1211 Humus-Silikatgesteinsboden

Horizontfolge A - AC - C. Gehalt an org. Substanz $> 5 \text{ kg/m}^2$. Ton-
gehalt der Feinerde $< 5 \%$. Auf silikatischem Ausgangsmaterial; meist
sauer.

Wichtige Untertypen: Lithosolisch; auf Fels; alluvial; Art der org.
Substanz: Rohhumus, modrichumus, ...

1222 Humus-Mischgesteinsboden

Wie Humus-Silikatgesteinsboden, aber: Auf Ausgangsmaterial, welches
aus Silikaten (inkl. Tonminerale) und Nichtsilikaten (Karbonate,
Gips, ...) besteht.

1233 Humus-Karbonatgesteinsboden

Wie Humus-Silikatgesteinsboden, aber: Auf Karbonatgestein (Kalke,
Dolomite; Anteil der Erdalkalिकarbonate $> 40\%$) entstanden. Höchstens
Auflagehorizonte entkarbonatet.

Besonderer Untertyp: Mullreich = ehem. Roh-Rendzina.

4.1.3. Verwitterungsböden (Code 13--)

Deutliche chemische Gesteinsverwitterung. Tongehalt der Feinerde > 5 %. Die vorhandenen Tone können auch mit dem Muttermaterial abgelagert worden sein. Oberboden nur bei Vorkommen von Rohhumus- und Moderauflagen mit mehr als 10 % organischer Substanz.

1322 Regosol

Horizontfolge A - AC - C oder A - (B) - C. Profil wenig differenziert. Aus Mischgestein (Silikate und Nichtsilikate) entstanden. Verwitterung nicht oder nur schwach sichtbar.

Wichtige Untertypen: Alluvial = Fluvisol; verbraunt.

1333 Karbonatregosol

Wie Regosol, aber aus Karbonatgestein (Anteil der Erdalkal karbonate > 40 %) entstanden.

Wichtige Untertypen: Mullreich = Rendzina; alluvial = Karbonatfluvisol; verbraunte Rendzina.

1351 Saure Braunerde

Horizontfolge A_h - B_w - BC - C. Oberboden sauer bis stark sauer ($\text{pH CaCl}_2 < 5,0$); Basensättigung (V-Wert) < 50 %. B_w intensiv orange bis rostig gefärbt, Chroma (7.5 YR, 10 YR) um 6. Stärke Freilegung von Eisenhydroxiden; Al^{3+} -Ionen in der Bodenlösung. Im stark sauren Bereich Tonzerstörung?

Wichtige Untertypen: Pseudogleyig; gleyig; modrighumos; tonhüllig.

1352 Braunerde

Horizontfolge A_h - B_w - BC - C. Oberboden neutral bis schwach sauer ($\text{pH CaCl}_2 > 5,0$); Basensättigung (V-Wert) > 50 %. Mindestens der A_h -Horizont ist entkarbonatet. B_w weniger intensiv gefärbt als bei der Säuren Braunerde, Chroma (YR oder Y_w) um 3, > 2.

Wichtige Untertypen: Neutral; schwach sauer; teilweise entkarbonatet; pseudogleyig; gleyig; diffus, mullreich; tonhüllig.

1353 Kalkbraunerde

Horizontfolge A_h - B_w - BC - C. $CaCO_3$ bis zur Oberfläche. B_w -Horizont infolge des Kalkgehaltes gräubraun gefärbt. Horizontübergänge diffus. Kalk gelangte sekundär (durch Umlagerung, Windsedimentation, Grund- oder Hangwasser) ins Profil. Häufig in Akkumulationslagen.

Wichtige Untertypen: Kolluvial; alluvial; gleyig; diffus; mullreich.

1355 Parabraunerde

Horizontfolge Ah - AE - It - BC - C.

Tonwanderung vom Oberboden in den It-Horizont. Ah und AE sind deutlich tonärmer als der It. Illuvialer Ton im It als Tonhüllen oder Porenfüllung vorhanden. It durch Tonhüllen dunkler und rostiger gefärbt als Ah und AE. Tonwanderung vorwiegend in schwach saurem bis saurem Milieu.

Wichtige Untertypen: Sauer; pseudogleyig; gleyig; schwach ausgeprägt; erodiert.

1361 Braunpodsol

Horizontfolge O und/oder A - A(E) - Ife - BC - C.

Kann als unentwickelter oder degradiertes Podsol aufgefasst werden. Die Merkmale der Auswaschung sind durch die organische Substanz maskiert, sodass der Humushorizont direkt auf dem Ife liegt. Ife schwach bis deutlich ausgeprägt. Sauer bis stark sauer.

Wichtige Untertypen: Quarzkörnig; eisenhüllig; huminstoffreich; rohhumos; modrighumos; schwach ausgeprägt.

1368 Eisenpodsol

Horizontfolge O und/oder A - AE oder E - Ife - BC - C. (Eisenpodsol) bzw. O und/oder A - AE oder E - Ihfe - Ife (kann fehlen) - BC - C. (Humus-Eisenpodsol).

Auswaschung von Eisen-Huminstoff-Komplexen (=Podsolierung). Auswaschungshorizont schwach bis stark gebleicht, 1 cm bis mehrere Dezimeter mächtig. Anreicherungshorizont ocker- bis intensiv rostfarbig (Eisenpodsol) oder im oberen Teil schwarzbraun und im unteren Teil ocker- bis rostfarbig oder nur schwarzbraun (Humus-Eisenpodsol). I-Horizont im fortgeschrittenen Stadium der Podsolierung durch Eisenoxide verklebt, zementiert (Ortstein). Sauer bis stark sauer; Tonzerstörung.

Wichtige Untertypen: Huminstoffreich = Humus-Eisenpodsol; verhärtet; modrighumos; schwach ausgeprägt; ausgeprägt; pseudogleyig; gleyig.

1360 Humuspodsol

Horizontfolge O und/oder A - AE oder E - Ih - BC - C.

Extrem saurer und basenarmer Podsol auf eisenarmem Ausgangsmaterial (meist quarzreiche Sande). Verlagerung von niedermolekularen wasserlöslichen Huminstoffen. In der Illuvialzone fast reine Humusanreicherung (Proben des Ih-Horizontes zeigen beim Glühen keine Rostfärbung [FAO]).

4.2. Perkolierte Böden mit Verdunstung (Code 2---)

Unterteilung gleich wie bei den perkolierten Böden (4.1.)

2342 Phäozem

Horizontfolge Ah - Ahst - B - BC - C. Halbsteppenböden. Abbau der organischen Substanz durch Trockenheit gehemmt. Intensive Bodendurchmischung durch wühlende Bodentiere. Mullreicher Ah-Horizont, > 30 cm mächtig; im oberen Horizontteil 5 - 10 % organische Substanz.

In der Schweiz auf die trockensten Gebiete beschränkt. Mögliche Vorkommen: Wallis, Haupttal von Martigny bis Brig; unteres Puschlav ob Poschiavo; unteres Val Müstair ab Valchava; Unterengadin ab Zernez.

Wichtige Untertypen: Kolluvial; verbraunt; schwach ausgeprägt.

4.3. Stauasse Böden (Code 4---)

4.3.1. Stauasse Verwitterungsböden (Code 43--)

Tongehalt der Feinerde > 5 %

4352 Braunerde-Pseudogley

Häufige Horizontfolge Ah - B(g) und/oder Bg - Bggx - BCggx.

Obergrenze gg 60 - 40 cm u.T., gg > 20 cm mächtig.

Der Staukörper liegt so tief, dass die oberen Horizonte selten vernässt sind. Man erkennt deshalb im oberen Profilteil einen meist schwach ausgeprägten braunen Verwitterungshorizont (cambic horizon) mit Eisen- und Mangankonglomeraten und/oder Rostflecken. Dieser Verwitterungshorizont ist in neutralen und karbonathaltigen Böden grau-braun, in sauren Böden intensiver rostig gefärbt.

Wichtige Untertypen: Sauer; neutral; karbonatreich.

4376 Pseudogley

Häufige Horizontfolge Ah - Ahg - Bggx - BCgg(x).

Obergrenze gg 40 - 0 cm u.T. gg > 20 cm mächtig.

Obere Horizonte häufig durch Stauwasser vernässt. Kein Verwitterungshorizont. Stauhorizont (Bggx) marmoriert. C-Horizont oft normal durchlässig.

Wichtige Untertypen: Sauer; neutral; karbonatreich; alluvial; kompakt; anmoorig; antorfig; modrichumos.

4.3.2. Staunasse organische Böden (Code 45--)

4590 Hochmoor

Horizontfolge OT - T - C.

Nicht vom Grundwasser beeinflusster organischer Boden; nur von Niederschlagswasser perkoliert. Dank der grossen Saugfähigkeit des Sphagnumtorfes auch über dem Grundwasserspiegel porengesättigt. Stark sauer; Nährstoffe durch Regenwasser ausgewaschen. Huminstoffverlagerung.

Wichtige Untertypen: Stark sauer; sauer; flachtorfig; tieftorfig.

4.4. Fremdnasse Böden (Code 6---)

gg oberhalb 60 cm u.T. Bei weniger als 60 cm mächtigen Böden: gg höher als bis in den C-Horizont reichend.

4.4.1. Fremdnasse Gesteinsböden (Code 61--)

Horizontfolge ACg - ACgg - Cr. < 5 % Ton, < 5 kg/m² org. Substanz.

6112 Silikatgesteinsgley

6122 Mischgesteinsgley

6133 Karbonatgesteinsgley

4.4.2. Fremdnasse Humus-Gesteinsböden (Code 62--)

Horizontfolge Ahg - ACgg - Cr. Geschlossene Humusdecke über rohem Gesteinsmaterial, welches im Grund- oder Hangwasser liegt.

6211 Humus-Silikatgesteinsgley

6222 Humus-Mischgesteinsgley

6233 Humus-Karbonatgesteinsgley

4.4.3. Fremdnasse Verwitterungsböden (Code 63--)

6352 Braunerde-Gley

Häufige Horizontfolge: Ah - Bg - Bgg - BCgg.

Obergrenze gg 60 - 40 cm u.T.

Unter dem Ah-Horizont konnte sich ein schwach ausgeprägter Verwitterungshorizont mit Eisen- und Mangankonkretionen und/oder Flecken bilden.

Wichtige Untertypen: Sauer; schwach sauer; teilweise entkarbonatet; schwach grundnass; grundnass (selten).

6376 Buntgley

Häufige Horizontfolge: Ahg - Bgg - BCgg und/oder Cr.

Obergrenze gg 40 - 0 cm u.T., Grundwasserspiegel meist unterhalb 90 cm u.T., Obergrenze r unterhalb 90 cm u.T.. Kein Verwitterungshorizont.

Wichtige Untertypen: Kolluvial; alluvial; sauer; schwach sauer; neutral; karbonatreich; anmoorig; extrem gleyig; sehr stark gleyig; schwach grundnass.

6386 Fahlgley

Häufige Horizontfolge: Aa oder Ahg - Bgg - BCr - Cr.

Obergrenze gg 40 - 0 cm u.T., Grundwasserspiegel meist oberhalb 90 cm u.T., Obergrenze r 90 - 0 cm u.T., kein Verwitterungshorizont.

Wichtige Untertypen: Vernässungsgrad (immer angeben!): grundnass, stark grundnass, sehr stark grundnass, sumpfig; sehr stark gleyig; extrem gleyig; sauer; neutral; karbonatreich; anmoorig; antorfig.

4.4.4. Fremdnasse organische Böden (Code 65--)

6581 Saures Halbmoor

Horizontfolge O - OC - OT - C.

Während der Entstehung zeitweise überschwemmt; Einmischungen und Zwischenlagen von Mineralerde bis zur Oberfläche. Aschegehalt > 15 % der Trockensubstanz. Sauer.

Wichtige Untertypen: Flachtorfig; tieftorfig; stark sauer; alluvial überschüttet; sapro-organisch. Vernässungsgrad (immer angeben): grundnass, stark grundnass, sehr stark grundnass, sumpfig.

6582 Halbmoor

Horizontfolge O - OC - OT - C.

Wie saures Halbmoor, aber karbonathaltig bis sauer; mehr eingemischte Mineralerde. Ev. Seekreide vorhanden.

Wichtige Untertypen: Flachtorfig; tieftorfig; karbonatreich; alluvial überschüttet; sapro-organisch. (Vernässungsgrad s. 6581).

6590 Saures Moor

Horizontfolge OT - T - C.

Während der Entstehung nicht überschwemmt, deshalb sehr arm an Mineralerde; Aschegehalt < 15 % der Trockensubstanz. Sauer; Grundwasser basenarm.

Wichtige Untertypen: Flachtorfig; tieftorfig; sapro-organisch. (Vernässungsgrad: s. 6581).

6592 Moor

Horizontfolge OT - T - C.

Wie saures Moor, aber neutral bis schwach sauer; Grundwasser basenreich oder karbonathaltig.

Wichtige Untertypen: Flachtorfig; tieftorfig; sapro-organisch.

4.5. Periodisch überschwemmte Böden (Code 8---)

Selten bis fast dauernd überschwemmt.

4.5.1. Periodisch überschwemmte Verwitterungsböden (Code 83--)

8322 Aue

Horizontfolge Ah, ev. g - BCg - Cgg.

Bodenprofil geschichtet; Horizontierung undeutlich. Tongehalt der Feinerde > 5 %.

Wichtige Untertypen: Sauer; neutral; karbonatreich; anmoorig; mullreich; modrighumos; Vernässungsgrad.

8352 Braunerde-Aue

Horizontfolge Ah, ev. g - B(w)g - BCg - Cgg.

Im Unterschied zur Aue im oberen Profilteil verbraunt; relativ lange Trockenphasen. Verbraunung kann auch von eingeschwemmtem Material herrühren.

Wichtige Untertypen: Sauer; neutral; karbonatreich; teilweise entkarbonatet.

Inhaltsverzeichnis

II. Das Bodenprofil

1. CHARAKTERISIERUNG DES PROFILSTANDORTS
 - 1.1. Geographische Lage (Profilbezeichnung)
 - 1.2. Bodenbildungsfaktoren
 - 1.2.1. Muttermaterial
 - 1.2.2. Klima
 - 1.2.3. Relief
 - 1.2.4. Vegetation und Bewirtschaftung
2. ANSPRACHE, EINTEILUNG UND DARSTELLUNG DER BODENMERKMALE
 - 2.1. Horizonte und Horizontsymbole
 - 2.2. Profilskizze und Signaturen
 - 2.3. Gefüge
 - 2.4. Humusformen und Humusgehalt
 - 2.5. Feinerdekörnung (Bodenart)
 - 2.6. Skelett
 - 2.7. Chemismus
 - 2.8. Farbe
 - 2.9. Pflanzennutzbare Gründigkeit
 - 2.10. Speichervermögen für leicht verfügbares Wasser
 - 2.11. Art und Grad der Vernässung
 - 2.12. Porosität und Durchlässigkeit
3. PROFILAUFNAHME
 - 3.1. Anlage von Profilgruben
 - 3.2. Profilbeschreibung
 - 3.2.1. Aufbau des Profilblattes
 - 3.2.2. Vorgehen bei der Profilbeschreibung
 - 3.3. Fotografieren von Bodenprofilen
 - 3.4. Entnahme von Bodenproben
 - 3.4.1. Sackproben
 - 3.4.2. Mischproben für Nährstoffuntersuchung
 - 3.4.3. Zylinderproben

II. DAS BODENPROFIL

Ein senkrechter Bodenaufschluss bis zum Muttergestein, der alle Bodenhorizonte zeigt, wird Bodenprofil genannt (vergleichbar dem Aufriss eines Gebäudes). Bodenprofile dienen der detaillierten Aufnahme von Bodenmerkmalen sowie der Beurteilung des Bodens als Pflanzenstandort. Der Profilstandort wird im allgemeinen so gewählt, dass die Aufschlussstelle für ein grösseres Gebiet repräsentativ ist (vgl. III/4.).

1. CHARAKTERISIERUNG DES PROFILSTANDORTS

1.1. Geographische Lage (Profilbezeichnung)

Alle Profile werden mit dem Regionalcode (Sigle) und einer fortlaufenden Nummer bezeichnet. Diese Bezeichnung muss auch bei Laboruntersuchungen angegeben werden (vgl. II/3.4.).

Regionalcode (Sigle) [6]

Gemäss einer bestimmten Einteilung werden die 3095 Gemeinden der Schweiz zu Regionen zusammengefasst. Jede Region ist mit einem Code zu zwei Buchstaben (gross - gross oder gross - klein) bezeichnet (z.B. Gossau, Andwil, Waldkirch, Gaiserwald = Go). Im Gemeindeverzeichnis der Schweiz (ESTA, 1970) sind die Regionalcodes für jede Gemeinde von Hand eingetragen (Standort des Gemeindeverzeichnis: Sekretariat (C 238) und Büro C 247).

Profilnummer [6]

Innerhalb jeder Region werden die Profile fortlaufend numeriert, wobei zwischen Feld- und Waldprofilen unterschieden wird. Für Feldprofile beginnt man bei 1 (z.B. Go 1, Go 2 usw.), für Waldprofile bei 500 (z.B. BN 500, BN 501 usw.).

Anmerkung: Die Unterteilung in "Feld- und Waldnummern" ist relativ neu und wurde bei älteren Kartierungen zum Teil noch nicht verwendet!

Welche Nummern in der betreffenden Region bereits verwendet wurden, geht aus der "Profilbuchhaltung" im Sekretariat (C 238) hervor. Im Kartierungsauftrag wird angegeben, ab welcher Nummer die Profile bezeichnet werden müssen. Das Führen der "Profilbuchhaltung" ist Sache des Sekretariats.

Gemeinde, Kanton, Gemeinde-Nr. [7]

Es ist der Name der politischen Gemeinde sowie die Kantonsabkürzung anzugeben (z.B. Kirchberg SG); ergänzt mit der Gemeinde-Nr. (gemäss Gemeindeverzeichnis, ESTA, 1970) (z.B. Urdorf = 250).

Ort, Flurname [8]

Für die genauere Ortsbezeichnung (Weiler, Hof, Flur) sind die Angaben der LK 1:25'000 zu verwenden.

Blatt-Nr. LK 1:25'000, Koordinaten [9]

z.B. LK 1:25'000 "Diessenhofen" = 1032

Um den Profilstandort jederzeit auch später wieder ausfindig machen zu können, müssen die Koordinaten angegeben werden (die "grössere Zahl" ist zuerst einzutragen).

Höhe über Meer [60]

In ganzen Metern anzugeben.

Exposition [61]

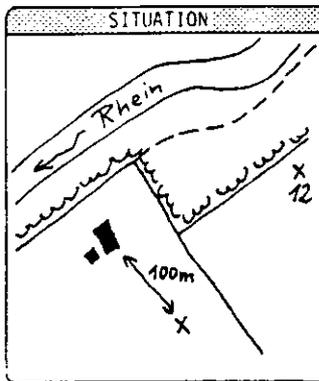
Für die Bezeichnung der Exposition werden die internationalen Abkürzungen gebraucht (E = Ost). Es werden 8 Expositionen unterschieden: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW (Ø = keine Exposition).

Situation (Skizze)

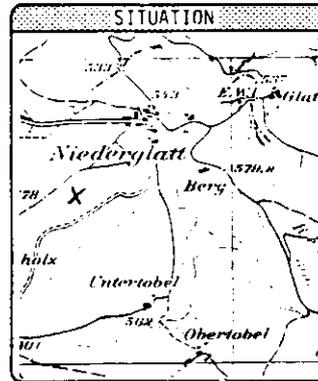
Links oben auf dem Profilblatt wird die geographische Lage der Profilstelle skizziert, wobei Norden - analog den geographischen Karten - oben ist. Damit auf die Handskizze verzichtet werden kann, hat sich auch folgendes Vorgehen bewährt. Das Gebiet der Profilstelle wird auf der 1:25'000 - Karte kopiert, ausgeschnitten und aufs Profilblatt geklebt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass der Profilstandort jederzeit wieder lokalisierbar ist, auch wenn keine Koordinaten angegeben sind.

Der Profilstandort wird im allgemeinen mit einem Kreuz (x) bezeichnet. Liegen weitere Profile innerhalb der Situations-Skizze, so können sie zusammen mit der Profilnummer ebenfalls eingetragen werden.

Beispiele von Situations-Skizzen



von Hand
x: Profilstelle



Kopie 1:25'000 - Karte

1.2. Bodenbildungsfaktoren

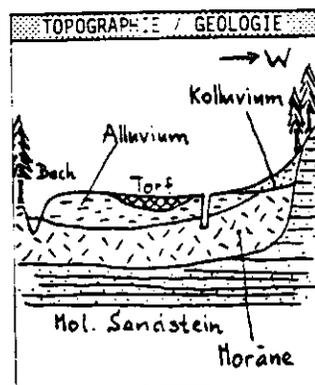
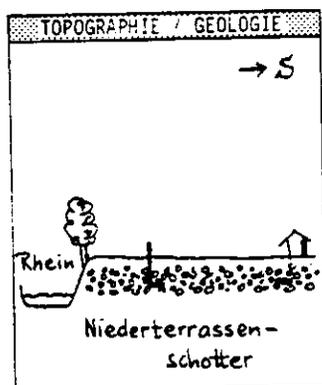
An der Bodenbildung sind im wesentlichen die folgenden Faktoren beteiligt: Muttermaterial, Klima, Relief, Lebewesen (inkl. Landnutzung durch den Menschen). Die Wirkung dieser Faktoren als auch ihre gegenseitige Beeinflussung führt im Laufe der Zeit (die Zeit ist ebenfalls ein Bodenbildungsfaktor) zur Ausbildung bestimmter Bodenmerkmale und zur Entstehung unterschiedlicher Bodentypen (vgl. I/2).

1.2.1. Muttermaterial [64]

Unter Muttermaterial versteht man dasjenige Material, aus dem der Boden entstanden ist (Bodenausgangsmaterial). Das Muttermaterial hat im allgemeinen einen sehr grossen Einfluss auf die chemischen und physikalischen Eigenschaften des daraus entstandenen Bodens. Das Muttermaterial kann gemäss den nachfolgenden Angaben bestimmt werden. Wertvolle Hilfe können dabei auch geologische Karten (z.B. GEOLOGISCHER ATLAS DER SCHWEIZ 1:25'000) leisten, insbesondere wenn man die geologische Formation (z.B. Malm, Molasse, Holozän usw.) feststellen will; diese kann in der Skizze angegeben werden.

Die geologischen Verhältnisse werden zusammen mit einem Geländeschnitt als Skizze links oben auf dem Profilblatt festgehalten. Dabei soll die Schnitt-richtung (Himmelsrichtung) angegeben werden.

Beispiele von Skizze für Topographie und Geologie



Erkennungstabelle für das geologische Muttermaterial

Code	Muttermaterial	Erläuterung
Im allgemeinen lockere oder kaum verfestigte (junge) Gesteine:		
TU	Tuff	Weisse bis gelbliche Masse, leicht pulverisierbar, z.T. mit geringen Pflanzenresten. Starke Reaktion mit Salzsäure.
SA	Sand	Lockere Masse von Körnern ($\emptyset < 2$ mm). Verschiedene Farben. Kalkhaltig oder kalkfrei.
LO	Löss	Massiges, unzementiertes Material, Korngrösse vorwiegend der Schluff-Fraktion, meist gelblich, kalkhaltig.
SK	Kreide (Seekreide)	Weiches, zerbrechliches Gestein, meist weiss bis gelblich, massig oder plattig. Sehr stark kalkhaltig.
HS	Hangschutt (Bergsturz)	Anhäufung von Kies, Geröll und z.T. Blöcken. Wenig sortiert.
AL	Alluvionen	Tone, Schluffe, Sande und Kies, gut sortiert und schichtenweise gelagert (Ebene). Meist kalkhaltig.
KO	Kolluvionen	Lockere Masse von unsortiertem Sand und kantigem Kies sowie Geröll (am Hang).
HL	Hanglehm	Lockere Masse von Lehm oder Schlufflehm, keine oder wenig Steine enthaltend. Kalkhaltig oder kalkfrei.
SL	Seebodenlehm	Masse von Lehm oder Schlufflehm, meist mit hohem Tongehalt und ohne Steine, meist kalkhaltig.
SC	Schotter, schottrige Moräne	Lockere Masse von Sand und Kies, keine oder wenig Blöcke enthaltend. Kalkhaltig oder kalkfrei.
MO	Moräne	Heterogene und lockere Masse von unsortierten Blöcken, Geröllen und Kies (kantig bis gerundet), mit Sand und Schluff gemischt. Kalkhaltig oder kalkfrei.

MG Grundmoräne Kompakte, dicht gelagerte Moräne, oft bestehend aus weichem Ton mit gestreiften, gerundeten Geröllen und Blöcken alpiner Herkunft.

Sedimentgesteine:

ME Mergel Festes oder weiches Gestein, sehr feinkörnig, massig oder bank- bis plattenförmig. Verschiedene Farben: weiss, beige, grau, rötlich, bläulich usw.. Festes Gestein klebt an der Zunge; weiches Gestein, wenn nass: plastisch; wenn trocken: hart, kalkhaltig.

TN Ton Sehr feinkörnig, weich, massig. Meist grau, bläulich oder schwarz. Wenn nass: plastisch, wenn trocken: sehr hart, kalkfrei.

TS Tonschiefer Ton, nicht weich und massig, sondern fest und plattig.

SS Sandstein Festes Gestein, mittelkörnig, rauh anzufühlen. Kalkhaltig oder kalkfrei.

KG Konglomerat Heterogene Masse zementierter, gerundeter oder kantiger Gesteinsfragmente von verschiedener Grösse und Form. Zement und Fragmente kalkhaltig oder z.T. kalkfrei (z.B. Nagelfluh).

DO Dolomitgestein Weiss, grau oder gelblich. Oberfläche leicht pulverig, feinkörnig. Im allg. ähnlich wie Kalkstein, aber weniger kalkhaltig bzw. sehr langsame Reaktion mit HCl 1:1.

RW Rauwacke Weisses, gelbliches oder rötliches hartes Gestein, sehr porös, ruinenförmig, kalkfrei.

Eruptivgesteine:

GR Granit Festes, grob- bis mittelkörniges Gestein; punktiert weiss - schwarz - gelblich - grünlich. Kalkfrei.

GN	Gneis	Wie Granit, aber geschichtet.
SF	Schiefer	Festes, mittel- bis feinkörniges Gestein, gräulich bis grünlich, kalkfrei.

Organisches Material:

T0	Torf	Anhäufung abgestorbener Pflanzen unter reduzierenden Bedingungen infolge Luftabschlusses durch Wasser.
----	------	--

1.2.2. Klima [62]

Die beiden wichtigsten Klimafaktoren sind Niederschlag und Temperatur. Sie wirken sowohl direkt als auch indirekt über die Beeinflussung der Vegetation auf die Bodenentwicklung.

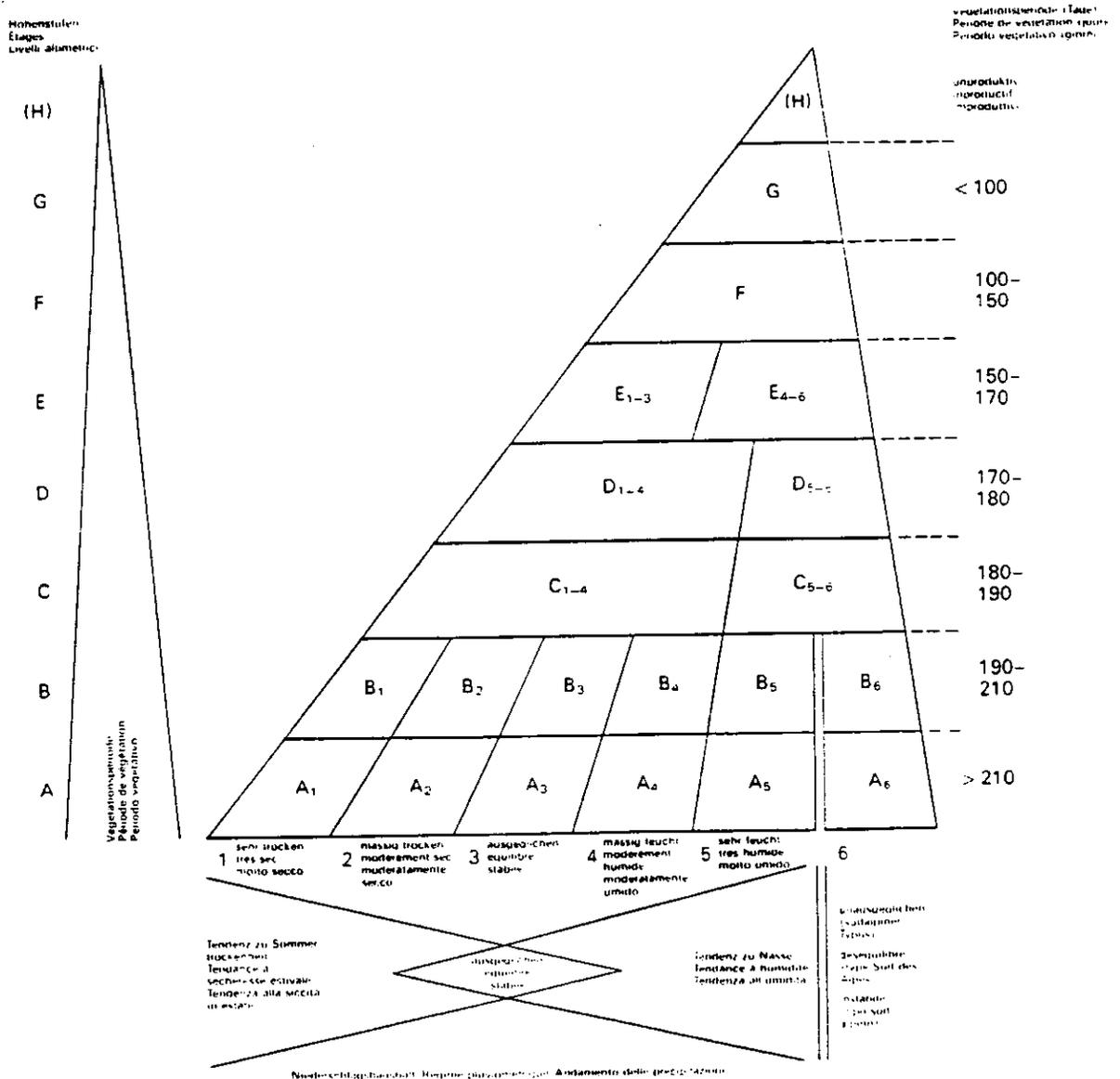
Um das Klima zu charakterisieren, wird die Klimazone (gemäss Klimaeignungskarte der Schweiz, 1:200'000) angegeben, in welcher das Profil liegt.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Einteilung der einzelnen Zonen nach dem Niederschlagshaushalt (Zahl) und der Vegetationsperiode (Buchstabe); wobei die Dauer der Vegetationsperiode ungefähr mit dem Wärmehaushalt übereinstimmt (vgl. Wärmegliederung der Schweiz, 1:200'000).

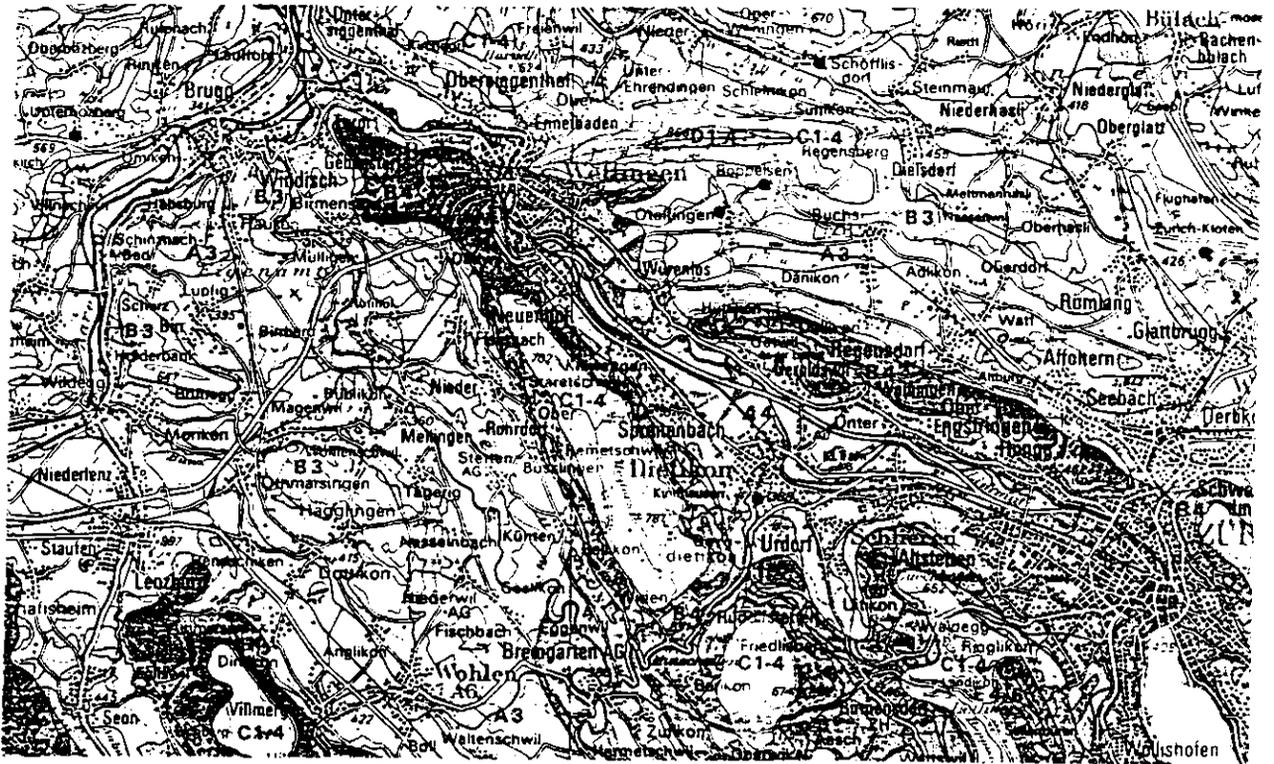
Weitere Daten über Niederschlag und Temperatur können den entsprechenden Statistiken der MZA entnommen werden.

(Einfluss des Klimas auf Bewertung und Nutzungseignung s. IV/1 u. IV/2.3).

Schematische Uebersicht über den Aufbau der Klimaeignungskarte 1:200'000



Ausschnitt aus der Klimaeignungskarte (Blatt 2)



1.2.3. Relief [26], [65]

Das Relief beeinflusst die Bodenentwicklung einerseits durch die Lage zum Grundwasser, andererseits durch Erosions- und Akkumulationserscheinungen.

Um das Relief zu charakterisieren, wird das Landschaftselement, in welchem das Profil liegt, sowie die Hangneigung in der Umgebung der Profilstelle angegeben. Neben der (absoluten) Hangneigung in Prozenten kann noch die Hangneigungsstufe angegeben werden.

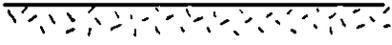
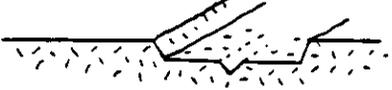
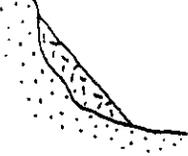
Hangneigungsstufen [26]

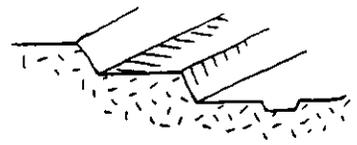
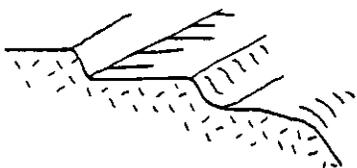
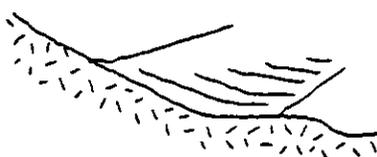
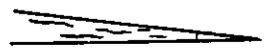
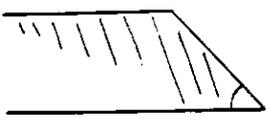
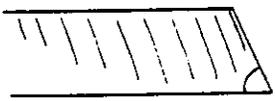
Die folgenden Hangneigungsstufen werden auch zur Beschreibung der Neigungsverhältnisse einer Kartierungseinheit verwendet (vgl. III/5.3, ausgenommen 1:25'000 Kartierung). Es werden die nachfolgenden Stufen unterschieden, wobei noch unterteilt wird in gleichmässig und ungleichmässig geneigt (v, w, x, y, z).

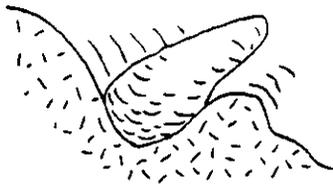
→ Ab Juli 1988 nur noch ausnahmsweise bei Detailkartierungen anzuwenden (vgl. III/5.3).

Code	Hangneigung	%	Bezeichnung
a	0 - 5	%	eben
b	6 - 10	%	ziemlich eben
c	11 - 15	%	schwach geneigt
v	0 - 15	%	schwach wellig
d	16 - 20	%	mässig geneigt
e	21 - 25	%	ziemlich geneigt
w	0 - 25	%	wellig
f	26 - 35	%	stark geneigt
g	36 - 45	%	mässig steil
x	0 - 45	%	hügelig
h	46 - 55	%	ziemlich steil
i	56 - 75	%	sehr steil
y	0 - 75	%	kupiert
k	> 75	%	extrem steil
z	0 -> 75	%	zerklüftet

Landschaftselemente [65]

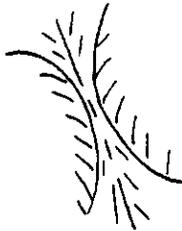
Skizze	Code	Bezeichnung	Erläuterung
	EE	Ebene:	Ausgedehnte (relativ tief gelegene) Ebene mit 0 - 5 % Gefälle, vorwiegend Akkumulation, örtlich Abschwemmung möglich, schwach wellige Ebene mit 0 - 15 %.
	TM	Talmulde:	Muldenförmig, abgeschlossener, tiefgelegener Teil des Tales, zB. Moor, Seeboden, Talbecken, Altwasser, 0 - 15 % Gefälle.
	TS	Talsole:	Relativ breiter langgestreckter, tiefstgelegener Teil des Tales, Gefälle 0 - 15 %, Akkumulation.
	TC	Tälchen:	Eng, 0 - 20 % Gefälle, Erosion oder Akkumulation.
	SF	Schwemmfächer:	Im Tal gelegener flacher Kegel, zB. Schwemmkegel, 5 - 15 % Gefälle.
	SK	Schuttkegel:	Schuttakkumulation, die sich dem Steilhang anlehnt und ins Tal vorspringt: Talschuttkegel bis 35 %, Hangschuttkegel, Schutthalde > 35 %.
	TW	Talwall:	Weniger als 25 % geneigte, konvexe Erhebung in Ebenen, zB. Moränewall.
	HO	Höcker:	Halbkugelige bis ellipsoide Erhebung zB. Drumlins.

	TT	Talterrasse:	Ueber der Talsohle erhöhte Talstufe von 0 - 15 % Gefälle; Talhangfuss, konkave Art einer Talterrasse.
	HT	Hangterrasse:	Stufenförmiger, wenig geneigter bis flacher Teil des Hangs oder einer Hügellandschaft, Gefälle 0 - 15 %.
	PF	Plateau:	0 - 15 % geneigte, allseitig abfallende, erhöhte Fläche von grösserer Ausdehnung; ausser am Rand wenig oder keine Abschwemmung.
	KR	Kuppe, Rücken:	Konvexe Lage, vorwiegend weniger als 25 % Hangneigung.
	HF	Hangfuss:	Konkavlage, ins Tal auslaufender unterer Hangteil, < 25 % geneigt.
	HH	Flachhang:	11 - 25 % geneigt, ohne ausgesprochene Konkav- oder Konvexformen; allg. eher Akkumulationslage.
	HX	Starkhang:	26 - 45 % geneigt, eher Abschwemmlage.
	HY	Steilhang:	46 - 75 % geneigt, ausgesprochene Abschwemm- oder Erosionsgefährdung.
	HZ	Extremer Steilhang:	Ueber 75 % geneigt.
	HR	Rutschhang:	Ausgesprochene Rutschformen, wie Hangwülste, Abrisse und rufenartige Akkumulationen, wellig bis hügelig, > 10 % geneigt.



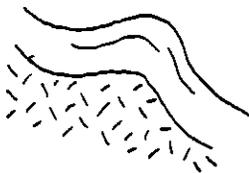
HM Hangmulde:

Konkave Hangpartie, muldenartig abgeschlossen od. im Hanggefälle, mit Hangschutt gefüllte Senke, meist weniger als 35 % geneigt.



ER Erosionsrinne

Hangtälchen, meist über 25 % geneigt, ausgesprochen konkave, rinnenförmige Hangpartien, mit starker Erosion und Akkumulation, im unteren Teil in Schuttkegel übergehend.



HP Hangrippe:

Stark konvexe Hangpartie, senkrecht zum Hang, Böschung, Schulter, abrupte Hangwinkeländerung, über 15 %, oft über 25 % geneigt, starke Abschwemmungsgefahr.

1.2.4. Vegetation und Bewirtschaftung [63]

Aufgenommen wird die aktuelle Landnutzung zum Zeitpunkt der Profilaufnahme. Bei bestimmten Nutzungsformen (Dauerwiese, Dauerweide, Wald usw.) können unter "Bemerkungen" Zeigerpflanzen aufgeführt werden.

(Für detaillierte Vegetationsaufnahmen stehen spezielle Formulare zur Verfügung).

Code	Aktuelle Vegetation	Erläuterung
AK	Acker offen	...
KW	Kunstwiese	...
WI	Dauerwiese	...
WE	Dauerweide	...
BG	Baumgarten	...
SO	Intensivobstanlage	...
SG	Gemüse, Garten	...
SB	Beeren	...
SR	Reben	...
BK	Krautvegetation	aufgelassenes landw. Land (Sozialbrache), Krautvegetation dominierend
BS	Strauchvegetation	aufgelassenes landw. Land (Sozialbrache), Strauchvegetation dominierend
WA	Wald	...
SL	Streuwiese	genutzter Nassstandort
MO	Moorvegetation	ungenutzter Nassstandort
UW	Grasland (Urwiese)	...
OL	anthropogenes Oedland	...
XX	andere	...

Aktuelle Waldvegetation

Bei Waldprofilen sind zusätzlich zur Bezeichnung "Wald" noch Angaben zur Bestandesstruktur, Entwicklungsstufe usw. zu machen; ebenso kann die Waldgesellschaft nach Ellenberg und Klötzli (Waldgesellschaften und Waldstandorte der Schweiz, 1972) angegeben werden. Für die Messung der Bestandesdaten steht ein Bitterlich-Relaskop zur Verfügung (Standort C 247).

Bestand [91]

Code Bestandesstruktur und Betriebsform

100	einschichtiger Hochwald
200	zwei- oder mehrschichtiger Hochwald
300	stufiger Bestand und Plenterwald
400	Nieder- und Mittelwaldformen
500	Spezialformen (aufgelöste Bestockungen, Gebüsch, Feldgehölze, Hecken)
000	unbestimmt

Entwicklungsstufe (BHD = Brusthöhen-Durchmesser)

.10	Jungwuchs/Dickung
.20	Stangenholz (BHD 8 - 20 cm)
.30	schwaches bis mittleres Baumholz (BHD 21 - 40 cm)
.40	starkes Baumholz (BHD > 40 cm)
.50	gemischt
.00	unbestimmt

Mischungsgrad

..1	Reinbestand einer Nadelbaumart	> 90 % einer Nadelbaumart
..2	Nadelholzbestand rein	> 90 % Nadelholz
..3	Reinbestand einer Laubbaumart	> 90 % einer Laubbaumart
..4	Laubholzbestand rein	> 90 % Laubholz
..5	Nadelholzbestand gemischt	51 - 90 % Nadelholz
..6	Laubholzbestand gemischt	51 - 90 % Laubholz
..0	unbestimmt	

Beispiel: 236 = gemischter Laubholzbestand, zwei oder mehrschichtig, schwaches bis mittleres Baumholz

Baumhöhe [92]

- [a] gemessene Oberhöhe in m (Oberhöhe: mittlere Höhe der 100 stärksten Bäume pro ha)
- [b] geschätzte Oberhöhe in m

Vorrat [93]

- [a] gemessener Vorrat in m^3 (Stichprobe)
- [b] geschätzter Vorrat in m^3

Alter [94]

- [a] bestimmtes Alter in Jahren
- [b] geschätztes Alter in Jahren

Waldgesellschaft [95]

Angegeben wird die Nummer der Waldgesellschaft nach Ellenberg und Klötzli:
Nr. 1 - 71

2. ANSPRACHE, EINTEILUNG UND DARSTELLUNG DER BODENMERKMALE

2.1. Horizonte und Horizontsymbole [32]

Horizonte sind annähernd parallel zur Bodenoberfläche verlaufende, morphologisch unterscheidbare Zonen, welche das Bodenprofil differenzieren. Sie sind das Ergebnis bodenbildender Prozesse: Verwitterung, Humusbildung, Stoffverlagerung, Vergleyung usw.. Haupthorizonte werden mit Grossbuchstaben bezeichnet; sie können durch kleine Zusatzbuchstaben näher definiert bzw. feiner unterteilt werden (s. auch BGS Bulletin 3, 1979). Nachfolgend sind die verwendeten Horizontbezeichnungen kurz definiert.

Während Horizonte pedogenetisch bedingt sind, beruhen Schichten auf geologischem Substratwechsel oder sind geomorphologisch erklärbar.

Horizontbezeichnungen

- O Horizont mit sehr hohem Gehalt an org. Substanz (> 30 %), nicht hydromorph
- O1 Streuhorizont, unzersetzte bis wenig zersetzte org. Substanz
- Of Vermoderungshorizont, teilweise zersetzte org. Substanz
- Oh Humusstoffhorizont, stark abgebaute und umgewandelte org. Substanz
- T Torfhorizont, anaerob, vernässt
- A Obergrundhorizont mit weniger als 30 % org. Substanz
- Ah Mullhorizont, org. Substanz stark humifiziert, mit Mineralerde innig vermengt und zum Teil komplex verbunden
- Aa Anmoor, zersetzt, humifiziert, hydromorph, > 10 % org. Substanz
- Ap Pflugkrume, gemischter A-Horizont, scharf abgesetzt
- Af Modrighumoser, mineralischer Obergrund
- E Auswaschungshorizont, Eluvialhorizont, sichtbare materielle Verarmung
- B Zwischenhorizont mit Verwitterung und Sekundärmineralien, in der Regel mit Wurzeln
- Bw Braunerdehorizont, homogene Eisenhydroxidverteilung und -bindung an Ton, Verwitterung intensiv oder abgeschlossen
- Box Starke Rückstandsanhäufung von Fe- und Al-Oxiden (Oxisols)
- I Illuvialhorizont, Anreicherung von Substanzen aus anderen Horizonten
- It Tonanreicherung, stark tonhülliger Horizont (ausgeprägte Parabraunerde)
- Bit Schwache Tonanreicherung, schwach tonhülliger Horizont, Uebergang zwischen B und It (schwach ausgeprägte Parabraunerde, tonhüllige Braunerde)

Ife	Eisenanreicherung, stark eisenhülliger Horizont (Podsol)
Bife	Schwache Eisenanreicherung, schwach eisenhüllig, Uebergang zwischen B und Ife (podsolige Braunerde, schwach ausgeprägte Podsole)
Ih	Huminstoffanreicherung, Hüllen aus org. Substanz (Humuspodsol)
C	Untergrund, Muttermaterial, in der Regel ausserhalb der Bodenbiosphäre
Cch	Chemisch stark oder völlig verwittertes Muttergestein
Cz	Gesteinszersatz, vorwiegend physikalisch verwittertes Muttergestein
D	Gesteinswechsel (lithologische Schichtung)
R	Harte Felsunterlage

Die folgenden Kleinbuchstaben dienen der genaueren Umschreibung verschiedener Horizonte und werden den Grossbuchstaben nachgestellt (in Klammern die häufigsten Anwendungen):

st	Gut strukturierter Horizont, ausgezeichnet stabile Aggregate (Ast, Bst)
vt	Schwundrissig, klumpig, vertisolisch (Avt, Bvt)
m	Horizont massiv (zementiert) Bm, Cm, Ifem)
x	Horizont verdichtet, kompakt (Ahx, Bx, Cx)
cn	Punktförmige Fe-Mn-Konkretionen, zeitweise schwache Reduktion (Ahcn, Bcn)
g	Schwach gleyfleckig (Ahg, Bg, BCg)
gg	Stark gleyfleckig, wechsellöss (Bgg, BCgg, Cgg)
r	Reduzierter Horizont, anaerob, bläulich, grünlich, grau, schwarz (Br, BCr, Cr)
k	Kalziumkarbonatanreicherung, Kalkflaum, Kalktuff (Ik, Ck)
sa	Anreicherung wasserlöslicher Salze (Isa)
na	Natriumreicher Horizont (> 15 % Na in der KUK) (Ina)
b	Begrabener Horizont, unter gleichen Klimabedingungen wie heute entstanden (Ab, Bwb, Ifeb)
fo	Fossiler Horizont, unter Klimabedingungen entstanden, die von den heutigen abweichen
AB, AE, BC	Uebergangshorizonte, weisen Merkmale beider Horizonte auf
A/E, B/C	Komplexhorizonte, Einschlüsse des einen im anderen Horizont
(E), B(g)	Schwache Horizonte oder schwache Merkmalsausprägung
[0], [E]	Nicht durchgehender Horizont, nur stellenweise sichtbar

Horizont-Nummer und -tiefe [30], [31]

Die EDV-Auswertung von Bodenprofildaten erfordert die Numerierung der Horizonte. Dabei erhält der oberste Horizont die Zahl 1, der zweitoberste 2 usw.. Die 1-jährige Streuauflage wird nicht numeriert.

Ebenso ist die Horizonttiefe resp. Horizontobergrenze anzugeben (s. Bsp.). Die Tiefenangabe beginnt von der Bodenoberfläche an, wobei nur die 1-jährige Streu als Auflage zu betrachten ist und oberhalb des "Nullpunktes" eingezeichnet wird. Auch ihre Mächtigkeit wird nicht angegeben, da sie sehr starken jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt (z.B. nach dem Laubfall am mächtigsten).

Horizont		
Nr.	Tiefe	Bezeichn.
1	0	Ah10
2	10	AB 20 30 40
3	45	BC/CR 50 60

Beispiel für Angabe der Horizontnummer und -tiefe resp. Horizontobergrenze; die 1-jährige Streuauflage erhält keine Nummer und keine Mächtigkeitsangabe.

Begrenzung der Horizonte [32]

Bei der Begrenzung der Bodenhorizonte werden die Gestalt der Begrenzungslinie (a) sowie die Deutlichkeit der Begrenzung (b) angegeben.

- a) - gerade : annähernd geradlinige Begrenzung
 - wellig, taschenförmig: Ausbuchtungen breiter als tief
 - kluftig, zungenförmig: Ausbuchtungen tiefer als breit
 - unterbrochen (nicht durchgehend), linsenförmig: unterbrochener Horizont

- b) - scharf : abrupter Übergang innerhalb 3 cm
 - deutlich: klarer Übergang innerhalb 5 cm
 - diffus : undeutlicher Übergang > 5 cm

Signatur

.....

2.2. Profilskizze und Signaturen [33]

In der Profilskizze können charakteristische Bodeneigenschaften durch die nachfolgenden Signaturen dargestellt werden (Auszug aus "Vorschlag für die Verwendung von Signaturen bei Profilskizzen" der BGS).

Bodenskelett

Formgebung entsprechend dem vorliegenden Material

	frisch, unverwittert
	verwittert
	karbonatfrei
	karbonathaltig
	Holz
	Kohle

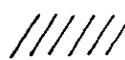
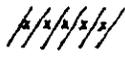
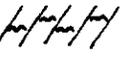
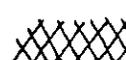
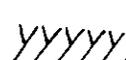
Karbonate:

	Kalkflaum
	Kalktuff (Kindel)
	Karbonatgrenze

Hydromorphie:

	Konkretionen
	Rostflecken
	Marmorierung
	reduziert
	Wasserstand (Datum)
W	Wasseraustritt

Org. Substanz

Streu:		lose
		lagig
		verklebt
Moder:		
Humusstoff:		körnig
		speckig
Mull:		normal
		sauer
		hydromorph
Torf:		normal
		vermodert, zersetzt

Humushüllen:	
Illuviale Humine:	
Tonhüllen:	
Wurmtätigkeit:	
Schnecken:	 
Wurzeln:	 
Lockerung:	
Verdichtung:	

2.3. Gefüge [34]

Unter Gefüge (Struktur) versteht man die räumliche Anordnung der festen mineralischen und organischen Bestandteile. Es beeinflusst massgeblich den Wasser- und Lufthaushalt, die Durchwurzelbarkeit usw.

Das Gefüge unterliegt Veränderungen; wobei zwischen langfristigen (durch die Bodenbildung bedingte Gefügegenese) und kurzfristigen (zyklisch verlaufende Gefügeveränderung infolge Jahreszeit, Bearbeitung usw.) unterschieden werden muss.

Vor allem in den landwirtschaftlich genutzten Böden wurde diese Gefügedynamik in den letzten Jahren stark durch die Bearbeitung (schwere Traktoren, rotierende Bodenbearbeitungsgeräte etc.) beeinflusst.

Gefügeformen

Im allgemeinen wird von drei Grundformen ausgegangen:

- Einzelkorngefüge: die Bodenteilchen liegen lose nebeneinander, (unstrukturiert) z.B. Sandboden
- Kohärentgefüge : die Bodenteilchen bilden eine zusammenhaftende (kohärente), nicht gegliederte Bodenmasse, z.B. Tonboden (unstrukturiert)
- Aggregatgefüge/ Segregatgefüge : die Bodenteilchen bilden Aggregate/Segregate von unterschiedlicher Form mit eigener natürlicher Oberfläche; wobei diese Aggregate/Segregate durch Bodenbildungsprozesse (Bodentierchen, Frost, Schrumpfung, Quellung, Koagulation usw.) entstanden sind, z.B. (strukturiert) der Bw-Horizont

Es werden folgende strukturierte Gefügeformen unterschieden:

- Krümel : weichkantig, rundlich, porös — ► Krümelgefüge
- Polyeder : stumpfkantig bis kantig, vielflächig — ► Polyedergefüge (ohne bevorzugte Achse), mehr oder weniger porös
- Prismen : meist kantig, senkrecht im Boden stehend (vertikale Hauptachse), wenig porös — ► Prismengefüge
- Platten : waagrecht im Boden liegende Platten — ► Plattengefüge (horizontale Hauptachse), selten vorkommend

Gefügeansprache

Für die Gefügebeurteilung hat es sich bewährt, ein Brett mit cm-Skala zu verwenden, auf das die aus jedem Horizont herausgelösten Bodenstücke gelegt werden können; dadurch können die Gefügeformen der einzelnen Horizonte besser miteinander verglichen werden.

Vorerst wird die Gefügeform bestimmt, d.h. ob es sich um ein gegliedertes (Aggregatgefüge, Segregatgefüge) oder unstrukturiertes Gefüge (Einzelkorn- resp. Kohärentgefüge) handelt.

Durch das Zerteilen der aggregierten Bodenstücke entlang der natürlichen Trennflächen kann die vorherrschende Aggregatgrösse bestimmt werden. Gleichzeitig kann auch festgestellt werden, ob Ueberzüge oder Anlagerungen (z.B. Tonhäute, Kalkflaum usw.) vorhanden sind.

Für die Gefügeansprache nach Form und Grösse wird die nachfolgende Einteilung verwendet, wobei für die organischen Horizonte noch drei organische Gefügeformen aufgeführt sind.

Einteilung des Gefüges nach Form und Grösse

Code	Bezeichnung	Grösse \emptyset	Gefügeform
krf	feinkrümelig	< 2 mm	Krümelgefüge
krm	mittelkrümelig	2 - 5 mm	
krg	grobkrümelig	> 5 mm	
pof	feinpolyedrisch	< 20 mm	Polyedergefüge
pom	mittelpolyedrisch	20 - 50 mm	
pog	grobpolyedrisch	> 50 mm	
prf	feinprismatisch	< 50 mm	Prismengefüge
prm	mittelprismatisch	50 - 100 mm	
prg	grobprismatisch	> 100 mm	
plf	feinplattig	< 2 mm	Plattengefüge
plm	mittelplattig	2 - 5 mm	
plg	grobplattig	> 5 mm	
ufs	unstrukturiert fest	---	Kohärentgefüge
umf	unstrukturiert mittelfest	---	
ulo	unstrukturiert lose	---	Einzelkörngefüge
osm	schwammig organisch	---	organische Gefügeformen
ofi	filzig organisch	---	
obl	blättrig organisch	---	

Spezielle Ausprägungen des Gefüges können zum Teil über den Untertyp hervorgehoben werden; weitere Besonderheiten können auch unter Bemerkungen aufgeführt werden.

Krumenzustand [70]

Für die Beurteilung des aktuellen Gefügezustandes in der Ackerkrume steht eine spezielle Rubrik zur Verfügung. Hier können die durch die Bodenbearbeitung entstandenen Schäden am Gefüge (z.B. Pflugsohlenbildungen, Bildung von (künstlichen) Bodenfragmenten usw.) mittels einer dreistufigen Skala beurteilt werden:

Code	Bezeichnung
1	gut
2	mässig gestört
3	stark gestört

2.4. Humusformen und Humusgehalt [35], [90]

Humusformen

Der Humuskörper lässt sich morphologisch in Humushorizonte gliedern, die einen unterschiedlichen Zustand (Abbaugrad) der organischen Substanz darstellen. Die Gesamtheit der Humushorizonte bildet die Humusform (Scheffer/Schachtschabel, 1979: Lehrbuch der Bodenkunde, 10. Auflage).

- Mull : braungrauer bis schwarzer, mit Tonmineralien innig verbundener Feinhumus. Biologisch aktiv; Streu (O1) wird meist innerhalb eines Jahres abgebaut.
- Horizontfolge: O1 - Ah
- mit Moderauflage: Moderauflage auf dem Ah-Horizont < 2 cm mächtig
- Ah i.a. < 8 cm mächtig und nach unten scharf begrenzt
- Horizontfolge: O1 - Of - Ah
- Moder : gekennzeichnet durch den Vermoderungshorizont Of: teilweise abgebaute organische Substanz, Pflanzenreste makroskopisch noch identifizierbar, oft von weissen Pilzhypen durchzogen und verfilzt, Modergeruch.
- O1 geringmächtig oder fehlend
- Horizontfolge: O1 - Of - Oh - Ah
- mullartig: Oh vorhanden, < 5 mm mächtig. Ah meist bis 4 cm, selten bis 8 cm mächtig
 - feinhumusarm: Oh 0,5 - 1,5 cm mächtig
 - feinhumusreich: Oh > 1,5 cm mächtig
- Rohhumus : gekennzeichnet durch Anreicherung von wenig zersetzten ein- und mehrjährigem organischem Material (ausgeprägter O1-Horizont), zahlreiche noch identifizierbare Pflanzenreste.
- Horizontfolge: O1 - Of - Oh - Ah
- feinhumusarm: Oh < 4 cm mächtig
 - feinhumusreich: Oh > 4 cm mächtig
- Feucht-Mull, -Moder, -Rohhumus : unter vorwiegend feuchten Bedingungen (kurzzeitiger Einfluss von Hang-, Grund- oder Stauwasser) entstehen Feucht-Mull, Feucht-Moder und Feucht-Rohhumus.
- Genauere Einteilung wie oben für Mull, Moder und Rohhumus.

Uebersicht über die Humusformen Mull, Moder und Rohhumus

	M u l l		M o d e r			R o h h u m u s	
	typ. Mull	mit Moderauflage	mullartig	feinhumusarm	feinhumusreich	feinhumusarm	feinhumusreich
Horizontfolge	O1 - <u>Ah</u>	O1 - Of - Ah	O1 - Of - (Oh) - Ah	O1 - <u>Of</u> - Dh - Ah		O1 - Of - Oh - Ah	
Mächtigkeit Ah Begrenzung nach unten	meist fliessend	i.a. < 8 cm deutlich	< 8 cm sehr deutlich				
Oh Mächtigkeit	---	---	< 0,5 cm	0,5 - 1,5 cm	> 1,5 cm	< 4 cm	> 4 cm
Of Mächtigkeit	---	< 2 cm					

Anmoor : körnig abgebaute organische Substanz. Abbau durch zeitweise Anaerobie verlangsamt, Gehalt an organ. Substanz > 10 %.

Horizontfolge: O1 - Aa

Torf : unter anaeroben Bedingungen angehäuften, wenig bis nicht abgebaute, faserige organische Substanz. Gehalt an organ. Substanz > 30 %.

Horizontfolge: OT - T

Die Humusform wird nur für Waldstandorte auf dem Profilblatt vermerkt [90]. Deutliche Abweichungen von der Normal-Humusform "Mull" werden auch im Untertyp (Feld und Wald, vgl. I/3.9) angegeben.

Humusform bei Waldprofilen [90]

<u>Code</u>	<u>Bezeichnung</u>
M	<u>Mull</u>
MM	typ. Mull
MF	Mull mit Moderauflage
HMM	Feucht-Mull
HMF	Feucht-Mull mit Moderauflage
F	<u>Moder</u>
FM	Moder mullartig
FA	Moder feinhumusarm
FE	Moder feinhumusreich
HFM	Feucht-Moder mullartig
HFA	Feucht-Moder feinhumusarm
HFE	Feucht-Moder feinhumusreich
L	<u>Rohhumus</u>
LA	Rohhumus feinhumusarm
LE	Rohhumus feinhumusreich
HLA	Feucht-Rohhumus feinhumusarm
HLE	Feucht-Rohhumus feinhumusreich

Humusgehalt [35]

Der Humusgehalt wird im allgemeinen auf den Oberboden (A_h -Horizont) bezogen. Aufgrund der Farbe kann der Gehalt relativ gut geschätzt werden. Besonderheiten im Humusgehalt werden ebenfalls über den Untertyp (vgl. I/3.9) angegeben. Nachfolgend ist die Einteilung der Böden nach dem Humusgehalt aufgeführt.

<u>Gehalt an org. Substanz in der Feinerde (Gew.-%)</u>	<u>Bezeichnung</u>
< 2	humusarm
2 - 5	schwach humos
5 - 10	humos
10 - 20	humusreich
20 - 30	sehr humusreich
> 30	organisch

2.5. Feinerdekörnung (Bodenart) [36 - 38]

Die mineralische Feinerde umfasst alle Einzelkörner mit einem Durchmesser von weniger als 2 mm. Sie setzt sich aus folgenden drei Korngrössenklassen zusammen:

Bezeichnung der Korn-Fraktion	Durchmesser in mm	
Ton	< 0,002 mm	
Schluff	0,002 - 0,050 mm	
Sand	0,050 - 2,000 mm	
(Feinsand)	(0,050 - 0,200) mm	} Unterteilung bei der Sandfraktionierung
(Mittelsand)	(0,200 - 0,500) mm	
(Grobsand)	(0,500 - 2,000) mm	

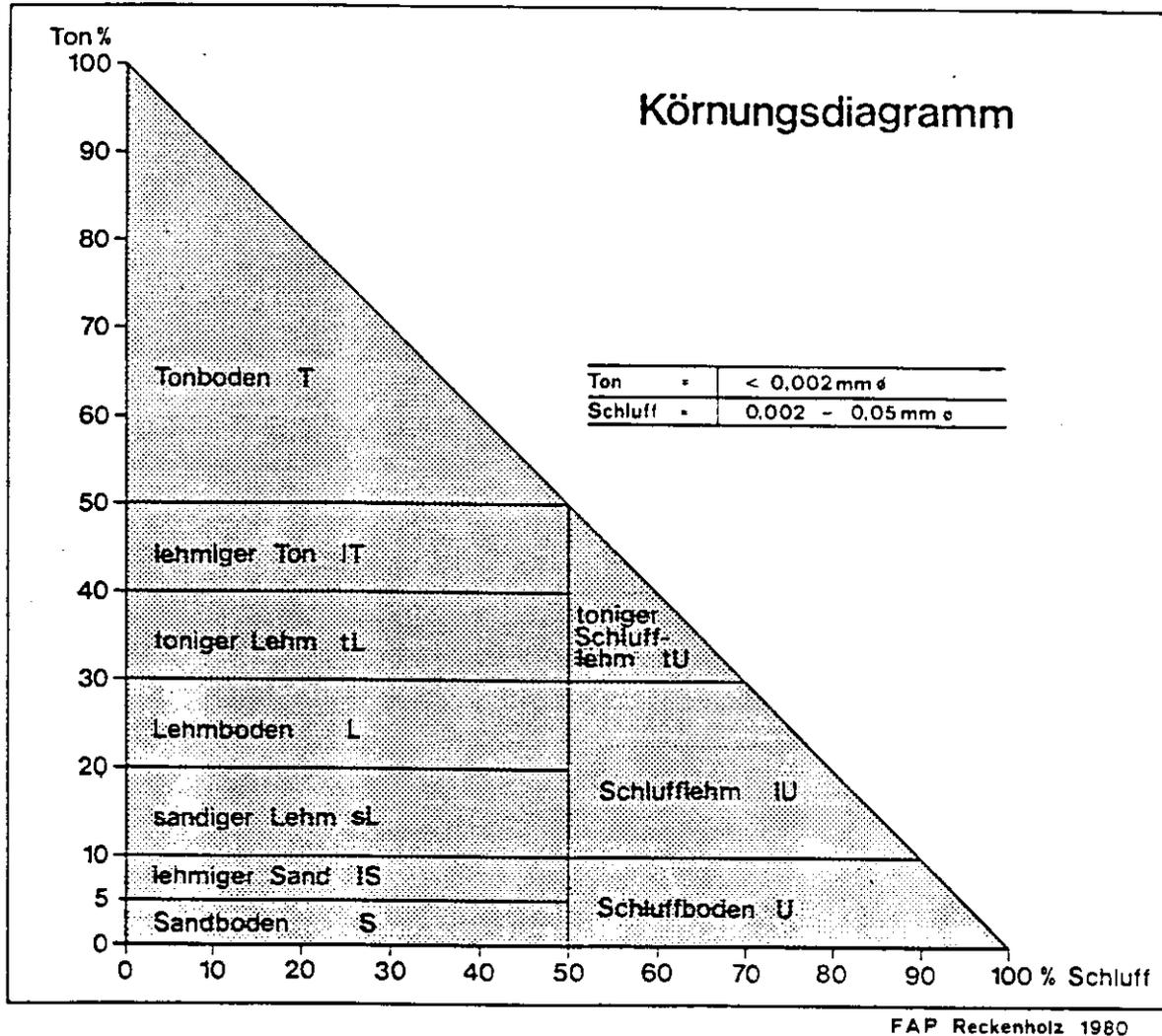
Je nachdem in welchem (gewichtsmässigen) Verhältnis diese drei Fraktionen zueinander stehen, ergeben sich verschiedene Feinerdekörnungsklassen mit unterschiedlichen Auswirkungen auf Durchlässigkeit, Bearbeitbarkeit, Nährstoffspeichervermögen usw. Insgesamt werden 10 Bodenarten unterschieden (vgl. auch Körnungsdiagramm).

Code	Bezeichnung	Abkürzung	Ton (Gew.-%)*	Schluff (Gew.-%)*
0	Sand(boden)	S	< 5	} < 50
1	lehmiger Sand	lS	5 - 10	
2	sandiger Lehm	sL	10 - 20	
3	Lehm(boden)	L	20 - 30	} > 50
4	Schluff(boden)	U	< 10	
5	Schlufflehm	lU	10 - 30	
6	toniger Schlufflehm	tU	> 30	} < 50
7	toniger Lehm	tL	30 - 40	
8	lehmiger Ton	lT	40 - 50	
9	Ton(boden)	T	> 50	

* Ergänzung auf 100 % durch Sandfraktion

Anmerkung: Im bodenkundlichen Sprachgebrauch versteht man unter "Bodenart" die Korngrössenzusammensetzung der mineralischen Feinerde (Feinerdekörnungs-

klasse z.B. sandiger Lehm); demgegenüber bezieht sich der Begriff "Bodenart" in der Umgangssprache auf den mineralischen und organischen Anteil der Feinerde (z.B. schwach humoser sandiger Lehm).



Bestimmung der Feinerdekörnung (Bodenart) im Feld

Bei einiger Übung und Erfahrung kann mit der Fingerprobe (Fühlprobe) die Bodenart relativ genau bestimmt werden. Dabei wird das Bodenmaterial zwischen Daumen und Zeigefinger zerrieben und geknetet. Körnigkeit, Bindigkeit und Formbarkeit können so gut beurteilt werden. Dabei sollte die Probe einen mittleren Feuchtigkeitsgrad aufweisen (trockene Proben anfeuchten). Die einzelnen Kornfraktionen weisen beim Reiben zwischen den Fingern folgende Eigenschaften auf:

- Ton : formbar, beschmutzend, glatte und glänzende Gleitfläche
- Schluff: wenig formbar, mehlig, zerbröckelnd, nicht beschmutzend, rauhe Gleitfläche
- Sand : nicht formbar, nicht beschmutzend, körnig (Sandkörner fühlbar)

Je nach dem Ton-, Schluff- und Sandanteil weisen die Bodenarten dazwischenliegende Eigenschaften auf, wobei der Humusgehalt (z.B. A_h -Horizont) zu berücksichtigen ist. In tonreichen Böden macht der Humus den Boden weniger bindig, im sandreichen bindiger.

Um eine gewisse Sicherheit in der Bodenartenansprache zu erhalten, empfiehlt es sich, die Laborergebnisse laufend mit den Schätzungen zu vergleichen, um so allfällige Fehler korrigieren zu können. Auch eine Eichreihe der gängigsten Bodenarten kann wertvolle Hilfe leisten.

2.6. Skelett [39]

Unter (Boden)skelett versteht man alle mineralischen Bodenbestandteile mit einem Durchmesser von mehr als 2 mm. Dabei wird unterschieden in Fein- und Grobskelett mit den entsprechenden Fraktionen.

Bezeichnung	Fraktion	Durchmesser in cm
Feinskelett	Feinkies	0,2 - 2
	Grobkies	2 - 5
Grobskelett	Kleine Steine	5 - 10
	Grosse Steine	10 - 20
	Kleine Blöcke	20 - 50
	Grosse Blöcke	> 50

Code	Bezeichnung bei Skelettfractionierung	Abk.	Vol.-%	Bezeichnung für Gesamtskelett	Abk.
0	skelettfrei, skelettarm		< 5	skelettfrei, skelettarm	skf, ska
1	schwach skeletthaltig		5 - 10	schwach skeletthaltig	sskh
2	kieshaltig*	kh	10 - 20	skeletthaltig	skh
3	steinhaltig	sh			
4	stark kieshaltig*	stkh	20 - 30	stark skeletthaltig	stskh
5	stark steinhaltig	stsh			
6	kiesreich*	kr	30 - 50	skelettreich	skr
7	steinreich	sr			
8	Kies*		> 50	extrem skelettreich	eskr
9	Geröll, Blöcke				

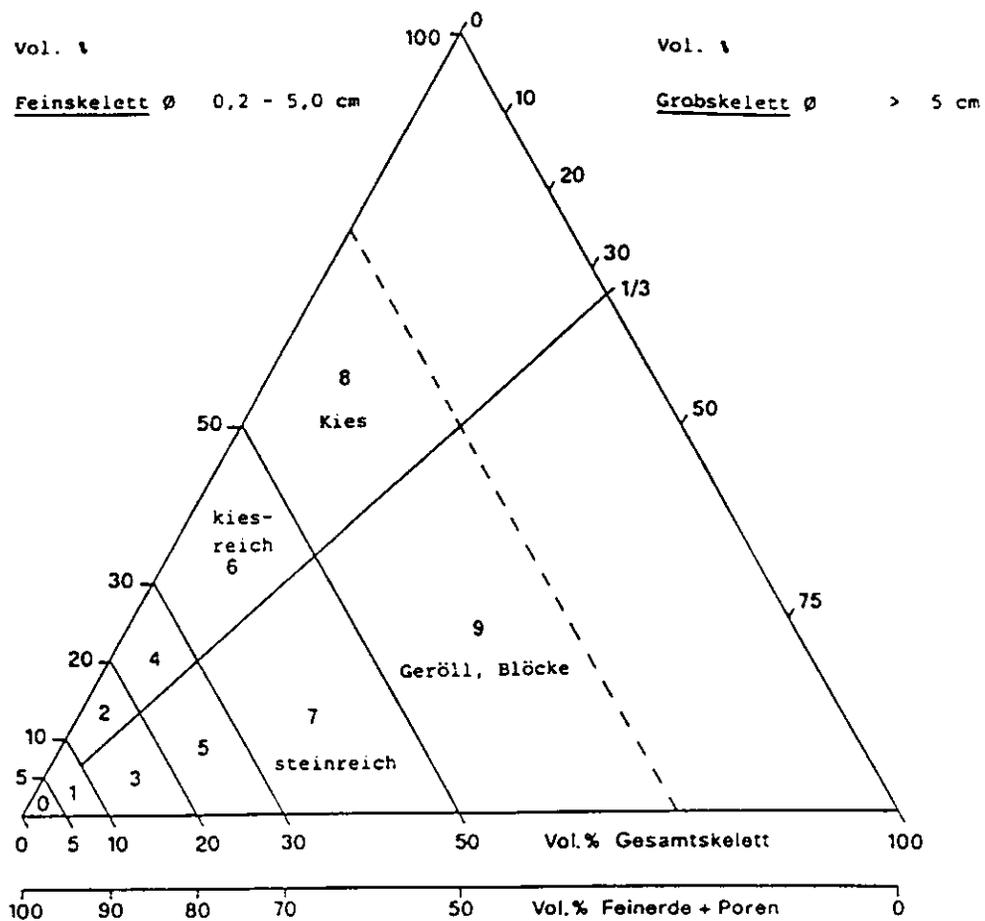
*höchstens 1/3 Grobskelett

Skeletteinteilung für Kartierungseinheiten der 1:25'000 - Kartierung

Bezeichnung	Vol. - %
skelettfrei	0
skelettarm	< 5
skeletthaltig	5 - 20
skelettreich	> 20

Wertvolle Hilfe bei der Schätzung des Skelettgehalts bieten Fotos von Bodenprofilen od. Horizonten mit bekanntem Skelettanteil als auch die Tafeln zur Abschätzung von Flächenanteilen (s. Anhang).

Skelettdiagramm



2.7. Chemismus

pH - Wert [41]

Der pH-Wert (negativer Logarithmus der Wasserstoff-Ionen-Konzentration in der Bodenlösung) als Ausdruck der Bodenazidität beeinflusst in vielfältiger Weise die Eigenschaften und Vorgänge im Boden (Bodenentwicklung, Nährstoffverfügbarkeit usw.).

Dabei muss zwischen dem in der Wasser- bzw. in der CaCl_2 -Emulsion (0,02 n) gemessenen Wert unterschieden werden. Bei der Bodenkartierung wird ausschliesslich CaCl_2 als Lösungsmittel verwendet. Für den Säuregrad wird die folgende Einteilung verwendet, wobei aufgrund des pH-Werts bereits die ungefähre Basensättigung angegeben werden kann.

Bezeichnung Säuregrad	pH (H ₂ O)	pH (CaCl ₂)	ungefähre Basen- sättigung %
stark alkalisch	> 8,2	> 8,2	100
alkalisch	7,7 - 8,2	7,7 - 8,2	100
schwach alkalisch	7,3 - 7,6	6,8 - 7,6	100
neutral	6,8 - 7,2	6,2 - 6,7	> 80
schwach sauer	5,9 - 6,7	5,1 - 6,1	51 - 80
sauer	5,3 - 5,8	4,3 - 5,0	15 - 50
stark sauer	bis 5,3	bis 4,3	< 15

Am genauesten wird das pH potentiometrisch bestimmt. Die zu bestimmenden Bodenproben werden in Plastikbechern aufbewahrt, mit dem Lösungsmittel versetzt, über Nacht stehengelassen und mit dem pH-Meter analysiert.

Karbonatgehalt [40]

Im Feld wird der Kalk mit Wasser verdünnter Salzsäure (1:1) geschätzt. Es ist eine grobe Methode, bei der die Art und Weise des Aufbrausens beurteilt wird.

Code	Bezeichnung (Stärke der Reaktion)	ungefährer Karbonatgehalt in %
0	kein Karbonat	
1	nur im Skelett Karbonat	
2	Spuren von Karbonat (gelegentlich schwaches Aufbrausen)	
3	wenig Karbonat (schwaches Aufbrausen)	< 2
4	mässig karbonathaltig (mittleres Aufbrausen)	2 - 10
5	karbonatreich (starkes Aufbrausen)	> 10

Karbonat in Dolomit und Mergel reagiert weniger heftig.

Bei der Beurteilung von landw. genutzten Böden ist der Einfluss der Düngung zu berücksichtigen (vor allem A_h -Horizont).

Kationenumtauschkapazität (KUK) und Basensättigung

Unter KUK versteht man die Summe der wichtigsten austauschbaren Kationen (Ca-, Mg-, K-, Na-, H-Ionen) in mval/100 g Boden.

Unter Basensättigung (in %) versteht man den Anteil der Nährstoffkationen (Ca-, Mg-, K-, Na-Ionen) an der KUK. Z.B. bedeutet 65 % Basensättigung, dass 65 % des Kationenbelages aus Ca-, Mg-, K-, Na-Ionen und 35 % aus H-Ionen bestehen.

Höhe und Zusammensetzung der KUK sowie Basensättigung hängen stark ab vom Gehalt an Ionentauschern (Ton, org. Substanz) und der Herkunft der Böden (Kalkbraunerde \leftrightarrow Podzol).

Genaue Bestimmungen sind nur im Labor möglich, wobei die Basensättigung ungefähr vom pH-Wert abgeleitet werden kann (vgl. pH-Wert).

2.8. Farbe [42]

Die Farbe ist ein wichtiges diagnostisches Merkmal zur Kennzeichnung von Böden (Braunerde, Fahl-Gley, usw.). Ausserdem beeinflusst die Farbe des Obergrundhorizontes die Bodentemperatur. Die Bodenfarbe wird mit den MUNSELL - Farbtafeln (Standard Soil Color Charts) bestimmt, die nach folgendem System aufgebaut sind:

- Farbton (hue) : spektrale Zusammensetzung; braun: 10 YR, gelb: 5Y
- Grauton (value) : Höhe des Schwarz- u. Weissanteils;
dunkel: 1/, 2/; hell: 7/, 8/
- Farbstärke (chroma): Farbintensität; bleich: /1, /2; intensiv: /6, /8

Bsp.: 10 YR 4/2: A_h-Horizont einer Braunerde
 7,5YR 5/6: I_t-Horizont einer Parabraunerde
 5Y 6/1: C_r-Horizont eines Fahlgleys

Die Farbe soll stets am feuchten Boden (ungefähr Feldkapazität) bestimmt werden. Bei stärkerer Bodentrockenheit ist die Probe anzufeuchten. Beim Auftreten von mehreren Farben in einem Horizont (z.B. Gleyflecken) ist die Farbe der Matrix (an erster Stelle anzugeben) und die diejenige der Konkretionen, Flecken usw. (an zweiter Stelle anzugeben) separat anzugeben.

2.9. Pflanzennutzbare Gründigkeit [24]

Unter pflanzennutzbarer (physiologischer) Gründigkeit versteht man die Mächtigkeit (in cm) der durchwurzelbaren Feinerde. Sie wird ermittelt, indem von der gesamten Aufschlusstiefe des Bodens alle nicht pflanzennutzbaren Partien (Skelett, ständig wassergesättigte Horizonte usw.) abgezogen werden. Beschränkt durchwurzelbare Partien werden entsprechend ihren Einschränkungen in Abzug gebracht. Es werden folgende Klassen unterschieden:

Code	Mächtigkeit in cm	Bezeichnung	Abkürzung
0	> 150	extrem tiefgründig	etg
1	100 - 150	sehr tiefgründig	stg
2	70 - 100	tiefgründig	tg
3	50 - 70	mässig tiefgründig	mtg
4	30 - 50	ziemlich flachgründig	zfg
5	10 - 30	flachgründig	fg
6	< 10	sehr flachgründig	sfg

2.10. Speichervermögen für leicht verfügbares Wasser [25]

Das Speichervermögen für leicht verfügbares Wasser (0,1 - 1,0 at Saugspannung; pF 2 - 3) ist eine wichtige Kenngrösse der normal durchlässigen Böden. Es ist ungefähr proportional (Faktor: 0,1) der pflanzennutzbaren Gründigkeit. So weist ein tiefgründiger Boden (70 - 100 cm) ein Speichervermögen für leicht verfügbares Wasser von ungefähr 70 - 100 mm auf. Die Grösse des Speichervermögens hängt ab vom Anteil an Mittelporen. Analog der pflanzennutzbaren Gründigkeit wird folgende Klasseneinteilung vorgenommen:

Code	Speichervermögen in mm	Bezeichnung	Abkürzung
0	> 150	extrem gross	eg
1	100 - 150	sehr gross	sg
2	70 - 100	gross	g
3	50 - 70	mittel	m
4	30 - 50	klein	k
5	10 - 30	sehr klein	sk
6	< 10	extrem klein	ek

2.11. Art und Grad der Vernässung

Als Vernässung bezeichnet man die Bildung von Bodennässe, bedingt durch Grund-/Hangwasser (seitliches Zufließen von Wasser ins Bodenprofil, Fremdnässe) oder Stauwasser (Staunässe). Dieser Zustand hoher Wassersättigung des Bodens in Verbindung mit Luftmangel kann sich nachteilig auswirken auf die pflanzliche Produktion als auch auf die Bewirtschaftung (Befahrbarkeit, Bearbeitbarkeit usw.). Zudem bilden Art und Grad der Vernässung die wichtigsten Einteilungskriterien bei der Bodenklassifikation (vgl. I). Deshalb ist es sehr wichtig, dass Vernässungsart und -grad am Profil exakt erfasst werden. Für die Erkennung und Einteilung der Vernässung spielen hauptsächlich Hydromorphiemerkmale der Bodenhorizonte (unter Berücksichtigung allfälliger Drainagen), Reliefverhältnisse und (eventuell) Zeigerpflanzen eine Rolle.

Vernässung durch Grund-/Hangwasser

Als Grundwasser bezeichnet man Wasser, das die Poren des Bodens (meist im Untergrund) zusammenhängend ausfüllt und einen Grundwasserspiegel ausbildet, wobei dieses Wasser ständig oder zeitweise vorhanden sein kann. Der Grundwasserstand kann an Profilgruben als auch an Bohrlöchern gemessen werden. Dabei soll der mittlere Grundwasserstand bestimmt werden; dieser befindet sich meistens innerhalb des Bgg-Horizonts. Es ist aber zu beachten, dass nicht bei allen Böden die Hydromorphiemerkmale gleich gut zum Ausdruck kommen (z.B. Moorböden). Zudem besteht bei drainierten Böden häufig keine Beziehung mehr zwischen morphologischen Grundwassermerkmalen und dem aktuellen (heutigen) Grundwasserstand. In diesen Fällen sind wiederholte Grundwassermessungen nötig (eventuell können auch Zeigerpflanzen Hinweise geben).

Vernässung durch Stauwasser

Unter Stauwasser versteht man eine zeitweilige oberflächennahe Wasseranreicherung infolge schlecht durchlässiger Bodenschichten, wobei dieses Wasser kaum seitlich fließt (stagniert) und seine Entstehung den an Ort und Stelle gefallenen Niederschlägen verdankt. (Auch Stauwasser kann in Gruben und Löchern einen Wasserspiegel ausbilden). Der Staunässegrad hängt somit ab vom Niederschlagshaushalt, der Durchlässigkeit des Staukörpers und dessen Tiefenlage sowie dem Wasserverbrauch der Vegetation. Diese Faktoren bestimmen die Anstiegshöhe und die Verweildauer des Stauwassers. Charakteristisch bei Stauwasserböden ist der Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung. Je nachdem welche Phase während der Vegetationsperiode dominiert, spricht man von wechsellustig (Trockenphase länger als Nassphase) oder wechsellustig (Nassphase länger als Trockenphase).

Anmerkung

Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Vernässungsarten ist nicht immer leicht. Denn häufig gibt es auch Böden, die durch Grund- und Stauwasser beeinflusst sind. So bilden z.B. tonige, kompakte Gleye Zwischenformen zwischen Gley und Pseudogley, während Pseudogleye mit einer sehr langen Nassphase zu den Gleyen überleiten. Hangwasserbeeinflusste Böden sollten den Gleyen zugeteilt werden. Grob kann man Gleye als "Senkenböden" mit permanenter Unterbodenvernässung bezeichnen, während Pseudogleye "Plateauböden" mit temporärer Vernässung sind (vgl. auch I/2).

2.12 Porosität und Durchlässigkeit

Porenvolumen und Durchlässigkeit sind Bodenkenngrossen, die im Feld nur geschätzt werden können. Die Porosität eines Bodens bestimmt in hohem Masse dessen Luft- und Wasserhaushalt. Das Porenvolumen als auch die Porengrössenverteilung hängt ab von der Körnung, dem Gehalt an org. Substanz und der Gefügeform. Das Porenvolumen beträgt durchschnittlich 45 - 55 Vol.-% des gesamten Bodenvolumens (mit Extremen von 30 - 90 Vol.-%; z.B. Hochmoorböden mit 90 Vol.-%).

Viel wichtiger als die Höhe des Gesamtporenvolumens ist die Porengrössenverteilung. Nach dem Porendurchmesser unterscheidet man folgende Poren mit den entsprechenden Tensionswerten.

Porengrössenklassen

Klasse	Durchmesser in μm	Funktion, Wasserspannung (pF-Wert*)
Grobporen	> 30	Wassersickerung, Bodendurchlüftung pF < 2
Mittelporen grobe	3 - 30	leicht
" feine	0,2 - 3	schwer
Feinporen	< 0,2	"Restwasser", für Pflanzen nicht verfügbar, pF > 4.2

*pF-Wert: Kennzeichnung der Wasserspannung; pF = \log cm Wassersäule

Wichtig für die bodenphysikalischen Eigenschaften ist auch die Kontinuität der Poren d.h. ob sie durchgehend oder nicht durchgehend verlaufen. Neben der Bodenentwicklung kann die Porenkontinuität auch durch die Bodenbearbeitung beeinflusst werden (z.B. Pflugsohlen).

Ein enger Zusammenhang besteht auch zwischen dem Porenvolumen und dem Raumgewicht. Das Raumgewicht des Bodens, d.h. das Gewicht des trockenen, natürlich gelagerten Bodens pro Raumvolumen beträgt zwischen 0,8 und 1,6 g TS/ml (kg/l).

Raumgewicht (g TS/ml)	Zustand
< 0,8	sehr locker
0,8 - 1,0	locker
1,1 - 1,3	ziemlich dicht
1,4 - 1,6	dicht
> 1,6	sehr dicht

Porenvolumen und -verteilung sowie Raumgewicht werden an Stechzylindern bestimmt (vgl. 3.4.2.).

Die Wasserdurchlässigkeit (k-Wert) wird hauptsächlich beeinflusst von der Anzahl, Grösse und Form sowie der Kontinuität der Poren und damit von Körnung, Gefüge und Lagerungsdichte. Bei Moorböden spielt vor allem der Zersetigungsgrad des Torfes eine grosse Rolle.

Zur genauen Bestimmung des k-Wertes sind Zylinderproben nötig (vgl. 3.4.2.). Auf eine Schätzung des k-Wertes im Feld wird im allgemeinen verzichtet.

Die (vorläufige) Einteilung der k-Werte geht aus der nachfolgenden Tabelle hervor.

Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit des Bodens

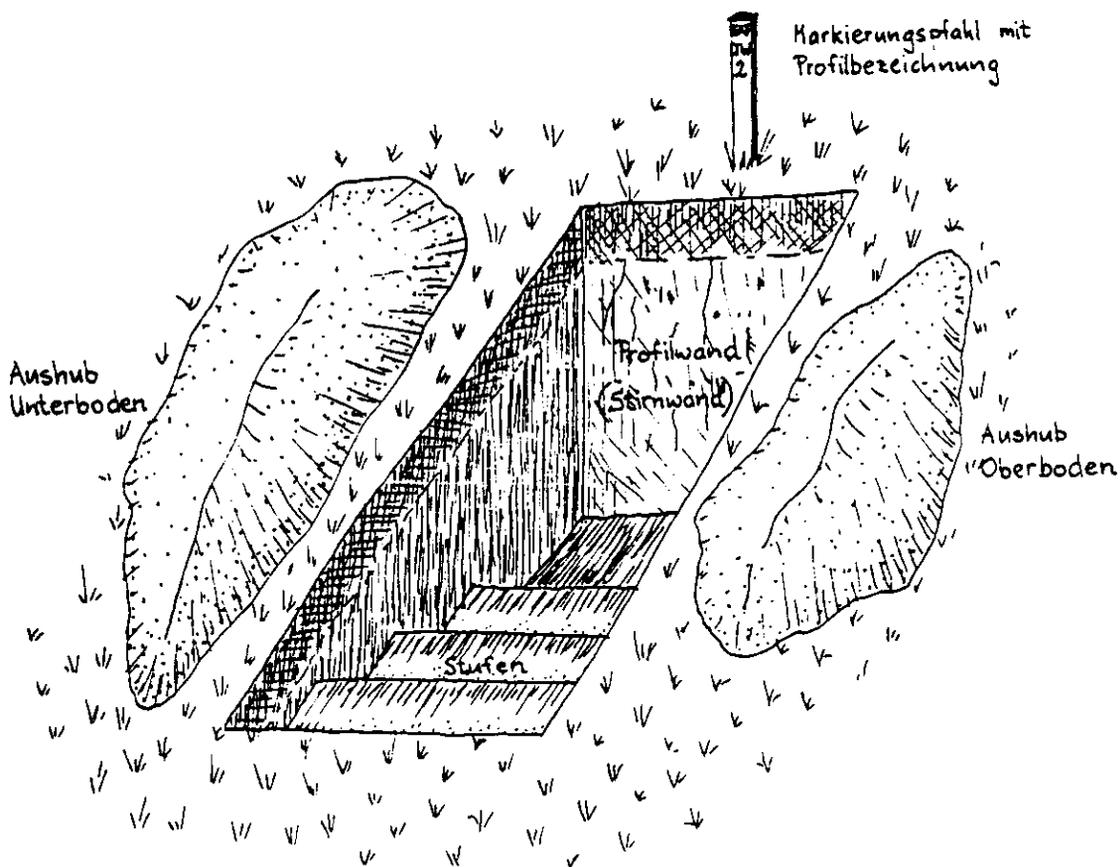
(System Bodenkartierungsdienst Reckenholz)

Durchlässigkeit k-Wert		Beurteilung	Wasserstau	Bodenklassifikation
cm/sec	cm/Tag			
$> 10^{-3}$	> 100	extrem rasch		Durchlässige, vollständig durchlüftete Böden
10^{-3}	100	rasch		
	50	normal		
	25	leicht gehemmt		
10^{-4}	10	gehemmt	staufeucht	pseudogleyige Böden
	5	träge	schwach stauass	Braunerde- Pseudogleye
	3	langsam	stauass	Pseudogleye
10^{-5}	1	sehr langsam	stark stauass	Fahler Gley
	0,3	extrem langsam	versumpft	
10^{-6}	0,1			

3. PROFILAUFNÄHME

3.1. Anlage von Profilgruben

Für eine detaillierte Aufnahme der Bodenmerkmale haben sich sogenannte Profilgruben bewährt (vgl. Skizze). Die Aufgrabung sollte mindestens so tief sein, dass alle für den Aufbau des Bodens und seine Beurteilung als Pflanzenstandort wichtigen Horizonte untersucht werden können. Wenn nötig kann der tiefere Untergrund durch Bohrungen in die Grubensohle erfasst werden. Die Breite der Grube sollte mindestens 60 cm betragen, so dass man sich bequem darin bewegen kann. Die Länge variiert je nach Grubentiefe. Beim Aushub ist darauf zu achten, dass Ober- und Unterboden möglichst getrennt beidseits der Grube aufgehäuft werden. Profile am Hang sollten in der Falllinie angelegt werden. Bei Profilen im ebenen Gelände sollte die Stirnwand wenn möglich nach Süden exponiert sein.



3.2. Profilbeschreibung

3.2.1. Aufbau des Profilblattes

Zur Beschreibung von Bodenprofilen werden zweckmässigerweise vorgedruckte Formulare, sogenannte Profilblätter benutzt.

Das Profilblatt ist so gestaltet, dass eine spätere EDV-Bearbeitung der erhobenen Daten möglich ist (bis jetzt fehlen die nötigen Programme). Das ganze Profilblatt ist in einzelne Datenfelder unterteilt, welche je mit einem Feldnamen und einer Feldnummer (dient der Identifikation bei der EDV-Auswertung) versehen sind. Einzelne Datenfelder sind zu sogenannten "Felder-Gruppen" zusammengefasst, so z.B. Datenfelder 20 - 26: Bodenbezeichnung; Datenfelder 60 - 65: Standort, usw..

Auf der Rückseite des Profilblattes ist der Code-Schlüssel aufgeführt. Er gibt die bei den einzelnen Datenfeldern möglichen Begriffe mit ihren Codierungen an (z.B. Datenfeld [64] Geologie: Schotter = SC). In diesem "offenen System" können den einzelnen Datenfeldern jederzeit weitere Begriffe (mit den entsprechenden Codierungen) hinzugefügt werden.

Diese Kartieranleitung enthält zudem ein Inhaltsverzeichnis nach Feldnummern; dies erleichtert das Auffinden von Erläuterungen zu den einzelnen Begriffen.

3.2.2. Vorgehen bei der Profilbeschreibung

Zunächst wird an der Stirnwand der Gesamtboden beurteilt. Hernach wird die Horizontierung festgelegt. Um nachher die Merkmale (Bodenart, Gefüge, Humusgehalt, Farbe usw.) besser beurteilen zu können, hat es sich bewährt, aus jedem Horizont ein Stück Boden zu entnehmen und auf einem Brett in der entsprechenden Reihenfolge auszulegen. Sind alle in der Profilskizze vorgesehenen Rubriken, welche im Feld erhoben werden müssen (pH-Wert kann im Labor bestimmt werden) ausgefüllt, so werden die pflanzennutzbare Gründigkeit und der Wasserhaushalt (Speichervermögen für leicht verfügbares Wasser, Art und Grad der Vernässung) beurteilt. Aus all diesen Angaben geht der Bodentyp mit allfälligen Untertypen hervor. Die Beurteilung als Pflanzenstandort (Eignung, Baumartenwahl) geschieht unter der Berücksichtigung der festgestellten Limitierungen (Klima, Topographie). Zum Schluss wird der Boden - sofern nötig - noch bewertet (Bodenpunktzahl).

Das Profilblatt muss nicht unbedingt vollständig im Feld ausgefüllt werden. Verschiedene Rubriken können später im Büro ergänzt werden.

Nachfolgend werden jene Datenfelder, die in dieser Anleitung nicht speziell behandelt oder nicht im Code-Schlüssel auf der Rückseite des Profilblattes aufgeführt sind kurz erläutert (Reihenfolge gemässe Feldnummer).

Datenschlüssel [1]

Hier ist die Auflage des Code-Schlüssels (s. Profilblattrückseite) anzugeben. Bis jetzt (1983) wird immer noch mit dem 1. Code-Schlüssel gearbeitet, also ist im Datenfeld [1] die Zahl 1 einzutragen.

Neuaufgaben des Code-Schlüssels werden fortlaufend nummeriert: 2, 3 usw.

Projekt-Nummer [2]

Jedes Kartierungsprojekt wird mit einer Projekt-Nummer bezeichnet (fortlaufende Numerierung: Stand März 1983: 165). Sie wird durch das Sekretariat bestimmt und ist auf dem Kartierungsauftrag angegeben.

Pedologe [4]

Anzugeben ist das Kürzel (2 Buchstaben) des/der Pedologen, der/die das Profil aufgenommen hat/haben. Die Pedologen-Kürzel sind nachfolgend aufgeführt.

Bo =	L.F. Bonnard	Jä =	F. Jäggli	MP =	M. Petrasek
Br =	H. Brunner	MK =	M. Krause	Py =	K. Peyer
Bu =	R. Buchli	Mü =	M. Müller	SR =	S. Ruchti
HR =	R. Hanic	JN =	J. Nievergelt	Wa =	H.R. Walther
				Zi =	U. Zihlmann

Datum [5]

Anzugeben in Zahlen. Reihenfolge: Tag, Monat, Jahr. Bsp.:

Datum				
5				
5	1	0	1	9
8	2			

Kartierungscode [10]

Hier kann der Code derjenigen Kartierungseinheit angegeben werden, in welcher das Profil liegt.

Skelettgehalt, Feinerdekörnung [22], [23]

Es besteht die Möglichkeit zwischen Oberboden (A: Ackerkrume resp. oberste 25 - 30 cm) und Unterboden (B: im allgemeinen B-Horizont) zu unterscheiden.

3.3. Fotografieren von Bodenprofilen

Bodenprofile sollten in frischem Zustand (ausgetrocknete Profilwand mit dem Spaten abstechen) und wenn möglich farbig fotografiert werden. An der Wand ist ein geeigneter Massstab (z.B. Nivellier-Meter) anzubringen. Tiefen- und Horizontangaben können zusätzlich mit Papier- oder Plastikstreifen markiert werden. Eine mitfotografierte Farbtafel (mit den Farben rot - grün - gelb - blau) ermöglicht es, die relative Echtheit der Bildfarben zu überprüfen. Die genaue Bezeichnung des Profils verhindert Bildverwechslungen. Um auch auf dem Profilblatt feststellen zu können, ob das Profil fotografiert wurde, kann hinter dem Code für die Profilart [3] ein Stern gemacht werden (z.B. P*).

Es empfiehlt sich, eine Hälfte der Profilwand so aufzurauen, dass die Farben der Bruchflächen sowie Unterschiede im Gefüge erkennbar sind. Die andere Hälfte wird mit dem Spaten glatt abgestochen, wobei darauf zu achten ist, dass die Oberfläche möglichst wenig verschmiert. Die Fotos (Dias) werden in der Fotothek des Sekretariats aufbewahrt.

3.4. Entnahme von Bodenproben [43]

Bodenproben können für chemische, physikalische, mineralogische usw. Untersuchungen entnommen werden. Je nach dem Untersuchungszweck muss die Probenahme nach unterschiedlichen Methoden erfolgen. Wichtig ist, dass die Proben jeweils die ganzen Horizonte repräsentieren (Mischproben).

3.4.1. Sackproben

Sackproben werden entnommen zur Bestimmung von pH-Wert, Humusgehalt, Feinerdekorngung, KUK usw.. Im allgemeinen wird von jedem zu untersuchenden Horizont eine Probe genommen.

- Entnahme : Probenahme in der Kernzone des Horizonts; ca. 1 kg feuchte Feinerde (Steine entfernen); zuerst unterster Horizont, dann zweitunterster usf.
- Bezeichnung : Bezeichnung auf dem Sack besteht aus Profilbezeichnung (Regionalcode, Profilnummer), Horizontbezeichnung (a = oberster Horizont, b = zweitoberster usf.) und Horizontobergrenze; z.B. Mi 92 b 20 cm
- Untersuchungsauftrag : Für jedes zu untersuchende Profil ist nur ein Auftragsformular "Untersuchungsauftrag für Bodenprofil-Proben" auszufüllen, und zwar so, dass die Bezeichnung auf dem Sack mit dem auf dem Formular übereinstimmt.
Nachuntersuchungen sind mit dem ursprünglichen Auftragsformular aufzugeben und in Absprache mit dem Laborchef
- Annahme und Kontrolle : Probenannahme im B 220; Kontrolle ob Beschriftung auf den Säcken mit denen auf dem Auftragsformular übereinstimmt; abschliessend Kontrolle und Visum durch den Laborchef
- Analysenauftrag: Entsprechend dem Auftragsformular stellt das Sekretariat (C 238) die Analysenaufträge mit den Analysenkarten aus, die dann in die entsprechenden Labors gelangen
- Laboranalyse : Analyseergebnisse werden auf den Karten eingetragen, Kontrolle durch den Laborchef; wenn alle Ergebnisse auf der Karte eingetragen sind, Ablieferung im Sekretariat
- Weiterleiten der Ergebnisse : Das Sekretariat leitet die Analysenkarten sofort nach Erhalt an die Sachbearbeiter weiter, damit diese die Ergebnisse auf die Profilblätter übertragen können; nachher wieder retour und Aufbewahrung in Registraturkiste

3.4.2. Flächenmischproben für Nährstoffuntersuchungen

Für die Nährstoffuntersuchung des Bodens mit Düngungsberatung in Bodenkartierungsprojekten sind Flächenmischproben zu entnehmen. Die Verwendung der Sackproben aus Bodenprofilen ist für die schlagbezogene Nährstoffuntersuchung unzulässig.

- Entnahme : 5 - 8 Einstiche aus der schlagbezogenen Bodenfläche, die durch das bezeichnete Bodenprofil repräsentiert wird, entnehmen und zu einer Flächenmischprobe (mind. 1 kg) vereinen.
- Tiefe : Ackerland und Kunstwiesen: 0 - 20 cm
: Naturwiesen und -weiden : 0 - 10 cm
- Untersuchungsauftrag : Formular verwenden; FAP-Untersuchungsauftrag für Bodenproben (Flächenmischproben). Auftraggeber bzw. Resultatempfänger aufführen.
- Annahme u. Kontrolle : Probenannahme B 220, Kontrolle durch Hr. Chr. Distel und Hr. R. Flisch
- Analysen : Die Laboranalysen werden durch das Nährstofflabor ausgeführt (Hr. E. Winter). Die Analysen sind auf pH-Wert (H_2O), P- und K-Testzahlen zu beschränken.
- Weiterleiten der Ergebnisse : Die Ergebnisse sind direkt auf das Auftragsformular einzutragen und hernach an den Sachbearbeiter weiterzuleiten. Für die Fragen der Düngungsberatung ist gegebenenfalls Hr. R. Flisch zu konsultieren.
- Düngeberatung : Auf Wunsch kann ausnahmsweise dem im Bodenkartierungsprojekt betroffenen Landwirt gratis eine Düngeberatung erteilt werden, sofern er nicht für die Gewährung des Bodenprofils entschädigt wird.

3.4.3. Zylinderproben

Zylinderproben werden entnommen zur Bestimmung des Wasserhaltevermögens, des Porenvolumens und des k-Werts (Wasserdurchlässigkeit). Pro Horizont werden 5 Zylinder benötigt (3 zur k-Wert-Bestimmung, 2 zur Bestimmung der Porenverteilung). Von den entsprechenden Horizonten sind auch Sackproben zu nehmen.

Standort : Bodenphysik-Labor C 246; Zylinder: auf einem Lagerwagen mit nummerierten Plätzen in Reihen zu 10 Stück; Transportkisten (Inhalt 20 Zylinder) und Kiste mit Probenahme-Utensilien (nur bei Entnahme von Hand nötig): im Schrank

Bereitstellen : Benötigte Anzahl Zylinder werden vom Lagerwagen in die Transportkisten abgefüllt. Dabei ist darauf zu achten, dass nur vollständige Reihen (keine fehlende Zwischennummern) abgefüllt werden. Ausserdem kann die Gefahr von Verwechslungen wesentlich vermindert werden, wenn die Zylinderproben eines Profils einen einheitlichen Nummernblock bilden.

z.B. Profil HX 10, Horizont a	Zylinder Nr.	1 - 5
"	b	" 6 - 10
"	c	" 11 - 15
"	d	" 16 - 20
"	e	" 21 - 25

Entnahme : Bei der Entnahme ist darauf zu achten, dass die Zylinder richtig orientiert sind, d.h. die Zahl auf dem Zylinder darf nicht auf dem Kopf stehen. Für die Entnahme von Hand ist ein Profil nötig, während mit dem Bohrfahrzeug überall und rasch Zylinderproben entnommen werden können. Beim Abschneiden der Bodenprobe ist darauf zu achten, dass die Oberfläche nicht zu stark verschmiert. Die Zylindernummern sind auf dem Profilblatt ([43]:Proben) einzutragen.

Rückgabe : Die entnommenen Zylinderproben sind zusammen mit einer Kopie des Profilblattes im Bodenphysik-Labor C 246 abzuliefern. Wenn die Proben nicht sofort analysiert werden können, sind sie im Kühlraum zu lagern, damit sie nicht austrocknen. Die nicht gebrauchten Zylinder sind in den Lagerwagen zurückzustellen, ebenso die leeren Transportkisten im Schrank zu versorgen.

Untersuchungs-auftrag : Die Zylindernummern werden auf dem Formular "Untersuchungs-auftrag für Bodenprofil-Proben" eingetragen. Zusammen mit den dazugehörigen Sackproben wird dieses Auftragsformular in der Probenannahme B 220 abgegeben. Der weitere Ablauf ist gleich wie bei den Sackproben.

III. B o d e n k a r t i e r u n g

Die vorliegende Fassung des Teils "Bodenkartierung" der Kartieranleitung ist auf die heutigen Hauptaufgabengebiete des Bodenkartierdienstes der FAP ausgerichtet:

- a) Auftragskartierungen im Massstab 1:1'000 bis 1:10'000 (detaillierte Kartierungen) mit abgeleiteten Eignungskarten.
- b) Systematische Bodenkartierung im Massstab 1:25'000 des schweizerischen Mittellandes und der angrenzenden Hugelgebiete.

Inhaltsverzeichnis

III Bodenkartierung

1. GRUNDLEGENDE BEGRIFFE	1 - 1
2. UEBERSICHT UEBER DEN KARTIERABLAUF	2
3. VORBEREITEN DES KARTIERUNGSPROJEKTES	3.1 - 1
3.1 Auftrag, Arbeitsablauf	3.1 - 1
3.2 Unterlagen	3.2 - 1
3.3 Uebersicht über Kartierungsgebiet	3.2 - 2
4. LUFTBILDER AUSWERTEN	4.1
4.1 Allgemeines	4.2 - 1
4.2 Einsatzmöglichkeiten	4.2 - 1
4.3 Grauton - Kontrast	4.3
4.4 Reliefanalyse	4.4 - 1
4.5 Bezugsquellen, Literatur	4.5 - 1
5. FELDARBEITEN	5.1 - 1
5.1 Bodeninventar	5.1 - 1
5.2 Arbeitslegende	5.2 - 1
5.3 Kartierarbeit	5.3 - 5
5.4 Feldkarte	5.4
6. DARSTELLEN DER ERGEBNISSE	6.1 - 1
6.1 Bereinigen der Feldergebnisse (Feldkarten, Arbeitslegende)	6.1 - 1
6.2 Legende der Bodenkarte	6.2 - 1
6.3 Kartographie	6.3 - 1
6.4 Auswertung der Bodenkarte	6.4 - 1
6.5 Bericht	6.5 - 1
7. ERGAENZENDE LITERATUR	7 - 1

1. GRUNDLEGENDE BEGRIFFE

- Pedon : Das kleinste, nicht mehr teilbare Bodenindividuum, das jedoch alle charakteristischen Merkmale eines Bodens erkennen lässt, wird als Pedon (Bodenelementarzelle) bezeichnet. Es hat eine Grundfläche von ca. 1 m².
- Polypedon : Gesamtheit benachbarter Pedons (gleicher Bodenform), deren Eigenschaften nur in engen Grenzen variieren (z.B. Horizontmächtigkeit). Polypedons (elementare Bodenareale) haben eine flächenhafte Ausdehnung von wenigen m² bis mehreren ha.
- Pedotop : Zusammenhängender Teil der Bodendecke, der abgesehen von kleinflächigen Einschlüssen andersartiger Böden (→ Fremdanteil), auf die bei der Bodenkartierung keine Rücksicht genommen werden kann, ein oder mehrere sehr ähnliche Polypedons umfasst.
- Pedokomplex : Zusammenhängender Teil der Bodendecke, der aus mehreren, kleinflächig nebeneinander auftretenden Polypedons zusammengesetzt ist. Letztere können bei der Kartierung nicht getrennt dargestellt werden.
- Bodenform : Bodensystematische Klassierung des Polypedons. Sie beinhaltet: Bodentyp, Untertyp, Skelettgehalt, Feinerdekörnung und pflanzennutzbare Gründigkeit.
- (Kartier-)Teilfläche : Unter (Kartier-)Teilfläche sind die vom Kartierer auf Karten oder Luftphotos abgegrenzten zusammenhängenden Flächen zu verstehen. In der Regel stellen sie Pedotope oder Pedokomplexe dar. Der Inhalt der (Kartier-)Teilflächen wird durch die entsprechende Bodeneinheit (siehe unten) ausgedrückt.
- reine (Kartier-) Teilfläche : In der Regel Darstellung von Pedotopen, seltener auch von Polypedons. Reine (Kartier-)Teilflächen können eine bestimmte Variationsbreite ihrer Merkmale und Eigenschaften und einen gewissen Fremdanteil (andersartige Einschlüsse) aufweisen (siehe auch 5.3).

- zusammengesetzte (komplexe) (Kartier-)Teilfläche : Zusammenfassung mehrerer Polypedons, welche sich in ihrer Genese und in ihren Eigenschaften unterscheiden und in kleinräumigen Wechsel nebeneinander auftreten, so dass sie im entsprechenden Massstab nicht gegeneinander abgegrenzt werden können. Darstellung von Pedokomplexen.
- Fremdanteil : Flächenanteil von eigentlich anders zu klassierenden Einschlüssen in reinen (Kartier-)Teilflächen. Die Einschlüsse werden in der Bezeichnung (= Bodeneinheit) nicht erwähnt.
 Massstab und Genauigkeitsanforderungen einer Kartierung bestimmen die zulässige Höhe des Fremdanteils (siehe 5.3).
- Variationsbreite : Streubereich, innerhalb welchem einzelne Merkmale und Eigenschaften des Bodens aufgrund seiner flächenhaften Ausdehnung variieren - die zugehörige Bodeneinheit ist entsprechend zu umschreiben.
 Am häufigsten werden für die Eigenschaften Skelettgehalt, Feinerdekörnung und Gründigkeit bestimmte Variationsbreiten innerhalb derselben Bodeneinheit zugelassen (siehe 5.2). Horizontbedingte Unterschiede innerhalb des Profiles gehören nicht zur hier beschriebenen Variationsbreite (siehe Oberboden/Unterboden und 5.3).
- Bodeneinheit : Für die Darstellung auf Karten notwendige Zusammenfassung von gleichartigen Böden. Die Bodeneinheiten sind in der Legende beschrieben, meistens durch Angabe der zugehörigen Bodenform/en und der vorhandenen Variationsbreiten einzelner Merkmale und Eigenschaften.
 Der Code der Bodeneinheiten dient zur Bezeichnung der Teilflächen auf der Karte.
 Wir unterscheiden reine und zusammengesetzte (komplexe) Bodeneinheiten; vgl. reine/zusammengesetzte (Kartier-)Teilflächen.

- Kartierungseinheit : Uebergeordneter Begriff für Einheiten jeglicher Art, die zum Zwecke der Kartierung gebildet werden:
- Bodeneinheiten
 - Bodeneinheiten und Landschaftselement
 - Vegetationseinheiten
 - Nutzungseinheiten
 - geomorphologische Einheiten
 - etc.
- Kartenlegende : In der Legende ist die Bedeutung von Farbe und Code der Teilflächen umschrieben.
- Die im Kartierungsgebiet vorkommenden Bodeneinheiten sind hier nach bestimmten Ordnungsprinzipien aufgelistet.
- Oberboden/Unterboden : Unter Oberboden ist der Ah - bzw. der Pflughorizont - i.a. die obersten 20 bis 30 cm zu verstehen. Der darauffolgende verwitterte Bodenteil (ohne C-Horizont = Untergrund) wird als Unterboden bezeichnet.

Abbildung 1a: Verwendung der wichtigsten Begriffe

NATUR / GELÄNDE						
Pedon	-	Polypedon	-	Pedotop	-	Pedokomplex
Bodentyp	}	Bodenform	<u>Kartenlegende</u>	}	<u>Karte</u>	
Untertyp			- Bodeneinheiten		(Kartier-)	
Skelettgehalt			- Hangneigungsstufen		Teilflächen	
Körnung			Landschaftselemente			
Gründigkeit			Geländeform			
KLASSIFIKATION			BODENKARTIERUNG			

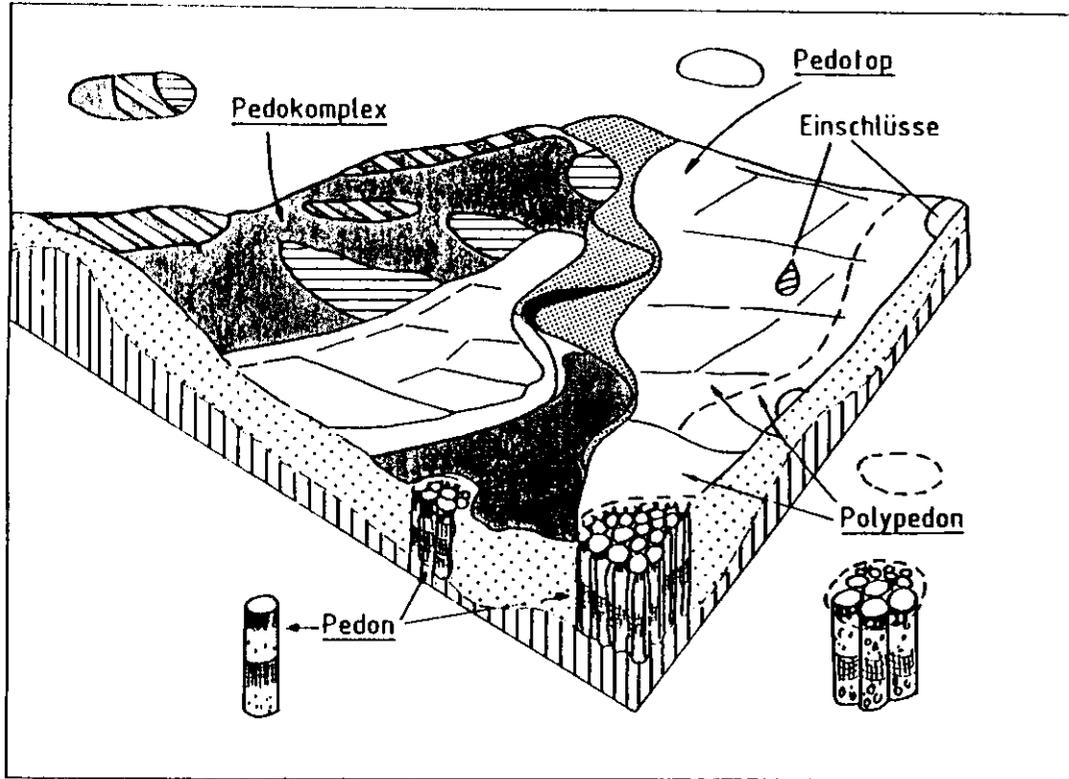
In der obigen Darstellung sind die wichtigsten Begriffe gruppiert nach Verwendungsbereich:

- NATUR/GELÄNDE : tatsächliche, in der Natur vorhandene Verhältnisse
- KLASSIFIKATION : Abstraktion zwecks Klassierung und Benennung der Böden
- BODENKARTE : vereinfachtes Abbild der Natur bezüglich geographischer Verbreitung ihrer Böden; Legende ist Brücke zwischen Karte und Klassifikation.

Abbildung 1b: Verwendung der wichtigsten Begriffe

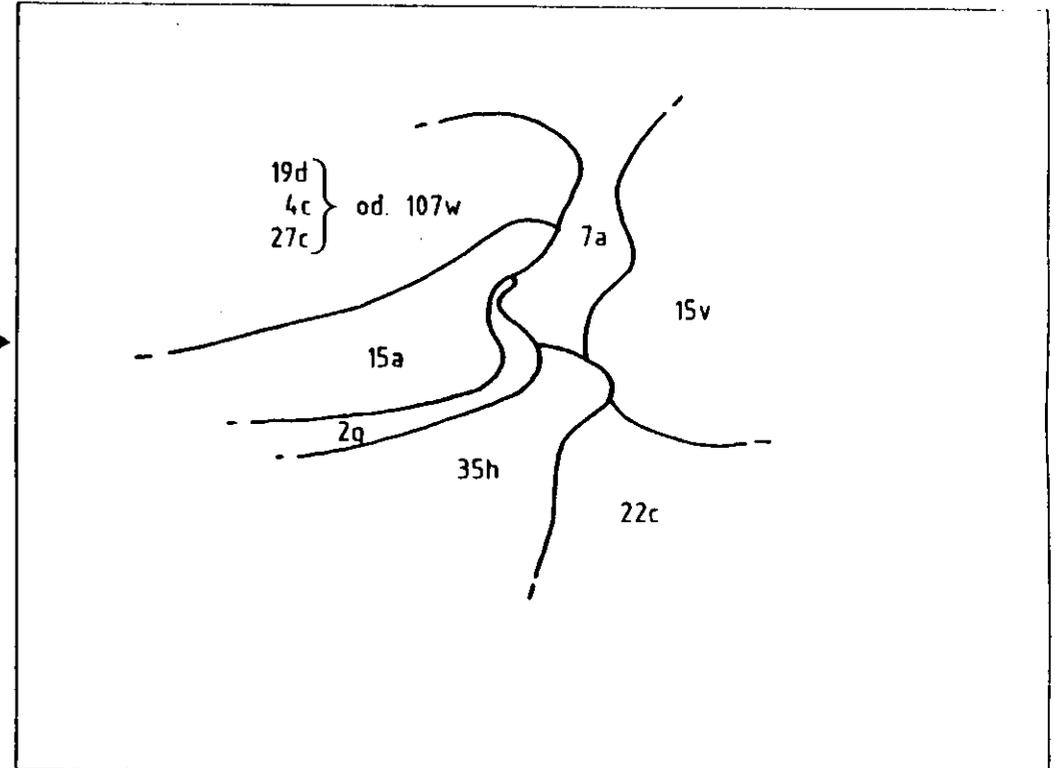
Geländeausschnitt

Pedon - Polypedon - Pedotop - Pedokomplex



Kartenausschnitt (Bsp. einer Detailkartierung)

reine und zusammengesetzte (Kartier-)Teilflächen



Bodenklassifikation

- Bodentyp
- Untertyp
- Skelettgehalt
- Körnung
- Gründigkeit

Bodenformen

Legende

- 2, 7, 15 ... reine Bodeneinheiten
- 19 } od. 107
- 4 } zusammengesetzte Bodeneinheit
- 27 }
- a, b, c Hangneigungsstufen

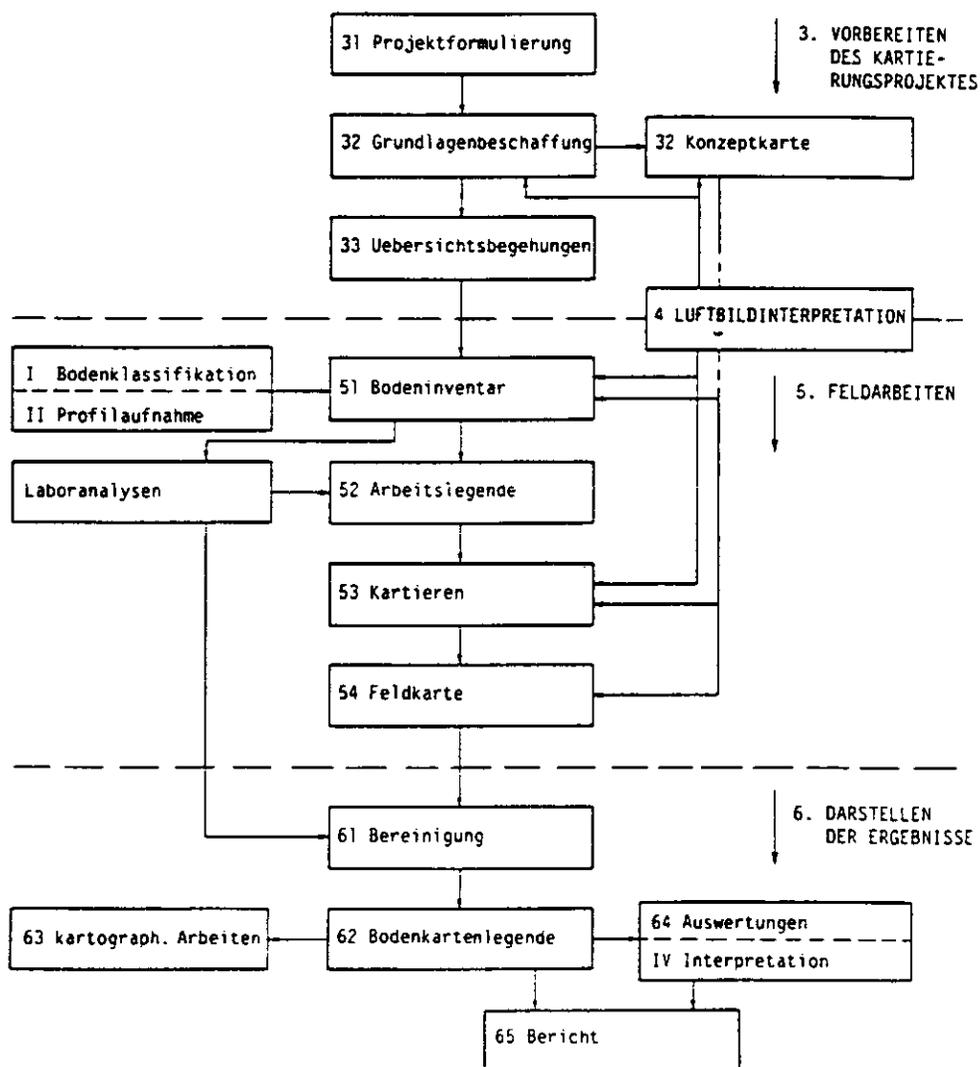
2. UEBERSICHT UEBER DEN KARTIERABLAUF

Die schematische Uebersicht über den Ablauf einer Bodenkartierung in Abbildung 2a gilt für Detailkartierungen und für Kartierungen im Massstab 1:25'000. Es gibt allerdings bezüglich Wichtigkeit und Ausführung der einzelnen Schritte Unterschiede, worauf in den folgenden Kapiteln hingewiesen wird.

Nicht jede Kartierung muss alle (oder nur gerade diese) aufgeführten Elemente in der vorgezeigten Reihenfolge aufweisen.

Alle im Uebersichtsschema aufgeführten Schritte werden nachfolgend in eigenen Kapiteln kurz beschrieben; die beigefügte Nummerierung verweist auf diese Kapitelnummern.

Abbildung 2a: Uebersicht über den Ablauf einer Bodenkartierung.
(die beigefügte Nummerierung verweist auf die entsprechenden Kapitel im Text).



3. VORBEREITEN DES KARTIERUNGSPROJEKTES

3.1 Auftrag festlegen und Arbeitsablauf planen

Tabelle 3.1 a: Auftraggeber von Auftragskartierungen

<u>Oeffentlich-rechtliche Körperschaften</u>	<u>Gemeindeämter/kommunale Verbände</u>
Flurgenossenschaften	Politische Gemeinden
Bodenverbesserungsgenossenschaften	Landwirtschaftsämter
Meliorationsgenossenschaften	Gemeinde-/Stadtforstämter
Waldkorporationen	Planungsämter
	Zweckverbände (Planung, ARA etc.)
<u>Kantonale Ämter</u>	<u>Bundesämter</u>
Landwirtschaftsdepartement	Bundesamt Landwirtschaft (EFA, EMA)
Oberforstamt	Bundesamt für Forstwesen
Meliorationsamt	Bundesamt für Umweltschutz
<u>Gerichtsinstanzen</u>	<u>Private Büros/-Firmen</u>
Kantonales Gericht	Ing.- und Vermessungsbüros
Bundesgericht	Planungsbüros
	Hydrogeologische Büros

Die oben erwähnten Auftraggeber geben detaillierte Bodenkarten, meistens im Massstab 1:5'000 oder 1:10'000, in Auftrag. Die nachfolgende Zusammenstellung soll an alle Einzelheiten eines solchen Auftrages erinnern. Für jeden neuen Auftrag können diese auch in einem Formular, wie es Abbildung 3.1 c zeigt, übersichtlich dargestellt werden.

Auftragsspezifikationen

Die folgenden Listen enthalten, ohne vollständig zu sein, einige wichtige Punkte, die bei der Auftragsformulierung resp. während der Auftragsabwicklung zu beachten sind.

- a) Aus Kontakten mit dem Auftraggeber und/oder seinem Vertreter (z.B. Ingenieurbüro) ergeben sich:

I - Ziel und Zweck der Bodenkartierung

Auswertungsziele (vgl. Tabelle 3.1b)

- Kartierungsperimeter (auf Planunterlage):

Fläche in ha Feld

Fläche in ha Wald

- Termine:

Vorbereitungsarbeiten

Feldarbeiten

Abliefern von Feldkarten als Unterlagen
für die Detailbonitierung

Abliefern des Schlussberichtes mit
Bodenkarte und Auswertungskarten

I - Darstellungsform der Ergebnisse:

Art der Darstellung (Kartenentwurf resp.
Beispiel besprechen)

Anzahl Exemplare

Statistische Auswertungen von Karten

- Informationen an Mitbeteiligte und Dritte:

an Öffentlichkeit über bevorstehende
Feldarbeiten

an Interessierte über Kartierungsablauf
und -methoden

an Interessierte über Ergebnisse

- Liefern von Arbeitsunterlagen (vgl. 3.2):

Planunterlagen (aktuelle und genaue Pläne,
beschleunigen Feldarbeit!)

Luftfotos

Werkleitungspläne

Expertisen

- Finanzielles:

Kostenvoranschlag für Auftraggeber

Rechnungsart

Rechnungsempfänger

Weiterverrechnung für Auslagen FAP an Dritte

- Adresslisten:

Auftraggeber

Mitbeteiligte

Informationsvermittelnde Dienststellen

Tabelle 3.1 b: Auswertungsziele

Güterzusammenlegung (Bodenqualität, Punktzahl Meliorationsvorschläge Belastbarkeit für Gülle und Klärschlamm Nutzungseignung (Land- und Forstwirtschaft) Beratung Planung auf diversen Stufen Ausscheidung von landwirtschaftlichem Vorrang- gebiet Beweissicherung beim Kiesabbau Waldbauliche Planung, Forsteinrichtung
--

Ganz entscheidend für die Durchführung eines Kartierungsprojektes sind die Vorstellungen des Auftraggebers in Bezug auf die Auswertungsziele und die Darstellungsform der Ergebnisse. Häufig kann der Auftraggeber sie selber schlecht formulieren, weil er keine Erfahrung hat. Deshalb ist möglichst frühzeitig die Auftragsstellung entsprechend den tatsächlichen Bedürfnissen des Auftraggebers zu detaillieren.

Einige Hinweise dazu:

- Einen Kartenentwurf samt Interpretation eines Teilgebietes (oder einer schon abgeschlossenen Kartierung eines Gebietes, das der Auftraggeber gut kennt) sobald als möglich vorlegen und besprechen.
- Der Auftraggeber begleitet einmal den Kartierer bei der routinemässigen Kartierarbeit im Feld.
- Der Auftraggeber soll die endgültigen Karten in der Ueberzeugung zur Hand nehmen, er habe Inhalt und Darstellungsart bestimmt. Ja, er soll sich sagen, er selbst hätte sie fast genauso (nur etwas besser) gemacht, wenn er die nötige Zeit resp. Ausrüstung, resp. Kenntnisse gehabt hätte. Nur so sind wir sicher, dass unsere arbeitsintensiven (und für den Bund kostspieligen) Produkte auch tatsächlich Grundlage für andere Arbeiten werden.
- Für Arbeiten, die auf die Ergebnisse der Bodenkartierung aufbauen, wie z.B. Meliorationsmassnahmen und Planungen, ist eventuell die Beratung resp. Betreuung durch den Bodenkartierungsdienst vorzusehen.

b) Vom Sekretariat Bodenkartierung ist Administratives zur Verfügung zu stellen:

- Nummer und Name des Projektes
- Sigle und verfügbare Nummern für Profile
- Sigle und Nummern von bereits vorhandenen Profilen im Perimeter und deren Projektnummer

c) Vom Bodenkartierer festzulegen:

- ungefähre Anzahl Profile resp. mech. Bohrungen
- Planung der eigenen projektbezogenen Arbeit
(vgl. 3.2, 3.3, 4, 5, 6)
- Einsatzplan für Kartiergehilfen
- Planung des Einsatzes der Infrastruktur in Abstimmungen mit anderen Projekten:

Labor
Zeichenbüro
Auto

- Materialbedarf:

Pflöcke
Bohrgeräte
Standrohre
Zeichentisch
etc.

- Auftragspezifische Anforderungen:

pedologische Feldexperimente
spezielle Laboruntersuchungen
Reproduktionstechnische Veränderung der
Planunterlagen

Für grössere Kartierungsprojekte kann es sinnvoll sein, eine eigentliche Projektkontrolle und Nachkalkulation des Arbeitsaufwandes (in Arbeitstagen) durchzuführen, dazu mag als Gestaltungsbeispiel die Abbildung 3.1 d dienen.

Ungefährer Zeitaufwand für 3.1: 1 - 3 Arbeitstage (AT)

Abbildung 3.1 c: Formular Auftragspezifikation

CHECKLISTE ZUR FORMULIERUNG DES AUFTRAGS UND DES ARBEITSABLAUFSAllgemeine Angaben

(Bodenkartierungsdienst - Auftraggeber - Dritte)

- Zweck und Ziel der Kartierung: _____
- Kartierungsperimeter: (Plan, ha, Feld/Wald): _____
- Termine:
 - Vorbereitung: _____
 - Feldarbeit: _____
 - Kartendarstellung: _____
- Adressen-Listen
 - Auftraggeber: _____
 - Mitbeteiligte: _____
 - andere: _____
- Form der Teilergebnisse: _____
 - Schlussergebnisse (Art und Anzahl Expl.): _____
 - andere: _____
- Arbeitsunterlagen von Auftraggeber und Dritten: _____

<input type="checkbox"/> Planunterlagen (Helio, TP): _____ <input type="checkbox"/> Luftphotos _____ <input type="checkbox"/> Expertisen _____	<input type="checkbox"/> Werkpläne: _____ <input type="checkbox"/> andere: _____
--	---
- Kosten:
 - Kostenvoranschlag für Auftraggeber: _____
 - Rechnungsart: _____
 - Rechnungsempfänger: _____
 - andere: _____

Fortsetzung folgende Seite

FAP - interne Angaben

- Vom Sekretariat zur Verfügung zu stellen:

Nr. und Name des Projektes: -----

Sigle und freie Nr. für Profilbez. ----- -----
 ----- -----
 ----- -----

Sigle und Nr. im Perimeter bereits vorhandener Profile: ----- -----
 ----- -----
 ----- -----

andere: -----

- Vom Bodenkartierer festzulegende Daten: -----

Anzahl Profile: Anzahl mech. Bohrungen: -----

Planung des eigenen Einsatzes Büro/Feld: -----

Planung für Kartierungsgehilfen: -----

Planung Infrastruktur (Labor, Zeichnungsbüro, Autodienst): -----

andere: -----

- Spezielle Ansprüche für Unterlagen: -----

Reprotechnische Veränderung, Planunterlagen: -----

Spezielle Laboransprüche: -----

Spezielle Ansprüche für pedol. Feldexperimente: -----

andere: -----

Nr.

Projekt - Kontrolle

Bezeichnung		Eingang	Zweck/Auftrag			Sachbearbeiter	geschätzter Gesamtaufwand [AT]	
Teilarbeit	Mittel	projektierter Aufwand [AT]		Prio- rität	proj. Zeitraum	effektiver [Datum/AT] Aufwand	Abschluss	
		Budget	Reserve					

Abbildung 3.1 d

3.2 Unterlagen beschaffen und auswerten

Alle Karten, Pläne, Berichte oder Bücher, die Angaben über die Bodenbildungsfaktoren und die Bodenmerkmale im Kartierungsgebiet und seiner Umgebung enthalten, können von Nutzung sein:

Unterlage	Bodenbildungsfaktor	Auswertung für Bodenkartierung	Standort
Atlas der Schweiz	diverse	Uebersicht	FAP-BK
Geolog. Karten 1: 25'000	Muttermaterial	geol. Skizze, Rutschungen, Riet (Torf), (oft nur Informat. über geol. Untergrund, da oberste Meter vernachlässigt)	FAP-BK
" " 1:100'000			FAP-BK
" " 1:200'000			FAP-BK
Geotechn. Karten 1:100'000			FAP-BK
Hydrolog. Karten			FAP-BK
Eclogae Helveticae			FAP-Bibl.
Temp.reihen MZA 1864 - 1959	Klima	klimat. Charakterisierung, ev. Abgrenzung (für Kleinklima ungenügend)	FAP-BK
Niederschl.mengen MZA 1901 - 1960			FAP-BK
Klimaeignungskarte 1:200'000			FAP-BK
Wärmestufenkarte 1:200'000			FAP-BK
Landeskarten d. Schweiz 1:25'000	Relief u.a.	Uebersicht; Abgrenzung v. physiografischen Landschaftselementen vgl. Abschnitt 42; Kleinklima	FAP-BK
Luftbilder der L+T ca. 1:25'000			L+T.Fotothek
Übrige Luftbilder			FAP-BK
Hangneigungskarten, ha-Raster Geomorphologische Karten			BFS, Bern
alte Landeskarten 1:25'000 (Sigfriedaltlas) 1:50'000 Werkleitungspläne	Mensch	Veränderungen durch menschl. Eingriffe: Wege, Bachläufe, Riet, Gräben; Standorte d. Profilgruben und Bohrungen	FAP-BK
			Bauämter Kt, PTT, EW u.a.
Arealstatistik, ha-Raster	Mensch Relief	Bodennutzung	BFS, Bern
Vegetationskartierungen	Vegetation	prov. Grenzen	
Grundwasserpläne	Wasser	Abgrenzung im Grundwassereinflussbereich	Kt.Wasserwirts.amt
Bodenkarten anderer Gebiete, anderen Massstabes	alle	prov. Grenzen ziehen, Uebernahme von Bodeneinheiten	FAP-BK
Profilblätter dazu	alle	ev. in Bodeninventar aufnehmen	FAP-BK

Das Ergebnis dieser Auswertungen kann in Form einer oder mehrerer Kartenskizzen (z.B. Aufleger) dargestellt werden. Letztere dienen dann weiter dazu, die Gebietsübersicht (vgl. 3.3), die Landschaftsanalyse (vgl. 4.2) zu unterstützen. Danach können diese Kartenskizzen und Analysen zu einer sogenannten Konzeptkarte verarbeitet werden, auf die sich die Feldarbeit wesentlich abstützen kann.

Die Auswertung der Unterlagen fliesst ebenfalls beim Erheben des Bodeninventars (5.1) und beim Erstellen der Arbeitslegende (5.2) ein.

Weitere Informationsquellen: landwirtschaftliche Berater und Schulen, Oberförster, kantonale Ämter (Meliorationsamt), Betriebsstatistiken des Bundesamtes für Statistik.

Zeitaufwand für 3.2 (ohne flächendeckende Luftbildanalyse): Detailkartierung 1 - 5 AT; 1 Blatt 1:25'000, 5 - 10 AT.

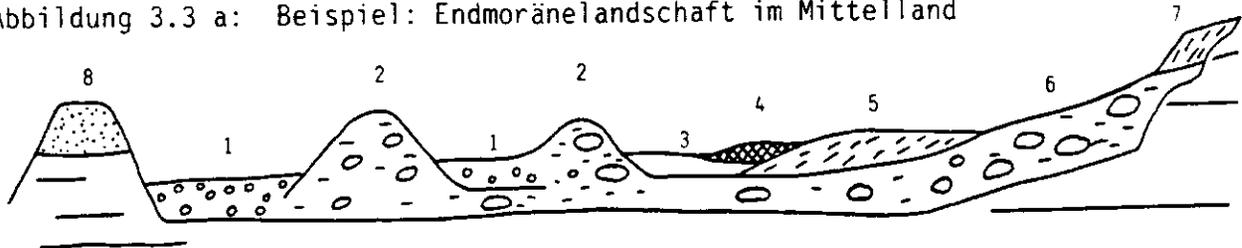
3.3 Uebersicht vom Kartierungsgebiet gewinnen

Teilweise gleichzeitig, teilweise nach dem Auswerten der Unterlagen (vgl. 3.2 und 4.3) wird im Felde ein Ueberblick über die Bedeutung und die Variationsbreite der Bodenbildungsfaktoren gewonnen. Dazu dienen:

- Aufschlüsse: Steinbrüche, Kiesgruben, Böschungen, Baugruben, (Kanalisations-) Gräben.
- Phänologische Beobachtungen und Vergleich mit bekannten Gebieten.
- Ueberprüfen der physiographischen Einheiten (nach 3.2) durch Beobachten.
- Pflanzensoziologische Beobachtungen
- Auffällige Oberflächeneigenschaften: Nassstellen, Erosionszonen, Rutschungen, hoher OS-Gehalt, Torfsackungen (Drainage-Schächte), hoher Steingehalt, Landnutzung, etc.

- Zusammenhang Bodeneigenschaften - Bodenbildungsfaktoren, untersuchen mit gezielten Bohrungen z.B. in Catenas. Damit meint man eine Kette von Bohrungen auf einer Transsekte, so, dass in jedes physiographische Landschaftselement eine Bohrung fällt (vgl. Abb. 3.3 a).

Abbildung 3.3 a: Beispiel: Endmoränellandschaft im Mittelland



1. Schotterterrasse, stark durchlässig; saure Parabraunerde.
2. Wallmoränen, Endmoränen, ziemlich durchlässig; Parabraunerden, Braunerden, z.T. Regosol in Kuppenlagen.
3. Seebodenlehm in Zungenbecken der ehemaligen Gletscher; Schlufflehm z.T. Grundwasserstand; Braunerden bis Gleyböden.
4. Flachgründige Partien des Zungenbeckens mit Niedermoortorf.
5. Postglazialer Schwemmkegel und Deltafächer aus Kies bis Schluff in Seebodenlehm übergehend; Braunerden bis Gleyböden.
6. Grundmoräne, z.T. schlecht durchlässig; verbraunte Gleyböden und gleyige Braunerden.
7. Molasse mit Moräneschleier, die Kontaktfläche ist oft verquetscht und wenig durchlässig. Wo die Durchlässigkeit normal ist, treten Parabraunerden auf.
8. Lössdecke, Sandlöss, Lösslehm in Plateaulagen, Parabraunerden.

- Bei grossflächigen Kartierungen ist zu prüfen, ob eine Testkartierung eines kleinflächigen Abschnittes den Ueberblick verschaffen kann. Das Testgebiet soll geologisch und morphologisch möglichst repräsentativ sein.

Am Ende dieser "Uebersichtsphase" soll der gebietsspezifische Zusammenhang zwischen den Bodenbildungsfaktoren und der Ausprägung der Merkmale des Bodenprofils in den typischen Landschaftselementen des Kartierungsgebietes bekannt sein, etwa wie in Abbildung 3.3 a beschrieben. Darauf stützt sich die systematische Aufnahme des Bodeninventars (5.1) ab.

Ungefährer Zeitaufwand für 3.3:

Detailkartierung	1/2 - 3 AT (flächenabhängig)
1:25'000-Kartenblatt	5 - 10 AT
Testgebiete	ca. 4 AT/100 ha Massstab 1:5'000 bis 1:10'000

4. LUFTBILDER AUSWERTEN

4.1 Allgemeines

Unter allen Informationsträgern zum Kartierungsgebiet (vgl. 3.2) nehmen Luftbilder (Fotografien aus der Luft, Flugaufnahmen) für kartographische Aufgaben eine besondere Stellung ein. Bei senkrechter Stellung der Objektivachse zeigen sie die Erdoberfläche in ähnlicher Form, wie sie auf der topographischen Karte abgebildet ist. Luftbilder enthalten eine enorme Fülle von Information. In der Bodenkunde helfen sie dem geübten Betrachter, die Bedeutung einzelner Bodenbildungsfaktoren im gerade vorliegenden Gebiet abzuschätzen. Naturgemäss ermöglichen Luftbilder vorerst nur, etwas über deren Verbreitung und flächenmässige Ausdehnung auszusagen. Zuverlässige qualitative Aussagen, z.B. Festlegen des Bodentypes einer homogenen Teilfläche, sind aufgrund von Luftbildern allein nicht möglich. Der Interpret muss dazu gute Kenntnisse der Böden aus Feldbegehungen im Gebiet mitbringen. Luftbildinterpretation und Feldbodenkunde fördern einander gegenseitig. Luftbilder können deshalb in einem Kartierungsprojekt wiederholt benutzt werden, vgl. Abbildung 2a.

4.2 Einsatzmöglichkeiten und Methodisches

Der Bodenkartierer kann Luftbilder in verschiedenen Phasen eines Kartierungsprojektes einsetzen; einen Ueberblick dazu gibt die Tabelle 4.2a. Aus der Tabelle geht deutlich hervor, dass Luftbilder je nach Kartierungsmassstab unterschiedliche Bedeutung haben. Das methodische Vorgehen und im speziellen die Technik der Stereoskopie ist in der Literatur (vgl. Liste in Abschnitt 4.5) ausführlich beschrieben; deshalb folgen hier nur ein paar Hinweise.

- Orthophotos

sind entzerrte, massstabstreue Luftbilder, die ein müheloses Uebertragen auf topographische Karten des gleichen Massstabes erlauben (kein Umzeichnungsgerät nötig)

- Zeitpunkt der Luftaufnahmen

Ackerbaugesamt: Optimal im Frühjahr, nach der Schneeschmelze bei Föhnbedingungen

- trockene Luft erhöht die Bildschärfe
- Winterfeuchte bewirkt auf offenen Ackerflächen Kontraste zwischen durchlässigen und vernässten Böden

Futterbaugesamt: Hochsommer

Wald: Frühsommer nach Laubaustrieb

- Massstab der Luftaufnahmen

Möglichst der gleiche, wie derjenige der Feldkarte; zur Reliefanalyse sind grosse Massstäbe (grösser als ca. 1:4'000), vor allem in flächeren Gebieten wenig geeignet.

- Kopietyp

Kontaktkopie schwarz-weiss: Schnelle Orientierung im Stereoskop.
Auflicht

Negativ oder Diapositiv : Erhöhte Auflösung, Durchlichteinrichtung
nötig, nicht felddauglich

- Technik der Zeichenarbeit

1 a: Auf Aufleger (Klarsichtfolie) mit sehr feinem Filzstift,
wasserunlöslich.

1 b: Auf Kontaktkopie mit wasserunlöslichen Filzstift; falls nicht
Eigentum der FAP, kann Zeichnung mit Alkohol gelöscht werden.

2 a: Nach 1 a/b Handübertrag auf Feld- resp. Konzeptkarte.

2 b: Uebertrag mit Bausch & Lomb "Zoom-Transfer-Scope", ein Umzeichnungs-
gerät zur Entzerrung und Massstabsveränderung; grosser Zeitaufwand.

1+2: Direkter Uebertrag auf Feld- resp. Konzeptkarte.

- Signaturen für die Luftbildanalyse (Beispiele):

Grautöne: h hell	}	relativ zur Umgebung; flächig
m mittel		
d dunkel		

- dunkle Stellen mit hohem Kontrast zur Umgebung;

- lokal helle Stellen (Erosionskanten, steinige Oberfläche)

konkave Flächen U

konvexe Flächen ∩

Landschaftstypen und Formelemente; Abkürzungen siehe Abschnitt 4.4

Buringh hat 1960 fünf verschiedene Methoden der Bodenkartierung (M 1:50'000), mit und ohne Luftbildauswertung, verglichen und kam zum Schluss, dass eine kombinierte Methode mit Geländearbeit und Luftbildanalyse die sicherste ist, genaueres dazu in Schneider S. 315 bis 319 (Literaturliste in 4.5). Je kleiner der Massstab der Karte, umso wichtiger wird die Luftbildinterpretation.

Tabelle 4.2 a: Einsatzmöglichkeiten des Luftbildes in der Bodenkartierung

Zweck der Luftbildinterpretation	relevante Bildeigenschaft	Einsatzart	Phase der Anwendung (Kapitel im Teil III)	Bedeutung im Maßstab	
				1:5'000	1:25'000
Abgrenzen von Landschaftstypen, z.B. Moränenlandschaft vgl. Tab. 4.3 a	Reliefwirkung, Textur	(Mono) - Stereo	Geomorphologische Übersicht für Konzeptkarte; Landnutzungs-Verteilung (3.2 und 3.3)	(X)	XX
In repräsentativen Gebieten grobes Abgrenzen physiografischer Formelemente (Tab. 4.3 b) oder von Vegetationstypen, darin Festlegen von Bohrstellen resp. Catenas	Reliefwirkung, Textur	Stereo	Zusammenhang Bodeneigenschaft ↓ Bodenbildungsfaktoren grosso modo erfassen (Konzeptkarte) Entwurf der Arbeitslegende (3.3)	XX	XX
Genaueres Abgrenzen von Formelementen und Vegetationstypen, darin Festlegen von flächenrepräsentativen Profilen und Bohrungen	Reliefwirkung, hell-dunkel-Kontrast, Graustufen, Textur	Stereo - Mono	Bodeninventar (5.1)	XX	XX
Genaueres Abgrenzen von Formelementen und Vegetationstypen, flächendeckend (ganzer Perimeter)	Reliefwirkung, Textur	Stereo	Provisorische Bodengrenzen auf der Feldkarte (5.3)	X	XX
Nassflächen, hoher Skelettgehalt, Akkumulations-, Erosionslagen lokalisieren	Kontrast hell-dunkel, Graustufen, Oberflächenmuster	Mono - Stereo	Provisorische Bodengrenzen für kleinflächige Besonderheiten; ev. Ergänzung der Arbeitslegende (5.3 und ev. 5.1)	XX	X
Anthropogene Störungen wie Auffüllungen, Kanalisations- resp. Drainageverlauf und Terrassierungen feststellen	Oberflächenmuster, Linien	Mono - (Stereo)	Provisorische Bodengrenzen; ev. Ergänzung der Arbeitslegende (5.3 und ev. 5.1)	XX	X
Standort des Kartierers / von Objekten im Feld ermitteln	Vogelperspektive	Mono	Kartierarbeit im Feld (5.3)	XX	X
Provisorische Bodengrenzen im Feld überprüfen und ev. verbessern	Relief, Kontrast, Graustufen, Textur	Stereo (Feldstereoskop) - Mono	Kartierarbeit im Feld (5.3)	XX	XX
Zeichnen der Grenzen der Kartierteilflächen	Topographische Information	Mono; als topographische Unterlagskarte	Kartierarbeit im Feld (5.3)	XX	

X: manchmal nützlich
 XX: zeitsparend und/oder Arbeitsqualität verbessernd

Die zwei wichtigsten Punkte auf der Tabelle 4.2 a, Einsatzmöglichkeiten des Luftbildes in der Bodenkartierung, sind Reliefanalyse und Beobachtung von Grau- resp. Farbtonunterschieden (Kontraste). Die stereoskopische Auswertung ermöglicht eine Unterteilung der Landschaft nach der Oberflächengestalt, die stark mit Bodeneigenschaften korreliert. Farb- resp. Grautonunterschiede erleichtern das Auffinden und Abgrenzen von Nassböden und flachgründigen Böden. Damit kann die zeitaufwendige Feldarbeit - Festlegen von Bodengrenzen mittels zahlreicher Bohrungen - reduziert werden. Diese zwei Anwendungen werden in den Abschnitten 4.3 und 4.4 etwas ausführlicher beschrieben.

Die Luftbildinterpretation stösst an ihre Grenze, wenn der dreidimensionale Charakter des Bodens als Pflanzenstandort bestimmend wird. Bodenprofil-Eigenschaften wie physikalische Struktur (Korngrössenzusammensetzung), Wasserhaushalt und Chemismus sind zuverlässig nur durch Bohrungen an Ort und Stelle zu ergründen. Auch ist das Luftbild eine Momentaufnahme im Gegensatz zum Bodenprofil, das in seiner Morphologie, z.B. in den Vernässungszeichen, das Langzeit-Verhalten erkennen lässt.

4.3 Grauton - Kontraste

Grautöne im Vergleich zur Umgebung	korrelierte Bodeneigenschaft (Interpretation)
<u>flächenhaft</u>	
hell	raue Oberfläche (Steine, Sand) trockene Standorte, flachgründige Böden
mittel	tiefgründiger Boden mit günstigem Wasserhaushalt
dunkel	Nassflächen
<u>punkt-, linienförmig</u>	
hell	Steinlinsen, Erosionskanten, flachgründige Stellen
dunkel	Quellaufstösse, vernässte Stellen

4.4 Reliefanalyse

Im Alpenraum sind die oberflächennahen Schichten grösstenteils erdgeschichtlich jung und wenig verebnet. Deshalb variiert i.a. der Bodenbildungsfaktor Relief im Raum am stärksten und wird somit für Bodenkarte und Interpretation entscheidend (vgl. Abbildung 3.3 a). Die Reliefanalyse mittels Luftbild hat für Waldbodenkartierungen geringere Bedeutung als im offenen Land. Unter Wald ist das Kleinrelief meist nur schlecht oder gar nicht zu erkennen, weil es durch die Bestockung ausgeglichen wird (auf Kuppen kurze, in Mulden lange Bäume). Wenn mit Hilfe von Luftbildern zum Beispiel eine Kuppe (oder sonst eine Teilfläche) gegenüber der anders gestalteten Umgebung abgegrenzt werden soll, muss das Relief sichtbar gemacht werden. Dies ist im Stereoskop möglich, sofern ein Paar von Luftbildern zur Verfügung steht, das die Landschaft aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln zeigt: Ein sogenanntes Stereopaar. Der Bodenkartierer analysiert also am Stereoskop ein dreiminensional wirkendes Bild der Landoberfläche.

In einem ausgedehnten Kartierungsgebiet können in einem ersten Schritt, unter Einbezug der Landeskarte(n) 1:25'000 uam., grössere Gebiete mit gemeinsamer Entstehungsgeschichte, sog. Landschaftstypen, abgegrenzt werden.

Tabelle 4.4 a: Landschaftstypen

Af	Alpen, Flysch oder Bündnerschiefer
Ak	Kalkalpen
Jf	Faltenjura
Jt	Tafeljura
Le	Schwemmliehplateau
Lö	Lössplateau
Mn	Moränelandschaft (Grundmoräne)
Mw	Moränelandschaft, Rückzugsstadien (Wallmoräne)
Ms	Molasselandschaft
Sh	Schotter, würmeiszeitlich überfahren
Se	erodierte Schotterfluren
Sa	erodierte Schotterfluren mit rezenten Alluvionen bedeckt

Der zweite Schritt besteht in einer flächendeckenden Analyse des Kleinreliefs. Das Ziel ist dabei, im Relief einheitliche Teilflächen abzugrenzen und sie physiographischen Formelementen zuzuordnen, wie sie in der Tabelle 4.4 b beschrieben sind.

Tabelle 4.4b: Klassierung der Reliefformen nach physiographischen Formelementen (2 Beispiele)

Geländeformen (Oberflächengestalt und Hangneigung)
Bodenkarten M 1:25'000

→ Ab Juli 1988 auch anzuwenden für Detailkartierungen*

a	eben	0 - 5 %	Ebene, Plateau
b	eben	5 - 10 %	Ebene, Terrasse, Plateau
c	konvex	- 10 %	Flache Kuppe
d	konkav	- 10 %	Flache Mulde
e	ungleichmässig	0 - 10 %	(schwach wellig)
f	gleichmässig geneigt	10 - 15 %	Flachhang
g	konvex	- 15 %	Rücken, Kuppe, Oberhang
h	konkav	- 15 %	Mulde, Hangfuss
i	ungleichmässig	0 - 15 %	(wellig)
* k	gleichmässig geneigt	15 - 25 %	Flachhang
l	konvex	- 25 %	Kuppe, Rücken, Oberhang
m	konkav	- 25 %	Mulde, Hangmulde, Hangfuss
n	ungleichmässig	0 - 25 %	(stark wellig, bucklig)
o	gleichmässig geneigt	25 - 35 %	Starkhang
p	konvex	- 35 %	Kuppe, Oberhang, Rücken, Rippe
q	konkav	- 35 %	Hangmulde, enge Mulde, Hangfuss
r	ungleichmässig	0 - 35 %	(schwach hügelig)
s	gleichmässig geneigt	35 - 50 %	Starkhang
t	konvex	- 50 %	Oberhang, Kuppe, Rippe
u	konkav	- 50 %	Hangmulde, Hangfuss
v	ungleichmässig	0 - 50 %	(hügelig)
w	gleichmässig	50 - 75 %	Steilhang
x	ungleichmässig	0 - 75 %	(kupert)
y	gleichmässig	>75 %	Extremer Steilhang
z	ungleichmässig	0 ->75 %	(zerklüftet)

* Bei Detailkartierungen wird die Klasse k wie folgt weiter unterteilt:

j	} gleichmässig geneigt	15 - 20 %	} Flachhang
k		20 - 25 %	

Landschaftselemente Profilblatt (vgl. Teil II, 1.2.3)

EE	Ebene	- 5 %
TM	Talmulde	- 10 %
TS	Talsole	- 15 %
TC	Tälchen	- 15 %
SF	Schwemmfächer	- 15 %
SK	Schuttkegel	- 25 %
TW	Talwall	- 25 %
TT	Talterrasse	- 15 %
HT	Hangterrasse	- 15 %
PF	Plateau	- 15 %
KR	Kuppe, Rücken	- 25 %
HF	Hangfuss	- 25 %
HH	Flachhang	- 25 %
HX	Starkhang	- 45 %
HY	Steilhang	- 75 %
HZ	extr. Steilhang	> 75 %
HR	Rutschhang	
HM	Hangmulde	
ER	Erosionsrinne	
HP	Hangrippe	

Die Grenzen solcher Formelemente stimmen kleinmassstäblich (1:25'000 und kleiner) mit den Bodengrenzen gut überein. Darüber hinaus stellt man innerhalb eines Landschaftstyps meist enge Beziehungen zwischen der Art der Formelemente und des Bodens fest. Wenn in einem geeigneten Testgebiet der Zusammenhang zwischen Formelement und Bodenform geklärt ist, kann ein eigentlicher Luftbildinterpretationsschlüssel für die Bodenansprache in diesem Landschaftstyp geschaffen werden. Das richtige Zuordnen einer Teilfläche zu einer Bodeneinheit der Arbeitslegende (= Kartierschlüssel) setzt jedoch eine gründliche Felderfahrung voraus. Die Richtigkeit muss vom Kartierer zumindest stichprobenweise im Felde überprüft werden.

Für Detailkartierungen (grösser als 1:10'000) genügt die Reliefanalyse nicht. Um alle relevanten Bodengrenzen festlegen zu können, müssen auch feinere Unterschiede der Bodeneigenschaften (z.B. in der Körnung) sowie lokale Besonderheiten beachtet werden, die im Luftbild nicht erkennbar sind. Ebenso können kleine Reliefunterschiede im Stereoskop oft nicht ausgemacht werden - im Felde sind sie jedoch mit wichtigen Bodenunterschieden verbunden.

Ungefährer Zeitaufwand für 4.4:

1: 5'000	3 h pro 100 ha
1:10'000	1 h pro 100 ha
1:25'000	1/2 h pro 100 ha

4.5 Bezugsquellen für Luftbilder, Literaturhinweise

Bezugsquellen

- Bundesamt für Landestopographie, 3084 Wabern
Luftaufnahmen ~ 1:25'000 der ganzen Schweiz, alle 6 Jahre erneuert, Bestellformulare in FAP-BK.
Lieferfriste ca. 3 Wochen für schwarz-weiss Kontaktkopien.
Für Dias etwas länger.

- Bundesamt für Vermessung, 3003 Bern
-Erstellt jährlich Katalog der Luft- und Satellitenbilder der Schweiz (soweit gemeldet). Umfasst amtliche und private Befliegungen.
Standort: Bibliothek FAP-BK.
-Ist eventuell bereit, ihr Vermessungsflugzeug für eine gewünschte Befliegung eines Gebietes einzusetzen. Information bei FAP-BK.

- Technische Leitung eines Güterregulierungsprojektes
Häufig werden vom Perimeter für Vermessungszwecke Luftaufnahmen ~ 1:4'000 gemacht (für Reliefanalyse nicht optimal).

Literatur zur Luftbildinterpretation, insbesondere für die Bodenkartierung

- 1 Betriebsanleitung zu den Stereoskopen "Old Delft" und Wild "Avio-pret" (FAP-BK)
- 2 Girard M.-C., 1972. Méthodologie de la Photopédologie (FAP-BK)
- 3 Mückenhausen, 1975. Bodenkunde (allg. Geomorphologie) (FAP-BK: B0 - 32)
- 4 Schanda, E. (ed.), 1976. Remote Sensing for Environmental Sciences (FAP-BK: B 341-2)
- 5 Schneider, S., 1974. Luftbild und Luftbildinterpretation (FAP-BK: B 34 - 3)
- 6 Soil Survey, Technical Monograph No. B, Air Photo-interpretation for Soil Mapping, Harpenden 1977 (ETH P L 1018 : 8)
- 7 Trachsler, H. und Vökt, U., 1974. Der Einsatz der Luftbilder bei der Erstellung der Bodenkarte Schweiz M 1:100'000 (FAP-BK)
- 8 Vökt, U., oD. Der Einsatz des Luftbildes bei Bodenkartierungen (FAP-BK)
- 9 Luftbilder in der Schweiz, 1985. Dokumentationsordner zur Tagung der Schweiz. Photogrammetischen Gesellschaft, div. Autoren (FAP - BK)

5. FELDARBEITEN

5.1. Erheben des Bodeninventars

Unter Bodeninventar ist die möglichst lückenlose Liste aller im Kartierungsperimeter vorkommenden Böden zu verstehen. Das meist noch unvollständige Inventar ist Grundlage für das Aufstellen der Arbeitslegende; es wird im Verlaufe des Kartierens vervollständigt. Das Bodeninventar setzt sich wie folgt zusammen:

- aus Beschreibungen von Profilen, Bohrungen und Bodeneinheiten bestehender Bodenkartierungen im Kartierungsgebiet und angrenzender Gebiete mit ähnlichen Bodenverhältnissen.
- aus Beschreibungen neu aufgenommener Profile und Bohrungen.

Profile

Standort

- grundsätzlich sind die Profilstandorte so zu wählen, dass die Variationen der Bodenbildungsfaktoren Muttermaterial, Klima, Relief und Vegetation (Feld - Wald) bei möglichst guter Verteilung (geographisch) erfasst werden
- möglichst im Zentrum des/der zu charakterisierenden Landschaftselementes/Geländeform
- Stellen, die durch menschlichen Eingriff tiefgehende Veränderungen erfahren haben, sind unbedingt zu meiden, ausgenommen da, wo sie so grossflächig vorkommen, dass sie für die Kartierung relevant werden
- genügend Abstand von Strassen, Wegen, Bahndämmen, Gräben, Bachläufen etc. einhalten (i.a. min. 5 m)
- in der Praxis oft am Rande von Parzellen, um den Landschaften möglichst gering zu halten (aber nicht auf Anhaupt)
- beim Einsatz von Grabmaschinen ist auch den Erschliessungsverhältnissen Rechnung zu tragen
- ACHTUNG: Werkleitungspläne beachten (Verlauf von elektr. Leitungen, Telefonleitungen, Wasserleitungen etc.)

Grösse:

(siehe auch II. 3.1)

- ca. 60 x 200 x Bodentiefe (cm)
(Bodentiefe = Tiefe des Profiles bis zum C-Horizont, max. 200 cm)
- angepasst an besondere Verhältnisse und Anforderungen

- Zeitpunkt : - ausnahmsweise auch "Pürckhauer"
- Zeitpunkt : - Bohrungen mit Bohrfahrzeugen im Ackerbau-
gebiet nach der Ernte, im Futterbauggebiet
auf frisch genutzten Flächen während des
ganzen Jahres, sofern der Zustand des Bodens
(Befahrbarkeit) ein Befahren ohne grossen
Schaden erlaubt
- Verteilung : - Handbohrungen bei entsprechender Rücksicht-
nahme fast immer möglich, erntereife Kulturen
meiden!
- Aufnahme : - nach Bedarf als Ergänzung bzw. Ersatz der Profile
- Aufnahme : - soweit möglich analog zu Profilaufnahmen; für
Handbohrungen existieren vereinfachte Aufnahme-
formulare

Das Bodeninventar kann auch mittels Kartierung repräsentativer Testgebiete erhoben werden. Vorhandene Detailkartierungen können im entsprechenden Kartenblatt teilweise als Testgebiete für die Bodenkartierung im Massstab 1:25'000 herangezogen werden.

Zeitaufwand für das Erheben des Bodeninventars (Wahl der Profilstandorte, Profile öffnen, Profilaufnahme):

- Detailkartierungen : 3 - 4 Profile pro Tag (AT)
 - Bodenkarte 1:25'000: 2 - 3 Profile pro Tag (AT)
- Bohrungen mit Bohrfahrzeug :
5 - 10 Bohrungen pro Tag (AT)

Es ist arbeitstechnisch vorteilhaft, bei der Aufnahme von Profilgruben und Bohrungen mit Bohrfahrzeug zu zweit zu arbeiten (Arbeitsteilung: Profil untersuchen - Protokoll führen).

5.2 Aufstellen der Arbeitslegende (Kartierschlüssel)

Die Arbeitslegende ist eine aufgrund des vorgängig erhobenen Bodeninventars (siehe vorangegangenes Kapitel 5.1) nach bestimmten Kriterien geordnete und kodierte Liste von Bodeneinheiten.

Sie soll möglichst dem Zweck der Kartierung entsprechend gestaltet werden (Gliederung der Legende, Umschreibung der einzelnen Bodeneinheiten).

Einzelne Punkte des Bodeninventars können oft direkt als Bodeneinheiten in die Arbeitslegende übernommen werden. Weitere Bodeneinheiten entstehen durch Zusammenfassen mehrerer Böden zu einer Einheit mit entsprechender Umschreibung.

Zur Beschreibung von Pedokomplexen werden zusammengesetzte (komplexe) Bodeneinheiten gebildet: Aufzählung der entsprechenden reinen Bodeneinheiten in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit (vgl. 5.3):

Variationsbreite
der Bodeneinheiten:

den natürlichen Verhältnissen entsprechend ist es oft angebracht, für die Eigenschaften Skelettgehalt, Feinerdekörnung und Gründigkeit bestimmte Variationsbreiten innerhalb reiner Bodeneinheiten zu tolerieren.

Detailkartierungen

Bodenkarte 1:25'000

Schreibweise:

	ska - skh	skelettarm bis skeletthaltig
	sL - L	sandiger Lehm bis Lehm
	tg - mtg	tiefgründig bis mässig tiefgründig
- Skelettgehalt :	max. 1 Stufe	1 Stufe; gem. Einteilung BK 1:25'000
	z.B. sskh - kh	z.B. ska - skh
- Körnung :	max. 1 Stufe	1 Stufe
	z.B. sL - L	z.B. L - tL
- Gründigkeit :	keine Variation der Gründigkeit	1 Stufe z.B. mtg - tg; Einteilung in der Legende aufgrund des überwiegenden Anteils

Bemerkung: In Detailkartierungen mit Bodenpunktzahlbewertung wird die Variation häufig nur innerhalb einer Körnungs- resp. Skelettgehaltsklasse zugelassen.

Beschreibung der
Bodeneinheiten :

bei der Beschreibung der Bodeneinheiten ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

Bodentyp / Untertyp; Skelettgehalt; Feinerdekörnung; pflanzennutzbare Gründigkeit

für Detailkartierungen eventuell zusätzlich:

Fruchtbarkeitsstufe; Bodenpunktzahl; auftretende Hangneigungsstufen und Landschaftselemente

Ordnungs-
kriterien :

Wasserhaushalt, Gründigkeit, Bodengenese, Bodenpunktzahl, etc.

Umfangreiche Legenden weisen immer mehrere Kriterien, die in bestimmter hierarchischer Reihenfolge zum Zuge kommen, auf.

Für Detailkartierungen ist dem Sachbearbeiter freigestellt, nach welchen Kriterien er die Arbeitslegende aufbauen will. Vor allem für land- und forstwirtschaftliche Zwecke ist es sinnvoll, sowohl Arbeitslegenden als auch definitive Kartenlegenden mit dem Wasserhaushalt als oberstem Einteilungskriterium aufzubauen. Für die Bodenkarte 1:25'000 sind die Kriterien "Hydrologie", "Gründigkeit" und Bodengenese" analog dem Aufbau der definitiven Legende (vgl. Kap. 6.1) massgebend.

Ergänzungen:

Die Arbeitslegende kann während der Kartierarbeiten nach Bedarf durch zusätzliche Bodeneinheiten ergänzt oder durch weitere Angaben präzisiert werden (z.B. Hinzufügen der Hangneigungsstufen und Landschaftselemente).

Für neu hinzugefügte Bodeneinheiten ist bei Detailkartierungen ein Profilblatt eines Referenzprofils bzw. einer Referenzbohrung auszufüllen.

Bemerkung :

Es ist sinnvoll, für das Erstellen und Nachführen der Arbeitslegende EDV einzusetzen (v.a. für umfangreiche Legenden).

5.3 Abgrenzen der Teilflächen

Reine (Kartier-)Teilflächen

Auch "reine" Teilflächen können einen gewissen Anteil einheitsfremder Einschlüsse (= Fremdanteil) aufweisen. Wir unterscheiden zwei Kategorien von Einschlüssen:

- Einschlüsse, die bezüglich Klassifikation und Interpretation (z.B. für land- oder forstwirtschaftliche Nutzung) einheitsfremd sind.
- Einschlüsse, die anders klassifiziert werden müssten, aber bezüglich Interpretation zur betreffenden Einheit gehören.

	Detailkartierungen	Bodenkarte 1:25'000
<u>Fremdanteil</u>	bis 10 %	bis 20 %
	für Einschlüsse, die auch bezüglich Interpretation einheitsfremd sind.	
	bis 20 %	bis 40 %
	für Einschlüsse, die bezüglich Interpretation zur Einheit gehören.	
	Je mehr sich Beschaffenheit und Eigenschaften des Fremdanteils (Wasserhaushalt, Gründigkeit, Skelettgehalt im Oberboden, Bodenqualität etc.) von denjenigen des Hauptanteils unterscheiden, desto kleiner ist der wirklich tolerierbare Fremdanteil.	

Zusammengesetzte (Kartier-)Teilflächen

Häufig treten verschiedene Böden so kleinflächig auf (Pedokomplexe), dass sie im entsprechenden Massstab nicht gegeneinander abgegrenzt werden können, sondern als zusammengesetzte Teilflächen ausgeschieden werden müssen.

Die Glieder einer zusammengesetzten Teilfläche sind in der Reihenfolge ihrer Wichtigkeit, d.h. normalerweise nach Flächenanteil aufzuführen. Für Detailkartierungen sind die Flächenanteile zu schätzen und anzugeben.

Schreibweise:

Detailkartierungen	Bodenkarte 1:25'000
12 b (80 %)	12 i b B E2 132 d (65 %)
26 d (20 %)	d B PE 224 g (25 %)
	t W MM 133 h (10 %)
<ul style="list-style-type: none"> - Flächenanteile immer angeben - 12 b und 26 d sind die in der zusammengesetzten Teilfläche vertretenen reinen Bodeneinheiten 	<ul style="list-style-type: none"> - Angabe der Flächenanteile fakultativ - Geländeform der einzelnen Glieder wenn möglich angeben - die zusammengesetzte Teilfläche erhält als Ganzes eine Geländeform

Um Teilflächen ausreichender Grösse und geschlossener Form zu erhalten, müssen gewisse Abweichungen von den tatsächlichen Formen und Grenzen der elementaren Bodenareale sowie andersartige Einschlüsse in Kauf genommen werden. Deshalb darf man bei der Benützung von Bodenkarten keine volle Uebereinstimmung zwischen Karte und Boden an jedem einzelnen Punkt erwarten.

Ebenso sind die Grenzen in der Natur meist nicht so scharf, wie dies die Grenzlinien auf der Karte vorgeben, sondern es handelt sich oft um mehr oder weniger breite Uebergangszonen.

Die Bezeichnung der Teilflächen setzt sich zusammen aus der zugehörigen Bodeneinheit und der Hangneigungsstufe bzw. Geländeform.

Hangneigungsstufen und Geländeformen

Beim Abgrenzen der Teilflächen spielt die Topographie eine wichtige Rolle. Die topographischen Verhältnisse werden durch Angabe von Hangneigungsstufen und ev. auch Landschaftselementen (Detailkartierungen) bzw. Geländeformen (Bodenkarte 1:25'000) beschrieben.

	Detailkartierungen	Bodenkarte 1:25'000	
Topographie:	<u>Hangneigungsstufen</u> Einteilung gemäss Profilblatt Für unregelmässige Topographie: - schwach wellig - wellig - hügelig - kupiert - zerklüftet	<u>Geländeformen</u> (Oberflächengestalt und Hangneigung) - Oberflächengestalt: - eben - gleichmässig geneigt - ungleichmässig geneigt - konvex (z.B. Rücken, Kuppe) - konkav (z.B. Mulde, Hangfuss) - die Hangneigungsstufen unterscheiden sich von denjenigen für Detailkartierungen	
	<u>Hangneigungsstufen (Detailkartierungen) *</u>	siehe Tabelle 5.3 a	
a	0 - 4 %	eben	
b	5 - 10 %	ziemlich eben	
v		schwach wellig	0 - 15 %
c	11 - 15 %	schwach geneigt	
d	16 - 20 %	mässig geneigt	
e	21 - 25 %	ziemlich geneigt	
w		wellig	0 - 25 %
f	26 - 35 %	stark geneigt	
g	36 - 45 %	mässig steil	
x		hügelig	0 - 45 %
h	46 - 55 %	ziemlich steil	
i	56 - 75 %	sehr steil	
y		kupiert	0 - 75 %
k	> 75 %	extrem steil	
z		zerklüftet	0 ->75 %

* Ab Juli 1988 nur noch ausnahmsweise bei Detailkartierungen anzuwenden (vgl. Tab. 5.3.a, p.5.3.4).

Oberboden / Unterboden

Von der in Kap. 5.2 beschriebenen Variationsbreite sind horizontbedingte Unterschiede im Profil zu unterscheiden. Die Eigenschaften Skelettgehalt und Feinerdekrönung sind deshalb in folgenden Fällen getrennt für Ober- und Unterboden anzusprechen:

	Detailkartierungen	Bodenkarte 1:25'000
getrennte Ansprache:	<u>immer</u> , sofern <u>überhaupt</u> Unterschiede bestehen	falls sich - der Skelettgehalt um <u>mehr als 1 Stufe</u> , - die <u>Feinerdekrönung</u> um <u>min. 1 Stufe</u> unterscheidet
Schreibweise:	skf/skh sL/L-tL	skelettfrei <u>über</u> skeletthaltig sand. Lehm <u>über</u> Lehm <u>bis</u> tonigem Lehm

Tabelle 5.3 a

Geländeformen: Oberflächengestalt und Hangneigung
(Bodenkarte 1:25'000)

→ Ab Juli 1988 auch anzuwenden für Detailkartierungen*

a	eben	0- 5%	Ebene, Plateau
b	eben	5- 10%	Ebene, Terrasse, Plateau
c	konvex	- 10%	Flache Kuppe
d	konkav	- 10%	Flache Mulde
e	ungleichmässig	0- 10%	(schwach wellig)
f	gleichmässig geneigt	10- 15%	Flachhang
g	konvex	- 15%	Rücken, Kuppe, Oberhang
h	konkav	- 15%	Mulde, Hangfuss
i	ungleichmässig	0- 15%	(wellig)
* k	gleichmässig geneigt	15-25%	Flachhang
l	konvex	-25%	Kuppe, Rücken, Oberhang
m	konkav	-25%	Mulde, Hangmulde, Hangfuss
n	ungleichmässig	0-25%	(stark wellig)
o	gleichmässig geneigt	25-35%	Starkhang
p	konvex	-35%	Kuppe, Oberhang, Rücken, Rippe
q	konkav	-35%	Hangmulde, enge Mulde, Hangfuss
r	ungleichmässig	0-35%	(schwach hügelig)
s	gleichmässig geneigt	35-50%	Starkhang
t	konvex	-50%	Oberhang, Kuppe, Rippe
u	konkav	-50%	Hangmulde, Hangfuss
v	ungleichmässig	0-50%	(hügelig)
w	gleichmässig	50-75%	Steilhang
x	ungleichmässig	0-75%	(kupert)
y	gleichmässig	>75%	Extremer Steilhang
z	ungleichmässig	0->75%	(zerklüftet)

* Bei Detailkartierungen wird die Klasse k wie folgt weiter unterteilt:

j	} gleichmässig geneigt	15 - 20 %	} Flachhang
k		20 - 25 %	

Der Kartiervorgang

Arbeitsgeräte : Zum Kartieren im Feld benützt der Kartierer je nach Bedarf den Handbohrstock, den Pürckhauer, den Handbohrer (Holländer), einen Neigungsmesser, ein felddaugliches pH-Messgerät, verdünnte Salzsäure und in Spezialfällen auch Messrad/Messband, Messtisch, Kompass und Höhenmesser.

Arbeitsunterlagen: - die Feldkarte (s. Kap. 5.4)
 - die Arbeitslegende (Kartierschlüssel)
 - gutes Kartenmaterial und eventuell Luftbilder für die Orientierung im Gelände.

Der eigentliche Kartiervorgang wird bestimmt vom Massstab der Kartierung, vom Kartierungszweck, von den topographischen Verhältnissen u.a.

Detailkartierungen:

Das Relief ist im stereoskopischen Modell der Luftbilder häufig nicht in der erforderlichen Feinheit sichtbar. Da in den Detailkartierungen umfassende Feldbegehungen nicht zu vermeiden sind, wird das Feinrelief im Felde zur Abgrenzung beigezogen. Braun- resp. Farbtonunterschiede auf den Luftfotos erlauben häufig Nassstellen oder flachgründige Stellen unter dem Stereoskop abzugrenzen.

Der wichtigste und zeitaufwendigste Teil des Kartiervorganges besteht, vor allem im Massstab 1:1'000, in zahlreichen Bohrungen mit dem Handbohrstock. So werden Bodengrenzen festgelegt oder verifiziert; gleichzeitig damit kann der Kartierer die Bodenform bestimmen und gemäss Arbeitslegende einordnen. Ebenso wird die Hangneigungsstufe bestimmt.

In Alluvialebenen, wo das Abgrenzen der Teilflächen mangels topographischer Gliederung stark erschwert ist und die pedologischen Verhältnisse oft uneinheitlich sind, führen nur eine verfeinerte Luftbildinterpretation und parzellenweises Vorgehen oder systematische Bohrnetze zum Ziel.

Bodenkarte 1:25'000:

Luftbildanalysen und gute topographische Karten erlauben v.a. im Felde vorgängiges Abgrenzen der (Kartier-)Teilflächen aufgrund der topographischen Verhältnisse resp. der Farb-/Grautonkontraste. Für Waldareale, wo die Luftbildanalyse wegen der Bestockung erschwert und deshalb weniger ausgiebig ist, können die Grenzen der topographischen Einheiten oft erst im Gelände bestimmt werden.

Mittels Bohrungen (z.B. mit Pürckhauer) wird im Gelände festgestellt, welcher Bodeneinheit der Arbeitslegende eine bestimmte Teilfläche zuzuordnen ist, ob es sich eventuell um einen Pedokomplex handelt oder ob allenfalls die betreffende topographische Einheit mehrere abgrenzbare Böden aufweist. Im letzten Fall müssen die Grenzen wie bei der Detailkartierung mittels Handbohrstock gesucht werden.

Die Teilflächen werden auch bezüglich ihrer Geländeform angesprochen.

Erfahrungsgemäss ist es vorteilhaft, die einzelnen Teilflächen möglichst intensiv zu befahren (auf Strassen, Feld- und Waldwegen; geländegängiges Fahrzeug erforderlich) oder nötigenfalls zu Fuss zu begehen, um sie richtig ansprechen zu können. Dies gilt insbesondere für Wald, wo die Uebersicht wegen der Bestockung stark eingeschränkt ist.

Offene Ackerflächen erleichtern die Kartierarbeiten im Felde wesentlich. Die günstige Jahreszeit zum Feld-Kartieren ist deshalb Spätherbst - (Winter) - Frühling (bis zum Auflaufen der Kulturen). Hat der Kartierer die pedologischen Verhältnisse eines Kartierungsgebietes (Zusammenhang Relief - Boden) einmal im Griff, so wird er auch vermehrt aufgrund von Analogieschlüssen kartieren.

5.4 Die Feldkarte

Begriff : Dokument, auf dem die Kartierbefunde - Grenzen und Zuordnung der Teilflächen - im Felde eingetragen werden.

Karten, Pläne, Luftbilder, Orthophotos

Massstab: i.a. grösser als der gewünschte Massstab der Boden(rein)karte: Beispiele

	Feldkarte	Bodenkarte
Detailkartierungen	1:1'000	1:5'000
Bodenkarte 1:25'000	1:10'000	1:25'000

Kodierung: - Bodeneinheiten (reine und zusammengesetzte) gemäss Arbeitslegende (vgl. Kap. 5.2)
- Hangneigungsstufen und Geländeformen siehe Kap. 5.3

Es ist vorteilhaft, von der Feldkarte laufend ein Doppel (z.B. eine Fotokopie) herzustellen; das Original kann durch Einfluss von schlechtem Wetter unleserlich werden oder auch verloren gehen.

Aus der bereinigten und überarbeiteten Feldkarte entsteht die Boden(rein)karte, (Kap. 6).

6. DARSTELLEN DER ERGEBNISSE

6.1 Arbeitslegende und Feldkarten bereinigen

- Wichtigste Ziele:
- 1) Eindeutige Zuordnung jeder Kartierteilfläche zu einer Bodeneinheit der Bodenkarten-Legende.
 - 2) Jede Kartierteilfläche muss im Massstab der endgültigen Bodenkarte eine Minimalfläche von ca. 1 cm² haben (vgl. Tabelle 6.1 a).
 - 3) Feldkarten und Legende sind in einen Zustand zu bringen, der die kartographische Bearbeitung erlaubt (s. 6.2, 6.3).

Tabelle 6.1 a: Mindestabmessungen für eine Kartierteilfläche bei verschiedenen Massstäben

Massstab der Bodenkarte	1 cm ² auf Bodenkarte entspricht im Gelände			Feldkarte	
	Fläche	Seitenlänge bei quadratischer Form	Breite und Länge bei Rechteck-Form	Massstab ¹⁾	min. Fläche
1: 1'000	1 a	10 m	2 m / 50 m	1: 500	4 cm ²
1: 5'000	25 a	50 m	15 m / 150 m	1: 1'000	25 cm ²
1: 10'000	1 ha	100 m	30 m / 300 m	1: 5'000	4 cm ²
1: 25'000	6,25 ha	250 m	60 m / 1000 m	1: 10'000	6,25 cm ²
1: 50'000	25 ha	150 m	150 m / 1700 m	1: 25'000	4 cm ²
1: 100'000	100 ha	1 km	250 m / 4000 m	1: 50'000	4 cm ²
1: 200'000	4 km ²	2 km	400 m / 10 km	1: 100'000	4 cm ²

1: kann variieren

Der Aufwand zum Bereinigen von Feldkarten und Arbeitslegenden hängt sehr stark davon ab, wie während der Feldarbeit (vgl. 5.2 bis 5.4) vorgegangen wird. Einerseits: wenn eine Arbeitslegende von Beginn der Kartierarbeit besteht, konsequent eingesetzt und erweitert wird, genügt es, i.a., auf Fehlstellen zu kontrollieren, und gegebenenfalls den definitiven Code (vgl. 6.2) in die Teilflächen einzusetzen (abgesehen von rein zeichnerischen Verbesserungen). Andererseits: wenn ohne Kartierschlüssel (= Arbeitslegende) gearbeitet wird, ist namentlich bei grösseren Projekten mit zeitraubenden Bereinigungen im Büro zu rechnen, da z.B. viele ähnliche Bodenformen zu einer Bodeneinheit zusammengefasst werden müssen. Zwischen den geschilderten zwei Fällen kommen in der Praxis der Kartierung Mischformen vor: z.B. Beginn mit Arbeitslegende, die aber im Laufe der Feldarbeit nicht mehr nachgeführt wird. Im folgenden sind die eventuell nötigen Arbeitsschritte in Form einer Checkliste zusammengestellt.

Arbeitslegende bereinigen

- A1 Inventar aller vorkommenden Bodeneinheiten resp. Bodenformen; Häufigkeitsstatistik dazu
- A2 Zusammenfassen ähnlicher Bodeneinheiten (-formen) zu einer einzigen; Zuordnen einer selten gebrauchten Einheit in eine, bzgl. Interpretation, gleichwertige
- A3 Ergänzen der Legende mit den Komplexeinheiten; zumindest mit denjenigen die häufig vorkommen
- A4 Beschreibung der Bodeneinheiten in einheitliche Form bringen z.B. Schreibweise und Reihenfolgen; aussagekräftige(r) Untertyp(en) auswählen

Feldkarten bereinigen

- F1 Fehlstellen beheben: nicht kartierte Teilflächen, nicht oder unvollständig beschriftete Teilflächen, unvollständige oder mehrdeutige Grenziehung
- F2 Nicht kartierte Flächen kennzeichnen: z.B. überbautes, bestocktes Gebiet innerhalb des Perimeters
- F3 Benachbarte Pläne aufeinander abstimmen: Anschlüsse und Anschriften
- F4 Wo Minimalflächen gemäss Tab. 6.1a nicht erreicht wird: Einbringen in Nachbarteilfläche oder kreieren einer zusammengesetzten (= Komplex)Einheit (s. A3)
- F5 Profilstellen, welche auf der endgültigen Karte erscheinen, genau eintragen und beschriften
- F6 Zusammengesetzte Teilflächen: Wo immer möglich Flächenanteile aller Bodeneinheiten angeben; falls Teilfläche zu klein zur Anschrift auf der Bodenkarte, zusammengesetzte Bodeneinheiten in die Legende aufnehmen mit eigenem Code; vgl. A3

6.2 Legende der Bodenkarte erstellen

• Gruppen von Bodeneinheiten bilden

Gruppen in der Arbeitslegende (vgl. 5.2) werden mit Vorteil gleich gebildet wie in der definitiven Legende. In einem solchen Fall entfällt die erneute Gruppenbildung.

1:25'000: nach Wasserhaushalt, Einteilung durch die Kurzlegende der Bodenkarten 1:25'000 gegeben, Abb. 6.2a.

Detailkartierung: nach den Wasserhaushaltsgruppen der Tab. 6.2b; Untergruppen in 6.2b können zusammengefasst oder weggelassen werden. Reihenfolge innerhalb der Gruppen: in erster Linie nach "zunehmender" Hydro-morphie (Untertyp) geordnet z.B. 1. I1, 2. G1, 3. G2; in zweiter Linie nach Bodentypen und übrigen Untertypen; ab Gruppe "selten fremd- oder stauwasserbeeinflusste Böden" nach Gründigkeit.

Die Wasserhaushaltsgruppen der fremdwasserbeeinflussten Böden können in der Legende zusätzlich noch mit Angaben über den Grundwasserstand näher umschrieben werden, vgl. Abb. 6.4b.

• Bodenkartencode wählen

Der Code, der die Anschrift der Teilfläche auf der definitiven Bodenkarte bestimmt, ist durch die Gruppenbildung innerhalb der Legende vorgeprägt. Es ist darauf zu achten, mit möglichst wenig Stellen auszukommen (3 bis 4); damit wird die kartographische Arbeit sowie die Lesbarkeit der Karten erleichtert. In den meisten Fällen wird eine Stelle für Hangneigung und Geländeform benötigt, so dass für die Bodeneinheit noch 2 - 3 Stellen bleiben.

1:25'000: Code durch Kurzlegende (Abb. 6.2a) vorgegeben, s. Abb. 6.2 c - d

1. Stelle	Wasserhaushaltsgruppe	a - z
2. Stelle	Bodentyp	A - Z
3. Stelle	} laufende Nummer der detaillierten Legende	1 - 9(9)
ev.		
4. Stelle	} Untertyp, Skelettgehalt	
4. resp. 5. Stelle:	Geländeform (vgl. Tab. 4.4b)	

Komplexe: 2. und 3. Stelle laufende Nummer

Detailkartierung: auch hier ist eine sprechende Codierung anzustreben, um dem Kartenleser möglichst viel Information bereits mit der Anschrift der Teilflächen zu geben. Beispiel Abb. 6.2e

1. Stelle	Wasserhaushaltsgruppe	1 - 9
2. Stelle	laufende Nummer	0 - 9
3. Stelle	Geländeform (vgl. Teil II, 1.2.3)	

Nachdem der Code festgelegt worden ist, sind die Teilflächen der Feldkarten mit der endgültigen Anschrift zu versehen. Eine Tabelle mit der Uebersetzung aller Feldcodes erleichtert das Umschreiben.

- Standardprofile auswählen

Unter "Standardprofil" wird ein Profil verstanden, das eine bedeutende Bodeneinheit des Kartierungsgebietes gut repräsentiert und deshalb auf der Karte eingezeichnet und im Bericht beschrieben wird, inkl. Laboranalysenwerte (vgl. 6.1 und Abb. 6.2 d).

- Einfärbung der Bodenkarte bestimmen

Thematische Karten sind nur gut lesbar, wenn die Anzahl der Farben sich in Grenzen (ca. 5 - 15) hält, deshalb kann i.a. nicht jeder Bodeneinheit eine Farbe zugeteilt werden. Wenn nur 5 bis 9 Farben verwendet werden, können diese so gewählt werden, dass sie selbst von teilweise Farbenblinden (viele Männer!) mühelos unterschieden werden können.

Für Bodenkarten zum Zwecke der land- und forstwirtschaftlichen Interpretation hat sich die Einfärbung nach den Wasserhaushaltsgruppen der Legende bewährt, vgl. Abb. 6.2 a und Tab. 6.2 b. Es ist jedoch denkbar, z.B. die Karte nach Wasserhaushalt einzufärben, Legende und Code hingegen nach Bodentyp zu organisieren: Bodenkarte Grindelwald 1:25'000.

1:25'000 : Farben festgelegt, vgl. erschienene Blätter Hochdorf, Lyss, Hörnli, Abb. 6.2 a.

Detailkartierung: Farbenwahl vom Umfang der Legende mitbestimmt; vollständige Palette: Tab. 6.2 b, reduzierte Farblegende Abb. 6.2 e.

Da die Bodenkarten in den meisten Fällen nach dem Wasserhaushalt eingefärbt werden, sind es dann, genau gesprochen, Boden- und Wasserhaushaltskarten. Dies wird meistens im Titel der Karte erwähnt.

Zur kartographischen Weiterverarbeitung (6.3) im Zeichnungsbüro werden übergeben:

- Feldkarten. Bereinigt gemäss 6.1, sämtliche Teilflächen angeschrieben mit vollständigem Code (inkl. Geländeform) der Bodeneinheiten gemäss 6.2 in Rot oder Schwarz.
- Bodenkartenlegende. Maschinengeschrieben auf Transparentpapier, mit Codierung aller Bodeneinheiten, vom Sachbearbeiter kontrolliert, (nur Detailkartierung).
- Farbtabelle. Farbwahl gemäss 6.2 in Zusammenarbeit Sachbearbeiter - Zeichnungsbüro, (nur Detailkartierung).
- Beschriftung der Bodenkarte: Titel, Autor(en).

Abbildung 6.2 a: Gruppierung und Einfärbung der Bodeneinheiten nach Wasserhaushalt, Bodenkartierung 1:25'000

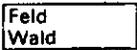
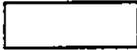
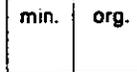
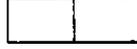
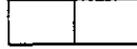
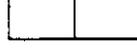
Farbe	KURZLEGENDE		Wasserhaushalt, pflanzennutzbare Gründigkeit	
	Senkrecht durchwaschene Böden			
	Normal durchlässige Böden			
rotbraun		a sehr tiefgründig b tiefgründig	Komplex Nr.	1-49
hellbraun		c mässig tiefgründig		50-99
gelb		d ziemlich flachgründig e flachgründig		100-199
	Mässig staunasse Böden			
d'graugrün		f tiefgründig g mässig tiefgründig		200-249
h'graugrün		h ziemlich flachgründig i flachgründig		250-299
	Mässig grund-/hangnasse Böden			
türkis		k tiefgründig l mässig tiefgründig		300-349
h'türkis		m ziemlich flachgründig n flachgründig		350-399
	Staunasse Böden			
	Selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
gelbgrün		o mässig tief- bis tiefgründig p ziemlich flachgründig		400-449
	Häufig bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
grasgrün		q ziemlich flachgründig r flachgründig		450-499
	Grund-/hangnasse und überschwemmte Böden			
			mineralisch	organisch
	Selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
lichtblau/rosa		s tiefgründig t mässig tiefgründig u ziemlich flachgründig	500-549	550-599
	Häufig bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
hellblau/rosa		v mässig tiefgründig w ziemlich flach- bis flachgründig	600-649	650-699
	Meist bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
himmelblau/lila		x ziemlich flachgründig y flach- bis sehr flachgründig	700-749	750-799
	Dauernd bis zur Oberfläche porengesättigte Böden			
dunkelblau/lila		z sehr flachgründig	800-849	850-899

Tabelle 6.2 b: Gruppierung und Einfärbung der Bodeneinheiten nach dem Wasserhaushalt, Detailkartierung

WASSERHAUSHALTSGRUPPE		TYP, UNTERTYP	FARBE
NICHT- HYDRO- MORPHE BOEDEN	<u>NORMAL DURCHLAESSIGE BOEDEN</u> SEHR TIEFGRUENDIGE UND TIEFGRUENDIGE BOEDEN MAESSIG TIEFGRUENDIGE BOEDEN ZIEMLICH FLACHGRUENDIGE BOEDEN FLACHGRUENDIGE BOEDEN SEHR FLACHGRUENDIGE BOEDEN <u>SELTEN FREMD- ODER STAUWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN</u> STAUFEUCHTE BOEDEN IM UNTERGRUND ZEITWEISE VERNAESSTE BOEDEN	inkl. I1, G1, G2 I 2 G 3	SEPIA SIENA ORANGE OCKER GELB HELLGRUEN BLAUGRUEN
	<u>HAEUFIG STAUWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN</u> STAUNASSE BOEDEN STARK STAUNASSE BOEDEN <u>HAEUFIG GRUND- ODER HANGWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN</u> IM UNTERGRUND HAEUFIG VERNAESSTE BOEDEN ZEITWEISE BIS IN DEN OBERGRUND VERNAESSTE BOEDEN <u>DAUERND GRUND- ODER HANGWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN</u> MEIST BIS IN DEN OBERGRUND VERNAESSTE BOEDEN DAUERND BIS IN DEN OBERGRUND VERNAESSTE BOEDEN <u>ORGANISCHE NASSBOEDEN</u> Gruppenbildung wie bei den andern hydromorphen Böden	Y, übrige Böden mit I 3 I, übrige Böden mit I 4 V, übrige Böden mit G 4 W G 5, W G 6 G R 2, G R 3, W G 6 G R 4, G R 5 Moore, Halbmoore, Hochmoore	LAUBGRUEN DUNKELGRUEN HELLBLAU TUERKISBLAU ULTRAMARIN PREUSSISCH VIOLETT

Abbildung 6.2 c: Codierung Bodenkarten 1:25'000

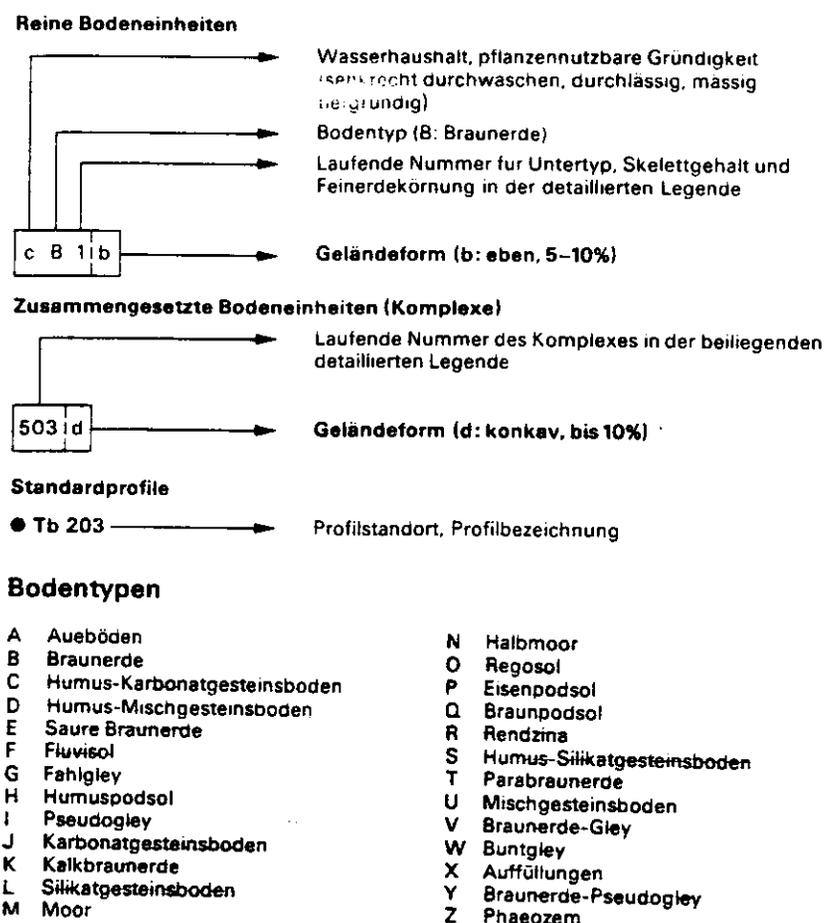


Abbildung 6.2 d: Ausschnitt aus der detaillierten Legende zur Bodenkarte Hochdorf 1:25'000, Codierung, einfache und zusammengesetzte Bodeneinheiten, Standardprofile

Senkrecht durchwaschene Böden

Kartierungseinheit			Skelett-		Pflanzen-	Standard-
Code	Geländeform	Bodentyp, Untertyp	gehalt	Körnung	nutzbare Gründigkeit	profile
bE7	e, g	Saure Braunerde, modrigumos	skh	sL - L	tg - stg	DA 104
bK1	a	Kalkbraunerde, alluvial	ska	L	tg - stg	
bK2	d, k	Kalkbraunerde, kalkflaumig	skh	sL - L	tg	
bK3	a	Kalkbraunerde, schwach gleyig	ska-skH	sL - L	tg - stg	
bK4	g, k	Kalkbraunerde, schwach ausgeprägt	ska	sL - L	tg	
bK5	f, k, l, o	Kalkbraunerde, schwach ausgeprägt	skh	sL - L	tg	
bK6	h, k, l, o	Kalkbraunerde, ausgeprägt	skh	sL - L	tg - stg	
bT1	b, o	Parabraunerde, schwach sauer	skh	sL - L	tg - stg	DA 6
bT2	b, c	Parabraunerde, schwach pseudogleyig	skh	sL - L	tg - stg	
bT3	b, c, d, f, g, k	Parabraunerde, schwach ausgeprägt	ska-skH	sL - L	tg	
bT4	h	Parabraunerde, ausgeprägt	ska	sL	tg - stg	
bT5	a, b, c, e, f, g, o, i	Parabraunerde, ausgeprägt	skh	sL - L	tg - stg	Br 13
1	g, r	Parabraunerde, ausgeprägt	skh	sL	tg	
		Saure Braunerde, schw. pseudogleyig	skh	sL - L	tg	
2	i	Saure Braunerde, schw. pseudogleyig	skh	sL - L	tg	
		Parabraunerde, ausgeprägt	skh	sL - L	tg	
3	l	Braunerde, schw. pseudogleyig	skh	sL - L	tg	
		Braunerde, schwach gleyig	skh	sL - L	tg	Eh 10

Abbildung 6.2 e: Codierung und Farbwahl Detailkartierung,
1. Stelle Wasserhaushaltsgruppe, 2. Stelle laufende Nummer,
Bsp. Henggart 1:5'000

NORMAL DURCHLASSIGE BOEDEN

siena



Tiefgründige Böden mit grosser Wasserspeicherung
(70 - 100 cm pflanzennutzbare Grundigkeit)

- 10 Kalkbraunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm bis Lehm
- 11 Kalkbraunerde, skeletthaltig - stark skeletthaltig, sandiger Lehm
- 12 Braunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm
- 13 Parabraunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm / Lehm
- 14 Schwach pseudogleyige / schwach gleyige Kalkbraunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm
- 15 Schwach pseudogleyige / schwach gleyige Braunerde, schwach skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm

ocker



Massig tiefgründige Böden mit mittlerer Wasserspeicherung
(50 - 70 cm pflanzennutzbare Grundigkeit)

- 20 Kalkbraunerde, skeletthaltig, sandiger Lehm - sandiger Lehm/Lehm
- 21 Kalkbraunerde, skeletthaltig - stark skeletthaltig, lehmiger Sand - sandiger Lehm / lehmiger Sand - Sand
- 22 Braunerde, z.T. schwach pseudogleyig, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm
- 23 Fluvisol, verbraunt, anmoorig, z.T. schwach gleyig, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm

gelb



Ziemlich flachgründige bis flachgründige Böden mit kleiner Wasserspeicherung
(30 - 50 bzw. 10 - 30 cm pflanzennutzbare Grundigkeit)

- 30 Regosol, verbraunt, karbonatreich, stark skeletthaltig - skelettreich, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig bis flachgründig
- 31 Kalkbraunerde, skeletthaltig - stark skeletthaltig, sandiger Lehm - lehmiger Sand / Sand, ziemlich flachgründig
- 32 Fluvisol, z.T. anmoorig, schwach skeletthaltig - stark skeletthaltig, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig - flachgründig
- 33 Fluvisol, verbraunt, z.T. anmoorig und überschüttet, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm, ziemlich flachgründig

SELTEN GRUND- ODER STAUWASSERBEEINFLUSSTE BOEDEN

(Stau- oder grundwasser beeinflusste Porensättigung unterhalb 60 cm)

hellgrün



Staufeuchte Böden

- 40 Pseudogleyige Kalkbraunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm / Lehm - Lehm, mässig tiefgründig - tiefgründig
- 41 Pseudogleyige Braunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm / Lehm - Lehm, mässig tiefgründig - tiefgründig

broncegrün



Im Untergrund zeitweise vernasste Böden

- 42 Gleyige Kalkbraunerde, schwach skeletthaltig - skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm / Lehm - toniger Lehm, mässig tiefgründig - tiefgründig
- 43 Gleyige Braunerde, schwach skeletthaltig - stark skeletthaltig, sandiger Lehm - Lehm / Lehm - toniger Lehm, mässig tiefgründig - tiefgründig
- 44 Gleyiger Fluvisol, skeletthaltig - stark skeletthaltig, sandiger Lehm / Schluff-Lehmboden, mässig tiefgründig

HAUFIG GRUND- ODER HANGWASSER BEEINFLUSSTE BOEDEN

(Grundwasser beeinflusste Porensättigung, zeitweise auf 20 - 40 cm u.T. ansteigend, wechsellasige Böden)

hellblau



Im Untergrund häufig vernasste Böden, Grundwasserstand unterhalb 60 cm

- 50 Braunerdegley, schwach skeletthaltig, Lehm / toniger Lehm, mässig tiefgründig

Wenn nach Bodentypen eingefärbt wird, kann nach Tab. 6.2 f vorgegangen werden.

Tabelle 6.2 f: Einfärbung nach Bodentypen

gelb	zitronengelb hellgelb dunkelgelb gelbgrün	}	Gesteinsböden Humusgesteinsböden Regosole Rendzinen
grün	hellgrün laubgrün broncegrün dunkelgrün (blaugrün)	}	Fluvisole Pseudogley
blau	hellblau türkisblau ultramarin preussischblau	}	Gleye Aueböden Moore Halbmoore
braun	ocker sienabraun sepiabraun orange	}	Braunerden Kalkbraunerden Phaeozeme Parabraunerden saure Braunerden
rot	karminrot		Podsole Braunpodsole

6.3 Feldkarten und Legenden kartographisch verarbeiten

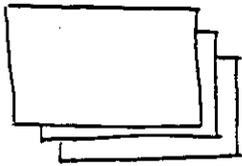
Die kartographische Arbeit im Zeichenbüro hängt davon ab, in welcher Form die topographische Situation des Perimeters vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wird (z.B. Fotopläne oder Grundbuch-Tochterpausen resp. Heliokopien). Das Weiterverarbeiten von unentzerrten Fotoplänen als bereinigte Feldkarten ist sehr mühsam und wenn immer möglich soll der Auftraggeber Orthofotos oder Grundbuch-/Flurbuchpläne liefern.

Das folgende Ablaufschema (Abbildung 6.3 a) ist also nur für einen häufigen Fall zutreffend. Die wesentlichen Arbeitsschritte kommen jedoch in allen Detailkartierungen vor.

Für die systematische Kartierung 1:25'000 ist ein spezielles Verfahren nötig, da diese Bodenkarten gedruckt werden: Abbildung 6.3b.

Abbildung 6.3 a: Kartographisches Verarbeiten von Feldkarten und Legende im Falle einer detaillierten Kartierung, Feldkarten 1:1'000, Bodenkarte 1:5'000, mit Vorab-Lieferung der bereinigten Feldkarten an den Auftraggeber (Bonitierungskommission).

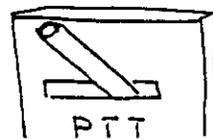
bereinigte 1:1000
Feldpläne (Helio)



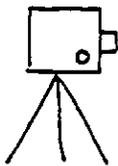
auf Tochterpauze (TP)
übertragen (Code, Pkt.-zahl)



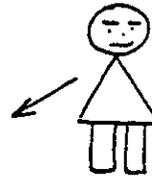
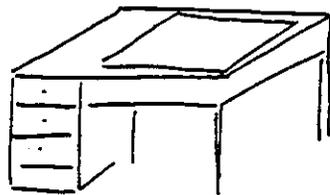
TP abgeben an
Auftraggeber (1 Helio bei FAP)



Reproduktion auf
1:5000 negative/positive



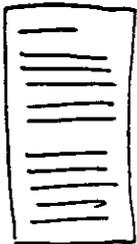
am Leuchttisch zusammenfügen
der einzelnen Kartebblätter
auf TP 1:5000



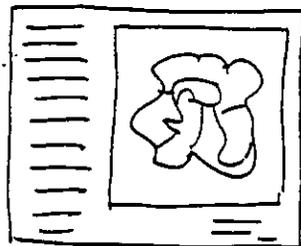
von Sachbearbeiter:
Legende mit def.
Code (6.2)
Farbwahl (6.2)
Profilstandorte (6.2)

Legende für
Auswertungen
(6.4 und Teil IV)

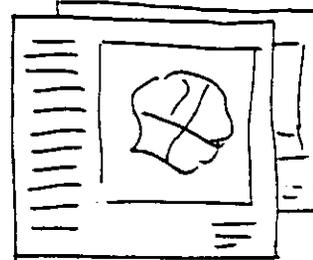
Legende schreiben
auf Transparenzpapier



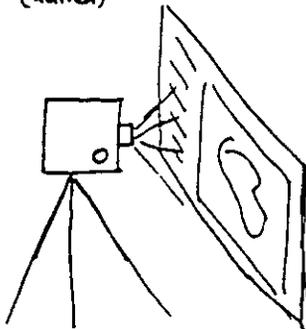
Vollständige Bodenkarten/
Auswertungen auf TP



Helio einfärben

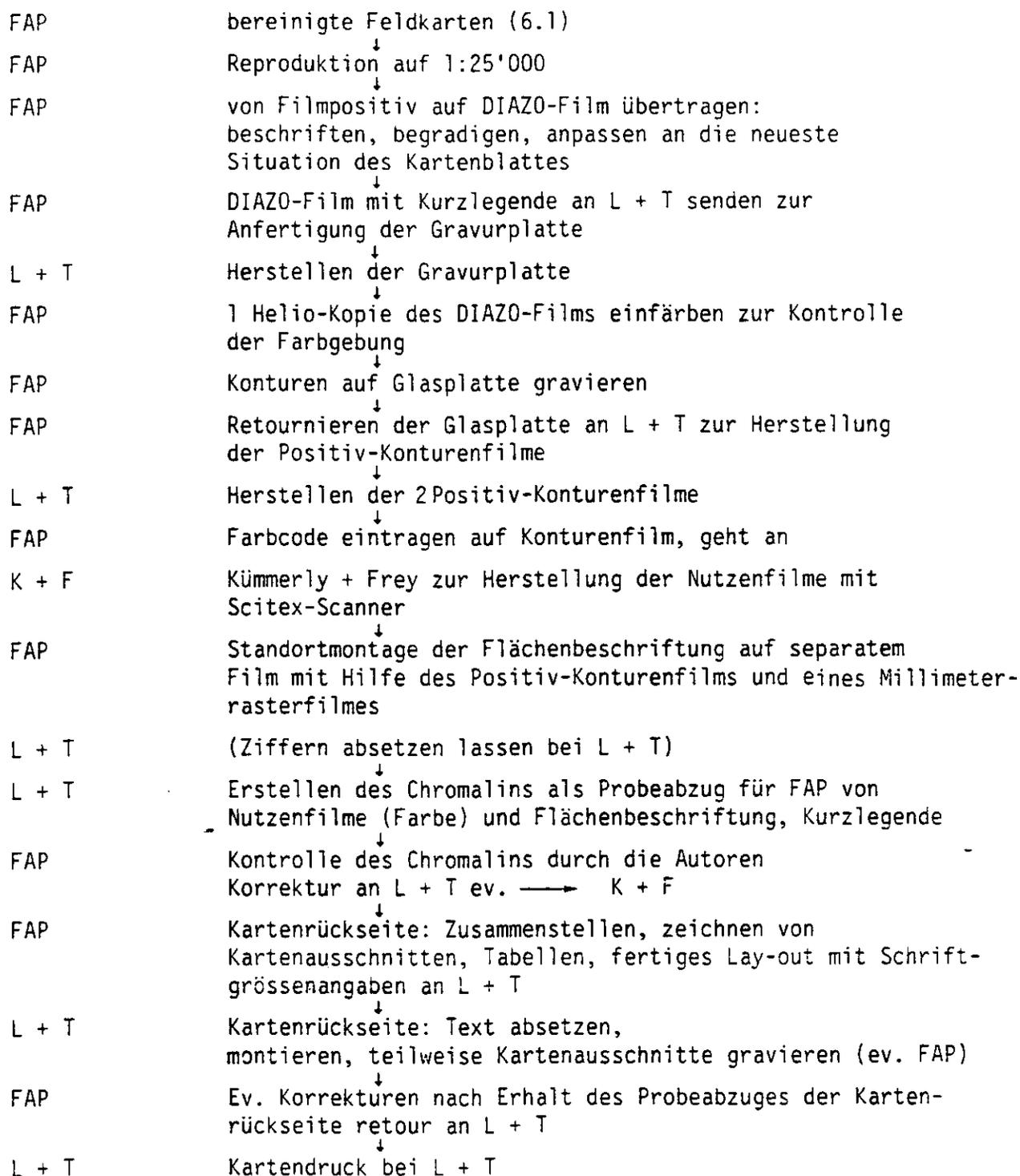


Cibachrome-Aufnahmen
von eingefärbten Helio's
(Karten)



"Eingefärbte Karte
+ Farbkopien
Ablieferungsbereit!"

Abbildung 6.3b: Kartographische Arbeiten bei einer Bodenkarte 1:25'000



Ungefährer Zeitaufwand für die kartographischen Arbeiten (6.3):

Detailkartierung: 6 - 12 AT für Bodenkarte

M 1:25'000 : 25 AT für 1 Blatt 1:25'000 der L + T

6.4 Bodenkarte auswerten: abgeleitete Karten, Statistiken

Tabelle 6.4 a: Thematische Auswertungen einer Bodenkarte

- Wasserhaushalt des Bodens
- Meliorationsvorschläge (Entwässerung)
- Bewässerungseignung
- Belastbarkeit mit Hof- und Abfalldünger
- landwirtschaftliche Bodenqualität
- Nutzungseignung
- landwirtschaftliche Vorranggebiete, Fruchtfolgeflächen
- Bodenpunktzahl, Fruchtbarkeitsstufe
- Obergrund - Geologie (Muttermaterial)
- Bodenarten, pH-Verteilung im Oberboden
- waldbauliche Eignung
- forstliche Produktionsfähigkeit

Thematische Auswertungskarten, durch Interpretation von einer Bodenkarte abgeleitet, werden ausführlich in Teil IV behandelt. Hier werden zwei Interpretationen erwähnt, die man gut in die Bodenkarten selbst einbeziehen kann, und auf (aus der Bodenkarte) direkt abgeleitete Karten hingewiesen. Einige Bemerkungen zur kartographischen Bearbeitung sind ebenso hier untergebracht.

Zur Darstellung in der Bodenkarte selbst eignen sich besonders Wasserhaushalt und Meliorationsvorschläge. Der Wasserhaushalt des Bodens ist standardmässig in der Bodenkarte untergebracht, allein schon deshalb, weil er oberstes Kriterium für die Klassifikation von Böden ist (Teil I der Kartieranleitung; Tab. 6.2 b). Meliorationsvorschläge zur Entwässerung der Böden gründen im Wasserhaushalt und können deshalb meist zwanglos der Beschreibung der Wasserhaushaltsgruppen in der Legende angefügt werden, Abb. 6.4 b.

Bei Güterzusammenlegungen können Fruchtbarkeitsstufen und Bodenpunktzahlen direkt von den Feldkarten in die Bodenkarte übernommen oder der Beschreibung der Bodeneinheiten in der Legende beigelegt werden.

Für spezielle Bedürfnisse ist es möglich, von der Bodenkarte Karten abzuleiten, die nur einen Teil der Information enthalten, z.B. eine Bodenartenkarte. Es ist jedoch denkbar, für denselben Zweck jede Kartierteilfläche der Bodenkarte selbst mit mehr Information zu versehen. In der BRD z.B. wird meistens auch die Bodenart (abgekürzt) in die Kartierteilfläche hineingeschrieben, so dass sie dort für den Leser ohne Konsultation der Legende erkennbar ist.

Abbildung 6.4 b: Auswertungsthemen in der Bodenkarte selbst dargestellt: Meliorationshinweise zu den Wasserhaushaltsgruppen und Fruchtbarkeitsstufen der Bodeneinheiten; Buchs ZH 1:5'000.

FREMD- UND STAUNASSE BOEDER

Mässig grundnasse Böden; Grundwasserstand zwischen 50 und 120 cm schwankend.
Meliorationsmassnahmen: Ordentlicher Unterhalt bestehender Drainagen; wo solche fehlen, Grundwasserstand durch weitmaschige Röhrendrainage stabilisieren

- 81 Mullreicher Braunerde-Gley; kieshaltig, Lehm (3)
- 82 Verdichteter Braunerde-Gley; schwach skeletthaltig, Lehm/toniger Lehm (3)
- 83 Klumpiger Bunt-Gley; skelettarm, Lehm bis toniger Lehm, drainiert (3)
- 111 Kolluvialer Braunerde-Gley; skelettarm, Lehm/Torf, drainiert (4)

Grundnasse Böden; Grundwasserstand zwischen 40 und 100 cm u.T. schwankend, zeitweise bis 20 cm u.T. ansteigend.
Meliorationsmassnahmen: Grundwasserstand durch Röhrendrainage stabilisieren; wo Drainage vorhanden, ordentlicher Unterhalt derselben.

- 91 Karbonatreicher Buntgley; skelettarm bis kieshaltig, Lehm (4)
- 92 Anmooriger Buntgley; skelettarm, toniger Lehm (4)
- 93 Alluvialer, anmooriger Buntgley; skelettfrei, toniger Lehm mit Torf- und Seekreidezwichenschichten (4)
- 94 Kompakter Buntgley; skelettarm, Lehm/toniger Lehm (4)
- 97 Kompakter Buntgley; skelettfrei, toniger Schlufflehm bis lehmiger Ton, drainiert (4)
- 98 Anmooriger Fahlgley; skelettfrei, toniger Schlufflehm, drainiert (4)
- 99 Anmooriger Fluvisol; skelettarm, toniger Lehm bis lehmiger Ton/lehmiger Sand (4)
- 112 Kalktuffiges, abgebautes Halbmoor (4)

Grundnasse, durch oberflächliches Sammelwasser gefährdete Böden (hauptsächlich in Muldenlagen).
Meliorationsmassnahmen: Unterhalt bestehender Drainagen und Rekultivierung durch Auftrag bis Niveau der Umgebung.

- 95 Alluvialer, anmooriger Fahlgley; skelettarm bis schwach skeletthaltig, Lehm/sandiger Lehm (4)
- 96 Kalktuffiger, anmooriger Fahlgley; skelettarm, Lehm bis toniger Lehm (5)
- 113 Abgebautes Halbmoor auf sandigem Lehm bis Schlufflehm (5)
- 121 Flachtorfiges Halbmoor; Moder mit Lehmzwichenschichten, stark grundnass (5)

Staunasse-Böden

Meliorationsmassnahmen: Tieflockerung oder Maulwurfdrainage, sofern nötig, Vorflutbeschaffung.

- 101 Kalkflaumiger, verdichteter Braunerde-Pseudogley; schwach skeletthaltig, Lehm (3)
- 102 Kompakter Pseudogley; schwach skeletthaltig, toniger Lehm (4)

Je mehr Information in der Karte selbst enthalten ist, in Form von Signaturen und Codes resp. Abkürzungen, desto unübersichtlicher wird sie. Häufig bedingt auch die Kleinheit der Kartierteilfläche eine kurze Anschrift (Code). Bei der Farbwahl der thematischen Karte ist u.a. zu beachten, dass dunkle, intensive Farben eine Teilfläche hervorheben. Solche Farben werden also mit Vorteil in Flächen verwendet, die fürs Thema besonders bedeutend sind: z.B. für Fruchtwechselflächen beim Thema Nutzungseignung. Entsprechendes gilt für lichte Farben.

Zur kartographischen Bearbeitung im Zeichenbüro werden bei einer thematischen Auswertungskarte übergeben:

- Manuskriptkarte (ev. eingefärbt) mit Anschrift sämtlicher Teilflächen
oder
- Üebersetzungsschlüssel zwischen Bodenkartenlegende und Auswertungskartenlegende
- Auswertungskartenlegende. Maschinengeschrieben auf Transparentpapier, mit Codierung aller Kartierungseinheiten, vom Sachbearbeiter kontrolliert
- Farbtabelle
- Beschriftung. Titel, Autor(en)

Statistiken. Hier interessiert hauptsächlich der kartierte Flächenanteil von Böden mit bestimmten Eigenschaften resp. Kombination von mehreren Eigenschaften; dazu gehört als Zusatzinformation deren geographische Verteilung z.B. auf Gemeinden / Regionen / Kantone / Höhenstufen / Klimaeinheiten / Feld / Wald: Bsp.: Abb. 6.4 c.

Beispiele von flächenmässig interessierenden Eigenschaften der Bodeneinheiten:

Wasserhaushalts(-gruppen)
Gründigkeit
Geländeform
Hangneigung
Bodentypen
Fruchtbarkeitsstufen
Meliorationsvorschläge
Nutzungseignung

Detailkartierung: Die Flächen werden mit einem Planimeter ausgemessen. Statistisch ausgewertet wird von Hand oder über EDV.

1:25'000: Die Flächen können im Laufe der elektronischen Druckvorbereitung berechnet und danach statistisch ausgewertet werden.

Die statistischen Auswertungen werden dem Bericht kommentiert beigelegt.

Abb. 6.4 c: Statistische Auswertung von Karten. Flächenanteil verschiedener Nutzungseignungsklassen. Bsp. Goms VS

Aufteilung der Untersuchungsfläche nach Gemeinden und Nutzungseignungsklassen, in Hektaren

	Total	Nutzungseignungsklassen (nach Tab. 15)									
		mit Ackerbau			Mähweide(-wiese)					Wei-	ungeeignet
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Bister	63	6	8	0	3	14	18	0	11	3	0
Grengiols	400	7	40	13	53	52	83	20	95	37	0
Martisberg	89	0	1	11	0	6	31	0	7	33	0
Ausserbinn	68	0	0	8	0	0	22	0	13	22	3
Ernen	262	22	30	5	51	52	32	8	26	31	5
Fiesch	138	0	25	17	20	11	22	0	6	37	0
Lax	96	16	26	4	0	4	30	0	5	11	0
Binn	193	0	11	8	20	27	48	2	28	46	3
Fieschertal	168	0	13	0	29	0	56	0	6	64	0
Bellwald	265	0	2	27	28	27	94	3	7	77	0
Mühlebach	74	0	18	0	14	16	11	0	6	9	0
Steinhaus	84	0	23	15	8	11	10	0	10	7	0
Niederwald	86	6	7	11	4	4	30	0	4	20	0
Blitzingen	146	0	31	6	6	0	53	9	9	32	0
Selkingen	96	8	2	0	21	16	30	2	0	17	0
Biel	77	2	5	2	29	10	4	0	1	24	0
Ritzingen	82	15	28	1	13	7	5	0	1	12	0
Gluringen	101	0	59	2	11	8	7	1	4	9	0
Reckingen	261	0	50	0	70	32	34	0	17	52	6
Münster	309	0	83	7	92	35	15	9	32	34	2
Geschinen	164	0	24	0	44	59	10	1	14	12	0
Ulrichen	215	0	1	15	77	23	24	1	2	72	0
Obergesteln	257	0	21	24	85	52	36	1	14	24	0
Oberwald	194	0	4	1	36	60	43	7	7	36	0
Total	3888	82	512	177	714	526	748	64	325	721	19
in %	100	2	13	5	18	14	19	2	8	19	

6.5 Bericht zum Kartierungsprojekt verfassen

Karten und Legenden enthalten die wichtigsten Ergebnisse und Informationen. Für eine sachgerechte Benützung der Karten braucht der Kartenleser zusätzliche Informationen im Bericht. Der Aufbau eines Bodenkartierungs-Berichtes sieht etwa so aus:

- Inhaltsverzeichnis
- Zusammenfassung (Warum?, Hauptanliegen, Was wurde untersucht, Hauptergebnisse, Folgerungen, Kartenverzeichnis)
- Auftrag
- Untersuchungsgebiet
- Kartiervorgang
- Böden, Bodenkarte
- Auswertungen (Vorgehen, Karten)
- Flächenstatistiken
- Folgerungen, Anwendungsmöglichkeiten
- Anhang (bodenkundliche Begriffe und Abkürzungen, ausführliche Legende etc.)

Als Leser des Berichtes kommen Personen aus folgenden Bereichen in Frage:

Detailkartierung	M 1:25'000
Ingenieurbüro	Planende Behörden
Bonitierungskommission	Landwirtschaftliche Beratung
Meliorationsamt	Forschung
Meliorationsgenossenschaft	Forstdienste
Landw. Beratung	
Forstdienste	

Entsprechend diesem Leserspektrum können beim Verfassen des Textes höchstens Anfangskenntnisse bezüglich Bodenkunde/-kartierung vorausgesetzt werden. Ebenso ist zu erwarten, dass die Benutzer i.a. wenig Zeit zum Lesen gerade dieses Berichtes aufwenden.

Form und Umfang.

- so kurz wie möglich, so viel wie nötig
- vom generellen zum speziellen
- übersichtlich (wo immer möglich: bildliche Darstellung)
- Umfang abhängig von Anzahl Auswertungsthemen

Hinweis: Bundesamt für Organisation, "Vereinfachung Schriftverkehr Arbeitspapier 9 Berichte" enthält ausführliche Anregungen zum Verfassen von Berichten.

1:25'000: Berichte immer dreigeteilt

- a) gleichbleibender allgemeiner Teil
- b) Blatt-spezifischer Teil
- c) detaillierte Legende

siehe z.B. Bericht Blatt Lyss 1:25'000

Abb.: 6.5 a: Berichtsaufbau Detailkartierung
Beispiel Jonschwil SG

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
1. Auftrag	1
2. Untersuchungsgebiet	2
2.1 Lage und Umfang	2
2.2 Geologie und Landschaftsgliederung	3
2.3 Klima	3
3. Methode der Bodenkartierung	4
4. Böden	5
4.1 Beschreibung der Böden	5
4.2 Bodenkarte	10
5. Landwirtschaftliche Nutzungseignung	11
5.1 Beurteilung der Nutzungseignung	11
5.2 Beschreibung der Nutzungseignungseinheiten	11
5.3 Nutzungseignungskarte	13
6. Belastbarkeit der Böden für Gülle (Klärschlamm)	15
6.1 Beurteilung der Belastbarkeit	15
6.2 Belastbarkeitskarte	17
7. Zusammenfassung	18
 <u>Anhang</u>	
I Bodenkundliche Begriffe	I. 1-3
II Kartenverzeichnis	II. 1

Arbeitsaufwand. Bodenkarten sind Ergebnis von viel Arbeitsaufwand, häufig von mehreren bis dutzenden Monaten. Dementsprechend ist für die Darstellung der Ergebnisse (Karten und Berichtsredaktion) und die graphische Gestaltung ein gewisser Aufwand gerechtfertigt, zumal Karten und Bericht auch ausserhalb von Bundesämtern gebraucht werden und vom Auftraggeber mitfinanziert sind. Als Anhaltspunkt kann für die Arbeiten, die im Kapitel 6 beschrieben sind, ein Drittel der Arbeitszeit - Vorbereitung (Kap. 3) bis Abschluss Feldarbeit (Kap. 5) - eingesetzt werden. Dieser Aufwand wird vermehrt um die im Auftrag festgelegten Auswertungen der Bodenkarte.

7. ERGAENZENDE UND WEITERFUEHRENDE LITERATUR

a) Zur Methodik der Bodenkartierung, räumlichen Anordnung und Variabilität von BodenformenSchweiz:

Desaules A., Zur Methodik der Bodenkartierung im mittleren Masstabsbereich am Beispiel der Region Bantiger (BE); Bulletin Nr. 3 der BGS, 1979

Frei E. und Juhasz P., Beitrag zur Methodik der Bodenkartierung und der Auswertung von Bodenkarten unter schweizerischen Verhältnissen; Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, II, 3, 1963

Frei E., Agrarpedologie, Geographica Berenensis, U 11, 1983, Bern

Gratier M., Présentation de trois feuilles du levé pédologique 1:25'000 du canton de Vaud, Bulletin No. 2 der BGS, 1978

Peyer K., Aussagewert von Bodenkarten mit verschiedenen Masstäben der Region Uster ZH; Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung 22(1/2), 1983

Ausland (in Bodenkartierung vorhanden)

Anderson K.E. and Furley P.A., An assessment of the relationship between surface properties of chalk soils and slope form using principal components analysis; Journal of Soil Science, Vol. 26, No. 2, 1975

Dent A. Young, Soil Survey and Land Evaluation, 1981, B 3.4 - 7

Evans L.J. and Cameron B.H., The Brookston Series in Southwestern Ontario: Characteristics, Classification and Problems in defining a Soil Series, Can. J. Soil Sci. 63: 1983

Gausson R., Bodengeographie, K.F. Koehler, Stuttgart 1972

Haase G., Der Inhalt mittelmasstäbiger Bodenkarten und seine Darstellungsmöglichkeit

Lyford W.H., Narrow soils and intricate soil patterns in Southern New England; Geoderma, 11 (1974)

Magnien R., Manuel de prospection pédologique, ORSTOM, Paris 1969

- Müller G., Bodenkunde, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1980
- Patterson G.T. and Wall G.J., Within - Pedon Variability in Soil Properties; Can. J. Soil Sci. 62: 1982
- Schmidt R., Richter W. und Bickenbach J., Heterogenitätstypen der Bodendecke auf der Grundlage der Mittelmassstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung, Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 27 (1983)
- Webster R. and Cuanalo de la C.H.E., Soil transect correlograms of North Oxfordshire and their interpretation; Journal of Soil Science, Vol. 26, No. 2, 1975

b) Kartographie (alle in ETH-Bibliothek vorhanden)

- Arnberger E., Handbuch der thematischen Kartographie; 1966, Wien
- Hake G., Kartographie II, 1976, Walter de Gruyter, Berlin
- Matheis J., Kartographische Bearbeitung geologischer und bodenkundlicher Karten, 1975, Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden
- Scholz E. u.a., Einführung in die Kartographie und Luftbildinterpretation, 1980, VEB Hermann Haack, Gotha
- Imhof E., Thematische Kartographie, 1972. Walter de Gruyter, Berlin