

AZONALE BÖDEN UND HOCHGEBIRGSBÖDEN

1. Azonale Böden

„Azonale Böden sind junge Böden, deren Profilentwicklung noch nicht die für die betreffende Klimazone typische Ausprägung erreicht hat, z.B. Rohböden auf jungen Flusssedimenten oder frischen Gesteinsaufschlüssen durch Rutschungen“ (Leser, 2001: 61).

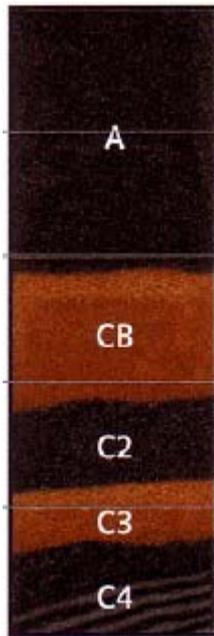
Unter diese Definition fallen Rohböden, erodierte, kolluviale und alluviale Böden. Konkrete Beispiele wären Andosole, Arenosole, Histosole, Regosole und Umbrisole.

Andosole

(Junger Boden
aus pyroklastischem
Ausgangsmaterial)

Arenosole

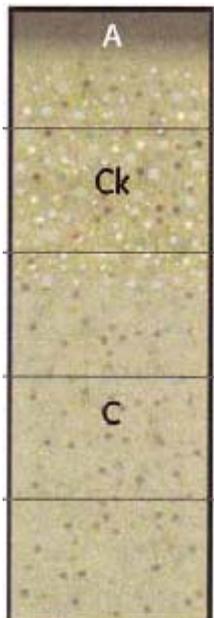
(sandiger Boden
schwache/keine
Bodenentwicklung)



(Quelle: Zech & Hintermaier 2002: 58,104)

Regosole

(Junger, kaum entwickelter Boden
schwache Profil-Differenzierung)



(Quelle: Zech & Hintermaier 2002: 18,102)



Histosole

(Boden mit mächtigen organischen Horizonten)



2. Hochgebirgsböden

2.1. Lage

Die Gebirge unserer Erde sind durch deren geodynamische Entstehung an ehemalige und rezente Plattengrenzen gebunden. Die meisten Orogene weisen eine lang gestreckte schmale Gestalt auf, deren Ursache in der linearen Form und überregionalen Ausdehnung zu Grunde liegt. Die Gebirge strecken sich daher oft über ganze Kontinente aus. Zu den bedeutendsten Gebirgen zählen in Nordamerika u. a.: Sierra Nevada, Rocky Mountains und Appalachen; in Mittelamerika u. a. Sierra Madre; in Südamerika: Anden, Serra do Mar; in Europa u. a.: Alpen, Pyrenäen, Karpaten, Balkan, Taurus; in Asien u. a.: Kaukasus, Himalaja, Elbrus, Zagros; in Afrika u.a.: Atlas, Hoggar, Drakensberge; und in Australien: Australische und Neuseeländische Alpen und das Zentralgebirge von Neuguinea. (Zech & Hintermaier-Erhard, 2002: 98)

2.2. Klima

Je nach Höhenstufen und Exposition der Gebirge bestehen unterschiedliche Klimaverhältnisse

Mit zunehmender Höhe steigen die UV- und die direkte Sonneneinstrahlung an und Wasserdampf, atmosphärische Dichte, Luft- und O² - Partikedruck sowie Temperatur nehmen dagegen ab.

Weiterhin herrschen in den Gebirgen hohe Temperaturoegensätze zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter, Tal und Berg und Sonnen- und Schattenseite.

Die Schneegrenze steigt von den polaren zu den tropischen Gebirgen stetig an und Luv/Lee-Effekte, besonders bei quer zur Hauptluftströmung angeordneten Gebirgszügen, kommen ebenfalls vor. Weiterhin haben die Berg- und Tal-Winde auch Einfluss auf das Klima. Der warme Tagwind steigt auf und der kühle Nachtwind steigt ab. In den Gebirgen kann es auch zu häufigen, erosionsfördernde Starkniederschlägen kommen.

Man unterscheidet zwei Arten von Gebirgstypen. Zum einen gibt es die Außertropischen Gebirge und zum anderen die Tropischen Gebirge.

Bei Außertropischen Gebirgen herrscht das Jahreszeitenklima. Hierbei ist die Tagesamplitude der Lufttemperatur < der Jahresamplitude. Dazu kommt, dass der

Niederschlag mit der Höhe stetig ansteigt. Bei Tropischen Gebirgen gibt es allerdings das Tageszeitenklima. Wobei die Tagesamplitude der Lufttemperatur $>$ der Jahresamplitude ist. In der Höhenstufe kommt es zu einem Niederschlagsmaximum, welches sich häufig in Form von Nebel auswirkt. Man bezeichnet dieses als konvektiven Typ. Bei den Tropischen Gebirgen sind die Gipfelregionen oft arid (Zech, 2002: 98).

2.3. Vegetation

Da die Erde dreidimensional ist, sind nicht nur die flächenmäßigen Zonobiome entscheidend, sondern auch die ökologischen Gebirgshöhenstufen, die Orobiome (OB). Dieses gilt auch für die Vegetationsverteilung (Payer, M.(2001): <http://www.payer.de/entwicklung/entw04.htm>). Je nach geographischer Breite des Gebirges sind diese sehr unterschiedlich ausgebildet. Hierbei unterscheidet man ebenfalls wieder in Außertropischen Gebirgen und Tropischen Gebirgen. Aufgrund der Zugehörigkeit zu verschiedenen Ökozonen, weisen die einzelnen Höhenstufen je nach Lage unterschiedliche physische Merkmale auf.

Mit der Höhe nimmt die mittlere Jahrestemperatur ab: 100 m Höhenunterschied bedeuten ungefähr den gleichen Unterschied in der mittleren Jahrestemperatur wie 100 km in Nord-Südrichtung in der euro-nordasiatischen Ebene. Die Vegetationszonen in der Höhe sind also ca. 1000mal schmaler als die Vegetationszonen in der Ebene von Süden nach Norden. Die Vegetationszonen im Gebirge sind aber keine Wiederholung der Vegetationszonen in der Ebene! Die Höhenstufen im Gebirge sind unterschiedlich in Abhängigkeit von den Zonobiomen in denen die Gebirge stehen. Je nachdem ob sich das Gebirge über ein oder mehrere Zonobiome erstreckt, spricht man von unizonalen, interzonalen und multizonalen Orobiomen (Payer, M.(2001): <http://www.payer.de/entwicklung/entw04.htm>).

Allgemeine Bezeichnungen für Höhenstufenlagen der Außertropischen Gebirge sind zum Einen die Ebenenstufen. Sie werden auch als planar bezeichnet und haben ca. eine Höhengrenze in Zentraleuropa von bis zu 100m über den Meeresspiegel. Daran schließt sich die Hügellandstufe oder auch collin genannt, an. Diese befindet sich in einer Höhe von 100 – 300 m über dem Meeresspiegel. Danach folgt die Bergwaldstufe (montan, 300 –1600m) die Gebirgsstufe (subalpin, 1600 – 2000m), alpin (2000 – 2500m) und zu letzt die Schneestufe, auch als nival bezeichnet, deren

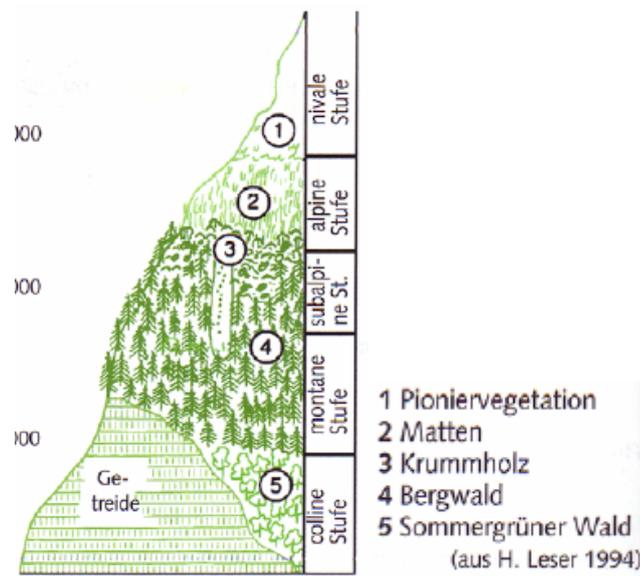
ungefähre Höhengrenze in Zentraleuropa oberhalb der klimatischen Schneegrenze liegt (Zech & Hintermaier, 2002: 98).

2.4. Höhenstufenlagen in Mitteleuropa

Höhenstufenlage	Außertropisches Gebirge: z. B. Mitteleuropa
nival	Vegetationsdecke nur noch fragmentiert, abgelöst durch Schuttdecken, Fels, Firnfelder, Gletscher, Schneestufe
subnival	Polsterpflanzen-Vegetation
alpin (2000 m – 2500 m)	Grasheide-Vegetation, Zwergstrauch-Vegetation
subalpin (1600 m – 2000 m)	Krummholz (Waldgrenze)
montan (300 m – 1600 m)	Buchen-Tannen-Fichtenwald
submontan	Buchenwald
collin / planar (<100 m – 300 m ü. M.)	Laubmischwald mit vorwiegend Buchen, Tannen und Fichten

(Quelle: eigener Entwurf nach: ZECH, 2002: 98 und MÜLLER, 1994: 296f)

2.5. Hochgebirge der Feuchten Mittelbreiten



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 98)

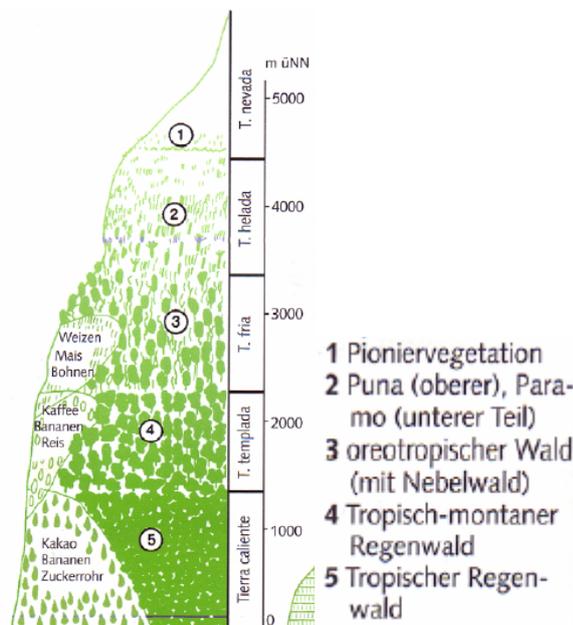
2.6. Höhenstufenlagen in den Tropen

Bei den Tropischen Gebirgen werden die Höhenstufen vom Tal bis zur Gebirgsstufe folglich unterteilt: Tierra caliente, Tierra templada, Tierra fria, Tierra helada mit Paramo und Puna, Tierra nevada.

Höhenstufenlage	Tropisches Gebirge: z. B. Anden
Tierra nevada (> 4400m)	Entspricht der nivalen Stufe der Alpen
Tierra helada (3300m– 4400m)	<u>Paromo:</u> - Schopfrosettenpflanzen, Büschelgras <u>Puna:</u> - Polsterpflanzen, Zwergsträucher, Xerophyten
Tierra fria (ca. 2200m – 3300m)	Oreotropischer Wald = tropisch temperierte Bergwaldstufe, im Lee-Bereich Nebelwälder mit Lorbeergewächsen, Bambus
Tierra templada (ca. 1000m - 2200m)	Tropisch montaner Regenwald (weitgehend durch Terrassenanbau verändert)
Tierra caliente (bis ca. 1000 m)	Tropischer Regenwald des Tieflands (Amazonasbecken)

(Quelle: eigener Entwurf nach: ZECH & HINTERMAIER, 2002: 98)

2.7. Hochgebirge der Tropen



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 98)

Bodenbildung

Die verschiedenen Gebirgsböden besitzen ein gemeinsames Merkmal: Sie sind der Veränderung der bodenbildenden Faktoren (Klima, Relief, Vegetation) ausgesetzt. Die Profildifferenzierung und der Klimaxgrad nehmen mit zunehmender Höhe kontinuierlich ab.

Die Luvseiten der Gebirge, welche aufgrund der hohen Niederschläge sehr staulastig sind, können über eine mächtige organische Auflage, zum Beispiel den sogenannten Tangelhumus, verfügen. Solche Luvseiten sind beispielsweise die Nordseiten der Alpen, die Ostseite der Anden und die Südseite des Himalaja. Oft sind die Böden an der Luvseite des Gebirges auch hydromorph, also durch Stauwasser, geprägt.

Die Leeseiten der Gebirge dagegen sind eher trocken und weisen Böden mit weniger mächtigen Humusaufgaben auf.

Die Böden der Gebirgsregionen ähneln im Bereich des Vorgebirges, der collinen Stufe, noch weitgehend jenen des umgebenden Flach- und Hügellandes. Mit steigender Höhe in Annäherung an die höchsten Gipfel weisen sie mehr Ähnlichkeiten mit den Böden der Polargebieten auf (Zech & Hintermaier, 2002: 99).

Die physikalische Verwitterung gewinnt gegenüber der chemischen zunehmend an Überhand. Sie bewirkt den Zerfall der Gesteine und Minerale in kleinere Partikel. In den Gebirgsregionen wird die physikalische Verwitterung durch hohe Temperaturunterschiede bzw. Temperaturwechsel, Kryoklastik bzw. Kryoturbation und Solifluktion bedingt (Schroeder, 1992 :18).

Tab. 1 : Physikalische Verwitterung in Gebirgsregionen

Hohe Temperaturunterschiede bzw. Temperaturwechsel	Kryoklastik bzw. Kryoturbation	Solifluktion
Aufgrund des Wechsels von Erwärmung und Abkühlung kommt es zur Volumenzu- und abnahme auf der Sonnen- und Schattenseite, sowie im Inneren und an der Oberfläche. Dies erzeugt Spannungen, Risse, Spalten und den Zerfall der Gesteine und Minerale.	Aufgrund der Eigenschaft, dass gefrierendes Wasser sich ausdehnt(Volumenvergrößerung), entstehen im Boden Risse und Spalten. Bei der Kryoturbation erfolgen starke Durchmischungsvorgänge durch den Wechsel von Frieren und Tauen des Wassers im Boden.	Solifluktion ist eine Form der Oberflächenverlagerung. Der Boden taut teilweise auf und es kommt zum sog. „Bodenfließen“ → Der Boden „fließt“ in aufgetautem Zustand über den gefrorenen Untergrund.

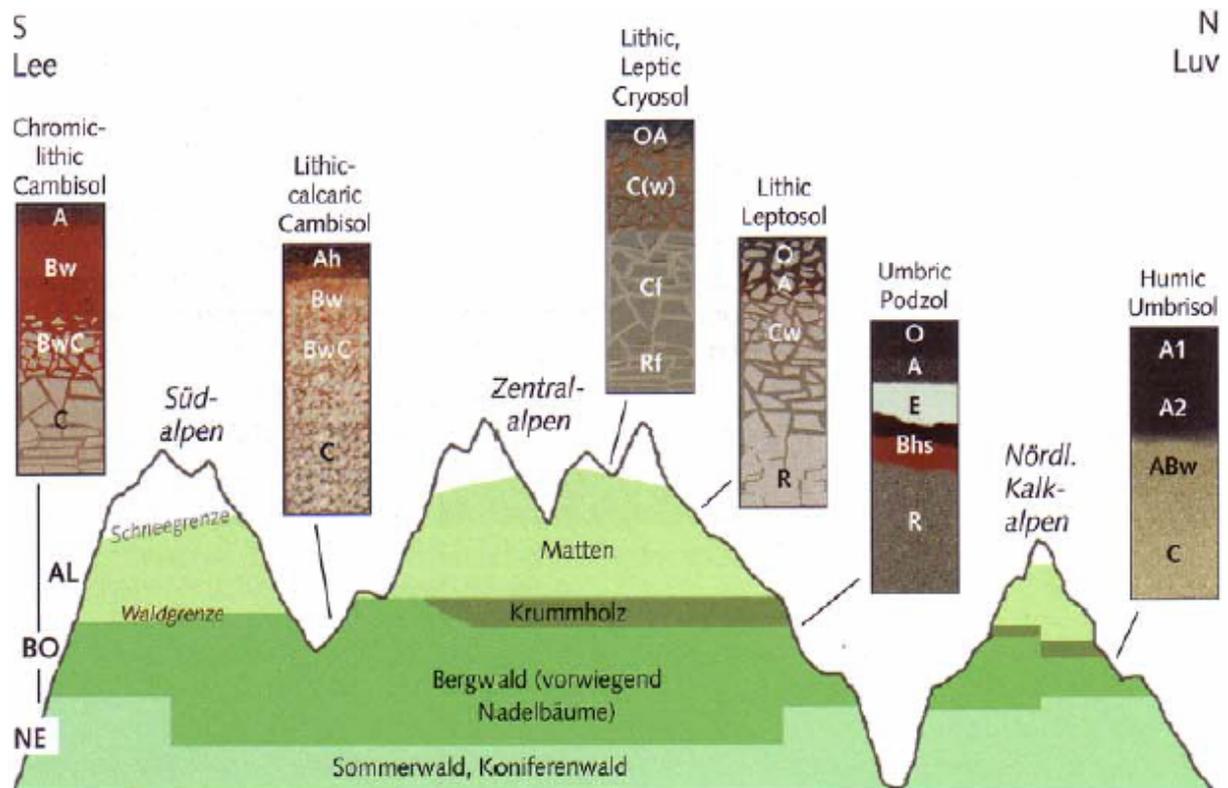
(Quelle: eigener Entwurf nach: Schroeder, 1992: 18, 95)

In der alpinen Stufe wird das Ausgangssubstrat also vorwiegend durch physikalische Verwitterungsprozesse beeinflusst. Das Ausgangssubstrat reicht von skelettreichen Deckschichten bis zum nackten Fels. Besonders häufig sind Frostmuster- und Strukturböden. In ganzjährig schattigen Gebieten gibt es auch Permafrostböden (Zech & Hintermaier, 2002: 99).

Böden und ihre Verbreitung

Die Alpen

Abb. 1 : Nord-Süd-Profil durch die Alpen



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

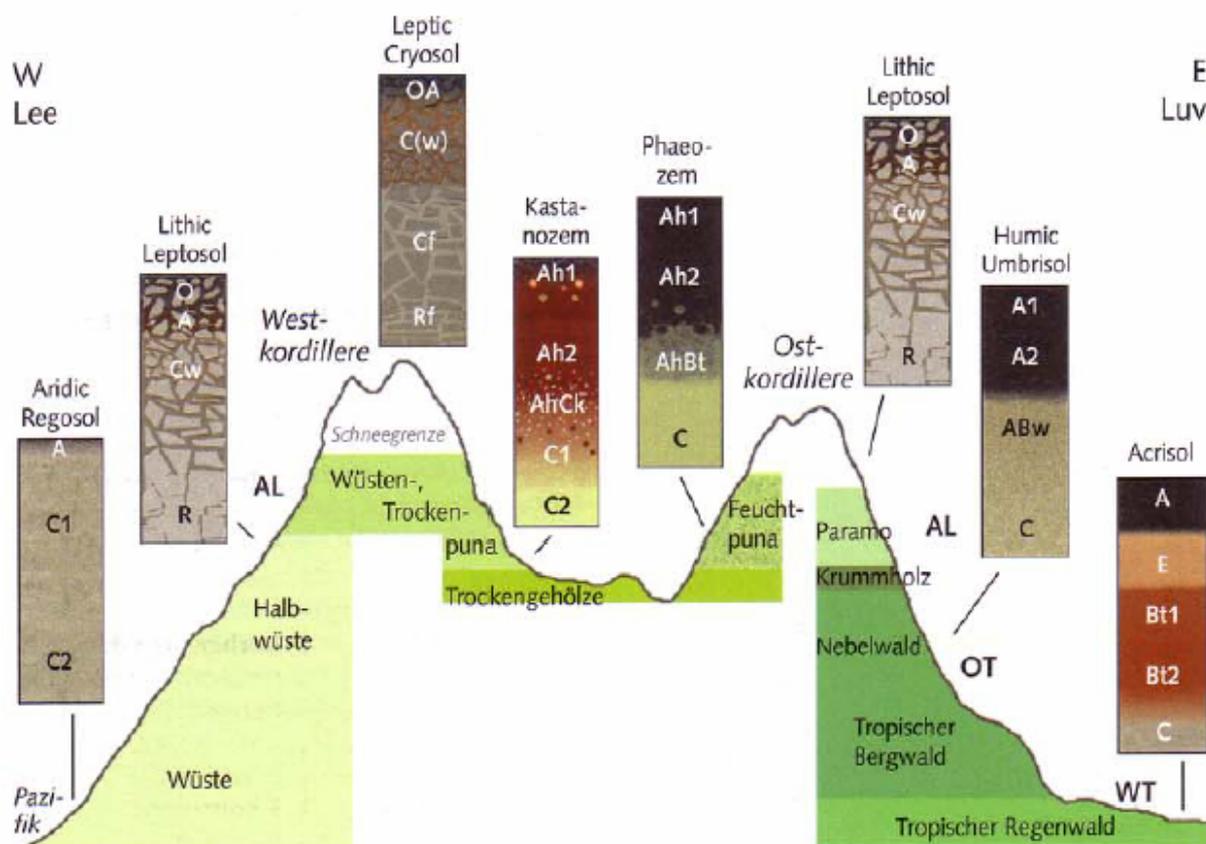
Abbildung 1 zeigt das Nord-Süd-Profil durch die Alpen mit den verschiedenen Vegetationsstufen und den wichtigsten Böden. Die Abkürzung NE bezeichnet die nemorale oder colline Stufe der Feuchten Mittelbreiten. BO steht für boreale oder montane Stufe, und AL ist die alpine bzw. subalpine Stufe. Oberhalb der Schneefallgrenze befindet sich die nivale Stufe.

In den Nördlichen Alpen sind im unteren Teil des Bergwalds Cambisole, Luvisole und rendzic Leptosole vorherrschend. Auf mergelreichen Gesteinen der Almen finden

sich auch Gleysole. Oberhalb der Weidegrenze kommen nordseitig folic Histosole (Tagelrendzinen, Fels- und Skeletthumusböden nach DGB) und südseitig rendzic Leptosole vor. Die Zentralalpen werden von dystric Cambisolen und Podzolen beherrscht. In den nivalen Gebieten oberhalb der Schneefallgrenze kommen im Bereich des Permafrosts Cryosole vor. Außerdem gibt es sowohl in den Zentral- wie in den Kalkalpen in glazialen Hohlformen auch Moore. An der Alpensüdseite, die durch den zunehmenden Einfluss des Mittelmeerklimas geprägt ist, findet man auf unteren Talhängen bereits Luvisole (Zech & Hintermaier, 2002: 99).

Die Anden

Abb. 2: West-Ost-Profil durch die Anden



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Die Abbildung 2 zeigt das West-Ost-Profil durch die Anden auf der Breite von Ecuador mit den Vegetationsstufen und den wichtigsten Böden. Die Abkürzung WT bezeichnet die warmtropische Stufe, OT die oreotropische Stufe und AL die alpine bzw. subalpine Stufe.

Die Anden, welche sich von Nord nach Süd über den südamerikanischen Kontinent erstrecken, durchlaufen mehrere Ökozonen, von den feuchten Tropen im Norden bis zu den feuchten Mittelbreiten im Süden. In der Abbildung 2 sieht man die Bodenabfolge auf den ostexponierten humiden Hängen der Anden in Ecuador.

Tab.2: Bodentypen der Anden

Vegetationsstufe	Eigenschaften der Vegetationsstufe	Bodentypen
Regenwälder der Anden-Ostabdachung (<i>tierra caliente</i>)	Luvseite niederschlagsreich	Ferralsole Acrisole
Tropisch-montaner Bergwald (<i>tierra templada</i>)	Luvseite niederschlagsreich → Sickerwasser → Lessivierung → hauptsächlich lessivierte Böden je nach Ausgangsgestein	Acrisole Alisole Nitisole
Oreotropischer und perhumider Nebelwald (<i>tierra fria</i>)	Luvseite	Humic Cambisole Umbrisole Umbric Gleysole Histosole
Paramo und Puna	Gebiete mit Vulkanasche Böden flachgründiger und skelettreicher	Leptosole Andosole (abhängig vom Vorhandensein von Vulkanasche)
Innerandines Hochplateau (<i>altipiano</i>)	Trockenes Leeseitenklima Feinsedimente wie Asche, Stäube	Kastanozeme
Feuchtpuna	Feuchtes Leeseitenklima	Andic oder tephric Phaeozeme Cambisole Leptosole
Talalluvionen		Fluvisole
Pazifische Leeseite der Anden	Sehr trocken Leeseite Schwach entwickelte Böden	Leptic, skeletal, aridic oder andic Cambisole Leptosole Regosole

(Quelle: eigener Entwurf nach Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Leptosole (LP)

Der Begriff Leptosol kommt vom griechischen leptos, was dünn bedeutet. Nach der DBG werden Leptosole auch Ranker, Rendzina oder Pararendzina genannt.

Leptosole sind schwach entwickelte, flachgründige Böden. Sie sind meist skelettreiche Böden aus Festgestein oder grobkörnigem Lockersediment mit der Horizontabfolge A (B) C oder A (B) R. Die Oberbodenhorizonte der Leptosole können basisch, sauer oder humusarm sein. Leptosole sind Repräsentanten der Initialphasen der Bodenbildung oder erosionsbedingter Degradationsstadien. Der Boden ist zur Tiefe hin durch einen kompakten, nicht grabbaren Gesteinsverband, den R-Horizont, begrenzt. Als Abgrenzung in die Tiefe kann aber auch carbonatreiches Gestein dienen.

Leptosole sind wie bereits erwähnt skelettreich und verfügen außerdem über eine nur geringe Wasserspeicherkapazität. Da Leptosole sehr flachgründig sind, sind die Nährstoffvorräte, welche sich im durchwurzeltten Raum ansammeln können, sehr gering. Das Ausgangsgestein der Leptosole beeinflusst die pH-Werte dieses Bodentypes stark. Als Beispiel für diese chemische Eigenschaft kann man Leptosole aus Kalkstein anführen: Diese vom Ausgangsgestein geprägten Leptosole begünstigen die Kalkchlorose, eine Gelbfärbung und das Absterben der Pflanzen aufgrund Eisens- und Manganmangels.

Die biologischen Eigenschaften der Leptosole sind sehr unterschiedlich und variieren je nach pH-Wert, Mikroklima und Streuqualität. Leptosole werden allerdings auch von der Makrofauna (Enchyträen, Arthropoden, Regenwürmer) besiedelt (Zech & Hintermaier, 2002: 100).

Leptosole kommen vorwiegend in Gebirgsregionen vor. Häufig findet man Leptosole an Hängen mit anhaltender Erosion und auf Kalkschottern geologisch junger Flussterrassen.

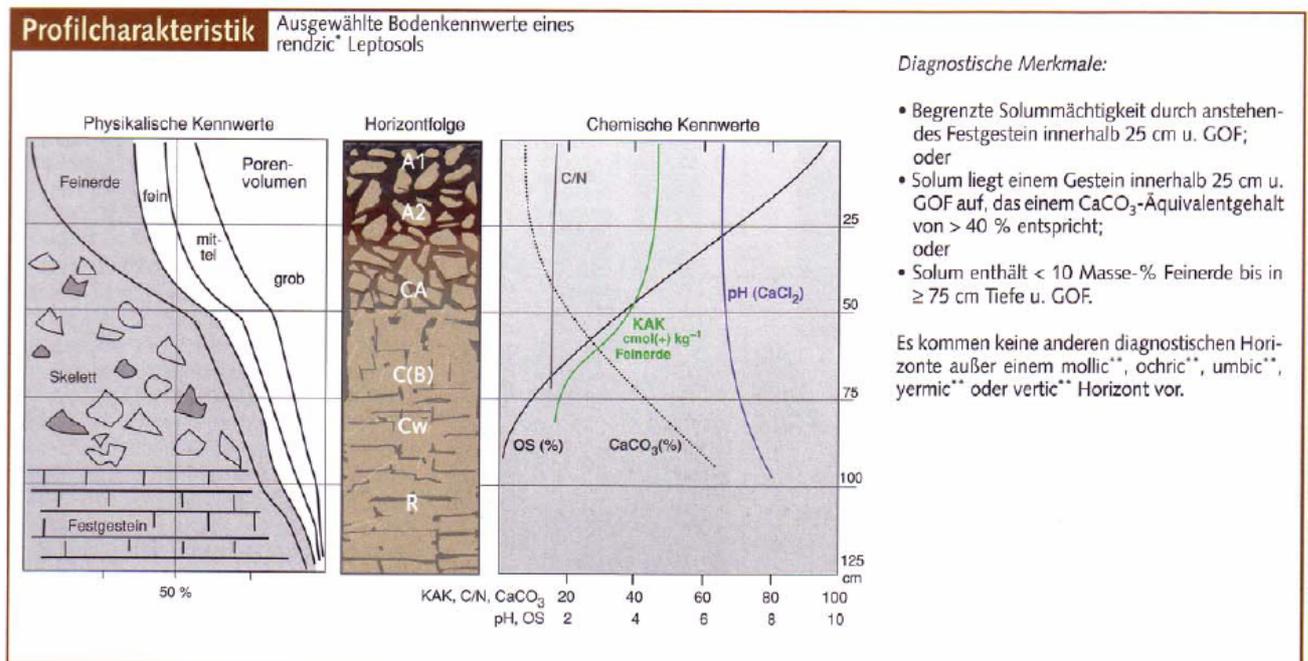
Sie kommen in allen Erdteilen und Höhenlagen vor und nehmen weltweit eine Fläche von ca. 2,3 Milliarden Hektar ein. Davon haben 900 Millionen Hektar Anteil an den Tropen und Subtropen. Auf dem Kanadischen und Skandinavischen Schild, in den Hoch- und Mittelgebirgen sowie im Bereich der Felswüsten finden sich besonders ausgedehnte Leptosol-Vorkommen.

Die Nutzungsmöglichkeiten der Leptosole sind aufgrund ihrer Flachgründigkeit und der hohen Anzahl an Gestein sehr eingeschränkt. Leptosole, die sich im steilen Gelände befinden, müssen Maßnahmen wie Terrassierung, Konturpflügen etc. vor Erosion geschützt werden.

Leptosole werden hauptsächlich für forstliche und weidewirtschaftliche Zwecke, weniger für ackerbauliche Zwecke genutzt (Zech & Hintermaier, 2002: 100).

Profilcharakteristik

Abb.3: Ausgewählte Bodenkennwerte eines rendzic Leptosols



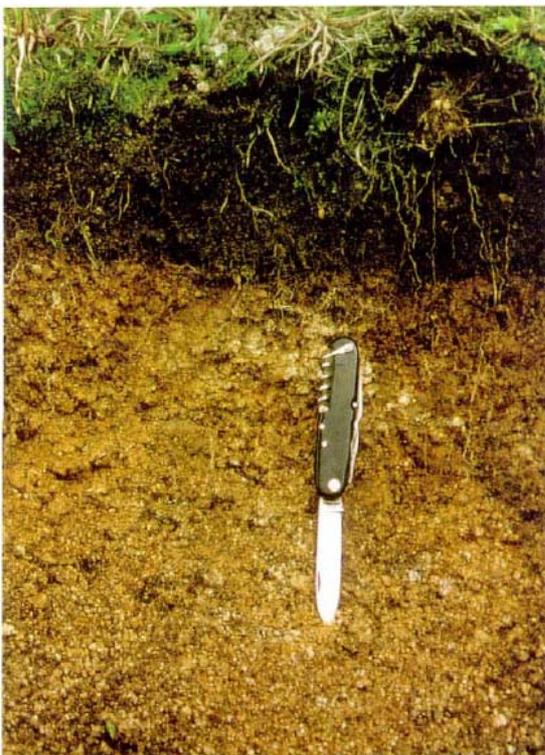
(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 100)

Abb. 4: Rendzina bzw. Rendzic Leptosol mit der Humusform Mull aus Wettersteinkalk



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 101)

Abb.5: Ranker bzw. Dystric Leptosol mit der Humusform Moder aus Gneiszersatz



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 101)

Bodenbildende Prozesse

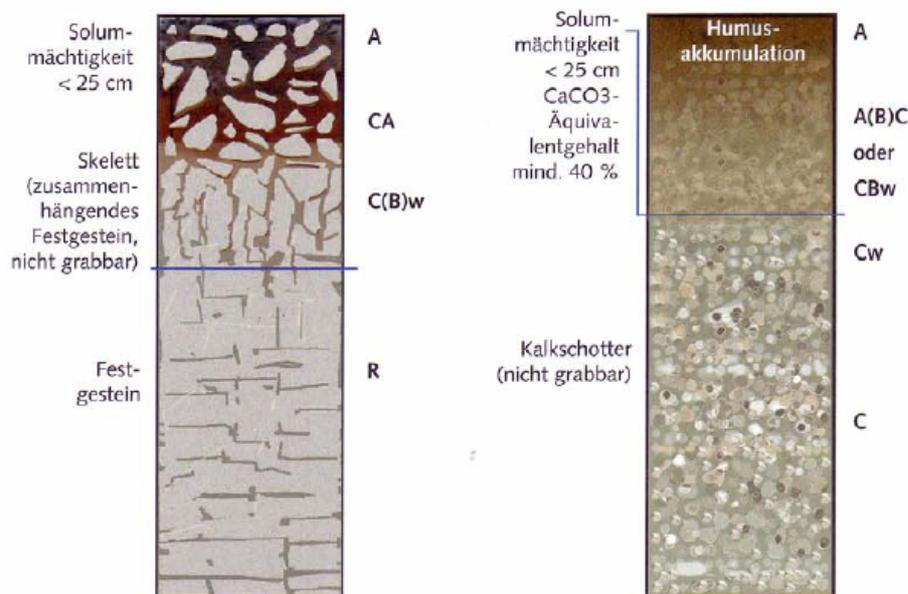
Initiale Bodenentwicklung aus Festgestein

Zu den wichtigsten initialen profilbildenden Prozessen, die zur Entwicklung der Leptosole beitragen, sind die Humusakkumulation und physische und chemische Verwitterung.

Die Humusakkumulation ist abhängig von den verschiedenen Standorten und deren Qualität. So entstehen Mull-Humusformen auf basenreichen und humiden Standorten. Mull-Humusformen sind biologisch aktiv. Auf saurem Ausgangsgestein bilden sich Moder bis Rohhumus aus. Zu den humusarmen Gebieten zählen trockene Standorte.

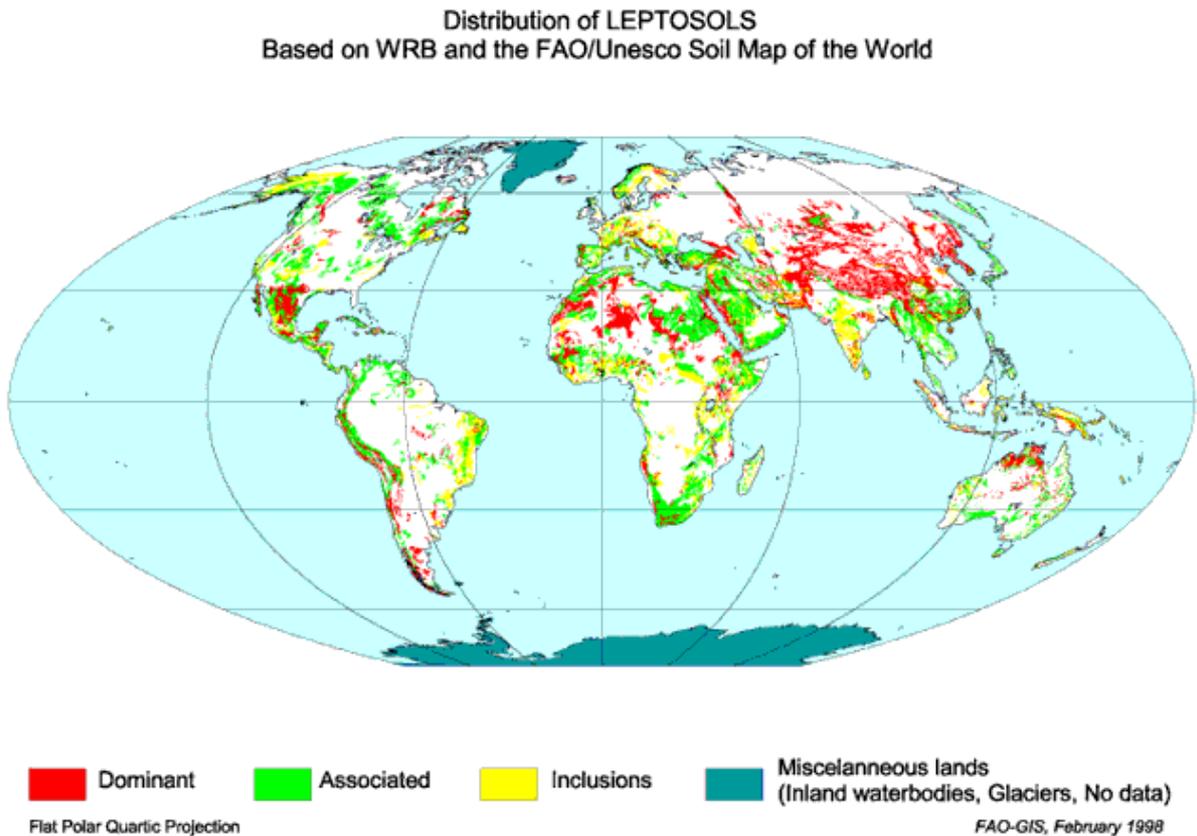
Die physikalische und die chemische Verwitterung (Entbasung) fördern die Desintegration des Gesteinsverbandes. Die Feinerde zwischen dem Bodenskelett kann beim Übergang vom C zum A Horizont humos, und vom Übergang vom C zum Bw Horizont verbraunt oder verlehmt sein.

Abb. 6 und 7: Bodenentwicklung aus Festgestein



(Quelle: Zech & Hintermaier 2002: 101)

Abb.8: Verbreitung der Leptosole auf der Erdoberfläche



(Quelle: FAO 2004: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/leptoso.htm>)

Regosole

Die Bezeichnung Regosole wurde von dem griechischen Wort rhegos (Decke) abgeleitet und beschreibt die geringe Mächtigkeit der Bodendecke dieses jungen, nur schwach entwickelten Bodentyps.

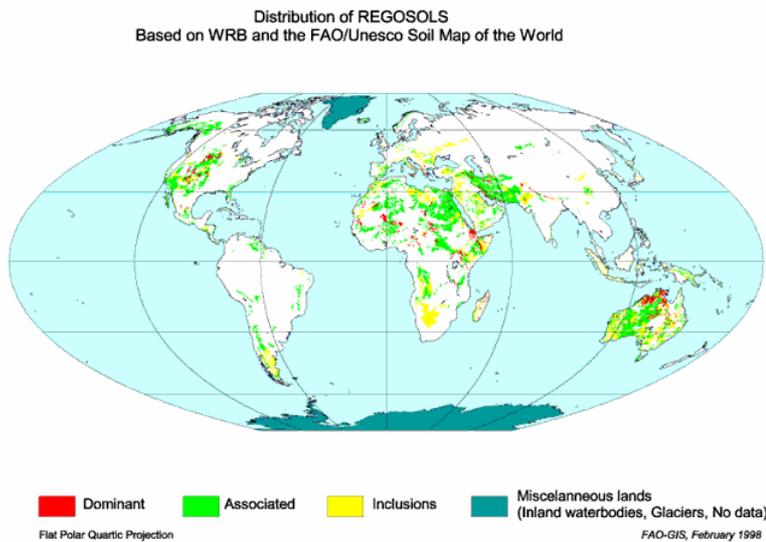
Regosole entstehen aus carbonatfreien oder carbonatarmen Kiesel- oder Silikatlockergestein und zeichnen sich durch einen gering differenzierten AC-Horizont aus (Kuntze, Roeschmann, Schwerdtfeger ,1994, S 261).

Die feinsandige bis schluffige Textur der Regosole bedingt eine hohe Wasserdurchlässigkeit und somit häufig eine geringe Wasserspeicherkapazität, ermöglicht aber eine gute Durchwurzelbarkeit.

Die Nährstoffvorräte dieses azonalen Bodens sind meist niedrig, wobei der pH-Wert zwischen 4 und 7 liegt. Das Bodenleben und die biologischen Aktivitäten sind von den vorherrschenden Standorteigenschaften abhängig, d.h. basenreiche Substrate

und humide Bedingungen wirken sich positiv auf die biologischen Aktivitäten aus, basenarme Substrate und trockene Bedingungen haben negative Auswirkungen. Regosole sind häufig in vegetationsarmen Gebieten zu finden und nehmen ca. 500 Mio. Hektar der Landoberfläche ein (davon 50% in Tundren und borealen Gebieten; 7% in Gebirgen; 43% in (semi-) ariden Tropen und Subtropen) (siehe Abb. 9)

Abbildung 9: weltweite Verbreitung Regosole

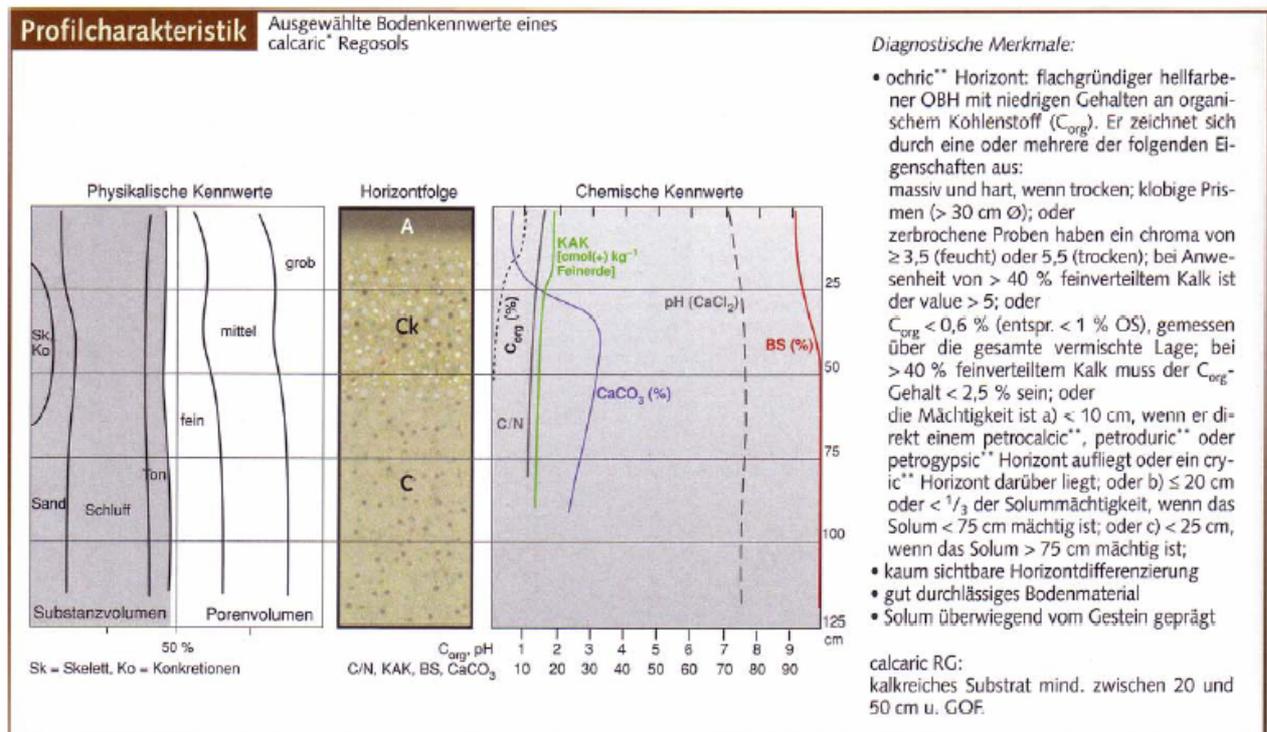


(Quelle: FAO [Hrsg.] (2004): <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/regosols.htm>)

Die kolluvialen Regosole der Lösslandschaften sind in der Regel sehr fruchtbar, müssen aber in (semi-) ariden Gebieten bewässert werden. Aufgrund der feinkörnigen und lockeren Beschaffenheit ist der Regosol stark durch Wind- und Wassererosion gefährdet, wodurch bei dringend Erosionsschutzmaßnahmen erforderlich sind. Die Regosole der Gebirge werden vorwiegend für Forst- und Weidewirtschaft genutzt (Zech & Hintermaier, 2002: 102).

Profilcharakteristik

Abbildung 10

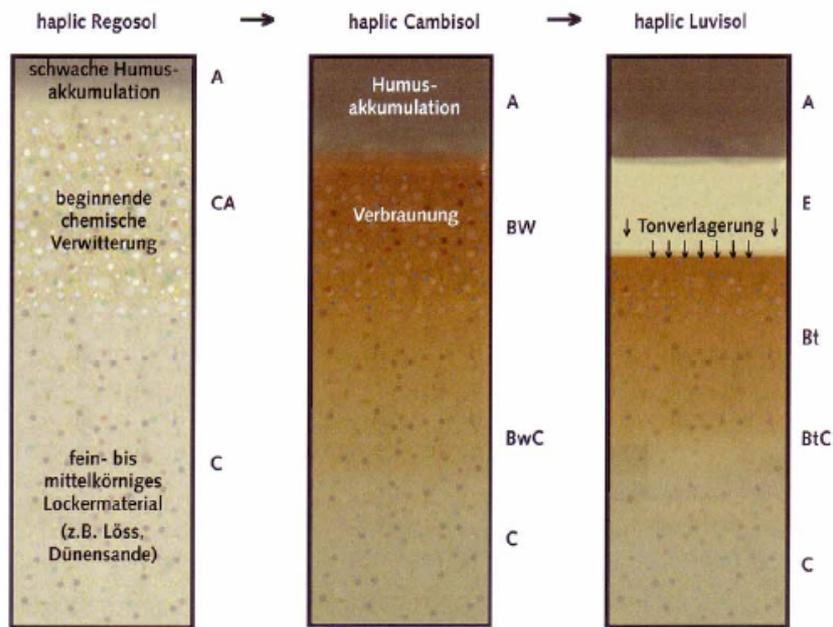


(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Bodenbildende Prozesse

Regosole entstehen aus Lockergesteinen und häufig durch Bodenrosion (Mückenhausen, 1993: 485). Die Humusakkumulation ist abhängig von den Standortbedingungen: bei trockenen, basenarmen Bedingungen ist sie gering; bei feuchten und basenreichen Bedingungen hoch. Der schwach differenzierte AC-Horizont lässt bereits eine chemische Verwitterung erkennen. Die weitere Verwitterung ist abhängig vom Ausgangsgestein und dem Relief (siehe Abb. 11) (Zech & Hintermaier, 2002: 103).

Abbildung 11: Initiale Bodenentwicklung aus Lockergestein



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 103)

Andosole

Andosole sind meist junge, dunkle Böden aus vulkanischen Aschen (jap. an do = dunkel) (Mückenhausen, 1993: 499). Der Oberbodenhorizont ist stark humos und sehr locker mit bis zu 25% organischer Substanz, darauf folgt meist der C-Horizont (Horizontabfolge: A(B)C). Der A-Horizont wird je nach Verwitterungsgrad in vitric (relativ unverwittert und glasreich) oder andic Horizont (allophanreich oder enthält Al-Humuskomplexe).

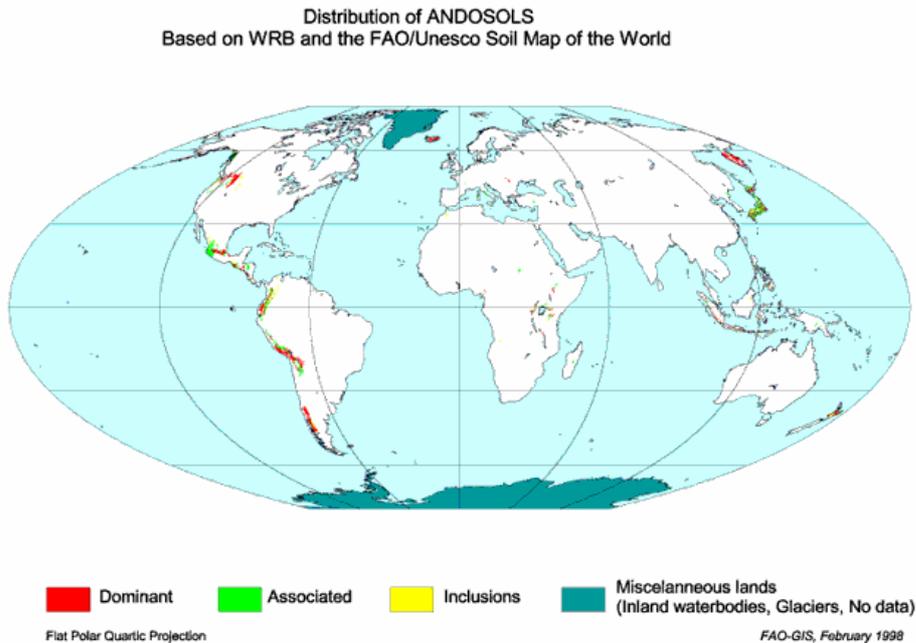
Andosole haben durch stabile Polyaggregate mehlig Struktur und eine schmierige, feuchte Konsistenz. Die Kolloide weisen eine geringe Dispersionsneigung auf. Im Oberboden herrscht eine größere Grobporosität als im Unterboden. Andosole weisen eine hohe Wasserspeicher- und Wasserleitfähigkeit und gute Dräneigenschaften auf. Das Feinporenvolumen liegt zwischen 60 und 90%. Bei Trockenheit kann es zur Vermulmung kommen.

Die Ladung ist je nach pH-Wert variabel. Bei hohem pH-Wert, wie beim vitric-Horizont herrscht eine hohe KAK und ein hoher Austausch von Al, bei niedrigem pH-Wert, wie beim alu-andric-Horizont herrscht eine hohe P-Fixierung von über 85%.

Die biologischen Eigenschaften der Andosole zeichnen sich durch eine aktive Mesofauna und eine hohe Durchwurzelungsdichte aus.

Andosole sind in allen Ökozonen vorhanden, vor allem in rezent aktiven Stratovulkangebieten mit regelmäßiger Ascheproduktion und verteilen sich auf ca. 100 Mio. ha Landfläche weltweit (siehe Abb. 12) (Zech & Hintermaier, 2002: 104).

Abbildung12: Verbreitung Andosole

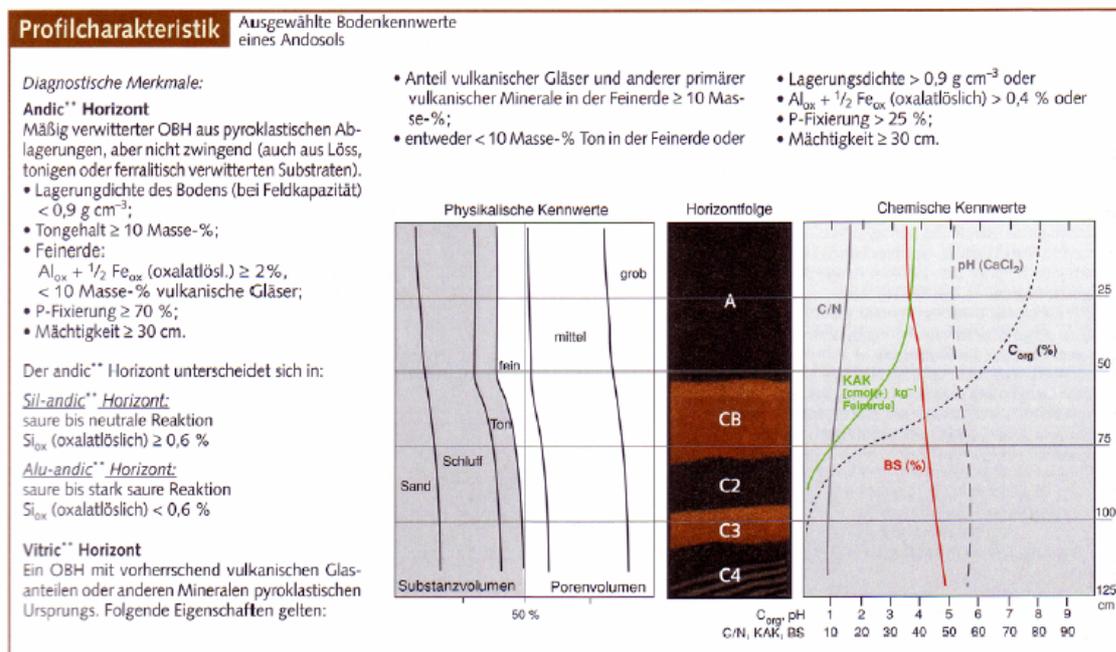


(Quelle: FAO [Hrsg.] (2004): <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/andosols.htm>)

Sie sind wenig erosionsanfällig und günstig für Ackerbau. Als ertragsmindernd wirken jedoch die P-Fixierung und die Al-Toxizität. Ebenfalls weist die organische Substanz im Oberboden eine geringe Turnoverrate auf (Zech & Hintermaier, 2002: 103).

Profilcharakteristik

Abbildung 13:



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Bodenbildende Prozesse (siehe Abb.14)

Andosole entwickeln sich vorwiegend aus locker gelagerten Pyroklastiten, Tuffen und Ignimbriten, selten aus nicht vulkanischen Substraten, wie zum Beispiel Löss.

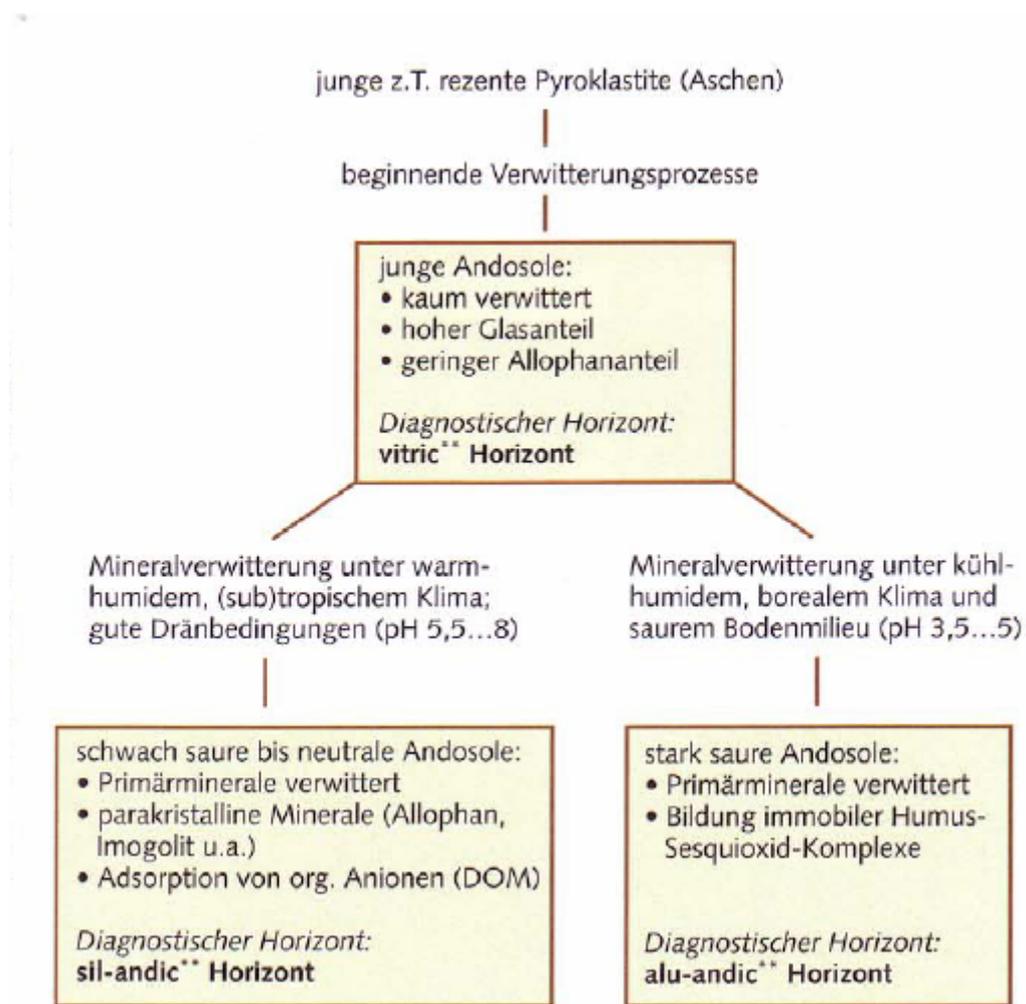
Die frischen vulkanischen Ablagerungen bestehen aus mehreren Komponenten, wie vulkanisches Glas, Sanidin, Pyroxen, Hornblende und Nebengemengteile.

Der vitric-Horizont kommt durch kaum verwittertes Solum, niedrigem Glas- und Sekundärmineralanteil (Allophan) zustande.

Ein sil-andic-Horizont entsteht vorwiegend in (sub)tropischen und mediterranen Gebieten unter warmhumiden Bedingungen, da sich dann durch Hydrolyse bei einem pH-Wert von 5,5 bis 8 (schwach sauer bis schwach alkalisch) parakristalline Minerale, wie Allophan, Imogilit, Hisingerit oder Ferrihydrit bilden.

Alu-andic-Horizonte der Andosole bilden sich unter kühlhumiden Bedingungen heraus. Bei einem pH-Wert von 3,5-5 entstehen Chelate (immobiler, Al-gesättigter Humus-Sesquioxid-Komplexe), die den alu-andic-Horizont stark sauer ($\text{pH} < 4,5$) machen (Zech & Hintermaier, 2002: 105).

Abbildung 14: Bodenbildung Andosole



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Aufgrund der hohen Anionenaustauschkapazität bei niedrigem pH-Wert, absorbieren Andosole sehr gut organische Anionen (DOM) oder Phosphat-Anionen (siehe Formel) (Zech & Hintermaier, 2002: 105) .



(Quelle: Zech & Hintermaier, 2002: 99)

Cryosole

Der Begriff Cryosol kommt vom griechischen Begriff krýos, was soviel wie kalt oder Eis bedeutet. Cryosole sind laut DGB Permafrostböden.

Diese Böden sind organische oder mineralische Böden, die eine oder mehrere ganzjährig gefrorene Bodenschichten, dem sogenannten Permafrost, 100cm unter der Geländeoberfläche besitzen. Die Horizontabfolge der Cryosole kann beispielsweise A - B - Cf oder A - Bf - Cf lauten.

Während der Sommermonate kann die oberste Schicht des Bodens auftauen. Dieser Vorgang kann dann zu Wasserstau o.ä. führen. Beim Wiedergefrieren des Bodens kommt es häufig zu Kryoturbation, was die Bildung von Horizonten verhindert. Aufgrund der langsamen Zersetzung der organischen Substanz entstehen oft Torflagen. In semiariden Regionen können sich auch Salzkrusten an der Oberfläche absetzen.

Cryosole haben im gefrorenen Zustand 30 bis 70 Vol.-% Eis im Anteil in Form von Kristallen, Schlieren oder Linsen. Durch die Permafrostschichten kommt es häufig zu Wasserstau. Cryosole zeigen häufig verschiedene Arten von Kryoturbation wie zum Beispiel Polygon-, Tropfen-, Taschen- und Würgestrukturen oder Mischformen aus diesen. Die Bodentemperatur der Cryosole liegt oft bei kleiner bzw. gleich 0°C.

Sie bilden sich oftmals aus Deckschichten (Solifluktsdecken) bevorzugt mit feinkörniger Matrix. Weltweit haben Cryosole eine Verbreitung von circa 1,8 Milliarden Hektar (Zech & Hintermaier, 2002: 10).

Quellen- und Literaturverzeichnis:

Quellen:

FAO [Hrsg.] (2004): Andosols. Internet: <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/andosols.htm>. Rome.

FAO [Hrsg.] (2004):): Regosols. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/regosols.htm>. Rome.

FAO [Hrsg.] (2004):): Leptosols. <http://www.fao.org/ag/agl/agll/wrb/wrbmaps/htm/leptoso.htm>. Rome.

PAYER, M.(2001): Entwicklungsländerstudien- Teil I: Grundgegebenheiten. - Kapitel 4: Vegetation, Internet: <http://www.payer.de/entwicklung/entw04.htm>, Stuttgart

Literatur:

MÜLLER, GERD K.; MÜLLER, CHRISTA (1994):Geheimnisse der Pflanzenwelt, Leipzig.

ZECH, W.; HINTERMAIER-ERHARD, G. (2002): Böden der Welt – Ein Bildatlas, Heidelberg.

MÜCKENHAUSEN, E. (1993): Die Bodenkunde. Und ihre geologischen, geomorphologischen, mineralogischen und petrologischen Grundlagen. S. 415, 485, 499. Frankfurt am Main.

KUNTZE, H.; ROESCHMANN, G.; SCHWERDTFEGER, G. (1994): Bodenkunde. S. 261, 307. Stuttgart.