

ANLEITUNG ZUR BODENKARTIERUNG

nach dem System RECKENHOLZ, November 1978. Bearbeitung: E. Frei und Mitarbeiter

K 100	<u>Bodenklassifikation</u>
K 200	<u>Nomenklaturübersicht</u>
K 210	Wortstämme
K 300	<u>Bodenklassifikation des Kartierungsdienstes Reckenholz</u> Kriterien zur Bestimmung des Bodentyps:
K 301	A: Wasserhaushalt
K 302	B: Gerüstaufbau
K 303	C: Geochemie
K 304	D: Filtrationsverlagerung
	Systematik der Bodentypen der Schweiz:
K 305 - 306	senkrecht perkoliert
K 307	halbperkoliert
K 308	gehemmt perkoliert
K 309	fremdnass
K 310	überschwemmt
	Systematik der Untertypen:
K 320	E, F, G, H,
K 321	J, K,
K 322	L, M
	Definitionen der Bodenuntertypen, Merkmale:
K 323	E: Profilschichtung
K 324	F: Verwitterungsgrad
K 325	G: Kationengehalt
K 326 - 327	H: Eisenoxide
K 328 - 329	J: Gefüge
K 330 - 331	K: Hydromorphie
K 332	Durchlässigkeitstabelle
K 333	L: organische Substanz
K 334	M: Horizontprägung
	Abgrenzung der Bodenformen:
K 340 - 341	Bodenskelett und Feinerde (Diagramm)
K 342	Feinerdekörnung
K 343	Feinerde-Körnungsdiagramm
K 344	Gründigkeit/Wasserspeicherung
K 345	Nährstoffspeicherung
	Kriterien für die Lokalformeneinteilung:
K 351	geographisch-klimatische
K 352	Bodenregionen/Höhenstufen
K 353 - 354	Definition der Landformelemente
K 355	Hangneigungsklassen

K 400	<u>FAO-Bodenklassifikation</u>
K 500	<u>USA Soil Taxonomy (1975)</u>
K 511 - 513	Grosse Bodengruppen
K 600 - 602	<u>Generelle Landschaftsanalyse für Bodenkartierungen (Luftbild und Spezialkarten)</u>
K 610	natürliche Drainagesysteme
K 620	geologisch-geomorphologische Beziehung (siehe K 353)
K 630	Bodenwärme und -feuchtezonen (siehe K 351)
K 641	typische Wiesen
K 642 - 647	Zeigerpflanzen nach Ellenberg
K 700	<u>Bodenkundliche Terrainuntersuchung und Kartierung</u>
K 701	Profilblatt
K 702 - 703	Bodendefinition, Pedon, Profil
K 704	Haupthorizonte, Schichtung
K 705	Unterteilung der Horizonte
K 706	Diagnostische Horizonte
K 707	Horizontgrenzen
K 708	Bodenfarben
K 709	Symbole für die Bodenprofilskizze
K 710 - 712	Beurteilung der Bodenart, Tonminerale, Oxide
K 713	Bodengefüge, Aggregate, Poren, Raumbgewicht
K 714	Gefügeformen, Mikrostruktur
K 715 - 717	Azidität, Redoxverhalten
K 800	<u>Bodenkarteninhalt, Legende und Massstab</u>
K 801	Symbole
K 802	Legendenfarben
K 810 - 811	kartographische Ausführung
K 820	Arbeitsablauf bei der Bodenkartierung
K 900	<u>Landbeurteilung durch Interpretation der Bodenkarte</u>
K 911	Bodenfruchtbarkeit, Bodenqualität
K 912	Fruchtbarkeitsstufen
K 913 - 914	Bodenpunktzahlen
K 920 - 921	Bodeneignung
K 930	Potentialität, Limitierungen, Bodenverbesserungen
K 931	Vorschläge zur Bodenverbesserung

Bodenklassifikation

Der Boden als äusserster, durchwurzelbare Teil der Erdkruste kommt sehr vielgestaltig vor. Diese Vielfalt wird in der Bodenklassifikation erfasst. Ähnlich wie im Pflanzen- und Tierreich dient eine hierarchische Stufung diesem Zweck, wobei jede Einheit benannt wird, um einen raschen Vergleich zu ermöglichen. Das zu klassierende Bodenindividuum ist der Pedon. Im Gegensatz zu einem Pflanzenindividuum ist der Pedon aber nicht nur eine anatomische morphologische Einheit, er steht auch in einem Energiekreislauf der an den Standort gebunden ist und er ist ferner ein offenes System das einem Substanztausch mit seiner Umgebung unterliegt. Aus diesen Gründen erstreckt sich die Bodenklassifikation nicht ausschliesslich auf morphologische Merkmale, sondern es werden auch funktionelle und genetische Faktoren einbezogen, die nicht immer leicht feststellbar sind. Die Erfassung und Definition dieser, der Bodenklassifikation dienenden Bodeneigenschaften und Faktoren, wird teilweise auch in den Abschnitten Bodenmorphologie und Bodengenese behandelt.

Diese besondere Stellung des Bodenindividuum verursacht immer wieder Meinungsverschiedenheiten über die Prinzipien der Klassifikation.

Das eine Extrem ist die reine morphologische Klassifikation. Man stuft jeden Boden nur nach seiner momentanen Erscheinungsform ein. Dies führt dort zu Schwierigkeiten, wo ein fossiler Boden, im Chemismus und Morphologie, nicht mehr im Gleichgewicht mit seiner Oekologie ist (z.B. Laterit).

Das andere Extrem ist die Klassifikation nach rein genetischen Vorgängen, die oft schwer am Objekt zu beweisen sind (z.B. ob aktuelle Verbraunung oder Tonverlagerung vorliegt). Alle modernen Bodenklassifikationen nehmen diesbezüglich eine Mittelstellung ein, wobei das Schwergewicht entweder etwas auf die morphologische oder eventuell auf die genetische Seite hin verlagert ist.

Taxonomisches Bodenklassifikationssystem (z.B. USA-System) geht vom konkreten Bodenindividuum oder vom Polypedon aus und gruppiert diese in ähnlicher Weise wie z.B. die Pflanzenarten.

Die genetischen Bodenklassifikationssysteme gehen vom bodenbildenden Prozess aus und suchen in der Natur typische Vertreter für die Klassifikationseinheiten.

Verständlicher Weise sind die taxonomischen Systeme leichter bei Bodenkartierungen anzuwenden. Genetische Systeme lassen sich jedoch leicht in ihren unteren Kategorien nach den taxonomischen Prinzipien erweitern und damit für Bodenkartierungen einsetzen.

Benennung einiger Bodentypen nach verschiedenen Systemen

Bodenkartierungsdienst RECKENHOLZ	F A O - U N E S C O Bodenkarte der Welt	U S A Soil Taxonomy (1975)
Silikat-Gesteins-Regosol	Very coarse, dystric Regosol	Lithic Cryorthents
Mischgesteins-Fluvisol	Very coarse, eutric Fluvisol	Typic Cryofluvents
Karbonat-Lithosol	Calcaric Lithosol	Lithic Cryorthents
Humus-Silikat-Roh-Boden	Ranker, lithic phase	typic Cryorthents
Roh-Fluvisol	Coarse, eutric Fluvisol	Mollic Udifluvents
Roh-Regosol	Coarse, eutric Regosol	Typic Udipsamments
Humus-Karbonat-Roh-Boden	Calcaric Regosol, stony phase	Lithic Udorthents
Roh-Rendzina	Orthic Rendzina, stony phase	Entic Rendolls
Fluvisol	Medium eutric Fluvisol	Typic Udifluvents
Regosol	Medium eutric Regosol	Typic Udorthents
Rendzina	Cambic Rendzina	Eutochreptic Rendolls
Saure Braunerde	Dystric Cambisol	Typic Dystrochrepts
Braunerde	Eutric Cambisol	Eutrochrepts, Cryochrepts
Kalkbraunerde	Calcaro-eutric Cambisol	Rendollic Eutrochrepts
Parabraunerde	Orthic Luvisol	Typic Hapludalfs
Braunpodzol	Spodo-dystric Cambisol	Entic Haplorthods
Eisenpodzol	Orthic Podzol	Haplic Cryohumods
Humus-Eisenpodzol	Humo-orthic Podzol	Typic Cryohumods
Trocken-Regosol	Eutric Regosol	Typic Xerorthents
Phaeozem	Haplic Phaeozem	Typic Haploborolls
Verbraunter Pseudogley	Eutric Gley	Aquic Dystric Eutrochrepts
Tonhülliger Pseudogley	Medium Eutric Planosol	Aeric Ochraaqualfs
Pseudogley	Dystric Gley	Aquic Udorthents
Roh-Gley	Gley	Typic Haplaquents
Verbraunter Gley	Eutric Gley	Aquic Eutrochrepts
Bunter Gley	Mollic Gley	Aeric Haplaquepts
Fahler Gley	Humic Gley	Typic Haplaquepts
Mineralstoffreiches Halbmoor	Eutric Histosol	Fluvaquentic Borohemists
Saures Moor	Dystric Histosol	Typic Borofibrists
Auenboden	Eutric Fluvisol	Hydraquents

Wortstämme der pedologischen Taxonomie im USA-System

Wortsilbe	Ableitung	Wortsilbe	Ableitung
Acr	Gr. akros, am Ende	Ist	Gr. histos. Gewebe
Agr	L. ager, Feld	Luv	Gr. louo, waschen
Alb	L. albus, weiss	Med	L. media, Mitte
Alf	Pedalfer (Aluminium Eisenboden)	Natr.	Natrium
And	ando (Japanisch), dunkler Boden	Ochr	Gr. ochros, bleich
Aqu	L. aqua, Wasser	Od	Gr. spodos, Holzasche
Ar	L. arare, pflügen	Oll	L. mollis, weich
Arg	L. argilla, weisser Ton	Orth	Gr. orthos, wahr
Bor	Gr. boreas, nördlich, kühl	Ox	F. oxide, Oxid
Calc	L. calcis, Kalk	Pale	Gr. paleos, alt
Camb	L. cambiare, wechseln	Pell	Gr. pellos, düster, grau
Chrom	Gr. chroma, Farbe	Plac	Gr. plax, flacher Stein
Cry	Gr. kryos, eiskalt	Plagg	Plaggen Wurzelfilz (sod)
Dur	L. durus, hart	Plinth	Gr. plinthos, Ziegel
Dystr dys	Gr. dys, krank, unfruchtbar	Psamm	Gr. psammos, Sand
Ent	Rezent, ganz jung	Quarz	Quarz
Eutr eu	Gr. eu, gut fruchtbar	Rend	Rendzina (Polnisch)
Ept	L. inceptum, beginnend	Rhod	Gr. rhodon, Rose
Ert	L. verto, umdrehen	Sal	L. sal. Salz
Ferr	L. ferrum, Eisen	Sapr.	Gr. sapos, zersetzt
Fibr	L. fibra, Faser	Sider	Gr. sideros, Eisen
Fluv	L. fluvius, Strom	Sombr.	F. sombre, dunkel
Fol	L. folia, Blatt	Sphagn	Gr. sphagnos, Sumpf
Frag	L. fragilis, bröcklig	Sulf	L. sulfur, Schwefel
Gibbs	Gibbsit	Torr	L. torridus, trockenheiss
Gyps	L. gypsum, Gips	Trop	Gr. tropikos, tropisch feuchtwarm
Gloss	Gr. glossa, Zunge	Ud	L. udus, feucht
Hal	Gr. hals, Salz	Ult	L. ultimus, zuletzt
Hapl	Gr. haplous, einfach	Umbr	L. umbra, Schatten
Hem	Gr. hemi, halb	Ust	L. ustus, verbrannt, heiss
Hum	L. humus, Erde	Verm	L. vermes, Wurm
Hydr	Gr. hydor, Wasser	Vitr	L. vitrum, Glas
Id	L. aridus, trocken	Xer	Gr. xeros, trocken

Bodenklassifikations System RECKENHOLZ

Kennzeichnende bodendynamische Vorgänge				Bodenmerkmale (siehe auch ausführliche Tabelle)		
I Hydrologie (Drainage/Et)	II Bodensubstanz Gerüstaufbau	III Geochemische Komponente	IV Substanzverlage- rungen im Profil	V Profilmorphologie Entwicklungsgrad	VI Zustandsform	VII Physiographie Bodenklima
1 senkrecht durchwaschen (humid)	1 Gestein (primär)	1 Silikate (primär)	1 Aluminiumionen	E Profilschichtung	1 Bodenskelett	1 Bodenklima
2 selten durchwaschen (semihumid)	2 Gestein und Humus	2 Mischgestein (primär)	2 Erdalkaliionen	F Verwitterungsgrad	2 Feinerde- körnung	2 Landschaftsele- ment
3 nicht perkoliert, verdunstend (semiarid-arid)	3 Sekundärminerale und Gestein und Humus	3 Karbonat (primär)	3 Bikarbonat	G Azidität, Karbonat	3 physiologische Grün- digkeit	3 Hangneigung, Welligkeit
4 langsam durchwaschen stagnierend (gemässigt)	4 Sekundärminerale und Humus	4 Tone - organische Komplexe	4 Alkalisalze	H Fe-Verteilung	4 Wasserspei- cherungs- vermögen	
5 stagnierend verdunstend (warm)	5 organische Substanz (>30 % o.S. >40 cm)	5 Tone und Fe-Bindung	5 Tonminerale	J Bodengefüge		
6 fremdnass hydromorph (gemässigt)		6 Fe-Hydroxid (Fällung)	6 Ferroverbindungen	K Hydromorphie		
7 fremdnass verdunstend hydromorph, (warm)		7 Fe-Al-Oxide (kristallin) angereichert	7 Kieselsäure	L organ. Substanz		
8 überschwemmt periodisch und episodisch		8 Ferro (red. Fe ²⁺)	8 Eisenhumate	M Horizontprägung		
		9 organ. Substanzen	9 Natrium-Ton-Humate			
		0 sek. Karbonate sek. Sulfate	0 Huminsäure			

Kriterien zur Bestimmung des Bodentyps

Klassenmerkmale: Genereller Bodenwasserhaushalt

Code	Bezeichnung	Erläuterung
1'000	Senkrecht durchwaschen (Durchlässige Böden)	Jährliche Niederschlagssumme ist grösser als die potentielle Evapotranspiration ($N > E_p = \text{humid}$). Ungehindert durchlässig; kein lateraler Wasserzufluss.
2'000	Selten senkrecht durchwaschen (Steppenartige Böden)	$N \approx E_p = \text{semihumid, semixerisch}$. Niederschlagsarme Perioden während der Vegetationszeit führen zur teilweisen Austrocknung. Episodisch starke Regenfälle bewirken gelegentliche Perkolation.
3'000	Nicht durchwaschen (Halbwüstenböden)	($N < E_p = \text{xerisch, arid}$). Niederschläge unregelmässig und ungenügend; grosser Oberflächenabfluss.
4'000	Gehemmt senkrecht durchwaschen (Pseudogleye)	($N > E_p = \text{humid}$). Der Niederschlagsüberschuss verbleibt wegen Feinporigkeit lange im Pedon und bewirkt periodische Vernässung. Das Profil wird jedoch senkrecht durchwaschen und trocknet während regenarmen Perioden aus. Kein Grundwasserstand vorhanden. Oberflächenabfluss häufig.
5'000	Gehemmt durchlässig, trocken (Solonetz, Vertisol)	($N < E_p = \text{semixerisch}$) Der Boden ist während regenarmen Zeiten tiefgründig ausgetrocknet; in der Regenzeit partiell vernässt, meist keine oder nur geringe Perkolation, Oberflächenabfluss.
6'000	Fremdnass (Gleyböden)	($N > E_p = \text{humid}$). Der Niederschlagsüberschuss bewegt sich lateral im Pedon oder im geologischen Untergrund. Schwer durchlässige Profile weisen dauernde Porensättigung auf; durchlässige Böden sind eingestaut; bei schwächerer Wasserzufuhr kann der obere Profiltteil zeitweise austrocknen. Grundwasserstand vorhanden. Oberflächenabfluss häufig.
7'000	Fremdnass, verdunstend (Salzböden)	($N < E_p = \text{arid}$). Lateraler Wasserzufluss bewirkt extreme Verdunstungsgrössen.
8'000	Ueberschwemmt (Flussauen, Seeufer)	Periodisch von der Oberfläche her überschwemmt, wobei Material akkumuliert, aber auch erodiert werden kann. Böden der Flussauen, der Seen und Meeresufer, Marsche.

Ordnungsmerkmale: Bodensubstanz, Gerüstaufbau

Code	Bezeichnung	Erläuterung
0'100	Gesteinsböden	Der ganze Pedon besteht fast ganz aus Gesteinsteilen und Primärmineralien. Tongehalt in der Feinerde < 5 %, organische Substanz < 5 kg/m ² im Pedon. AC - C Profile; Gesteinsschutthalden, Lithosole mit sehr spärlicher Verwitterungsauflage (Gesteinsregosol, Silikatlithosol usw.).
0'200	Rohböden	Der Pedon besteht aus Gesteinsteilen und Primärmineralien und zusätzlich aus einem humosen Obergrund; Ah - C, Amo - AC - C, O - Ah - AC - R Profile usw. (Ranker, Rendzina, Roh-Regosol, Roh-Lithosol).
0'300	Verwitterungsböden	Der Pedon ist aus Gesteinsteilen, Primärmineralien, Sekundärmineralien und Humus aufgebaut; A - B - C Profile (sandige, lehmige skeletthaltige Böden).
0'400	Sekundärmineralböden	Das Bodengerüst ist ganz durchverwittert; es kommen keine Gesteinsteile und nur noch vereinzelt Primärmineralien vor (Quarz). Tonreiche und ton-schluffreiche sowie oxidreiche Böden mit normalem Humusanteil (Pelosole, Ferralsole, Vertisole usw.); A - Bch - Cch Profile usw..
0'500	organische Böden	Eine über 40 cm mächtige Humusauflage mit über 30 % organischer Substanz lagert über dem Mineralboden. O - Ah - C, OT - Cr Profile (Moore und Halbmoore).

Verbandsmerkmale: Kennzeichnende Geochemische Komponente

Code	Bezeichnung	Erläuterung
0'010	Silikatböden	Die Verwitterung des Silikatgesteins ist kennzeichnend. Quarzreiche Böden (Silikat-Rohregosol, Ranker usw.).
0'020	Mischgesteinsboden	Lösungsverwitterung und Hydrolyse erdalkali und alkalireicher Silikate gemischt mit nicht Silikatgesteinen ist kennzeichnend. Neutrales Milieu. (Rohregosol, Rohfluvisol usw.).
0'030	Karbonatgesteinsboden	Verwitterung harter Kalke (meist < 10 % Lösungsrückstand). (Humuskarbonatboden, Rendzina).
0'040	Tonbildung, Ton-Huminbindung	Tonfreilegung aus Sedimentgestein, Tonumwandlung und z.T. Neubildung, gleichzeitig Melanisierung infolge von Ton-Humin-Komplexen. (Chernozem, Phaeozem, Andosol).
0'050	Ton-Eisenhydroxidbindungen	Die Tone sind mit Eisenhydroxiden verklebt; das Eisen kann altern, bzw. kristallisieren. Die Tonfraktion enthält mehr oder weniger Eisen. (Cambisol, Luvisol, Nitosol).
0'060	Eisenhydroxidanreicherung	Eisenhydroxide werden isoelektrisch gefällt, während der Ton z.T. zerfällt unter Al und Si Eluviation; in der Regel keine Tonneubildung (Podzole, Braunpodzol).
0'070	Eisen- und Aluminiumoxid-anreicherung	Kennzeichnend ist die Entstehung von Goethit, Haematit, Gibbsit usw. Kaolinite sind oft vorhanden. Das Si wird eluviiert. (Ferralsol, bunter Gley).
0'080	Ferrobildung	Das bei der Verwitterung entstehende Eisen ist reduziert und kann sich anreichern. Die Tonbildung ist normal; das Eisen wird nicht oder nur partiell an den Ton gebunden (Gleyböden).
0'090	Organische Substanz	Anhäufung und partielle Humifizierung org. Substanz. Der mineralische Untergrund wird von Bodenbildungseinflüssen abgeschirmt (Moore).

Spezielle Typenmerkmale: Filtrationsverlagerung und Horizontierung

Code	Bezeichnung	Erläuterung
0'001	Aluminiumaktivität	Austauschbares Al^{3+} erhöht die Bodenazidität und kann auch im Perkulationswasser erscheinen. Es tritt in Gitterzwischenräume aufgeweiteter Illite ein (Chloritisierung, saure Braunerde).
0'002	Erdalkaliverlagerung	Auswaschung von Ca^{2+} und Mg^{2+} bewirkt allmähliche Versauerung des Oberbodens. (neutrale und schwach saure Braunerde).
0'003	Karbonatverlagerung	Im Wasser gelöstes $Ca (HCO_3)_2$ wird ausgewaschen oder im Profil tiefer verlagert und als Sekundärkalk ausgefällt (Kalkflaum, Kalktuff). (Rendzina, Chernozem, Vertisol, Niedermoor).
0'004	Alkaliverlagerung	Lösliche Salze des Na^+ , K^+ zirkulieren im Bodenwasser und können sich horizontweise anreichern (Salzböden).
0'005	Tonverlagerung	Tonminerale dispergieren im schwach sauren Sickerwasser (pH 6,5) und verursachen einen Bt oder It-Horizont (Argillic Horizon). Tonhäute sind kennzeichnend. (Luvisol).
0'006	Eisen- und Manganverlagerung (Fe^{2+} , Mn^{2+})	Laterale oder vertikale Wanderung des reduzierten Eisens und Mangans bei partieller Oxidation ($Fe^{3+} + Mn^{4+}$) bewirken schwarze und braune Konzentrationen (Gley, Pseudogley, Planosol).
0'007	Kieselsäureeluviation	Durch starke Kieselsäureauswaschung reichern sich Eisen- und Aluminiumoxide im Rückstand an (Ferralsol).
0'008	Eisen-Huminkomplex Verlagerung	Eisenhydroxide in komplexer Bindung mit Huminsäuren sind in saurem Milieu (pH 3,5) mobil. Die Fällung erfolgt horizontweise; auch Humine beteiligen sich an der Verlagerung (Podzol).
0'009	Natrium-Humat-Ton Wanderung	Bei relativ hohem Na-Gehalt in der KUK (>15 %) dispergieren Ton und Humine, die sich horizontweise konzentrieren (Solonetz).
0'000	Humilverlagerung	Huminsäuren werden aus sauren Torfen und auch in huminreichen Podzolen und Andosolen verlagert. Metallorganischen Bindungen kommt eine wichtige Rolle zu.

Senkrecht durchwaschene (perkolierte) Böden

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende () Hauptuntertyp U n t e r t y p e n
1'112'MO	Gesteins-Böden	OE	Silikat-Gesteins-Regosol*	kolluvial, juvenil, psephitisch, psammitisch, cryosolisch (regosolisch)
1'112'E3		FE	Silikat-Gesteins-Fluvisol*	psephitisch, (alluvial), psammitisch, juvenil
1'112'FO		US	Silikat-Lithosol*	kluftig, (lithosolisch) psammitisch, psephitisch
1'122'FO		U	Lithosol*	kluftig, (lithosolisch)
1'123'MO		OD	Gesteins-Regosol*	(kolluvial), psephitisch, psammitisch, karbonatreich, cryosolisch
1'123'E3		FD	Gesteins-Fluvisol*	psephitisch, juvenil, psammitisch, (alluvial), karbonatreich
1'133'MO		OV	Karbonat-Gesteins-Regosol*	kolluvial, juvenil, psephitisch (regosolisch)
1'133'E3		FV	Karbonat-Gesteins-Fluvisol*	psephitisch, juvenil, psammitisch, (alluvial)
1'133'FO		UC	Karbonat-Lithosol*	kluftig, karstig, (lithosolisch)
1'211'MO	Roh-Böden	OS	Silikat-Roh-Regosol*	kolluvial, psephitisch, psammitisch, kompakt, juvenil, cryosolisch (regosolisch)
1'211'E3		FS	Silikat-Roh-Fluvisol*	juvenil, psephitisch, (alluvial) psammitisch, kompakt
1'211'FO		US	Silikat-Roh-Lithosol*	(lithosolisch), modrighumos, rohhumos
1'210'--		HS	Humus-Silikat-Boden	rohhumos, modrighumos, juvenil, psephitisch, psammitisch
1'222'MO		OL	Roh-Regosol*	kolluvial, erodiert, psammitisch, karbonatreich, rohhumos, mullreich (regosolisch)
1'222'E3		FL	Roh-Fluvisol*	psephitisch, psammitisch, karbonatreich, erodiert, rohhumos, mullreich, (alluv)
1'222'FO		UD	Roh-Lithosol*	(lithosolisch), modrighumos, rohhumos
1'232'--		EK	Humus-Karbonat-Boden	kolluvial, rohhumos, modrighumos, degradiert, krümelig, psephitisch
1'233'MO		OK	Karbonat-Roh-Regosol*	erodiert, kolluvial, psephitisch, krümelig (regosolisch)
1'233'E3		FK	Karbonat-Roh-Fluvisol*	erodiert, psephitisch, krümelig, (alluvial)
1'233'FO		UL	Karbonat-Roh-Lithosol*	(lithosolisch), modrighumos, rohhumos
1'233'L2		RL	Roh-Rendzina*	kolluvial, kalkflaumig, (mullreich), psephitisch

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende U n t e r t y p e n () Hauptuntertyp
1'322'--	Verwitterungs-Böden	O	Regosol	kolluvial, sauer, neutral, karbonatreich, stagnogleyig, gleyig, verbraunt, mullreich
1'322'E3		F	Fluvisol*	sauer, neutral, karbonatreich, stagnogleyig, gleyig, mullreich, saprohumos, modrighumos, (alluvial)
1'333'M0		OC	Karbonat-Regosol*	kolluvial, kalkflaumig, rohhumos, modrighumos, verbraunt, (regosolisch)
1'333'E3		FC	Karbonat-Fluvisol*	kalkflaumig, rohhumos, modrighumos, (alluvial)
1'333'L2		R	Rendzina*	verbraunt, rubifiziert, gleyig, degradiert, juvenil, ausgeprägt, schwach ausgeprägt, vertisolisch, klumpig, (mullreich)
1'351'--		BE	Saure Braunerde	regosolisch, juvenil, horizontalisiert, stagnogleyig, gleyig, modrighumos, mullreich, diffus, ausgeprägt, schwach ausgeprägt, locker, tonhüllig, huminreich
1'352'--		B	Braunerde	juvenil, regosolisch, neutral, schwach sauer, teilweise entkarbonatet, stagnogleyig, gleyig, diffus, horizontalisiert, mullreich, tonhüllig, krümlig, bröcklig
1'353'--		BK	Kalkbraunerde	kolluvial, alluvial, polygenetisch, gleyig diffus, krümlig, bröcklig, mullreich, regosolisch, juvenil
1'355'--		T	Parabraunerde	schwach sauer, sauer, graufleckig, stagnogleyig, gleyig, schwach ausgeprägt, unregelmässig horizontalisiert, ausgeprägt
1'361'--		PE	Braunpodzol	polygenetisch, quarzkörnig, gleyig, rohhumos, modrighumos, horizontalisiert, schwach ausgeprägt, degradiert, ausgeprägt, huminreich
1'368'H3		P	Eisenpodzol*	psephitisch, psammitisch, aschig, verhärtet, rohhumos, modrighumos, horizontalisiert, schwach ausgeprägt, ausgeprägt, gleyig, (huminreich), (eisenhüllig)
1'368'--		HP	Humus-Eisenpodzol	
1'360'--		PH	Eisen-Humuspodzol	
1'360'L3	H	Humuspodzol*		
1'422'--	(Sekundär) Mineral-Böden	OJ	Mineral-Regosol	aeolisch, pelosolisch, neutral, karbonatreich, klumpig
1'452'--		BJ	Mineral-Braunerde	pelosolisch, sauer, schwach sauer, stagnogleyig, gleyig, diffus, mullreich
1'455'--		TJ	Mineral-Parabraunerde	pelosolisch, sauer, konkretionär, graufleckig, rubifiziert, planosolisch, stagnogleyig, schwach ausgeprägt, ausgeprägt
1'475'--		TD	Mineral-Chromo-Luvisol	polygenetisch, neutral, karbonatreich, rubifiziert, ausgeprägt

Selten senkrecht durchwaschene (halbperkolierte) Böden (episodisch perkoliert, semixerisch)

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende U n t e r t y p e n () Hauptuntertyp
2'112'--	Semixerische Gesteins-Böden	VS	Silikats-Gesteinsboden	psephitisch, psammitisch
2'123'--		VD	Misch-Gesteinsboden	lithosolisch, juvenil
2'133'--		VK	Karbonat-Gesteinsboden	kolluvial, alluvial
2'211'--	Semixerische Rohböden	QS	Humus-Silikatrohboden	lithosolisch, juvenil, rohhumos, modrighumos, psephitisch, psammitisch
2'211'MO		OQ	Silikat-Roh-Regosol*	kolluvial, juvenil, psephitisch, psammitisch, rohhumos, modrighumos, mullreich, (regosolisch)
2'211'E3		FQ	Silikat-Roh-Fluvisol*	psephitisch, psammitisch, rohhumos, modrighumos, mullreich, karbonatreich, juvenil, (alluvial), alkalisch
2'222'MO		OQ	Roh-Regosol*	siehe Silikat-Roh-Regosol
2'222'E3		FQ	Roh-Fluvisol*	siehe Silikat-Roh-Fluvisol
2'232'--		HK	Trocken-Humus-Karbonatboden	rohhumos, modrighumos, kolluvial kalkflaumig
2'233'L2		LQ	Trocken-Roh-Rendzina*	kolluvial, kalkflaumig, (mullreich)
2'322'MO	Semixerische Verwitterungsböden	OX	Regosol*	kolluvial, juvenil, psephitisch, psammitisch, kalkflaumig, (regosolisch)
2'322'E3		FX	Fluvisol*	juvenil, (alluvial), psephitisch, psammitisch, kalkflaumig, karbonatreich, alkali.
2'332'--		CQ	Humus-Karbonatboden	rohhumos, modrighumos, juvenil
2'333'L2		RQ	Trocken-Rendzina*	(mullreich), kolluvial, psephitisch
2'342'--		Z	Phaeozem	kolluvial, kalkflaumig, verbraunt, tonhüllig, gekrümelt, mullreich, huminreich, biologisch durchmischt, schwach ausgeprägt, ausgeprägt
2'352'--		Y	Arenosol	aeolisch, rohhumos, modrighumos, humusarm, psammitisch, regosolisch
2'422'MO	Semixerische Mineralböden	OB	Mineral-Regosol*	aeolisch, neutral, karbonatreich, kolluvial, pelosolisch, (regosolisch)
2'442'L2		ZJ	Mineral-Phaeozem *	(mullreich) kalkflaumig, planosolisch, gekrümelt, vertisolisch, stagnogleyig, huminreich, pelosolisch

Gehemmt senkrecht durchwaschene Böden

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende Untertypen () Hauptuntertyp
4'211'--	Stagno-Rohböden	IS	Silikatischer Roh-Pseudogley	psammitisch, alluvial, sauer, neutral, karbonatreich, staunass, kompakt
4'222'--		IL	Roh-Pseudogley	
4'356'HO	Stagnoverwitterungs Böden	IB	Verbraunter Pseudogley*	sauer, neutral, karbonatreich, staunass, (verbraunt)
4'356'JO		IT	Tonhülliger Pseudogley*	sauer, neutral, staunass, (tonhüllig)
4'366'H2		IP	Podzoliger Pseudogley*	stark sauer, quarzkörnig, rohhumos, modrighumos, staunass, (podzilig)
4'386'--		I	Pseudogley	alluvial, sauer, schwach sauer, neutral, marmoriert, , graufleckig, kompakt, antorfig, modrighumos, anmoorig, mullreich, planosolisch, teilweise entkarbonatet
4'456'HO	Stagno-mineral Böden	ID	Verbraunter Mineral-Pseudogley*	sauer, neutral, planosolisch, staunass, (verbraunt)
4'486'--		IJ	Mineral-Pseudogley	karbonatreich, marmoriert, graufleckig, planosolisch, kompakt, vertisolisch, antorfig, anmoorig
4'590'--	Stagnoorganische Böden	W	Hochmoor	stark sauer, sauer, flachtorfig, tief-torfig, saprohumos, grundnass, stark grundnass, sehr stark grundnass
4'590'LO		WH	Deckentorf*	stark sauer, sauer, podzilig, huminreich, grundnass, stark grundnass, lithosolisch, (rohhumos), juvenil

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende Untertypen () Hauptuntertyp
6'111'-- 6'122'-- 6'133'--	Gesteins-Böden	GE	Silikat-Gesteins-Gley	kolluvial, alluvial psephitisch, psammitisch lithosolisch, juvenil
		GV	Misch-Gesteins-Gley	
		GC	Karbonat-Gesteins-Gley	
6'211'-- 6'222'-- 6'233'--	Roh-Böden	GS	Silikat-Roh-Gley	kolluvial, alluvial, psephitisch, psammitisch, bunt, fahl antorfig, anmoorig
		GL	Roh-Gley	
		GK	Karbonat-Roh-Gley	
6'352'-- 6'368'-- 6'376'-- 6'386'-- 6'386'K9 6'386'K10	Verwitterungs-Böden	GB	Verbraunter Gley	kolluvial, alluvial, sauer, schwach sauer, teilweise entkarbonatet, klumpig, verbraunt, stark gleyig stark sauer, modrighumos, podzolig stark gleyig kolluvial, alluvial, regosolisch, sauer, schwach sauer, neutral, karbonatreich, klumpig, saprohumos, anmoorig, bunt, sehr stark gleyig kolluvial, alluvial, sauer, regosolisch neutral, karbonatreich, kalktuffig antorfig, anmoorig, regosolisch, fahl-(extrem stark) gleyig
		GP	Podzoliger Gley	
		GD	Bunter Gley (eisenfleckig)	
		G	Fahler Gley	
		G	Stark fahler Gley*	
		G	Extrem fahler Gley*	
6'452'-- 6'486'--	Mineral-Böden	GJ	Verbraunter Mineral-Gley	sauer, schwach sauer, klumpig, stark gleyig sauer, schwach sauer, neutral, kompakt, antorfig, anmoorig, fahl (stark-extrem) gleyig
		GW	Fahler Mineral-Gley	
6'581'-- 6'582'-- 6'590'-- 6'592'--	Organische-Böden	NE	Saures Halbmoor	flachtorfig, tieftorfig, stark sauer, saprohumos, alluvial überschüttet, neutral sauer, karbonatreich, (sehr stark) grundnass, versumpft flachtorfig, tieftorfig, saprohumos (sehr stark) grundnass, versumpft
		N	Mineralstoffreiches Halbmoor	
		ME	Saures Moor	
		M	Neutrales Moor	

Überschwemmte Böden

Klassifikations-Nr.	Ordnung	Sym-bol	Bodentyp/Hauptuntertyp*	Vorkommende U n t e r t y p e n () Hauptuntertyp
8'111'-- 8'122'-- 8'133'--	Gesteins- Böden	AE	Silikatgesteins-Aue	psephitisch, psammitisch, juvenil lithosolisch, alluvial
		AD	Mischgesteins-Aue	
		AC	Karbonatgesteins-Aue	
8'211'-- 8'222'-- 8'233'--	Roh- Böden	AS	Silikat-Roh-Aue	alluvial psephitisch, psammitisch rohhumos, antorfig, modrighumos anmoorig, mullreich
		AL	Roh-Aue	
		AK	Karbonat-Roh-Aue	
8'326'-- 8'356'--	Verwitterungs- Böden	A	Aue	alluvial, sauer, neutral, karbonatreich, gleyig, antorfig, anmoorig, mullreich, modrighumos neutral, alluvial, sauer, schwach sauer teilweise entkarbonatet, gleyig
		AB	Verbraunte Aue	
8'456'--	Mineral- Böden	AJ	Mineral-Aue	pelosolisch, vertisolisch, gleyig, alluvial
8'596'--	Organische Böden	AM	Halbmoor-Aue	flachtorfig, tieftorfig, saprohumos, alluvial überschüttet, karbonatreich, neutral, schwach sauer

	K r i t e r i e n:	E r l ä u t e r u n g e n:		
	<u>E: Profilschichtung</u>			
'---'E0	erodiert	geköpftes, abgetragenes Profil, freigelegter C-od.R-Horizont		
'---'E1	kolluvial	Aufrutsch-Schichtung sichtbar		
'---'E2	anthropogen gestört	Deponie		
'---'E3	alluvial	Sedimentationschichtung sichtbar		
'---'E4	alluvial überschüttet	alluviale Mineralschicht <u>auf Torf</u>		
'---'E5	polygenetisch	zwei verschiedene Bodenbildungsphasen, <u>fossil</u>		
'---'E6	aeolisch	windverblasen, <u>Lössdecke</u> , Flugstaub		
	<u>F: Verwitterungsgrad</u>			
'---'F0	lithosolisch	Fels weniger als 10 cm Tiefe, anstehend (lithic)		
'---'F1	juvenil	unverwitterter Fels oder Blöcke; 10-60 cm u.T.		
'---'F2	kluftig	stark variierende Verwitterungstiefe auf Fels		
'---'F3	karstig	unregelmässige Kalkgesteinsunterlage		
'---'F4	psephitisch	extrem steinig, Gesteinzersatz, physikalisch-verwittert		
'---'F5	psammitisch	extrem sandig, steinfrei, physikalisch verwittert		
'---'F6	pelosolisch	extrem feinkörnig, tonig, steinfrei, Verwittg. abgeschl.Mergel		
	<u>G: Kationen</u>	pH(H ₂ O)	pH(CaCl ₂)	Sättigung
'---'G0	stark sauer	bis 5,2	bis 4,6	<15 %
'---'G1	sauer	5,3-5,8	4,7-5,2	15-50 %
'---'G2	schwach sauer	5,9-6,7	5,3-6,1	51-80 %
'---'G3	neutral	6,8-7,2	6,2-6,7	>80 %
'---'G4	teilweise entkarbonatet	A-Horizont entkarbonatet, BC-B-Horizont mit CaCO ₃ -Gehalt		
'---'G5	karbonatreich	CaCO ₃ -Gehalt bis Oberfläche		
'---'G6	kalkflaumig	sekundäres CaCO ₃ , trocken, Pseudomyzel		
'---'G7	kalktuffig	<u>Seekreide</u> , CaCO ₃ im Wasser gefällt, Kindel		
'---'G8	alkalisch	pH > 7,8; EC > 2.10 ⁻³ , Natrium-haltig		
	<u>H: Verteilung des Fe-Oxids</u>			
'---'H0	verbraunt	Ton-Eisenhydroxid, gleichmässig braun		
'---'H1	quarzkörnig	Quarzfremilegung, blanke Sandkörner eingestreut		
'---'H2	podzologisch	beginnender Spodic'horz., schwach eisenhüllig		
'---'H3	eisenhüllig	stark eisenhüllig bis krustig		
'---'H4	aschig	extrem starker E-Horizont, Fe- und Ton-arm		
'---'H5	bunt, marmoriert	rostfleckig, Fe-Konzent., graue Matrix, wechsellass		
'---'H6	konkretionär	Glaebuls, Nodules, (Durinodes), schwarze Mn-Knötchen		
'---'H7	graufleckig	fleckige Ausbleichungen, Ferrolyse, streifig		
'---'H8	rubifiziert	rot, Geothit- und Haematit-haltige Lehme		
'---'H9	placic	dünne, horizontartige Eisenhydroxidkrusten		

U n t e r t y p e n: Entwicklungsgrad des Bodenprofils,

	<u>K r i t e r i e n:</u>	<u>E r l ä u t e r u n g e n:</u>
	<u>J: Gefüge</u>	
'---'J0	tonhüllig	Bildung von Tonhäuten, Cutans, Argilans
'---'J1	krümelig, bröcklig	stabile, ausgeprägte Krümelung, aggregiert
'---'J2	locker	Raumgewicht < 1,1 im B-Horizont, chloritisiert
'---'J3	klumpig	grosse prism. oder polyedr. Klumpen, segregiert
'---'J4	vertisolisch	schwundrissig, selfmulching, Huminhäute
'---'J5	primitiv, lose	Primitivgefüge, kaum bindig
'---'J6	einzelporig primitiv	einzelporiges, bindiges Primitivgefüge
'---'J7	kompakt	stark verdichtet, Fragipan,
'---'J8	verhärtet	zementierte Schichten, Duripan, Ortstein, massiv, petrocalcic
'---'J9	planosolisch	ferrolit.Tonabbau, sandiger A-, toniger B-Horizont
	<u>K: Hydromorphie</u>	<u>Stauschicht</u> <u>k-Wert</u>
'---'K0	schwach stagnogleyig	staufeucht 10^{-4} } perkolierete Böden
'---'K1	stagnogleyig	schwach staunass 10^{-5} }
'---'K2	stark stagnogleyig	staunass 10^{-6} Pseudogley
	<u>fremdnass</u>	
'---'K3	grundfeucht	Kapillarwasser im C-Horizont, perkolierete Böden
'---'K4	schwach gleyig	Knötchenhorizont: 90 cm u.T. } perkolierete Böden
'---'K5	ziemlich gleyig	(Obergrenze) 60 cm u.T. }
'---'K6	stark gleyig	60 cm u.T. } verbraunter Gley
'---'K7	sehr stark gleyig	Fleckenhorizont 30 cm u.T. } podzoliger Gley
		(Obergrenze)
'---'K8	fahlgleyig	Reduktionshorizont 60 cm u.T. } (mässig) fahler Gley
'---'K9	stark fahlgleyig	(Obergrenze) 30 cm u.T. } stark fahler Gley
'---'K10	extrem fahlgleyig	10 cm u.T. } extrem fahler Gley
		(Anmoorgley)
'---'K11	grundnass	Grundwasser 100 - 60 cm u.T. } organische Böden
'---'K12	stark grundnass	(Schwankungs- 59 - 30 cm u.T. } (Halbmoor und Moor)
'---'K13	sehr stark grundnass	bereich) 29 - 10 cm u.T. }
'---'K14	versumpft	0 - 9 cm u.T. }

U n t e r t y p e n : E n t w i c k l u n g s g r a d d e s B o d e n p r o f i l s ,

	K r i t e r i e n :	E r l ä u t e r u n g e n
	<u>L: organische Substanz</u>	
'---'L0	rohhumos	faserige, filzige oder blättrige org. Substanz, terrestrisch
'---'L1	modrighumos	körnige, flockige org. Substanz >10 % o.S. zersetzt, terrest.
'---'L2	mullreich mullhaltig	kolloide organo.mineral. Komplex >2% o.S. >25 cm terrestrisch wo Anforderungen für mullreich nicht erfüllt sind
'---'L3	huminreich, melanisiert	kolloid organo-mineralisch gefleckt, hüllig, terrestrisch melanisiert, >2 % o.S.
'---'L4	humusarm	hell gefärbt, Munsell Grauton >5, bis 1% o.S.
'---'L5	antorfig	faserige org. Auflage, <40 cm, nass
'---'L6	anmoorig	körnige org. Substanz >10 % o.S. <40 cm. zersetzt, nass
'---'L7	flachtorfig	faserige org. Auflage 40-90 cm, nass
'---'L8	tieftorfig	faserige org. Auflage >90 cm, nass
'---'L9	saprophumos	körnig, schmierig, speckig >30% o.S. >40 cm, zersetzt, nass und halb terrestrisch
	<u>M: Horizontierung</u>	
'---'M0	regosolisch	nur A-Horizont deutlich, kein B-Horizont, roh
'---'M1	diffus	sehr undeutliche Horizontübergänge, durchmischt, verwittert
'---'M2	abrupt horizontiert	scharfe oder deutliche Horizontgrenzen und-unterschiede mit starkem Gradienten
'---'M3	unregelmässig horizontiert	senkrechte Durchdringung v. Horizonten, taschig, zungen- förmig, keilförmig
'---'M4	biologisch durchmischt	partielle Bioturbation in der Senkrechten (Krotovinen)
'---'M5	schwach ausgeprägt	Typenmerkmale undeutlich, schwach entwickelt
'---'M6	ausgeprägt	Typenmerkmale ausgeprägt, entwickelt
'---'M7	degradiert	Typenmerkmale rückgebildet, Fremdmerk. vorhanden
'---'M8	cryosolisch	Permafrost, Frostmuster (recente)

E: Bodengerüstdynamik, Profilschichtung

- erodiert: geköpfte, abgetragene Profile; unter einem Ah-Horizont folgt direkt der BC, C oder R Horizont. Ausserdem soll die Abschwemmung oder Erosion durch die topographische Lage erklärbar sein. Man unterscheidet:
- Abtrag durch Wasser:
 - Flächenabschwemmung
 - Rillenerosion
 - Grabenerosion
 - Totalerosion, Abrutschung
 - Abtrag durch Gravitation:
 - flächiger Abtrag, Absturz, Abriss, Denudation
 - Abtrag durch Wind:
 - flächen-oder rillenförmige Ausblasung
- kolluvial: Aufrutschschichtung ist im Bodenprofil sichtbar und ist durch die Bodenentwicklung noch nicht völlig verwischt.
- Bergschuttkegel, Gehängeschutt, Jungmoräne
Bergsturz
Schuttrinnen, Schuttstrom
Rutschung, Murgang, Rufe, Erdschlipf
Solifluktion (auf gefrorener Unterlage, gerutscht), Fließerde
Hanglehm, vom Hang ausgewaschenes und am Hangfuss deponiertes Feinmaterial
- anthropogen gestört: künstliche Aufschüttungen und Deponien, oder durch Bodenbearbeitung, Aufgrabungen etc. vermischte Böden.
- Durch Verbesserungsmaßnahmen aufgestockte Bodenprofile, Uebersandung, Humusierungen (man made soil, Anthropic Epipedon, Plaggenboden)
- alluvial: Im Wasser sedimentiert, wobei Schichtungen im Bodenprofil noch erkennbar sind; AC oder BC Horizonte sind alluvial geschichtet.
- Alluvionen können unterteilt werden in:
Fluss- und See-Sedimente (Schluff, Sand, Kies)
Kolmatierungen: künstliche Auflandung von Mulden
Marsche: meeresnahe Alluvionen in Bereichen der Fluss-oder Meerwasserüberschwemmungen.
Flutlehm: episodische Ueberschwemmungslehme in Flusstälern und Ebenen
Seebodenlehm: Verlandungen, Alluvialrinnen, Priel, mit feinkörniger mineralischer Substanz gefüllte Mulden und Becken
- alluvial überschüttet: eine alluvial geschichtete Auflage von 20 cm bis 40 cm über einem gewachsenen Boden, z.B. auf Torf. Bei mächtigerer Ueberdeckung wird das Profil gemäss derselben klassiert (Fluvisol, Gley, Regosol)
- polygenetisch: mit grösseren Unterbrüchen deponiertes Bodengerüst. In den Zwischenzeiten ist eine morphologisch deutliche Bodenentwicklung eingetreten. Das Profil enthält einen oder mehrere begrabene Ah-Horizonte.
- aeolisch: Windsedimente deren aeolische Struktur noch morphologisch im Bodenprofil sichtbar ist.
- Löss: mit Lösssporen und Sekundärkalk versehene Staubsedimente
Flugsand: auf kurze Distanz verblasener sortierter Staubsand oder Feinsand
Dünensand: durch Sandkriechen akkumulierter Mittelsand.

F: Verwitterungsgrad

- lithosolisch: Der massive Fels steht kontinuierlich auf 1 bis 10 cm u.T. an, vereinzelt treten tiefere Spalten im Gestein auf. Der Fels ist physikalisch und chemisch an seiner Oberfläche verwittert, jedoch ist er mit Handgeräten nicht oder sehr schwer abbaubar. Das weniger als 10 cm mächtige Bodenprofil über dem R-Horizont ist feinerdehaltig. Lithosole sind auf der Stufe des Untertyps klassiert.
- juvenil: Die Gesteinsunterlage tritt unterhalb 10 cm und oberhalb 60 cm u.T. auf; sie verhält sich physikalisch gleich wie bei Lithosolen. Die Felsunterlage ist oft in variierender Tiefenlage.
- kluftig: Die Felsunterlage ist in sehr variablen Tiefen anstehend. Das unterliegende Gestein ist durch ein kontinuierliches Muster von Klüften und tiefen Spalten aufgeteilt. In den Klüften sind partiell tiefgründige Böden vorhanden, die feinerdereich oder grobskelettig sein können.
- karstig: Der Kalksteinfels tritt mit stark rilliger bis kluftiger Oberfläche im Wurzelbereich der Pflanzen auf. Die Karstrillen oder -klüfte enthalten meist sehr feinerdereiche bis tonige Füllungen.
- psephitisch: Das ganze Profil ist skelettreich. Junge Böden, die sich in einem nur physikalisch verwitterten Gesteinsmaterial bilden (z.B. Hangschuttkegel). Der Feinerdeanteil kann maximal 10 Vol % erreichen. Der Gehalt an Geröll und Steinen mit über 5 cm \varnothing soll etwa 30 Vol % oder mehr betragen.
- psammitisch: Das ganze Bodenprofil ist Feinsand, der Ah-Horizont kann ein lehmiger Sand sein. Der Gehalt an Skelett ist sehr gering (\ll 1 Vol %). Das Bodengerüst ist vorwiegend physikalisch verwittert; der Gehalt an Sekundärmineralien liegt unter 4 g pro 100 g Feinerde.
- pelosolisch: Das ganze Bodenprofil, inklusive C-Horizont ist sehr feinkörnig. Hartes Skelett ist nicht vorhanden (\ll 1 %). Der Sandanteil ist gering (\ll 10 %). Der Silt- oder Schluffgehalt kann hoch sein, sofern gleichzeitig auch ein hoher Anteil der Tonfraktion vorliegt. Pelosolische Böden entstehen durch Verwitterung sehr feinkörniger Sedimentgesteine (Tonschiefer, Flysch, Molassemergel, Keupermergel). Meist ist der Uebergang in den C-oder R-Horizont sehr diffus. Durch Auflösung des Bindemittels im Sedimentgestein entsteht bereits ein C-Horizont mit grossem Anteil an Sekundärmineralien. In flachgründigen Böden tritt ein paralithischer Kontakt auf; der morphologische Aspekt des Gesteins ist noch erkennbar, obwohl das Material mit Handgeräten leicht abgetragen werden kann.

Versauerung

Sofern das ganze Profil von der Bodenoberfläche bis zum C- oder BC-Horizont die folgenden Versauerungsgrenzen aufweist, kann der Untertyp entsprechend bezeichnet werden.

	pH im Wasser	pH in CaCl ₂	Sättigung
sehr stark sauer	< 4,7		< 10
stark sauer	bis 5,2	4,6	< 15
sauer	5,3 - 5,8	4,7 - 5,8	15 - 50
schwach sauer	5,9 - 6,7	5,3 - 6,1	51 - 80
neutral	6,8 - 7,2	6,2 - 6,7	> 80

Die Sättigung wird wie folgt berechnet:

$$(\text{Ionen und KUK im m.val./100 g Feinerde}) : \% S = \frac{(\text{K}^+ + \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}{\text{KUK}} 100$$

Die pH-Bestimmungen erfolgen nach den gebräuchlichen AC-Methoden (ein Teil Boden zwei Teile Lösung). Im Feld können auch Indikatorlösungen Verwendung finden, z.B. Einzelindikatoren für bestimmte pH Bereiche:

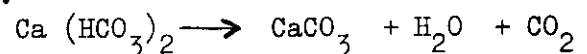
Bromcresolgrün pH 3,8 - 5,6
 Chlorphenolrot pH 5,2 - 6,8
 Bromthymolblau pH 6,0 - 7,6
 Phenolrot pH 6,8 - 8,4
 oder Mischindikatoren, z.B. Helligeindikator

Entkarbonatung, diese erfolgt sozusagen schichtweise von der Bodenoberfläche her. Als teilweise entkarbonatet wird ein Profil angesprochen, das im B-Horizont oder wenigstens im BC, noch primäres CaCO₃ in der Feinerde enthält. Die darüberliegenden A oder AB Horizonte sind entkarbonatet.

Karbonatreich, ist ein Boden der bis zur Oberfläche primäres CaCO₃ enthält.

Der Gehalt ist i.d.R. nahe der Oberfläche am geringsten und nimmt ziemlich rasch mit der Tiefe zu.

Kalkflaumig, nennt man einen Boden mit einem ausgeprägten sekundären Kalkflaumhorizont unterhalb dem Humushorizont oder im tieferen B oder Bx-Horizont. Das sekundäre CaCO₃ ist feinpulverig oder pseudomyzelartig. Die Ausscheidung des CaCO₃ erfolgt durch Wasserentzug, also eher bei Trockenheit:



Der CaCO₃-Gehalt im Ik-Horizont soll etwa 5 % höher sein als im darüberliegenden Horizont.

Kalktuffig, seekreidig bezeichnet die sekundäre Kalziumkarbonatbildung im Boden, im Zusammenhang mit Ueberschusswasser. Die Fällung erfolgt im Zusammenhang mit der Veränderung der Löslichkeitskonzentration infolge Temperaturschwankungen, Abnahme des CO₂-Drucks in der Bodenlösung und lange andauerndes Verharren eines bikarbonatgesättigten Grundwasserniveaus. Körnige, kindelartige Kalkkonkretionen treten bei langsamer ungestörter Ausscheidung im Boden auf. Seekreidig ist die Ablagerung bei semiterrestrischen und subhydrischen Bodenbildungen. Verhärtete Kalktuffe werden nach ihrem Gefüge unter J 8 klassiert.

Alkalisch ist ein Boden der im ganzen Profil ein pH-Wert über 7,8 aufweist, verursacht durch einen übernormalen Gehalt an austauschbarem Natrium (Natric Horizon mit über 15 % Na in der KUK). Der Boden kann demnach solonetzartig sein. Häufig ist auch der Salzgehalt leicht erhöht, so dass die Leitfähigkeit 2 - 5 Millimho im Sättigungsextrakt beträgt.

Salzig, der Gehalt an wasserlöslichen Salzen eines Bodenhorizonts im Profil ist stark erhöht (>2g/100g Feinerde); die elektrische Leitfähigkeit des Sättigungsextrakts erreicht Werte von mehr als 5 Millimhos. Der pH-Wert liegt bei 9 oder höher, sofern nicht neutrale oder saure Salze vorwiegen.

Die Art der Bindung des Eisens an Ton oder Humine, die Art der Kristallisierung und die Verteilung oder Konzentration des Eisens in Teilen des Bodenprofils kann sehr verschieden sein. Hier sind auch Phänomene extremer Entfernung des Eisens aus bestimmten Horizonten behandelt.

Verbraunung, bezeichnet eine sehr homogene Verteilung des Eisenhydroxids und seine Bindung an den Ton. Dadurch entsteht eine gleichmässig braune Färbung des gesamten Bodens (z.B. YR 5/4, Chroma 3 - 6). Als verbrauchte Untertypen werden auch Uebergangsbildungen einbezogen von eher gelber Färbung, von schwach geflecktem Aussehen oder geringerem Chroma. Ein typischer Braunerdehorizont ist identisch mit dem Cambic Horizon.

Quarzkörnig ist ein Oberflächenhorizont, der eine Grosszahl blanker Quarzsandkörner eingestreut enthält. Die gewöhnlich stark haftenden braunen oder tonigen Hüllen sind entfernt, so dass die blanken Mineraloberflächen durch ihren matten Glanz ausfallen. Dieser Prozess ist als Kryptopodzolierung aufzufassen. Quarzkörnige Untertypen sind oberflächlich stark versauert, im Mittelprofil ist der pH-Wert unter Umständen noch neutral.

Podzolic, bezeichnet eine beginnende Podzolierung, die bereits weiter geht als "quarzkörnig". Der Vorgang der Podzolierung, nämlich die Eisenhydroxidverlagerung zusammen mit Huminsäuren ist noch nicht ausgeprägt, die Horizontausbildung erlaubt die Klassierung als Podzol nicht, weil der IFe-Horizont noch wenig entwickelt und ein E-Horizont nur andeutungsweise auftritt. Erkennbar ist eine Vergrauung im unteren Teil des Ah-Horizonts und eine abrupte Zunahme des Chromas direkt darunter, in einem Horizont der nur 1 - 3 cm mächtig ist.

Eisenhüllig wird ein eigentlicher Spodic-Horizont bezeichnet, dessen Kolloidhüllen um die Sandkörner im wesentlichen aus Eisenhydroxid oder Ferrihydraten besteht. Da diese "Eisenhüllen" oder -Häute alle Einzelteilchen des Horizonts überziehen, erhält dieser eine starke Färbung, die sich im Profil deutlich abhebt. Die Farbe ist meist röter als 10 YR mit einem Chroma von mehr als 4. Der Eisenpodzol ist durch den eisenhülligen I-Horizont gekennzeichnet.

Aschig sind Böden mit extrem mächtigem E-Horizont. Dieser Untertyp wird vorallem bei Podzolen auf sehr durchlässigem quarzreichen Gestein vorkommen, das einen weisslichgrauen E-Horizont von mehr als 30 cm Schichtdicke aufweist.

Bunt, bedeutet das Auftreten von kontrastreichen Flecken in einem ganzen Bodenhorizont oder im ganzen Profil. Die Flecken sind rötlich oder gelbrot, und immer von hohem Chroma (über 6). Sie sind meist scharf abgegrenzt und liegen in einer helleren Matrix, die hellgrau oder hellgelb ist und ein Chroma von 2 oder weniger aufweist. Die Flecken selbst können in ihrer Menge, Form und Ausgeprägtheit sehr unterschiedlich sein, sie übersteigen jedenfalls das Ausmass wie es bei "konkretionär" gefordert wird.

Als bunt wird eine Fleckigkeit bezeichnet, wie sie i.d.R. bei häufiger Vernässung und anschliessendem Absinken des Grundwasserstandes auftritt (wechsellasser Gley). Die Eisenkonzentrationen sind verhältnismässig kompakt, kontrastreich abgegrenzt und vorwiegend in der Nähe von Sickerporen, mehr oder weniger im ganzen Horizont gleichmässig verteilt.

Marmoriert bezieht sich eher auf streifige, oder netzartige Eisenkonzentrationen, wie sie bei einigen Pseudogleyen, Planosolen und Ferralsolen vorkommen. Die Fe-Konzentrationen befinden sich innerhalb des Plasmas, weniger am Rand von Hohlräumen, doch folgen sie denselben.

Konkretionär ist eine relativ schwache Form des Auftretens von Eisenkonzentrationen. Schwarze manganreiche Punkte kennzeichnen einen periodisch auftretenden schwachen Sauerstoffmangel im Profil. Grössere Nodules oder Glaebules treten als Pedorelikte oder als Rückstände fossiler Bodenbildungen auf (z.B. Durinodes).

Graufleckig ist ein Boden bzw. Horizont, der in einer normal gefärbten Matrix, graue Ausbleichungen aufweist. Im Gegensatz zu "bunt" handelt es sich also nicht um Eisenkonzentrationen, sondern um partielle Ausbleichungen. Die Ursache dafür kann z.B. in der Tonzerstörung im Obergrund von Planosolen oder degradierten Luvisolen sein. Sie kann horizontweise diffus oder zungen- und streifenförmig auftreten. Die Entfärbung steht zwar auch mit einer Verschiebung von Fe-Ionen in Beziehung. Der Vorgang führt jedoch im betreffenden Horizont nicht zu auffälligen Fe-Konzentrationen. Auch Pseudogleye können graufleckig sein im Obergrund, wobei das Eisen in reduzierter Form in den Untergrund verlagert wurde (Nassbleichung).

Rubifiziert, bezeichnet die Kristallisierung des Eisenhydroxids in Goethit oder Haematit. Der Boden erhält damit eine starke Färbung die 7,5 YR oder einem röteren Farbton entspricht; das Chroma ist meist sehr hoch (>6). Rubifizierte Böden kommen in tropischen und subtropischen Gegenden vor, aber auch bei uns sind sie als Relikte und Paläosole vorhanden.

Als Rubifizierung kann auch eine aus dem Gestein ererbte Rötung durch Goethit bezeichnet werden, sofern man damit eine aussagekräftige Untertypeneinheit erhält (einzelne Juraböden). Rubifizierung ist meist kombiniert mit Tonverlagerung und Oxidanreicherung.

Placic wird eine dünne eisenreiche horizontartige Kruste bezeichnet, die an Stelle eines eigentlichen Podzol I-Horizonts tritt. Solche Bildungen treten in grundnassen Podzolen oder in Moorböden mit Podzolierungstendenz im Untergrund auf. Ockerkrusten können als placic-Horizonte angesehen werden.

Tonhüllig ist jedes Hüllengefüge das deutlich erkennbare Tonhüllen oder Tonhäute (clay cutans, argillans) aufweist. Der betreffende Horizont braucht nicht diagnostisch für den Bodentyp zu sein. Die Bezeichnung "Tonhüllig" dient zur Kennzeichnung von Zwischengliedern zwischen dem Luvisol und anderen Bodentypen, wie Phaeozem, saure Braunerde, neutrale Braunerde, Pseudogley. Die Tonhüllen sind im Profil zu erkennen durch ihren seidigen Glanz an den Aggregatoberflächen und die etwas stärkere Färbung der Hülle gegenüber der Matrix (Chroma und Grauton).

Krümelig, bröcklig, wird ein besonders gut, d.h. stabil und ausgeprägt, aggregierter Bodenuntertyp benannt. Die Aggregation bezieht sich vorwiegend auf den oberen Profiltteil (A,B, Horizonte), wobei jedoch mindestens die obersten 60 cm Profil erfasst sein sollen.

Krümel sind relativ kleine (bis 20 mm ϕ), eher poröse sphäroide Aggregate, sie entstehen meist in humushaltigen bis mullreichen Böden mit Schwammgefügen.

Bröckel sind gröbere Aggregate (2-10 cm grösster Durchmesser), sie sind eher dicht, polyedrisch oder prismatisch, gerundet bis kantig. Sie kommen auch in den Mittelhorizonten (B,I, Horizonten) vor z.B. Rendzina, Parabraunerde.

Locker ist ein Bodentyp mit einer Bodendichte von weniger als 1,1 g/ml. Die Aggregation braucht nicht besonders gut zu sein. Das lockere Gefüge wird eher durch die Art der Tone (Chlorit) und ihre Koagulation (H^+ , Al^{3+}) sowie einen relativ hohen Humusgehalt erreicht (lockere Untertypen der sauren Braunerde, andosolartig).

Klumpig ist ein Bodenuntertyp mit besonders deutlicher Segregierung im ganzen Profil, ausser im BC- und C Horizont. Klumpen sind sehr grosse (über 10 cm, oft mehrere dm grosse) permanent vorhandene Bodenteile. Sie sind durch Segregierung d.h. Aufspaltung des Bodenkörpers infolge Schrumpf- und Schwellvorgängen, entstanden. Die Klumpen sind meistens in ihrem Inneren ziemlich dicht aufgebaut, so dass ihre Durchwurzelung gering ist; die Wurzeln wachsen vorwiegend in den Klumpenzwischenräumen und an ihren Oberflächen. Klumpen kommen meistens unregelmässig prismatisch, zuweilen auch polyedrisch, plattig oder säulig vor.

Vertisolisch ist eine besondere Art der Klumpigkeit. Die Klumpen umfassen stets den ganzen Ah-Horizont und die Risse führen von der Terrainoberfläche in einem Zug bis in den BC-Horizont. Bei Trockenheit sind die Risse und Spalten breit (>2 cm). In der Folge fällt organisches Material in die Spalten und bildet dort eine humose Tapete der Klumpenoberflächen (Selfmulching). Vertisolische Klumpen enthalten Schwelltone (Montmorillonit). Die häufig eintretenden Spannungen und kleinen Verschiebungen zwischen den Klumpen bei Wassergehaltsänderungen führen zu polierten Klumpenoberflächen (Slikenside).

Primitiv, lose bezeichnet ein Primitivgefüge von geringer Konsistenz und Kohärenz (Sandhaufen). Solche Böden sind der Erosion und Ausblasung unterworfen. Als Untertypenbezeichnung wird primitiv lose gebraucht, z.B. bei sehr jungen unentwickelten Böden.

Einzelporig, primitiv bedeutet ein bindiges, kohärentes Gefüge, ohne Aggregation und höchstens schwacher Segregierung. Die Sickerporen treten als einzelne Wurzel- oder Würmröhren auf.

Kompakt ist ein sehr porenarmer, dicht gelagerter und kohärenter Boden. Ein kompaktes Bodenstück zerfällt in Wasser, oder wird wenigstens rasch aufgeweicht (Fragipan). Kompakte Untertypen kommen in Grundmoränen und verdichteten, feinkörnigen Sedimenten usw. vor.

Verhärtet. Das Material ist kompakt, aber zudem durch ein Bindemittel zementiert. Als Bindemittel tritt Eisenhydroxid in Podzolen auf (Ortstein); Kalziumkarbonat in Kalkverhärtungshorizonten (Calcrete, petrocalcic), Silicium (in Cangahua) und kristallines Eisenoxid im Lateriat.

Planosolisch ist eine Untertypenbezeichnung für einen Boden der sich zum Planosol hin entwickelt, d.h. er unterliegt im Oberboden der Tonzerstörung, unter sauren, ferrolitischen Bedingungen. Planosolisch sind einige Pseudogleye mit stark saurem Obergrund und tonreichem Unterboden.

Zu langsam verlaufende Infiltration verursacht zeitweise Porenstau und Reduktion.

Schwach stagno- oder pseudogleyig. Böden mit Durchlässigkeiten von 10^{-4} cm/sec sind bei Klimaverhältnissen des schweizerischen Mittellandes zeitweise sauerstoffarm. Sie zeigen im Mittelhorizont eine schwache Gleyfleckigkeit infolge der Staufeuchte (z.B. schwach pseudogleyige Braunerde).

Stagnogleyig, pseudogleyig. Bei einer gesättigten Wasserdurchlässigkeit von etwa 10-5 cm/sec und bei Niederschlags- und Vegetationsverhältnissen des Mittellandes entstehen längere Perioden mit ungenügender Durchlüftung im mittleren und unteren Teil des Bodenprofils. Der Oberboden bis auf mindestens 30 cm u.T. zeigt keine Pseudovergleyung (z.B. pseudogleyige Braunerde).

Stark stagnogleyig, stark pseudogleyig. Ziemlich starke Staunässe bei k-Werten um 10^0 cm/sec führen zu Reduktionserscheinungen im ganzen Bodenprofil. In den Trockenperioden tritt Oxidation ein, was zur typischen Fleckigkeit des Bodens führt. Der Pseudogley ist definitionsgemäss stark pseudogleyig oder staunass, was aber bei der Typenbezeichnung nicht angegeben werden muss.

Wechselnasse, fremdnasse Mineralböden. Der Pedon erhält neben dem Regenwasser auch Fremdwasser, das von unten oder von der Seite her einfließt.

Grundfeucht. Das Kapillarwasser steigt vom Grundwasser her bis in die Wurzelzone auf. Dieser Untertyp kann bei allen normal durchlässigen Böden mit Grundwasser im C-Horizont vorkommen (grundfeuchte Braunerde).

Schwach gleyig: Obergrenze des Knötchenhorizontes bei 90 cm u.T.. Der Knötchenhorizont ist ein punktförmig gefleckter Gleyhorizont mit wenig ausgeprägten Eisenhydroxidkonzentrationen. Er entsteht durch periodische, wenig lang dauernde Porensättigung infolge Fremdwasserzufuhr (Grundwasser, Hangwasser). Die Vernässung verursacht nur eine teilweise Reduktion des Knötchenhorizonts, so dass die Matrix keine extremen Reduktionsfarben aufweist. Der obere Profilteil bis 90 cm u.T. zeigt keine Vergleyungserscheinungen (z.B. schwach gleyige Braunerde).

Ziemlich gleyig: Obergrenze der Knötchenhorizonte bei 60 cm u.T. beginnend, darüber bis zur Oberfläche keine Gleyflecken vorhanden.

Stark gleyig: Fleckenhorizont 60 cm u.T. beginnend. Der Fleckenhorizont weist auf bedeutend längere und intensivere Reduktionsperioden hin. Es entstehen ausgeprägte Eisenhydroxidkonzentrationen, die sich deutlich von der ziemlich reduzierten Matrix abheben. Komplette Reduktionszonen ohne Oxidationsflecken können im Profil unterhalb 90 cm u.T. auftreten. Der obere Profilteil ist im Fall des verbrauchten Gleys verbraunt.

Sehr stark gleyig: Fleckenhorizont 30 cm u.T. beginnend, darüber ein normaler Ah-Horizont (z.B. bunter Gley).

Mineralische Nassböden mit permanenten Reduktionszonen

Fahlgleyig, Reduktionshorizont 60 cm u.T. beginnend (fahler Gley). Als Reduktionshorizont gilt eine Bodenzone die vorwiegend oder umfassend Reduktionsfarben (grau, grün, blau, schwarz) zeigt. Rostflecken kommen darin nur in der Uebergangszone vereinzelt vor. Ueber dem Reduktionshorizont liegt ein Fleckenhorizont mit Ferrihydratkonzentrationen, er zeigt die Zone an, in welcher ein Wechsel der Reduktion und Oxidation stattfindet. Je nach der Lage des Reduktionshorizonts werden drei Untertypen des fahlen Gleys unterschieden.

Stark fahlgleyig, Reduktionshorizont 10 cm u.T. geginnend (stark fahler Gley). Im Horizont 0-30 cm sind meistens starke Rostflecken vorhanden.

Extrem fahlgleyig, Reduktionshorizont 10 cm u.T. beginnend, der darüber liegende humose oder humusreiche Horizont weist nur ausnahmsweise noch richtige Eisenkonzentrationen auf (extrem fahler Gley). Oft ist eine Humusanreicherung (Anmoorigkeit) festzustellen (anmooriger, extrem fahler Gley).

Grundwasserstand in Mooren

Moore sind ursprünglich bei völliger Ueberstauung des Bodens als subhydrische Bildungen entstanden. Infolge natürlicher, langfristiger Grundwasserschwankung oder nach generellen Grundwasserabsenkungen in den Flusstälern findet man jetzt oft tiefe Grundwasserstände in unseren Moorböden. Der Grundwasserstand steht somit häufig nicht mehr im Zusammenhang mit der Genese des Moors. Die landwirtschaftliche Nutzungsmöglichkeit und die Stabilität des Moorprofils werden durch die Lage des Grundwasserstandes wesentlich beeinflusst.

Grundnass, 60 - 100 cm u.T. anstehender Grundwasserstand. Der dauernd über dem Grundwasser stehende, durchlüftete Profilteil ist einer Komprimierung und einem starken Abbau unterworfen. Der künstlich abgesenkte Grundwasserstand scheint sich deshalb wieder zu heben. In Wirklichkeit senkt sich die Terrainoberfläche langsam ab (bis 1 m in 20 - 30 Jahren bei acker- oder gemüsebaulicher Nutzung).

Stark grundnass, 30 - 59 cm u.T. anstehender Grundwasserstand. Für futterbauliche Nutzung sind diese Moore noch gut geeignet. Die Moorsackung ist unter diesen Umständen gering. Acker und Gemüsebau können nur ausnahmsweise erfolgreich sein, wenn es gelingt Grundwasserstandsschwankungen auszuschalten.

Sehr stark grundnass, 10 - 39 cm u.T. Grundwasser anstehend. Diese Moore können in der Regel landwirtschaftlich nicht genutzt werden, ausser eventuell als Streuwiesen.

Versumpft, Grundwasser in weniger als 10 cm u.T. anstehend. Dies sind natürliche Flachmoorstandorte.

Wasserdurchlässigkeit des gesättigten Bodens

(Bodenkartierungsdienst RECKENHOLZ)

Durchlässigkeit			Ungefähre Sickerzeit für		Beurteilung: Gebiete mit Regenintensitäten bis 100 mm/Tag, bis 2000 mm/Jahr inklusive Fremdwasser		
k-Wert cm/sec	cm/Tag	mm/Std.	100 m ³ /ha) 10 mm Wasser	(1000 m ³ /ha) 100 mm Wasser	Durchlässigkeit	Wasserstau	Bodenklassifikation
10 ⁻¹	8'640	3600	10"	1'40"	extrem rasch		Durchlässige, vollständig durchlüftete Böden
10 ⁻²	864	360	1'40"	16'40"	rasch		
10 ⁻³	86	36	16'40"	2 Std. 46'	ziemlich rasch		
10 ⁻⁴	8,6	3,6	2 Std. 46'	27 Std.	mittel	stau-feucht	Mittel durchlässige, schwach stagnogleyige Böden
10 ⁻⁵	0,8	0,4	27 Std.	11 Tage	träge	schwach stau-nass	stagnogleyige Böden
10 ⁻⁶	0,08		11 Tage	110 Tage	langsam	stau-nass	Pseudogley, Bunter Gley
10 ⁻⁷	0,008		110 Tage	1 Jahr	sehr langsam	stark stau-nass	Fahler Gley und Moor
10 ⁻⁸	0,0008		1 Jahr	10 Jahre	kaum durchlässig	ver-sumpft	Böden mit permanentem Wasserstand nahe der Oberfläche

L: Organische Substanz

Rohhumos. Die organische Substanz des Bodens enthält noch sehr viele Pflanzenreste, die als pflanzliche Organe identifizierbar sind (Bild 1 und 2). Dabei kann der Abbaugrad im Rohhumushorizont unterschiedlich sein, so dass Unterteilungen in Subhorizonte möglich sind (z.B. OL-OF-Omo). Rohhumose Bodenprofile sind in der Regel normal durchlässig. Die Horizontdicke soll über 1 cm und der Gehalt an org. Substanz über 30 % betragen. Nach der amerikanischen Klassifikation fällt ein Rohhumushorizont zusammen mit den Torfen unter die histic epipedons.

Modrighumos. Die organische Substanz ist so stark abgebaut, dass von Auge kaum mehr pflanzliche Organe erkennbar sind. Das ganze Material weist einen körnigen, lockeren meist schwarzen Aspekt auf; die Mineralerde ist nur schwach vertreten und zwischengestreut. Mikroskopisch können noch zahlreiche Gewebeteile mit Zellstrukturen vorkommen (Bild 7). Diese Humusform wird in der amerikanischen Klassierung mit "hemist" bezeichnet.

Mullreich. Ein Mullhorizont (mollic epipedon) zeichnet sich dadurch aus, dass die kolloiden Humate mit der Mineralerde, namentlich den Tonen verbunden sind. Kennzeichnend für ein mullreiches Profil ist der mächtige dunkle Oberhorizont (>25 cm) von neutraler Reaktion und von ausgezeichnet porösem Gefüge. Der Gehalt an organ. Substanz im Pedon beträgt über 20 kg/m² (im Ah 5 - 20 % o.S.).

Huminreich. Der Huminhorizont (umbric epipedon) weist eine saure Reaktion und die Bindung der Humine an Metalle (Al, Fe) auf, Tonbindungen kommen jedoch auch vor. Diese metall-organischen Kolloide können sich im Profil verlagern und auch Illuvialhorizonte bilden. Ueber 20 kg/m² o.S. im Pedon, unter 20 % o.S. in der Feinerde.

Humusarm. Als humusarm (ochric) wird ein Profil bezeichnet, das weniger als 5 kg organische Substanz pro m² enthält. In der Regel findet man im Obergrund nur 1 - 2 % organische Substanz in der Feinerde. (Normale Humusgehalte zwischen 5 - 20 kg/m² geben keinen Anlass, Untertypen auszuscheiden).

Antorfig ist ein Pedon, der bei hohem Grundwasserstand eine faserige organische Torfaufgabe von weniger als 40 cm Mächtigkeit aufweist. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt über 30 %.

Anmoorig ist ein Pedon, der bei hohem Grundwasserstand eine körnig abgebaute organ. Auflage von weniger als 40 cm Mächtigkeit aufweist. Der Gehalt an org. Substanz beträgt mehr als 10 % in der trockenen Feinerde.

Flachtorfig ist ein Pedon, der bei hohem Grundwasserstand eine faserige Torfaufgabe von 40 - 90 cm Mächtigkeit entwickelt hat. Der Gehalt an organischer Substanz beträgt mehr als 30 %.

Tieftorfig (fibrist) wird ein Pedon bezeichnet, dessen Torfaufgabe über 90 cm mächtig ist. Die Humusform ist mehr oder weniger stark faserig, entsprechend der Entstehung aus Seggen oder Moosen etc. (Abb. 4). Meistens ist der Gehalt an organischer Substanz sehr hoch, jedenfalls aber über 30 %. Mineralreiche Schichten können jedoch die Torfschichten unterbrechen, besonders wenn sich das Moor im Uberschwemmungsbereich eines Gewässers bildete.

Sapromhos (saprist) bedeutet eine organische Auflage von mehr als 40 cm Mächtigkeit, die körnig oder schmierig abgebaut ist. Der Gehalt an organischer Substanz ist meist über 30 %, er kann jedoch auch bis 10 % absinken. Entwässerte Torfmoore wandeln sich mit der Zeit in sapromhose Böden um, gleichzeitig nimmt die Wasserdurchlässigkeit stark ab.

M: Horizontprägung (Ausprägung der Profilhorizonte)

Regosolisch sind Bodenprofile, die ausser einer organischen Substanz enthaltendem A-Horizont keine deutliche Horizontierung aufweisen (Ah - C - Profile). Regosole zeigen keinen diagnostischen Horizont, z.B. der Ah-Horizont ist nur schwach ausgeprägt. Andere Merkmale der Bodenbildung wie z.B. Verbraunung können andeutungsweise vorkommen (Ah - AC - C oder Ah - BC - C Profile).

Diffuse Bodenprofile enthalten keine deutlichen Horizontgrenzen. Das Bodengerüst kann jedoch gründlich verwittert sein und einen hohen Gehalt an Sekundärmineralien aufweisen (Ah - AB - BC Profile).

Abtupt horizontiert ist ein Bodenprofil mit scharfen oder deutlichen Horizontgrenzen, wobei die Horizonte extreme Unterschiede aufweisen z.B. eine stark saure Rohhumusauflage auf karbonathaltiger Unterlage oder ein sandiger Eluvialhorizont auf toniger Unterlage.

Unregelmässig horizontierte Profile entstehen bei senkrechter Durchdringung des höhergelegenen Horizonts in den tieferliegenden, wobei taschen-, zungen- und keilförmige oder bandartig wellige Horizontgrenzen entstehen. Die Ursache kann z.B. in starken Durchlässigkeitsunterschieden oder im Auftreten sehr tiefer Bodenklüfte liegen.

Biologisch durchmischte Horizonte treten in Böden mit zahlreichen wühlenden Bodenorganismen auf (Regenwürmer, Ameisen, Termiten, Mäuse). Der organische Substanz enthaltende Horizont ist in diesem Fall ausserordentlich tiefgründig und oft nesterweise oder röhrig in den unterliegenden (B) Horizont eingemischt (Krotovinen Ah/B Horizont). Die Tiefenwanderung der Bodentierchen wird durch ein jahreszeitlich oder täglich stark unterschiedliches Bodenklima gefördert (Steppen, Gebirge).

Schwach ausgeprägte Horizontierung deutet auf ein nur mässig entwickeltes Bodenprofil hin. Die Bodentypenmerkmale (Podzolierung, Verbraunung, Tonwanderung usw.) sind erkennbar, jedoch nur schwach das Profil prägend.

Ausgeprägt horizontiert ist ein Profil, das die Typenmerkmale unzweifelhaft deutlich aufweist. Die Anreicherungs-, Auswasch-, Verbraunungshorizonte etc. sind ausgeprägt und unverkennbar. Dabei ist die Mächtigkeit der Horizonte weniger entscheidend als ihr besonders guter Entwicklungsgrad.

Degradiert bedeutet, dass typenfremde Merkmale ein ehemals ausgeprägt horizontiertes Bodenprofil sekundär verändert haben. Eine Braunerde kann z.B. durch extreme Versauerung degradieren, obwohl noch keine Podzolierung vorliegt, oder eine Rendzina kann durch eine dünne versauerte Auflage degradiert sein.

Kryosolisch sind Pedone oder Horizonte, die durch Oberflächenfrost und Permafrost verändert wurden. Dazu gehören Höcker, Polygone, Girlanden usw. an der Bodenoberfläche; Körnungssortierungen (Steinringe, Steinlinien usw.); Solifluktionerscheinungen (Bodenfliessen); Kryoturbationen (Torfeinmischungen im Unterboden, Sandfüllungen usw.) und schliesslich das Auftreten von Eislinen im Boden oder dauernd bzw. regelmässig gefrorener Bodenhorizonte.

BodenskelettGrössenklassen des Bodenskeletts

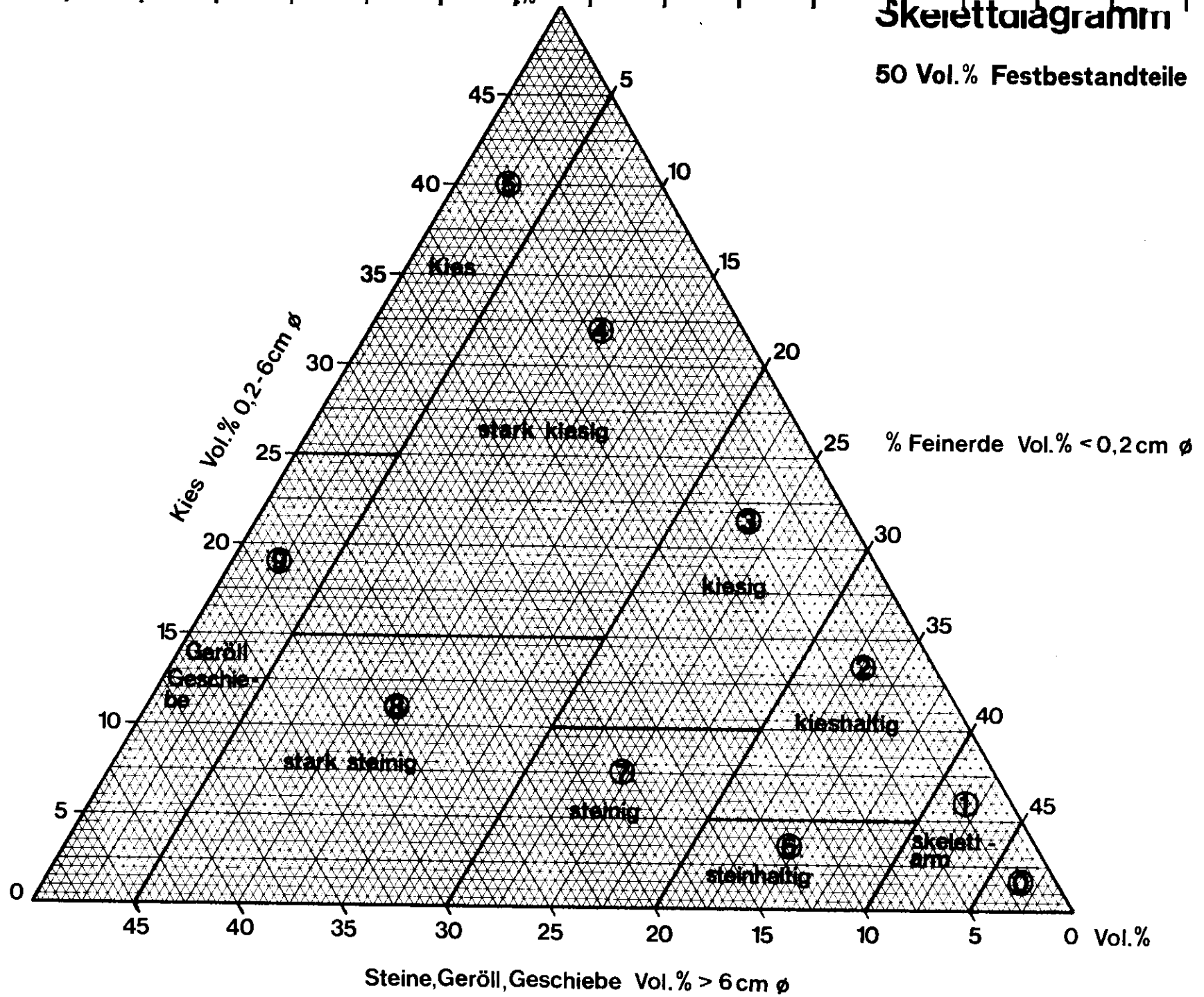
Klasse	Durchmesser cm
Feinkies	0,2 - 3,0
Grobkies	3,0 - 6,0
Steine	6,0 - 10,0
Geröll	10,0 - 20,0
Kleine Blöcke	20,0 - 40,0
Grosse Blöcke	> 40,0

Einteilung der Böden nach dem Skelettgehalt

Bezeichnung	Gehalt an Fein- erde Vol.%	Skelettgehalt Vol.%	
		Kies \emptyset 0,2 - 6,0 cm	Steine \emptyset > 6,0 cm
0 skelettfrei	> 45	0 - 5	0 - 5
1 skelettarm	40 - 45	0 - 10	0 - 10
2 kieshaltig	30 - 40	5 - 20	0 - 15
3 kiesig	20 - 30	10 - 30	0 - 20
4 stark kiesig	5 - 20	15 - 45	0 - 30
5 Kies	< 5	> 25	0 - 25
6 steinhaltig	30 - 40	0 - 5	5 - 20
7 steinig	20 - 30	0 - 10	10 - 30
8 stark steinig	5 - 20	0 - 15	15 - 45
9 Geröll	< 5	0 - 25	> 20

Skelettdiagramm

50 Vol.% Festbestandteile



Feinerdekörnung

Der Siebdurchgang des 2 mm Siebes wird Feinerde genannt, er umfasst folgende

Fraktionen:

Ton	< 0,002 mm \emptyset
Schluff	0,002 - 0,05 mm \emptyset
Feinschluff	0,002 - 0,02 mm \emptyset
Grobschluff	0,02 - 0,05 mm \emptyset
Sand	0,05 - 2,00 mm \emptyset
Staubsand	0,05 - 0,10 mm \emptyset
Feinsand	0,10 - 0,20 mm \emptyset
Mittelsand	0,20 - 0,50 mm \emptyset
Grobsand	0,50 - 2,00 mm \emptyset

Das spezifische Gewicht der mineralischen Feinerde beträgt 2,65 g/ml mit folgenden

Variationen:

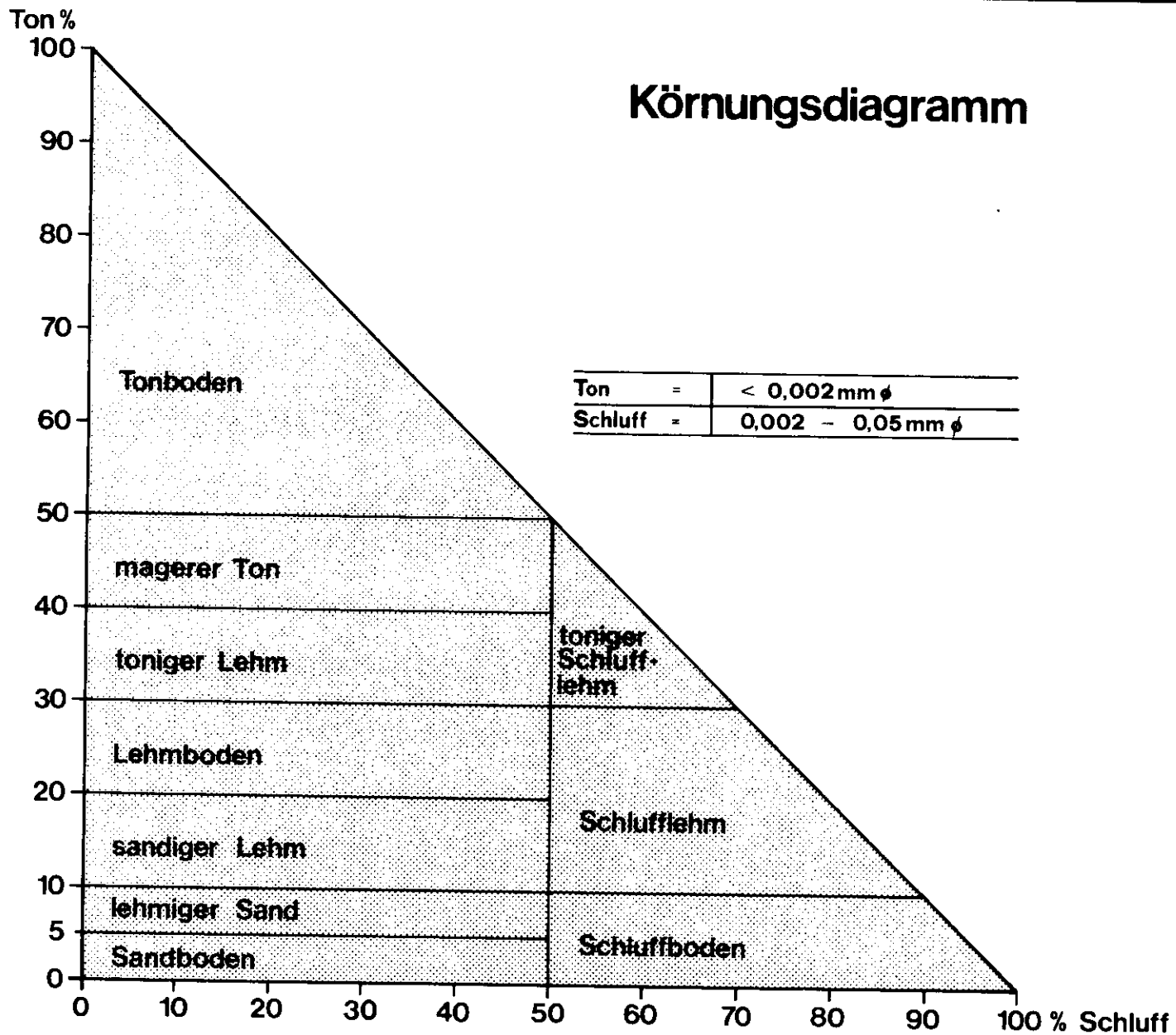
Feintone	2,39 g/ml
Grobtone	2,56 g/ml
Orthoklas	2,6 g/ml
Quarz	2,8 g/ml
Glimmer	3,2 g/ml
Limonit	3,4 - 4,0 g/ml
Haematit	5,1 - 5,2 g/ml

Die Bodenart wird durch die Mischungsanteile der Kornfraktionen in der Feinerde bestimmt (siehe auch Dreieckdiagramm):

	Tongehalt < 0,002 mm %	Schluffgehalt 0,002 - 0,05 mm %	Sandgehalt 0,05 - 2,0 mm %
<u>Schwere Böden</u>			
1 Tonboden	50 - 100	0 - (50)	0 - 50
2 magerer Ton (lehmgiger Ton)	40 - (50)	0 - (50)	0 - 50
3 toniger Lehm	30 - (40)	0 - (50)	0 - 50
4 toniger Schluff	30 - (50)	50 - (70)	0 - 20
<u>Mittelschwere Böden</u>			
5 Lehmboden	20 - (30)	0 - (50)	20 - 80
6 sandiger Lehm	10 - (20)	0 - (50)	30 - 90
7 lehmiger Schluff	10 - (30)	50 - 100	0 - 40
8 Schluffboden	0 - (10)	50 - 100	0 - (50)
<u>Leichte Böden</u>			
9 lehmiger Sand	5 - (10)	0 - (50)	40 - 95
10 Sandboden	0 - (5)	0 - (50)	45 - 100

Die in () stehenden Gehalte werden nicht ganz erreicht, z.B. 5,00% Tonfraktion = lehmiger Sand. Da der Humus auch zur Feinerde zählt, wird ihr Sandgehalt durch den bestimmten Gehalt an organischer Substanz vermindert, sofern der Sand als Differenz berechnet wird.

Körnungsdiagramm



K 343

Gründigkeit des Pedons (physiologische Gründigkeit)

Folgende Komponenten sind von Bedeutung:

- Verwitterungstiefe (in cm bis zum Gestein); bei allmählichem Uebergang ist die Grenze von Auge schwer erkennbar.
- Verwitterungsgrad des mineralischen Bodengerüstes. Die Anteile an Feinerde und Bodenskelett beeinflussen das für die Durchwurzelung verfügbare Bodenvolumen.
- Die Durchwurzelungstiefe kennzeichnet den biologisch und physiologisch wirksamen Teil des Pedons. An einem Profilaufschluss ist das tiefste Vordringen der lebenden Pflanzenwurzeln zu bestimmen. Bodendichte, Nährstoffarmut, Trockenheit und Sauerstoffmangel behindern das Wurzelwachstum.

- Die innere Bodenoberfläche ist für das Wachstum und die Nährstoffversorgung der Pflanzen von Bedeutung. Als Mass dient das Kationen- und Anionensorptionsvermögen im Pedon. Das Sorptionsvermögen für Kationen ist:

sehr gross	über 300	Val./m ²	gering	100 - (150)	Val./m ²
gross	200 - (300)	Val./m ²	sehr gering	50 - (100)	Val./m ²
mässig	150 - (200)	Val./m ²	extrem gering	< 50	Val./m ²

Die Grösse der Kolloidoberfläche kann auch vom Tongehalt, der Tonart und vom Humusgehalt abgeleitet werden. kg Humus bzw. kg Ton/m² Pedon berechnen sich aus

$$\frac{a \cdot b \cdot c \cdot d}{1000} = \text{kg/m}^2$$

a = g Substanz pro 100 g Feinerde TS
 b = g Boden/ml Raumgewicht (0,2 - 1,8mg/ml)
 c = Vol% Feinerde und Poren pro Schicht (ohne Skelett c = 100)
 d = Horizontmächtigkeit cm, bzw. Schicht

- Die Bodenstruktur und der Humusgehalt beeinflussen die Wurzelzugänglichkeit der Feinerde. Sehr dichte, humusarme, kompakte und klumpige Verhältnisse schränken die physiologische Gründigkeit ein; poröse, gekrümelte, humose Bedingungen erhöhen sie. Der Humusgehalt des Pedons wird wie folgt beurteilt (Gehalt in kg o.S./m² Pedon).
- | | | | |
|-------------------|---------------|-----------------|--------------|
| extrem humusreich | > 120 kg | schwach humos | (10) - 20 kg |
| humusreich | (60) - 120 kg | humusarm | 5 - 10 kg |
| humos | (20) - 60 kg | extrem humusarm | < 5 kg |

- Das Sorptionsvermögen für leicht wurzelverfügbares Wasser (Tension 0,1 - 1,0 bar) ist die wesentlichste Komponente der physiologischen Gründigkeit. Ein m³ Boden enthält allgemein mehr leicht verfügbares Wasser, wenn der Feinerdegehalt und der Anteil mittlerer Poren sowie der Humus- und der Schluffgehalt gross sind. Abgesehen von diesen Bodeneigenschaften ist die Durchwurzelungstiefe für die Menge des zur Verfügung stehenden Bodenwassers massgebend. Die Menge leicht verfügbaren Wassers im gesamten Wurzelbereich wird wie folgt beurteilt (Wassersorption):

extrem hoch	> 150 mm	ziemlich gering	30 - (50)mm
sehr hoch	100 - 150 mm	gering	10 - (30)mm
hoch	70 - (100)mm	sehr gering	< 10 mm
mässig	50 - (70)mm		

- Die physiologische Gründigkeit ist dem Gehalt an leicht verfügbarem Wasser proportional, da alle Komponenten die das Verhältnis Pflanzenwurzeln-Boden beeinflussen; in beiden Bodeneigenschaften gleichsinnig, wirksam sind.

Ein Proportionalitätsfaktor von 10 ist üblich:

extrem tiefgründig	> 150 cm	ziemlich flachgründig	30 - (50)cm
sehr tiefgründig	100 - 150 cm	flachgründig	10 - (30)cm
tiefgründig	70 - (100)cm	extrem flachgründig	< 10 cm
mässig tiefgründig	50 - (70)cm		

Nährstoffspeichervermögen

Die Vegetation entzieht Nährstoffe aus dem ganzen Wurzelbereich. Besonders das sehr mobile Nitrat kann aus Tiefen unter Terrain von 1 m und mehr aufgenommen werden. Der Ah-Horizont vermag in der Regel am meisten Nährstoffe zu speichern, wenn er aber vorübergehend erschöpft oder ausgetrocknet ist, so wird der Nährstoffentzug auch aus dem Untergrund bei allen Mineralstoffen wichtig.

	spezifische Oberfläche	Dichte g/ml	Kationenumtauschkapazität
Kaolinit	1 - 40 m ² /g	2,56	0,002 - 0,08 mval/g
Illit	50 - 200 m ² /g	2,4	0,15 - 0,60 mval/g
Montmorillonit	400 - 800 m ² /g	2,39	0,40 - 0,80 mval/g
Humine	über 800 m ² /g	1,4	1,00 - 3,00 mval/g

Folgende Faktoren beeinflussen das Nährstoff-Speichervermögen des Bodens; Tongehalt, Tonart sowie Humusgehalt im durchwurzelten Pedon. Die Analysen sind auf 100 g trockene Feinerde bezogen, die Umrechnung auf die Volumeneinheit ist nötig und darüber hinaus wird der Pflanzenstandort durch die Bewurzelungstiefe einbezogen (m² Fläche x Schichthöhe oder Durchwurzelungstiefe). Das gesamte Kationenspeichervermögen ergibt sich aus der Umtauschkapazität der Feinerde, im gesamten Wurzelraum des Pedons. Anstelle einer besonderen Bestimmung der Feinerdegehalte in den Horizonten kann die Schichtmächtigkeit entsprechend der physiologischen Gründigkeit der Horizonte treten.

Das Ionenspeichervermögen des Pedons ist wie folgt zu beurteilen:

sehr gute Ionenspeicherung	>	300 Aequivalente pro m ² Grundfläche
gute Ionenspeicherung	200 -	300 Aequivalente pro m ² Grundfläche
mässige Ionenspeicherung	150 -	(200) Aequivalente pro m ² Grundfläche
ziemlich geringe Ionenspeicherung	100 -	(150) Aequivalente pro m ² Grundfläche
sehr geringe Ionenspeicherung	50 -	(100) Aequivalente pro m ² Grundfläche
extrem geringe Ionenspeicherung	<	50 Aequivalente pro m ² Grundfläche

Anionen- und Kationentauschvermögen sind von ähnlicher Grössenordnung, wobei eine reziproke pH-Abhängigkeit besteht; alkalische Böden sorbieren mehr Kationen und weniger Anionen, bei sauren Böden ist es umgekehrt. Die als Kationen auftretenden Nährstoffe können durch die Konkurrenz des (H⁺) verdrängt sein. Diese Verhältnisse werden durch den Sättigungsgrad mit Metallionen charakterisiert.

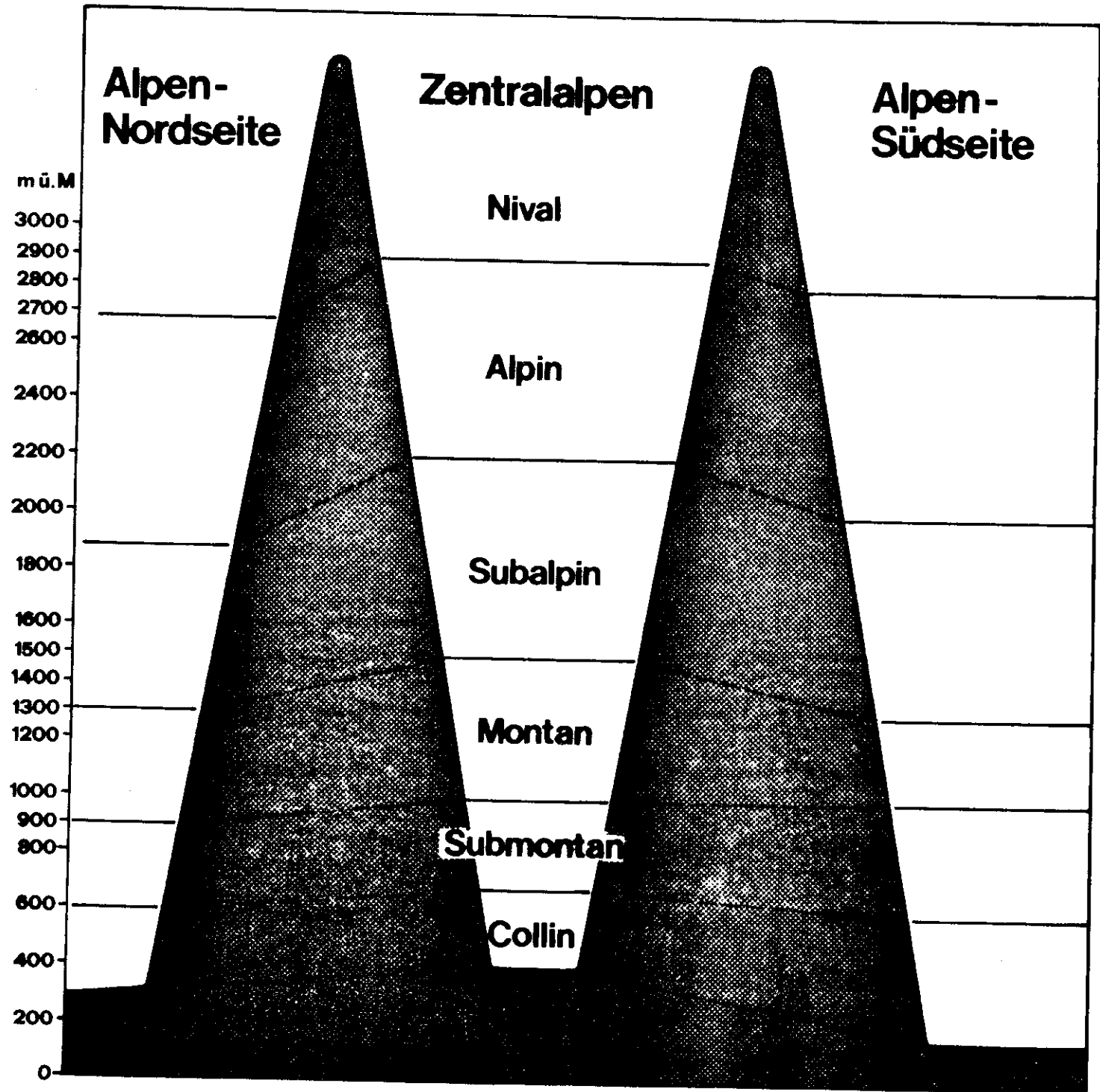
gesättigt mit metallischen Kationen	>	80 - 100 % der KUK
ziemlich gesättigt mit metallischen Kationen	(50) -	80 % der KUK
versauert	15 -	50 % der KUK
stark versauert	<	15 - % der KUK

Da horizontweise grosse Schwankungen im Profil auftreten, gilt das gewogene Mittel des Sättigungsgrades im ganzen Wurzelvolumen des Pedons. Bei bestimmten Klassifikationsaufgaben stellt man auch auf den Sättigungsgrad einzelner Horizonte ab (mollic; umbric epipedon usw.).

- 0 Mittelland, trocken, warm
kollines Mittelland, trocken, warm (über 7°C mittlere Bodentemperatur), lange Vegetationszeit, 190 bis mehr als 210 Tage (Klimaeignungskarte A 2, B 2)*.
- 1 Mittelland, ausgeglichen, feucht, warm
kollines Mittelland und kolline Juralagen, ausgeglichen feucht bis eher trocken, warm (über 7°C mittlere Bodentemperatur), lange Vegetationszeit, 190 bis mehr als 210 Tage (Klimaeignungskarte A 3, B 3).
- 2 Täler, tief, sehr feucht, ziemlich kühl
kollines Mittelland und tiefe Täler der Nordalpen, feucht bis sehr feucht und ziemlich kühle Bodentemperatur, lange Vegetationszeit, 190 bis über 210 Tage (Klimaeignungskarte A 4, A 5, B 5).
- 3 Zentralalpentäler, trocken, warm
kolline bis submontane Lagen in den Walliser- und Rätischenalpentälern, trockene warme Sommer, kalte Winter, lange Vegetationszeit 190 bis über 210 Tage (Klimaeignungskarte A 1, B 1, B 2, A 3).
- 4 Südalpentäler, sehr feucht, warm
kolline Lagen der südlichen Alpentäler, sehr feucht mit Trockerperioden, warm (über 7°C Bodentemperatur), sehr lange Vegetationszeit über 210 Tage (Klimaeignungskarte A 6).
- 5 Südalpentäler, sehr feucht, submontan
submontane erhöhte Lagen in südlichen Alpentälern, sehr feucht mit Trockenperioden, mässig warm, lange Vegetationszeit über 190 bis 210 Tage (Klimaeignungskarte B 6).
- 6 Hügelland, mässig feucht, submontan
submontanes Mittelland und submontaner Plateaujura, mässig feucht, kühl, ziemlich lange Vegetationszeit 180 bis 210 Tage (Klimaeignungskarte B 4, C 1-4).
- 7 Zentralalpentäler, ziemlich trocken, montan
montane Lagen in den zentralen Alpentälern des Wallis und Graubündens, ausgeglichen feucht, trocken, warme Sommer, lange bis ziemlich lange Vegetationszeit über 180 bis 210 Tage (Klimaeignungskarte B 3, C 1-4).
- 8 Hügelland und Alpentäler, feucht, montan
alpennahes montanes Hügelland und nördliche montane Voralpengebiete, feucht bis sehr feucht, kühl, ziemlich lange Vegetationszeit über 180 Tage (Klimaeignungskarte C 5-6).
- 9 Obermontan, sehr feucht
obermontane bis untersubalpine feuchte Lagen im Gebiet der Alpen, der Voralpen und des Juras, sehr feucht, ziemlich kurze Vegetationszeit, 170 bis 180 Tage (Klimaeignungskarte D 5-6).
- 10 Untersubalpin, ziemlich trocken, mässig feucht
untersubalpine bis subalpine Gebiete der Alpen und des Juras mit geringen Niederschlägen, kühl bis kalte Böden, kurze Vegetationszeit, 150 bis 180 Tage (Klimaeignungskarte D 1-4, E 1-3).
- 11 Unter bis ober-subalpin, feucht, kalt
subalpine Gebiete der Alpen und des Juras, feucht, kalt, kurze bis sehr kurze Vegetationszeit, 100 bis 170 Tage (Klimaeignungskarte E 4-6, F).
- 12 Alpin, sehr feucht, sehr kalt
alpine Stufe im Alpengebiet und im Jura, feucht bis sehr feucht, sehr kalt, extrem kurze Vegetationszeit, weniger als 100 Tage (Klimaeignungskarte G).
- 13 Nival, extrem kalt
Hochgebirge, alpine bis nivale Stufe, extrem kalt, spärliche Vegetation oder vegetationslos.

* Klimaeignungskarte (1977) Jeanneret, Vautier, Prof. Dr. Messerli.
(Einzelne Einheiten in Zentralalpentälern und im Hügelland sind von gleichen Einheiten im Mittelland getrennt worden).

HÖHENSTUFEN



Alpen-Nordseite

Zentralalpen

Alpen-Südseite

m ü.M

3000

2900

2800

2700

2600

2400

2200

2000

1800

1600

1500

1400

1300

1200

1000

900

800

600

400

200

0

Nival

Alpin












Subalpin

Montan

Submontan

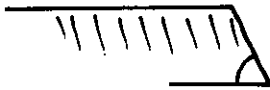
Collin

Landformelemente bei detaillierter Bodenkartierung

	0 Ebene:	Ausgedehnte (relativ tief gelegene) Ebene mit 0 - 4 % Gefälle, vorwiegend Akkumulation, örtlich Abschwemmung möglich, Schwach wellige Ebene mit 0 - 10 % Gefälle.
	1 Talmulde:	Muldenförmig, abgeschlossener, tiefgelegener Teil des Tales, z.B. Moor, Seeboden, Talbecken, Altwasser, Trog, Wanne 0 - 10 % Gefälle.
	2 Talsole:	Relativ breiter langgestreckter, tiefstgelegener Teil des Tales, Gefälle 0 - 15 %, Akkumulation.
	3 Tälchen:	eng, 0 - 20 % Gefälle, Erosion und Akkumulation
	4 Talschwemmfächer:	Im Tal gelegener flacher Kegel, z.B. Schwemmkegel, 5 - 15 % Gefälle.
	5 Schuttkegel:	(Gleit) Schuttakkumulation, die sich dem Steilhang anlehnt und ins Tal vorspringt: Talschuttkegel bis 35 % Hangschuttkegel Schutthalde > 35 %.
	6 Wall:	Weniger als 25 % geneigte, konvexe Erhebung in Ebenen z.B. Moränewall. <u>Rücken:</u> flach langgezogen <u>Höcker:</u> halbkugelige ellipsoide Erhebung z.B. Drumlins
	7 Talterrasse:	Ueber der Talsole erhöhte Talstufe von 0 - 15 % Gefälle; <u>Talhangfuss</u> konkave Art einer Talterrasse.
	8 Hochterrasse:	Stufenförmiger, wenig geneigter bis flacher Teil des Hangs oder einer Hügellandschaft, Gefälle 0 - 15 %.
	9 Flachhang:	11 - 25 % geneigt, ohne ausgesprochene Konkav- oder Konvexformen; allgem. eher Akkumulationslage <u>Hangfuss:</u> Konkav ins Tal auslaufender unterer Hangteil.
	10 Starkhang:	26 - 45 % geneigt, eher Abschwemmungslage.



11 Steilhang: 46 - 75 % geneigt, ausgesprochene
Abschwemm-oder Erosionsgefährdung.



12 Extreme
Steillage: über 75 % geneigt.



13 Hangrutschung: Ausgesprochene Rutschformen, wie
Hangwülste, Abrisse und rüfen-
artige Akkumulationen, wellig bis
hügelig, >10 % geneigt.



14 Hang-Akkumu-
lationsmulde: 0 - 25 % geneigte, konkave Hang-
partie, muldenartig abgeschlossen
oder im Hanggefälle, mit Hang-
schutt gefüllte Senke.



15 Hang-Erosions-
rinne: Hangtälchen, über 25 % geneigt,
ausgesprochen konkave, rinnen-
förmige Hangpartien, mit starker
Erosion und Akkumulation, im unteren
Teil in Schuttkegel übergehend.



16 Hangrippe: Stark konvexe Hangpartie, senkrecht
zum Hang, Böschung, Schulter, ab-
rupte Hangwinkeländerung über 15 %
geneigt, starke Abschwemmungsgefahr.



17 Plateau/Hoch-
ebene: 0 - 15 % geneigte allseitig ab-
fallende, erhöhte Fläche von grös-
serer Ausdehnung; ausser am Rand
wenig oder keine Abschwemmung.



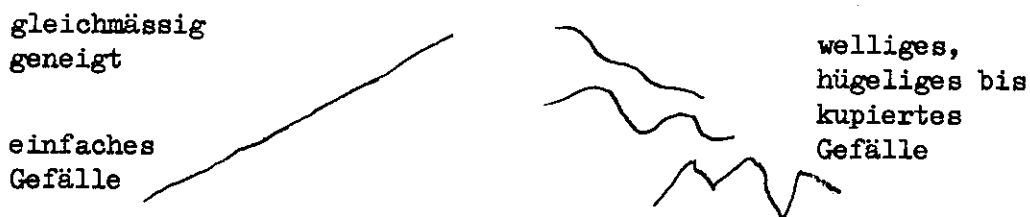
18 Berggrücken; Berg-
kuppe; Hügel: Vorwiegend konvexe Bergpartien von
0 - 75 % Gefälle, wobei steile und
weniger steile Partien nicht aus-
scheidbar sind (Passlage, Ein-
schnitte, Klusen, Gipfel).



19 Steiles Bergland: Kuptiert, zerklüftet 0 ->75 %, ge-
neigt; einzelne Formelemente nicht
ausscheidbar; Felspartien, konvexe
und konkave Formen wie auch Hügel-
und Tallagen.

Hangneigungsklassen der Kartierungseinheiten

Die Hangneigung soll nicht nur am Ort der Profilgrube, sondern auch in der Umgebung derselben, soweit sie zur gleichen Lokalform gehört berücksichtigt werden. Gleichmässig geneigte Flächen sind vom Terrain mit stärker wechselndem Hangwinkel zu trennen.



Hangneigung %

0 - 4	eben	}	gleichmässig geneigt
5 - 10	ziemlich eben		ungleichmässig geneigt
0 - 10	schwach wellig		
11 - 15	schwach geneigt	}	gleichmässig geneigt
16 - 20	mässig geneigt		ungleichmässig geneigt
21 - 25	ziemlich geneigt		
0 - 25	wellig		
26 - 35	stark geneigt	}	gleichmässig geneigt
36 - 45	mässig steil		ungleichmässig geneigt
0 - 45	hügelig		
46 - 55	ziemlich steil	}	gleichmässig geneigt
56 - 75	sehr steil		ungleichmässig geneigt
0 - 75	kupiert		
> 75	extrem steil		gleichmässig geneigt
0-> 75	zerklüftet		ungleichmässig geneigt

Beurteilung für die Landwirtschaft

0 - 10	rationeller Maschineneinsatz möglich
11 - 15	leichte Behinderung des Maschineneinsatzes
16 - 25	Ackerbau stark erschwert, Futterbau wenig erschwert
26 - 35	Ackerbau sehr stark erschwert, Futterbau erschwert, besonders die Heuernte
36 - 45	sowie welliges und hügeliges Land; Dürrfutterernte stark erschwert, Seilzug
> 45	kein Maschineneinsatz möglich, bei gleichmässiger Neigung ev. Seilzug.

Legende der FAO-Unesco Weltbodenkarte (1974)

<u>Histosols</u> , Gelic, Dystric, Eutric	> 40 cm organische Auflage
<u>Lithosols</u>	harter Fels in 10 cm u.T. durchgehend
<u>Vertisols</u> , Pellic, Chromic	> 30 % Ton in allen Horizonten, 1 cm Risse bis 50 cm u.T. Slickensides zwischen 25-100 cm u.T.
<u>Fluvisols</u> , Thionic, Calcaric, Dystric Eutric	Junges Alluvium ohne diagnostische Horizonte
<u>Solonchaks</u> , Gleyic, Takyric, Mollic, Orthic	hoher Salzgehalt (>15 mmhos)
<u>Gleysols</u> , Gelic, Plinthic, Mollic, Humic, Calcaric, Dystric, Eutric	Mullhorizont oder Umbric Horizont über Cambic B-Horizont, Dichte < 0,85 g/ml (1/3 bar).
<u>Arenosols</u> , Albic, Luvic, Ferralic, Cambic	Sandige Körnung, keine diagnostischen Horizonte, schwache Bodenbildung vorhanden.
<u>Regosols</u> , Gelic, Calcaric, Dystric, Eutric	Lockere Böden ohne diagnostische Horizonte.
<u>Rankers</u>	Umbric A-Horizont > 25 cm dick, keine weiteren diagnostischen Horizonte
<u>Rendzina</u>	Mull A-Horizont über Kalkmaterial mit > 40% CaCO ₃
<u>Podzols</u> , Placic, Gleyic, Humic, Ferric, Leptic, Orthic	Spodic B-Horizont (Eisenoxidhüllen)
<u>Ferralsols</u> , Plinthic, Humic, Acric, Rhodic, Xanthic, Orthic	Oxic B-Horizont (Oxidhorizont), Fe-Konzentrationen
<u>Planosols</u> , Gelic, Solodic, Mollic, Humic, Dystric, Eutric	Albic E-Horizont, Ausbleichung über schwerem Ton, abrupte Horizontgrenze.
<u>Solonetz</u> , Gleyic, Mollic, Orthic	natriumreicher, säuliger B-Horizont, tonig
<u>Greyzems</u> , Gleyic, Orthic	Mullhorizont über ausgebleichtem Strukturhorizont
<u>Chernozems</u> , Luvic, Glossic, Calcic, Haplic	Mullhorizont über Kalkflaum, weniger als 125 cm u.T.
<u>Kastanozems</u> , Luvic, Calcic, Haplic	Mullhorizont mit stärkerem Chroma (>2)
<u>Phaeozem</u> , Gleyic, Luvic, Calcaric Haplic	Mullhorizont vorhanden
<u>Podzoluvisols</u> , Gleyic, Dystric, Eutric	unregelmässiger Bleichhorizont über Tonanrei- cherung mit eisenreichen Konzentrationen.
<u>Xerosols</u> , Luvic, Gypsic, Calcic, Haplic	humusarm, trocken
<u>Yermosols</u> , Takyric, Luvic, Gipsic, Calcic	sehr humusarm, wüstenartig trocken
<u>Nitosols</u> , Humic, Dystric, Eutric	Tonanreicherung diffus, rote Tropenböden, tiefgründig
<u>Acrisols</u> , Plinthic, Gleyic, Humic Ferric, Orthic	saure tonhaltige Tropenböden, viel Eisen.
<u>Luvisols</u> , Gleyic, Albic, Calcic, Ferric, Chromic, Orthic	Tonanreicherungshorizont, Tonhäute
<u>Cambisols</u> , Gelic, Gleyic, Vertic, Calcic, Humic, Ferralic Dystric, Chromic, Eutric	Umbric B-Horizont

USA Bodenklassifikation (Soil Taxonomy 1975)

Das System unterscheidet 10 Bodenordnungen aufgrund bestimmter diagnostischer Horizonte. Auch allgemein wichtige Merkmale des Bodengerüsts und die Genese des Pedons sind berücksichtigt.

Alfisol. Böden mit Tonwanderung im Profil. Ein kennzeichnender Tonanreicherungs-horizont ist vorhanden (argillic horizon, natric horizon).

Aridisol. Böden der ariden Klimazonen, die weniger als 90 Tage des Jahres verfügbares Wasser (<15 bar Tension) im Profil speichern. Meist humusarme, hell getönte Bodenprofile.

Entisol. Das Bodengerüst besteht dominant aus Gesteinsteilen und Primärmineralien. Ausser einem humushaltigen Obergrund gibt es keine weiteren diagnostischen Horizonte; unter Umständen kann ein Salzhorizont vorhanden sein.

Histosol. Organische Böden mit mindestens 40 cm, mässig bis wenig humifizierter organischer Auflage (20 - 30 % o.S.); die Humusaufgabe (histic epipedon) ist oft über 80 cm mächtig.

Inceptisol. Das Bodengerüst enthält noch einen bedeutenden Anteil an Primärmineralien (ev. auch Bodenskelett). Das Profil ist mehr als die Hälfte des Jahres feucht. Die Gesteinsverwitterung ist fortgeschritten, ein B-Horizont (cambic horizon) ist daher typisch.

Mollisol. Er ist gekennzeichnet durch den "mollic epipedon", das heisst einen dunkelen, porösen, krümeligen, nicht sauren Humushorizont von mehr als 25 cm Mächtigkeit. Im Pedon tritt ein deutliches, saisonbedingtes Wasserdefizit auf.

Oxisol. Böden mit extrem stark verwittertem Bodengerüst, das vorwiegend aus Oxiden und Kaolinit besteht, nebst unverwitterbaren Mineralien wie Quarz. Ihre Ionentauschkapazität ist daher gering, ausser wo im Obergrund ziemlich Humus vorhanden ist. Sie sind in den Tropen ziemlich verbreitet.

Spodosol. Sie entsprechen unserem Podzol und weisen einen roten bis schwarzen Anreicherungs-horizont auf, der nebst kolloidem Humus, Eisen- und Aluminiumhydroxide enthält. Meistens trifft man über diesem Anreicherungs-horizont einen gebleichten Auswaschhorizont. Das Profil reagiert sauer.

Ultisol. Stark ausgewaschene, saure Böden der Tropen mit Tonverlagerung im Profil. Der Pedon ist stets durchfeuchtet.

Vertisol. Kennzeichnend ist ein sehr hoher Tongehalt, wobei Tonminerale mit aufweitbarem Gitter vorwiegen. Dadurch entstehen in der trockenen Jahreszeit weite, tiefreichende Risse und bei häufigem Feuchtigkeitswechsel Gilgairielief und sehr kompakte Lagerung. Diese inneren Bewegungen verursachen eine Art Durchmischung im Pedon.

USA Bodenklassifikation (Soil Taxonomy, 1975)

Ordnung	Subordnung	Grosse Bodengruppe	Ordnung	Subordnung	Grosse Bodengruppe	
<u>Alfisols</u>	Aqualfs	Albaqualfs	<u>Entisols</u>	Aquents	Cryaquents	
		Duraqualfs			Fluvaquents	
		Fragiaqualfs			Haplaquents	
		Glossaqualfs			Hydraquents	
		Natraqualfs			Psammaquents	
		Ochraqualfs			Sulfaquents	
		Plinthaqualfs			Tropaquents	
		Tropaqualfs			Arents	Arents
		Umbrqualfs				Fluents
		Boralfs			Cryoboralfs	Torrifluents
					Eutroboralfs	Tropofluents
					Fragiboralfs	Udifluents
					Grossaboralfs	Ustifluents
					Natriboralfs	Xerofluents
	Paleboralfs		Orthents	Cryorthents		
	Udalfs	Agrudalfs		Torriorthents		
		Ferrudalfs		Troporthents		
		Fragiudalfs	Udorthents			
		Fraglossudalfs	Ustorthents			
		Glossudalfs	Xerorthents			
		Hapludalfs	Psamments	Cryopsamments		
		Natrudalfs		Quartzipsamments		
		Paleudalfs		Torriipsamments		
		Rhodudalfs		Tropopsamments		
		Tropudalfs		Udipsamments		
	Ustalfs	Durustalfs		Ustipsamments		
		Haplustalfs		Xeropsamments		
		Natrustalfs		<u>Histosols</u>	Fibrists	Borofibrists
		Paleustalfs				Cryofibrists
		Plinthustalfs				Luvifibrists
		Rhodustalfs	Medifibrists			
	Xeralfs	Durixeralfs	Sphagnofibrists			
		Haploxeralfs	Tropofibrists			
		Natrixeralfs	Folists	Borofolists		
		Palexeralfs		Cryofolists		
		Plinthoxeralfs		Tropofolists		
		Rhodoxeralfs	Hemists	Borohemists		
	<u>Aridisols</u>	Argids		Durargids	Cryohemists	
				Haplargids	Luvihemists	
			Nadurargids	Medihemists		
			Natrargids	Sulfihemists		
Paleargids		Sulfohemists				
Orthids		Calciorthids	Tropohemists			
		Camborthids	Saprists	Borosaprists		
	Durorthids	Cryosaprists				
Gypsiorthids	Medisaprists					
Paleorthids	Troposaprists					
Salorthids						

Ordnung	Subordnung	Grosse Bodengruppe	Ordnung	Subordnung	Grosse Bodengruppe		
Inceptisols	Andepts	Cryandepts	Xerolls		Calciustolls		
		Durandepts			Durustolls		
		Dystrandeps			Haplustolls		
		Eutrandeps			Natrustolls		
		Hydrandepts			Paleustolls		
		Placandepts			Vermustolls		
		Aquepts			Vitrandepts	Argixerolls	
					Andaquepts	Calcixerolls	
					Cryaquepts	Durixerolls	
					Fragiaquepts	Haploxerolls	
	Halaquepts		Natrixerolls				
	Haplaquepts		Palexerolls				
	Humaquepts		Aquox	Gibbsiaquox			
	Placaquepts			Ochraquox			
	Plinthaquepts			Plinthaquox			
	Sulfaquepts			Umbraquox			
	Ochrepts	Trpaquepts		Humox	Aerohumox		
		Cryochrepts			Gibbsihumox		
		Durochrepts			Haplohumox		
		Dystrochrepts			Sombrihumox		
		Eutrochrepts			Orthox	Acroorthox	
		Fragiochrepts				Eutroorthox	
	Ustochrepts	Gibbsiorthox					
	Xerochrepts	Haplorthox					
	Plaggepts	Plaggepts	Terrox	Sombriorthox			
		Tropepts		Dystropepts		Umbriorthox	
				Eutropepts	Terrox		
	Umbrepts	Humitropepts	Ustox	Acrustox			
		Sombritropepts		Eustrustox			
		Ustropepts		Sombriustox			
		Cryumbrepts		Haplustox			
		Fragiumbrepts		Spodosols	Aquods	Cryaquods	
		Haplumbrepts				Duraquods	
	Xerumbrepts	Fragiaquods					
	Mollisols	Albolls	Argialbolls			Haplaquods	
			Natralbolls			Placaquods	
		Aquolls	Argiaquolls			Ferrods	Sideraquods
			Calciaquolls				Tropaquods
			Cryaquolls				Ferrods
			Duroquolls				Cryohumods
			Haplaquolls				Ragihumods
			Natraquolls	Haplohumods			
		Borolls	Argiborolls	Humods	Placohumods		
			Calciborolls		Tropohumods		
	Cryoborolls		Orthods		Cryorthods		
	Haploborolls		Fragiorthods				
	Natriborolls		Haplorthods				
Paleborolls	Placorthods						
Vermiborolls	Troporthods						
Rendolls	Rendolls	Ultisols	Aquults	Albaquults			
Udolls	Argiudolls			Fragiaquults			
	Hapludolls			Ochraqults			
	Paleudolls			Paleaquults			
	Vermudolls			Plinthaquults			
Ustolls	Argiustolls						

Ordnung	Subordnung	Grosse Bodengruppe
		Tropaquults
		Umbracquults
	Humults	Haplohumults
		Palehumults
		Plinthohumults
		Sombrihumults
		Tropohumults
	Udults	Fragiudukts
		Hapludults
		Paleudults
		Plinthudults
		Rhodudults
		Tropudults
	Ustults	Haplustults
		Paleustults
		Plinthustults
		Rhodustults
	Xerults	Haploxerults
		Palaxerults
<u>Vertisols</u>	Torrerts	Torrerts
	Uderts	Chromuderts
		Pelluderts
	Usterts	Chromusterts
		Pellusters
	Xererts	Chromoxererts
		Pelloxererts

Generelle Landschaftsanalysen auf Luftbild und Spezialkarten

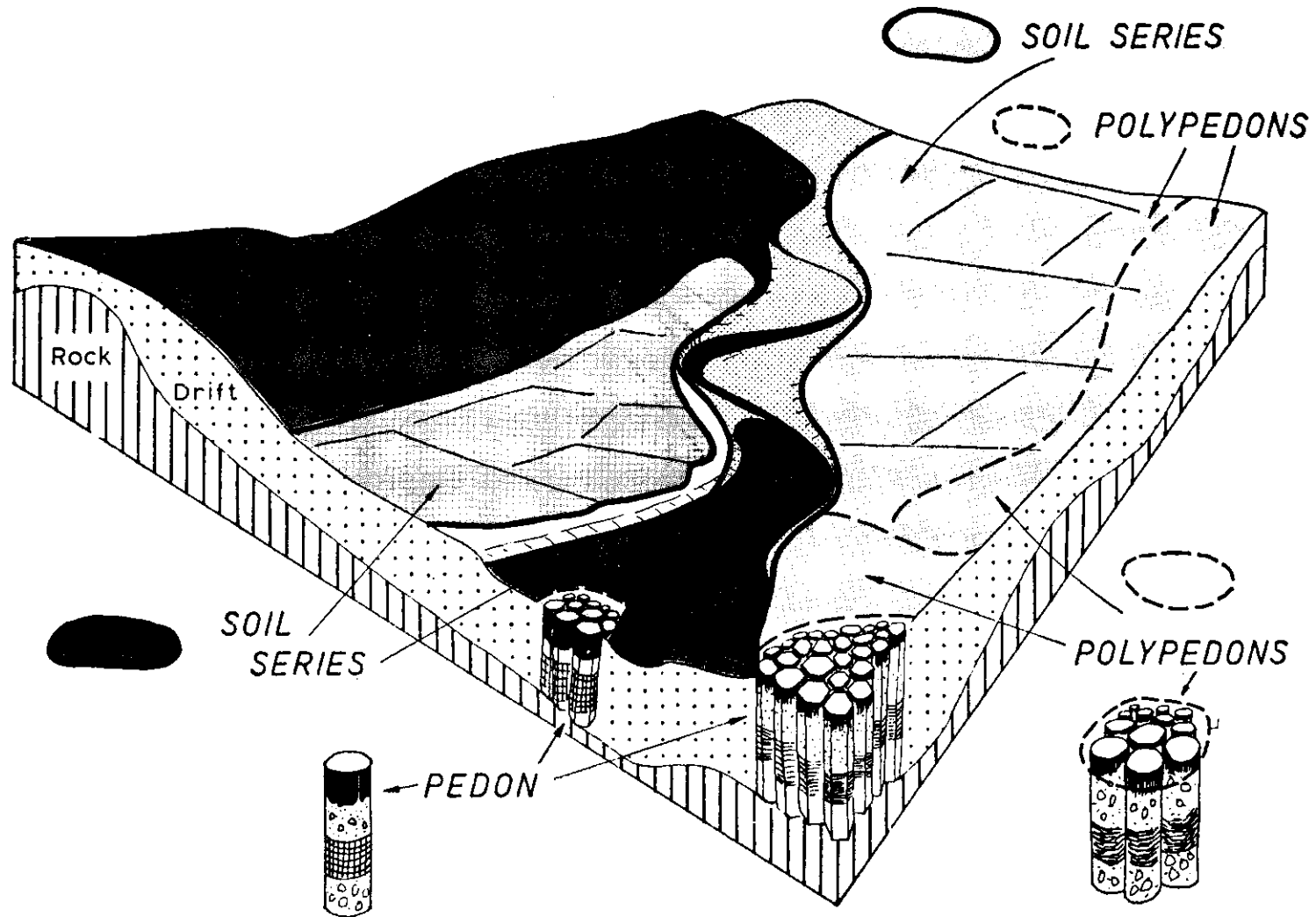
Wirksame Bodenbildungsfaktoren im Kartierungsperimeter

Eine Landschaft lässt sich nach bestimmten pedologisch bezogenen Gesichtspunkten aufgliedern. Diese Landschaftsanalyse erfolgt ausschliesslich nach den wahrscheinlichen Wirkungsbereichen der Bodenbildungsfaktoren. Diese Faktoren sind entweder direkt aus dem Landschaftsbild erkennbar, oder sie können aus vorhandenen Kartenwerken abgeleitet oder von punktuell erhobenen Messungen extrapoliert werden.

- Formelemente der Landschaft sind kleine physiographische Einheiten in denen geomorphologische und topographische Faktoren einheitlich wirksam sind, z.B. erosive Kuppenlage, Talschle mit Materialakkumulation usw.. Die Formelemente werden durch stereoskopische Analyse der Flugphotographien oder aus einer genauen topographischen Karte erkannt.
- Das natürliche Drainagesystem des Kartierungsgebiets kann für die Abgrenzung von bodengeographischen Landschaftseinheiten wichtig sein. Fein verästelte Oberflächen-gewässer und viele kleine Gräben deuten auf vernässte, undurchlässige Böden hin. Ein grob verteiltes Gewässernetz zeigt durchlässigen Untergrund an.
- Nutzungsformen und Vegetationstypen sind im Luftbild auffällig; in Bodenkarten treten sie nicht selten als untergeordnete Bodengrenzen auf (Waldböden, Weideböden, Nasswiesen usw.).
- Geologische und oberflächenstratigraphische Gegebenheiten wie Ueberschüttungen, Rutschungen, Erosionen, Wasseraufstösse können aus dem Luftbild und aus geologischen Karten entnommen werden. Grautöne, Fleckigkeit und Helligkeitskontraste im Luftbild deuten oft auch auf die erwähnten Veränderungen der Erdoberfläche hin. Geologische und petrographische Grenzlinien sind pedologisch bedeutend; zu berücksichtigen ist jedoch, dass die geologischen Karten häufig das oberflächennahe Muttergestein des Bodens nicht zeigen, sondern nur die tieferen Gesteinsschichten erfassen.
- Klimafaktoren der Bodenbildung können aus Niederschlags-, Verdunstungs- und Wärme-karten und anderen Darstellungen über die Klimaverhältnisse entnommen werden. Oft sind auch topographische Höhenlinien (Wärmestufen) und der Verlauf von Gebirgs-zügen und Talschaften (Trockentäler) von bodenklimatischer Bedeutung.

Alle erwähnten Teilanalysen der Landschaft werden zu einer Synthese vereinigt, wobei die pedologische Bedeutung jeder Grenze überprüft wird. Das Resultat dieser Synthese ist eine Karte der wirksamen Bodenbildungsfaktoren. Sie dient als Grundlage zur Bodenkartierung. Bei Kartierungen 1 : 25'000 und kleiner, entspricht sie bereits dem ersten Bodenkartenentwurf.

Soil series (Bodenformen) und Polypedons (Lokalformen) in der Landschaft (Cruickshank 1974)

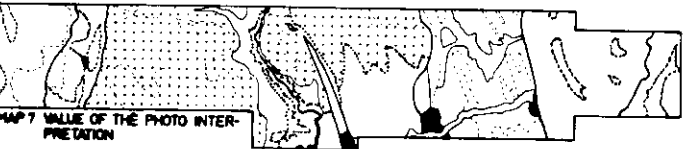
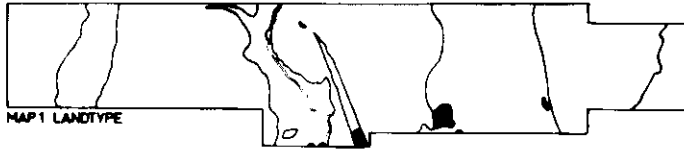


INSTRUCTION MAPS FOR AN AIR PHOTO INTERPRETATION

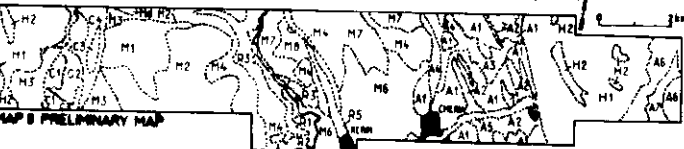
K 602

EXAMPLE OF A PART OF ELGHAB, SYRIA

A PRELIMINARY STUDY FOR A SEMIDETAILED SOIL SURVEY



Value of the boundaries: —6r—5x—4r—3r—2r—1r



H LIMESTONE AREA M MARSH AREA

H1 H2 H3 M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7 M8

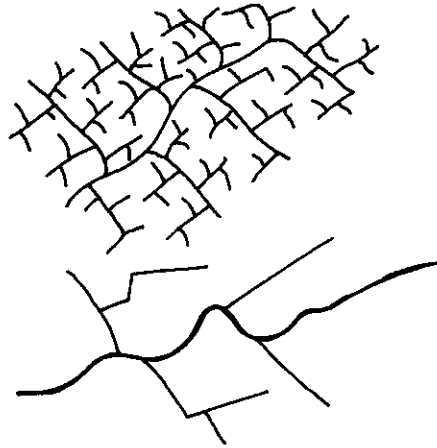
C COLLUVIAL AREA R RIVERLEVEE AREA A ALLUVIAL TERRACE AREA

C1 C2 C3 C4 R1 R2 R3 R4 R5 A1 A2 A3 A4 A5 A6 A7 VILLAGE RIVER ORONTES

INTERNATIONAL TRAINING CENTRE FOR AERIAL SURVEY, DELFT, THE NETHERLANDS, Dn 6 R 000000 1022/80

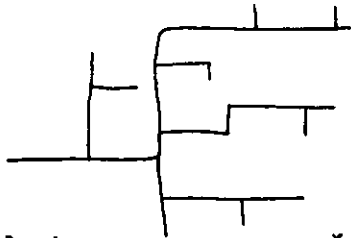
Verteilung der Oberflächengewässer (natürliches Drainagesystem)

Beispiele im hügeligen Land



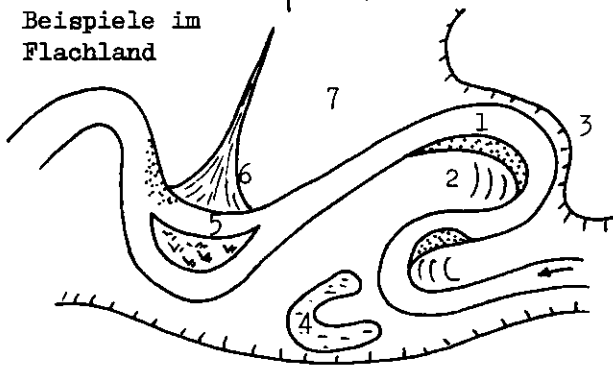
Feinverteiltetes Drainagenetz bei grossem Oberflächenabfluss und bei undurchlässigen Böden auf Flysch, Phyllit, Schiefer, meist mit feingliedriger Topographie verbunden.

Grobverteiltetes Drainagenetz bei hartem Fels und durchlässigen Böden (z.B. Gneis, Gabbro, Granit), grosszügige Topographie.



Winkelförmiges System bedingt durch die Tektonik der Felsunterlage, z.B. im Faltengebirge mit Klusen.

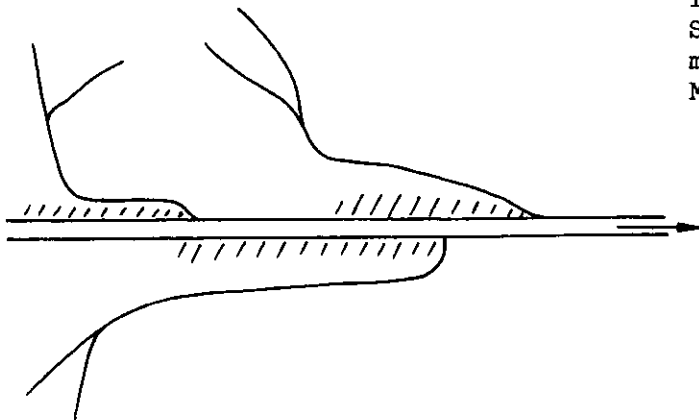
Beispiele im Flachland



Mäanderbildung im Flusstal

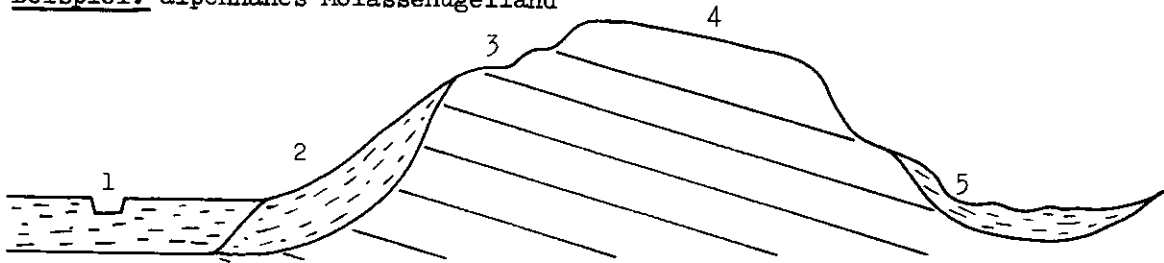
1. Sandbänke, Gleithang, Talsporn
2. Ueberlaufgraben in der Talau; Fluvisol
3. Prallhang mit Geröll, Kliff bei Felsunterspülung
4. Altwassermulde mit Moor
5. Flussinsel, Halbinsel; Aueboden
6. Spülfächer, Mündungsbereich des Seitenbaches; Fluvisol
7. Talterrasse, Schotterterrasse; Braunerde

Parallel fliessende Bäche in breitem Tal mit eingedämmtem Hauptfluss. Sandige und kiesige Bachschuttkegel mit jungen Böden (Fluvisol, Gley, Moor).



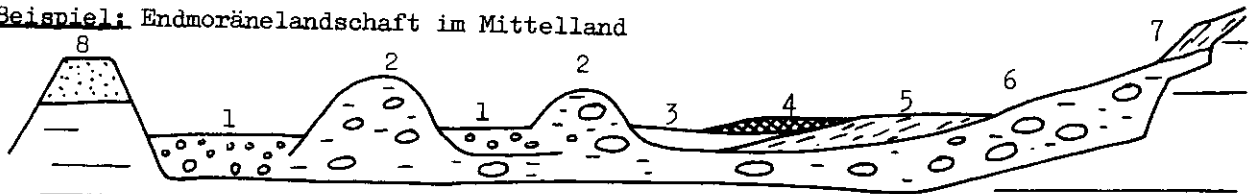
Geologische und geomorphologische Beziehungen zur Pedologie (siehe auch K 352-353)

Beispiel: alpennahes Molassehügelland



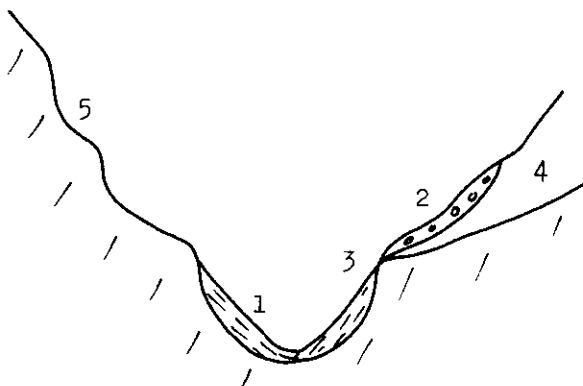
1. Junges Bachalluvium aus Sand und Schluff, z.T. auch Kies; Kalkbraunerden und Gleyböden.
2. Hangfusskolluvium aus Molassematerial; tiefgründige durchlässige Böden.
3. Schichtstufen mit guter Drainage; Regosole in Steillage, saure Braunerden auf ebenerem Terrain.
4. Schichtflächen z.T. gut durchlässig mit saurer Braunerde; z.T. bei Mergelzwischen-schichten wenig durchlässig, Pseudogleye.
5. Hangwasseraustritte aus Schichtfugen verursachen Erdschlipfe, Fließserden und Gleyböden sowie gleyige Regosole.

Beispiel: Endmoränelandchaft 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. schwerdurchlässig; verbraunte Gleyböden und gleyige Braunerden.
7. Molasse mit Moräneschleier, die Kontaktfläche ist oft stark verquetscht und wenig durchlässig. Wo die Durchlässigkeit jedoch normal ist, treten Parabraunerden auf.
8. Lössdecke, Sandlöss, Lösslehm in Plateaulagen, Parabraunerden.

Beispiel: Trogtal im Alpengebiet



1. Schutthalde im Trogtal, Regosole, Podzole.
2. Lokale Moräne, podzolierte Braunerden.
3. Trogschulter und Stufenmündung des Hängetales, Regosole.
4. Hängetal, Seitenbach in Kerbtal, Podzol.
5. Kar- und Schliffkehlen, ehemalige Rankluft des Gletschers; Ranker.

Bodenwärme und-feuchtzonen der Schweiz

(Zusammenfassung der geographisch-klimatischen Bodenregionen siehe K 351)

Die Bodentemperatur wird konventionell in 50 cm unter Terrain gemessen. In dieser Tiefe sind die täglichen Temperaturschwankungen, verursacht durch atmosphärische Einflüsse ausgeschaltet. Die jahreszeitlichen Bodentemperaturunterschiede sind in Höhenlagen sehr gross, im Mittelland gross.

Jahreszeitliche Schwankung der Bodentemperatur in 50 cm unter Terrain

> 15°C	sehr gross
10 - 15°C	gross
5 - 9°C	ziemlich gross
< 5°C	klein

Obwohl nur das humide (udic) und das perhumide (perudic) Feuchteregime auf normal durchlässigen Böden vorkommen, kann in der Schweiz die Dauer und die Stärke der Bodenaustrocknung etwas variieren. Als Trockenperiode gilt eine ununterbrochene Austrocknung der oberflächennahen Bodenschicht von 30 - 50 cm unter Terrain auf 1 bar Tension. Stärkere und tieferreichende Austrocknungen kommen in der Schweiz nicht oder sehr selten vor.

< 7 Tage	keine Trockenperioden
7 - 14 Tage	sehr kurze Trockenperiode mindestens 1 x pro Jahr
15 - 21 Tage	kurze Trockenperiode mindestens 1 x pro Jahr
22 - 44 Tage	ziemlich lange Trockenperiode mindestens 1 x pro Jahr

Zone	geogr. klimat. Bodenregionen	Mittlere Bodentemperatur Jahr	Tem.Schwankung Sommer/Winter	Jahresniederschlag cm	Feuchteverteilung	Trockenperiode
[A] Parabraunerde	0, 1	warm >7°C	10-15°C	100-120	ausgegl.	15-21
[B] Podzolige Braunerde	4, 5	warm >7°C	5- 9°C	140-200	feucht	15-21
[C] Phaeozem (Chernozem)	3, 7	warm >7°C	10-15°C	60-100	zieml. trocken	22-44
[D] Saure Braunerde Braunpodzol	2, 6, 8	zieml. kühl 5-7°C	10-15°C	120-180	feucht	7-14
[E] Phaeozem Braunerde	10	zieml. kühl 3-7°C	>15°C	80-120	zieml. trocken	22-44
[F] Podzol Braunpodzol	9, 11	kühl 3-5°C	>15°C	>180	feucht	< 7
[G] Podzol Ranker Lithosol	12, 13	kalt <3°C	>15°C	>180	feucht	< 7

Einige Charakterarten mitteleuropäischer Wiesen (Zeigerpflanzen)Mesobrometum (Magerwiesen)

Bromus erectus (Aufrechte Trespe oder Burst-Trespe)
 Salvia pratensis (Wiesensalbei)
 Koeleria (Kammschmiele)
 Onobrychis (Esparsette)
 Ranunculus bulbosus (Knolliger Hahenfuss)
 Anthyllis vulneraria (Wundklee)
 Hippocrepis comosa usw. (Hufeisenklee)

B o d e n

Durchlässige,
 trockene, karbonat-
 reiche Böden:
 Regosol, Kalkbraun-
 erde

Arrhenatheretum (Talmähwiesen)

Arrhenatherum elatius (Fromental)
 Bromus mollis (Gerstentrespe)
 Trifolium pratense (Wiesenklee, Rotklee)
 Crepis biennis (Zweijähriger Pippau)
 Anthriscus silvestris (Wiesenkerbel)
 Daucus carota (Gemeine Mohrrübe)
 Heracleum sphondylium usw. (Gemeine Bärenklau)

Durchlässige, etwas
 feuchte, nährstoff-
 reiche Böden:
 Braunerde,
 Parabraunerde
 (Cambisol, Luvisol)

Trisetetum (Gute Bergmähwiese)

Trisetetum flavescens (Goldhafer)
 Geranium silvaticum (Waldstorchenschnabel)
 Trollius europaeus usw. (Trollblume)
 Polygonum bistorta (Schlangenknoterich)
 Heracleum sphondylium (Gemeiner Bärenklau)

Saure Braunerden
 (Dystric Cambisol)

Nardetum (Magere Bergweide)

Nardus stricta (Borstgras)
 Anthoxanthum odoratum (Geruchgras)
 Festuca rubra (Rotschwingel)
 Luzula multiflora (Simse)
 Arnica montana (Berg Arnica)
 Vaccinium Myrtillus (Heidelbeere)
 Calluna vulgaris (Heidekraut)

Nährstoffarme Böden:
 Braunpodzol
 (Spodo-dystric Cambisol)

Flammula-Juncetum effusi (Binsenweide)

Juncus effusus (Flutterbinse)
 Juncus articulatus (Gliederbinse)
 Lotus uliginosus (Sumpfschotenklee)
 Ranunculus flammula (Brennender Hahenfuss)

Nährstoffarme, undurch-
 lässige, nasse Gleyböden

Caricetum Davallianae-pulicaris (Flohseggen-Davallseggenried)

Carex hostiana (Hosts Segge)
 Carex davalliana (Davalls Segge)
 Carex pulicaris (Floh Segge)
 Molinia coerulea (Pfeiffengras)
 Equisetum palustre (Sumpfschachtelhalm)
 Succisa pratensis (Teufelsabbiss)
 Valeriana dioeca (Kleiner Baldrian)

Anmooriger fahler Gley
 in Höhenlagen

Zeigerpflanzen im Landwirtschafts-Bereich

Von Heinz ELLENBERG

(G = Grasartige, L = Leguminosen, K = übrige Kräuter)

I. auf meistens wasserbedeckten Böden:

a. in Röhrichten (*Phragmition*):

1 G	Schilfrohr	<i>Phragmites communis</i>	Roseau commun
2	Gemeine Seebirse	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Sch. (faux Jonc)
3	Breitblättriger Rohrkolben	<i>Typha latifolia</i>	Massette

b. in Röhrichten und Grossseggenriedern (*Phragmitetalia*):

4 G	Rohrglanzgras	<i>Phalaris arundinacea</i>	Alpiste Roseau
5	Grosses Süßgras	<i>Glyceria maxima</i>	Glycérie aquatique
6	Ästiger Igelkolben	<i>Sparganium ramosum</i>	Rubanier rameux
7 K	Schlamm-Schachtelhalm	<i>Equisetum fluviatile</i>	Prêle des eaux
8	Gelbe Schwertlilie	<i>Iris pseudacorus</i>	Iris jaune

c. in Grossseggenriedern (*Magnocaricion*):

9 G	Steife Segge	<i>Carex elata</i>	Laïche élevée, raide
10	Schlanke Segge	– <i>gracilis</i>	– grêle
11	Sumpfssegge	– <i>acutiformis</i>	– aiguë, des marais
12	Schnabelsegge	– <i>inflata</i>	– gonflée
13 K	Wasser-Minze	<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique

II. auf stets durchnässten, oft quelligen Böden:

a. in Kleinseggen- und Kleinbinsenriedern (*Scheuchzerio-Caricetea fuscae*):

1 G	Braune Segge	<i>Carex fusca</i>	Laïche brune
2	Schmalblättriges Wollgras	<i>Eriophorum angustifolium</i>	Linaigrette à f. étr.
3 K	Fiebertkle	<i>Menyanthes trifoliata</i>	Trèfle d'eau

b. desgleichen, aber nur bei kalkreichem Wasser (*Caricion davallianae*):

4 G	Knoten-Birse	<i>Juncus subnodulosus</i>	Jonc noueux
-----	--------------	----------------------------	-------------

¹ Eine ähnliche Zusammenstellung für Studierende der Forstwirtschaft erscheint unter dem Titel «Zeigerpflanzen im Forstwirtschafts-Bereich».

5	Schwärzliche Kopfbirse	<i>Schoenus nigricans</i>	Choin noirâtre
6	Davalls Segge	<i>Carex davalliana</i>	Laïche de Davall
7	Hosts Segge	– <i>hostiana</i>	– de Host
8	Gelbe Segge	– <i>flava</i>	– jaune
9	Breitblättriges Wollgras	<i>Eriophorum latifolium</i>	Linaigrette à f. larges
10 K	Liliensimse	<i>Tofieldia calyculata</i>	Tofieldia
11	Fettkraut	<i>Pinguicula vulgaris</i>	Grassette

c. desgleichen, vorwiegend bei kalkarmem Wasser (*Caricion canescenti-fuscae*):

12 G	Glieder-Birse	<i>Juncus articulatus</i>	Jonc articulé
13	Igelfrüchtige Segge	<i>Carex echinata</i>	Laïche hérisson
14	Wald-Läusekraut	<i>Pedicularis silvatica</i>	Pédiculaire
15 K	Flammender Hahnenfuss	<i>Ranunculus flammula</i>	Renoncule flammette
16 G	Scheidiges Wollgras	<i>Eriophorum vaginatum</i>	Linaigrette engainante
17	Rasensimse	<i>Trichophorum caespitosum</i>	Tr. gazonnant
18	Moosbeere	<i>Oxycoccus quadripetalus</i>	Canneberge
19	Buntes Torfmoos	<i>Sphagnum magellanicum</i>	Sphaigne de Magellan
	Merke: nicht alle Torfmoos-Arten sind Hochmoorbildner. In Sumpfwäldern kommt z. B. vor:		
20	Sparriges Torfmoos	<i>Sphagnum squarrosum</i>	Sphaigne squarreau

III. auf zeitweilig nassen bis feuchten Böden:

a. auch auf stark nassen Böden (I und II) häufige Arten:

1 G	Hirsens- Segge	<i>Carex panicea</i>	Carex Faux Panic
2	Wald-Simse	<i>Scirpus silvaticus</i>	Scirpe des bois
3 K	Sumpfdotterblume	<i>Caltha palustris</i>	Caltha des marais
4	Gilbweiderich	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Lysimaque vulgaire
5	Blutweiderich	<i>Lythrum salicaria</i>	Lythrum Salicaire
6	Sumpf-Labkraut	<i>Galium palustre</i>	Gaillet des marais
7	Kleiner Baldrian	<i>Valeriana dioeca</i>	Valériane dioïque
8	Holunderblättriger Baldrian	– <i>sambucifolia</i>	– à feuilles de sureau

b. in Pfeifengras-Streuwiesen (*Molinion*):

9 G	Pfeifengras	<i>Molinia coerulea</i>	Canche bleue
10 K	Grosser Wiesenknopf	<i>Sanguisorba officinalis</i>	Sanguisorbe officinale
11	Schwalbenwurz-Enzian	<i>Gentiana asclepiadea</i>	Gentiane à f. d'Asclépiade
12	Teufelsabbiss	<i>Succisa pratensis</i>	Succise des prés

c. in Pfeifengras-Streuwiesen und in mehrschürigen Feuchtwiesen (*Molinetalia*):

13 G	Rasenschmiele	<i>Deschampsia caespitosa</i>	Canche gazonnante
14 K	Sumpf-Schachtelhalm	<i>Equisetum palustre</i>	Prêle des marais
15	Kohldistel	<i>Cirsium oleraceum</i>	Cirse maraîcher
16	Sumpfdistel	– <i>palustre</i>	– des marais
17	Spierstaude, Mädesüss	<i>Filipendula ulmaria</i>	Reine des prés
18	Engelwurz	<i>Angelica silvestris</i>	Angélique sauvage
19	Kuckucks-Lichtnelke	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	L. fleur de coucou
20	Trollblume	<i>Trollius europaeus</i>	Boule d'or, Trolle
21	Schlangen-Knöterich	<i>Polygonum bistorta</i>	Renouée Bistorte
22	Alpen-Vergissmeinnicht	<i>Myosotis alpestris</i>	Myosotis alpestre
23	Sumpf-Vergissmeinnicht	– <i>scorpioides</i>	– des marais

d. auf stark wechselfeuchten Böden:

24	G	Graugrüne Binse	<i>Juncus inflexus</i>	Jonc courbé, glauque
25		Knäuelbinse	– <i>conglomeratus</i>	– aggloméré
26		Flatterbinse	– <i>effusus</i>	– épars
27		Schlaflle Segge	<i>Carex flacca</i>	Laïche lâche
28	K	Acker-Schachtelhalm	<i>Equisetum arvense</i>	Prêle des champs
29		Acker-Minze	<i>Mentha arvensis</i>	Menthe des champs
30		Huflattich	<i>Tussilago farfara</i>	Pas d'Ane

IV. auf feuchten bis mässig trockenen Böden:

Häufige Futterwiesen-Pflanzen (*Molinio-Arrhenatheretea*):

1	G	Wiesen-Fuchsschwanz	<i>Alopecurus pratensis</i>	Vulpin des prés
2		Wolliges Honiggras	<i>Holcus lanatus</i>	Houque laineuse
3		Wiesen-Schwingel	<i>Festuca pratensis</i>	Fétuque des prés
4		Rot-Schwingel	– <i>rubra</i>	– rouge
5		Wiesen-Rispengras	<i>Poa pratensis</i>	Paturin des prés
6		Gemeines Rispengras	– <i>trivialis</i>	Paturin commun
7		Ruchgras	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Flouve odorante
8		Weiche Trespe	<i>Bromus hordeaceus</i>	Brome mou
9		Flaumhafer	<i>Avena pubescens</i>	Avoine pubescente
10		Rotes Straussgras	<i>Agrostis tenuis</i>	Fiorin rouge
11	J.	Wiesen-Rotklee	<i>Trifolium pratense</i>	Trèfle des prés
12		Weissklee	– <i>repens</i>	– rampant
13		Wiesen-Platterbse	<i>Lathyrus pratensis</i>	Gesse des prés
14		Wiesen-Hornklee	<i>Lotus corniculatus</i>	Lotier commun
15	K	Scharfer Hahnenfuss	<i>Ranunculus acer</i>	Renoncule âcre
16		Kriechender Hahnenfuss	– <i>repens</i>	– rampante
17		Echter Frauenmantel (montan)	<i>Alchemilla vulgaris</i>	Alchémille vulgaire
18		Spitz-Wegerich	<i>Plantago lanceolata</i>	Plantain lancéolé
19		Gemeines Hornkraut	<i>Cerastium caespitosum</i>	Céraiste gazonnant
20		Grosser Sauerampfer	<i>Rumex acetosa</i>	Oseille des prés
21		Wiesen-Schaumkraut	<i>Cardamine pratensis</i>	Cressonnette
22		Wiesen-Flockenblume	<i>Centaurea jacea</i>	Centaurée Jacée
23		Wiesen-Wucherblume	<i>Chrysanthemum leucanthemum</i>	Marguerite
24		Herbstzeitlose	<i>Colchicum autumnale</i>	Colchique

V. auf Böden mit günstigem Wasserhaushalt (auf «frischen» Böden):

in gedüngten Mähwiesen (m) und Weiden (w) (*Arrhenatheretalia*):

1	G	Glatthafer (m)	<i>Arrhenatherum elatius</i>	Fromental élevé
2		Goldhafer	<i>Trisetum flavescens</i>	Avoine dorée
3		Knaulgras	<i>Dactylis glomerata</i>	Dactyle aggloméré
4		Weidelgras (w)	<i>Lolium perenne</i>	Ivraie vivace
5		Kammgras (w)	<i>Cynosurus cristatus</i>	Cynosure à crête
6		Einjähriges Rispengras (w)	<i>Poa annua</i>	Paturin annuel
7		Alpen-Rispengras (subalpin)	– <i>alpina</i>	– des Alpes

8	Alpen-Lieschgras (subalpin)	<i>Phleum alpinum</i>	Fléole des Alpes
9	Wiesen-Lieschgras	-- <i>pratense</i>	Timothée
0 L	Zaun-Wicke (m)	<i>Vicia sepium</i>	Vesce des haies
1 K	Wiesen-Kerbel	<i>Anthriscus silvestris</i>	Anthrisque sauvage
2	Bärenklau (m)	<i>Heracleum sphondylium</i>	Berce commune
3	Wiesen-Kümmel	<i>Carum carvi</i>	Cumin des prés
4	Wiesen-Labkraut	<i>Galium mollugo</i>	Gaillet commun
5	Acker-Witwenblume (m)	<i>Knautia arvensis</i>	Knautie des champs
6	Wiesen-Bocksbart (m)	<i>Tragopogon pratensis</i>	Salsifis des prés
7	Wiesen-Pippau (m)	<i>Crepis biennis</i>	Crépide bisannuelle
8	Rauher Herbstlöwenzahn	<i>Leontodon hispidus</i>	Léontodon hispide
9	Wiesen-Glockenblume (m)	<i>Campanula patula</i>	Campanule étalée
10	Breiter Wegerich (w)	<i>Plantago major</i>	Plantain majeur

VI. auf zeitweilig austrocknenden Böden

a. In Kalk-Halbtrockenrasen (*Mesobromion, Festuco-Brometea*):

1 G	Aufrechte Trespe	<i>Bromus erectus</i>	Brome dressé
2	Fieder-Zwenke	<i>Brachypodium pinnatum</i>	Brachypode penné
3	Blaugras (montan-alp.)	<i>Sesleria coerulea</i>	Seslérie bleuâtre
4	Echte Kammschmiele	<i>Koeleria cristata</i>	Koelérie à crête
5 L	Hufeisenklee	<i>Hippocrepis comosa</i>	Hippocrépide à toupet
6	Kleiner Schneckenklee	<i>Medicago lupulina</i>	Luzerne Lupuline
7	Wundklee	<i>Anthyllis vulneraria</i>	Anthyllide Vulnéraire
8	Bergklee	<i>Trifolium montanum</i>	Trèfle des montagnes
9	Esparsette	<i>Onobrychis viciaefolia</i>	Sainfoin
10 K	Knolliger Hahnenfuss	<i>Ranunculus bulbosus</i>	Renoncule bulbeuse
11	Kleiner Wiesenknopf	<i>Sanguisorba minor</i>	Petite Sanguisorbe
12	Odermennig	<i>Agrimonia eupatoria</i>	Aigremoine Eupatoire
13	Frühlings-Fingerkraut	<i>Potentilla verna</i>	Potentille printanière
14	Kleine Bibernelle	<i>Pimpinella saxifraga</i>	Boucage saxifrage
15	Zypressen-Wolfsmilch	<i>Euphorbia cyparissias</i>	Euphorbe Faux-Cyprès
16	Mittlerer Wegerich	<i>Plantago media</i>	Plantain moyen
17	Echtes Labkraut	<i>Galium verum</i>	Gaillet vrai
18	Wiesen-Salbei	<i>Salvia pratensis</i>	Sauge des prés
19	Tauben-Scabiose	<i>Scabiosa columbaria</i>	Scabieuse Colombarie
20	Knäuel-Glockenblume	<i>Campanula glomerata</i>	Campanule agglomérée
21	Stengellose Kratzdistel	<i>Cirsium acaulon</i>	Cirse sans tige
22	Silberdistel	<i>Carlina acaulis</i>	Carlina sans tige

b. in bodensauren Magerrasen (*Nardion, Caricion curvulae*):

23 G	Borstgras	<i>Nardus stricta</i>	Nard raide
24	Geschlängelte Schmiele	<i>Deschampsia flexuosa</i>	Canche flexueuse
25	Krumm-Segge (alpin)	<i>Carex curvula</i>	Laïche courbée
26	Wald-Simse	<i>Luzula silvatica</i>	Luzule des bois
27 L	Alpen-Klee (subalp.)	<i>Trifolium alpinum</i>	Trèfle des Alpes
28 K	Goldfingerkraut (subalp.)	<i>Potentilla aurea</i>	Potentille dorée
29	Bärtige Glockenbl. (subalp.)	<i>Campanula barbata</i>	Campanule barbue
30	Berg-Wohlverleih	<i>Arnica montana</i>	Arnica des montagnes
31	Katzenplötchen	<i>Antennaria dioica</i>	Antennaire dioïque

VII. Magerkeitszeiger:

a. Magerkeitszeiger auf verschiedenen Standorten:

1 G	Zittergras	<i>Briza media</i>	Amourette
2 K	Adlerfarn (und andere Farne)	<i>Pteridium aquilinum</i>	Fougère impériale
3	Tormentill	<i>Potentilla erecta</i>	Tormentille
4	Zwerg-Lein	<i>Linum catharticum</i>	Lin purgatif
5	alle Augen- und Zahntrost- Arten, z. B.	<i>Euphrasia rostkoviana</i>	Euphraises
6	alle Wachtelweizen-Arten, z. B.	<i>Melampyrum pratense</i>	Mélampyres
7	alle Klappertopf-Arten, z. B.	<i>Rhinanthus alectorolophus</i>	Rhinanthes
8	alle Enzian-Arten, z. B.	<i>Gentiana asclepiadea</i>	Gentianes (III, 11)
9	alle Habichtskräuter, z. B.	<i>Hieracium pilosella</i>	Epervières
10	alle Orchideen	<i>Orchidaceae</i>	Orchidacées
11	alle Fetthennen-Arten	<i>Sedum</i>	Orpins
12	alle Hauswurz-Arten	<i>Sempervivum</i>	Joubarbes
13	alle Steinbrech-Arten	<i>Saxifraga</i>	Saxifrage
14	alle Kreuzblumen-Arten	<i>Polygala</i>	Polygalas
15	alle Thymian-Arten	<i>Thymus</i>	Thyms
16	alle Primeln	<i>Primula</i>	Primevères

ausserdem die meisten Arten der Gruppen II und VI.

b. Zwergsträucher als Rohhumus- und Magerkeitszeiger:

17	Besenheide	<i>Calluna vulgaris</i>	Callune vulgaire
18	Heidelbeere	<i>Vaccinium myrtillus</i>	Myrtille
19	Preisselbeere	– <i>vitis-idaea</i>	Airelle rouge
20	Moorbeere, Rauschbeere	– <i>uliginosum</i>	– des marais
21	Krähenbeere	<i>Empetrum nigrum</i>	Camarine noire
22	Alpenrosen, z. B.	<i>Rhododendron ferrugineum</i>	Rhododendrons
23	Alpenazalee	<i>Loiseleuria procumbens</i>	Loiseleurie couchée

VIII. Stickstoffzeiger, Arten der Hochstauden- und Lägerfluren:

1 G	Kriechende Quecke	<i>Agropyrum repens</i>	Chiendent rampant
2 K	Geissfuss	<i>Aegopodium podagraria</i>	Herbe aux gouteux
3	Guter Heinrich	<i>Chenopodium bonus-henricus</i>	Epinard sauvage
4	Tag-Lichtnelke	<i>Melandrium diurnum</i>	Mélandrie du jour
5	Stumpfbältriger Ampfer	<i>Rumex obtusifolius</i>	Patience sauvage
6	Berg-Ampfer (montan)	– <i>arifolius</i>	Rumex à f. de Gouet
7	Alpen-Ampfer (subalpin)	– <i>alpinus</i>	Rhubarbe des moines
8	Berg-Kerbel (montan)	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	Chérophylle hérissé
9	Wald-Storchschnabel (montan)	<i>Geranium silvaticum</i>	Bec-de-grue
10	Weisser Germer (subalpin)	<i>Veratrum album</i>	Véatre blanc
11	Eisenhut-Arten (subalpin)	<i>Aconitum</i>	Aconites
12	Taubnesseln	<i>Lamium</i>	Lamiers
13	Drüsengriffel-Arten (subalpin)	<i>Adenostyles</i>	Adénostyles
14	Kletten-Arten	<i>Arctium</i>	Bardanes
15	Pestwurz-Arten	<i>Petasites</i>	Pétasites
16	Brennessel-Arten	<i>Urtica</i>	Ortie
17	Beinwell	<i>Symphytum officinale</i>	Consoude
18	Acker-Kratzdistel	<i>Cirsium arvense</i>	Cirse des champs

XI. Einige Baumarten und Sträucher:

a. Nadelbäume

1	Waldföhre, Kiefer	<i>Pinus silvestris</i>	Pin sylvestre
2	Arve (subalpin)	– <i>cembra</i>	Arole
3	Lärche	<i>Larix decidua</i>	Mélèze
4	Fichte, Rottanne	<i>Picea abies</i>	Epicéa, Sapin rouge
5	Weisstanne, Tanne	<i>Abies alba</i>	Sapin blanc

b. Nadelsträucher

6	Berg-Föhre	<i>Pinus montana</i>	Pin à crochet
7	Wacholder	<i>Juniperus communis</i>	Genévrier commun

c. Laubbäume

8	Stieleiche	<i>Quercus robur</i>	Chêne Rouvre
9	Buche, Rotbuche	<i>Fagus sylvatica</i>	Hêtre
10	Hagebuche, Weissbuche	<i>Carpinus betulus</i>	Charme
11	Hängebirke	<i>Betula pendula</i>	Bouleau
12	Esche	<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne
13	Berg-Ahorn	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Erable des montagnes
14	Grau-Erle	<i>Alnus incana</i>	Aune blanchâtre
15	Schwarz-Erle	– <i>glutinosa</i>	– glutineux
16	Schwarz-Pappel	<i>Populus nigra</i>	Peuplier noir
17	Silber-Weide	<i>Salix alba</i>	Saule blanc
18	Korb-Weide	– <i>viminalis</i>	– des vanniers
19	Mandel-Weide	– <i>triandra</i>	– Amandier
20	Berg-Ulme	<i>Ulmus scabra</i>	Orme des montagnes

d. Laubsträucher

21	Purpur-Weide	<i>Salix purpurea</i>	Osier rouge
22	Aschgraue Weide	– <i>cinerea</i>	Saule cendré
23	Schwarzwerdende Weide	– <i>nigricans</i>	– noircissant
24	Reif-Weide	– <i>daphnoides</i>	– à bois glauque
25	Lavendel-Weide	– <i>elaeagnos</i>	– drapé
26	Grün-Erle	<i>Alnus viridis</i>	Aune vert, A. des Alpes
27	Faulbaum	<i>Rhamnus frangula</i>	Bourdaine Aune
28	Haselnuss	<i>Corylus avellana</i>	Noisetier

X. Wichtige Kulturpflanzen¹:

1	Hafer	<i>Avena sativa</i>	Avoine
2	Gerste	<i>Hordeum vulgare</i>	Orge
3	Roggen	<i>Secale cereale</i>	Seigle
4	Weizen	<i>Triticum vulgare</i>	Froment, Blé
5	Mais	<i>Zea mays</i>	Maïs
6	Raps	<i>Brassica napus</i>	Colza
7	Kartoffel	<i>Solanum tuberosum</i>	Pomme de terre
8	Luzerne	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne, Alfalfa
9	Italienisches Raygras	<i>Lolium multiflorum</i>	Ray-grass d'Italie

¹ Siehe auch *Onobrychis* (VI 9), *Trifolium pratense* (IV 11) und *T. repens* (IV 12).

Bodenkundliche Terrainuntersuchung und Bodenkartierung

- Punktuelle pedologische Untersuchungen, besonders repräsentativer Testflächen genügen bei Bodenkarten im Massstab 1 : 300'000 oder kleiner. Man kann ungefähr mit einer Untersuchungsstelle pro 10 - 100 km² rechnen.
- Erforschen des bodenkundlichen Inhalts definierter Landschaftsteile, erfolgt für Bodenkarten 1 : 100'000 bis 1 : 300'000, dabei kommt eine Untersuchungsstelle auf 1 - 10 km². Als Resultat bilden sich Bodenassoziationen und Bodenkomplexe mit physiographischen Begrenzungen.
- Überprüfen jeder einzelnen Kartierungsfläche nach Inhalt und Umgrenzungen bei Bodenkarten 1 : 25'000 bis 1 : 75'000. Dazu sind etwa 1 - 5 Untersuchungen pro km² notwendig und zusätzlich muss noch mit einer grösseren Zahl Bohrsondierungen zur Kontrolle gerechnet werden.
- Vollständige Begehung des Terrains und prüfen mit dem Bohrstock ist bei Bodenkarten 1 : 10'000 und grösser erforderlich. Pro 10 ha ist mit 1 - 2 Untersuchungsstellen (Bodenprofilen) zu rechnen. Die meisten Bodengrenzen entstehen aufgrund der direkten Terrainanalyse. Alle Grenzen werden mit dem Bohrstock überprüft. Diese Detailkartierungen sind relativ teuer, weil die Kosten für die Bodenkarte proportional der für die Feldarbeit benötigten Zeit anwachsen.

Die Konturen der Kartierungsflächen werden im Feld gewöhnlich im Massstab 1 : 5'000 oder 1 : 10'000 abgegrenzt. Der zu bearbeitende Abschnitt ist in diesem Bereich überblickbar und der Eintrag von Bodengrenzen von Hand ist genügend genau. Bodengrenzen gelten als sehr scharf, wenn sie innerhalb von 1 m erkennbar sind, meist bestehen jedoch Unsicherheitsschwellen von mehreren Metern. Im Massstab 1 : 5'000 ist die kleinste, ausscheidbare Strecke etwa 15 m; für Aufnahmen im Massstab 1 : 25'000 etwa 100 m.

Die Hilfsmittel für die bodenkartographische Feldarbeit sind zweckmässige Planunterlagen, zum einzeichnen der Bodengrenzen,
 provisorische Kartenlegende,
 Karte der wirksamen Bodenbildungsfaktoren,
 Protokollblätter für Untersuchungsstellen (Profilblatt),
 Bohrstock, Klinometer, Höhenbarometer oder Höhenlinienkarte,
 pH-Meter und Salzsäuretropfflasche,
 Spaten, Messer, Meter, Säcke, Zylinder usw. zur Probennahme.
 Beobachtung von Zeigerpflanzen (botanische Tabellen).

Klassifikation	Form, Lokalform	Projekt Nr.	Gemeinde Sigle	Profilnummer	Datum
topographische Skizze	Geolog. Skizze, Gesteine	Vegetation, Zeigerpflanzen	Gemeinde/Kt.		
			Ort/Flur	Gde.Nr.	
			Koord.:	Bl.Nr.	
			Höhe ü.M. m:	Bodentemp. °C	
			Neigung	% Exposition	
Profil	Böschung	Bohrung	Photo	Pedologe	Niederschlag mm:

Proben:		Tiefe	Profilskizze	Skelett cm	Gefü- ge- form	Ton %	Silt %	org. Subst. %	Kalk CaCO ₃ %	pH	KUK mval.	S %	Poren Vol. %	sicker- fähige Poren Vol. %	k-Wert cm/sec	Farbe (MUNSELL und Bemerkung)
Zyl. Nr.	Sack	Hori- zont														
		0		0,2												
		10														
		20														
		30														
		40														
		50														
		60														
		70														
		80														
		90														
		100														
		110														
		120														
		130														
		140														
		150														
		160														
		170														

B O D E N N U T Z U N G S E I G E N S C H A F T E N

<p><u>Vegetation, aktuelle Nutzung</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>Kunstwiese</td></tr> <tr><td>1</td><td>Acker offen</td></tr> <tr><td>2</td><td>Dauerwiese</td></tr> <tr><td>3</td><td>Dauerweide</td></tr> <tr><td>4</td><td>Baugarten</td></tr> <tr><td>5</td><td>Intensivobstanlage</td></tr> <tr><td>6</td><td>Gemüse, Garten</td></tr> <tr><td>7</td><td>Reben</td></tr> <tr><td>8</td><td>produktiver Wald</td></tr> <tr><td>9</td><td>wenig produktiver Wald</td></tr> <tr><td>10</td><td>Streuland</td></tr> <tr><td colspan="2">ungenutzte Vegetation</td></tr> <tr><td>11</td><td>Schutzwald</td></tr> <tr><td>12</td><td>Strauchvegetation</td></tr> <tr><td>13</td><td>Grasland (Urwiese)</td></tr> <tr><td>14</td><td>aufgelassenes landw. Land</td></tr> <tr><td>15</td><td>Riedland</td></tr> <tr><td>16</td><td>Moore</td></tr> <tr><td>17</td><td>anthropogenes Oedland</td></tr> <tr><td>18</td><td>Fels- und Gesteinsschutt</td></tr> </table> <p><u>Flüssigdüngeranwendung</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>normal</td></tr> <tr><td>1</td><td>geringe Beschränkung</td></tr> <tr><td>2</td><td>starke Beschränkung</td></tr> <tr><td>3</td><td>sehr starke Beschränkung</td></tr> </table>	0	Kunstwiese	1	Acker offen	2	Dauerwiese	3	Dauerweide	4	Baugarten	5	Intensivobstanlage	6	Gemüse, Garten	7	Reben	8	produktiver Wald	9	wenig produktiver Wald	10	Streuland	ungenutzte Vegetation		11	Schutzwald	12	Strauchvegetation	13	Grasland (Urwiese)	14	aufgelassenes landw. Land	15	Riedland	16	Moore	17	anthropogenes Oedland	18	Fels- und Gesteinsschutt	0	normal	1	geringe Beschränkung	2	starke Beschränkung	3	sehr starke Beschränkung	<p><u>Eignung</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>Wiese, Acker, Gemüse, Obst</td></tr> <tr><td>1</td><td>Wiese, Acker, Obst</td></tr> <tr><td>2</td><td>Wiese, Acker (Hackf.) Gemüse</td></tr> <tr><td>3</td><td>Acker (Getreidereiche FF)</td></tr> <tr><td>4</td><td>Acker, Wiese (Kunstpflanzen)</td></tr> <tr><td>5</td><td>Mähwiese, Mähweide</td></tr> <tr><td>6</td><td>Mähwiese</td></tr> <tr><td>7</td><td>Intensivweide</td></tr> <tr><td>8</td><td>Extensivweide</td></tr> <tr><td>9</td><td>Reben, Beeren</td></tr> <tr><td>10</td><td>Obst</td></tr> <tr><td>11</td><td>guter Wald</td></tr> <tr><td>12</td><td>geringer Wald</td></tr> <tr><td>13</td><td>Naturschutz</td></tr> </table> <p><u>Fruchtbarkeitsstufe, Bodenpunktzahl</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>1</td><td>bevorzugt</td><td>95-100</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>ausgezeichnet</td><td>85-94</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>sehr gut</td><td>70-84</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>gut</td><td>50-69</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>genügend</td><td>35-49</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>ungenügend</td><td>20-34</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>gering</td><td>10-19</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>sehr gering</td><td>0-9</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td>unfruchtbar</td><td>-</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>0</td><td>fast vegetationslos</td><td>-</td><td></td><td></td></tr> </table>	0	Wiese, Acker, Gemüse, Obst	1	Wiese, Acker, Obst	2	Wiese, Acker (Hackf.) Gemüse	3	Acker (Getreidereiche FF)	4	Acker, Wiese (Kunstpflanzen)	5	Mähwiese, Mähweide	6	Mähwiese	7	Intensivweide	8	Extensivweide	9	Reben, Beeren	10	Obst	11	guter Wald	12	geringer Wald	13	Naturschutz	1	bevorzugt	95-100			2	ausgezeichnet	85-94			3	sehr gut	70-84			4	gut	50-69			5	genügend	35-49			6	ungenügend	20-34			7	gering	10-19			8	sehr gering	0-9			9	unfruchtbar	-			0	fast vegetationslos	-			<p><u>Limitierung</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>Steilheit</td></tr> <tr><td>1</td><td>Bodenkälte, Höhenlage</td></tr> <tr><td>2</td><td>Erosionsgefahr, Abschwemmung</td></tr> <tr><td>3</td><td>Ueberschüttung, Murgang</td></tr> <tr><td>4</td><td>Steingehalt</td></tr> <tr><td>5</td><td>Flachgründigkeit</td></tr> <tr><td>6</td><td>Gefüge; kompakt, lose</td></tr> <tr><td>7</td><td>Fremdnässe, Ueberflutung</td></tr> <tr><td>8</td><td>Stauhnässe</td></tr> <tr><td>9</td><td>Chemismus, Säure</td></tr> </table> <p><u>Meliorationsmöglichkeiten</u></p> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>Röhrenentwässerung, (Grundwasser)</td></tr> <tr><td>1</td><td>Grundwasserstabilisierung</td></tr> <tr><td>2</td><td>Quellfassung (Hangwasser)</td></tr> <tr><td>3</td><td>Gewässerkorrektur</td></tr> <tr><td>4</td><td>Untergrundslockerung</td></tr> <tr><td>5</td><td>Terrassierung</td></tr> <tr><td>6</td><td>Uebersandung, Humusierung</td></tr> <tr><td>7</td><td>Bewässerung</td></tr> <tr><td>8</td><td>Dauerbegrünung</td></tr> <tr><td>9</td><td>Urbanisierung</td></tr> </table>	0	Steilheit	1	Bodenkälte, Höhenlage	2	Erosionsgefahr, Abschwemmung	3	Ueberschüttung, Murgang	4	Steingehalt	5	Flachgründigkeit	6	Gefüge; kompakt, lose	7	Fremdnässe, Ueberflutung	8	Stauhnässe	9	Chemismus, Säure	0	Röhrenentwässerung, (Grundwasser)	1	Grundwasserstabilisierung	2	Quellfassung (Hangwasser)	3	Gewässerkorrektur	4	Untergrundslockerung	5	Terrassierung	6	Uebersandung, Humusierung	7	Bewässerung	8	Dauerbegrünung	9	Urbanisierung
0	Kunstwiese																																																																																																																																																																							
1	Acker offen																																																																																																																																																																							
2	Dauerwiese																																																																																																																																																																							
3	Dauerweide																																																																																																																																																																							
4	Baugarten																																																																																																																																																																							
5	Intensivobstanlage																																																																																																																																																																							
6	Gemüse, Garten																																																																																																																																																																							
7	Reben																																																																																																																																																																							
8	produktiver Wald																																																																																																																																																																							
9	wenig produktiver Wald																																																																																																																																																																							
10	Streuland																																																																																																																																																																							
ungenutzte Vegetation																																																																																																																																																																								
11	Schutzwald																																																																																																																																																																							
12	Strauchvegetation																																																																																																																																																																							
13	Grasland (Urwiese)																																																																																																																																																																							
14	aufgelassenes landw. Land																																																																																																																																																																							
15	Riedland																																																																																																																																																																							
16	Moore																																																																																																																																																																							
17	anthropogenes Oedland																																																																																																																																																																							
18	Fels- und Gesteinsschutt																																																																																																																																																																							
0	normal																																																																																																																																																																							
1	geringe Beschränkung																																																																																																																																																																							
2	starke Beschränkung																																																																																																																																																																							
3	sehr starke Beschränkung																																																																																																																																																																							
0	Wiese, Acker, Gemüse, Obst																																																																																																																																																																							
1	Wiese, Acker, Obst																																																																																																																																																																							
2	Wiese, Acker (Hackf.) Gemüse																																																																																																																																																																							
3	Acker (Getreidereiche FF)																																																																																																																																																																							
4	Acker, Wiese (Kunstpflanzen)																																																																																																																																																																							
5	Mähwiese, Mähweide																																																																																																																																																																							
6	Mähwiese																																																																																																																																																																							
7	Intensivweide																																																																																																																																																																							
8	Extensivweide																																																																																																																																																																							
9	Reben, Beeren																																																																																																																																																																							
10	Obst																																																																																																																																																																							
11	guter Wald																																																																																																																																																																							
12	geringer Wald																																																																																																																																																																							
13	Naturschutz																																																																																																																																																																							
1	bevorzugt	95-100																																																																																																																																																																						
2	ausgezeichnet	85-94																																																																																																																																																																						
3	sehr gut	70-84																																																																																																																																																																						
4	gut	50-69																																																																																																																																																																						
5	genügend	35-49																																																																																																																																																																						
6	ungenügend	20-34																																																																																																																																																																						
7	gering	10-19																																																																																																																																																																						
8	sehr gering	0-9																																																																																																																																																																						
9	unfruchtbar	-																																																																																																																																																																						
0	fast vegetationslos	-																																																																																																																																																																						
0	Steilheit																																																																																																																																																																							
1	Bodenkälte, Höhenlage																																																																																																																																																																							
2	Erosionsgefahr, Abschwemmung																																																																																																																																																																							
3	Ueberschüttung, Murgang																																																																																																																																																																							
4	Steingehalt																																																																																																																																																																							
5	Flachgründigkeit																																																																																																																																																																							
6	Gefüge; kompakt, lose																																																																																																																																																																							
7	Fremdnässe, Ueberflutung																																																																																																																																																																							
8	Stauhnässe																																																																																																																																																																							
9	Chemismus, Säure																																																																																																																																																																							
0	Röhrenentwässerung, (Grundwasser)																																																																																																																																																																							
1	Grundwasserstabilisierung																																																																																																																																																																							
2	Quellfassung (Hangwasser)																																																																																																																																																																							
3	Gewässerkorrektur																																																																																																																																																																							
4	Untergrundslockerung																																																																																																																																																																							
5	Terrassierung																																																																																																																																																																							
6	Uebersandung, Humusierung																																																																																																																																																																							
7	Bewässerung																																																																																																																																																																							
8	Dauerbegrünung																																																																																																																																																																							
9	Urbanisierung																																																																																																																																																																							

A: Wasserhaushalt

Table with 8 rows and 2 columns: index, description (durchwaschen, xerisch, gehemmt durchwaschen, stagnierend, fremdnass, überschwemmt)

B: Bodengerüst

Table with 5 rows and 2 columns: index, description (nur Gestein, Gestein und Humus, Sekundärminerale, Organische Substanz)

C: Geochemische Umwandlung

Table with 9 rows and 2 columns: index, description (Silikatverwitterung, Mischgesteinsverwitterung, Ton-Bildung, Eisenhydroxid-Bildung, Oxidanreicherung, Eisen wird reduziert, Org. Substanz-Umwandlung)

D: Filtrationsverlagerung

Table with 10 rows and 2 columns: index, description (Huminsäuren, Aktives Aluminium, Erdalkalitionen, Karbonat, Alkalisalze, Tonminerale, Reduziertes Eisen, Kieselsäure, Eisen-Humin-Komplexe, Natriumhumat-Tone)

Untertyp - Eigenschaften

E: Profilschichtung

Table with 7 rows and 2 columns: index, description (erodiert, kolluvial, anthropogen gestört, alluvial, alluvial überschüttet, polygenetisch, aeolisch)

F: Verwitterungsart

Table with 7 rows and 2 columns: index, description (lithosolisch, juvenil, klufftig, karstig, psephitisch, psammitisch, pelosolisch)

G: Säuregrad/Metallionen

Table with 9 rows and 2 columns: index, description (stark sauer, sauer, schwach sauer, neutral, teilweise entkarbonatet, karbonatreich, kalkflaumig, kalktuffig, alkalisch)

H: Verteilung des Fe-Oxides

Table with 10 rows and 2 columns: index, description (verbraunt, quarzkörnig, podzolig, eisenhüllig, aschig, bunt, konkretionär, graufleckig, rubifiziert, placic)

J: Gefüge

Table with 10 rows and 2 columns: index, description (tonhüllig, krümelig, locker, klumpig, vertisolisch, primitiv, einzelporig, kompakt, verhärtet, planosolisch)

K: Hydromorphie

Table with 15 rows and 2 columns: index, description (schwach stagnogleyig, stark stagnogleyig, fremdnass, grundfeucht, schwach gleyig, stark gleyig, fahlgleyig, stark fahlgleyig, extrem fahlgleyig, grundnass, stark grundnass, versumpft)

L: organische Substanz

Table with 10 rows and 2 columns: index, description (rohhumos, modrichumous, mullreich, huminreich, humusarm, antorfig, amoorig, flachtorfig, tieftorfig, saprohumos)

M: Horizontierung

Table with 9 rows and 2 columns: index, description (regosolisch, diffus, abrupt horizontiert, unregelmässig horizontiert, biologisch durchmischt, schwach ausgeprägt, ausgeprägt, degradiert, cryosolisch)

BODENFORM

Table with 10 rows and 4 columns: index, Bodenskelett, Vol %, FeinE., Kies, Steine

Feinerde

Table with 10 rows and 3 columns: index, Feinerde, Ton %, Silt %

cm physikalische Gründigkeit = mm leicht verf. Wasser

Table with 7 rows and 2 columns: index, description (> 150 extrem tiefgründig, 101-150 sehr tiefgründig, 71-100 tiefgründig, 51- 70 mässig tiefgründig, 31- 50 zieml. flachgründig, 11- 30 flachgründig, 1- 10 sehr flachgründig)

LOKALFORM

Geographisch-klimatische

Bodenregionen

Table with 14 rows and 2 columns: index, description (Mittelland, trocken, warm, Mittell.ausgegl.feucht, Täler, Zentralalpentäler, Südalpentäler, Hügell.mässig feucht, Zentralalpentäler, Hügell.u.Alpentäler, Obermontan, Untersubalp, Unter-obersubalpin, Alpin, Nival)

Landschaftselement

Neigung

Table with 20 rows and 3 columns: index, Landschaftselement, Neigung %

Hangneigung d. Kartierungseinheit Gefälle % Welligkeit

Table with 15 rows and 3 columns: index, Hangneigung, Welligkeit

BODENKARTIERUNGSDIENST EIDG. FORSCHUNGSANSTALT FUER LANDW. PFLANZENBAU ZUERICH-RECKENHOLZ (1978)

Aufbau des Bodens (Pedomorphologie)

Die als Pflanzenstandort geeignete, das Gestein bedeckende äusserste Erdschicht, entstanden unter dem Einfluss des Klimas, durch Gesteinsverwitterung und biologische Vorgänge, nennt man Boden. Boden grenzt man gegenüber nicht Boden nach folgenden Gesichtspunkten ab:

Böden sind:

- Fruchtbare Pflanzenstandorte (eingeschlossen sind Böden, mit üppigem Pflanzenwuchs und solche mit sehr spärlicher Pflanzenbedeckung, auch Moos- und Flechtenbewuchs gilt als "Pflanzendecke").
- Äusserste verwitterte Erdschichten (rein physikalisch verwittert, chemisch verwittert und pedogenetische Neubildungen).
- Im Bereich der, oder im Gleichgewicht mit den atmosphärischen Bodenbildungsfaktoren (Luft, Wasser, Wärme, Wind, Schwerkraft, Biologie).
- Belebt (Wohnort von Lebewesen, Ort der Materialumwandlung durch Zersetzung, Humifizierung, biochemische Reaktionen).

Nicht Böden sind:

- Völlig vegetationslose Lockergesteine extreme Sand- und Gesteinswüste, harter Fels.
- Unverwitterter Fels
- Tief im Gestein eingeschlossene, pedogenetische Bildungen, Sedimente des tiefen Meeresgrunds und der tiefen Seen.
- Völlig unbelebt (z.B. kompaktes Gestein, Gletschereis, mächtige Firnfelder).

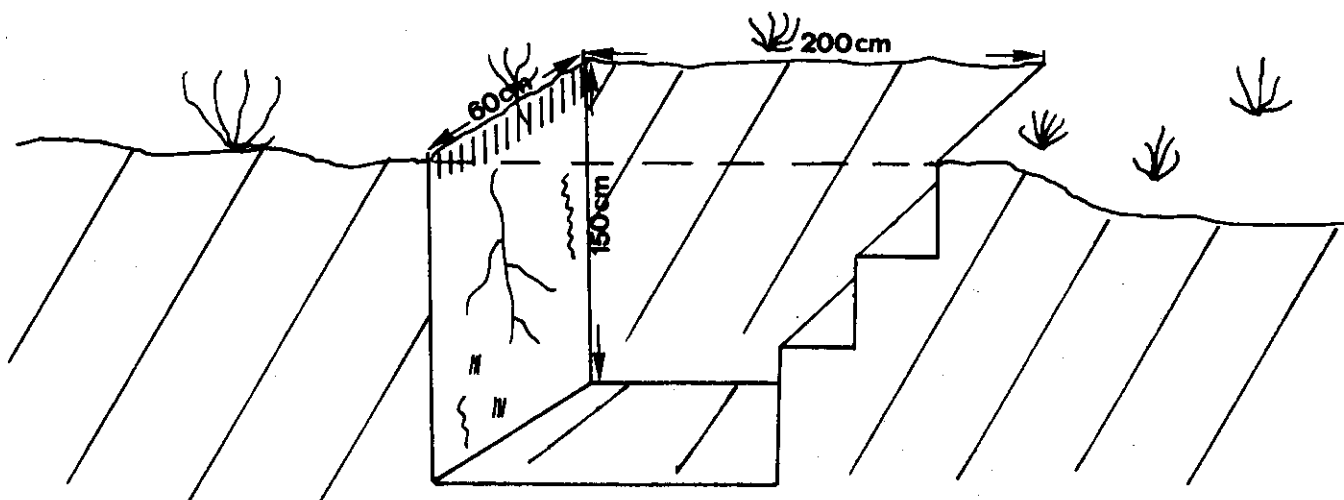
Der Pedon

Das kleinste, dreidimensionale Bodenindividuum, das in Bezug auf Horizontierung und Eigenschaften, den Boden des betreffenden Standorts charakterisiert und durch seine Merkmale von anderen Individuen abgrenzbar ist, heisst Pedon.

Der Pedon ist ein Teil eines natürlichen in sich korrelierten Systems, das mit den Umweltfaktoren im Gleichgewicht steht, oder ins Gleichgewicht strebt. Zum Pedon gehört also nicht nur das Bodenprofil, sondern auch die wirksamen Bodenbildungsfaktoren. Der Pedon steht in funktionaler Beziehung zu den wirksamen Faktoren des Klimas, der Biologie, der Topographie, der Lithologie und der Chronologie der Pedonentwicklung; er ist deshalb ein Teil des Ökosystems. Der Pedon kann darum nicht von seiner Umgebung getrennt erforscht werden. Im einfachsten Falle kann der Pedon etwa durch 1 m³ Boden verkörpert sein. Die durchschnittliche Bodentiefe beträgt im schweizerischen Mittelland 1,2 m, in alten Böden mindestens 2 m, seltener 3 bis 10 m. Bei kluftigem Bodengefüge, taschenförmigen Horizonten oder gar unregelmässigen Felsaufstössen kann die horizontale Dimension des Pedons 10 bis 100 m² erreichen. Zum Pedon gehört eine einheitliche Minimalfläche; wird diese Fläche erweitert, so spricht man von Polypedon, sofern die Variation der Bodenmerkmale gering bleibt.

Das Bodenprofil

Ein senkrechter Terrainaufschluss bis zum Muttergestein, der alle Bodenhorizonte zeigt, wird Bodenprofil genannt. Zur Profiluntersuchung benötigt man eine Profilgrube von 60 cm Breite und 150 cm Tiefe mit senkrecht abgestochener Stirnwand (Profilwand). Um die Profilwand leicht zugänglich zu machen, muss die Grube etwa 2 m lang und stufenweise angelegt sein.



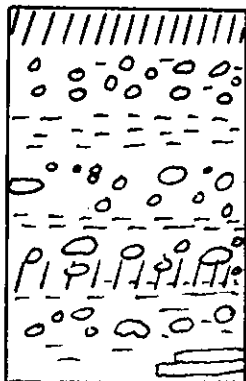
Die Aufschlussstelle soll so ausgewählt sein, dass sie ein bestimmtes Gebiet möglichst gut repräsentiert. Am Bodenprofil soll ein wichtiger, für den Standort charakteristischer Pedon erforscht werden können. Deshalb soll die Profilstelle möglichst im Zentrum des betreffenden Formelements, der Landschaft und der typischen Vegetationseinheit angelegt werden. Die Nähe von Strassen, Wegen, Gräben, Grundstücksgrenzen, Bäumen, Baustellen, Ueberschüttungen, atypischen Geländevariationen usw. sind zu vermeiden. Verspricht eine ausgewählte Terrainfläche auf grösserem Umkreis Einheitlichkeit, so vergewissert man sich mit einem Bohrein- stich, ob sich die zum aufgraben vorgesehene Stelle, eignet.

Bei morphologischen Untersuchungen der Bodenprofile verwendet man ein vorbereitetes Profilblatt, das die vollständige und rasche Aufnahme im Feld ermöglicht. Bohrungen können Profilgruben nur teilweise ersetzen. Die natürliche Profilierung des Bodens ist jedoch an Bohrkernen von 5 - 10 cm Durchmesser meist gut erkennbar; ganz dünne Bohrer und solche die das natürliche Bodengefüge zerreißen, sind beschränkt verwendbar. Alte Aufschlüsse wie z.B. Kiesgruben und Strassenanschnitte dürfen nur zur vorläufigen Information berücksichtigt werden.

Bodenprofilzonierungen

Die der Erdoberfläche parallel verlaufenden morphologisch unterscheidbaren, boden-
genetisch entstandenen Zonen des Pedons nennt man Bodenhorizonte. Im Gegensatz
dazu sind Bodenschichten aus geologischen oder geomorphologischen Vorgängen ab-
leitbar. Wechseln pedologisch und geomorphologisch bedingte Zonierungen im Boden-
profil ab, so spricht man von polygenetischen Pedonen.

Polygenetisch geschichteter Pedon: lithologischer Wechsel im Bodenprofil wird
mit römischen Zahlen angedeutet z.B. I (Alluvium), II (Moräne), III (Molasse).



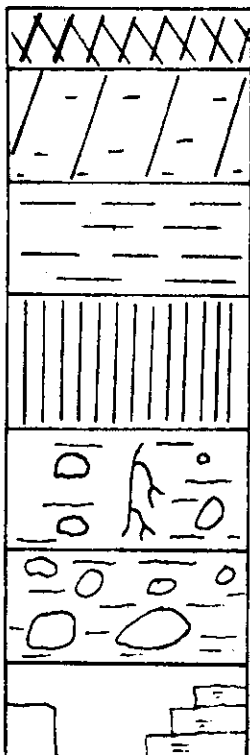
A-Horizont

C-Horizont mit alluvialen oder kolluvialen Schüttungen (Boden-
schichten).

begrabener oder fossiler Boden, A-Horizont (Terrainoberfläche
vor der Ueberschüttung).

II C-Horizont (z.B. autochthone Verwitterung der Felsunterlage).

Die Haupthorizonte grenzen sich vorwiegend nach Kriterien der Gerüstbildung ab, d.h.
dem vorhandensein von Lithorelikten, Humus und Sekundärmineralen; und entsprechend
den vorhandenen Filtrationsverlagerungen, d.h. dem Transport von Bodensubstanz von
einem Horizont in den anderen.



O-Horizont: Humusauflage mit mehr als 30 % organischer Substanz.

A-Horizont: Oberflächennaher organo-mineralischer Horizont, org.
Substanz (weniger als 30 %) in Mineralerde eingemischt.

E-Horizont: (alte Bezeichnung A2), mineralischer Eluvialhorizont;
durch Filtrationsverlagerung verarmte Zone, Residualhorizont

I-Horizont: (oft nicht vom B-Horizont unterschieden) Illuvialhorizont,
Anreicherungshorizont; einfiltrierte, oder kristallisierte
Bodenkomponenten sind vorhanden.

B-Horizont: Gesteinsverwitterungs- oder Sekundärmineralhorizont im
Bereich der tieferen Durchwurzelung.

C-Horizont: Gesteinszersatz- und Verwitterungshorizont ausserhalb der
biologischen Aktivität.

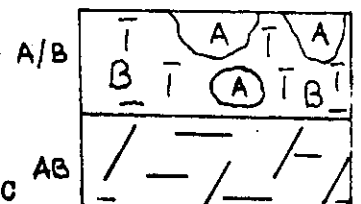
R-Horizont: Aufgeweichter oder zerklüfteter Fels im Verwitterungs-
bereich des Bodenklimas.

Komplexe Horizonte:

Schrägstrich zwischen Horizontsymbolen A/B, B/C, C/R

Gemischte Horizonte:

Kombinierte Horizontsymbole (Uebergangshorizonte) AB, AE, BJ, BC



Die Unterteilung der Haupthorizonte erfolgt nach den morphologischen, chemischen und physikalischen Horizontmerkmalen. Die Horizontsymbole lassen sich kombinieren, z.B. OTL ist ein organisch torfiger Horizont, aus nicht abgebauten Pflanzenresten; Bjt ist ein Verwitterungshorizont, wobei Tonanreicherung durch Illuvation zusätzlich vorliegt. Ein Teil des Horizontsymbols kann in runde Klammern geschlossen werden, wenn dieses Merkmal besonders schwach vertreten ist, z.B. B(g) ein Verwitterungshorizont mit schwacher Gleyfleckung. Ein Horizont der in eckige Klammern gesetzt wird, ist diskontinuierlich, d.h. nur stellenweise auftretend, z. B. [Eq] linsenförmig auftretender quarzsandiger Eluvialhorizont, oder [OL] nur stellenweise vorhandene Streueauflage.

Merkmalsgruppe	Symbol	Besondere Eigenschaften des Horizontes
Morphologie u. Chemismus der org. Substanz im A-, O- oder J-Horizont	l, L	litter, litière, Streueauflage, wenig abgebaut, blättrig
	T, TL	Torf, faserig, filzig, histic, fibric
	T, TF	Torf, fermentierter Torf, Hemists
	mo, F	moderig, fermentiert, (Zellstrukturen), sauer
	a	anmoorig, abgebaut, saprohumos, (mineralerdehaltig)
Gefüge der A-, B- und C-Horizonte	h	organo-mineralisch, kolloid, Humine, Mull
	p	Pflugschicht, gemischter Obergrund
	x	komprimiert, fragipan
	m	massiv, zementiert, duripan
	vt	vertisolisch, stark schwundrissig, kluftig
Tone und Sesquioxide im B-, I-, E- oder C-Horizont	st	Strukturhorizont, frapant gekrümelt
	t	Tonanreicherung, argillans, tonhüllig
	e	fleckige, streifenförmige Ausbleichungen, albic
	cn	Fe-Mn-Konzentrationen, nodules, Knötchen
	fe	Fe ³⁺ -Anreicherung (diffus, hüllig, Konzentrationen)
	g, Go	gleyfleckig, wechsellass, mottling
	gg, G	Gley, dauernd vernässt, vorwiegend fahl
	r	Reduktion, Fe ²⁺ , S ²⁻ , anaerob (schwarz, grün, blau)
Salze im A-, B- oder I-Horizont	ox	residuale Oxide, Goethit, Haematit, Gibbsit
	w, v	weathered, cambic, diffuse Fe ³⁺ -Oxid-Ton-Komplexe
	k	Karbonat als Sekundärmineral, Tuff, Flaum
	y	Gips
	sa	wasserlösliche Salze
Gesteinsaufbereitung im E- und C-Horizont	na	Na-Ionen-Anreicherung, natric
	q	residuale Anreicherung an Quarz (Sand)
	z	Zersatz, physikalisch verwitterte Gesteine
	ch	chemisch aufbereitetes Gestein (keine Primärminerale)
Kältewirkung	f	Permafrost, frozen
Palaeosole	b	begrabener Horizont eines klimagleichen Bodens
	fo	fossil, alte klimaungleiche Bodenbildung

Diagnostische Horizonte

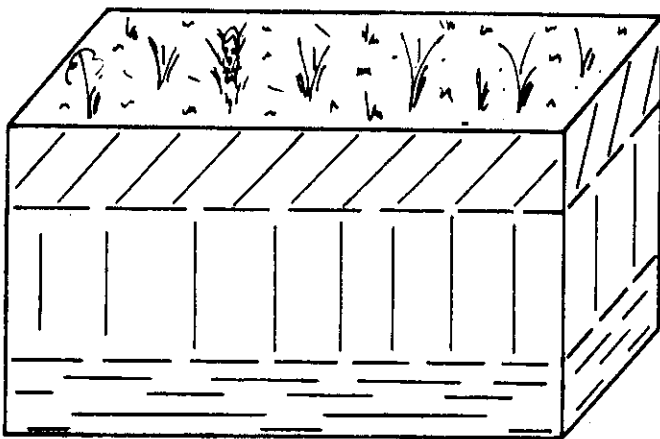
- Mullhorizont (mollic epipedon). Dunkler ($< 3,5$ Grauton), wenig gefärbter ($< 3,5$ Chroma), humushaltiger (> 2 % o.S.), gekrümmelter, nicht saurer Mineralerdehorizont von mehr als 25 cm Mächtigkeit. Phaeozem, Chernozem.
- Huminhorizont (umbric epipedon). Saurer (> 50 % H^+ der KUK), oft humusreicher Mineralerdehorizont, bröcklig, zu hartem, schmierigem oder pulverigem Gefüge neigend; sonst ähnlich dem Mullhorizont. Braunpodzol, Andosol.
- Rohhumushorizont (histic epipedon). Faseriger, filziger oder blättriger organischer Horizont (> 30 % o.S.) mit grossem Anteil an erkennbaren Pflanzenresten. Oft unter hydromorphen Verhältnissen gebildet, aber auch auf extrem sauren, durchlässigen Böden. Moor, Podzol.
- Humusarmer Obergrund (ochric epipedon). Bleicher humusarmer, oder sehr gering mächtiger Obergrundshorizont. Halbwüstenböden, vereinzelt auch bei Braunerden.
- Braunerdehorizont (cambic horizon). Braun gefärbter (Chroma > 3) ton- und eisenhydroxidhaltiger Horizont (Verwitterung und Tonbildung unter gemässigten Bedingungen). Tongehalt mindestens 5 %. Braunerde, Cambisol.
- Oxidrückstandsanreicherung (oxic horizon). Ein über 25 cm mächtiger, vorwiegend aus Geothit, Haematit, Gibbsit und anderen Oxiden, ev. auch Quarz bestehender Residualhorizont mit sehr geringem Primärmineralgehalt. Ferralsol, Laterit.
- Ausgebleichter Horizont (albic horizon). Ein hellgrauer oder weisslicher Eluvialhorizont (heller als Dunkelheitsgrad 4) und mit einer Farbstärke (Chroma) von weniger als 3. Er ist an Ton- und Eisenoxiden verarmt. Planosol, Luvisol.
- Tonilluvialhorizont (argillic horizon). Ein über 15 cm mächtiger Horizont mit Tonhäuten an den Oberflächen; der Tongehalt ist mindestens 3 % höher als im darüberliegenden Horizont. Mikromorphologisch zeigen die Tonhäute erhöhte Doppelbrechung im polarisierten Licht und Lamellierungen. Parabraunerde, Luvisol, Alfisol.
- Sesquioxidilluviation (spodic horizon). Eisen- und Aluminiumhydroxide durch Huminsäuren dispergiert umhüllen die Sandkörner, so dass der über 2,5 cm mächtige Horizont eine dunkel rotbraune Färbung erhält (z.B. 5 YR 3/4). Der Gehalt an Huminsäuren und Eisenhydroxid kann variieren, was zu dunkleren oder röteren Tönungen führt. Der Tongehalt ist gering. Podzol, Braunpodzol.
- Kalkflaumhorizont (calcie horizon). Fein kristallisiertes $CaCO_3$ in den Bodenporen ergibt einen weissgefleckten oder weissadriigen Aspekt. Horizontmächtigkeit über 15 cm, $CaCO_3$ -Gehalt mehr als 5 % erhöht. Chernozem, Vertisol.
- Alkalihorizont (natric horizon). Mehr als 15 % Na^+ in der KUK in einem stark tonigen Horizont mit Säulenstruktur in weniger als 40 cm u.T. Solonetz.
- Salzhorizont (salic horizon). Ein über 15 cm dicker Horizont mit über 2 % wasserlöslichen Salzen, die sich illuvial angereichert haben. Solonchak.

Die Horizontgrenzen können abrupt oder sehr verschwommen verlaufen. Man bestimmt deshalb zuerst den zentralen Teil der Horizonte nach ihren typischen Merkmalen. Anschliessend lässt sich der obere Horizont vom unteren abgrenzen.

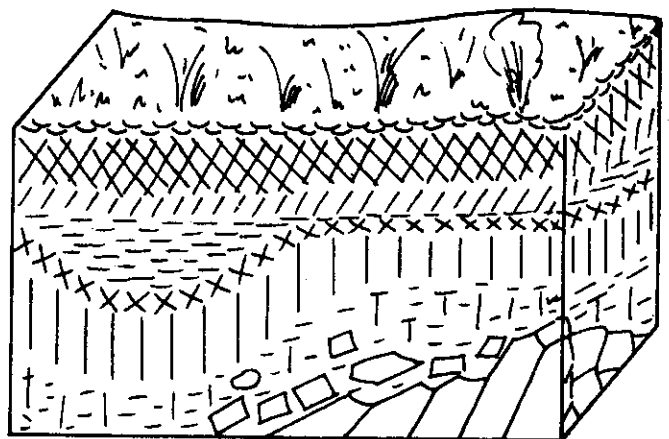
- scharfe, abrupte Horizontgrenze innerhalb 3 cm, Uebergangszone
- deutliche, klare Horizontgrenze innerhalb 5 cm, Uebergangszone
- graduelle Horizontgrenze innerhalb 12 cm, Uebergangszone
- diffuse Horizontgrenze auf über 12 cm unsicher.

Der topographische Verlauf eines Bodenhorizonts ist gleichmässig oder verformt:

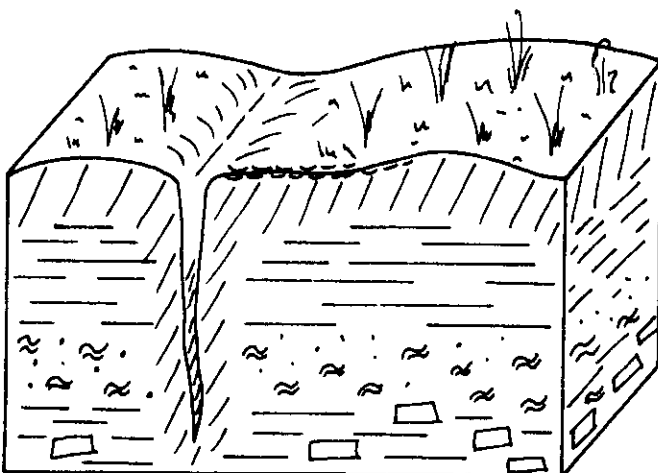
- gleichmässiger Horizontverlauf (gleichmässig dicke Schicht, horizontal oder geneigt verlaufend)
- welliger Horizontverlauf (horizontal ausgedehnte taschenförmige oder einfach wellige Schichten). Die Horizontwelligkeit kann mit einem besonderen Mikrorelief des Geländes zusammenhängen.
- unregelmässig (tiefe Zapfen oder Kluftfüllungen machen den Horizont sehr ungleichmächtig). Unregelmässige Horizonte können durch Illuviation oder tiefe Kluftbildungen eintreten.
- unterbrochener Horizont (bei linsenförmigem, oder unzusammenhängendem Auftreten des Horizonts). Bei Eluviationen in ungleich durchlässigem Bodenfilter, bei reliefbedingten Horizonten oder bei unregelmässigen Vegetationsausbildungen kann der Horizontverlauf unterbrochen sein.



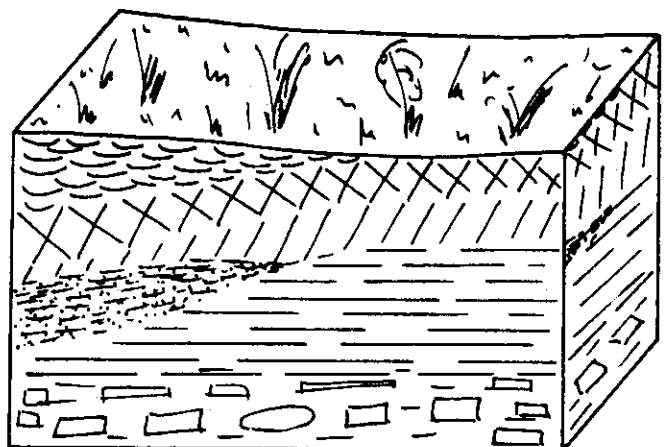
gleichmässige Horizonte



welliger Horizontverlauf



unregelmässiger Horizontverlauf



unterbrochene Horizonte

Die Bodenfarbe wird nach den Munsell Farbtafeln am naturfeuchten Boden (bei Feldkapazität) bestimmt. Bei stärkerer Bodentrockenheit ist die Probe anzufeuchten (Spritzenflasche).

- Farbton (hue), z.B. 10 YR für Braunerden, gelb 5 Y für Gley, rot 2,5 YR für Roterde.
- Grauton (value), sehr dunkel oder schwarz 1 - 2 (z.B. Schwarzerde) sehr hell oder weiss 7 - 8 (z.B. Karbonathorizont). Beziehung zwischen Grauton und Humusgehalt.
- Farbstärke (chroma), bleich 1 - 2 (z.B. Phaeozem, Rendzina), intensiv gefärbt 6 - 8 (z.B. Podzol, Ferralsol).

Beispiele von Farbsymbolen: 5 Y 7/2 hellgrau, 10 YR 4/3 dunkelbraun.

Beim Auftreten von Gleyflecken, Illuvialhüllen, Plasmakonzentrationen, Mineralverwitterung kann die Farbverteilung in einem Horizont ungleichmässig sein. In diesem Fall wird die Farbe der Matrix und diejenige der Konzentrationen separat bestimmt.

Die Kontraste unterschiedlich gefärbter Partien eines Horizonts können mehr oder weniger ausgeprägt sein:

- Schwache Kontraste: Matrix und Konzentrationen sind nicht scharf begrenzt und von geringem Farbunterschied (unsicher erkennbar).
- Deutliche Kontraste: Konzentrationen heben sich deutlich von der Matrix ab.
- Ausgeprägte Kontraste: Konzentrationen sind sehr auffällig und meist auch scharf abgegrenzt; die Farbunterschiede im Horizont sind gross.

Der Mengenanteil zwischen Matrix und Konzentrationen wird wie folgt umschrieben:

- Wenig Flecken oder Konzentrationen bedecken bis etwa 2 % der betrachteten Horizontfläche.
- Mässig: der Fleckenanteil beträgt 2 - 20 %.
- Dichte Flecken oder Konzentrationen umfassen über 20 % der Horizontbildfläche.

Die Form der Konzentrationen ist:

- Punktiert: mittelgrosse Flecken von weniger als 5 mm Durchmesser heben sich von der Matrix ab.
- Getupft: mittelgrosse Flecken von 5 - 15 mm Durchmesser vorhanden.
- Gefleckt: grosse Konzentrationen von mehr als 15 mm Ausdehnung. Die Konzentrationen sind entweder ringförmig, streifig, aderig, marmoriert, hüllig, zapfig, wolzig, krustig, flächig usw. gefleckt.

Die Farben der Aggregatoberflächen und des zerriebenen Bodens können verschieden sein, in diesen Fällen werden beide Farben ermittelt. Solche Unterschiede können Hüllenbildungen und Kolloidfiltrationen anzeigen.

Beispiele: wenig, schwach punktiert 10 YR 5/4, Matrix 10 YR 6/2
 ausgeprägt, dicht gefleckt 7,5 YR 5/8, Matrix 2,5 Y 6/2
 deutlich, mässig hüllig 10 YR 5/8, zerrieben 10 YR 6/4.

Bodenprofilsskizze (makromorphologische Untersuchung)



Horizontgrenzen

diffus	über	12 cm
deutlich		3 - 5 cm
graduell		6 - 12 cm
scharf	unter	3 cm

Uebergangszone:

U Horizonttaschen oder Zapfen

V Horizontklüfte

Bodenskelett

- eckige Steine ○ Gerölle ⊕ verwittert ⊙ frisch
- ⊖ Kleintierschalen ▭ Holzreste ▭ Holzkohle ▭ Ziegel

Körnung

sandiger Lehm und toniger Lehm etc. kombiniert
 Sand: ... grob; mittel; ---- fein
 — Silt (oder Schluff) = 1 cm langer Strich
 — Ton = 2 cm langer Strich

Erdalkalibarbonate

- = Primärkarbonate = = = Karbonatgrenze ⊞ Karbonat im Skelett
- ≈ Sekundärkarbonat, Kalkflaum ≈ w Kalktuff ⊞ Koncretion (Kindel)

Lösliche Salze

- ~ alkalische und neutrale Salze (Soda, Kochsalz)
- s saure Salze (Sulfate, Sulfide)

Sesquioxide

- | Eisenhydroxidanreicherung (Spodic) | freigelegtes Eisenhydroxid (Cambic)
- ⊕ Sesquioxidhüllen, vereinzelt
- Flecken } Gley und Pseudogley
- Konzentrationen }
- schwarze Knötchen (Mn, Fe.Oxide)
- /// Plasmaseparierung bei Goethit, Haematit, Gibbsite

Illuviation der Tonmineralien

- illuvialer Tonhorizont ⊕ Tonhüllen (vereinzelt)

Ausbleichungen (Eluviation)

- ≡ Ausbleichung fleckig-grau ⊕ Ausbleichung (ferrolytisch)
- → gebleichter quarzitischer Sand

Organische Substanz:

- Streue, Vernetzung: ~ ~ schwach ~ mittel ~ stark
- XXX Rohhumus (faserig, blätterig)
- Y Moder und Anmoor (körnig, saprohumos)
- xx illuviale Humine ⊕ Humushüllen (vereinzelt)
- / Mullhumus (1 Strich = 1 % organische Substanz)

Bodenbiologie

- ⊕ Regenwurmgänge (biologische Durchmischung) ⊕ Krotovinen
- λ Durchwurzelung; tiefstes Wurzelvorkommen

Bodenhydrologie

- ~ Grundwasserstand (Datumsangabe) ⊕ Fremdwasseraustritt
- ⊕ Kapillarsaum (Kapillarwasseraufstieg)

Bodengefügeformen

- krümelig 0,2-19 mm φ ⊕ Slikenside = polierte Klumpenoberflächen
- bröckelig 20-100 mm φ ○ sphäroid ⊕ polyedrisch ⊕ plattig
- klumpig über 100 mm φ L polyedrisch L prismatisch
- ⊕ schwammig
- primitiv □ lose* ⊕ bindig** ⊕ kompakt ⊕ hüllig

*nicht bindig, lose / kaum bindig // schwach b.** /// ziemlich b. //// stark b. ///// sehr stark bindig

Die Bodenart, d.h. die Mengenanteile an Ton, Schluff, Silt und Sand, lässt sich an der Konsistenz einer Bodenprobe ermitteln. Der Wassergehalt der Probe ist für ihre Konsistenz ausschlaggebend. Mit tropfenweiser Wasserzugabe kann der Wassergehalt variiert werden. Ein grosser Humusgehalt macht den Boden lockerer, weicher und eventuell auch schmieriger.

- Die Zerteilbarkeit oder Härte einer eher trockenen Probe prüft man durch zerdrücken, zerbrechen oder zerschlagen. Als sehr hart gilt ein Boden, der von Hand nicht zerteilbar ist; "zerteilbar" bedeutet, von Hand brechbar, wobei die Bruchteile zusammenhalten. Ein Bodenausstich der nach einem Druck mit dem Finger in viele Stücke zerfällt ist "zerfallend".
- Die Plastizität oder Verformbarkeit einer zwischen den Fingern gekneteten Probe wird an der mässig feuchten Erde geprüft. Nicht plastisch ist die Probe, wenn sie beim ausrollen vollständig zerbricht; plastische Böden lassen sich gut ausrollen, wobei Querrisse entstehen; sehr plastisch ist eine Probe, die sich ganz fein ausrollen lässt, ohne dass das Erdwürstchen beim biegen zerbricht.
- Die Klebrigkeit und der Feinheitsgrad oder die Rauheit wird an der feuchten, nicht zu nassen Probe getestet. Rauh wirkt der Sand. Einzelne grobe Sandkörner, oder zu trockene Tonaggregate können den Test verfälschen. Mehlig wirkt der Schluff. Klebrig wirkt der Ton, namentlich Schwelltone. Dieser Test wird durch das Zerreiben und Zerquetschen zwischen den Fingern ausgeführt.

K ö r n u n g s a r t	trocken	feucht	nass
	<u>Zerteilbarkeit</u> Kohärenz	<u>Plastizität</u>	<u>Rauheit</u> Viskosität
Sand	lose	nicht plastisch	ausfliessend, rauh
Lehmiger Sand	zerfallend	nicht plastisch	rauh
Sandiger Lehm	leicht zerteilbar	kaum plastisch	ziemlich rauh
Schwach sandiger Lehm	zerteilbar	wenig plastisch, rasch brechend	ziemlich rauh, nicht klebrig
Schwach toniger Lehm	schwer zerteilbar	etwas plastisch, brechend	etwas klebrig
Toniger Lehm	hart	plastisch formbar	klebrig
Ton	sehr hart	sehr plastisch, zäh	stark klebrig
Schlufflehm	kohärent, mehlig zerteilbar	etwas plastisch, brechend	nicht klebrig, fein, mehlig
Schluffboden	mehlig zerfallend	kaum plastisch	ausfliessend, fein, mehlig

Bezeichnung der Tonminerale

Kaolinit-Tone: TO-Mineralgruppe, sind relativ siliziumarm. Kaolinit (hexagonale Plättchen), Nicrit, Dickit, Halloysit (stäbchen-oder röhrenförmig), Chrysotil (Mg-haltig). Kronenstedt (Fe-haltig).

Die Elementarschichten (bis 100 pro Mineral) sind stark aneinandergebunden, ihr Basisabstand beträgt $7,13 \text{ \AA}$, Wassereinlagerung und Ionenadsorptionsvermögen sind gering, KUK bei pH 7 beträgt 3 - 15 mval/100 g Ton. Die Minerale kommen vorwiegend in sauren tropischen Böden vor.

Glimmer-Tone: TOT-Mineralgruppe, kommen vor als Illit, Glauconit und Uebergangsmineralien. Sie sind relativ Si-reich. Illit ist nicht aufweitbar, da die vom Glimmer herkommenden K-Ionen (4 - 6 % K) die Elementarschichten fixieren; der Basisabstand beträgt 10 \AA . Durch Kaliverlust bilden sich die Illit-Uebergangsmminerale mit randlich aufgeweiteten Elementarschichten. Starke Kalidüngung vermag die aufgeweiteten Elementarschichten zu blockieren. Die Umtauschkapazität (KUK) variiert, je nach Gitterzustand, von 10 - 40 mval/100 g Ton. Aufgeweitete Illite sind in mitteleuropäischen Böden verbreitet.

Vermiculit-Tone: TOT-Mineralgruppe, sind im Gegensatz zu den Glimmern aufweitbar und weisen einen Basisabstand der Elementarschichten von 14 bis 15 \AA auf. Ionen und Wasser können in die Zwischenschichten eingelagert werden; seine KUK beträgt 100 - 150 mval/100 g.

Smectit-Tone: TOT-Mineralgruppe, umfassen Montmorillonit, Beidellit, Nontronit, Hectorit, Saponit und Bentonit. Die Zwischenschichten sind sehr stark aufweitbar und weisen einen Schichtabstand bis 20 \AA auf, wobei dieser, je nach Ionenzwischenlagerung, variiert. Die KUK beträgt etwa 150 mval/100 g Ton. Starke Schwellung des Tonmaterials entsteht bei Wassereinlagerung (bis zu 4 Molekularschichten). Die Tonmicellen sind meist sehr dünn; sie enthalten nur wenige Elementarschichten. Smectittone kommen in feuchten, neutralen und alkalischen Böden vor.

Chlorit ist ein TOFO, also 2 : 2 Tonmineral, es ist aluminium- und eisenreich und relativ siliziumarm. Der Basisabstand der Elementarschichten beträgt 14 \AA , das Gitter ist starr. Chlorit kann in sauren Böden sekundär aus aufgeweiteten Glimmertonen durch Al-Einlagerung entstehen.

Allophan-Ton ist röntgenamorph, weil seine Elementarschichten ungeordnet sind. Die Kationen- und namentlich die Anionen-Austauschkapazität, sind sehr hoch und pH-Wert abhängig (>100 mval/100 g Ton). Er entsteht besonders aus Vulkanasche und ultrabasischen Gesteinen mit hohem Aluminiumgehalt. Allophan bildet extrem stabile Humint-Ton-Komplexe.

Oxide und Hydroxide im Boden

Diese entstehen als Endprodukte der Gesteinsverwitterung in fast allen Böden, insbesondere aber, wo die Tonbildung gehemmt ist (Podzol, Ferralsol). Sie sind amorph oder kristallin. Häufig treten im Boden Oxide als Kornhüllen, Imprägnierungssubstanz und Plasmakonzentration auf.

Der Nachweis erfolgt vorwiegend chemisch, ferner mikroskopisch, elektronenmikroskopisch und mittels der Röntgenfluoreszenz-Mikroskopie.

Nach Chemismus und Kristallstruktur sind folgende im Boden häufige Oxide zu unterscheiden:

Siliciumoxid: Kieselsäure $\text{Si}(\text{OH})_4$ oder H_2SiO_4 ; Orthokieselsäure, kolloid löslich in hoher Verdünnung, geht in Polykieselsäure⁴ und ⁴Christobalit über. Opal $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ (Kieselgur, Biopale in Gräsern bis 5 % Si). Quarz SiO_2 kristallin (Sand), Chalcédon (dicht, schalig).

Aluminiumhydroxid: $\text{Al}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ amorph, zum Beispiel im Podzol. Gibbsit $\gamma\text{-Al}(\text{OH})_3$ in Tropenböden, kristallin, weiss. Boehmit und Diaspor $\gamma\text{-AlOOH}$, in Bauxit.

Eisenhydroxide und Oxide: $\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ amorpher, rostbrauner Ferrihydrit, zum Beispiel im Podzol. Lepidokrokit $\beta\text{-FeOOH}$, im Gley, gelbrot, blättchen- und leistenförmig. Goethit $\alpha\text{-FeOOH}$ kristallin, im Ferralsol, braunrotes Nadeleisen. Haematit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ im warmen Klima, roter Eisenglimmer, Rötel. Magnetit Fe_2O_4 .

Manganhydroxide und Oxide: $\text{Mn}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, amorph, in Böden mit schwachen Redoxschwankungen. Manganit $\gamma\text{-MnOOH}$, kristallin, schwarz (Mn 3wertig). Pyrolusit (Braunstein) $\beta\text{-MnO}_2$ (Mn 4wertig). Hausmanit Mn_3O_4 , Mn_2O_3 .

Andere Anionenverbindungen kommen im Boden als Primärminerale und als Sekundärbildungen vor; sie treten meistens kristallin, häufig fein verteilt oder in linsenförmigen Konzentrationen auf.

Karbonate

Kalziumkarbonat, CaCO_3 , primär oder ausgefällt aus bikarbonathaltigem Wasser durch Verdunstung, Ueberkonzentration oder biologische Aktivität (Tuff, Kankar, Kalkflaum)
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Eisenkarbonat, FeCO_3 , Siderit bildet sich im Gley, ist löslich.

Natriumkarbonat reichert sich im stark alkalischen Solochak an.

Soda, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, bei über 33 °C Entwässerung.

Sulfate

Gipskristalle entstehen in Wüstenböden ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Gipsrosen.

Natriumsulfat ist in sauren Salzböden vorhanden.

Glaubersalz $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, bei über 24 °C Entwässerung zu Na_2SO_4

Sulfide

Eisensulfid, Pyrit, FeS_2 und $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ in Gyttja

Phosphate

Eisenphosphat, Vivianit ($\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$), Strengit ($\text{Fe}(\text{OH})\text{H}_2\text{PO}_4$), Variscit ($\text{Al}(\text{OH})_2\text{H}_2\text{PO}_4$). Kalziumphosphat, Apatit² ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$).

Chlorid

Kochsalz ist in meeresnahen Salzböden vorhanden, Neutralsalz $\text{NaCl} \cdot n\text{H}_2\text{O}$

Bodengefüge

Die räumliche Anordnung der festen Bodenteile und die dadurch gegebenen Porenverteilung nennt man Bodengefüge oder Bodenstruktur.

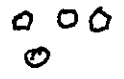
Gefügeteile (oder Bauelemente) des Bodens sind Einzelteile (Bodenskelett, Sand, Schluff), Vielfachteile und Poren. Durch Bodenkolloide (Ton, Humus) verklebte gröbere Einzelteile, die von der übrigen Bodenmasse separiert sind, nennt man Vielfachteile oder Aggregate.

< 0,2 mm ϕ Feinaggregate (Koagulate, Losungen)

• •

0,2 - 20 mm ϕ Krümel, Mittelaggregate

polyedrisch-kantig oder gerundete Krümel
späroid-poröse oder dichte Krümel



20,0 - 100 mm ϕ Bröckel, Grosskrümel, in der Regel polyedrisch bis längsprismatisch, seltener plattig



> 100 mm ϕ Klumpen, Grobsegregate, entstanden durch Schwell-Schrumpfvorgänge, meist unregelmässig längsprismatisch, seltener säulig oder grobpolyedrisch.



Die Gesamtporosität (PV = Porenvolumen) beträgt 45 - 55 Volumenprozent mit Extremen von 30 - 90 Vol. %. Die Unterteilung der Poren erfolgt nach Durchmesser und Form in:

Feinporen	(\AA -Bereich, 10^{-8} cm): innerkristalline Hohlräume; entwässern nur bei Temperaturen über 105°C .
Feinporen	(< 0,2 μ): Feuchtigkeitsmantel an Kolloidoberflächen; enthalten sogenanntes Restwasser, über pF 4,2 (15 bar Tension).
Kleine Mittelporen	(0,2 - 30 μ): Kapillaren und Räume der Wassermenisken; wurzelzugängliches Wasser, 0,1 - 15 bar Tension.
Grosse Mittelporen	(30 - 300 μ): zögernd ausfliessende Hohlräume, Sickerporen, luftgefüllt, 0,1 - 0,01 bar Tension.
Grobporen	(> 0,3 mm ϕ): stets luftgefüllt bei normaler Durchgängigkeit der Poren.

Folgende Porenformen sind zu unterscheiden:

durchgehend zwischenräumig oder rissig (gut durchlässige Böden),
durchgehend geformt, röhrig (gut bis mässig durchlässige Böden),
undurchgehend zwischenräumig oder rissig (gehemmt durchlässige Böden),
undurchgehend röhrig oder blasig (schwer durchlässige, stagnierende Böden).

Das Raumgewicht des Bodens in g oder kg Boden pro Raumvolumen in ml oder Liter beträgt zwischen 0,8 bis 1,6 g TrS/ml (kg/l)

<u>g TrS/ml</u>	<u>Zustand</u>	<u>Porengehalt</u>
< 0,8	extrem locker	gross
0,8 - 1,0	locker	ziemlich gross
1,1 - 1,3	ziemlich dicht	mässig
1,4 - 1,6	komprimiert	gering
> 1,6	kompakt	sehr gering

Das Raumgewicht des feuchten Bodens ist bei bestimmter Feuchtigkeitstension (pF-Wert) zu messen; am gebräuchlichsten bei 0,1 oder 1/3 bar Tension.

Gefügeformen

Das makroskopische Gefüge ist die visuelle Erscheinungsform der räumlichen Anordnung der Gefügeteile, insbesondere die Art und Weise der Aggregatformierung und -zusammenstellung.

Primitivgefüge: weist keine wesentliche Aggregierung auf

- loses Primitivgefüge bei Sanden (Einzelkornstruktur)
- kohärentes Primitivgefüge (Massivstruktur)

Hüllengefüge: grobe Gefügeteile sind mit Kolloiden umhüllt

- loses Hüllengefüge
- kohärentes Hüllengefüge (Ortstein)

Klumpengefüge (Segregatsgefüge): Schwundrisse teilen das kohärente Gefüge in grosse Segregate (Klumpen); die Grobporen beschränken sich auf die Gefügerisse oder Spalten.

Krümel- und Bröckelgefüge weisen eine schwach bis stark bindige Packung individueller Krümel oder Bröckel auf.

Schwammgefüge: hohlraumreiches aber dennoch stabil gebundenes Gefüge, oft humoser Boden mit ausgeprägten Aggregaten und grossem Anteil an Bindesubstanz.

Mikrostrukturen

- Hüllen (cutans): gröbere Bodenteilchen sind von (kolloidem) Bodenplasma umhüllt.

Tonhüllen (argillans) sind für alle Luvisols typisch. Tonhüllen kommen als Korn-, Aggregat-, Röhren- und Hohlraumhüllen vor. Sesquioxidhüllen (sesquans) sind im Illuvialhorizont des Podzols zu finden.

Hüllen können durch Illuviation, Diffusion und Oberflächenspannung entstanden sein.

- Bodenröhren oder Gefügezyylinder (pedotubules): längliche oder zylindrische Absonderungen oder Plasmaseparierungen, wobei das Material aus dem gleichen oder aus einem fremden Bodenhorizont stammen kann; häufig biologischen Ursprungs.

- Verhärtungen (glaebules) sind dreidimensionale Gebilde innerhalb des Bodenplasmas, sie können aus Sesquioxid-, Ton-, Silizium-, Karbonat oder Sulfat-Konzentrationen bestehen. Die wichtigsten Formen der "glaebules" sind die Körner und die Konkretionen.

- Körner (nodules): undifferenzierte Plasmakonzentration im gewöhnlichen Bodengefüge.

- Konkretionen (concretions): konzentrisch um ein Zentrum angelagerte Konzentrationen.

- Kristallkonzentrationen (crystallaria) sind Anhäufungen von feinen Kristallen (Karbonate, Sulfate) in grösseren Bodenhohlräumen oder im Bodengefüge wo sie die Form subkutaner Hüllen oder Krusten annehmen.

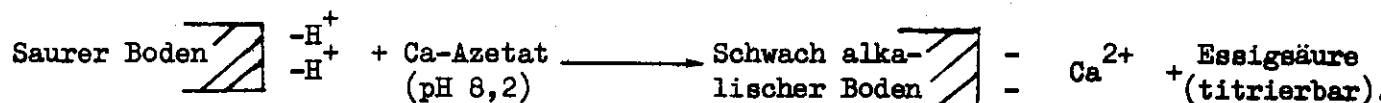
Azidität des Bodens

Die Art und die Haftfestigkeit der am Boden adsorbierten Ionen bestimmen dessen Säure- und Basencharakter. Je grösser der Anteil an H^+ (Hydronium, Oxonium) an der gesamten Kationenumtauschkapazität ist, desto saurer reagiert der Boden.

$$\frac{H^+ \cdot 100}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+ + H^+} = \frac{H^+ \cdot 100}{KUK} = \text{Azidität in \%}$$

Unter Azidität bzw. Säurecharakter des Bodens ist seine Fähigkeit, Protonen an die Bodenlösung abzugeben, zu verstehen. Wo dagegen der Boden als Protonenaccepter funktioniert, zeigt er Basencharakter ($OH^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O$).

Die Bestimmung der Bodenazidität erfolgt durch azidimetrische Titration. Das H^+ wird aus dem Bodenkörper ausgetauscht, extrahiert und der Extrakt titriert.



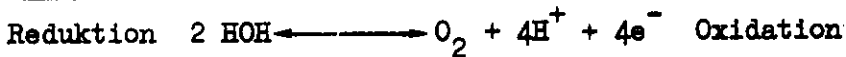
Die aktuelle H^+ -Aktivität im Bodenwasser wird potentiometrisch in mV als Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden gemessen (pH-Bestimmung zwischen Kalomel- und Glaselektroden). Chemisch reines Wasser enthält im Liter 10^{-7} Mol H^+ . Diese Konzentration des H^+ gilt als neutral, weil zugleich auch 10^{-7} Mol OH^- vorhanden sind. Enthält das Bodenwasser statt 10^{-7} zum Beispiel bereits 10^{-6} Mol H^+ /Liter, so gilt der Boden als schwach sauer. Aus praktischen Gründen wird nicht die H^+ -Konzentration (Mol/Liter), sondern deren Logarithmus als Säuremass (pH-Wert) verwendet: $pH = -\log [H^+]$

<u>Säuregrad des Bodens</u>	<u>pH-Wert in Wasser</u>	<u>Bodentypen (Beispiele)</u>
stark alkalisch	8,3 und mehr	Solonetz, Solonchak
alkalisch	7,7, - 8,2	Rendzina, Kalkbraunerde
schwach alkalisch	7,3 - 7,6	
neutral	6,8 - 7,2	neutrale Braunerde, Parabraunerde
schwach sauer	5,9 - 6,7	
sauer	5,3 - 5,8	saure Braunerde
stark sauer	5,2 und weniger	Podzol, saures Moor.

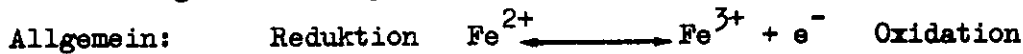
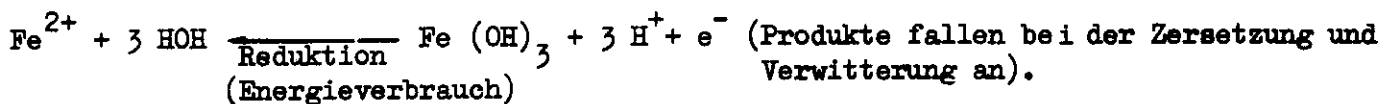
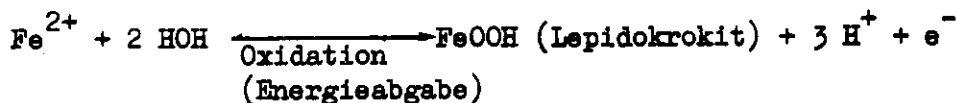
Verbreitet verwendet man in der Pedologie eine stark verdünnte Kalziumchloridlösung ($0,02 \text{ n } CaCl_2$) anstelle von Wasser zur Aufschwemmung der Bodenprobe bei der pH-Messung (Kalkpotential). Gewisse Fehlerquellen durch den Einfluss der Luftkohlendensäure und der Verdünnung werden dadurch vermindert; andererseits liegen die pH $CaCl_2$ -Werte eine halbe bis eine ganze pH-Einheit tiefer. In Deutschland wird ein $0,1 \text{ n } KCl$ -Lösung zur Aufschwemmung des Bodens verwendet.

Oxidations- und Reduktions-Reaktionen im Boden

Oxidation (Elektronenabgabe) und Reduktion (Elektronenaufnahme) chemischer Elemente laufen komplementär ab. Das Gleichgewicht zwischen Oxidations- und Reduktionsvorgängen hängt von der Art der Reaktionspartner ab.

Allgemein formuliertes Redoxsystem im Boden:

Redoxvorgänge am Eisen bei der Mineralverwitterung, Gleybildung, Rubifizierung, Verbraunung und Ferrolyse:

Im Nassboden bei Wassersättigung:Bei Durchlüftung nach Wassersättigung:

Das Redoxpotential ist ein Mass für die Oxidations-Reduktions-Energie des Systems. Bei Anwesenheit zusätzlicher Oxidations- oder Reduktionspartner, oder bei Änderung des Säuregrades wird das Redoxpotential (Eh) verändert (NERNST)

$$\text{Eh} = E_0 + \frac{0,06}{n} \cdot \log \frac{[\text{Ox}]}{[\text{red}]} \quad n = \text{Anzahl Elektronen}$$

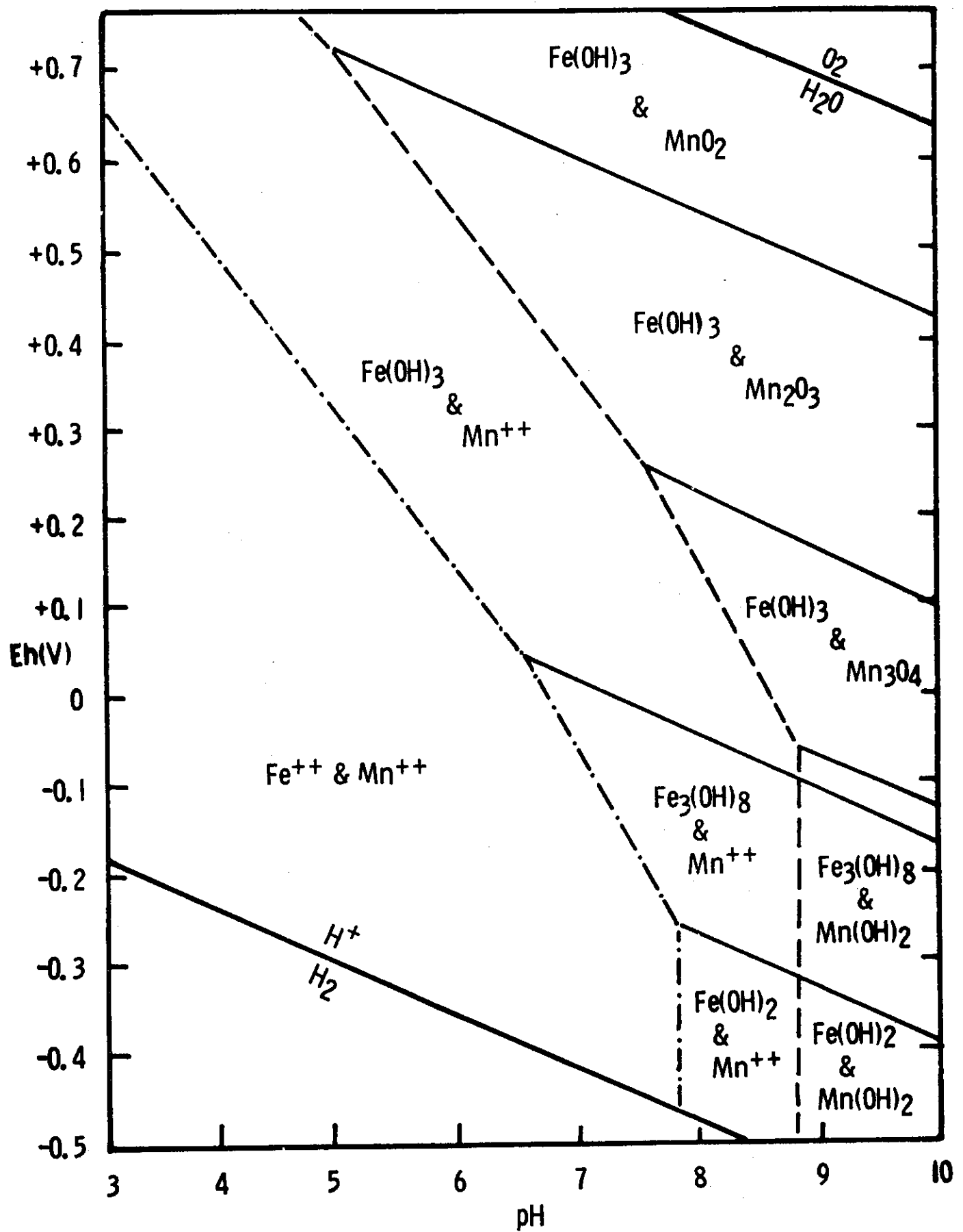
oder bei Anwendung auf $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$:

$$\text{Eh} = 0,77 + 0,06 \cdot \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} \quad \text{Eh} = \text{in mV, bei } 20^\circ\text{C, pH konstant}$$

0,77 Bezugspotential = E_0 in mV an einer Metallelektrode in 1 n H^+ -Lösung bei Wasserstoffspülung.

Im Boden variiert das Redoxpotential von etwa - 300 mV bis + 850 mV. Starke Reduktionsverhältnisse treten auf bei Eh - 300 bis + 200 mV. Dabei entstehen pflanzenschädigende Konzentrationen von Mn^{2+} , H_2S , NO_2 , ferner N-Verlust und O_2 -Mangel.

Oxidationsbedingungen bestehen bei Eh über + 650 mV. Die Pflanzenaufnehmbarkeit von Mn, Fe, Zn kann unter diesen Umständen ungenügend sein. Bei alkalischem pH-Wert sind oxidierte Verbindungen beständiger als im sauren Boden; deshalb weisen alkalische Nassböden weniger Eisenfleckigkeit auf als saure. Umgekehrt wird in stark sauren Böden Fe^{3+} bereits bei schwach gestörter Durchlüftung in Fe^{2+} reduziert.

Stabilitätsfelder der Eisen- und Manganverbindungen (Collins, van Schuylenborgh)


Bodenkarteninhalt, Legende und Massstab

Die in der Bodenkarte dargestellten Einheiten entsprechen pedologisch-systematischen Begriffen, oder sie bezeichnen Pedone oder Kombinationen verschiedener Pedone. Einzelmerkmale des Bodens wie z.B. Tongehalt, pH-Wert usw. sind in diesen kombinierten Begriffen enthalten und kommen deshalb nicht selbständig in der Legende vor; das gleiche gilt im Prinzip für abgeleitete praktische Eigenschaften (z.B. Eignung). Im Bedarfsfall können Einzelmerkmale und Interpretationen der Bodeneigenschaften, aus der Bodenkarte ausgesondert und als Folgekarten dargestellt werden. Pedologische Kartierungseinheiten sind:

- Lokalformen eines Bodens. Es handelt sich um Polypedone in einheitlicher ökologischer Situation.
- Bodenformen sind Polypedone in örtlich variierender ökologischer Situation. Sie entsprechen ungefähr den "Soil Series" der englischen und amerikanischen Bodenkarte.
- Bodenformenassoziationen entstehen bei der Vergesellschaftung verschiedener Bodenformen in physikalisch, einheitlichen Landschaftsteilen, sie sind unter ähnlichen Bodenbildungsverhältnissen entstanden.
- Bodensequenzen (z.B. Catena) sind unter dem Einfluss eines systematisch variierenden Bodenbildungsfaktors entstanden, z.B. die Böden einer Hangfolge mit Höhenstufung auf einheitlichem Gestein.
- Bodenkomplexe sind ein Mosaik verschiedener Polypedone, wobei die Gruppierung zu einer Kartierungseinheit durch eine oder mehrere gemeinsame Eigenschaften gerechtfertigt ist; Beispiel: Böden einer Talebene, eines Hochlandes, Böden trockener Weiden einer physiographisch abgrenzbaren Landschaft, usw..

Stark detaillierte Bodenkarten (1 : 1'000 bis 1 : 10'000) stellen die Verbreitung der Bodenformen und Lokalformen dar und enthalten sehr viele Bodeneigenschaften.

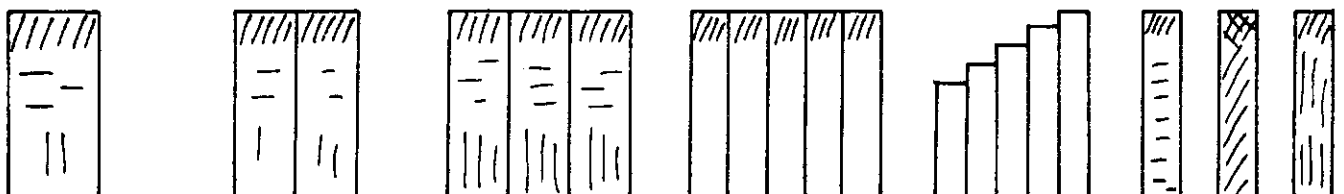
Halb detaillierte Bodenkarten (1 : 20'000 bis 1 : 50'000) setzen bereits eine starke Vereinfachung und Generalisierung der natürlichen Verhältnisse voraus.

Schwach detaillierte Bodenkarten (1 : 60'000 bis 1 : 200'000) können nur noch physiographische Regionen mit ähnlichen Böden abgrenzen.

Uebersichtsbodenkarten 1 : 300'000 und kleiner (Reconnaissance Soil Survey), verfolgen den Zweck, in einem grösseren Kartierungsperimeter das Bodeninventar und die Klassifikation der Pedone klarzustellen. Die Pedonuntersuchungen sind jedoch standortbezogen und erfolgen nach den Vorschriften für die Bodenbeurteilung (siehe Pedonuntersuchung, Bodenbestandteile, Bodenklassifikation).

Je kleiner der Kartenmassstab, desto uneinheitlicher sind die einzelnen Kartierungseinheiten der Legende, und desto weniger detailliert ist die Bodenkarte.

Pedon	Polypedon	Lokalform	Bodenform	Assoziation	Komplex
1 : 1	1 : 1'000	1 : 5'000	1 : 10'000	1 : 25'000	1 : 200'000



Die Legende der Bodenkarte sollte bei möglichst guter Uebersichtlichkeit (Inhaltsverzeichnis) auch die wichtigsten Informationen über jede Kartierungseinheit bieten.

SYMBOL E DER BODENTYPEN in alphabetischer Reihenfolge

A	Aue	IT	Fonhülliger Pseudogley
AB	Verbraunte Aue	LQ	Trocken-Roh-Rendzina
AC	Karbonatgesteins-Aue	J	= Mineralboden
AD	Mischgesteins-Aue	K	= Karbonat-(kalkhaltiger)Boden
AE	Silikatgesteins-Aue	L	= Rohboden
AJ	Mineral-Aue	M	Neutrales Moor
AK	Karbonat-Roh-Aue	ME	Saures Moor
AL	Roh-Aue	N	Mineralstoffreiches(neutrales)Halbmoor
AM	Halbmoor-Aue	NE	Saures Halbmoor
AS	Silikat-Roh-Aue	O	Regosol
B	Braunerde	OB	Trocken-Mineral-Regosol
BE	Saure Braunerde	OC	Karbonat-Regosol
BJ	Mineral-Braunerde	OD	Gesteins-Regosol
BK	Kalkbraunerde	OE	Silikat-Gesteins-Regosol
C	= Karbonatgestein	OJ	Mineral-Regosol
CQ	Humus-Karbonatboden (Trocken)	OK	Karbonat-Roh-Regosol
D	= Mischgestein	OL	Roh-Regosol
E	= Entbaster (saurer) Boden	OQ	Trocken-Roh-Regosol + Trocken-Silikat-Roh-Regosol
F	Fluvisol	OS	Silikat-Roh-Regosol
FC	Karbonat-Fluvisol	OV	Karbonat-Gesteins-Regosol
FD	Gesteins-Fluvisol	OX	Trocken-Regosol
FE	Silikat-Gesteins-Fluvisol	P	Eisenpodzol
FK	Karbonat-Roh-Fluvisol	PE	Braunpodzol
FL	Roh-Fluvisol	PH	Eisen-Humuspodzol
FQ	Trocken-Roh-Fluvisol + Trocken-Silikat-Roh-Fluvisol	Q	= Trocken-Roh-(semixerische)Böden
FS	Silikat-Roh-Fluvisol	QS	Humus-Silikatrohboden
FV	Karbonat-Gesteins-Fluvisol	R	Rendzina
FX	Trocken-Fluvisol	RL	Roh-Rendzina
G	Fahler Gley	RQ	Trocken-Rendzina
GB	Verbraunter Gley	S	= Silikat-/Silikat-Rohboden
GC	Karbonat-Gesteins-Gley	T	Parabraunerde
GD	Bunter Gley (eisenfleckiger)	TD	Mineral-Chromo-Luvisol (Parabraunerde)
GE	Silikat-Gesteins-Gley	TJ	Mineral-Parabraunerde
GF	Stark fahler Gley	U	Lithosol
GJ	Verbraunter Mineral-Gley	UC	Karbonat-Lithosol
GK	Karbonat-Roh-Gley	UD	Roh-Lithosol
GL	Misch-Roh-Gley	UL	Karbonat-Roh-Lithosol
GP	Podzoliger Gley	US	Silikat-Lithosol + Silikat-Roh-Lithosol
GS	Silikat-Roh-Gley	V	= Gesteinsboden
GV	Misch-Gesteins-Gley	VD	Mischgesteinsboden
GW	Fahler Mineral-Gley	VK	Karbonatgesteinsboden
GX	Extrem fahler Gley	VS	Silikatgesteinsboden
H	= Huminreicher Boden	W	Hochmoor
H	Humuspodzol	WH	Deckentorf
HK	Humus-Karbonat-Boden + Trocken-Humus-Karbonat-Boden	X	= Trocken-(semixerische)Böden
HP	Humus-Eisenpodzol	Y	Arenosol
HS	Humus-Silikat-Boden	Z	Phaezem
I	Pseudogley	ZJ	Mineral-Phaezem
IB	Verbraunter Pseudogley		
ID	Verbraunter Mineral-Pseudogley		
IJ	Mineral-Pseudogley		
IL	Roh-Pseudogley		
IP	Podzoliger Pseudogley		
IS	Silikatischer Roh-Pseudogley		

Einfärbung der Bodentypen bei kartographischer Darstellung

gelb	zitronengelb hellgelb dunkelgelb gelbgrün	Gesteinsböden, Rohböden, Regosole Humussilikatböden, Rendzina Humuskarbonatböden
grün	hellgrün laubgrün broncegrün dunkelgrün (blaugrün)	Fluvisole, Pseudogley
blau	türkischblau ultramarin dunkelblau preussischblau	Gley, Aueböden, Moore, Halbmoore
braun	ocker sienabraun rotbraun sepia Braun orangebraun orangerot	Braunerde, Kalkbraunerde, Phaeozem, Parabraunerde, saure Braunerde, huminreiche saure Braunerde, podzellige Braunerde
rot	rosa karminrot rotviolett	Podzol, Braunpodzol

Kartographische Ausführung

Die im Feld überprüfte und vervollständigte pedologische Aufnahme, ist auf einer Luftbildkopie M 1 : 5'000 oder auf einer topographischen Karte 1 : 1'000 bis 1 : 10'000 unter Umständen auch 1 : 25'000 eingetragen. Die Kartierungsflächen sind mit einem Code versehen, der mit der provisorischen Bodenkartenlegende übereinstimmt. Die kartographische Genauigkeit der Bodenkarten hängt wesentlich von der Standortbestimmung im Terrain ab. Die Planunterlagen sollten deshalb möglichst zahlreiche Orientierungspunkte aufweisen. Der Einsatz von Messgeräten (Messtisch) im Feld kann nötig sein, wo auf der Karte eine genaue Standortbestimmung stark erschwert ist (z.B. grosse Ebenen ohne Wegnetz und Parzellengrenzen). Fehler bei der Uebersetzung vom Feldblatt auf die entgeltliche topographische Unterlage können auf diese Weise vermieden werden.

Generalisierungen sind bei Massstabsverkleinerungen notwendig. In der Regel erfolgt eine doppelte Verkleinerung der Reinzeichnung (1 : 5'000 auf 1 : 10'000). Bei diesem Vorgang sollte kein Inhaltsverlust eintreten. Bei gehäuften Auftreten extrem kleiner Kartierungsflächen müssen die kleinsten, in andere passende Einheiten integriert werden, um das Kartenbild zu entlasten.

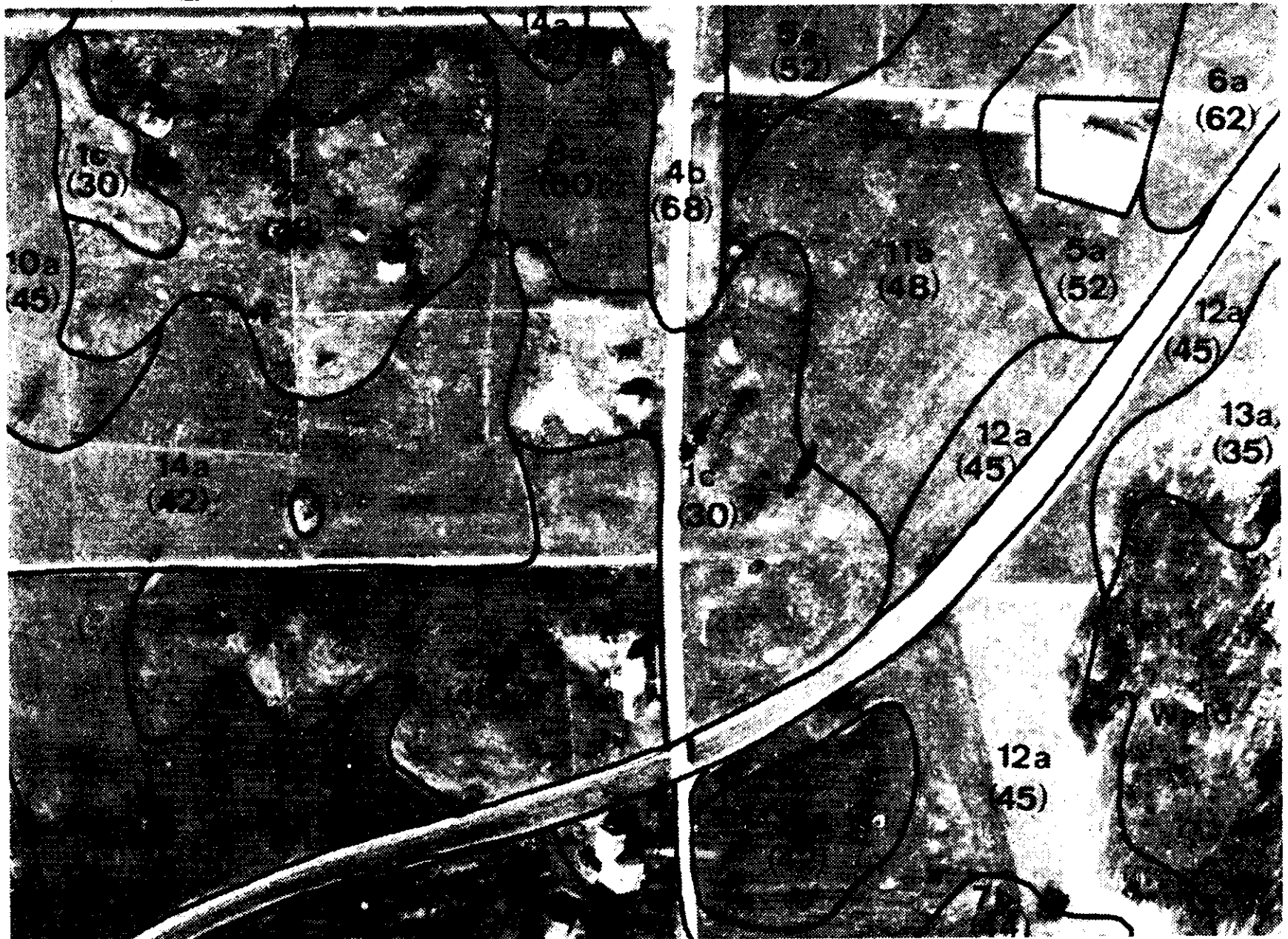
Minimalflächen bei verschiedenem Kartenmassstab

Entgeltliche Bodenkarte Massstab	Kartierte Minimalfläche 1 cm ²	Form einer 1 cm ² grossen Fläche auf der Karte	
		quadratisch kleinste Strecken im Gelände	länglich
1 : 1'000	1 a	10 m	2 m / 50 m
1 : 5'000	25 a	50 m	15 m / 150 m
1 : 10'000	1 ha	100 m	30 m / 300 m
1 : 25'000	6 ha	250 m	60 m / 1000 m
1 : 50'000	25 ha	150 m	150 m / 1700 m
1 : 100'000	100 ha	1 km	250 m / 4000 m
1 : 200'000	4 km ²	2 km	400 m / 10 km

Bei starken Verkleinerungen sind bedeutendere Generalisierungen notwendig:

- Konturenbegradigungen
- Zusammenfassen von Kartierungsflächen zu kombinierten Einheiten
- Neukonzeption der Kartenlegende und der Bodenkarte

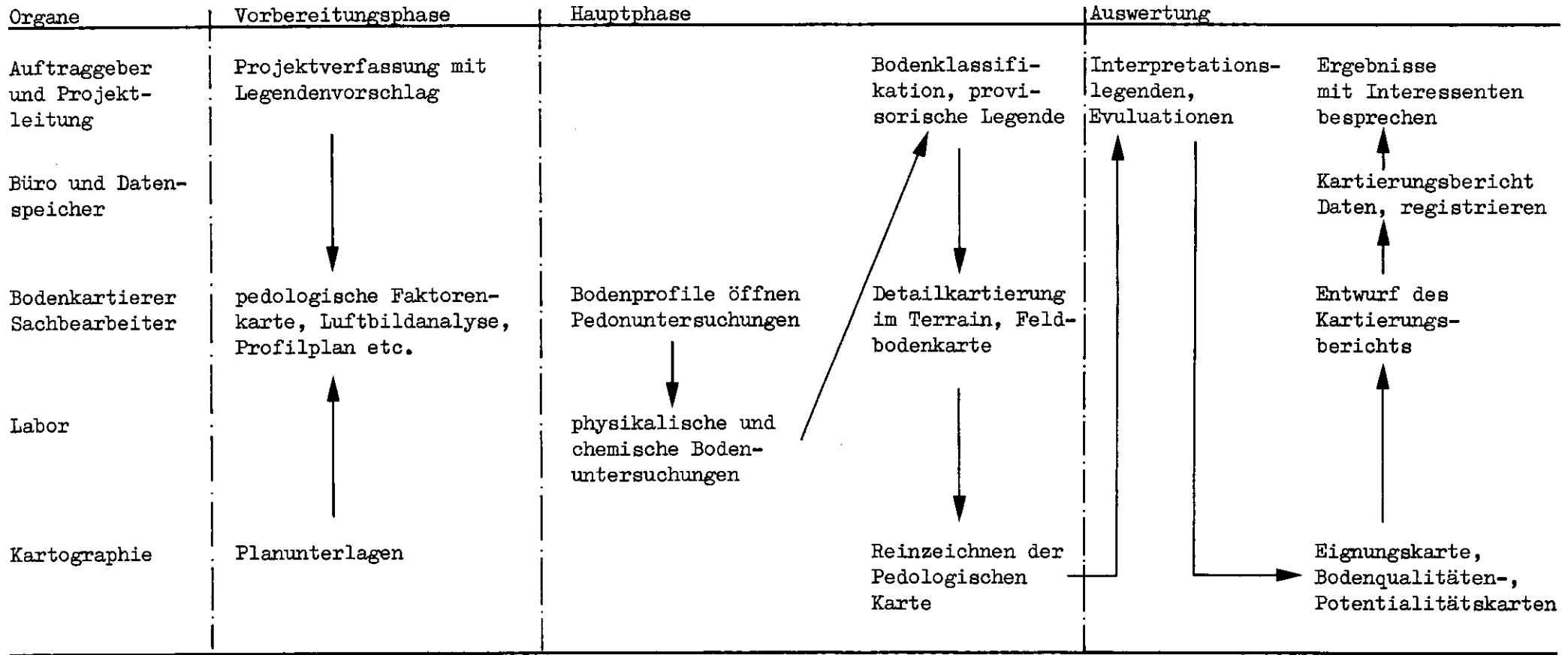
Bei der entgeltlichen Reinzeichnung im Büro sind die topographischen Grundlagen und Passlinien zu überprüfen. Eventuelle Unsicherheiten sind im Feld sofort zu klären. Da jede Bodenkarte praktischer Anwendung dienen soll, sind nur gute topographische Unterlagen zu verwenden.



K 811

Bodenkarte auf Flugbild (Sennwald SG, 1:10000)

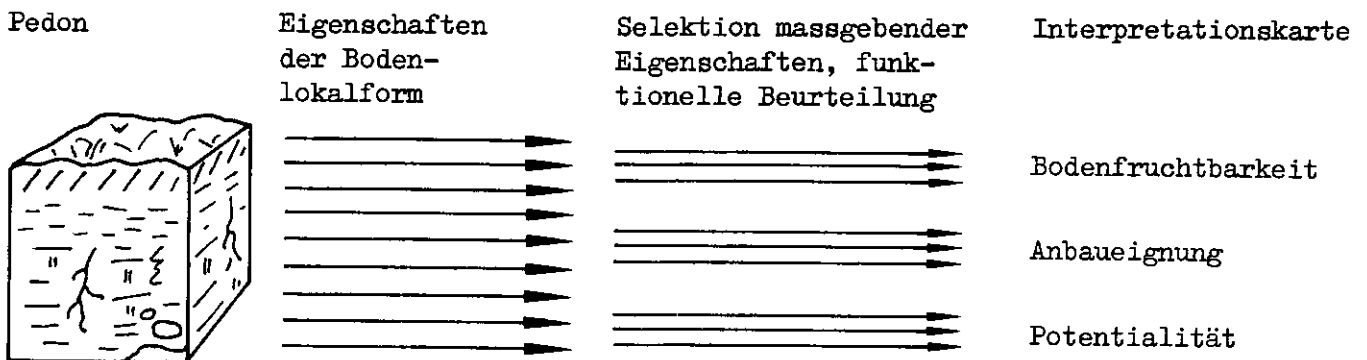
Arbeitsvorgang bei der detaillierten Bodenkartierung



Landbeurteilung durch Interpretation von Bodenkarten

Bodenkarten dienen in der Regel bestimmten Anwendungszwecken. Das Motiv zur Erteilung eines Bodenkartierungsauftrages ist meistens praktischer Art, selten will man bloss die bodenkundlichen Verhältnisse eines Gebietes kennen lernen. Für die folgenden Praxisprobleme können durch induktive Auswertung detaillierter Bodenkarten Entscheidungshilfen geboten werden.

Motiv:	Interpretation der Bodenkarte als:
Standortgemässer Anbau	Anbaueignungskarte
Anbau bestimmter Kulturen	Limitierungsfaktorenkarte
Landneuzuteilung	Anbaueignungskarte
Bodenbonitierung	Bodenpunktzahlkarte
Landerwerb	Bodenfruchtbarkeits- und Anbaueignungskarte
Entwässerung	Bodenhydrologiekarte, Meliorationsempfehlungen
Bewässerung	Wasserspeicherfähigkeit, Anbaueignungskarten
Betriebsberatung, -planung	Anbaueignungs- und Potentialitätskarte
Orts- und Regionalplanung	Anbaueignungs- und Bodenqualitätskarte
Landesplanung	Bodenressourcenkarte
Belastbarkeit für Siedlungsabfälle	Karte über das Adsorptions- und Filtrationsvermögen des Bodens
Landurbarisierung	Potentialitätskarte



Die wissenschaftlich fundierte und nachvollziehbare Interpretation von Bodenkarten ist einer direkten funktionellen Beurteilung der Landflächen vorzuziehen. Wird ohne Faktorenanalyse im Feld oder sogar auf dem Luftbild über die Eignung oder Qualität des Bodens entschieden, so haftet diesem Vorgehen zuviel Empirie an. Der grösste Nachteil besteht darin, dass die Interpretationen nachträglich nicht mehr auf die Grundlagen zurückführbar sind und somit keine Ueberarbeitung nach zusätzlichen Gesichtspunkten möglich ist.

Pedologische Karten und Interpretationsbodenkarten zeigen die dargestellten Einheiten naturgetreu, innerhalb der vom Massstab abhängigen Genauigkeit. Betriebs- oder Ortsplanungskarten benötigen einen weiteren Schritt, nämlich die Berücksichtigung von Grundstücksgrenzen und betriebswirtschaftlichen Faktoren. Diese Planungsentscheide werden in der Regel vom Betriebsberater oder vom Planer bearbeitet.

Bodenqualität

Agrarpedologisch ist die Bodenqualität gleichbedeutend mit der nachhaltigen pflanzenbaulichen Fruchtbarkeit des Bodens. Ein fruchtbarer Boden ermöglicht auf die Dauer gleichbleibend hohe Erträge. Die Interpretation der Bodenfruchtbarkeit gründet sich auf die für den Pflanzenwuchs wichtigen Bodeneigenschaften.

BodeneigenschaftenFunktionen bei der Ertragsbildung im Pflanzenbau

Wasserspeicherungsvermögen
(>100 mm 0,1 - 1 bar)

dauernd optimale Substanzproduktion

Bodendurchlüftung (5 - 10 Vol%)

dauernd uneingeschränkte Wurzelatmung, Stoffwechsel, N-Versorgung.

Nährstoffadsorption

dem Wachstum angepasste Mineralstoffversorgung

Tiefgründigkeit >100 cm

genügendes Wurzelvolumen, Standfestigkeit

Bodenerwärmung

fördert Keimung, Wurzelwachstum, Ernährung

Einstrahlung ungehindert

fördert Bodenwärme, Assimilation, Bioaktivität

Krümelstruktur der Ackerkrume

gutes Saatbeet, rasche Keimung

mässiger Stein und Tongehalt

fristgerechte Pflege, Maschineneinsatz möglich

Hangneigung, eben, leicht geneigt

gute Pflege, Erosionsschutz, leichte Ernte

Fremdwasser, Zufluss und Flutung geregelt

nur Grundwasser im untersten Wurzelbereich ist günstig, Oberflächenabfluss ist schädlich

grosse biologische Aktivität

rasche Zersetzung org. Abfälle - fördert Ernährung

Konzentration der Bodenlösung
um 0,5 - 1 mmho

keine Salzschäden, keine Versauerung

normale Metallgehalte

Metalle sind notwendige Mineralstoffe, schädigend wirken Ueberdosen (Ni, Co, Pb, Cu, Cd, Mn, Se)

keine Gifte im Boden

organische persistente Gifte vermindern die Pflanzenqualität.

BodeneigenschaftenFunktionen bei der Tierproduktion

Alle Eigenschaften welche die Pflanzenproduktion bedingen

Menge, dauernder Nachwuchs und Qualität des Tierfutters

Weidetrittfestigkeit

Gesundheit der Tiere, Zerstörung der Weide

Erosivität des Bodens

Dauerhaftigkeit der Futterproduktion

Versumpfung und Wasseraufstösse

Parasiten, Gesundheit der Tiere

Filtereigenschaften

gesundes Trinkwasser

Aufgrund dieser Zusammenhänge sind Bodenbewertungs- oder Schätzungsrahmen erstellt worden. Das älteste System ist wahrscheinlich die deutsche Reichsbodenschätzung.

International angewandt werden Vorschläge aus den USA und der FAO. In der Schweiz ist an der Forschungsanstalt Reckenholz ein eigenes System gebräuchlich, das im Zusammenhang mit der Verbesserung und Vereinheitlichung von Güterzusammenlegungen erarbeitet wurde.

Die FRUCHTBARKEITSSSTUFEN und BODENPUNKTZAHLN der Böden der Schweiz

(Bodenkartierungsdienst Reckenholz, 1976)

- [1] bevorzugt fruchtbar 95 - 100 Bodenpunkte
Standorte mit besten Bodenprofileigenschaften sowie mit besonders günstigen Bodentemperatur- und Niederschlagsverhältnissen im tieferen Mittelland. Intensivkulturen, wie Obstanlagen, Garten- und Gemüsebau, sind auf diesen Böden vorzüglich am Platze. Sie eignen sich vor allem auch für eine vielseitige landwirtschaftliche Nutzung.
- [2] ausgezeichnet fruchtbar 85 - 94 Bodenpunkte
Diese Standorte eignen sich für einen vielseitigen Fruchtwechsel. Der Landwirt ist in der Wahl der Kultur nicht eingeengt, weil jede mit ausgezeichnetem Erfolg anbaubar ist. Bei Intensivkulturen bestehen jedoch Einschränkungen.
- [3] sehr gut fruchtbar 70 - 84 Bodenpunkte
Bestimmte Kulturarten sind mit sehr gutem Erfolg anbaubar. Die Qualitätsverminderung gegenüber Stufe 2 äussert sich nicht in den wirtschaftlichen Erfolgsmöglichkeiten, sondern vielmehr in der Begrenzung der Kulturwahl.
- [4] gut fruchtbar 50 - 69 Bodenpunkte
Bestimmte Kulturarten sind mit gutem Erfolg anbaubar; bei richtiger Kulturwahl sind gute Erträge erzielbar, die bei angepasster Investitionspraxis noch einen gut durchschnittlichen Betriebserfolg ermöglichen.
- [5] genügend fruchtbar 35 - 49 Bodenpunkte
Bestimmte Kulturarten sind mit genügendem Erfolg anbaubar. Ein durchschnittlicher Betriebserfolg wird jedoch auf die Dauer nur mit standortgerechten Kulturen und abgewogener Dosierung der Aufwendungen erzielt. In diese Stufe fallen zum Beispiel die stärkere Limitierungen aufweisenden Böden des Mittellandes und die tiefgründigen Profile der Gebirgslagen.
- [6] ungenügend fruchtbar 20 - 34 Bodenpunkte
Der Anbauerfolg ist auch bei guter Betriebsführung ungenügend. Grössere Investitionen können hier unwirtschaftlich sein. Daher ist eine ziemlich extensive Bebauung angezeigt (zum Beispiel ertragsgünstige Extensivweiden).
- [7] gering fruchtbar 10 - 19 Bodenpunkte
Diese Böden sind nur beschränkt landwirtschaftlich nutzbar. Zum Beispiel wird in diese Stufe absolutes, extensives Weideland der Gebirgslagen mit Mängeln im Bodengerüst oder in der Wasserführung eingereiht.
- [8] sehr gering fruchtbar 0 - 9 Bodenpunkte
In diese Stufe fallen die nur ganz beschränkt oder eventuell nur durch grössere, kaum gerechtfertigte Meliorationsmassnahmen landwirtschaftlich nutzbaren Standorte; Böden in rauhen Gebirgslagen mit extremem Steingehalt und ungünstigen Wasserverhältnissen sowie Böden in ausgesprochenen Steillagen werden hier eingestuft.

Ausserhalb des landwirtschaftlichen Schätzungsrahmens:

- [9] Für landwirtschaftliche Nutzung ausser Betracht fallende Böden, die jedoch noch Vegetation tragen können.
- [10] Standorte ohne oder mit nur sehr spärlicher Vegetation (z.B. Lithosole, Felspartien).

Schätzungsrahmen zur Ermittlung der Bodenpunktzahlen

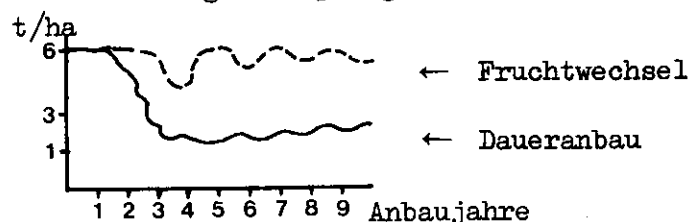
Fruchtbarkeits- stufe	Bodenpunkt- zahlen	H ö c h s t e T e i l p u n k t i e r u n g e n :						
		Hydro- logie	Physio- logische Gründig- keit	Boden- gerüst	Bodenwärme/ Oberflä- cheneigen- schaften	Boden- gefüge	Gasaus- tausch	Chemis- mus
[1] bevorzugt	95 - 100	25	20	15	15	10	10	5
[2] ausgezeichnet	85 - 94	25	20	15	9	10	10	5
[3] sehr gut	70 - 84	23	18	15	6	10	8	4
[4] gut	50 - 69	20	15	10	5	9	6	4
[5] genügend	35 - 49	15	10	8	3	5	5	3
[6] ungenügend (mässig)	20 - 34	10	6	5	2	4	4	3
[7] gering(mager)	10 - 19	5	5	5	2	2	-	-
[8] sehr gering	0 - 9	3	3	3	-	-	-	-

Eignung; standortgemässer Anbau

Die meisten Pflanzen sind sehr anpassungsfähig an unterschiedliche Wachstumsbedingungen; volle Erträge bei bescheidenen Pflegeaufwendungen sind jedoch nur bei standortgemäßem Anbau erzielbar. Ausserdem ertragen nur wenige Kulturpflanzen den ununterbrochenen Anbau auf dem gleichen Grundstück. Ein Fruchtwechselbeispiel ist nachstehend aufgeführt.

Parzellen	I	II	III	IV	V	VI	VII	Anbaujahre
<u>Kulturarten</u>								
Kartoffeln	1	2	3	4	5	6	7	1978
Winter Weizen	2	3	4	5	6	7	1	1979
Gerste	3	4	5	6	7	1	2	1980
Zuckerrüben, Mais	4	5	6	7	1	2	3	1981
Winter Weizen	5	6	7	1	2	3	4	1982
Kleegrass	6	7	1	2	3	4	5	1983
Kleegrass	7	1	2	3	4	5	6	1984

Der aus technischen Gründen notwendige Monokulturanbau wird gemildert durch raschen und geregelten Wechsel der Kulturen. Ausdauernde Kulturen wie Obstbäume, Reben, Beerensrüucher, Sisal, Tee, Kaffee usw., werden von Natur oder durch Züchtung, Pfropfung und Schädlingsbekämpfung nach Möglichkeit von den Nachteilen der Monokultur geschützt.

Kulturpflanzen:Besondere Ansprüche an den Boden:

Weizen	eher tonige Böden, gute Wasserversorgung, Abtrocknung bei der Reife, unverträglich im Daueranbau.
Gerste	trockenheitsverträglich, neutrale bis alkalische Böden, ziemlich unverträglich im Daueranbau
Kartoffeln	sandige, durchlässige, durchlüftete, schwach saure Böden, ziemlich verträglich im Daueranbau, ausgenommen gegen persistente Schädlinge.
Zuckerrüben	tiefgründiger, lockerer Boden, gute Wasser- und Nährstoffversorgung, besonders auch bezüglich Phosphat und Bor. Bodenverseuchung kann auftreten und schliesst darnden Wiederanbau aus.
Mais	tiefgründiger Boden, hohe Wasseransprüche; durchlässiger, durchlüfteter Boden mit guter Nährstoffversorgung, ziemlich verträglich im Daueranbau, den Boden stark beanspruchend, Bodenverseuchung kommt vor.
Wiese und Kleegrass	sehr hoher Wasserbedarf, genügend Bodendurchlüftung im Obergrund nötig, bodenschonend, Daueranbau möglich.

Bodeneignungskarte DOMLESCHG

1:10000

SENKRECHT DURCHWASCHENE BOEDEN HUMIDER REGIONEN

K 921

FLUVISOL

1. Karbonatreicher, schwach stagnogleyiger Fluvisol, skelettar, sandiger Lehm auf Schlufflehm, staufeucht, mittlere Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰, vorwiegend künstliche Kolmatierung (4)
2. Karbonatreicher, schwach stagnogleyiger Fluvisol, skelettar, sandiger Lehm auf Sand und Schlufflehm, staufeucht, gute Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰, 150 cm mächtige künstliche Kolmatierung (3)
4. Karbonatreicher, stagnogleyiger Fluvisol, skelettar, Schlufflehm, schwach staunass, gute Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰, vorwiegend künstliche Kolmatierung (3)

REGOSOL

7. Verbraunter Regosol, skeletthaltig, sandiger Lehm, mittlere Wasserspeicherung
 - d) Konvexhang 16 - 25 ‰, wellig (4)

BRÄUNERDE

11. Teilweise entkarbonatete, ziemlich gleyige Braunerde, skeletthaltig, schwach sandiger und schwach toniger Lehm, schwach hangnass, gute Wasserspeicherung
 - b) Hangterrasse 3 - 5 ‰ (3)
16. Gleyige Kalkbraunerde, skeletthaltig, Schlufflehm, schwach hangnass, mittlere Wasserspeicherung
 - b) Terrasse 3 - 5 ‰ (4)

SELTEN SENKRECHT DURCHWASCHENE BOEDEN DER ALPINEN TROCKENTÄLER

TROCKEN-ROH-FLUVISOL


17. Karbonatreicher Trocken-Roh-Fluvisol, skelettreich, Grobsand und Schotter, sehr geringe Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰ (6)
 - a1) Talebene bis 2 ‰, schwach wellig (Naturschutzgebiet und Wald)
18. Karbonatreicher Trocken-Roh-Fluvisol, skelettar, lehmiger Sand und Sand, Schotter ab 30 bis 40 cm, geringe Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰ (5)


TROCKEN-FLUVISOL


21. Karbonatreicher Trocken-Fluvisol, skelettar, sandiger Lehm, Schotter ab 60 cm, geringe Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰ (4)
22. Karbonatreicher Trocken-Fluvisol, skelettar, sandiger Lehm auf Sand und Schlufflehm, mittlere Wasserspeicherung
 - a) Talebene bis 2 ‰ (5)


PHÄOZEM

25. Kalkflaumiger, entwickelter Phäozem, skelettar, sandiger Lehm, gute Wasserspeicherung
 - b) Tal- und Hangterrasse 3 - 5 ‰, schwach wellig (5)
 - c) Konver- und Konkavhang, Talfächer 6 - 15 ‰, schwach wellig (3)
28. Schwach entwickelter Phäozem, skeletthaltig, Untergrund stark skeletthaltig, sandiger Lehm, mittlere Wasserspeicherung
 - c) Hangterrasse 6 - 15 ‰ (3)

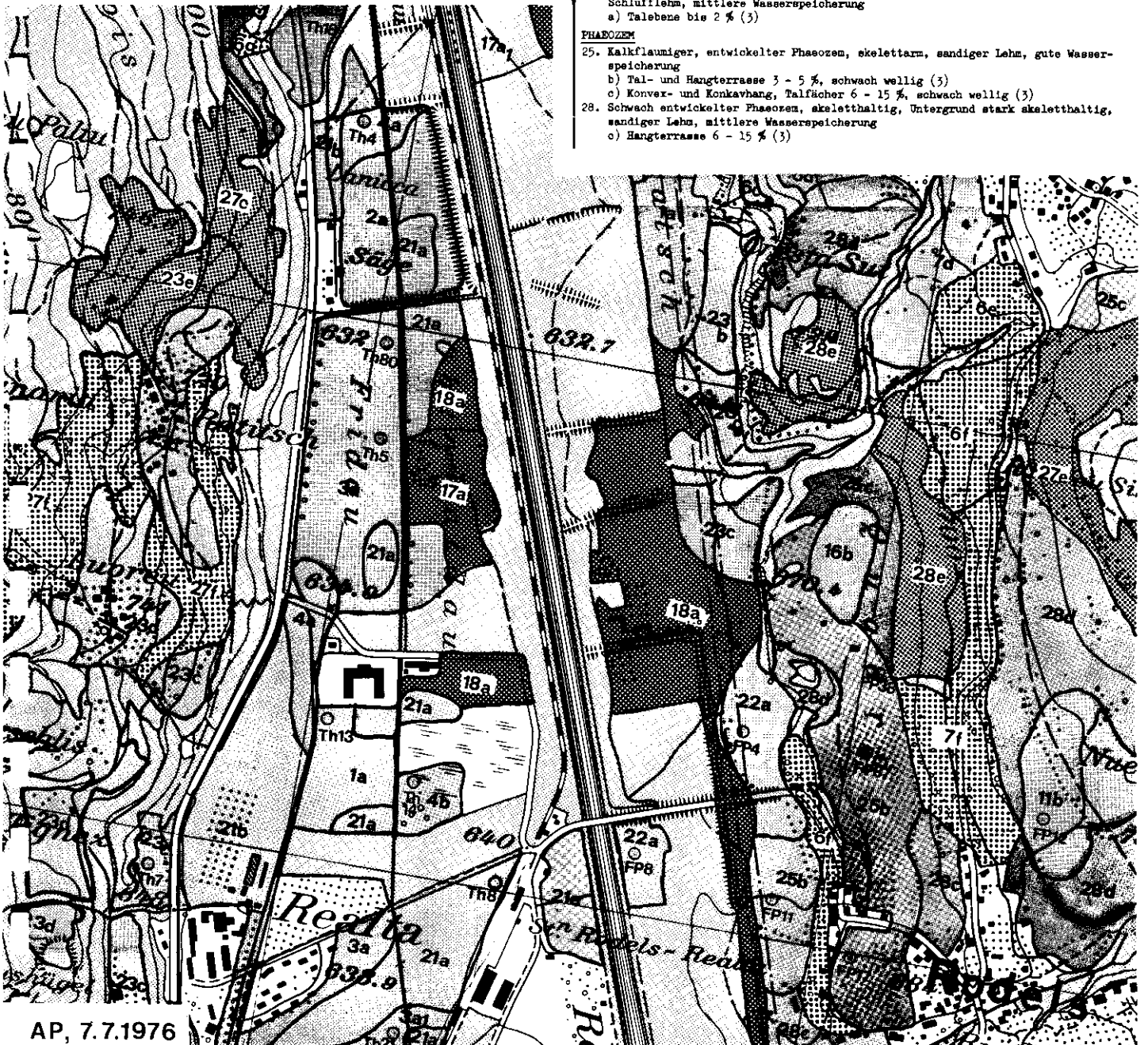
 Gute bis sehr gute Aecker und Wiesen, partiell Gemüse und Obst.

 Gute Wiesen und Weiden, für Ackerbau beschränkt geeignet.

 Genügend ertragfähiges Wies- und Weideland (zum Teil trocken und steil), örtlich Ackerbau möglich.

 Genügend, zum Teil ungenügend ertragfähig, trockenes Wies- und Weideland, kein Ackerbau.

 Wald.



AP, 7.7.1976

Potentialität des Bodens

Auf dem gleichen Grundstück sind sehr unterschiedliche Erträge verschiedener Kulturen erzielbar. Das absolute Potential des Bodens, Pflanzen zu erzeugen ist unbekannt; die Potentialität des Bodens lässt sich jedoch unter festgelegten Voraussetzungen schätzen. Limitierend wirken bestimmte Faktoren, die den Pflanzenwuchs oder die Kulturartenwahl beschränken. Einige Limitierungsfaktoren sind leicht zu beheben (z.B. Nährstoffe) andere sind nur mit ungewöhnlichen Mitteln, beeinflussbar (z.B. Wasser), oder sie sind überhaupt nicht beeinflussbar (z.B. Bodenfrost).

Bodeneigenschaften	Limitierungsfaktoren Behinderung des Pflanzenwuchses	Bodenverbesserungs- möglichkeit
Gründigkeit	Felsunterlage, Hemmung der Wurzelentwicklung	keine, eventuell Erdaufschüttung
Grosser Steingehalt	Verminderung des Wurzelraums, Behinderung der Bearbeitung	keine, eventuell Steine sammeln
Erosionsanfälligkeit	Verminderung des Pflanzenwuchses	Erosionsschutz, terrassieren
Bodenverdichtung	mangelnde Luftversorgung und Entwicklung der Wurzeln	Tiefenlockerung
Wasserüberschuss	Luftmangel, Mangel der biologischen Tätigkeit	Drainage, Gewässerkorrektur
Trockenheit	Wassermangel, Dürreschäden	Bewässerung
Versauerung	Nährstoffmangel, Al und Mn Toxizität	Kalkung, Düngung
Salzüberschuss	zu hohe osmotische Konzentration, Wurzelschäden	Entsalzung, Drainage
Bodenkälte	Keimung und Wurzelwachstum ungenügend	keine, eventuell Entwässerung, Lockerung, Wärmepackung

Die Techniken der Bodenverbesserungsmassnahmen (Meliorationen) sind Bestandteil der Bodentechnologie.

Die Forschungen über die Potentialität der Böden und ihr Einbezug bei Bodenkartierungen eines Landes und der ganzen Erde ist für Prognosen der Welternährung und für agrarpolitische Massnahmen von grosser Bedeutung.



Röhrendrainagebedürftige Hangwasserböden

Beispiel: Gk Kolluvialer GLEY, skeletthaltig, sandiger bis schwach toniger Lehm, zeitweise hangnass, stark wechselläss



Grundwasserbeeinflusste Böden, deren Grundwasserstand keinesfalls abgesenkt werden sollte

Beispiel: II Jf Pseudovergleyter BASENHALTIGER FLUVISOL, skelettfrei, schwach sandiger Lehm auf Sandunterlage (ab 70 cm), staufeucht, grundfeucht, mässig trocken



Staunasse, lockerungsbedürftige Böden

Beispiel: II Ikc Alluvialer, teilweise entkarbonateter PSEUDOGLEY, skelettfrei, toniger Lehm, staunass, frisch

Weitere auf dem Bodenkartenausschnitt vorkommende Bodenformen:

- II Zb Verbraunte PARARENDZINA, stark skeletthaltig, sandiger Lehm, mässig trocken
- II Bk Kolluviale BRAUNERDE, skeletthaltig, Untergrund stark skeletthaltig, sandiger und schwach sandiger Lehm, mässig frisch
- IV Bk Kolluviale BRAUNERDE, skeletthaltig, sandiger Lehm, zum Teil grundfeucht, frisch
- VI Bk Kolluviale BRAUNERDE, stark skeletthaltig bis skelettreich, blockig, sandiger und schwach sandiger Lehm, mässig frisch
- Bkg Alluviale, gleyartige BRAUNERDE, skelettarm, schwach sandiger Lehm, staufeucht, grundfeucht, frisch
- II Bw Schwach gleyige BRAUNERDE, skeletthaltig, Untergrund stark skeletthaltig, sandiger Lehm, schwach wechselläss, mässig frisch
- II BKw Gleyige KALKBRAUNERDE, skelettarm, schwach sandiger bis schwach toniger Lehm, schwach grundnäss, frisch
- I Gbc Teilweise entkarbonateter BRAUNERDE-GLEY, skeletthaltig, sandiger Lehm, ziemlich wechselläss, frisch

