

Zeitschrift: Werdenberger Jahrbuch : Beiträge zu Geschichte und Kultur der Gemeinden Wartau, Sevelen, Buchs, Grabs, Gams und Sennwald

Herausgeber: Historischer Verein der Region Werdenberg

Band: 9 (1996)

Artikel: Die Böden des Werdenbergs : die Bodentypen, ihre Entwicklung, Verbreitung und Gefährdung

Autor: Keller, Oskar

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-893144>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 26.11.2024

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

Die Böden Werdenbergs

Die Bodentypen, ihre Entwicklung, Verbreitung und Gefährdung

Oskar Keller, Eggersriet

Boden – ein vielschichtiger Begriff in unserer Umgangssprache: Grund und Boden, der Hausboden, fester Boden unter den Füßen, ein Fass ohne Boden, Ackerboden, Boden als «Haut» der Erdkruste. In diesem Artikel steht derjenige Boden, der als dünne Hülle die feste Erdoberfläche bedeckt, zur Diskussion. Was darunter zu verstehen ist, geht aus der folgenden, definitionsartigen Umschreibung hervor: «Boden ist das auf der Erdkruste durch Umwelteinflüsse entstandene und sich dauernd weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt aus mineralischen und organischen Substanzen, durchsetzt von Luft, Wasser und Lebewesen. Boden bildet die Grundlage für das Wachstum der Pflanzen und ist damit Nahrungslieferant und zugleich Lebensraum für die landlebenden Pflanzen, Tiere und für den Menschen.»

Ohne den Naturkörper Boden gäbe es kein menschliches Leben! Die Verborgenheit der Entwicklungsprozesse und der vielfältigen Welt der Bodenlebewesen ist Ursache dafür, dass Böden als Lebensraum und Ökosystem lange nicht verstanden und daher oft unsachgemäß und schonungslos behandelt wurden.

Abb. 1: Zentrale Stellung des Bodens innerhalb der Erdsphären.

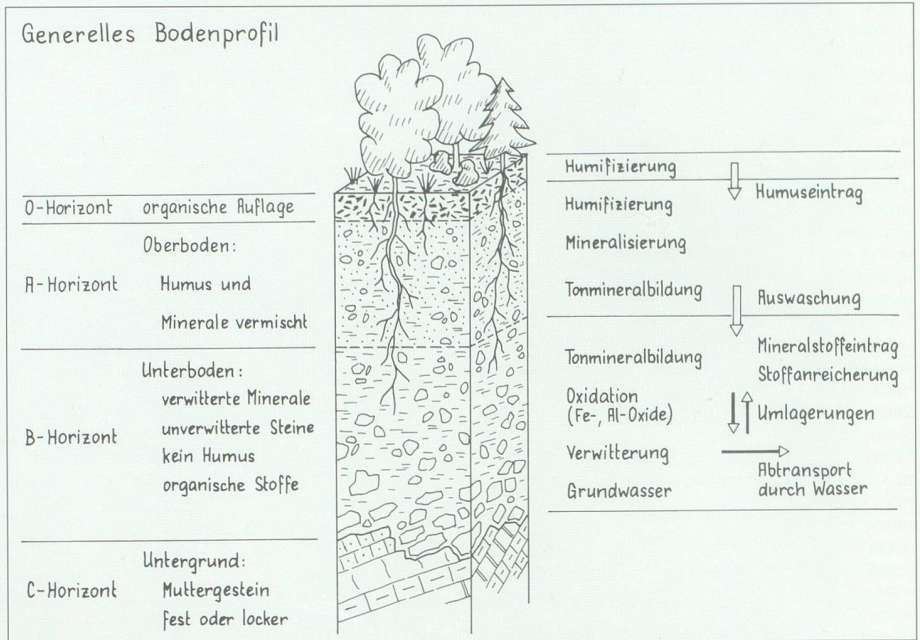
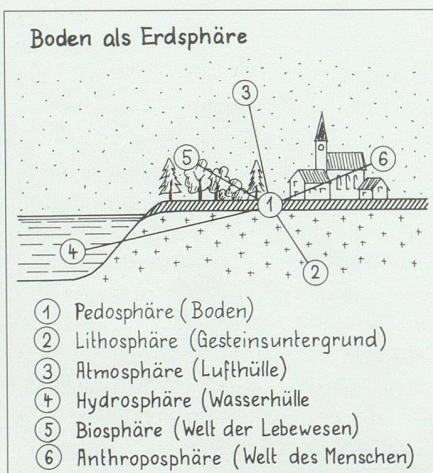


Abb. 2: Wichtigste Bodenhorizonte, Prozesse der Bodenbildung und Stoffbewegungen.

Bedeutung der Böden

Der Boden ist als offenes System in stetem Austausch mit allen an der Erdoberfläche wirksamen Sphären (Abb. 1). Er hat deshalb zentrale Funktionen und reagiert empfindlich auf jede Änderung im System der Sphären:

- Regelungsfunktion für die natürlichen Kreisläufe von Wasser und Luft, von organischen und mineralischen Stoffen;
- Lebensraumfunktion für Land- und Bodenlebewesen inklusive Menschen;
- Produktionsfunktion für landwirtschaftliche Nutzung und menschliche Bautätigkeit;
- Kulturfunktion als Landschaft, die der Mensch geprägt hat.

Zur Entstehung unserer Böden

Gegen Ende der letzten Eiszeit schmolzen die Gletscher in die Hochalpen zurück. Vor knapp 15 000 Jahren wurde das Alpenvorland eisfrei, vor 14 000 Jahren ga-

ben die Eisströme das St.Galler Rheintal frei, und vor 10 000 Jahren waren die letzten Lokalgletscher im Alpstein, in den Churfürsten und im Alvier bis auf winzige Überbleibsel abgetaut. Das Eis hinterliess vegetationslose, nackte Felsareale und moränenbedeckte Hänge sowie an seinen Rändern Schutthalden und Auffüllungen im Rheintal. Auf diesem kahlen Untergrund setzte die Bildung der Böden ein. Vorerst waren es nur Moose, Flechten und einzelne anspruchslose Blütenpflanzen, die auf dem sandigen und tonigen Feinmaterial oder in Felsritzen Fuss fassen konnten. Aus ihren abgestorbenen und zersetzten Resten, vermischt mit mineralischen Tonen, entstanden erste Rohböden. Es dauerte wohl einige tausend Jahre, bis sich reife, nährstoffreiche Böden entwickelt hatten, die dann während des sogenannten Klimaoptimums vor 7000 bis 5000 Jahren den anspruchsvollen Eichenmischwald zu tragen vermochten.

Der Aufbau der Böden

Die Bodenbildung ist von einer Reihe von Faktoren abhängig. Die wichtigsten sind:

1. Art des Ausgangsgesteins;
2. Klima;
3. Wasser;
4. Relief und Exposition;
5. Vegetation;
6. Bodenfauna und Mikroorganismen;
7. Menschlicher Einfluss.

Da diese Faktoren besonders in gebirgigen Regionen wie Werdenberg auf engem Raum stark variieren, bilden sich verschiedenste Bodentypen heraus. Böden sind in Horizonte gegliedert, aus deren Charakteristik und Abfolge sich die einzelnen Bodentypen ableiten lassen. Trotz ihrer Vielfalt sind die wichtigsten Bodenhorizonte bei den meisten Böden feststellbar, so dass ein prinzipieller Aufbau erkennbar wird (Abb. 2).

Prozesse der Bodenbildung

Das System «Boden» befindet sich in steter Umwandlung, Erneuerung und Weiterentwicklung. Die dabei ablaufenden Prozesse sind äusserst komplex. Vereinfacht spielt sich folgendes ab (Abb. 3):

Durch physikalische Verwitterung wie Temperaturverwitterung (Volumenänderung bei wechselnden Temperaturen) und Frostsprengung (Sprengkräfte des gefrierenden Wassers) wird das Gefüge des Felsuntergrundes zerrüttet. Eindringendes Wasser enthält anorganische Säuren, die das Gestein chemisch zersetzen, wobei teilweise neue Verbindungen, insbesondere Tonminerale, entstehen. Nährstoffelemente wie Kalium (K), Kalzium (Ca), Magnesium (Mg), Phosphor (P), Schwefel (S) werden freigesetzt und gelangen via Bodenwasser in einfache Lebewesen (Bakterien, Algen, Pilze, Moose) oder in die Wurzeln höherer Pflanzen. Im Austausch werden dabei Wasserstoff-Ionen (H⁺) abgegeben, die mit ihrer Säurewirkung den chemischen Zerfall des Gesteins beschleunigen. In der gleichen Richtung wirken auch die bei der Zersetzung von abgestorbenen Pflanzen anfallenden organischen Säuren.

Kleine und kleinste tierische Bodenlebewesen (vergleiche Tab. 1) fressen und zerlegen Pflanzenreste und bauen sie zu einfacheren Substanzen ab, was man als Mineralisierung bezeichnet. Sie produzieren daneben organische Abbaustoffe, die im Humus enthalten sind, weshalb dieser Vorgang Humifizierung genannt wird. Die aus

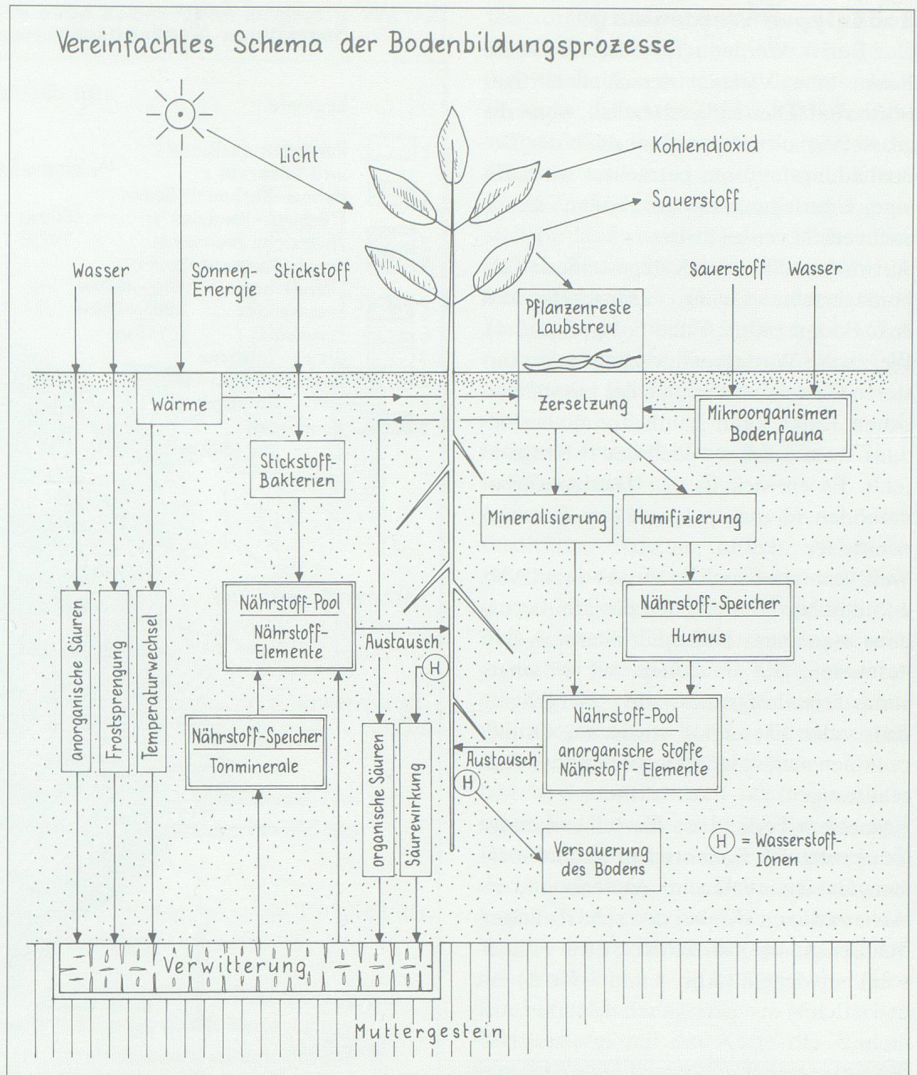


Abb 3: Verwitterung des Ausgangsgesteins und biologische Zersetzung von Pflanzenresten liefern die Stoffe, aus denen der Boden zusammengesetzt ist. Pflanzen nehmen daraus Nährstoffe auf und stellen wieder Pflanzenreste zur Verfügung. Das System «Boden» wird von aussen in Gang gehalten, insbesondere durch Sonnenenergie, Wasser und atmosphärische Gase.

diesen beiden chemischen Prozessen entstandenen Stoffe dienen wiederum einfachen und höheren Pflanzen als Nährstoffe. Das Resultat sind laufend komplizierter werdende Kreisläufe mit Abbau und Aufbau von Substanzen, mit Wachstum und Absterben von Lebewesen. Immer grössere und speziellere Organismen können so im Boden ihren Lebensraum finden und bei den Bodenbildungsprozessen mitwirken. Böden weisen eine ungeheuer grosse innere Oberfläche auf, da sie aus feinen Partikeln zusammengesetzt sind. Diese sind zwar aufeinander abgestützt, lassen aber dazwischen Platz frei für Luft und Bodenwasser. Daher kann der Boden von unzähligen Lebewesen bewohnt werden (Tab. 1).

Zur Veranschaulichung: In 1 cm³ Boden leben rund 200 Millionen Organismen. Die Biomasse (Gewicht aller Lebewesen) unter 1 ha Bodenareal entspricht etwa dem Gewicht von drei Kühen. Schliesslich erreicht der Boden ein Reifestadium, das auf die lokalen Einflussfaktoren der Bodenentstehung abgestimmt ist. Damit ist die Entwicklung zwar abgeschlossen, aber die Prozesse der Erneuerung laufen ohne Unterbruch weiter. Ändert sich jedoch ein Umweltfaktor, sei es natürlich oder künstlich durch den Menschen induziert, so ändert sich auch der gesamte Boden, bis er sich über lange Zeiträume der neuen Situation wieder angepasst hat.

Bodentypen Werdenbergs

Der Bezirk Werdenberg weist auf engem Raum eine Vielzahl verschiedenartiger Böden auf. Dies ist verständlich, wenn die grosse Variationsbreite innerhalb der Bodenbildungsfaktoren betrachtet wird. Einige Überlegungen dazu sollen diesen Sachverhalt verdeutlichen:

Auf vorherrschenden Kalkgesteinen (Karbonatgesteine CaCO_3) entwickeln sich A-C-Böden (Abb. 4 und 5, Nr. 2 und 4). Wegen der Wasserversickerung im verkarsteten Gestein und infolge des ausschliesslichen Kalks kann kaum Tonmineralbildung stattfinden, weshalb der B-Horizont fehlt. Es entwickeln sich Humus-Karbonatböden, in ausgeprägter Form die sogenannte Rendzina.

Weit verbreitet sind Braunerden (Abb. 4 und 5, Nr. 3 und 5), die die drei besonders typischen Bodenhorizonte A-B-C aufweisen. Sie entstehen auf Mischgesteins-Felsuntergrund wie mergeligem Kalk oder Kieselkalk sowie auf Grundmoränen und gemischten Hangfuss-Aufschüttungen.

Klimatisch bedingt ist die höhenmässige Zonierung der Bodentypen. In den höchsten Gebirgsarealen im Alpstein und im Alvier können sich bei den sehr niedrigen Temperaturen nur Rohböden (Lithosole) entwickeln (Abb. 4 und 5, Nr. 1) mit

Tab. 1: Organismen im Boden

Die obersten 30 cm eines Quadratmeters Boden enthalten im Durchschnitt:

Gruppe	Anzahl	Gewicht in g
Bakterien	60 000 000 000 000	100
Pilze	1 000 000 000	100
Algen	1 000 000	1
Einzeller	500 000 000	10
Fadenwürmer	10 000 000	15
Milben	150 000	1,5
Springschwänze	100 000	1,2
Nematoden	25 000	4
Regenwürmer	200	100
Schnecken	50	1
Spinnen	50	0,2
Asseln	50	0,5
Tausendfüssler	150	4
Hundertfüssler	50	0,04
Käfer	100	1,5
Fliegenlarven	200	2
Wirbeltiere	0,001	0,1

Quelle: BUWAL, Bern

Bodentypen Werdenbergs

Legende

- 1 Rohboden (Lithosol) und Felsareal : > 1700 m üM
- 2 Humus-Karbonat-Boden ("Gebirgs-Rendzina") : > 1300 m
- 3 Mullreiche Braunerde : > 700 m
- 4 Humus-Karbonat-Boden (Rendzina) : 400 - 1300 m
- 5 Braunerde : 400 - 1000 m
- 6 Pseudogley : > 700 m
- 7 Gley : Talebene
- 8 Rueboden (Fluvisol) : Talebene
- 9 Moorboden : bis 1500 m

Grundlagen:

Karte der Böden; Atlas der Schweiz (1984)

Bodenkartierung Sennwald-Lienz-Rüthi; Forschungsanstalt Reckenholz (1975)

Eigene Feldbefunde (1983-88)

Keller, 1995

Abb. 4: Die zonale Anordnung der wichtigsten Bodentypen ist vor allem gegeben durch das Relief, den Felsuntergrund im Berggebiet, den Lockermaterialuntergrund im Rheintal, das Klima und die Wasserverhältnisse im Boden.

einem schwächtigen A-Horizont direkt auf dem Fels oder auf Schutthalden als C-Horizonte.

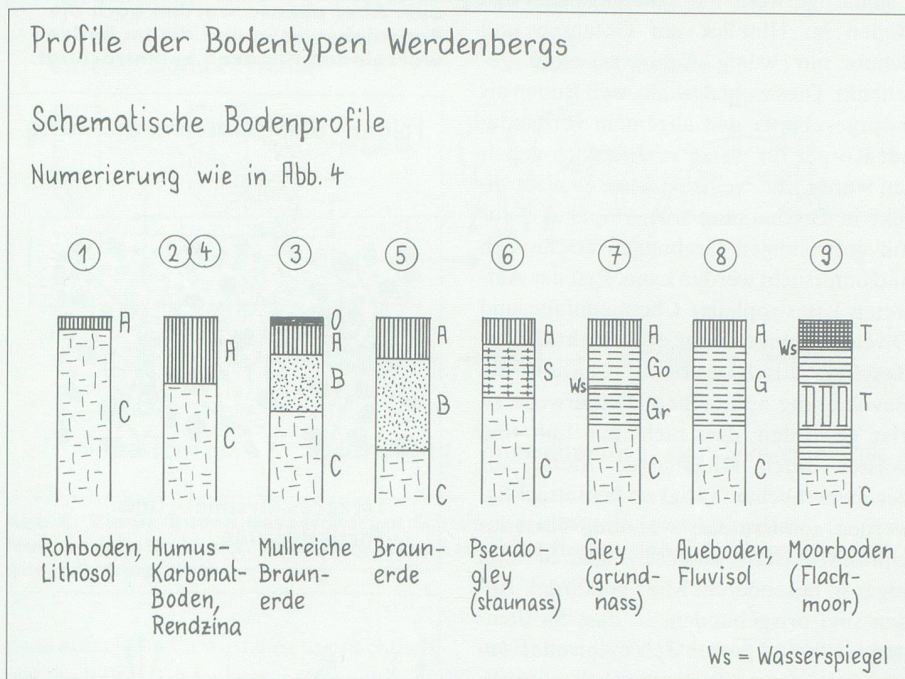
Hochmoorböden, besonders ausgeprägt und ausgedehnt im Moor Gamperfin westlich von Grabs zu finden, setzen nebst undurchlässigem Untergrund ganzjährig ausgesprochen hohe Niederschläge voraus (Abb. 4 und 5, Nr. 9).

Grossenteils grundwasserabhängig sind die Böden im Rheintal. Bei relativ schnell fliessenden Grundwasserströmen und guter Durchlüftung in Sanden und Kiesen, was vor allem beidseits entlang des Rheinflaubs auftritt, kommt es zur Bildung von

Auenböden oder Fluvisolen mit einem A-G-C-Profil (Abb. 4 und 5, Nr. 8). Bei langsamer Wasserbewegung und lehmigen Tonen in Muldenlagen abseits des Rheins entsteht das A-G₀-G_r-C-Profil des Gley (Abb. 4 und 5, Nr. 7).

Auf dem häufig dünn-schichtigen, mergelig-tonigen Flysch, z. B. zwischen Gams und Wildhaus, ist in Mulden, aber auch an Abhängen, Staunässe verbreitet zu finden. Wasser sowie reichlich Tone und Tonminerale sind grundlegend für die hier typischen, Gley-artigen Böden: Pseudogley mit einer A-S-C-Abfolge (Abb. 4 und 5, Nr. 6).

Abb. 5: Die Böden Werdenbergs wurden in neun Bodentypen eingeteilt, die sich aufgrund ihrer Bodenhorizonte unterscheiden lassen.



Haupthorizonte

- O Organische Auflage teilweise bis weitgehend verrottetes Pflanzenmaterial, Humus ohne Minerale von unten. Nur bei 3 wegen der besonderen Bedeutung dargestellt.
- A Oberboden mineralische Stoffe vermischt mit Humus; intensive Tätigkeit der Bodenfauna und -flora, dunkelbraun bis schwarz.
- B Unterboden mineralischer Horizont, Tonmineral-Bildung, Einlagerung von organischer Substanz aus dem Humus, durch Verlagerung mit Fe und Al angereichert, graubraune bis rötlich-braune Färbung.
- C Untergrund «Muttergestein» Ausgangsgestein, aus dem der mineralische Teil des Bodens durch Verwitterung und Mineralumlagerung entstanden ist.
- G Grundwasser-Horizont durch Grundwasser beeinflusster mineralischer Horizont, gut durchlüfteter Wasserstrom mit starken Niveauschwankungen, geringe Fe-Anreicherung, gelblich-graue Farbe.
- G₀; G_r wenig schwankender Grundwasserstand; über dem GW Oxidationshorizont G₀ mit lehmigem, fahlgelblichem Ton und rostroten Fe-Anreicherungen; darunter Reduktionszone G_r mit grauen bis blaugrünen Fe- und Mn-Verbindungen in den wassergesättigten Tonen.
- S Stauwasser-Horizont durch den stauenden Untergrund bedingte Durchnässung, fehlender horizontaler Wasserspiegel, daher oxidierte und reduzierte Fe- und Mn-Verbindungen nebeneinander, fleckig gelbliche bis dunkelgraue Färbung.
- T Moorboden (Torf) Wasserspiegel nahe der Oberfläche, völlige Durchnässung, im Wasser geringe Verwesung und gute Konservierung der Pflanzenreste. Entwicklung zum Torf als Humusform.
 - Torfbildung bis wenig über den Wasserspiegel: Flachmoor.
 - Torfwachstum über den ursprünglichen Wasserstand, der in die Höhe gezogen wird: Hochmoor.

Die vorgenommene Einteilung der Böden Werdenbergs in 9 Typen (Abb. 4 und 5) ist eine starke Vereinfachung der tatsächlich in bezug auf Auswahl und Abgrenzung vorhandenen Bodentypen. So wird in der detaillierten Kartierung Sennwald-Lienz-Rüthi der Eidgenössischen Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau Zürich-Reckenholz (1975) allein schon das landwirtschaftlich genutzte Areal in 10 Hauptgruppen und 70 Bodentypen aufgeteilt. Daraus geht die fast unübersehbare Vielfalt der Böden hervor.

Unsere fruchtbaren Böden im Vergleich

Nicht alle Böden sind für die landwirtschaftliche Nutzung durch Ackerbau, Obstbau oder intensive Gras- und Viehwirtschaft geeignet. Steile Berghänge (Relief), schlechte Exposition zur Sonne (eingestrahlte Energie), hohe Lage im Gebirge (Klima), verkarsteter Kalkuntergrund (Muttergestein), hoher Grundwasserstand, Staunässe (undurchlässige Unterböden) beeinträchtigen oder verhindern sogar die landwirtschaftliche Bearbeitung. Dies haben schon unsere Vorfahren bei der Landnahme und Urbarmachung erkannt. Nicht von ungefähr blieben die Wälder fast ausschliesslich in Ungunst-Zonen erhalten.

Ein Vergleich der agrarischen Nutzflächen Werdenbergs mit der Karte der Bodentypen (Abb. 4) zeigt deutlich, welche Böden sich für Ackerbau und Grasbau eignen. Als besonders günstig erweist sich die Braunerde, die mit dem A-B-C-Profil und einer grossen Palette mineralischer Stoffe in klimatisch bevorzugter Talrand- und Hanglage fast das ganze Werdenberg durchzieht. An nächster Stelle folgen die Fluvisole und bei nicht zu hohem Grundwasserstand die Gleye der Rheintalebene. Das Areal all dieser Böden umfasst immerhin knapp die Hälfte der Fläche Werdenbergs, wobei waldbedeckte Steilbereiche für die Landwirtschaft wegfallen. Von der andern Hälfte kann ein beachtlicher Teil wenigstens extensiv genutzt werden. So ergibt sich selbst für das gebirgige Werdenberg das grundsätzlich gleiche Bild, wie es allgemein für Europa mittlerer Breitenlage typisch ist, nämlich eine gute Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung.

Nach dem Vergleich mit Mitteleuropa sei auch noch ein Blick auf die weltweite Situation der Böden geworfen. In Nord-

europa sind sie klima- und untergrundbedingt meist geringmächtig und daher nur abschnittsweise für die Agrarwirtschaft geeignet. In Südeuropa führen die sommerliche Hitze und Trockenheit zu mit Al und Fe-Oxid (Aluminium und Eisen) stark angereicherten Böden und daher zu problematischen Bodenverhältnissen.

Zum Äquator hin folgen in den Sub- und Randtropen Trockensteppen mit Krustenböden, in denen das kapillar aufsteigende Grundwasser an der Oberfläche verdunstet und dabei die mitgeführten Salze und Minerale ausscheidet, die zu lebensfeindlichen Krusten erhärten. In den überwiegend vegetationslosen Wüsten fehlen Böden überhaupt. Die inneren Tropen um den Äquator erhalten ausgiebige Niederschläge bei stets hohen Temperaturen, was eine dichte Regenwaldvegetation aufkommen lässt. Aber selbst diese Gebiete sind weitgehend für den Anbau ungeeignet, da die Böden zwar teilweise über 10 m tief verwittert sind, jedoch wenig Humus aufweisen. Das heiss-feuchte Klima bewirkt eine äusserst rasche Zersetzung und Mineralisierung der Pflanzenreste, ohne dass eine nennenswerte Humifizierung stattfinden könnte. Die Nährstoffe sind deshalb in der Vegetationsdecke und nicht im Boden gespeichert. Das Roden der tropischen Regenwälder ist daher auch mit dem Ziel, Ackerland zu gewinnen, ein absoluter Unsinn.

So darf mit Fug und Recht gesagt werden, dass im globalen Rahmen im mittleren Europa sogar gebirgige Gegenden wie das Werdenberg grosse Areale mit anbaugünstigen, fruchtbaren Böden aufweisen.

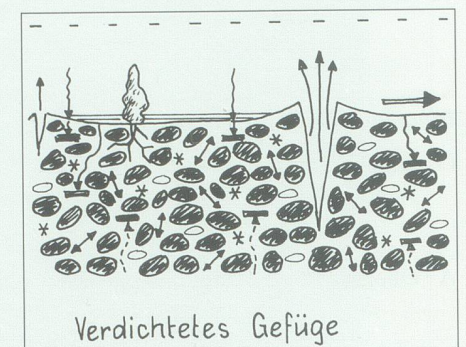
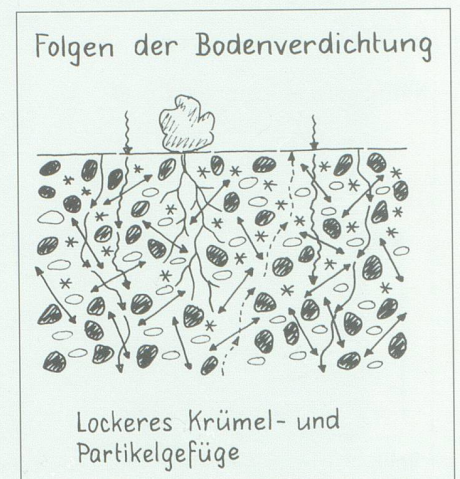
Gefährdung der Böden

Eigenartigerweise hat man lange Zeit den Böden im Hinblick auf Gefahren und Schutz nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Dies wohl deshalb, weil Boden als naturgegebener und allgemein vorhandener Körper für wenig veränderlich gehalten wurde und weil sein Inneres nicht direkt in Erscheinung tritt, respektive nur mit aufwendigen Grabungen erschlossen und untersucht werden kann. Erst das Auftreten katastrophaler Chemieunfälle und Ölverseuchungen oder etwa spektakuläre Resultate aus Bleigehaltstests liessen die Bevölkerung aufhorchen. Mittlerweile ist klar geworden, dass nicht nur Luft und Wasser durch schädigende Stoffe aus der menschlichen Tätigkeit beeinträchtigt werden, sondern dass auch die Böden der Umweltbelastung ausgesetzt sind. Sie sind sogar in besonderem Mass gefährdet. Böden sind ortsgebunden, so dass Stoffeinträge während langer Zeit mehr oder weniger an Ort und Stelle verbleiben. Stofftransporte finden fast nur vertikal und langsam statt. Deshalb benötigt einerseits die Regeneration nach einer starken, einmaligen Belastung grosse Zeiträume. Andererseits führt ein andauernder Eintrag selbst von geringen Mengen schädlicher Substanzen zur Anreicherung und so zur Vergiftung.

Das System Boden ist in Strukturen und Funktionen äusserst komplex. Je nach Art der Belastung reagieren die einen oder anderen oder mehrere Bereiche des Wirkungsgefüges (Abb. 6).

Einige Beispiele sollen Ausmass und Auswirkungen der Bodenbelastung exemplarisch

Abb. 7: Bodenverdichtung wirkt sich in erster Linie auf das Bodenwasser aus. Aber ebenso werden auch die Bodenlebewesen und die im Boden wurzelnden Pflanzen beeinträchtigt.



Regenfälle

- Wasserversickerung beeinträchtigt;
- Staunässe; Wasserlachen; verstärkter Oberflächenabfluss, Bodenerosion;
- Porenwasser-Anreicherung behindert

Trockenperioden

- Wasserzirkulation, Kapillarkirkulation nach oben unterbrochen; verstärkte Verdunstung; Aufreißen des Bodens

Innenleben

- Wachstumsbehinderung der Pflanzenwurzeln; Lebensräume der Bodenfauna eingeengt;
- Luftzufuhr (Sauerstoff, Stickstoff) unterbunden; Mineral- und Nährstoffbewegungen gestört

Abb. 6: Die Bodenbelastung rührt von vier Hauptbereichen her, die ein breites Spektrum verschiedener Verursacher aufweisen.

Belastung und Gefährdung der Böden			
Einträge aus der Luft	Einträge mit dem Wasser	Einträge durch landwirtschaftliche Hilfsstoffe	Mechanisch-physikalische Belastung
landwirtschaftlich genutzte Böden			
Flugverkehr	Chemieunfälle	Dünger	landwirtschaftliche
Motorfahrzeuge	Öltankunfälle	Jauche	Bodenbearbeitung
Industrie-Abgase	Deponien	Mist	Bodenverdichtung
Gebäudeheizungen	Abfälle	Pflanzenschutzmittel	Grundwasserabsenkung
Kehrichtverbrennung	Altlasten	Klärschlamm	Bodenerosion
Atomreaktor-Unfälle			
saurer Regen			

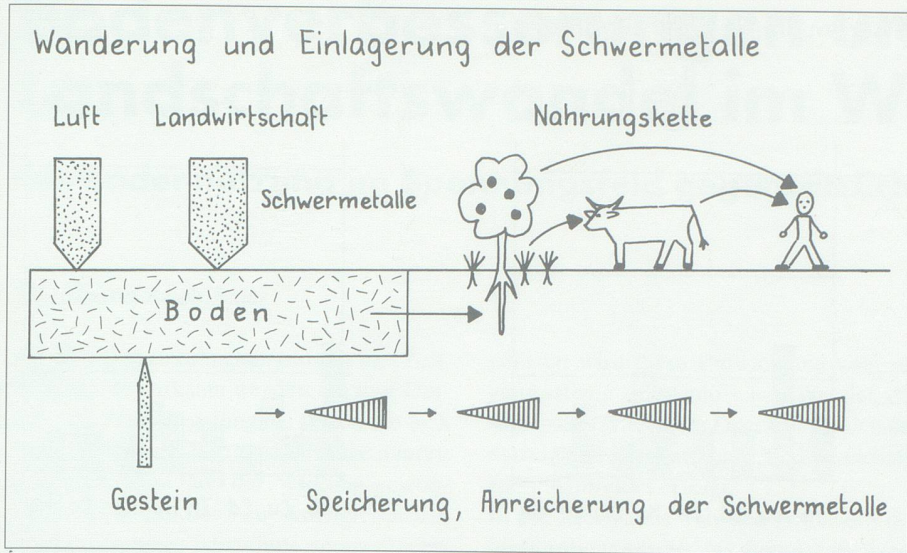


Abb 8: Die im Boden gespeicherten Schwermetalle gelangen über die Nahrungskette in den Menschen. Etappenweise finden dabei Speicherung und Anreicherung statt.

risch aufzeigen. Es wird daraus ersichtlich, wie vielfältig Böden gefährdet sind. Zu beachten ist, dass sie auf einen Teil der Einflüsse direkt reagieren, wie auf Bodenverdichtung (Abb. 7) oder Chemieunfälle. Andere Beeinträchtigungen wie Schadstoff-Einträge (Abb. 8) oder durch landwirtschaftliche Hilfsstoffe werden indirekt beantwortet, indem die aufgenommenen Substanzen etappenweise über Pflanzen und Tiere an den Menschen weitergegeben werden.

Bodenverdichtung bedeutet Kompaktion der Humuskrümel und der mineralischen Partikel. Dies wirkt sich in erster Linie auf das Bodenwasser und die Bodenluft aus. Aber ebenso werden auch Bodenlebewesen und die im Boden wurzelnden Pflanzen in Mitleidenschaft gezogen (Abb. 7).

Schwermetalle wirken ausser bei geringsten Dosen im Körper aller Organismen vergiftend (toxisch), sie sind somit auch für den Menschen gesundheitsschädigend. Schwermetalle gelangen aus drei Reservoiren in den Boden: Gestein, Luft, Landwirtschaft. Sie werden im Boden gespeichert und angehäuft. Die Bodenlebewesen nehmen sie laufend mit den Nährstoffen auf und lagern sie in ihrem Körper ein. Über die Nahrungskette erreichen sie schliesslich den Menschen, der sie ebenfalls einlagert und anreichert (Abb. 8).

Aufgrund der Resultate aus bisherigen Untersuchungen wurden Richtwerte für den Schwermetallgehalt in Böden (Tab. 2) festgelegt (Verordnung über Schadstoffe

im Boden, 1986). Darnach gelten Böden, in denen die Richtwerte überschritten werden, als belastet. Staatliche Institutionen überprüfen stichprobenartig an ausgewählten Standorten von Zeit zu Zeit die Schwermetallgehalte wie das Kantonale Amt für Umweltschutz St.Gallen oder das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) mit dem Nationalen Beobachtungsnetz (NABO).

Auch im Rheintal wurden Bodenproben genommen und die Schwermetallgehalte bestimmt. Vier Standorte mit Verkehrsbelastung zeigen, dass entlang der N 13 bis zu einem Abstand von rund 10 m die Bleimengen im Oberboden die Richtwerte überschreiten (Abb. 9). Als Verursacher müssen die Motorfahrzeuge angesehen

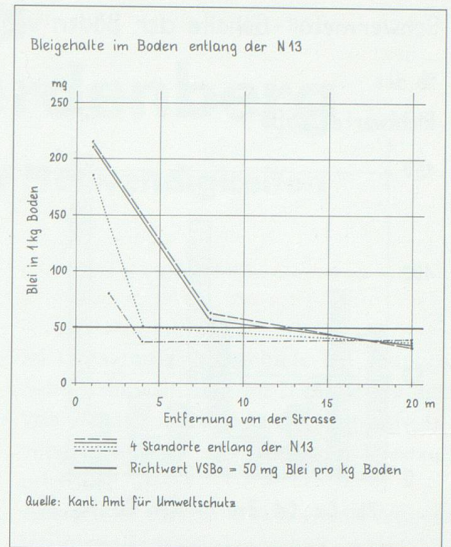


Abb. 9: Die Bleimengen überschreiten bis rund 10 m Entfernung von der N 13 den in der VSBo (Verordnung über Schadstoffe im Boden, 1986) festgesetzten Richtwert der Schadstoffbelastung.

werden. Hier ist allerdings eine Abnahme der Bleieinträge vorauszusehen, da immer häufiger bleifreie Treibstoffe verwendet werden. Aber auch geringere Bleizufuhr bedeutet weiterhin Anreicherung und Gefahr der Überbelastung.

Die nicht an der Autobahn gelegenen Referenz-Standorte des NABO im Rheintal sind Beispiele für Schwermetallgehalte in verschiedenen Bodentypen bei unterschiedlicher Nutzung (Abb. 10). Es fällt auf, dass Mels mit Waldböden ähnliche Werte aufweist wie Wartau mit landwirtschaftlicher Nutzung. Die Quecksilber- und Nickel-Überschreitungen im Unter-

Die Zahlen umspannen 80 Prozent der aus den 102 über die ganze Schweiz verteilten NABO-Standorten ermittelten Werte.

Tab. 2: Richtwerte und häufige Gehalte von Schwermetallen

Element	Richtwerte mg/kg Boden	Häufige Gehalte	
		Oberboden (0-20 cm) mg/kg Boden	Unterboden mg/kg Boden
Blei (Pb)	50	16 – 38	10 – 19
Kupfer (Cu)	50	6 – 35	6 – 25
Cadmium (Cd)	0,8	0,11 – 0,49	0,05 – 0,24
Zink (Zn)	200	35 – 89	20 – 62
Nickel (Ni)	50	6 – 40	8 – 43
Chrom (Cr)	75	13 – 38	10 – 37
Kobalt (Co)	25	3 – 10	3 – 10
Quecksilber (Hg)	0,8	0,06 – 0,19	0,01 – 0,12

Quelle: NABO, 1994

Schwermetall-Gehalte der Böden von Messorten im St. Galler Rheintal

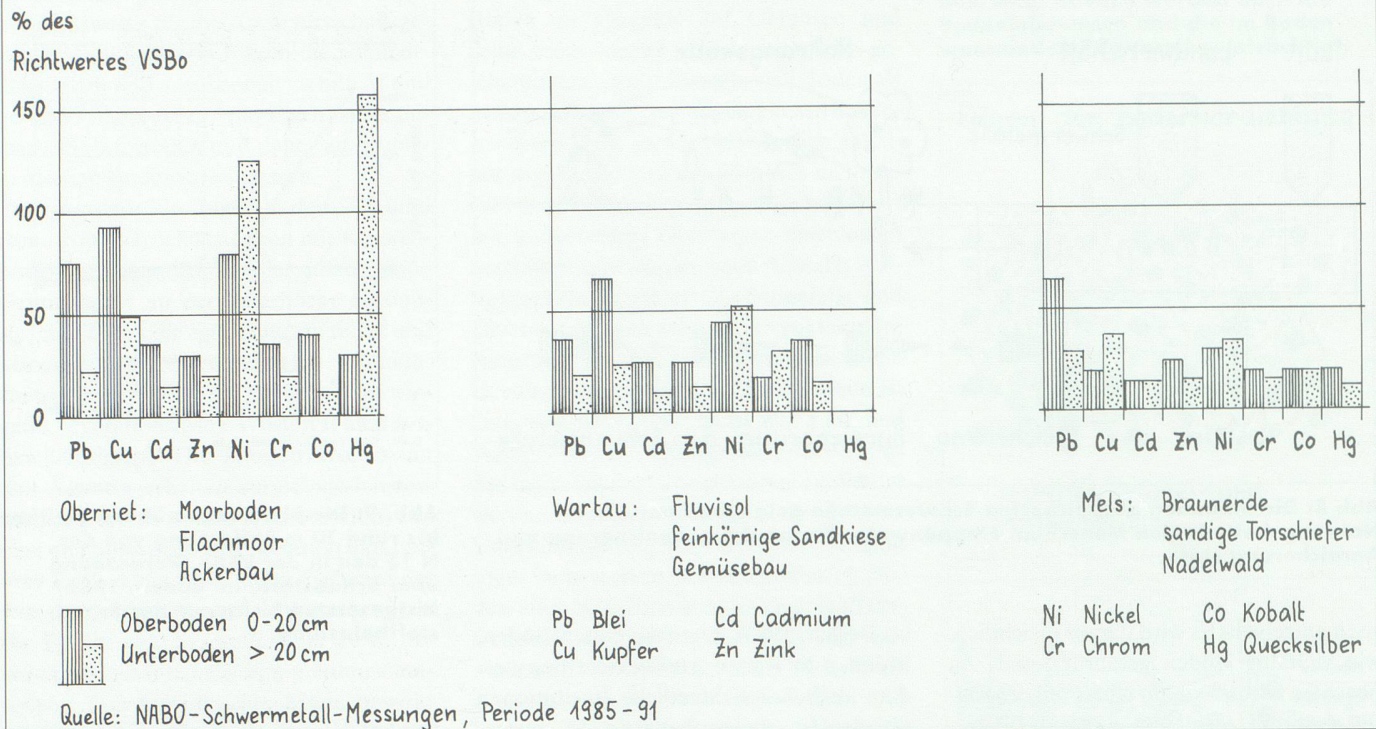


Abb. 10: Die Messwerte liegen mit zwei Ausnahmen unter den Richtwerten. Im allgemeinen sind die Schwermetalle in den Oberböden stärker vertreten; sie werden über die Luft und durch die Landwirtschaft eingetragen. Die recht hohen Bleiwerte zeigen den über die Luft verbreiteten Abgas-Ausstoss vor allem aus dem Motorfahrzeugverkehr an. Die Ni- und Hg-Überschreitungen im Unterboden von Oberriet dürften ein Sonderfall sein.

boden von Oberriet sind wohl die Summe mehrerer Eintragsarten aus dem Untergrund und aus dem Grundwasser. Die über dem Richtwert gelegenen Beträge lassen erkennen, dass an scheinbar gesunden Standorten plötzlich zu hohe Werte auftreten können. Sie machen im Wissen um das Prinzip der Anreicherung klar, dass die Schwermetall-Belastungen allgemein reduziert werden müssen, wenn unsere Böden gesund bleiben sollen. Hohe Werte an Kupfer und Cadmium in den Oberböden von Wartau und Oberriet gegenüber Mels mit Waldbedeckung sind in erster Linie den Pflanzenschutzmitteln anzulasten.

Schlussgedanken

Die Vielseitigkeit der Natur Werdenbergs drückt sich augenfällig in den Landschaftsformen, im Relief, in der Vegetation, in der Flora und ebenso im Gestalten durch den Menschen aus. Aber auch die Böden sind äusserst vielschichtig, allerdings dem direkten Einblick meist entzogen. Trotz felsigem Bergland, rauhem Klima in Hochlagen, Kalk- und Flyschgestein im Untergrund oder auch Nassgebieten weist weit mehr als die Hälfte des Werdenberger

Areals für die Nutzung gute bis brauchbare Böden auf. Die Randalpenregionen sowie das gesamte Alpenvorland oder sogar ganz Mitteleuropa sind betreffend Böden stark bevorzugt. Naturgegebene Bodenprobleme, wie sie in nordischen Ländern oder in den Subtropen und Feuchttropen grossflächig vorkommen, sind hier unbekannt. Aber unsere Böden sind in Gefahr, denn ihre Belastung durch intensive Nutzung und schädigende Umwelteinflüsse droht sie zu zerstören und damit den Kleinstlebewesen, den höheren Pflanzen, der Tierwelt und dem Menschen die Ernährungsgrundlage zu entziehen. Es ist daher dringend geboten, die Lebensbasis «Boden» behutsam zu nutzen und nachhaltig zu schützen.

Verwendete und ergänzende Literatur

E. W. ALTHERR, *Die Böden der Kantone St.Gallen und beider Appenzell*. – In: H. SEITTER, *Flora der Kantone St.Gallen und beider Appenzell*, 2 Bände. St.Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Jona/Rorschach 1989.

J. BAUER et al., *Mensch und Raum*, Seydlitz, Physische Geographie. Berlin 1989.

A. DESAULES et al., *NABO-Bericht 1985-1991*. Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene. Liebefeld 1994.

EIDG. FORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFTLICHEN PFLANZENBAU, *Bodenkartierung Sennwald-Lienz-Rüthi* (Bericht und Karten). Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz 1975.

R. FLÜCKIGER et al., *Bodenkunde*. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale. Zollikofen 1993.

A. GOUDIE, *Physische Geographie*. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg 1995.

J. HOLENSTEIN, *Wie unser Umgang mit Stoffen den Boden belastet*. – In: H. MAURER, *Umweltwandel am Bodensee*. UVK. St.Gallen 1994.

KANTONALES AMT FÜR UMWELTSCHUTZ, *Konzept für der Bodenschutz im Kanton St.Gallen*. Kant. Amt für Umweltschutz. St.Gallen 1988.

O. KELLER, *Geologie und Landschaftsgeschichte der Werdenberger Alpen*. – In: *Werdenberger Jahrbuch* 1989. Buchs 1988.

O. KELLER, *Die geologische Entwicklung des Alpenrheintals*. – In: *Werdenberger Jahrbuch* 1990. Buchs 1989.

O. KELLER, *Kleine Geologie und Landschaftsgeschichte Vorarlbergs*. – In: *Die Käfer von Vorarlberg und Liechtenstein*, Band 2. Dornbirn 1995.

P. SCHACHTSCHABEL, *Lehrbuch der Bodenkunde*. Stuttgart 1989.

D. SCHROEDER, *Bodenkunde in Stichworten*. Kiel 1978.