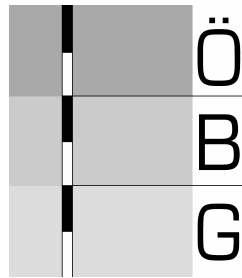


**Mitteilungen
der
Österreichischen
Bodenkundlichen Gesellschaft**



**Heft 77
Wien
2010**

Impressum

Alle Rechte vorbehalten. © 2010

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des auszugsweisen Nachdrucks, der Herstellung von Mikrofilmen und der photomechanischen Wiedergabe vorbehalten.

Eigentümer; Herausgeber und Verleger:

Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft

Peter-Jordanstr. 82b, 1190 Wien

Schriftleitung: Michael Englisch

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur

Druck: Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Druckerei Seckendorff-Gudentweg 8, 1131 Wien.

ISSN 0029-893-X

INHALTSVERZEICHNIS

Beiträge zur Jahrestagung der ÖBG am 12. und 13.6.2008 in Gmunden, FAST Ort: Boden-Bildung: Boden in der Öffentlichkeit

Andreas SCHÖNBORN, Rainer SCHULIN and Jean-Michel GOBAT: Do-it-your-soil – A virtual course in applied soil science..... 4

Michael ENGLISCH, Edwin HERZBERGER, Franz STARLINGER und Florian WINTER: Exkursionsführer zum Waldbodenlehrpfad Taferlklausur..... 15

Beiträge zur Jahrestagung der ÖBG und der ÖBBG Alpine Böden und Klimawandel - Genese, Biologie, Stabilität, Nutzung von 21. bis 23.9.2009 in Obergurgl

Helga KROMP-KOLB: Der Klimawandel im alpinen Raum 43

Walter KILIAN: Besonderheiten alpiner Böden 53

Andreas BOHNER: Eigenschaften und Merkmale von Almböden 67

Hans UNTERFRAUNER, Walter SOMITSCH, Robert PETICZKA, Stefan BRAUNEIS, Martina SCHLAIPFER: Vorbereitung von leichten, schwachgepufferten Böden auf die Applikation von Biogasgülle 79

Dieter STÖHR, Markus WALLNER, Artur PERLE: Waldtypisierung Tirol – Standortmodellierung als Grundlage der nachhaltigen Waldwirtschaft..... 85

Michael TATZBER, Franz MUTSCH, Axel MENTLER, Ernst LEITGEB, Michael ENGLISCH, Heide SPIEGEL, und Martin H.GERZABEK: Einfluss der Anwendung von 1M und 0,1M Natronlauge auf die Quantitativen und Qualitativen Eigenschaften extrahierter Huminsäuren..... 93

Beitrag

O.NESTROY: Vorwärts in die Vergangenheit oder Zurück zu den Wurzeln oder Altgriechisch und Latein feiern fröhliche Urständ..... 101

Berichte

O. NESTROY: Rumänien – Land der Gegensätze 107

O. NESTROY: Über den gegenwärtigen Zustand und die zukünftige Entwicklung der Landwirtschaft in Bulgarien..... 113

O. NESTROY und W.E.H.BLUM,: Jubiläumstagung der ungarischen bodenkundlichen Gesellschaft in Budapest, im September 2009 117

DO-IT-YOUR-SOIL – A VIRTUAL COURSE IN APPLIED SOIL SCIENCE

Andreas SCHÖNBORN^a, Rainer SCHULIN^b and Jean-Michel GOBAT^c

^a armadillo media gmbh, Gfäz matt 3, CH-6044 Udligenswil, schoenborn@armadillo-media.ch

^b ETH Zürich, Institute of Terrestrial Ecosystems, Soil Protection, Universitätstrasse 16, CH-8092 Zürich

^c University of Neuchâtel, Institute of Biology, Rue Emile-Argand 11, CH-2009 Neuchâtel

Zusammenfassung

Do-It-Your-Soil (DOIT) ist ein virtueller Kurs in angewandter Bodenkunde. Zielgruppe sind Lernende mit Grundwissen in Bodenkunde und ersten Erfahrungen im Umgang mit Bodenprofilen im Feld.

Do-It-Your-Soil besteht aus 6 Modulen:

1. Wasserspeicherung in Böden
2. Dynamik organischer Böden
3. Bodenerosion
4. Bodenbelüftung und -verdichtung
5. Bodenversauerung
6. Bodenfruchtbarkeit und nachhaltige Nutzung

Ziel ist, praktisches Wissen über diese wichtigen Bereiche der angewandten Bodenkunde anschaulich zu vermitteln, so dass die Lernenden dieses Wissen bei der Problemlösung in der Praxis anwenden können. Do-It-Your-Soil möchte dazu beitragen, das Wissen und Verständnis von Böden zu verbreiten und ihre nachhaltige Nutzung zu fördern.

Abstract

Do-It-Your-Soil (DOIT) is a virtual course in applied soil science. Target group are learners with a general background in soil science including first field experiences with soil profiles.

Do-It-Your-Soil consists of 6 modules:

1. Soil and water supply
2. Organic matter decomposition
3. Soil erosion and re-formation
4. Soil consolidation and aeration
5. Soil acidification and buffering
6. Soil fertility and sustainable utilization

Do-It-Your-Soil wants to facilitate the understanding of these important areas of applied soil science. Learners should be able to apply the knowledge for problem solving in their practical work. Do-It-Your-Soil also wants to help create knowledge and understanding of soils, as well as promote their sustainable use.

Keywords: Applied Soil Ecology, Didactic Design, Information Structure, Flash, Blackboard.

Introduction

In recent years increased relevance of soil sciences in connection with environmental problems has led to completely new tasks for experts in the field of applied soil ecology. In order to respond to the new demand on education, modules of environmental soil science have been newly implemented or considerably extended in many Swiss university curricula (as part of disciplinary sciences as well as in form of completely new curricula) or in postgraduate courses.

Soil is a system of extreme heterogeneity and complexity. Any action intended to manage and protect this precious environmental resource must be fine-tuned to the particular site conditions. This requires the capability to recognize and take adequate account of relevant site characteristics. Furthermore, soil cannot simply be treated as a physico-chemical reactor because also biological processes play a dominating role in soil formation and reactions. Thus, an ecological perspective is required for proper management and protection. One of the major difficulties in teaching soil sciences is to bridge the discrepancy between real soils in the field and abstract model concepts which can be used to anticipate and analyse effects of actions and impacts and design appropriate solutions of management and protection problems.

“Do-It-Your-Soil” (DOIT) is an online course designed to tackle these problems. It was financed by the Swiss Virtual Campus and developed by a joint team of the Universities of Zurich and Neuchâtel and the Swiss Federal Institute of Technology (ETHZ) in Zurich. The idea is to teach problem-solving using example cases of real-world problems. DOIT addresses students which have a general background in soil science including first field experiences. This paper presents an overview of Do-It-Your-Soil.

Do-It-Your-Soil material exists in German and French language.

2. Frame conditions

The production of web based teaching material requires a fundamentally different approach from e.g. the production of a book or a handout.

The reasons for that are the boundary conditions of the medium internet and the changes they impose on human learning behaviour:

- Reading text materials on a screen is experienced as tiresome by many (Thissen 2000). Size and granularity of the information must be adapted to the screen (Schulmeister 1996).
- Reading assignments that exceed 1/2 - 1 A4 page should also be available as printouts. This leads to the necessity to integrate online and printable material with each other.

- On the other hand, the computer offers unique opportunities for visualization and simulation. Short movies and sound can be integrated into text sequences.
- Another chance is the cooperation of learners at different places with different backgrounds. However, cooperation needs to be organized and integrated into a schedule.

3. Structure of Do-It-Your-Soil

The didactic design of DOIT follows the idea of the so called "Leitprogramm", i.e. guided learning by solving structured problems (Frey & Frey-Eiling 1994). The "Leitprogramm" ideas were modified in the course of DOIT development, in order to allow for more flexibility in choosing learning paths through the material. Advantages of the "Leitprogramm" approach are:

- Students can determine themselves how fast they proceed
- Students proceed step-wise - the next exercise can (or rather: should) only be started when they have mastered the previous one ("mastery principle")
- Examples show how exercises have to be solved and what is expected from the students
- Feedback is given immediately.

DOIT consists of 6 modules on the following topics:

1. Soil and water supply
2. Organic matter decomposition
3. Soil erosion and re-formation
4. Soil consolidation and aeration
5. Soil acidification and buffering
6. Soil fertility and sustainable utilization

The modules develop from an applied soil ecological problem, such as the "impacts of acid rain on soil pH" or the "effects of a lowered water table on plant productivity". The problem is presented in the form of a case, i.e. with data for a specific site.

Each module consists of 3-5 sequences (see Fig. 1). At the beginning of each module and of each sequence, students are informed about the learning objectives. Each module ends with a test related to the case presented in the beginning. The smallest didactical unit of a sequence we call a brick. It is usually identical to one screen. The need for scrolling is avoided wherever possible.

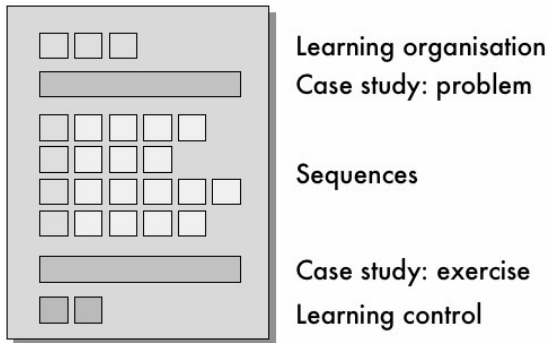


Fig. 1: Structure of a module with 4 sequences.

The flow of information in a sequence is organized an interactive track and a theory track (see Fig. 2). The interactive track contains all interactive elements of a sequence. It is a sequence of “bricks” put in line according to growing complexity. Typically, an introductory “brick” is followed by an interactive “brick” – usually a Flash animation - and concluded by a summary “brick”.

An overview about the learning activities here involved has been published by Frischherz et al. 2003. The interactive track may contain one or several self test bricks (with no tutor being involved). A typical DOIT self test is e.g. the drag-and-drop exercise shown in Fig. 3. The correct choice with the correct feedback can be printed out in the end, to give yet another incentive to do the self test.

The theory track (see Fig. 2) is a collection of text and images related to the topic of the module. It can be either read online or downloaded as PDF and printed out. The online version contains active links back to the interactive track.

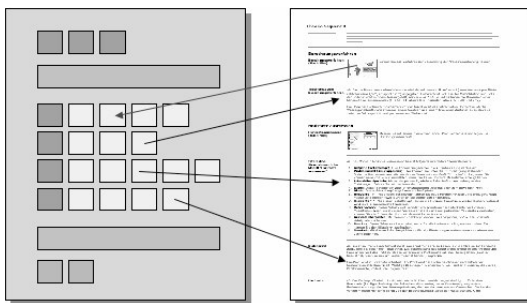


Fig. 2: In Do-It-Your-Soil, the interactive track (left) and the theory track (right) complement each other.

A module is concluded by a final test, the learning control, trying to evaluate the learning progress of the students. This test can be set up in different ways, according to the wishes and needs of each individual teacher. Students can, e.g., perform a task and publish their results in a discussion forum, write their solution into a text file and mail it to their tutor or even have a face-to-face test in a room.

Students must complete all modules to receive their ECTS credit points. They should be able to work through 1 sequence within 1 1/2 hours, which adds up to 6-8 hours for one module.

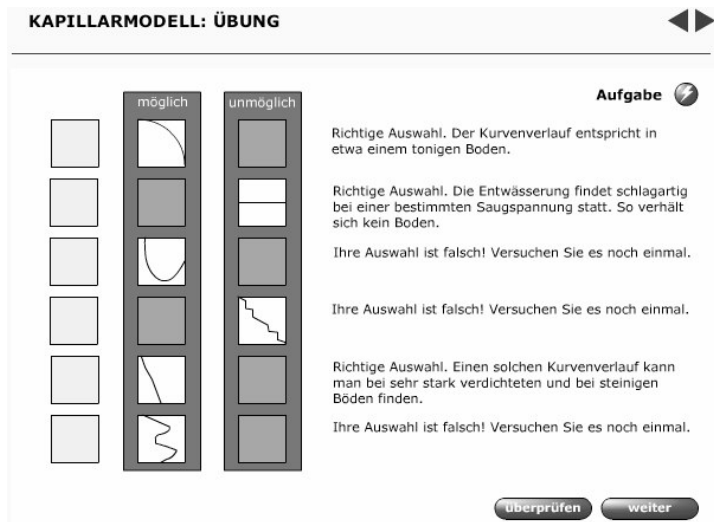


Fig. 3: Drag-and Drop self test on the understanding of curve patterns. The student's task is, to decide whether a curve shape represents a desorption curve or not. The curve pattern is dragged onto the chosen position with the mouse. Clicking "überprüfen" gives direct feedback.

The amount and quality of tutoring is crucial for the success of any eLearning project (Seufert, Back & Häusler 2001). However, the role tutors will actually play in a course can be modified by the teacher, depending for example on whether DOIT is used as an online course, or as add-on of a lecture. In an online course setting, tutors will need to be present in the online discussion forums. They can potentially control the efforts of their students by using the tracking tools of Blackboard and by browsing through the solutions students have submitted. They may also be present in a startup workshop and in the final examination. Real contact is very important!

4. Two examples

The first example is taken from module 4 "soil consolidation and aeration" and shows a thematic unit with 5 bricks (Figures 4-8) taken from sequence 1. In this thematic unit, students learn about soil respiration and the factors that influence it.

In step 1 (Fig. 4), the thematic unit is introduced and the general picture is drawn. In step 2 (Fig. 5), a cartoon character (the "small green rock chomper") is used as a metaphor for soil respiration in an explanatory animation, in order to make the abstract concept of soil respiration more tangible.

BODENLUFT: EINFÜHRUNG



Regenwürmer brauchen Luft im Boden, um auf Dauer darin überleben zu können
Photo: Jean-Michel Gobat

Da durch Atmung O_2 verbraucht und CO_2 produziert wird, ist die O_2 -Konzentration im Boden kleiner als in der Atmosphäre und die CO_2 -Konzentration grösser.

Die Zusammensetzung der Bodenluft hängt von der Atmungsaktivität der Bodenlebewesen und der Austauschrate mit der Atmosphäre ab. Der Gasaustausch hängt entscheidend von der Bodenfeuchtigkeit und der Bodenstruktur ab.

Im nächsten Schritt lernen Sie die Faktoren kennen, die die Zusammensetzung der Bodenluft beeinflussen, und welche Auswirkungen sie haben.

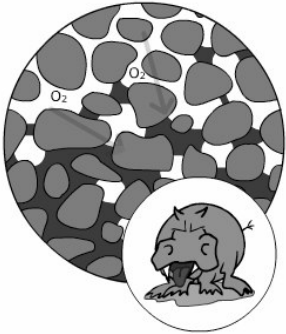
[↑ zum Seitenanfang](#)

Fig. 4: Introduction to the thematic unit (step 1).

BODENLUFT: FILM

Aufgabe

5



Der Sauerstoffvorrat im Boden ist also schnell erschöpft. Umso wichtiger ist der Nachschub aus der Atmosphäre.

Der Nachschub erfolgt aus der Atmosphäre durch die kontinuierlich miteinander verbundenen luftgefüllten Poren.

Der Nachschub durch die Wasserphase des Bodens ist vernachlässigbar.

5 / 7 zurück weiter

Fig. 5: The "small green rock chomper" in an explanatory animation: The character stands for soil respiration and the living beings that cause it. Step by step, the reactions of this character to increasing soil water content are helping the students to understand soil respiration better (step 2).

In step 3, the animation is followed by an exercise (Fig. 6), where students can directly apply what they have learned to a problem related to agronomy. In the following quiz (step 4, Fig. 7), the students are then confronted with a set of tricky self test questions related to soil respiration.

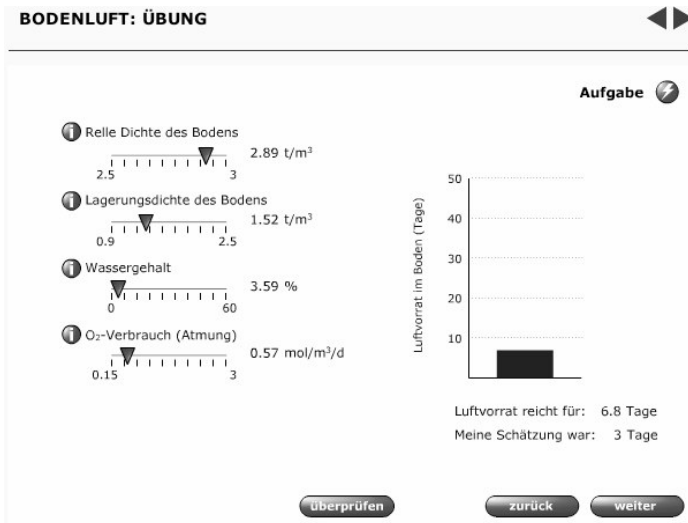


Fig. 6: An exercise on root survival time in the air caught in a loamy soil after a heavy rain event (step 3).

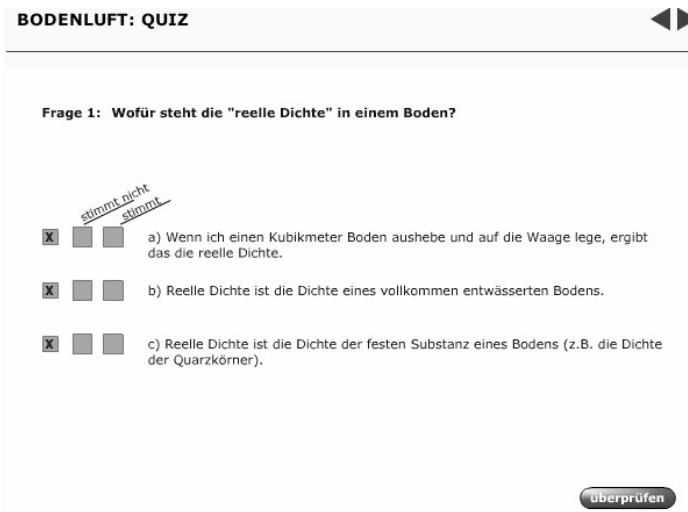


Fig.7: Self test on questions related to soil respiration (step 4).



Zwischenlager für Oberbodenaushub an einer Baustelle (Ebikon LU). In solchen Bodenlagerungen kann der CO₂-Gehalt sehr hoch werden. Photo: A.Schönborn

Sie haben in diesem Schritt gelernt, dass folgende Faktoren von zentraler Bedeutung für die Zusammensetzung der Bodenluft sind:

Fig. 8: Synthesis of the thematic unit (step 5).

Finally, in step 5 the thematic unit is summarized (Fig. 8), in order to encourage the reflection of the learning material. The second example (Fig. 9, taken from sequence 3 of module 4) demonstrates the potential of computer supported teaching to facilitate the understanding of complex relations in soil science. In this simulation model, students can examine heavy machinery and their pressure transmission into the soil. They can compare different types of construction machinery, vary chain length and width and look at different pressure bulbs. By playing with the model, the understanding of the underlying Fröhlich equation is facilitated in an intuitive way.



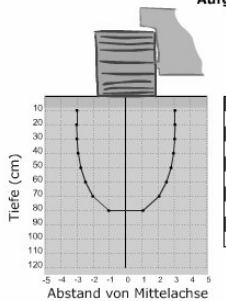
Aufgabe

Klicken Sie auf das Photo!



Furukawa 645E-HD
Eigengewicht: ca. 25 t

1 Angezeigte Drucklinie



Schritt: 1 2

Hinweis

Fig. 9: Simulation model on pressure transmission by heavy machinery to the soil.

In the course of DOIT development, more than 80 animations, calculation models and simulations were conceptualized and developed. More about animations and simulations as learning objects and the background of their development can be found in "Frischherz et al. 2004".

5. Software requirements

The following software is required by users to access DOIT:

- A reasonably modern internet browser, such as "Internet Explorer 5" or newer (Windows), "Safari 1.03" or newer (Mac) or "Firefox 1.0" or newer.
- The plugin "Flash Player 6" or newer
- At minimum a 56k modem connection to the internet
- Java and JavaScript must be activated

On the server side, we are using Blackboard as basic framework for registration, content organization, communication and learning controls. However, DOIT is client based. If Blackboard's communication tools are not required, DOIT will also run on any modern webserver and even on any local PC without problems.

6. Experiences

DOIT has been used in various test settings and in courses in a number of German and French speaking countries (37 external users currently!). Feedback by students and tutors was mostly positive and encouraging. Today most of the students already have had some - positive and negative - experiences with online course material. One of them said: "If course material needs to be online, it should be like Do-It-Your-Soil".

Do-It-Your-Soil's key features are:

- the modular structure of the content, offering different paths through the learning material
- the hybridization of online and offline material in the "interactive" and the printed out "theory tracks"
- the extensive use of Flash animations for the visualization of content and for interaction with exercises and models

DOIT may considerably help students to understand soil science and apply theory to practical problems. It can, however, not completely substitute person-to-person contacts between teachers and students, and it can't replace field trips. The "smell-and-feel" of soil cannot be transmitted via the internet. We see this course as a valuable complement to traditional forms of teaching soil science and not simply as a substitute.

7. How you can use Do-It-Your-Soil

DOIT has relations to a number of different disciplines, such as, e.g., agronomy, biology, biogeochemistry, ecology, hydrology, environmental engineering, forestry etc. Lecturers or teachers of a university or a university of applied science, within or outside Switzerland, can use DOIT for their teaching, free of charge. There are two options:

1. Using DOIT on our Blackboard server

2. Installing DOIT on a server at your school (protected by a password or in the intranet)

Before access is provided, any interested person needs to enter an agreement with the DOIT leading house, regulating copyright issues and further distribution of DOIT. Thereafter, you will receive either access to DOIT on Blackboard, or the material.

For getting access to DOIT or ordering the material on CD-ROM, please contact:

Prof. Jean-Michel Gobat

Laboratoire Sol & Végétation

Université de Neuchâtel

Rue Emile-Argand 11

Case postale 158

CH-2009 Neuchâtel

Phone : +41 32 718 23 37

Email : jean-michel.gobat@unine.ch

8. References

Frey, K., Frey-Eiling, A., 1994, Allgemeine Didaktik, Arbeitsunterlagen zur Vorlesung, 7. Auflage

Frischherz, B., Schönborn, A., 2004, Animations and simulations as learning objects - modelling process and quality criteria. Presented at the 6th International Conference on New Educational Environments, Neuchâtel, Copy available from the author.

Frischherz, B., Schönborn, A., Schulin, R., 2003, More than facts and figures - a typology of e-learning activities for the natural sciences (with an example from Do-It-Your-Soil), in: Jutz, C., Flückiger, F., Wäfler, K., 5th International Conference on New Educational Environments, 133-138

Schulmeister, R., 1996, Grundlagen hypermedialer Lernsysteme, Theorie, Didaktik, Design, Addison-Wesley, Bonn & Paris

Seufert, S., Back, A., Häusler, M., 2001, E-Learning. Weiterbildung im Internet, Das "Plato-Cookbook" für internetbasiertes Lernen, SmartBooks, Kilchberg

Thissen, F., 2000, Screen Design Handbuch, Springer, Berlin, Heidelberg, New York

EXKURSIONSFÜHRER ZUM WALDBODENLEHRPFAD TAFERLKLAUSE

Michael Englisch, Edwin Herzberger, Franz Starlinger, Florian Winter

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft, Seckendorff-Gudentweg 8, A-1130 Wien

Warum ein Waldbodenlehrpfad?

Der Waldanteil und somit der Anteil des Waldbodens in Österreich liegt bei 47%. Diese Bedeutung des Waldbodens spiegelt sich jedoch nicht in einem entsprechenden gesellschaftlichen Bewusstsein. Es gibt eine Vielzahl von Waldlehrpfaden in Österreich, der Boden ist jedoch dabei bisher bestenfalls Randerscheinung.

Diese unbefriedigende Situation war ein wichtiger Motivationsfaktor für die Einrichtung des Waldbodenlehrpfades Taferlklausse. Thema ist natürlich der Boden generell, neben den Bodenprofilen wird eine Vielzahl von „Bodenthemen“ abgehandelt. Besonders wird aber auf die Rolle von Waldböden hingewiesen, die gegenüber landwirtschaftlich genutzten Böden eine Reihe von Besonderheiten aufweisen, und ihre Funktion im Ökosystem Wald erläutert.

Der Mensch verwendete „bessere“ Böden zum Bau von Siedlungen, zum Ackerbau und als Grünland, der Kulturgattung Wald verblieben zumeist nur steilere Flächen, Böden mit höherem Steinanteil, sehr feuchte und sehr trockene Böden und Böden mit ungünstigeren chemischen Verhältnissen, aber auch Standorte mit ungünstigem Klima (Hochgebirge) sowie – in geringem Maß – kleine, entlegene Flächen, wo sich eine landwirtschaftliche Bearbeitung nicht lohnte.

Waldböden werden im Gegensatz zu landwirtschaftlich genutzten Böden nicht periodisch bearbeitet, d.h. sie werden im Regelfall weder gedüngt noch gepflügt. Dies ist möglich, da die Ernte des Holzes in wesentlich größeren Zeitabständen stattfindet als im Acker- oder Grünland und im geernteten Holz nur ein sehr geringer Anteil der Baum-Nährstoffe enthalten ist.

Waldböden sind daher in der Regel natürlicher gelagert und chemisch und physikalisch weniger vom Menschen verändert als andere (intensiver genutzte) Böden. Meist weisen sie einen wesentlich höheren Kohlenstoff- (Humus-) Gehalt auf als Acker- oder auch Grünlandböden.

Mit der Einrichtung des Waldbodenlehrpfades sollten verschiedene Ziele abgedeckt werden: Das Thema „Waldboden als wesentlicher Produktionsfaktor“ sollte in das Ausbildungsprogramm der Forstlichen Ausbildungsstätte Ort (Gmunden) des BFW einbezogen werden.

Bei (vorbeikommenden) Ausflüglern und Bergsteigern sollte Interesse an (Wald)Boden und Bodenschutz geweckt werden. Schließlich sollten auch Kindern waldbodenkundliche Inhalte altersadäquat aufbereitet vermittelt werden.



Abb. 1: Wald(boden)verteilung in Österreich

Einrichtung, Umsetzung und Rezeption

In den Jahren 2006 und 2007 wurde vom BFW – mit freundlicher Unterstützung des Landes Oberösterreich, des Österreichischen Forstvereins und der ÖBF-AG – der Waldbodenlehrpfad Taferlklausse eingerichtet. Er liegt in etwa 800m Seehöhe an der Verbindungsstraße zwischen Traun- und Attersee am Fuß des Höllengebirges. In diesem Gebiet grenzen auch die geologischen Großeinheiten „Nördliche Kalkalpen“ und „Flyschzone“ aneinander.

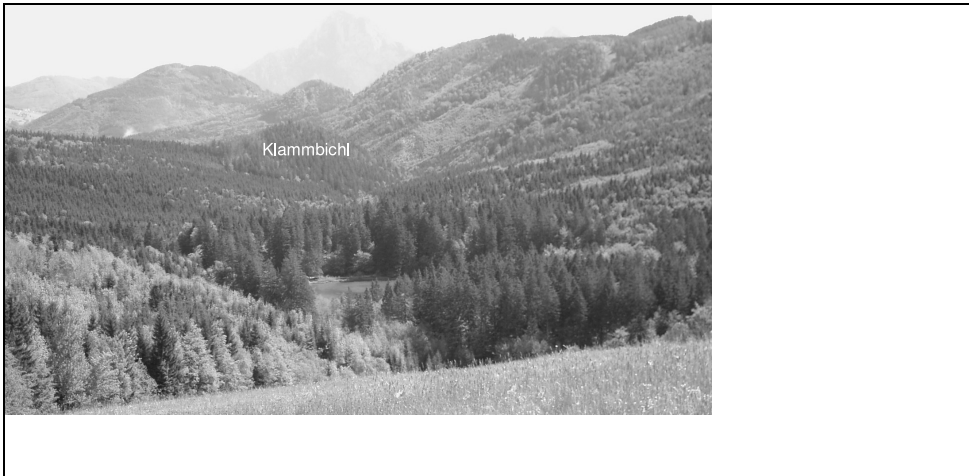


Abb. 4: Blick von West nach Ost: der flache Bereich links im Bild ist der Beginn der im Norden anschließenden Flyschzone. In der Bildmitte der Taferlklaussee mit eiszeitlich überformter Umgebung; Der Standpunkt der Aufnahme liegt schon in den Kalkalpen – auch der „Klammloch“ ist noch ein Vorposten dieser geologischen Einheit. Im Hintergrund ist der Traunstein im Dunst zu erkennen.

Entlang des Lehrpfades werden anhand von Bodenprofilen und Schautafeln verschiedenste Aspekte des (Wald-)Bodens beleuchtet. Themen wie Humus, Bodenleben, Baumwurzeln, Wasser, Bodenschutz begleiten einen Spaziergang durch die schöne Landschaft.

Ergänzend wurde eine interaktive DVD erstellt, mit der es möglich ist, sich virtuell am Bodenlehrpfad zu bewegen und die Bodenprofile zu besuchen. Eine eigene Homepage wurde eingerichtet.

Der Lehrpfad hat im Verlauf seines dreijährigen offiziellen Bestehens bereits einige Tausend Besucher angelockt und auch die Anregung zu weiteren Projekten dieser Art gegeben.

Das überraschend hohe Interesse ist einerseits in der Einbindung in das Kursprogramm der Forstlichen Ausbildungsstätte Ort/Gmunden begründet – hier findet der Waldbodenlehrpfad in waldpädagogischen Veranstaltungen, Weiterbildungskursen und in der Prüfungsvorbereitung zur Staatsprüfung für den Höheren Forstdienst Verwendung – sondern auch in der Zusammenarbeit mit den umliegenden (Tourismus)Gemeinden. Das Faktum, dass die Ta-

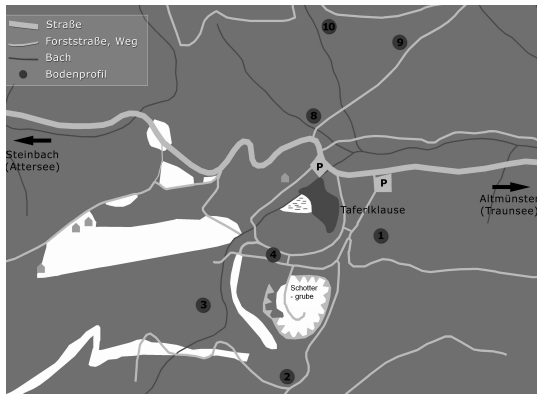
ferlklausen einerseits ein Naherholungsgebiet ist, aber auch einen Startpunkt zum Aufstieg ins Höllengebirge bildet, fördert das Interesse zusätzlich.

Ein solches Projekt lässt sich nur mit erheblichem Ressourcenaufwand und hoher Motivation aller Beteiligten verwirklichen. Die Motivation darf jedoch nicht bei der Eröffnung eines Lehrpfades enden: Wesentlich ist die Bereitschaft, Führungen und Exkursionen durchzuführen, den Pfad laufend instand zu halten, aber auch das Projekt laufend weiterzuentwickeln.

Im konkreten Fall sollen zukünftig podcasts zu den einzelnen Haltepunkten über Internet angeboten werden, zusätzliche Informationstafeln errichtet werden, und auch eine kindgerechte Darstellung der Inhalte ergänzt werden.

Anfahrt, Lage und Information

Der Lehrpfad liegt an der Hochalmstraße zwischen Traun- und Attersee. Besucht man alle Stationen, sind knapp 5 km zurückzulegen. Abkürzungen bzw. der Besuch von Teilstrecken sind möglich, festes Schuhwerk ist von Vorteil.



Informationen zur Planung eines Besuchs bzw. auch zum Nachlesen nach einem solchen stellt die Homepage des Bodenlehrpfades Taferlklausen zur Verfügung. Hier können einerseits Details zur Anfahrt und Lage, andererseits auch der Inhalt der Schautafeln abgerufen werden.

Abb. 5: Lage der Bodenprofile

Nähere Informationen stellt die Homepage des Bodenlehrpfades Taferlklausen zur Verfügung.

Portalseite Bodenlehrpfade: www.bodenlehrpfad.at

Bodenlehrpfad Taferlklausen: <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=6559>

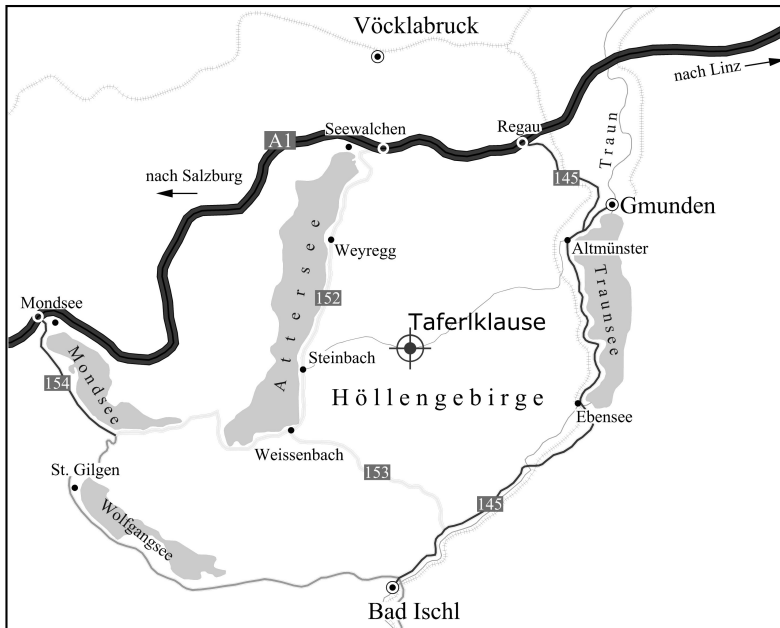


Abb. 6: Anfahrtsplan zum Bodenlehrpfad Taferlklaussee

Geomorphologie des Gebietes um die Taferlklaussee

Das Gebiet des Bodenlehrpfades liegt im Einzugsgebiet der Aurach, die unweit der Taferlklaussee entspringt und in die Ager (und in weiterer Folge in die Traun) entwässert (siehe auch Abb.10). Das Krahbergtaferl, eine Endmoräne der letzten Eiszeit, bildet in etwa 830m Seehöhe den Sattel zwischen Atter- und Traunsee.

Der wenige Höhenmeter unterhalb des Sattels gelegene Taferlklaussee im Gemeindegebiet von Altmünster entstand um 1716, als man den Aurachbach für Holztriftzwecke aufgestaut hatte. Der See kann von Altmünster durch eine ca. 3,5h Wanderung erreicht werden. Er ist etwa 170 Meter lang und 80 Meter breit. Das klare Wasser hat Trinkwasserqualität. Der kleine Klaussee besitzt ausgedehnte Verlandungszonen. Am Südwestufer ist ein kleines Hochmoor ausgebildet. Der See und seine unmittelbare Umgebung sind seit 1981 Naturschutzgebiet.

Der 1090 m hohe Krahberg nördlich des Sees liegt bereits in der Flyschzone. Hier findet man eine hohe Dichte an Gerinnen mit tief eingeschnittenen Gräben und Tälern. Die Bäche in den Gräben sind oftmals nur zeitweilig wasserführend und im Sommer häufig trockengefallen, schwellen jedoch bei Starkregenereignissen stark an.

Die Geschiebedynamik ist durch einzelne Geschiebesperren und kleine Sohlschwellen in den Ober- und Mittelläufen lokal verändert. Vereinzelt entwickeln sich in solchen Retentionsräumen naturnahe Auwälder mit Grauerle und Esche (z.B. Nádasdy-Klaussee an der Aurach – siehe Abb. 20).



Abb. 7: In die weichen Flyschgesteine sind tiefe Gräben eingeschnitten.



Abb. 8: Der Flysch zeigt die sanfteren Landschaftsformen: im Hintergrund Traunsee, Grünberg (noch Flyschzone) und Teil des Traunsteins (Kalkalpen)



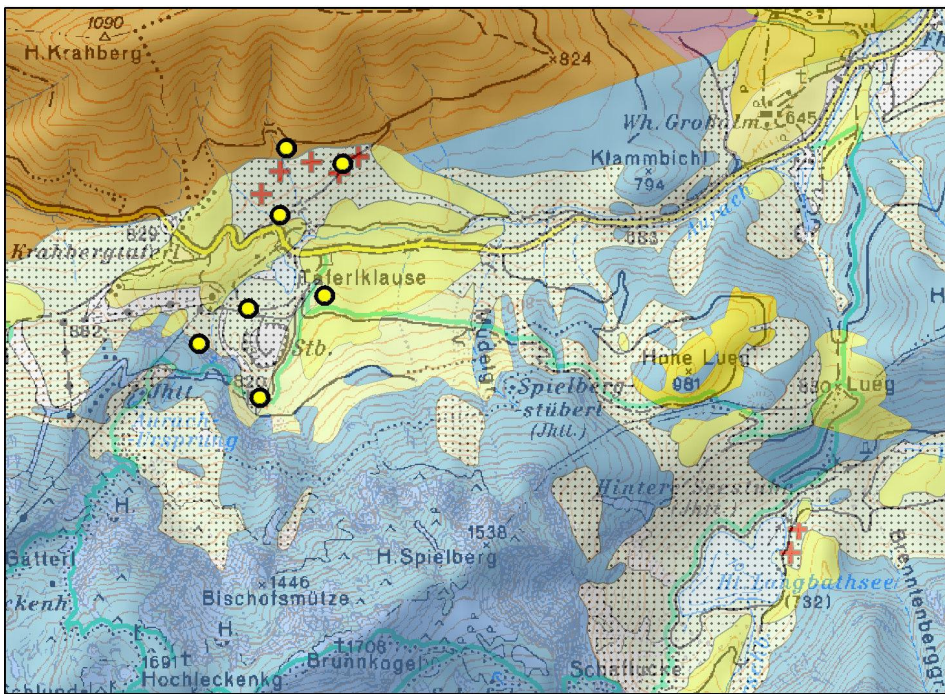
Abb. 9: Blick Richtung Höllengebirge

Im Süden des Lehrpfades schließen die Nördlichen Kalkalpen mit dem Höllengebirge (siehe Abschnitt Geologie) an. Dieses wirkt vom Alpenvorland aus wie ein einheitlicher Block, der mit mächtigen, mehreren hundert Meter hohen Felswänden den Weg ins Salzkammergut versperrt. Es ist 18km lang und 5 bis 7km breit. Gegenüber den anderen Kalkstöcken ist das Höllengebirge weit nach Norden vorgeschoben. Das Gipfelplateau ist in zahlreiche Gräben und Gruben gegliedert. Dolinen, Wände und Schlünde bilden die Feingliederung der Karstlandschaft. Die steilen Nordabstürze beginnen beim Attersee und erreichen bei der Mahdlschneid

600m Höhe. Sie sind aber durch flachere Bereiche unterbrochen, wie zum Beispiel beim Normalweg auf das Hochleckenhaus von der Kienklause. Im Bereich der Klause ist der Wettersteinkalk wandbildend, darunter liegt Hauptdolomit (Abb. 10-12). Darunter (davor) lagert ein gewaltiger Hangschuttkörper (Schottergrube).

Geologie des Gebietes (nach van Husen, mod.)

Der Bodenlehrpfad Taferlklausen liegt im Überschiebungsbereich zweier Großeinheiten der Alpen: Die Einheiten der Kalkalpen (Kalkalpine Randschuppe – früher als „Randcenoman“ bezeichnet – sowie Schuppen der Langbath Zone (Hochbajuvarikum - Reichraminger Decke) im Vorfeld der Höllengebirgsdecke (Tirolikum - Stauffen-Höllengebirgsdecke) grenzen hier an die wesentlich jüngeren Gesteine des Flyschs und des Ultrahelvetikums im Norden.



- Bodenprofil
- ▨ Holozän
- Würm-Holozän
- Würm
- Würm - errat. Block
- Riss
- Ultraheiveikum
- Flysch
- Nördliche Kalkalpen

Abb. 10: Geologische Übersicht des Gebietes um die Taferlklausen, vereinfacht; auf Grundlage von: „H. Egger et al. 1996“: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 66 Gmunden. Geologische Bundesanstalt Wien;

© BEV 2008, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2008/45934a

Die Grenze verläuft vom Südwesten kommend über den Sattel Krahhbergaferl und weiter nach Nordosten nördlich der Aurach, kreuzt diese aber wieder bei der Nádasyklause (in der ÖK50 als Fh-Klause bezeichnet).



© Geologische Bundesanstalt Wien

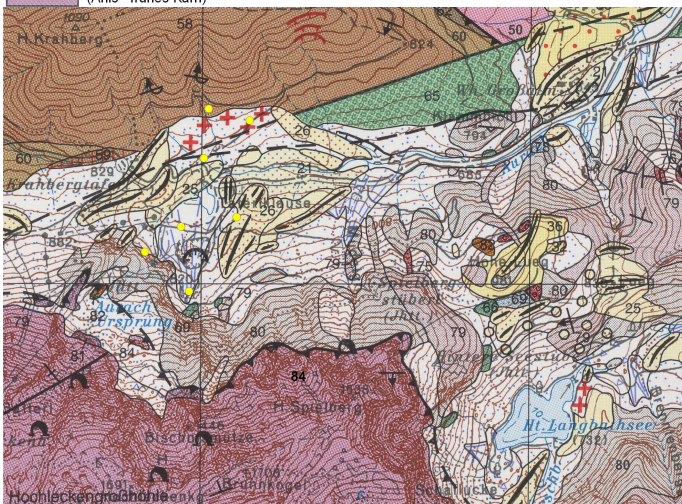
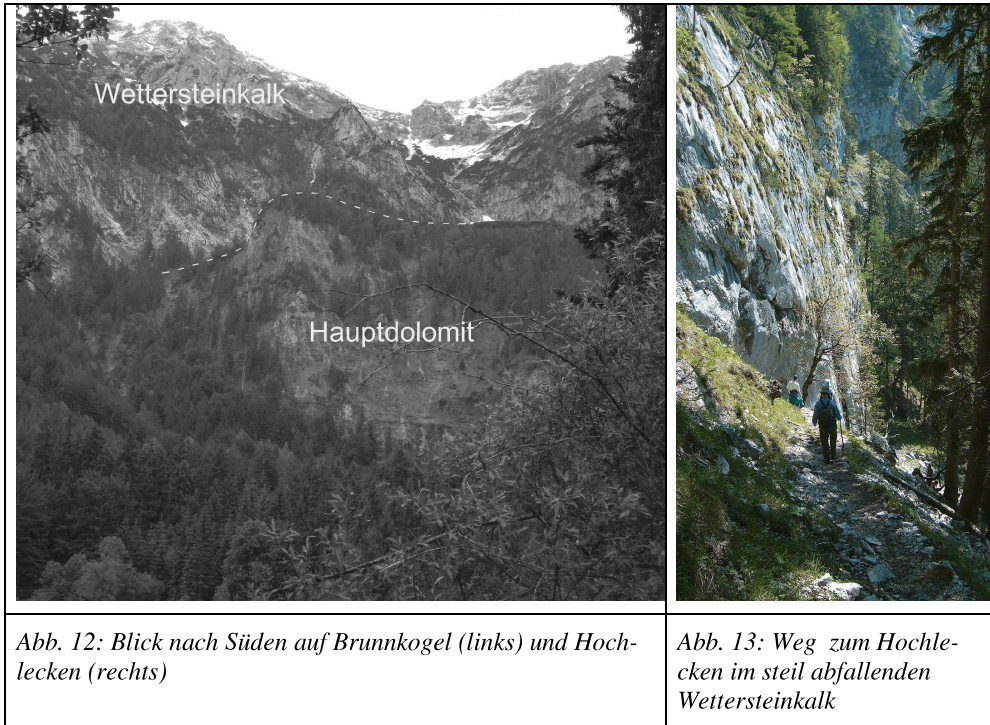


Abb. 11: Geologische Detailkarte - Kartenausschnitt aus: H. Egger et al. 1996: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 66 Gmunden. Geologische Bundesanstalt Wien

Als Gesteine der Kalkalpen treten Hauptdolomit und Wettersteinkalk auf, die hauptsächlich den Steilabfall am Nordrand des Höllengebirges aufbauen (Abb. 11 bis 13).



Die im nördlichen Teil des Lehrpfades auftretenden Flyschgesteine (Zementmergelserie) bestehen aus tonreichen, zum Teil kalkhaltigen Schiefen in Wechsellagerung mit Sandsteinbänken. Sie bauen den Südhang des Krahbberges auf. Der Talboden um die Taferlklause wird von den Ablagerungen der letzten Eiszeit vor ca. 20.000 Jahren geprägt. Damals bildete sich in dem Kar nördlich von Brunn- und Hochleckenkogel ein Gletscher, der das oberste Aurachtal erfüllte. Er reichte bis zum Krahbberptaferl, wo seine Endmoränen heute den Sattel in 830m Höhe bilden. Am Hang des Krahbberges ist der Gletscherrand durch Flyschschutt mit vielen größeren Erratika (Kalkblöcke) markiert. Sein südlicher Rand wird durch die Moränenwälle südöstlich der Taferlklause nachgezeichnet. Der Gletscher durchfloss noch die Enge beim Klammbichl und hinterließ seine Endmoränen um die Großalm, wo er noch vor der heutigen Forsthaus-Klause (Nádasdy-Klause) endete (Abb. 14).

Die Sedimente des Gletschers sind grobe, sandreiche Kiese mit Steinen, die aber auch einen hohen Anteil an Feinkorn führen, das durch die schleifende Wirkung des Gletschers entstanden ist. Nach dem Abschmelzen wurde in das frei gewordene Becken am Fuß des Höllengebirges ein mächtiger Schwemmkegel geschüttet, der bis zum Taferlklausesee reicht. Er besteht

aus grobem Dolomit- und Kalkschutt mit geringem Feinkornanteil. Auf dieser geologischen Grundlage haben sich die im Lehrpfad dargestellten Bodenprofile nach der Eiszeit entwickelt.

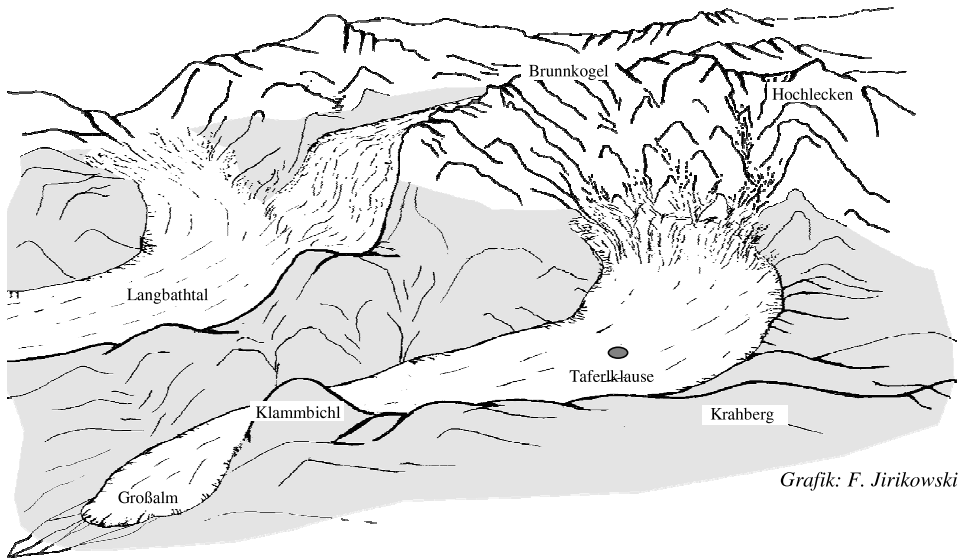
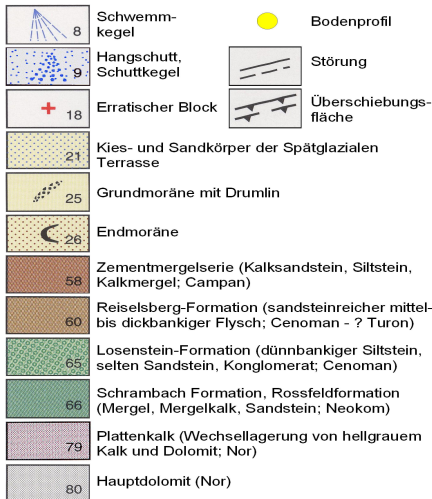


Abb. 14: Blick nach Süden: Vereisung während der Würm-Eiszeit

Die Profile 1 bis 4 bildeten sich auf rein kalkigem (dolomitischem) Substrat. Hier ist der Feinbodenanteil oft gering, die Wasserhaltekapazität niedrig. Profil 1 liegt jedoch auf relativ bindigem Moränenmaterial und bietet dem Baumbestand damit eine recht ausgeglichene Wasserversorgung. Die Profile 2 und 4 bildeten sich hingegen am groben Schutt des Schwemm- und Murenkegels – hier versickert das Wasser rasch in große Tiefen.

Bei Profil 3 am Fuß eines Steilhanges sind Prozesse der Hangdynamik zu beobachten, die offensichtlich zu kleinräumigen Bodenverfrachtungen, möglicherweise nach starken Niederschlägen, führen. Der über Hauptdolomit erstaunlich hohe Tongehalt im Schutt dürfte auf Moränenmaterial und/oder die in der Umgebung auftretenden und Gesteine der Schrambachformation zurückzuführen sein. Diese weisen einen größeren Anteil an nicht löslichen (kalkigen) Anteilen auf.

Auch im Profil 8 ist der Einfluss der Hangdynamik sehr deutlich: Obwohl im Bereich der Flyschzone gelegen, ist der untere Teil des mit dem Profil aufgeschlossenen Bodenbereiches (Cv) eine kalkalpine Moränenablagerung des ehemaligen Gletschers. Der dunkle Bv-Horizont darüber stellt verflissenes, feinkörniges Verwitterungsmaterial des Flysch dar. Die Profile 9 und 10 haben sich auf reinem Flyschschutt entwickelt, wodurch sich ihr hoher Tonanteil und die beschränkte interne Drainagemöglichkeit erklären.



© Geologische Bundesanstalt Wien

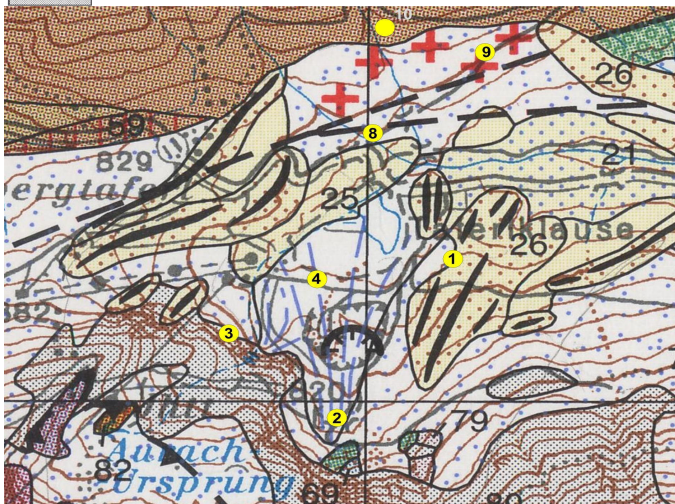


Abb. 15: Lage der Bodenprofile auf der geologischen Karte - Kartenausschnitt aus: H. Egger et al. 1996: Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 Blatt 66 Gmunden. Geologische Bundesanstalt Wien

Klima: (nach: Amt der Oö. L.Reg., 2001 sowie 2006 mod.)

Die folgende kurze Klimabeschreibung stützt sich vor allem auf zwei Veröffentlichungen (Amt der oö. Landesregierung, 2001 und 2006), die sich auf die Raumeinheiten „Traun- und Atterseer Flyschberge“ und „Salzkammergut-Voralpen“ beziehen.

Merkmal des Gebietes ist das kühl-humid-mitteuropäische Klima mit häufigen, lang andauernden Stauregen. Die vielen Seen wirken ausgleichend auf die Lufttemperatur. Die nach

Norden vorgeschobenen Berge wirken gegenüber von (Nord)Westen anströmenden feuchten Luftmassen als Barriere. Charakteristisch ist der „Schnürlregen“, jedoch sind vor allem während des Sommers intensive Gewitterniederschläge nicht selten. Niederschlagsreichtum, milde Winter und gemäßigte Sommertemperaturen schaffen klimatisch günstige Wachstumsbedingungen für eine land- (Grünland) und forstwirtschaftliche Nutzung. Hier liegt das nordalpine Buchenoptimum.

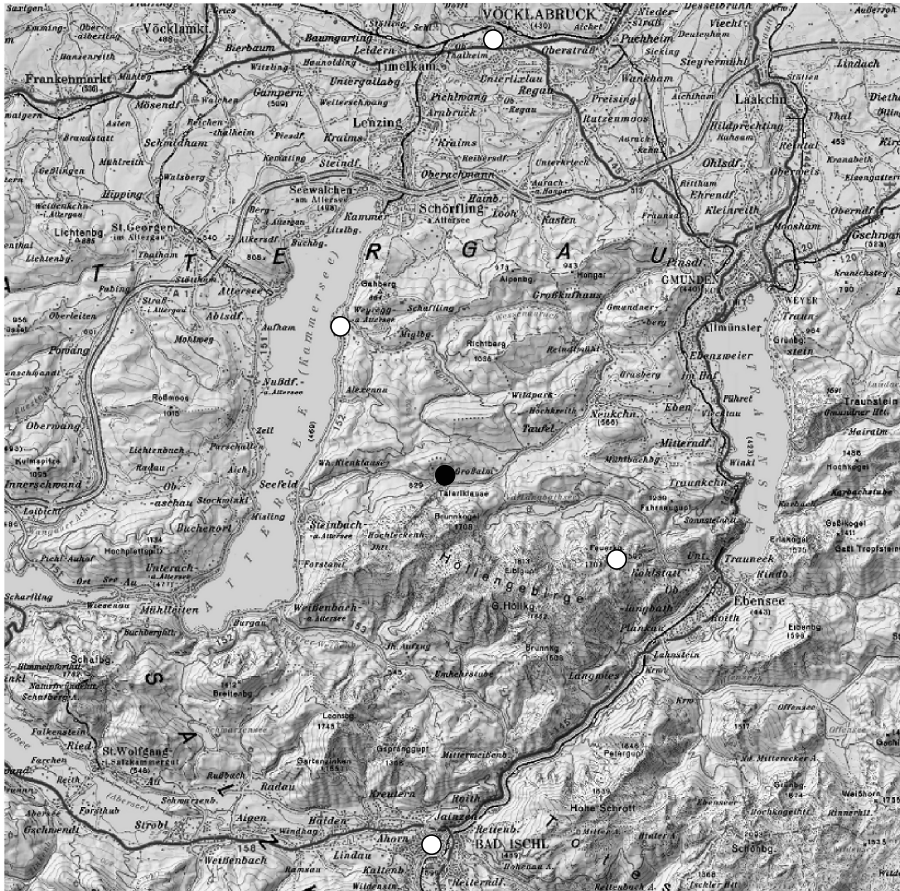


Abb. 16: Der Bodenlehrpfad Taferlklaus (schwarz) und die vier angeführten Klimastationen (weiß - von N nach S) Vöcklabruck, Weyregg, Feuerkogel und Bad Ischl

© BEV 2008, Vervielfältigt mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2008/45934a

Je nach örtlicher Staulage ist die Niederschlagshöhe unterschiedlich: Richtung Süden steigen die durchschnittlichen Jahresniederschläge an. Bei der Taferlklaus ist wohl mit jährlichen

Niederschlagsmengen von 1600mm zu rechnen. Der Frühling ist feucht, der Herbst relativ trocken, überdurchschnittlich hohe Niederschläge treten im Sommer auf (siehe Abb. 16 und 17).

Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt etwa zwischen 5 und 7°C. Die stärkste Bewölkung tritt in der Flyschzone von November bis Februar, die geringste Bewölkung zwischen August und September auf. In den Salzkammergut-Voralpen sind vor allem der Herbst, aber auch der Winter Zeiten mit geringer Bewölkung. Die nebelreichste Zeit sind im Allgemeinen die Monate November und Dezember.

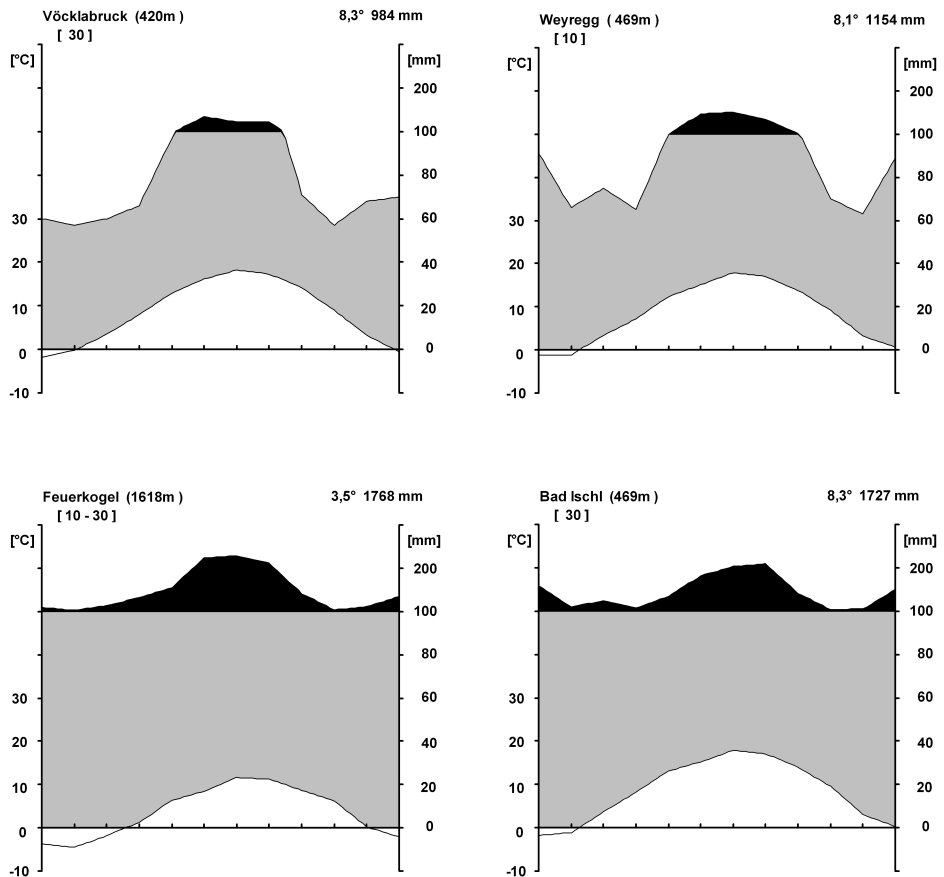


Abb. 17: Walter-Lieth-Diagramme der Klimastationen Vöcklabruck (Jahresmitteltemperatur 8,3°C, Jahresniederschlag 984mm), Weyregg (8,1°C, 1154mm), Feuerkogel (3,5°C, 1768mm), Bad Ischl (8,3°C, 1727mm)

Der Waldbodenlehrpfad Taferlklausen und die forstlichen Wuchsgebiete „(nach Kilian, Müller & Starlinger, 1994, mod.)“

Die forstlichen Wuchsgebiete sind nach forstökologischen Gesichtspunkten gefasste Großlandschaften (Naturräume) mit weitgehend einheitlichem Klimacharakter und einheitlichem geomorphologischen Aufbau. Sie sind durch eine gesetzmäßige Folge von Standorten und einen entsprechenden Waldgesellschaftskomplex gekennzeichnet.

Gleiche morphologische und edaphische Bedingungen führen in verschiedenen Wuchsgebieten – aufgrund der unterschiedlichen Klimacharakteristik – hingegen häufig zu unterschiedlichen Waldgesellschaften.

Die Eigenschaften dieser Großräume sind mit natürlichen Leitgesellschaften korreliert. So kann sich das Wuchsgebiet mit dem Verbreitungsgebiet einer Waldgesellschaft decken.

Die meisten Wuchsgebiete umfassen aufgrund ihrer Höhererhebung zusätzlich eine vertikale Zonierung in mehrere Höhenstufen. Die aktuelle Gliederung umfasst 22 Wuchsgebiete. Der Bodenlehrpfad Taferlklausen liegt (zur Gänze) im Wuchsgebiet 4.1.

Das Wuchsgebiet 4.1: Nördliche Randalpen – Westteil

Lage: Bregenzer Wald - Außerfern - ab Karwendel Nordabdachung ostwärts - Tiroler und Salzburger Kalkalpen - Salzkammergut - Totes Gebirge und Flyschzone bis zum Steyrtal.

Höhenbereich: 395m (Bodensee) bis 2995m (Dachstein).

Böden: Das Wuchsgebiet umfasst insgesamt 16% Pseudogley- und Gleyböden sowie 55% Böden auf Karbonatgestein. Innerhalb der **Flyschzone** überwiegen Pseudogley (51%) und Hangley (4%), sowie bindige, z.T. kalkhaltige Braunerden (8%) und braunlehmartige Böden (21%) aus Mergel. Seltener sind saure, z.T. podsolige Braunerde (insgesamt ca. 5%) auf Sandstein. In den **Kalkalpen** dominieren Rendzina, Braunlehm-Rendzina (zusammen 63%) und Kalkbraunlehm (24%). Auf Geschiebelehm (Moränen etc.), Tertiär, Werfener Schichten etc. treten auch hier Pseudogley (5%) sowie basenreiche, z.T. kalkhaltige Braunerde (4%) auf. Vor allem in Tallagen finden sich Niedermoore und Anmoore. Nur ganz vereinzelt tritt podsolige Braunerde auf Silikatgestein auf.

Höhenstufen sind in vertikaler Richtung aufeinander folgende Klima- und Vegetationsgürtel, welche die regionale Eigenart der Wuchsgebiete überlagern. Die einzelnen Höhenstufen sind nach klimatisch-pflanzensoziologischen Gesichtspunkten und nicht nach bestimmten Seehöhenwerten definiert. Die bei den einzelnen Wuchsgebieten angeführten Höhenangaben sind lediglich Rahmenwerte, innerhalb der die Höhenstufengrenzen dort je nach lokalen Standortbedingungen schwanken. Durch die abschattende Wirkung des im Süden gelegenen Hölleengebirges kann der Bereich des Bodenlehrpfades Taferlklausen trotz einer Höhenlage von nur 770m - 840m schon dem mittelmontanen Bereich zugeordnet werden.

Tab. 1: Höhenstufen im Wuchsgebiet 4.1: Nördliche Randalpen – Westteil

Höhenstufe	Höhenbereich [m]
Submontan	400 - 600 (700)
Tiefmontan	600 - 800 (1000)
Mittelmontan	800 - 1200 (1300)
Hochmontan	(1100) 1200 - 1450 (1600)
Tiefsubalpin	(1300) 1450 - 1650 (1700)
Hochsubalpin	1650 - 1950 (2000)

Natürliche Waldgesellschaften:

- In der submontanen und tiefmontanen Stufe dominiert Buchenwald mit Beimischung von Tanne (auf *Flyschpseudogley* stärker), Bergahorn, Esche (Fichte).
- Fichten-Tannen-Buchenwald (Leitgesellschaft) mit Quirl-Weißwurz (*Polygonatum verticillatum*) prägt die mittel- bis hochmontane Stufe. Häufig ist menschlich bedingte Entmischung zu Fichte-Tanne bzw. Fichte-Buche oder zu Fichten- bzw. Buchen-Reinbeständen. [Nadelforste: Es handelt sich um Aufforstungen mit nicht standortgerechten Nadelforstgehölzen bzw. natürlich nicht vorkommenden Nadelreinbeständen.]
- Montaner Fichten-Tannenwald als edaphisch bedingte Dauergesellschaft, submontan bis tiefmontan z. T. mit Stieleiche gemischt.
- Montaner Fichtenwald als lokalklimatisch (Kaltluftdolin) oder edaphisch bedingte (= bodenbedingte) Dauergesellschaft, z.B. Torfmoos-Fichtenwald an Moorrändern.
- Schneeheide-Rotföhrenwald kleinflächig als Dauergesellschaft an flachgründigen, sonnigen Dolomit-Steilhängen submontan bis mittelmontan auftretend.
- Grauerlenbestände als Auwald vorherrschend.
- An frisch-feuchten (Schutt-)Hängen in luftfeuchtem Lokalklima Laubmischwälder mit Bergahorn, Esche und Bergulme.
- Tiefsubalpiner Fichtenwald als schmaler Höhengürtel, reichlich mit Lärchen gemischt, im Gebiet nur fragmentarisch ausgebildet.
- Karbonat-Lärchenwald kleinflächig in der subalpinen Stufe, an schattigen Steilhängen bis ca. 800 m hinabsteigend.
- Karbonat-Latschengebüsche mit Wimper-Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) in der hochsubalpinen Stufe, an ungünstigen Standorten (z.B. Schuttriesen, Lawinenzüge) weit in die montane Stufe hinabreichend, häufig anthropogen gefördert.
- Subalpines Grünerlengebüsch an feuchten, schneereichen Standorten (Lawenstriche).

Die Waldgrenze liegt im Höllengebirge aktuell bei 1300-1500m. Häufig ist nicht die klimatische Waldgrenze ausgebildet; sie liegt orographisch (auf Grund der Geländeform) und edaphisch (auf Grund starker Verkarstung, plattiger Felsen und Standorten mit schlechter Bodenqualität), nur selten menschlich bedingt, tiefer.

Waldgeschichte des Gebietes (nach Koller, 1970, mod.)

Die Waldgeschichte des Salzkammerguts ist bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts eng mit dem Rohstoff Salz verbunden. Holz war bis zu diesem Zeitpunkt der wesentliche Energieträger zur Gewinnung des begehrten Würzstoffes. Salz war landesfürstliches Regal (Monopol) und ein bedeutender Einkommensfaktor für die habsburgischen Kaiser und Könige. Entsprechend wurde bereits durch Friedrich III und Maximilian I, und noch mehr durch Ferdinand I im 16. Jh. die Waldnutzung reglementiert. Die Jagd war ohne größere Bedeutung, die Viehhaltung wegen der möglichen Schäden an den Bäumen durch die Waldweide stark eingeschränkt.

Selbst Neubauten waren aufgrund der für sie verwendeten Holzmenge genehmigungspflichtig. Nahrungsmittel wurden teilweise ins Salzkammergut eingeführt, da Waldboden als knappes Gut als solcher erhalten wurde. Immer effizientere waldbauliche Methoden wurden entwickelt, die erwünschten Baumarten Fichte, Tanne und Lärche zu fördern und Laubholz, vor allem die von Natur dominierende Buche, zurückzudrängen. Kahlschlagwirtschaft dominierte.



Abb. 18: Nádasdy-Klause

Auch der Aurachbach und die Wälder im Bereich des Bodenlehrpfades waren Teil eines weit verzweigten und aufwändigen Systems der Holznutzung und -bringung. Das Holz musste zu den zuerst an vielen Orten gelegenen Sudhäusern verbracht werden. Erst im Laufe der Zeit wurde die Salzgewinnung in Ebensee zentralisiert, wofür aufwändige hölzerne Soleleitungen gebaut werden mussten. Teil dieses Systems war auch die Taferlklause am heute künstlich aufgestauten Taferlklausersee, die eine lange Wasserriese speiste, in der Holz vor die Aurach-Hauptklause, heute Nádasdy-Klause, geschwemmt wurde. Diese und andere Klausen im Bereich des Aurachbachs wurden 1716 errichtet, als man Hallholz zu schlagen begann und den

Gastachaufzug (eine Art Schrägaufzug für Holz) nahe Pinsdorf erbaute. Durch die Eröffnung der Kronprinz-Rudolf-Bahn im Jahre 1877 und den damit verbundenen Kohletransport aus den Braunkohlerevieren des Hausrucks verlor die Holzproduktion an Bedeutung. Nach dem großen Hochwasser von 1892 wurde die Holztrift bei der Nádasy-Klause aufgelassen.

Der Großteil der früheren Kammerwälder wird heute durch die Österreichischen Bundesforste AG bewirtschaftet und betreut. Heute noch bestehen auf deren Gebiet vielerorts Waldweidrechte. Sie werden aber, wegen der damit einhergehenden Schäden (z.B. Verbiss von Laubbäumen), nach und nach abgelöst (1/10 der Fläche wird als Rodungsfläche zur Verfügung gestellt (oberösterreichisches Einforstungsgesetz, 1953)).

Der Wald und seine Funktionen heute (z. T. nach: Amt der Oö. L.Reg., 2001, mod.)

Die Traun- und Atterseer Flyschberge gliedern sich in große zusammenhängende Waldgebiete überwiegend in den höheren Lagen, die zum überwiegenden Anteil der Holzproduktion dienen, sowie in offene Bereiche, die vorrangig landwirtschaftlich und für die Besiedelung genutzt werden.

Nicht zuletzt wegen des hohen Flächenanteils sind der Wald und seine Bewirtschaftung im Gebiet ein wesentlicher Faktor in ökonomischer, sozialer wie auch ökologischer Hinsicht. Die vielfältigen Waldfunktionen und -wirkungen betreffen die Forst- und Jagdwirtschaft, Erholung und Landeskultur und vor allem auch ökologische Aspekte wie Lebensraumfunktion, Biotop etc.

Eine gewisse Struktur- und Artenarmut hat auch historische Ursachen (Fichte als Salinenholz). Naturnahe Bestände sind hier meist nur kleinflächig vorhanden und an besondere Standortbedingungen (z.B. Steillagen, Schluchten) gebunden. Im Verzahnungsbereich zum Offenland kommt dem Wald eine besondere ökologische Bedeutung zu (hohe Dichte an Randlinien).

Im Kalk / Dolomitbereich ist die Reliefenergie noch um einiges höher. Schon aus diesem Grund sind hier die Wälder struktur- und artenreicher. Die Fichte dominiert meist auch hier, jedoch kommt die Buche auf wesentliche Flächenanteile. Auch andere Baumarten wie Bergahorn, Tanne, Esche, Lärche sind hier häufiger anzutreffen.

Allgemein ergibt sich die Bedeutung des Waldes für den Raum aus folgenden Punkten:

- Die Schutzfunktion erfüllt der Wald durch Ausgleich und Schutz des Wasserhaushaltes, Erosionshemmnis und Bodenstabilisierung.
- Die Wälder stellen (v. a. im Flysch-Gebiet) durch ihre Zuwachsstärke eine wichtiges Einkommensquelle für Forstbetriebe und Nebenerwerbsfunktion für bäuerliche Waldbesitzer dar.
- Die Wälder werden jagdwirtschaftlich genutzt.
- Für viele, z. T. seltene Tier- und Pflanzenarten erfüllen sie die Funktion als Lebensraum und sind Grundlage für waldbundene Biotop.
- Die Wälder sind eine landschaftsprägende Vegetationsform und
- sie stellen nicht zuletzt einen Erlebnis- und Aktionsraum für Erholungssuchende und Freizeitnutzer dar.
- der Wald sorgt für die Produktion von sauberem Trinkwasser

Waldbau

Flyschgebiet: Durch großflächige Kahlschläge im Zuge einer intensiven Bewirtschaftung existieren kaum ursprüngliche Waldreste, derzeit dominieren menschlich stark beeinflusste Altersklassenwälder. Diese sind zuwachsstark mit hohem Fichtenanteil guter Qualität.

Durch Forst- und Jagdwirtschaft wurden die von Natur aus buchenreichen Bestände verändert: Aufforstung und Förderung von Fichte einerseits sowie Fütterung und Hege des Wildes mit dadurch höherem Verbiss an Laubhölzern und Tanne andererseits führten zu einer Abnahme von Buche und Tanne und einer starken Zunahme der Fichte in den Beständen.

Auf durchschnittlichen Standorten (Hänge mit ausgeglichenem Wasserhaushalt) finden sich Baumartenmischungen mit ca. 80% Fichte, 10% Tanne und 10% Laubholz. Waldflächen in bäuerlichem Besitz weisen oft einen Buchen-Anteil von 30% und mehr auf. Flächen mit bindigen, stauwasserbeeinflussten und luftarmen Böden sind Tannen-Zwangsstandorte bzw. Extensivierungsstandorte mit Erle und Esche (besonders in Flyschgräben und Unterhangsituationen). Auf skelettreichen, mäßig frischen Standorten bietet die Lärche gute Nutzungspotentiale. Buche, Fichte und Lärche sind bei geeigneten Standortverhältnissen wertholzfähig (Furnierholz).

Kalkgebiet: Die Leistungsfähigkeit der Standorte ist hier stark an den Anteil wasserhaltenden Feinbodens und die Lage im Gelände gekoppelt: Schattseiten und Unterhänge, Mulden und Gräben sind für die Wuchsleistung der Bäume im „wasserarmen“ Kalk ebenso positiv wie ausreichender Feinbodenanteil.

Die Buche ist auf mittleren Standorten und in mittleren Höhenlagen die von Natur aus konkurrenzkräftigste Baumart. Jedoch auch die heute zum Teil aus ökonomischen Gründen vorherrschende Fichte wäre – gemeinsam mit der Tanne – in der natürlichen Baumartenmischung der meisten mittel- und hochmontanen Standorte mit erheblichen Anteilen vertreten.

Bei höherem Feinboden bzw. Tonanteil können Edellaubbäume beträchtliche Wuchsleistungen erreichen. Esche tritt auch auf trockeneren Standorten in der Jugend stark in Erscheinung, bleibt jedoch in der Folge bei ungenügender Wasserversorgung zurück. Lärche bietet sich auf frischeren Standorten als ökonomisch interessante Baumart an.

Markante Strukturelemente und Biotoptypen außerhalb des Waldes (nach Amt d. Oö. LReg, 2001, 2006 Auswahl)

Im Flyschgebiet dominieren Biotoptypen wie markante Einzelbäume, Kleinstwaldflächen und Gebüsche, Heckenzüge, Baumreihen, Uferbegleitgehölze und Waldmäntel in unterschiedlicher Dichte und Ausprägung. Der Verlust an Strukturen erfolgt hier aber vor allem durch Aufforstungen der Waldrandlagen, was zum „Verschlucken“ der Strukturelemente durch den sich ausbreitenden Wald führt. In Tallagen und im Bereich der Moränenlandschaft sind teilweise markante Rückgänge an Strukturelementen zu verzeichnen.

Obstbaumwiesen (im Flyschgebiet)

Es handelt sich um extensiv genutzte Wiesen mit Hochstammkulturen, die einen Übergang zwischen landwirtschaftlichen Weidern und landwirtschaftlicher Intensivnutzung schaffen und somit einen wesentlichen Bestandteil des bäuerlichen Charakters darstellen. Obstbaumwiesen

bilden einen Schutzsaum (Wind, Niederschläge, kleinklimatische Verbesserungen), gliedern den Landschaftsraum und stellen Rückzugsgebiete für die Tier- und Pflanzenwelt dar.

Extensivgrünland (im Flyschgebiet)

Neben der intensiven Grünlandnutzung mit relativ artenarmer Vegetationszusammensetzung sind bereichsweise auch ökologisch wertvollere Pflanzenbestände ausgebildet. Dazu zählen feuchte bis nasse, teilweise nährstoffreiche Wiesen (mit z.B. Kohldistel, Knabenkraut und diversen Seggenarten), mesophile Fettwiesen, Rotschwingelwiesen sowie Magerweiden. Eine typische, jedoch nur mehr selten vorkommende Magerwiesenform ist der Borstgrasrasen.

Aufgrund der zum Teil fehlenden Bewirtschaftung kommt es bereits großflächig zur Verbuschung bzw. letztendlich Bewaldung bzw. Aufforstung des trockenen bzw. feuchten Extensivgrünlandes (Sukzessionsflächen) insbesondere in steilen Hanglagen.

Almen

Aufgrund der in den Traun- und Atterseer Flyschbergen vorherrschenden relativ günstigen klimatischen Bedingungen ist eine sehr lange Beweidung (Mai bis Oktober) möglich. Almflächen sind Teil der Tradition und in den großen zusammenhängenden Waldflächen von besonderem ökologischen Wert. Sie beherbergen vielfach extensiv genutzte Grünlandflächen (vgl. Extensivgrünland). Auch in der Raumeinheit „Salzkammergut-Voralpen“ gibt es eine Vielzahl von Almen auf trockenen bis sehr frischen (feuchten) Standorten.

Alpine Rasen- und Felsspaltengesellschaften, nackter Fels, Höhlen (Kalkgebiet)

Diese Lebensräume bzw. Strukturmerkmale finden sich nur im Kalk. Aufgrund der starken Verkarstung treten im Gebiet viele, zum Teil große Höhlen auf (z.B. Hochlecken Großhöhle mit über 5 km Länge).

Wassergebundene Biotope

Im Flysch ist erst bei größerem Einzugsgebiet eine permanente Wasserführung der Fließgewässer gegeben. Stillgewässer, wie kleine Tümpel und Teiche, sind nur kleinflächig und lokal vorhanden. Durch künstliche Stauung von Fließgewässern sind Klausseen entstanden (Taferlklaussee, Nádasdy-Klausse – siehe Abb. 19 und 20), die relativ großflächige Verlandungszonen beherbergen.



Abb. 19: Taferlklaus-See



Abb. 20: oberhalb Nádasdy-Klausse

Im Kalkgebiet überwiegen rasch abfließende Bäche mit grobblockiger Sohle. Zum Teil sind schluchtartige Talstrecken ausgebildet. Es gibt eine Reihe von durchwegs sehr sauberen Seen, oft von Karstquellen gespeist, deren Uferbereiche weitgehend ungestörte Entwicklung aufweisen. Vor allem am Hangfuß treten Karstquellen auf.

Moore

In der Raumeinheit „Traun- und Atterseer Flyschberge“ gibt es nur das kleine Hochmoor beim Taferlklaussee sowie zwei größere Nasswiesen (Krisai 1983). Beide sind aufgrund ihrer besonderen, teilweise artenreichen Moor- und Feuchtwiesenvegetation einzigartige Standorte in diesem Raum, wenngleich ihnen überregional kaum eine Bedeutung zukommt.

Im Kalkgebiet hingegen ist eine Reihe von Nieder- bis Hochmooren zu finden. Zum Teil sind sie durch den Menschen kaum beeinflusst und daher aus naturkundlicher Sicht von großer Bedeutung (z.B. Haleswies Moos südlich Weissenbach am Attersee).

Pflanzenwelt

Das Auftreten feuchtebedürftiger Bodenpflanzen wie Hängesegge, Moorsternmiere und Riesenschachtelhalm ist typisch für Waldbestände auf Flysch, wobei es sich dabei vorwiegend um Eschen-Standorte handelt.

Auf Kalkbraunlehmstandorten kommen in Buchenwäldern Kleeschaumkraut, Binglekraut, Buntreitgras und Waldsegge, auf Schlagflächen vor allem Brombeere vor. Der Rippenfarn hat sein Optimum im Flysch und ist wie die Dünnährige Segge und das Lockerrispige Rispengras charakteristisch für saure Standorte. Die Waldhainsimse kommt im Gegensatz zu Kalkgebieten (dort hochmontan und höher) auf Flysch auch in tiefen Lagen vor.

In den wenigen Schluchtwäldern des Flysch fällt das häufige Vorkommen des Wald-Geisbartes auf. Seltene Arten sind insbesondere der Siebenstern (eines der wenigen Vorkommen südlich der Donau in Oberösterreich) sowie die Hartmann-Segge. Darüber hinaus treten in Feuchtwiesen die „üblichen“ rar gewordenen Feuchtwiesenarten wie Breitblättriges Knabenkraut, Davall-Segge, Niedrige Schwarzwurzel, aber auch Arnika, Kopf-Zwerg-Geißklee und andere selten gewordene Pflanzenarten auf.

Die anschließende Raumeinheit „Salzkammergut-Voralpen“ ist – aufgrund ihres Struktur-reichtums und hohen Reliefenergie – reich an floristischen Besonderheiten:

Die in OÖ. seltene Krautweide (*Salix herbacea*) wurde am Höllkogel auf 1700m gefunden. Der stinkende Hainsalat (*Aposeris foetida*) ist in frischen Wäldern sehr häufig, obwohl seine östliche Verbreitungsgrenze im nahen Almtal liegt. Stechpalme (*Ilex aquifolium*) und Eibe (*Taxus baccata*) sind aufgrund des milden Klimas häufiger als im übrigen (Ober)Österreich. Das Steintäschel (*Aethionema saxatile*) kommt in Österreich nur am Traunstein vor. Auffällige Arten wie Frauenschuh (*Cypripedium calceolus*), Feuerlilie (*Lilium bulbiferum*), Türkenbund (*Lilium martagon*) und Narzisse (*Narcissus poeticus*) sind in dieser Raumeinheit nicht selten. Ein gut entwickelter Wasserpflanzengürtel mit Schwimmendem Laichkraut (*Potamogeton natans*), Teichrose (*Nuphar lutea*), kleinem Wasserschlauch (*Utricularia minor*) etc. findet sich um den Haleswiessee.

Tierwelt:

Im Flysch werden Vorkommen von Auerwild am Krahhberg genannt. Aufgrund der ausgedehnten und zum Teil noch sehr naturnahen Wälder im Kalkgebiet findet sich dort eine Reihe von seltenen Großvogelarten wie Uhu, Schwarzstorch, Steinadler. Vor allem das Almtal beherbergt gute Bestände von Birk- und Auerhuhn sowie Waldschnepe, Sperlings- und Rauhußkauz.

Literatur:

Amt der Oö.Landesregierung, Naturschutzabteilung, 2001: Natur und Landschaft: Leitbilder für Oberösterreich, Band 2: Raumeinheit Traun- und Atterseer Flyschberge. In Zusammenarbeit mit PlanGo – Büro für Landschaftsplanung; *Bearbeiter:* Frank Diehl, Helga Gamerith, Irene Gotschy, Sigrid Schuster, Michael Strauch Herman Urban; *Projektleitung:* Dipl.-Ing. Helga Gamerith; Projektbetreuung: Dipl.-Ing. Petra Gottschling, 63 S.

Amt der Oö.Landesregierung, Naturschutzabteilung, 2006: Natur und Landschaft: Leitbilder für Oberösterreich, Band 32: Raumeinheit Salzkammergut-Voralpen. In Zusammenarbeit mit REGIOPLAN INGENIEURE Salzburg GmbH; *Bearbeitung:* Lydia Bacher, Ulrike Berghald, Margret Forte, Helga Gamerith, Erwin Hauser, Andreas Knoll, Michael Strauch, Werner Weißmair; *Projektleitung:* Dipl.-Ing. Helga Gamerith; Projektbetreuung: Dipl.-Ing. Stefan Guttmann, 91 S.

Blum W.E.H. & Wenzel W.W., 1989: Bodenschutzkonzeption. Bodenzustandsanalyse und Konzepte für den Bodenschutz in Österreich. AG Bodenschutz der Österr. Bodenkundl. Gesellschaft, 152 S.

Kilian W., Müller F. & Starlinger F., 1994: Die Forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. FBVA-Berichte 82, 60 S.

Koller, E., 1970: Forstgeschichte des Salzkammergutes. Eine forstliche Monographie. - (Wien 1970) XII, 558 S., 2 Kt. gef., S. 561-584.

Österreichische Bundesforste AG (ÖBF); 2004: Waldbauhandbuch

Ruttner, B., 1994: Die Vegetation des Höllengebirges, Stapfia 33, 170 S.

v. Husen, D., 2007: Die Geologie des Bodenlehrpfads Taferlklausen. Poster.

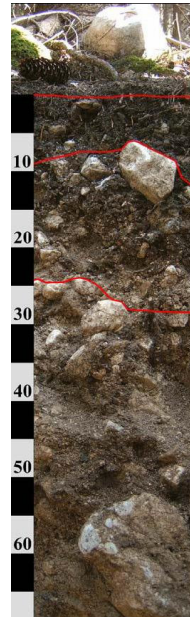
Standorts- und bodenkundliche Beschreibungen:

Profil 1: Kalklehm-Rendzina

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	780 m
Exposition:	Nordwest
Hangneigung:	32 %
Relief:	Rücken
Kleinrelief:	Buckel, Schichtköpfe
Grundgestein:	Dolomit
Wasserhaushalt:	frisch
Gründigkeit:	mittelgründig
Bodentyp:	Kalklehm-Rendzina
Humusform:	Moder
Natürliche Waldgesellschaft:	Cardamine trifoliae-Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	2 -	1,25cm	Fi-Streu, Bu-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Fz	1,25-	0,5 cm	Fi-Streu, Bu-Streu, locker gelagert, schwach durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
H_z	0,5 -	0 cm	locker gelagert, mittel durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

A_{hb}	0 -	9 cm	lehmiger Ton, 20-40 % Steine; deutlich krümelige Struktur, karbonatfrei, sehr stark durchwurzelt
B_vC_v	9 -	27cm	lehmiger Ton, 40-80 % Steine; deutlich blockig-runde Struktur, karbonathaltig, mittel durchwurzelt
C_v	27 -	70+cm	80-100 % Steine und Grus; ohne Struktur, karbonathaltig, schwach durchwurzelt

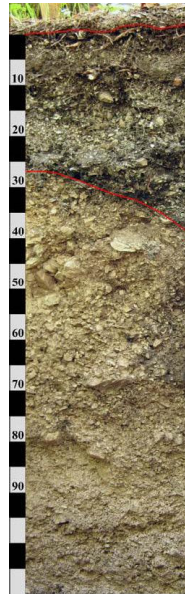
Interessantes zum Bodenprofil

Das Bodenprofil hat sich auf einer Moräne der letzten Eiszeit entwickelt. Als Folge davon ist zwischen Steinen und Grus auch bindiges Bodenmaterial vorhanden (Bodenart „lehmiger Ton“). Dies wirkt sich ausgleichend auf den Wasserhaushalt (Wasserspeicherung) und damit positiv auf die Wasserversorgung der Bäume aus.

Profil 2: Rendzina

Allgemeine Standortmerkmale

klimate Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	815 m
Exposition:	Nordost
Hangneigung:	24 %
Relief:	Schwemm-, Schuttfächer
Kleinrelief:	unruhig
Grundgestein:	Dolomit
Wasserhaushalt:	mäßig frisch
Gründigkeit:	tiefgründig
Bodentyp:	Rendzina
Humusform:	Moder
Natürl. Waldgesellschaft:	Adenostylo glabrae-Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	3,5 - 2,5cm	Fi-Streu, Bu-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Fzm	2,5 - 0,5cm	Fi-Streu, Bu-Streu, verklebt, mittel durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Hzm	0,5 - 0cm	locker gelagert, stark durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

Ahb	0 – 47cm	Lehm, 40-80% Grus, deutlich krümelige Struktur, karbonathaltig, sehr stark durchwurzelt
Cv	47-100+cm	40-80% Grus, karbonathaltig, schwach durchwurzelt

Interessantes zum Bodenprofil

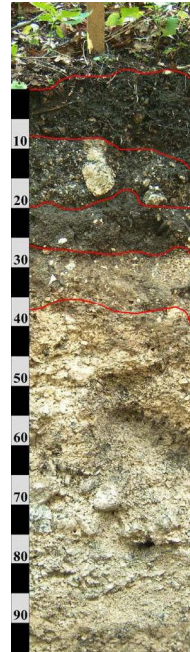
Durch den sehr hohen Grus- und geringen Feinbodenanteil eingeschränkte Möglichkeit der Wasserspeicherung im Unterboden; im Ahb-Horizont verbesserte Wasserspeicherkapazität und Nährstoffversorgung durch hohen Gehalt an organischer Substanz;

Profil 3: Kalklehm-Rendzina

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan	
Seehöhe:	820m	
Exposition:	Nordost	
Hangneigung:	59%	
Relief:	Schuttkegel	
Kleinrelief:	unruhig	
Grundgestein:	Dolomit	
Wasserhaushalt:	frisch	
Gründigkeit:	tiefgründig	
Bodentyp:	Kalklehm-Rendzina	
Humusform:	Kalkmoder (durch vorhandenes Karbonat bessere Umsetzung als bei Humusform „Moder“)	
Natürliche Waldgesellschaft:	Adenostylo	glabrae Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	2,5 - 1,5cm	Bu-, Fi-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Fz	1,5 - 0,5cm	Bu-Streu, Fi-Streu, locker gelagert, stark durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
H_z	0,5 - 0cm	locker gelagert, stark durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

Ahb	0 – 12cm	sandiger Lehm, kein Grobanteil, deutlich krümelige Struktur, nicht karbonathaltig, sehr stark durchwurzelt
AhbCv	12 – 21cm	sandiger Lehm, 40-80% Grus, 10-20% Steine, undeutlich krümelige Struktur, karbonathaltig, schwach durchwurzelt
Ahb,beg	21 – 32 cm	sandiger Lehm, 10-20% Grus, 0-10% Steine, undeutlich krümelige Struktur, karbonathaltig, schwach durchwurzelt
BvCv	32 – 46cm	Lehm, 20-40% Grus, deutlich grobblockig-runde Struktur, karbonathaltig, schwach durchwurzelt
Cv	46 - 90 ⁺ cm	Lehm, 40-80% Grus, ohne Struktur, karbonathaltig, schwach durchwurzelt

Interessantes zum Bodenprofil

Im Profil zwischen 20 und 30cm Tiefe deutlich zu sehen ist ein zweiter, tiefer liegender, dunkler, humusreicher Horizont (Ahb,beg-Horizont) sowie darunter anschließend ein lehmiger, bräunlicher Horizont (BvCv-Horizont). Es handelt sich dabei um den Rest einer alten Bodenbildung, der vermutlich durch Bodenmaterial von weiter oben am Hang überrutscht worden ist. Später hat sich über der dünnen Lage von humosem Hangschuttmaterial (AhbCv-Horizont) ein weiterer Humushorizont (Ahb-Horizont) gebildet.

Profil 4: Rendzina

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	765m
Exposition:	Nord
Hangneigung:	7%
Relief:	Schwemm-, Schuttfächer unruhig
Kleinrelief:	
Grundgestein:	Dolomit
Wasserhaushalt:	mäßig frisch
Gründigkeit:	tiefgründig
Bodentyp:	Rendzina
Humusform:	Kalkmoder (durch vorhandenes Kar- bonat bessere Umsetzung als bei Humusform „Mo- der“)
Natürliche Waldgesellschaft:	Adenostylo glabrae- Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	7,5 - 6,5cm	Bu-Streu, Fi-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Fzm	6,5 - 2,5cm	Bu-Streu, Fi-Streu, verklebt, Wurzelfilz, nicht schmierige Konsistenz
H_z	2,5 - 0cm	locker gelagert, sehr stark durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

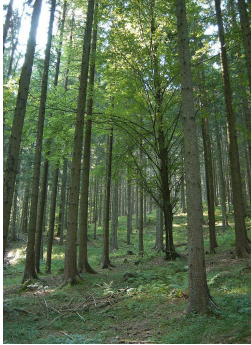
A_{hb}	0 – 15cm	sandiger Lehm, 20-40% Grus, deutlich krümelige Struktur, karbonathaltig, sehr stark durchwurzelt
C_{v,a}	15 - 80 ⁺ cm;	80-100% Grus, karbonathaltig, schwach durchwurzelt

Interessantes zum Bodenprofil

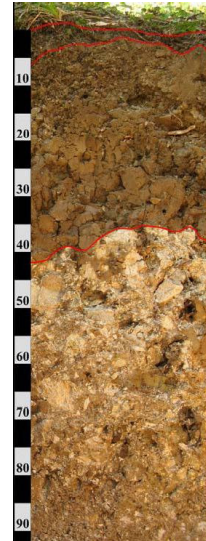
Das Profil liegt auf einem großen Schuttfächer, der nach Ende der letzten Eiszeit und Abschmelzen der (stabilisierenden) Eismassen in das Becken um den Taferlklaussee geschüttet wurde. Durch hohen Grus- und geringen Feinbodenanteil ist die Möglichkeit zur Wasserspeicherung eingeschränkt. Ein gewisser Ausgleich ist durch den hohen Anteil an humoser Substanz im A_{hb}-Horizont gegeben. Im Profil auftretende bindigere Bereiche könnten auf geringe Anteile an Schrambachschichten zurückzuführen sein, die einen relativ hohen Tongehalt aufweisen.

Profil 8: Kalkbraunlehm

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	780 m
Exposition:	Südost
Hangneigung:	24 %
Relief:	Unterhang
Kleinrelief:	ausgeglichen
Grundgestein:	Moräne (Dolomit)
Deckschicht:	Flysch-Material
Wasserhaushalt:	frisch
Gründigkeit:	mittelgründig
Bodentyp:	Kalkbraunlehm
Humusform:	Mull
Natürliche Waldgesellschaft:	Cardamine trifoliae-Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

L	0,5 - 0cm	Fi-Streu, locker gelagert, nicht schmierige Konsistenz
LF	stellenweise	Fi-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

Ahb	0 – 5cm	lehmiger Ton, kein Grobanteil, deutlich blockig-scharfkantige Struktur, karbonatfrei, stark durchwurzelt
Bv	5 – 38cm	lehmiger Ton, 0-10% Grus, deutlich blockig-scharfkantige Struktur, einzelne deutliche Bleichflecken, Konkretionen vorhanden, karbonathaltig, mittel durchwurzelt
Cv	38 - 90 ⁺ cm	80-100% Steine, karbonathaltig, schwach durchwurzelt

Interessantes zum Bodenprofil

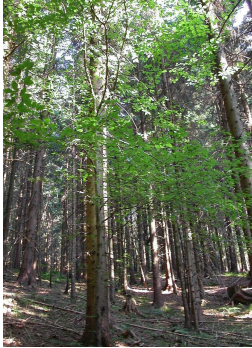
Dieses Bodenprofil bzw. der Standort hat eine „bewegte“ Entstehungsgeschichte: Während der letzten Eiszeit schob der lokale Aurachgletscher eine Moräne aus dem südlichen Kalkgebiet über das hier anstehende Flyschmaterial. Später begann Bodenmaterial des nördlichen Flyschhanges darüberzugleiten - es bildet den heutigen Oberboden. Und schließlich kamen erratische Kalkblöcke, die der Gletscher bis einige 10-er Meter am Hang oberhalb abgelagert hatte, in Bewegung und wurden durch die Schwerkraft in der Umgebung des Bodenprofils abgelagert.

Die Umsetzungsgeschwindigkeit der organischen Substanz ist hoch, ersichtlich in der geringmächtigen organischen Auflage und der Mullhumus-Dynamik.

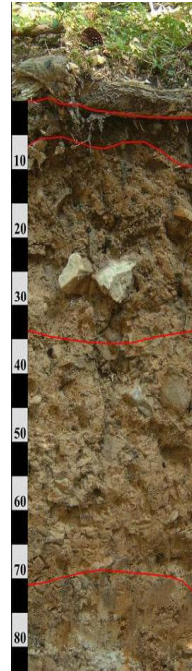
Die Wasserspeicherfähigkeit im Ahb- und Bv-Horizont ist durch den geringen Grobanteil hoch, jedoch aufgrund der tonigen Bodenart wird das Wasser stark im Boden festgehalten. Anhand von vorhandenen Konkretionen und Bleichflecken ist ersichtlich, dass kleinräumig Niederschlagswasser im Bodenprofil gestaut wird und dort dann Sauerstoffarmut herrscht. Aufgrund des im Bv- und Cv-Horizont vorhandenen Karbonats besteht keine Versauerungsgefahr für den Boden.

Profil 9: Pseudogley

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	810m
Exposition:	Südost
Hangneigung:	40%
Relief:	Mittelhang
Kleinrelief:	unruhig
Grundgestein:	Tonschiefer
Wasserhaushalt:	frisch
Gründigkeit:	sehr tiefgründig
Bodentyp:	Pseudogley
Humusform:	Moder
Natürl. Waldgesellschaft:	Galio odorati-Fagetum



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	1,5 - 1,0cm	Fi-, Bu-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Fz	1,0 - 0,5cm	Fi-, Bu-Streu, locker gelagert, mittel durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
Hz	0,5 - 0cm	locker gelagert, mittel durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

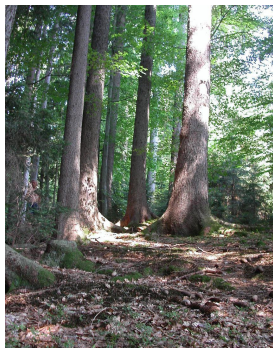
Ahb	0 – 5cm	Lehm, kein Grobanteil, deutlich mittelkörnige Struktur, karbonatfrei, sehr stark durchwurzelt
Bgd	5-32cm	Lehm, 10-20% Grus, deutlich mittelblockig-scharfkantige Struktur, einzelne deutliche Bleichflecken, Konkretionen, karbonatfrei, schwach durchwurzelt
P	32-69cm	schluffiger Lehm, 40-80% Grus, ohne Struktur, viele deutliche Bleichflecken, einzelne deutliche Rostflecken, Konkretionen, karbonatfrei, schwach durchwurzelt
S	69-80+cm	schluffiger Lehm, 20-40% Grus, ohne Struktur - massiv, mehrere deutliche Rostflecken, einzelne deutliche Bleichflecken, Konkretionen, karbonatfrei, nicht durchwurzelt

Interessantes zum Bodenprofil

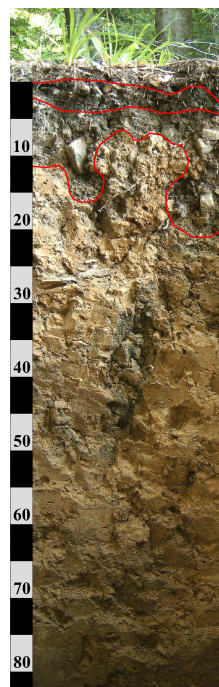
Die im Flysch häufige Pseudogleydyndynamik kann während Nassphasen zu Problemen mit der Sauerstoffversorgung der Baumwurzeln führen, während in Trockenphasen in den bindigen Böden durch Volumensverluste Spannungen auftreten können, die das Reißen von Feinwurzeln bedingen.

Profil 10: Pseudovergleyte Braunerde

Allgemeine Standortmerkmale



klimatische Höhenstufe:	mittelmontan
Seehöhe:	840m
Exposition:	Süd
Hangneigung:	16%
Relief:	Mittelhang
Kleinrelief:	unruhig
Grundgestein:	kalkfreier Flysch-Sandstein, Schutt-Körper
Wasserhaushalt:	sehr frisch
Gründigkeit:	sehr tiefgründig
Bodentyp:	pseudovergleyte Braunerde
Humusform:	Moder
Natürliche Waldgesellschaft:	Luz.-Fagetum s.lat.



Bodenprofilbeschreibung

Auflagehumus:

Lv	2 - 1,5cm	Bu-, Fi-Streu, locker gelagert, nicht durchwurzelt, nicht schmierige Konsistenz
F	1,5 - 1cm	Bu-, Fi-Streu, verklebt, stark durchwurzelt, n. schmierige Konsistenz
H	1 - 0cm	locker gelagert, Wurzelfilz, nicht schmierige Konsistenz

Mineralboden:

Ahb	0 - 4cm	absetzend wellig, Lehm, 0-10% Grus, undeutlich feinkrümelig, keine Konkretionen, karbonatfrei, sehr stark durchwurzelt
Ba	4 - 15cm	übergehend, gerade, Lehm, 0-10% Grus, 0-10% Steine, undeutlich blockig rund, mehrere undeutliche Humusflecken, keine Konkretionen, karbonatfrei, stark durchwurzelt
Bg1	15 - 105cm	allmählich übergehend, gerade, lehmiger Ton, 0-10% Grus, 20-40% Steine, einzelne deutliche Rostflecken, einzelne deutliche Bleichflecken, Konkretionen, karbonatfrei, undeutlich blockig scharfkantig, schwach durchwurzelt.
Bg2	105+ cm	lehmiger Ton, 0-10% Grus, 20-40% Steine, einzelne deutliche Verwitterungsflecken, Konkretionen, karbonatfrei, ohne Struktur, massiv, nicht durchwurzelt.

Interessantes zum Bodenprofil

Durch die lehmige Bodenart ist ein gutes Wasserspeicher- und -bereitstellungsvermögen gegeben. Jedoch besteht auf Grund des höheren Tonanteils im Bg-Horizont die Möglichkeit von (kurzfristigem) Wasserstau. Die vorhandenen Eisen-Mangan-Konkretionen sind deutliche Hinweise dafür.

Die sauren und nährstoffarmen Verhältnisse kommen in der Bodenvegetation zum Tragen: Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Rippenfarn fallen ins Auge, Nährstoffzeiger und anspruchsvollere Kräuter fehlen.

DER KLIMAWANDEL IM ALPINEN RAUM

Helga KROMP-KOLB

Institut für Meteorologie, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien

1. Kurzfassung

Aufgrund seiner geographischen Lage an der Schnittstelle verschiedener Klimaregionen und seiner Topographie ist der alpine Raum gegenüber Klimaänderungen besonders sensitiv. Der in den letzten Jahrzehnten beobachtete Temperaturanstieg wird sich in Zukunft beschleunigt fortsetzen. Dies bedingt Änderungen in allen anderen Klimaparametern mit einschneidenden Auswirkungen auf Öko- und Wirtschaftssysteme.

Schlüsselwörter: Klimawandel, Unsicherheit, Alpiner Raum

1.2. Summary

Due to its position at the intersection of different climate regions and due to its topography, the alpine area is especially sensitive for climate change. The temperature rise observed in the last decades will continue and speed up. This entails changes in all other climatological parameters with deep cutting consequences for the ecosystems and the economic sectors.

Keywords: climate change, uncertainties, Alpine region

2. Einleitung

Klimawandel kann verschiedene Ursachen haben, so dass für jede Epoche die konkret wirkenden Mechanismen analysiert werden müssen. Im Falle der Erwärmung des 20. Jahrhunderts wurden wegen der Geschwindigkeit der Änderung vor allem der Einfluss solarer Veränderungen, Treibhausgaskonzentrationszunahmen und vulkanische Aktivitäten als mögliche Ursachen in Betracht gezogen. Mit unterschiedlichen Methoden wurde geprüft, welche Mechanismen die zeitlichen und räumlichen Mustern des Klimawandels am besten erklären können. Übereinstimmend kommen diese Analysen zu dem Ergebnis, dass die dominante Ursache für die Erwärmung im 20. Jahrhundert die Zunahme der anthropogenen Treibhausgaskonzentrationen ist.

Ohne Berücksichtigung des Einflusses des Menschen lässt sich der in den letzten Jahrzehnten beobachtete Klimawandel nicht erklären. Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, dass aus erkenntnistheoretischen Überlegungen die Wissenschaft einen strenger Beweis für die Ursachen des Klimawandels schuldig bleiben muss.

3. Methoden der Rück- und Vorschau

Bei der Rekonstruktion des vergangenen Klimas werden Mess- und Beobachtungsdaten homogenisiert und dann mit statistischen Methoden oder Modellen analysiert. Direkte Messun-

gen von meteorologischen Größen in einer normierten Form, die Vergleiche zwischen verschiedenen Messstellen zu unterschiedlichen Zeiten ermöglicht, liegen erst seit etwa 150 Jahren, für die meisten Stationen erst seit einigen Jahrzehnten vor. Österreich hat aufgrund einer Blütezeit der Klimatologie unter Julius von Hann (1839-1921) eine besonders gute Datenlage – leider ging der Großteil der Stundenaufzeichnungen im Zweiten Weltkrieg bei einem Brand verloren, sodass von den meisten Stationen nur mehr die Monatsblätter erhalten sind.

Sollen die Analysen weiter zurückgehen, muss man sich auf so genannte Proxidaten stützen (z.B. fossile Einschlüsse in Sedimenten, Sauerstoffisotopenverhältnisse in Eisbohrkernen, Gletscher Moränen, Baumringanalysen, Felsmalereien, Gemälde und Chroniken). Die Genauigkeit und die zeitliche Auflösung in der Rekonstruktion des Paläoklimas werden bestimmt von der Verfügbarkeit derartiger Informationen und von der Möglichkeit, diesen Indikatoren konkrete Temperaturen, Niederschläge, etc. zuzuordnen.

So kann z.B. zwar das Jahr eines Gletschervorstoßes anhand von dendrochronologischen Analysen von Baumfunden oft erstaunlich genau bestimmt werden, wegen der individuell zeitverzögerten Reaktion von Gletschern auf Klimaänderungen, und die Abhängigkeit von Temperatur und sommerlichem Niederschlag, die zugehörige Klimaentwicklung aber nur ungenau. So entspricht auch der derzeitige Gletscherstand noch nicht dem gegenwärtigen Klima: bliebe das heutige Klima konstant, würden die Gletscher in den Alpen noch weiter schmelzen. Und wenn schon einmal Bäume in derzeit vergletscherten Gebieten gestanden sind, bedeutet das nicht zwangsläufig, dass es damals wärmer war.

Zur Beschreibung des rezenten globalen Klimas, vor allem aber für die Berechnung künftiger Klimaszenarien werden Klimamodelle eingesetzt.

Sie bestehen aus einem System von teils nichtlinearen, partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung der atmosphärischen Prozesse, die diskretisiert auf ein globales, dreidimensionales Gitternetz, unter Vorgabe von Anfangs- und Randbedingungen gelöst werden.

Globale Modelle entheben der Notwendigkeit, Randbedingungen vorzugeben – außer an der Obergrenze des Modells – begrenzen aber, wegen der Grenzen der Computerleistungen hinsichtlich Rechengeschwindigkeit und Speicherplatz, die räumliche Auflösung auf etwa 150km, will man Szenarien über etwa 100 Jahre rechnen.

Infolge dessen können nur meteorologische Prozesse mit horizontalen Skalen von etwa 500km erfasst werden.

Will man den künftigen anthropogenen Klimawandel betrachten, müssen Vorgaben hinsichtlich der Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen gemacht werden, die ihrerseits wieder mittels Modellen z.B. des Kohlenstoffkreislaufes aus Treibhausgasemissionen errechnet werden. Diese wiederum ergeben sich aus Annahmen über die Entwicklung der Weltbevölkerung, der Wirtschaft und der Technologie, die sich zumeist auf Szenarien stützen, die in größerer Zahl vom „Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)“ vorgeschlagen wurden. Es handelt sich dabei nicht um Prognosen, sondern um mögliche, konsistente Zukunftsentwicklungen (Szenarien).

Unter Nutzung der Ergebnisse der Globalen Klimamodelle (GCM) als Randbedingungen, können in weiteren Schritten regionale Modelle mit größerer Auflösung eingesetzt werden, die ihrerseits wieder Randbedingungen für noch stärker aufgelöste Modelle liefern (modell nesting). Dieses so genannte dynamische downscaling wird aus Kapazitätsgründen der Re-

chenanlagen meist nur für bestimmte, mehrjährige Zeitscheiben durchgeführt (z.B. um 2025, 2050, 2100).

Globaler Klimaszenarien können auch mit statistischen Methoden regionalisiert werden, in dem Transferfunktionen zwischen Maßzahlen aus dem globalen Maßstab und regionalen oder lokalen Daten, die für das rezente Klima abgeleitet werden, auf die globalen Klimaszenarien angewendet werden.

Auch kombinierte Ansätze sind möglich, insbesondere wenn Klimaszenarien auf einen sehr kleinräumigen Maßstab herunter gebrochen werden sollen. Die Folgen des Klimawandels werden teils ebenfalls mit Modellen, die auf Ergebnissen regionaler Klimamodelle aufsetzen, teils qualitativ aufgrund von Expertenwissen abgeschätzt. Für die Interpretation der Ergebnisse ist die Kenntnis der Unsicherheiten der eingesetzten Modelle und Annahmen essentiell.

4. Klimawandel

4.1. Temperatur

Zwischen den Perioden 1850/1899 und 2001/2005 ist die Temperatur im globalen Mittel um $0,76^{\circ}\text{C}$ gestiegen (IPCC 2007a), während der Temperaturunterschied zwischen dem mittelalterlichen Optimum und der kleinen Eiszeit nur etwa $0,2^{\circ}\text{C}$ betrug. Szenarienberechnungen zufolge wird der Temperaturanstieg bis zum Ende des Jahrhunderts im günstigsten Fall bei $1,8^{\circ}\text{C}$ gegenüber dem Mittel der Periode 1980 -1999 liegen, ohne tief greifende Emissionsminderungsmaßnahmen bei 4°C , und unter Berücksichtigung der Unsicherheiten der GCM bei bis zu $6,4^{\circ}\text{C}$ (IPCC 2007a). Mit der Temperatur ändern sich auch die anderen Klimaparameter.

Sowohl die Analyse der Temperaturänderungen der letzten hundert Jahre, als auch die Klimaszenarien für die nächsten 100 Jahre zeigen für Mitteleuropa und speziell für den Alpenraum einen deutlich stärkeren Anstieg der Temperatur als im globalen Mittel. Im alpinen Raum beträgt der Temperaturanstieg in den letzten 150 Jahren bis zu 2°C (Abb. 4.1), davon rund die Hälfte in den letzten 30 Jahren.

Drei der vier wärmsten Sommer sind nach 1990 aufgetreten; der Hitzesommer 2003 war der heißeste seit Beginn der systematischen Aufzeichnungen. Der Trend ist sowohl in den Alpen als auch im österreichischen Flachland ersichtlich.

Der gegenüber dem globalen Mittel raschere Anstieg im Alpenraum ist bis etwa in die 60er Jahre zum Teil darauf zurückzuführen, dass die „Kleinen Eiszeit“ noch nicht völlig überwunden war.

Darüber hinaus beschleunigen im alpinen Raum das Fehlen der dämpfenden Wirkung der Ozeane, der Rückgang der Schneedecke und die Topographie die Erwärmung.

Die im Rahmen von „reclip:more 2007“ durchgeführten dynamischen Regionalisierungen lassen für die Wintermonate Dezember, Jänner und Februar bis Mitte des 21. Jahrhunderts gegenüber der Periode 1981 bis 1990 eine Erwärmung für Österreich um $+1,3$ bis 2°C , für das Frühjahr um $+1,8$ bis $2,5^{\circ}\text{C}$ erwarten. Für den Westen und den gesamten Alpenraum ergibt sich sogar ein Temperaturanstieg von $+2$ bis 3°C – Gebirgsregionen reagieren rascher auf den

Klimawandel. Die Sommermonate Juni, Juli und August werden +2 bis 2,5°C wärmer sein als heute.

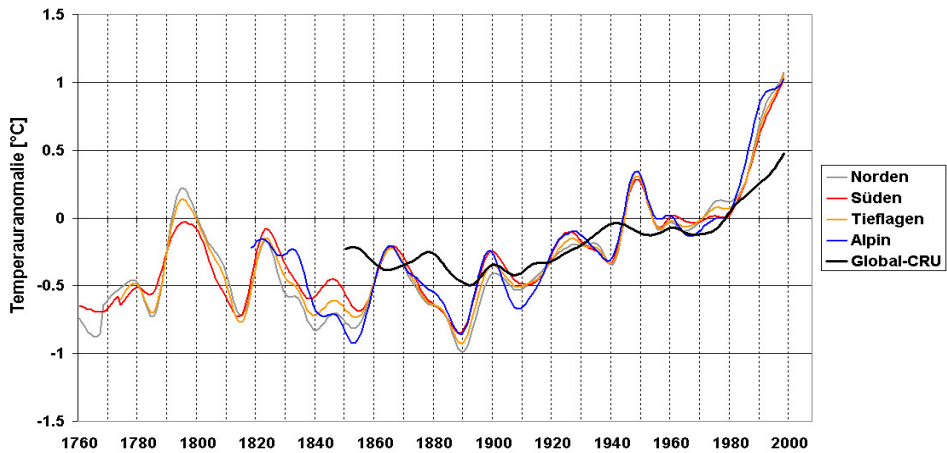


Abbildung 4-1: Temperaturverlauf im Alpenraum und im globalen Mittel (Datenquelle: ZAMG)

Auch hier liegen der Westen und der gesamte Alpenraum mit bis zu +3°C höher. Der Herbst wird mit einer allgemeinen Erwärmung von rund +2,5 bis 3°C die höchste Temperatursteigerung erfahren (Loibl et al., 2007). Der stärkere Temperaturanstieg im Sommer und Herbst ist hauptsächlich auf den Niederschlagsrückgang in diesen Jahreszeiten zurück zu führen. Bis Mitte des Jahrhunderts ist daher von einem Temperaturanstieg derselben Größenordnung auszugehen, wie jener vom Ende der „kleinen Eiszeit“ bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts.

Eine mittels statistischem downscaling errechnete Temperaturentwicklung bis zum Ende dieses Jahrhunderts, basierend auf dem A1B-Szenario, einer Zukunftsentwicklung ohne starke Treibhausgasemissionsreduktionen, und dem Klimamodell ECHAM5 (Röckner et al., 2006), liefert vergleichbare Ergebnisse (Abbildung 4-1).

Im Jahresdurchschnitt ergibt sich ein Temperaturanstieg von 4°C, die stärkste Erwärmung ist in den Sommer- und Wintermonaten zu erwarten. Eine Überschreitung von 5°C bis zum Jahrhundertwechsel ist nicht auszuschließen. Anders als bei den reclip:more Ergebnissen zeigen die längerfristigen ECHAM5 Szenarien einen stärkeren Temperaturanstieg im Winter und Sommer und einen geringeren in den Übergangsjahreszeiten.

Das Ausmaß der beobachteten und der zukünftigen Erwärmung ist tageszeitenabhängig. Besonders stark ausgeprägt ist die Erwärmung bei Nacht, so dass die nächtliche Abkühlung, die gerade in heißen Perioden wesentlich für die Erholung ist, deutlich schwächer ausfällt. Ein Vergleich der Periode 1985-2005 gegenüber der Referenzperiode 1961-1990 für 14 Stationen

in Österreich ergab im Schnitt eine Zunahme der Nächte, in denen die Temperatur nicht unter 15°C sank um den Faktor 1,6, für 19°C einen von 3,0 (Gerersdorfer et al. 2006). Szenarienberechnungen für Wien, Hohe Warte ergeben für den Median „heißer Nächte“ jeweils etwa eine Verdoppelung bis 2025, 2050 und 2085 (Formayer et al. 2008).

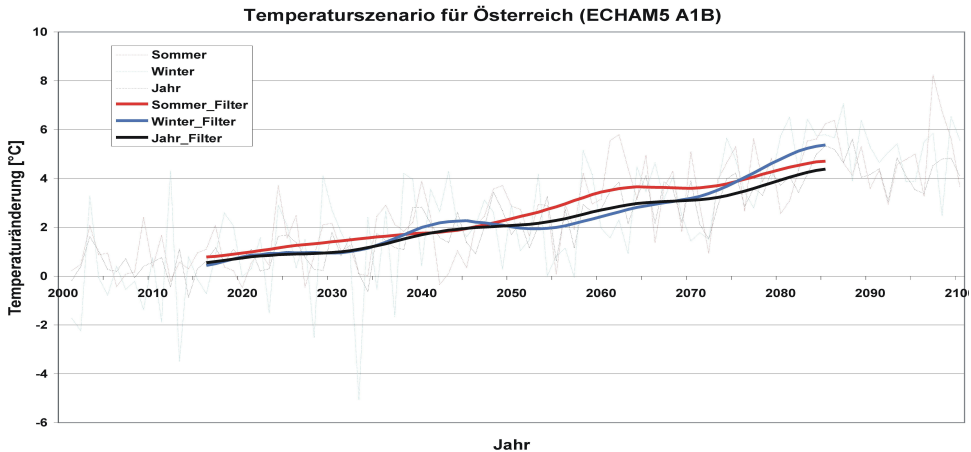


Abbildung 4-1: Entwicklung der Jahreszeiten- und Jahresdurchschnittstemperaturen in Österreich nach dem A1B Szenario bis Ende 2100. (Niedermair et al., 2007)

4.2. Niederschlag

Die Niederschlagsverteilung zeigt im Vergleich mit der Temperatur stärkere regionale sowie saisonale Variabilität. Ein einheitlicher Trend ist daher im alpinen Raum nicht zu erwarten. Die ALP-IMP Studie zeigte stark unterschiedliche Trends für verschiedenen Stationen, Jahreszeiten und Zeitperioden auf (Böhm et al. 2006). Die Zeitreihenanalyse von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zum Jahr 2000 ergibt z.B. für Innsbruck im Winter eine kontinuierliche Zunahme der Niederschlagssummen, während Graz einen gegenläufigen Trend verzeichnete, der seit den 1990er Jahren besonders deutlich ausfiel. Aber auch in Graz nahmen die Sommerniederschlagsmengen bis Mitte des 20. Jahrhunderts eher zu.

Im letzten Jahrhundert ist der Anteil des Schnees am Niederschlag am Hohen Sonnblick (3105m ü.M.) von rund 86% auf rund 72% gesunken. Eine Trendanalyse der Anzahl der Tage mit Schneedecke und der Winterdeckendauer (Auer et al. 2008) ergab vorwiegend negative Trends, im Süden Österreichs stärker ausgeprägt als im Norden, wo die Trends teilweise nicht signifikant sind. Die Zahl der Tage mit Schneedecke wird dann gering, wenn entweder besonders warme Winter niederschlagsreich sind, da Regen auch eventuell vorhandenen Schnee zum Schmelzen bringt, oder wenn Winter sehr kalt und niederschlagsarm sind.

Für die Zukunft zeigen die verschiedenen Globalen Klimamodelle für Europa ziemlich übereinstimmend Niederschlagsabnahme im Mittelmeerraum und Westeuropa und Niederschlagszunahme in Nordosteuropa. Der Alpenraum liegt im Übergangsgebiet dieser beiden Regio-

nen, sodass die Unterschiede der GCMs im Alpenraum deutlich größer sind und sogar das Vorzeichen wechselt. Übereinstimmend zeigt sich großräumig für den alpinen Raum eine Niederschlagsverlagerung aus dem Sommerhalbjahr in das Winterhalbjahr. Auch mit einer Zunahme der Niederschlagsintensität ist zu rechnen.

Die für Österreich berechneten Niederschlagsmuster bis zur Mitte des 21. Jahrhunderts zeigen saisonale und regional unterschiedliche Tendenzen auf. Nach den Ergebnissen von „*recip:more 2007*“ werden die Niederschläge insgesamt abnehmen, vor allem im Osten. Den stärksten Niederschlagsrückgang verzeichnen die Jahreszeiten Sommer und Herbst. Allerdings zeigen nicht alle Modelle diesen Trend. Im Osten Österreichs kann es z.B. im Sommer je nach Modell von einer Abnahme um -15% bis zu einer Zunahme um +15 bis 30% kommen. In den Wintermonaten ist allgemein mit einer Niederschlagszunahme von +15 bis +30% zu rechnen (Loibl et al., 2007).

Die Unsicherheiten bei der Niederschlagsentwicklung sind wesentlich größer als bei der Temperatur. Speziell die kleinräumigen Niederschlagstrends in den Gebirgsregionen können in verschiedenen Regionalmodellen deutlich unterschiedlich ausfallen. Was jedoch alle regionalen Klimaszenarien für den Ostalpenraum zeigen, ist eine Verlagerung des Niederschlags aus den Sommermonaten in den Winter. Bis Ende des Jahrhunderts werden, verglichen zu derzeitigen Niederschlagssummen, im Sommer die Niederschläge bis zu 50% abnehmen, im Winter hingegen rund 40% zunehmen. Die größten Unsicherheiten bestehen in den Übergangsjahreszeiten. Fast alle Modelle zeigen eine Zunahme der Niederschlagsintensität, sogar in den Sommermonaten, trotz Abnahme der Niederschlagsmenge.

4.3. Extremereignisse

Eine besondere Herausforderung stellen die klimatologischen Betrachtungen zu Extremereignissen dar. Aufgrund der Seltenheit dieser Ereignisse ist es naturgemäß schwierig, statistisch signifikante Trends hinsichtlich der Häufigkeit oder Intensität in Datenreihen festzustellen. Wegen der geringen räumlichen Erstreckung vieler Ereignisse, sind auch die Aufzeichnungen unverlässlich. Man kann sich dem Problem annähern indem man die Schwellenwerte in der Definition der Ereignisse herabsetzt oder das betrachtete Gebiet erweitert, um eine größere Stichprobe zu gewinnen, man kann statistische Überlegungen allgemeiner Art anstellen, man kann Detailanalysen einzelner Fälle durchführen oder physikalische Plausibilitätsüberlegungen heranziehen. Die Trendaussagen extremer Ereignisse bleiben aber mit größerer Unsicherheit behaftet, als Trends mittlerer Verhältnisse.

Einige Aussagen lassen sich jedoch mit großer Sicherheit machen: Die Zahl der Tage mit Temperaturen über 25°C (Sommertage) und über 30°C (Hitzetage) hat in ganz Österreich in den letzten 100 Jahren deutlich zugenommen, die Zahl der Tage mit Frost dagegen abgenommen. Auch die Häufigkeit und Dauer von Hitzeperioden ist angestiegen. Ein Anstieg der Hitzetage um mindestens den Faktor 2 bis zur Periode 2020-2050 ist in allen Höhenlagen zu erwarten (Formayer et al. 2005).

Diese Szenarienberechnungen von Extremereignissen sind vergleichsweise gut abgesichert, weil die Veränderungen der mittleren Monatswerte der Temperatur in einem engen Zusammenhang mit den täglichen Maxima stehen, und daher auch Auswertungen der Regionalen Modelle bezüglich Extremereignissen wie Hitzewellen möglich sind. Definiert man Trocken-

bzw. Dürreperioden als Zeiträume, in denen die Niederschlagssummen innerhalb von 24 Stunden unter 1mm bleiben und die Andauer der niederschlagsfreien Periode bei zumindest 10 Tagen liegt, dann zeigen von 30 Klimastationen in Österreich jene im Westen allgemein einen abnehmende, jene im Osten eine zunehmende Häufigkeit von Trockenperioden auf. (Auer et al., 2005).

Trockenperioden können sowohl von den globalen Modellen als auch von den Regionalisierungsansätzen recht gut reproduziert werden, weil Auslöser von Trockenperioden großräumige stabile Hochdruckgebiete sind, die sogar von den globalen Modellen aufgelöst werden können. Die Modelle lassen eine Fortsetzung des Trends im Osten erwarten, und damit erhöhte Trockengefährdung im landwirtschaftlich intensiv genutzten Osten und Südosten Österreichs. Die Häufigkeit und Anzahl von Trockenperioden wird sich im flachen Nordosten sowie in der Südoststeiermark und im Nordburgenland (Region Süd) bis zum Ende des Jahrhunderts (2070-2100) deutlich erhöhen. Besonders stark ist die Zunahme von 2- bis 4-wöchiger Trockenperioden in der Südregion.

Eine Analyse der Starkniederschlagsereignisse (Niederschlagssumme über 20mm pro Tag) für Wien Hohe Warte für die Periode 1948-2005 ergab für das Jahr 1960 mit 12 Ereignissen die höchste Anzahl. Im Durchschnitt treten zwischen vier und sechs Ereignisse pro Jahr auf. Nur ein Teil der 1980er Jahre lag darunter. Für den gesamten beobachteten Zeitraum ist kein eindeutiger Trend ersichtlich. Anders in Feldkirch, Vorarlberg, wo zwischen 1948 und 2002 eine Steigerung der Starkniederschlagsereignisse um 60% zu verzeichnen war. Dies ist in Übereinstimmung mit den deutlichen Zunahmen, die in der Schweiz beobachtet werden. Aussagen über die weitere Entwicklung von Starkniederschlägen in Österreich sind nicht eindeutig. Abschätzung der weiteren Entwicklung von meteorologischen Situationen, die zu Starkniederschlägen Anlass geben, das sind konvektive Lagen, so genannte Vb-Lagen (Genau Zyklonen) und der Anstieg der Schneefallgrenze, lassen erwarten, dass die Niederschlagsintensität zunehmen wird (Formayer und Kromp-Kolb, 2006).

Starkwinde, d.h. Winde ab einer Geschwindigkeit von 62km/h, sind wegen der hohen mit ihrem Auftreten verbundenen Schäden für Versicherungen von besonderem Interesse. Trotz einiger eindrucksvoller Stürme in den letzten Jahren über den alpinen Raum zogen, zeigt eine Studie von Matulla et al. (2007) einen abnehmenden Trend der Starkwindentwicklung. Diese wird in der Studie charakterisiert durch den geostrophischen Wind über Europa, der vom späten 19. Jahrhundert bis 2005 aus täglichen Druckgradienten errechnet wurde.

Der geostrophische Wind ist zwar nicht der beste Parameter zur Erfassung von Starkwinden in Bodennähe, aber die Analyse der Messdaten der Station Wien-Hohe Warte deutet auf ein ähnliches Ergebnis hin. Die Klimamodelle zeigen hinsichtlich atlantischer Stürme kein eindeutiges Signal: Zwar verstärkt sich in einigen Klimamodellen die Sturmhäufigkeit am Atlantik, gleichzeitig verlagern sich die Zugbahnen weiter nach Nordwesten. Wie sich dieser kombinierte Effekt auf Atlantische Stürme in Österreich auswirken wird ist unklar.

5. Auswirkungen

Die Auswirkungen des Klimawandels sind vielfältig: Sie betreffen Abflüsse und Gewässer, Gletscher, Permafrost und Schneedeckenaufbau. Insbesondere im alpinen Raum bedeutet dies eine Zunahme der Naturgefahren; aber auch im Flachland steigt aus klimatologischer Sicht

das Hochwasserrisiko. Die Biosphäre spürt sowohl den Temperaturanstieg als auch die Niederschlagsänderungen, mit Auswirkungen auf Land- und Forstwirtschaft, bis hin zum Vordringen invasiver Arten, verstärkt durch den globalen Handel. Global wird mit dem Verlust von rund 30% der bekannten Arten gerechnet (IPCC 2007b), für Österreich liegen zu den Auswirkungen auf die Biodiversität noch kaum Untersuchungen vor. Praktisch alle Wirtschaftssektoren werden Auswirkungen des Klimawandels spüren, häufig auch zweifach, weil sie auch von den Maßnahmen zum Klimaschutz betroffen sein werden.

6. Unsicherheiten

Die Aussagen zum Klimawandel, insbesondere zur weiteren Entwicklung, sind mit Unsicherheiten behaftet. Das Verständnis vieler Prozesse im Klimasystem ist noch mangelhaft, die Datenlage für viele Zwecke zu dürftig, und die räumliche und zeitliche Auflösung, die unsere Computer erlauben, zu gering um alle Prozesse und deren Wechselwirkungen darstellen zu können. Ein besonderes Problem stellen Rückkoppelungen dar, die häufig von den Modellen noch nicht erfasst sind.

So wird erst die kommende Generation von Modellen routinemäßig wesentliche Rückkoppelungen des Klimas auf den Kohlenstoffkreislauf enthalten. Testläufe lassen hier, wie auch bei anderen Rückkoppelungsmechanismen erwarten, dass diese Prozesse auf den Klimawandel eher eine beschleunigende Wirkung haben werden. Trotz aller Schwächen und Unsicherheiten sind die Modelle in der Lage, die vergangene Klimaentwicklung ziemlich gut wiederzugeben (Rahmstorf et al. 2007). Verbesserungen sind jedoch notwendig und möglich.

Mittlerweile wird zur Reduktion der Unsicherheiten in der Regel nicht nur ein Szenario betrachtet, sondern es werden möglichst verschiedene Realisierungen auf allen Prozessebenen - also Ensembleuntersuchungen - durchgeführt. Viel größer als die Unsicherheiten im meteorologischen Bereich sind jedoch die Unsicherheiten hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Treibhausgaskonzentrationen. Diese liegen jedoch im Entscheidungsbereich der Gesellschaft und stellen letztlich die einzige Hoffnung auf eine andere als die beschriebene Klimaentwicklung dar.

7. Schlussbetrachtung

Der Alpenraum reagiert sehr sensibel auf Klimaänderungen und kann daher als Klimafrühwarnsystem angesehen werden, in dem auch die Folgen des Klimawandels verstärkt auftreten (Seiler, 2006). Die EU zählt in ihrem Grünbuch die „Berggebiete, insbesondere die Alpen“ (Kommission der Europäischen Gemeinschaft, 2007) zu den verwundbarsten Gebieten Europas. Dies ist eine Folge der überdurchschnittlichen Klimasensitivität dieser Region, wie der Temperaturanstieg der letzten Jahrzehnte zeigt, gepaart mit naturräumlich bedingt begrenzter Anpassungsfähigkeit.

8. Literaturverzeichnis

Auer I., Korus E., Böhm R., und Schöner W. (2005) Analyse von Hitze und Dürreperioden in Österreich; Ausweitung des täglichen StartClim Datensatzes um das Element Dampfdruck.

Teilprojekt von StartClim2004 „Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich“. Wien. <http://www.austroclim.at/startclim/>

Auer, I. et al. (2008) Erweiterung und Vervollständigung des StartClim Datensatzes für das Element tägliche Schneehöhe. Aktualisierung des existierenden StartClim Datensatzes (Lufttemperatur, Niederschlag und Dampfdruck) bis 2007. In StartClim2007. Klimawandel und Gesundheit, Landwirtschaft, Biodiversität, Energie und Wirtschaft. Wien. <http://www.austroclim.at/startclim/>

Böhm R. (Hrsg.) (2006). Multi-centennial climate variability in the Alps based on Instrumental data, Model simulations and Proxy data (Alp-IMP). Final Report. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG).

Formayer H., Haas P., Hofstätter M., Radanovics S., Mursch-Radlgruber E., und Kromp-Kolb H. (2008). Räumlich und zeitlich hochaufgelöste Temperaturszenarien für Wien und ausgewählte Analysen bezüglich Adaptionsstrategien. Im Auftrag der Klimaschutzkoordinationsstelle Wien. Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur (nicht veröffentlicht).

Formayer H., Haas P., Matulla C., Frank A., und Seibert P. (2005). Untersuchung regionaler Klimaänderungsszenarien hinsichtlich Hitze- und Trockenperioden in Österreich. Teilprojekt von StartClim2004 „Analysen von Hitze und Trockenheit und deren Auswirkungen in Österreich“. Wien. 30 S. <http://www.austroclim.at/startclim/>

Formayer H., und Kromp-Kolb H. (2006). Hochwasser & Klimawandel. Auswirkungen des Klimawandels auf Hochwasserereignisse in Österreich. Im Auftrag des WWF Österreich. Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur.

IPCC (2007a). Summary for Policymakers. In Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, (Hrsg.) S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor und H.L. Miller. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC (2007c). Fourth IPCC Assessment Report. Working Group II. (www.ipcc.ch)

Kommission der Europäischen Gemeinschaft (2007). Anpassung an den Klimawandel in Europa - Optionen für Maßnahmen der EU. Grünbuch der Kommission an den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. KOM (2007) 354.

Loibl W., Beck A., Dorninger M., Formayer H., Gobiet A., und Schöner W. (2007). Research for Climate Protection: Model Run Evaluation - Final Report. ARC systems research GmbH.

Matulla, C. xxxx (2007). Starkwinde

Niedermair M., Lexer M. J., Plattner G., Formayer H., und Seidl R. (2007). Klimawandel & Artenvielfalt - Wie klimafit sind Österreichs Wälder, Flüsse und Alpenlandschaften? Österreichische Bundesforste AG.

Rahmstorf, St., Cazenave A., Church J. A., Hansen J. E., Keeling R. F., Parker D. E., and Somerville R. C. J. (2007). Recent Climate Observations Compared to Projections. Science Vol 316 4 May 2007.

reclip:more, (2007). Klimazukunft Österreich. Kleinräumige Klimaszenarien 1981-1990 und 2041-2050. Signale des Klimawandels. Medieninformation zum Projektabschluss 22. 6. 2007, 17 S., <http://systemsresearch.arcs.ac.at/SE/projects/reclip/>

Seiler W. (2006). Morgen entscheidet sich heute. CIPRA Jahresfachtagung, Bad Hindelang (Deutschland), 18. bis 20. Mai.

BESONDERHEITEN ALPINER BÖDEN

Walter KILIAN

Grillparzerstraße 4, 2500 Baden

1. Zusammenfassung

Die Alpenregion nimmt hinsichtlich der Bodenbildung manche Sonderstellung ein. Dies ist einmal in der großen Reliefenergie und den damit verbundenen Massenbewegungen und der tief greifend gestörten, zeitlich differenzierten Bodenentwicklung begründet, zum anderen in den klimatischen und lithologischen Gegensätzen, welche eine ausgeprägte regionale Kammerung und ein kleinräumiges Bodenmosaik bedingen. In den Hochlagen führen geringe chemische aber starke mechanische Verwitterung, Strahlungsklima, Bodenfrost und lange Schneebedeckung zur Bildung spezieller Bodenformen und -verbreitungsmuster. Humusakkumulation und Flugstaubeintrag sind wesentliche Merkmale der alpinen Bodenbildung.

1.1. Summary

The Alpine region shows some particularities concerning soil properties and pedogenesis. One reason is the extensive current mass movement and erosion processes caused by the big relief energy of the landscape, and consequently the predominance of disturbed soil development, another reason is the sharp climatic and lithologic contrasts causing a distinct pattern of sites and soils on a regional and local level.

In high altitudes, due to alpine climatic conditions, low chemical but predominant physical weathering, intensive radiation, long lasting ground frost and snow cover create specific forms and micro patterns of alpine soils. Accumulation of organic matter and eolian deposits are important features and components respectively of alpine soil formation.

2. Vorbemerkung

Im Vergleich zu den umfangreichen Datenmengen über außeralpine Böden, etwa der landwirtschaftlichen Intensivgebiete der Niederungen gibt es erstaunlich wenig Information über alpine Böden; vor allem fehlen Flächendaten. Wir sind auf relativ wenige punktuelle Untersuchungen angewiesen, die z.T. weit zurückliegen (z.B. Franz & Solar 1961, Neuwinger & Czell 1961, Solar 1960, Kilian 1961; neuere z.B. Nestroy 1995, Blaser et al. 2005). Auch manche Bodensystematik, allen voran die WRB ist auf das Tiefland fokussiert und auf alpine Böden oft nur eingeschränkt anwendbar. Daher sei an dieser Stelle der Appell an alle Bodenkundler gerichtet, sich mit alpinen Böden eingehender zu beschäftigen.

3. Regionale Charakteristika des Alpenraumes

Viele Eigenheiten der alpinen Böden beziehen sich nicht alleine auf die Hochlagen, sie gelten für die Alpen als Region – wie ja der Alpenraum in vielen ökologischen Belangen eine Sonderstellung einnimmt.

3.1. Reliefenergie

Dies ist einmal in der großen Reliefenergie begründet, und der damit verbundenen Erosions- und Sedimentationsaktivität. Die Alpen werden auch in der Gegenwart um durchschnittlich $1\text{mm}\cdot\text{a}^{-1}$ gehoben (Veit 2002). Das entspricht $1000\text{m}^3\cdot\text{km}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$, welche – nur um den Status quo zu halten - durch laufende Erosion abgetragen werden müssten.

Das steile, junge Relief begünstigt Massenbewegungen aller Art: Erosion, Überschuttung, und Solifluktion. Verbreitet liegt das Grundgestein unter verschiedensten Deckschichten, Muren, Schwemmfächern, Moränen, Schutthalden.

Die Folge ist eine tief greifende Störung der Bodenentwicklung - einerseits durch laufende ‚Verjüngung‘ in Abtragslagen, andererseits durch Überlagerung mit homogenisiertem, Vorverwittertem Material, das Vorkommen von begrabenen Böden und Stockwerkprofilen aus mehreren Generationen von Bodenbildung. „Gestörte Bodenprofile sind die Regel, ungestörte die Ausnahme“ (Nestroy 2008). Reife Böden wie Podsol sind deshalb seltener als erwartet. Selbst in standörtlich völlig uniform erscheinenden Hanglagen können die unterschiedlichsten Bodenformen auf engstem Raum nebeneinander auftreten. So ist der Boden oft nicht einmal auf Typenebene zur Abgrenzung von Standortseinheiten geeignet.

Andererseits sind junge Böden auf anstehendem Gestein unmittelbar von dessen chemisch-physikalischen Eigenschaften geprägt und entsprechend dessen Diversität sehr vielfältig.

Eine wesentliche Rolle spielt die Zeit, die zur (ungestörten) Entwicklung der verschiedenen Generationen von Böden zu Verfügung stand. In diesem Zusammenhang wird das Ausmaß des im Pleistozän eisfreien Teiles der Alpen oft unterschätzt. Selbst zum glazialen Höchststand war das nächste Eis vom Alpenostrand gute 110km entfernt. In diesen periglazialen Gebieten sind Reliktböden zumindest aus Prä-Würm verbreitet, etwa silikatischer Braunlehm und Relikt pseudogley auf der randalpinen Rumpftreppe.

All dies führt zu einer bunten Vielfalt von Bodenformen auf engstem Raum, die ebenfalls als ein Spezifikum des alpinen Raumes angesehen werden kann.

Zum anderen ist es das spezifische Alpenklima.

Lokal herrscht hier eine markante Höhenstufung, eine Differenzierung in Luv- und Lee-, Sonn- und Schattlagen, wie sie in diesem Ausmaß im Flach- und Mittelgebirgsland nicht gegeben ist.

Die Einstrahlung auf einen 30° geneigten S-Hang ist doppelt so hoch als auf einen entsprechenden N- Hang (Morgen 1957). Dazu kommt die Horizontüberhöhung durch tausende Meter hohe Gegenhänge - manche Täler sind im Winter überhaupt ohne Sonne - andererseits die Spalierwirkung lang gestreckter Südhänge mit warmen Hangzonen sowie Temperaturinversionen (bekanntes Beispiel ist die Gstettner Alm bei Lunz mit einem absoluten Temperaturminimum von $-52,6^\circ\text{C}$).

Großräumig bilden die Alpen die Barriere zwischen dem mitteleuropäischen und dem mediterranen Klima-Großraum, wobei der kontinentale N-S Gradient hier auf kurze Distanz zusammen geschoben wird: Die Südalpen sind um 2-4°C wärmer, die 10° Isotherme um 150m höher als in den nur 150km entfernten Nordalpen (Veit 2002).

In ihrer Längserstreckung reichen die Alpen zudem vom westlich ozeanischen bis zum pan-nonischen Gebiet. Dazu kommen Stauwirkung und Abschirmung entlang der hohen Gebirgskämme, welche oft markante Wetterscheiden bilden. Dies alles führt zu einer ausgeprägten, relativ engräumigen ökologischen Differenzierung in Landschaftsräume, die sich auch in den Bodensequenzen niederschlägt.

3.2. Ökoregionen

Abbildung 1, zeigt den Versuch einer alpenweiten Gliederung in Ökoregionen auf Basis der Forstlichen Wuchsgebiete Österreichs (Kilian et al. 1994), jenen von Mayer (1974) für NE-Italien und für die westlichen Alpen einer Gliederung von Ozenda (1988).

In den kontinentalen Kernzonen mit um die 500mm Jahres-Niederschlag (Aostatal, Vintschgau, Ötztal - Schlanders 485mm) finden wir Tschernosem und Xeroranker und hoch hinauf Braunerden – kaum 75km Luftlinie entfernt von den randalpinen Staulagen mit über 2000mm NS und entsprechender Betonung hydromorpher und podsoliger Bodenbildungen. Die „in-subrische Braunerde“ der Südalpen weist andererseits bereits mediterrane Rubifizierungsmerkmale auf (Veit 2002).

Der kontinentale Charakter der Kernzonen ist auch in mittleren Höhen deutlich: In Obergurgl (1927m) beträgt der Jahresniederschlag nur 830mm! Die Zentralalpen sind zudem thermisch begünstigt; Höhenstufen und Schneegrenze liegen bis um 300m höher als in den Randalpen. Ursache ist vor allem erhöhter Strahlungsgenuss, geringere Niederschläge und damit geringere Dauer der Schneedecke und längere Vegetationsperiode.

3.3. Charakteristika der Hochlagen

Alpines Hochlagenklima darf ökologisch keineswegs mit arktischem Klima gleichgesetzt werden (Unterschied: Strahlungsintensität, Tagesgang-Klima versus Jahresgangklima etc.) Mit der Höhe nimmt die Temperatur und die Dauer der schneefreien (Vegetations-) Periode ab, die Bodenbildung (und Regenerierung) ist deutlich verlangsamt. Deshalb sind alpine Böden auch gegen anthropogene Störungen empfindlicher.

Chemische Verwitterung und Tonneubildung sind in hohen Lagen gering. Deshalb dominieren schluffige, wenig tonige Böden, die besonders erosionsgefährdet sind. Kationenaustausch- und Wasserkapazität sind weitgehend an die organische Substanz gebunden; besonders bei seichtgründigen Böden. Hohe Niederschläge und geringere Evapotranspiration bedeuten andererseits Wasserüberschuss. Dies begünstigt wiederum Podsolierung und Pseudoverleyung wie insgesamt hydromorphe Böden und Humusformen (Pechmoder, Anmoor...).

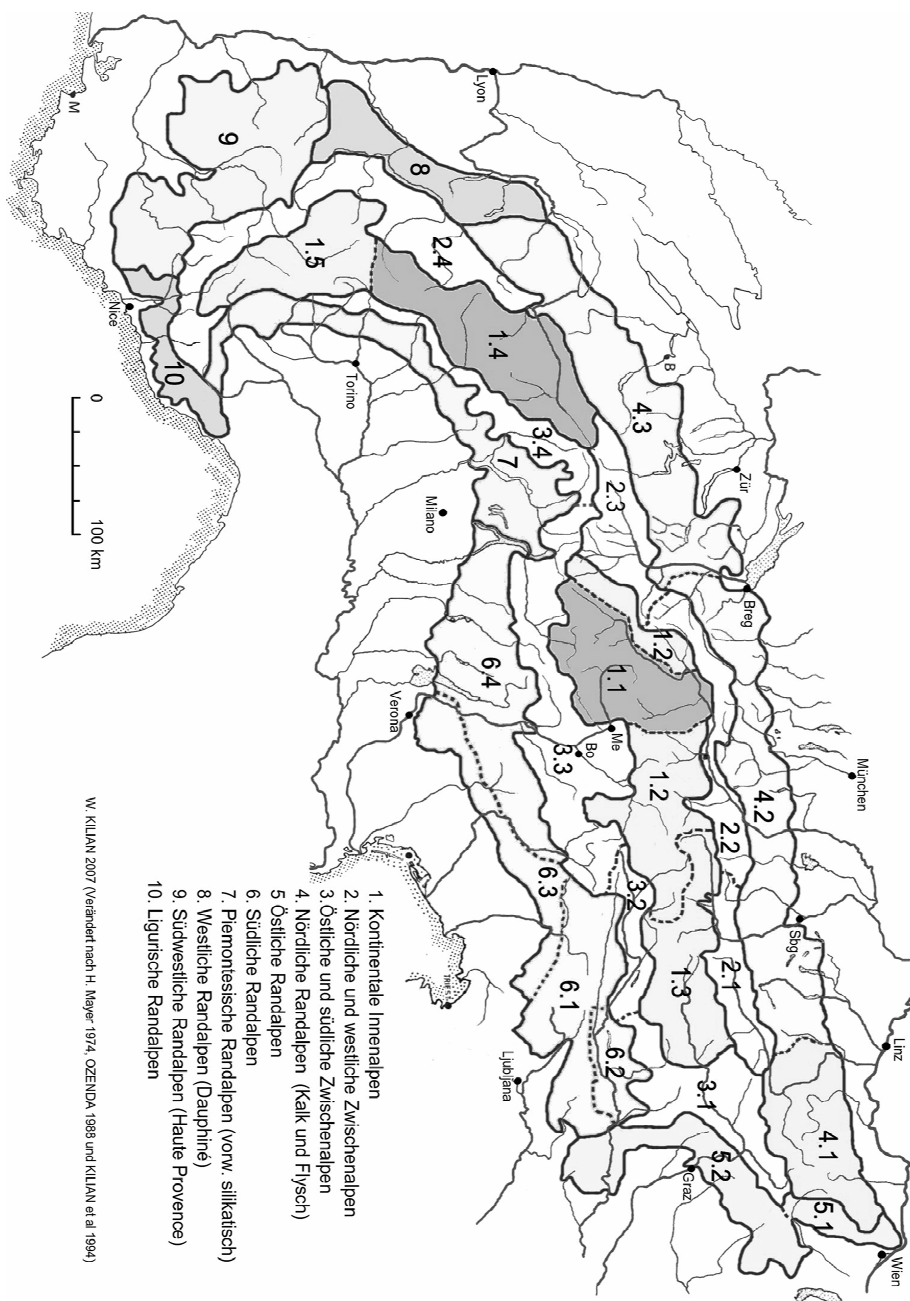


Abbildung 1: Ökoregionen der Alpen

Mechanische Verwitterung nimmt mit der Höhe zu, insbesondere durch Insolation und Frostwechsel. Es gibt deshalb in Hochlagen durchaus tiefgründige, aber unreife Böden. Der Bereich des häufigsten Frostwechsels an der schneefreien Bodenoberfläche und damit der maximalen Frostverwitterung liegt zwischen 2400 und 2600m (Stelzer 1962, Fritz 1976).

Eng im Zusammenhang mit dem Bodenfrost stehen die Frostmusterböden. Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt ebenfalls in diesem Höhenbereich. Sie wurden zuletzt von Blum (2006) beschrieben, ihre Aufnahme in die österreichische Bodesystematik wird derzeit diskutiert.

Charakteristisch für alpine Lagen ist Humusakkumulation, bedingt v. a. durch temporär hohe biologische Aktivität mit langen Unterbrechungen, jedoch geringer Mineralisierungsrate (z.B. Franz 1979). Sowohl der Gehalt an organischer Substanz im Mineralboden als auch die Mächtigkeit der Humushorizonte nehmen mit der Höhenlage deutlich zu. Das Maximum liegt in der hochsubalpinen Stufe. Darüber ist die Akkumulation mangels ausreichender Phytomasse wieder geringer.

Einerseits sind mächtige saure Rohhumusauflagen verbreitet, über Podsol im Silikatgebiet ebenso wie auf Carbonatgestein. Fels-Auflagehumusboden und Tangelrendzina haben hier ihr Verbreitungsmaximum.

Wohl in Zusammenhang mit der Rohhumusbildung liegt auch das Maximum der Podsolierung an der Baumgrenze. Darüber ist die Bodenentwicklung allgemein reduziert. Höhere Vorkommen werden z. T. als Waldrelikt gedeutet, doch kann Podsol unter humiden Bedingungen – etwa bei langer Schneelage wohl auch ohne Rohhumus unter Rasen entstehen (Neuwinger & Czell 1961). Zwergpodsol unter *Carex curvula* wird jedenfalls bis 2500m Höhe gefunden.

Andererseits sind es hochgradig humifizierte, biologisch aktive Humushorizonte, z.B. in der Pechrendzina, die fast ausschließlich aus einem zoogen aufgearbeiteten, feinst körnigen, in feuchtem Zustand amorph schmierigen H-Horizont mit bis zu 80%_{org} Substanz besteht.

Auch auf silikatischem Substrat gibt es mächtige biologisch aktive Auflagen, die schon zu Beginn des vorigen Jahrhunderts als „Alpenhumus“ beschrieben wurden. In zentralalpinen Nadelwaldgesellschaften (Lärchen-Zirben-Wald mit *Oxalis* in der Krautschicht!) gibt es solche Feinmoderformen selbst auf Podsol.

Strahlung: In Hochlagen gewinnt das Strahlungsklima an ökologischer Bedeutung. Mit Abnahme des Luftkörpers über dem Boden nimmt die Einstrahlung stark zu. Im Juni ist die Gesamtstrahlung in 3000m Höhe fast dreimal so hoch als in 200m. Durch Reflexion von Wolken und vom Gegenhang (Schnee) kann die Globalstrahlung sogar über der Solarkonstante liegen und phytotoxische Werte annehmen (Turner & Tranquillini 1961).

Der Anteil der diffusen Strahlung nimmt jedoch ab. An klaren Tagen im Sommer empfangen Schattlagen manchmal nur 4% der Gesamtstrahlung besonnener Flächen (Turner & Tranquillini 1961).

Das bedeutet in Hochlagen eine zunehmende Differenzierung des Strahlungsgenusses und damit auch des Tagesganges der Bodentemperatur je nach Exposition und Inklination.

An Sonnenhängen wird der Oberboden temporär extrem überhitzt und ausgetrocknet. In den obersten cm können Temperaturen bis 80°C auftreten, insbesondere in windstillen Lagen (Au-

litzky 1961). Dem gegenüber sind Schattlagen ausgeglichen kühl – feucht, mit entsprechenden Rohhumusdecken über Podsol.

Schneedecke: Schon unter etwa 50cm Schneedecke tritt kein oder nur unwesentlicher Bodenfrost auf; die Bodentemperatur in 10cm Tiefe bleibt meist ganzjährig über dem Gefrierpunkt (Aulitzky 1961, Veit 2002).

Apere „Windecken“ und schneearme Schatthänge hingegen sind tief reichend und lang andauernd gefroren. Wasserstau über noch lange hin gefrorenem Unterboden, aber auch lange Durchnässung des Oberbodens unter Schneelage, begünstigt durch glimmerreichen Schluff führt zur Bildung von Haftnässe-Pseudogley. Bei dessen Profilaufbau ist oft schwer zu unterscheiden inwieweit es sich um Podsolierung oder Nassbleichung handelt.

Im Zusammenhang damit steht als weitere Erscheinung die in den Hochlagen auch rezent ablaufende Solifluktion und der Permafrost. Permafrost rückt neuerdings in das öffentliche Interesse, seine Verbreitung in den Alpen ist aber bislang wenig dokumentiert. Die Gesamtfläche wird auf etwa 6000km² geschätzt (z.B. Häberli 1983, Von der Mühl et al 1994), mit einer Untergrenze bei ca. 2700m; inselartige Vorkommen in Ungunstlagen sind schon ab 1000 m Seehöhe möglich (Veit 2002).

Aus all dem resultiert in alpinen Hochlagen eine enge Beziehung von Vegetation und Bodenbildung zum Kleinrelief.

Hangneigung und Exposition, Niederschlagsmenge und – intensität, Höhe und Dauer der Schneedecke, Auftreten oder Fehlen von Bodenfrost, Verwitterungsverhalten des Substrates u.a.m. bedingen ein engmaschiges, mehr minder gesetzmäßiges Verteilungsmuster von Vegetation und Boden – insbesondere oberhalb der Waldgrenze, weil Waldbestand auf alle klimatischen Extreme dämpfend wirkt. Kartierungen von Neuwinger (1963, siehe auch Abb. 7. in den Tiroler Zentralalpen zeigten folgende Beziehungen:

Blaiken, Kuppen	Rohboden, Ranker, erodierte Restböden
jüngere Solifluktionsloben, Muren	tiefgründiger Ranker
SE- bis SW- Hänge	(podsolige) Braunerde mit mullartigem Moder
NW-NE-Hänge	Podsol
Schneetälchen, schneearme Schattlagen	Haftnässe-Pseudogley, Anmoor

Ein verlässlicher Indikator für das Verteilungsmuster der Bodenformen im hochalpinen Kleinrelief ist das Ausaperungsmuster, die in allen Jahren gleichartigen Isolinien der Ausaperung – eine wertvolle Kartierungshilfshilfe (Stöhr 2007).

3.4. Flugstaub

Ein wesentlicher Faktor der Bodenbildung in alpinen Hochlagen ist die rezente Verstaubung. Der Eintrag von äolischem Fremdmaterial wurde bereits 1915 (Leiningen 1915) beschrieben und kann beachtliche Beträge erreichen. Im Glocknergebiet wurden bis 8.692kg.ha⁻¹.a⁻¹ gemessen (Gruber 1980). Vorwiegend handelt es sich jedoch um eine kontinuierliche und nicht unmittelbar erkennbare Einwehung. Sie wird großflächig nach verschiedenen Quellen mit 0,75 bis 1,85kg.ha⁻¹.a⁻¹ angeschätzt.

Bevorzugte Quellen für Nahtransport sind vegetationsfreie Flächen der Hochlagen auf schluff- und feinsandreichem Substrat. Einen wesentlichen Anteil hat aber der Ferntransport. So ist die Aufwehung von afrikanischem Wüstenstaub auf winterliche Schneedecken („Gelber Schnee“) ein bekanntes Phänomen. Besondere Bedeutung hat der Staubeintrag für die Mineralbodenbildung auf den reinen Carbonatgesteinen der Kalkalpen. Der Beitrag aus Verwitterungsresten des Kalkes ist demgegenüber verschwindend gering.

Am Dachstein (Hierlatzalm) ist in einem nachgewiesenen Maximalzeitraum von 85 Jahren auf nacktem Kalkfels eine ca. 4cm mächtige Rendzina entstanden, deren ca. 40% nichtcarbonatische Mineralkomponente nach dem Mineralspektrum und Zurundungsgrad zu schließen rezent aus dem Raum der Böhmisches Masse eingeweht wurde (Cech & Kilian 1967, Kilian 1974).

Ähnliches gilt für eine in alpinen Hochlagen, insbesondere auf den Karstplateaus vom Hochkönig ostwärts großflächig verbreitete „Leichte Form“ des Kalk-Braunlehms, die von manchen Autoren auch als Braunerden eingestuft wird: Textur sandiger bis schluffiger Lehm, weniger intensive Braunfärbung (Farbwert nicht über 10YR5/4), jedoch ebenfalls polyedrische Struktur und hohe Basensättigung.

Als Ausgangsmaterial sind hier silikatische Sedimente zumindest beteiligt mit einem Mineralbestand, der im Grundgestein nicht enthalten ist. Geländesituation, Textur (Schluffanteil!), Zurundungsgrad und Mineralanalysen, auch schon aus früher Zeit (Leiningen 1915!) legen dabei Ferntransport aus den kristallinen Zentralalpen nahe.

Auf manchen Karsthochflächen, z.B. auf der Rax und am Dachstein vorkommende „Augsteinsande“, Sedimentreste von alttertiären Flusssystemen aus den Zentralalpen, könnten allenfalls zu einem sehr geringen Teil an der Bodenbildung beteiligt sein. Sicherlich ist auch Lösungsrückstand aus dem carbonatischen Gestein beteiligt. Zumindest reicht der Einfluss für die hohe Basensättigung und stabile Struktur des Mineralbodens aus.

Klassischer schwerer, intensiv gefärbter Kalkbraunlehm ist in alpinen Lagen eher seltener. Vom Dachstein beschriebene Vorkommen mit teilweiser diskordanter Überlagerung (Abb. 2) mit Moränenmaterial belegen deren zumindest präholozänes Alter.

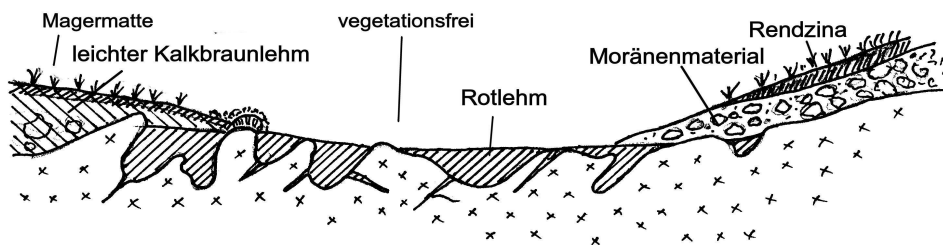
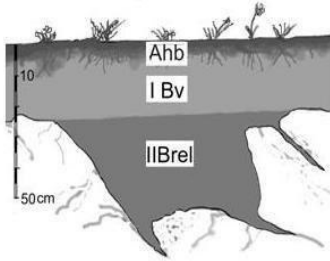


Abbildung 2: Kalk-Rotlehm-Vorkommen am Dachstein, W Kumpfling, (1770m). Kilian (1959)

Stockwerkprofile aus Leichtem Kalkbraunlehm über schwerem, reliktem Braun- oder Rotlehm sind vom Dachstein (Abb. 3, Kilian 1959) und von der Rax (Solar 1960) belegt; die obere „leichte“ Form enthält das beschriebene bunte silikatische Mineralspektrum, die unterlie-

gende Schicht hingegen außer Ton nur Spongiennadeln und Eisenkonkretionen, entsprechend den nichtcarbonatischen Bestandteilen des Grundgesteins.



Ahb 10YR 3/2 h uL blr ü,
I Bv 10YR 5/4 bls; Quarz, Muskovit, Chlorit
 Hornblende, Zirkon, Granat, Plagiokl.
II Brel 5YR 5/5, bls; Fe-Konkr., Spongien

	T	U	S	pH
I Bv	24	74	1	5,2
II Brel	49	51	0	5,6

Abbildung 3: Stockwerkprofil mit „leichtem“ Kalkbraunlehm über Kalkrotlehm. Dachstein, Hirzkar, (1750m). Verändert nach Kilian 1959.

4. Bodensequenzen als Beispiele

4.1. Kalkalpen

Abb. 4 veranschaulicht einen idealisierten Querschnitt der Kalkalpen mit der Bodenabfolge tiefer bis mittlerer Höhenlagen (kollin - montane Stufe), Abb. 5 jene der Hochlagen. Rendzina und Kalklehme beherrschen die Bodenlandschaft der Kalkalpen.

Die räumliche Verteilung folgt dem Relief: An steilen Abtragungslagen überwiegt die Rendzina, auf Altlandschaftsresten, besonders auf den Karsthochflächen und an Unterhängen liegt Kalk- Braunlehm.

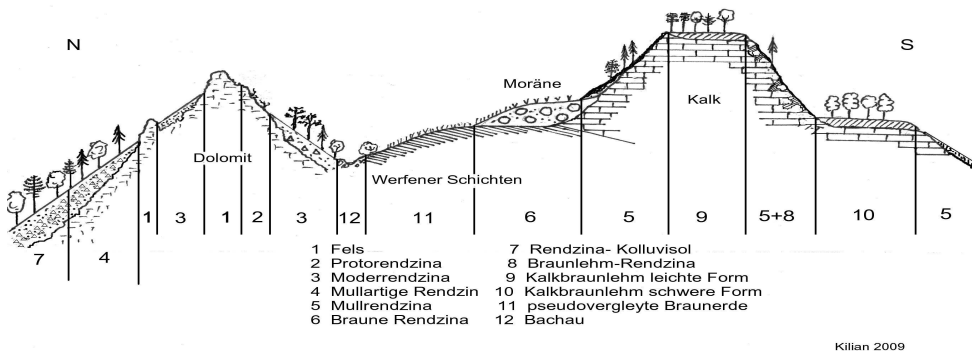


Abbildung 4: idealisierte Bodensequenz in den Nördlichen Kalkalpen – mittlere Lagen.

Daneben bilden Lockersedimente wie Hangschuttdecken und solifluidale Deckschichten, oft mehrere Generationen übereinander, ein heterogenes Ausgangsmaterial für sonstige Bodenbildungen.

Die Formen der Rendzina reichen von seichtgründigen Initialstadien (Protorendzina) auf exponierten Hängen und Rücken über Moderrendzina v.a. an Sonnhängen und auf Dolomit bis zur tiefgründigen, Mullrendzina, welche an frischen, schattseitigen Unterhängen und in Schluchten beste Standorte bildet. Der Schwerpunkt der Mullrendzina liegt im montanen Laubwald.

In den Hochlagen finden wir die alpinen Formen in der bereits beschriebenen mikroreliefbetonten Sequenz.

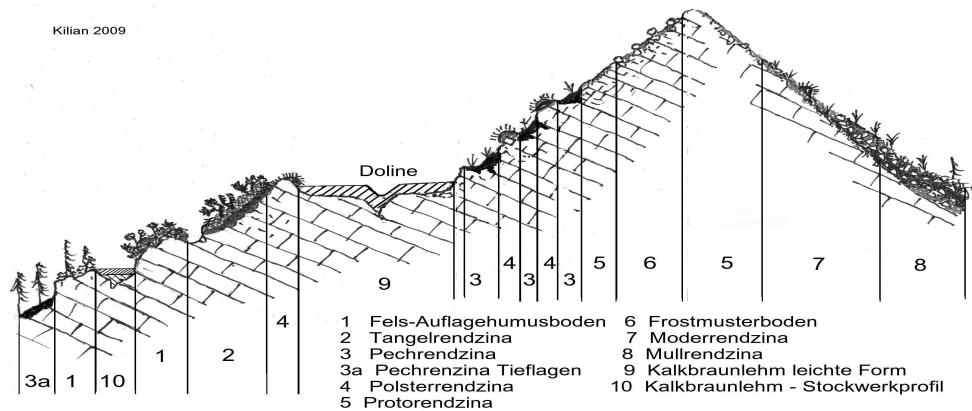


Abbildung 5: Idealisierte Bodensequenz in den Nördlichen Kalkalpen – Hochlagen.

4.2. Silikat

Die Höhengradienten von Niederschlag, Schneedecke und Temperatur lassen eine Catena von Braunerde in der Niederung über Semipodsol zum Podsol in Hochlagen - zumindest bis zur Baumgrenze - erwarten. Tatsächlich ist eine solche erkennbar, wobei auf vergleichbarem Substrat die Höhengrenzen dem Gradienten der zonalen Humidität entsprechend von Osten nach Westen und von den Innenalpen zu den Randalpen hin absinken. Allerdings ist diese Abfolge durch die schon erwähnte reliefbedingte Störung der Bodenentwicklung nicht immer deutlich. Semipodsol ist einer der verbreitetsten Böden auf Silikatgestein.

Dessen oft 100cm und mehr mächtigem Bs- Horizont steht kaum ein merklicher Eluvialhorizont gegenüber, der als ausreichende Quelle der mobilen Fe- Oxide in Frage käme.

Es ist bisher nicht ausreichend untersucht ob und inwieweit es sich dabei nicht um gekappte alte Podsole handelt. Auch manche Braunerde wird als Rest eines erodierten Podsols diskutiert, wobei auch dem Nutzungswandel Bedeutung zukommt. In diesem Zusammenhang sei auf die verbreitet zwischen Ah- und Ae- bzw. E- Horizont gefundenen Holzkohlereste verwiesen (Neuwinger & Czell 1961). Das Beispiel in Abb 6 ist ein konkreter Transekt von seinerzeit zur Messung von Luftschadstoffen eingerichteten Beobachtungsflächen. Die schematischen Bodenprofile entsprechen den Profilbeschreibungen von Majer (in: Glattes et al 1985).

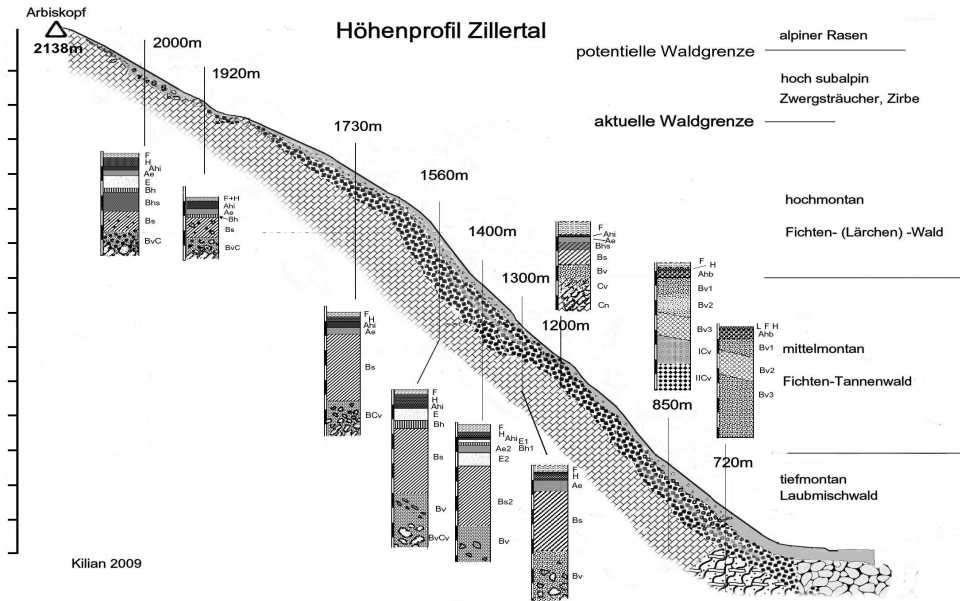


Abbildung 6: Bodensequenz entlang eines Transektes von Beobachtungsflächen des BFW im Zillertal

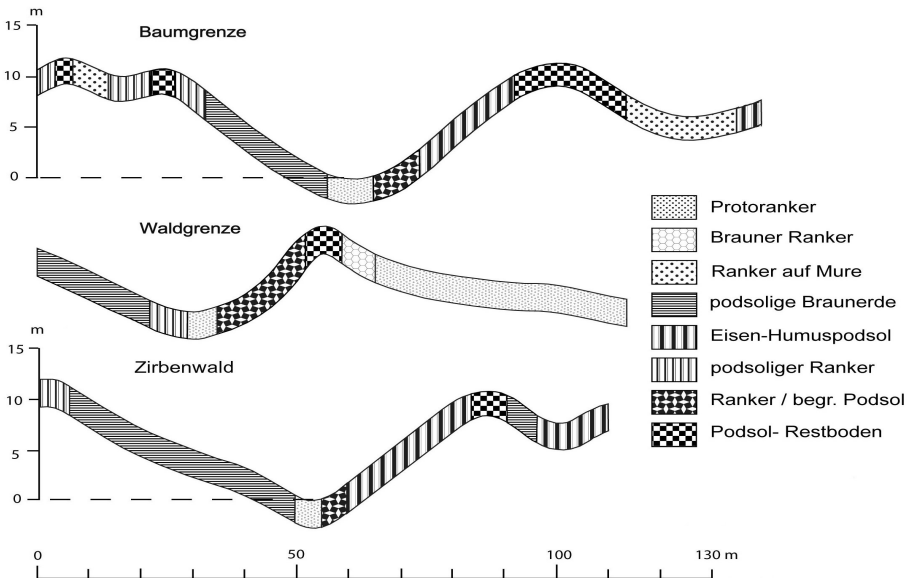


Abbildung 7: Bodensequenz im Kleinrelief bei der Station Obergurgel. Verändert nach Neuwinger & Czell 1961.

Die Querprofile in Abb 7 stammen aus dem Raum Obergurgl von einer Kartierung von Neuwinger (Neuwinger & Czell 1961) und zeigen das kleinsträumige reliefabhängige Verteilungsmuster der Böden in Hochlagen (Die Querprofile erstrecken sich über kaum mehr als 100m!).

5. Literaturverzeichnis

Aulitzky, H. (1961): Die Bodentemperaturen in der Kampfzone oberhalb der Waldgrenze und im subalpinen Zirben-Lärchenwald. - Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt; 59, Wien. S. 153-208

Blaser, P., Zimmermann, S., Luster, J., Walthert, L. & Lüscher, P. (2005): Waldböden der Schweiz. Band 2. Regionen Alpen und Alpensüdseite. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Bern, Hep Verlag. 920 S.

Blum, W.E.H. (2006): Froststrukturböden im Tennengebirge/ Land Salzburg. Mitt. Österr. Bodenkdl. Ges, 73; Wien. pp 133 – 143

Cech, O. & Kilian W. (1967): Untersuchungen von Boden und Vegetation seit 1886 im Bereich der Hierlatzalm. Beitr. z. alpinen Karstforschung, 19, Wien. 41 S.

Fritz, P. (1976): Gesteinsbedingte Standorts- und Formen-Differenzierung rezenter Periglazialerscheinungen in den Ostalpen. Mitt. Österr. Geogr. Ges. 118 (1), 237-273.

Franz, H. (1979): Ökologie der Hochgebirge. 495 Seiten, Verl. E. Ulmer, Stuttgart.

Franz, H. & Solar F. (1961): Die Hochalpenexkursion – Das Raxplateau und seine Böden. Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 6, S. 61-101, Wien.

Glattes F., Smidt St., Drescher A., Majer Ch. & Mutsch F. (1985): Höhenprofil Zillertal. Untersuchung einiger Parameter zur Ursachenfindung von Waldschäden. FBVA-Berichte, Wien (9): 81 S

Gruber, F. (1980): Die Verstaubung der Hochgebirgsböden im Glocknergebiet. Veröff. D. Österr. MaB-Hochgebirgsprogr. Hohe Tauern, 3 s. 338-349, Innsbruck.

Häberli, W.(1983): Permafrost-glacier relationships in the Swiss Alps – today and in the past – Proceedings of 4th Intern. Conference on Permafrost. Permafrost, 415-420

Kilian, W. (1959): Vorschlag zu einer Karststandsaufnahme. Diss. Hochschule f. Bodenkultur, Wien.

Kilian, W. (1974): Rezente Bodenbildungen auf Dachsteinkalk. Transactions of 10th Int. Congr. of. Soil Science, 6 (2), Moscow; pp 340-346.

Kilian, W., Müller, F. & Starlinger, F. (1994): Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. FBVA-Berichte 82, Wien; 62 S.

Leiningen, W. Graf zu (1915): Über die Einflüsse der äolischen Zufuhr auf die Bodenbildung. Mitt. Geol. Ges., Wien

Mayer, H. (1974): Wälder des Ostalpenraumes. G. Fischer, Stuttgart. 344 S.

- Morgen, A. (1957): Die Besonnung und ihre Verminderung durch Horizontbegrenzung. Veröff. Meteor. Hydrol. Dienst DDR Nr 12.
- Nestroy, O. (1995): Ergebnisse bodenökologischer Studien im Raume Obertauern (Radstädter Tauernpaß, Land Salzburg). Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 51, S. 5-63, Wien.
- Nestroy, O. (2001): Obertauern – ein vom Menschen überprägter Hochgebirgsraum. (Exkursion N1). Mitt. d. Öster. Bdkdl. Ges. H 63, Wien
- Nestroy, O. (2008): Soil Formation in the mountains with special considerations of the Climatic and Topographic conditions. Excursion 8A in: Excursion Guide to the Eurosoil-Congress ECSSS in Vienna2008.
- Neuwinger, I. (1963): Beziehungen zwischen Relief, Pflanzendecke und Boden an der Obergrenze des Zirbenwald- Gürtels. Ber. nat. med. Verein Innsbruck, 53, pp 143-156
- Neuwinger, I. (1965): Die Vegetations- und Bodenaufnahme als Beitrag zur Abgrenzung von Standortseinheiten. - Mitt. Forstl Bundesvers.Anst, 66, Wien: 129ff
- Neuwinger, I. & Czell A. (1961): Böden der Tiroler Zentralalpen. - Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt; Wien : Bd 59, S. 371-410.
- Ozenda, P. (1988): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. Übers. a.d. Frz von H Mayer und A. Zirnig. G. Fischer, Stuttgart, New York. S 32 ff.
- Solar, F.(1960): Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitt. Österr. Bodenkdl. Ges, H 8; Wien.72 S.
- Stelzer, F. (1962): Frostwechsel und Zone maximaler Verwitterung in den Alpen. Wetter und Leben 14.
- Stöhr, D (2007): Soils – Heterogeneous at a microscale. In: G. Wieser and M Tausz (Hrsg.): Trees at their Upper Limit'S 37 -55. Springer Berlin
- Turner, H. & Tranquillini W. (1961): Die Strahlungsverhältnisse und ihr Einfluss auf die Photosynthese der Pflanzen. - Mitteilungen der Forstlichen Bundes-Versuchsanstalt; 59. Wien: S. 69-103
- Veit, H. (2002): Die Alpen; Geoökologie und Landschaftsentwicklung. Ulmer, Stuttgart
- Von der Mühlh, D. M Hoelzle & St Wagner (1994): Permafrost in den Alpen. Geowiss. 12, 149-153
- Zöttl, H. (1965): Zur Entwicklung der Rendsinen in der subalpinen Stufe. II. Chem.-biolog. Dynamik, Z.f. Pflanzenern., Düngung, Bodenkunde, 110, S. 115-126, Weinheim.

EIGENSCHAFTEN UND MERKMALE VON ALMBÖDEN

Andreas BOHNER

Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38,
A-8952 Irdning

1. Zusammenfassung

Almböden haben in Österreich zumindest flächenmäßig eine relativ große Bedeutung. Es sind großteils relativ naturnahe Böden. Sie weisen im A-Horizont meist sehr hohe Humusgehalte auf. Damit verbunden sind ein großes Bodenwasserspeichervermögen, eine vorwiegend pH-abhängige Kationenaustauschkapazität und hohe Gesamtgehalte an Stickstoff und Schwefel.

Den großen Stickstoff-Reserven im Humus stehen allerdings nur sehr geringe Mengen an tatsächlich pflanzenverfügbarem Stickstoff gegenüber. Nicht die Stickstoff-Menge im Boden, sondern die niedrigen durchschnittlichen Bodentemperaturen und die kurze Vegetationsperiode sind daher in der Almregion die wichtigsten ertragsbegrenzenden Faktoren.

Stark versauerte Almböden weisen im A-Horizont einen relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie einen komplementären relativen Erdalkali-Mangel auf. Die daraus resultierenden Konsequenzen für die floristische Zusammensetzung der Vegetation, die Bodenqualität und Almdüngung werden diskutiert.

1.1. Summary

Soils of mountain pastures are widely distributed throughout the Austrian Alps. Most of these soils are characterized by a relatively high degree of naturalness and they are commonly humus-rich in the A horizon.

The humus accumulation is associated with a high water-holding capacity, a markedly pH-dependent cation exchange capacity and a high content of total nitrogen and sulphur. Almost 100% of the total nitrogen is present in the form of organic nitrogen. The large organic pool of nitrogen is not directly available to plants.

Therefore, in mountainous regions not the nitrogen content in the soil, but the low mean soil temperatures and short growing season are the major limiting factors affecting yield and forage quality.

Very acidic topsoils of unfertilized mountain pastures are characterized by a relative excess of alkali and sesquioxid ions and by a complementary lack of earth-alkali ions. Practical implications from these observations for the species composition of the vegetation, soil quality and fertilizer application are discussed.

3.2. Einleitung

Almen und Bergmäher nehmen in Österreich eine Fläche von rund 469.012ha ein (Grüner Bericht 2009). Dies entspricht 6% der Gesamtfläche Österreichs oder 17% der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Almböden haben somit in Österreich zumindest flächenmäßig eine relativ große Bedeutung.

In der Almregion ist in der Regel die Temperatur der limitierende Standortfaktor (Solar & Lichtenegger 1981). Bei einem weiteren Temperaturanstieg auf Grund des globalen Klimawandels (Kromp-Korb & Formayer 2005) dürfte sich daher die Artenzusammensetzung der Almvegetation allmählich verändern. Dies könnte zu einem höheren landwirtschaftlich nutzbaren Ertrag, zu einem verstärkten Almauftrieb der einzelnen Tiergattungen und zu einer längeren Alpnungsperiode führen. Die Produktionsfunktion der Almböden wird daher bei geeigneten sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen vermutlich an Bedeutung gewinnen.

Die Almflächen werden vorwiegend extensiv beweidet und meist nur im unmittelbaren Bereich der Almhütten oder Almställe (Almanger) regelmäßig gedüngt. Lediglich die hüttennahen Flächen, die unmittelbare Umgebung von Viehtränken und der bevorzugte Lagerbereich der Weidetiere sind häufig überweidet.

Almböden können daher großteils als relativ naturnahe Böden betrachtet werden. Sie sind durch eine natürliche Horizontfolge und einen weitgehend standortgemäßen Stoffhaushalt charakterisiert. Über Almböden gibt es – im Vergleich zu Acker- und Waldböden – relativ wenig publizierte Untersuchungen.

In dieser Arbeit wurde daher der Versuch unternommen, anhand der vorliegenden Literatur und eigener Untersuchungsergebnisse einen Überblick über die Eigenschaften und Merkmale von Almböden zu geben. Aus den Untersuchungsergebnissen werden außerdem praxisrelevante Empfehlungen zur optimalen Almdüngung abgeleitet.

3. Eigenschaften und Merkmale von Almböden

3.1. Bodentypen

Ein engräumiger Wechsel der Bodentypen ist charakteristisch für viele Almregionen. Ursache hierfür sind meist kleinräumige Relief- oder geologische Substratunterschiede. Die vorherrschenden Bodentypen in der Almregion sind – nach der Österreichischen Bodensystematik 2000 (Nestroy et al. 2000) – Rendzinen, Kalklehm-Rendzinen, Pararendzinen, Ranker, Braunerden, Kalkbraunlehme und Haftnässe-Pseudogleye (Alpine Pseudogleye). Auch erdige Terra Fusca und Pseudorendzinen im Sinne von Solar (1964) sind in den Kalkalpen weit verbreitet. Insbesondere bodenskelettarme Braunerden und Kalkbraunlehme sind in kühlen, niederschlagsreichen Almregionen oder schneereichen Lagen häufig krumenpseudovergleyt. Die Krumen-Pseudovergleyung ist makromorphologisch vor allem durch Roströhren im Oberboden erkennbar.

Die Krumenwechselfeuchtigkeit resultiert primär aus einer länger andauernden nivigenen Staunässe; sie kann aber auch Folge einer weidebedingten Verdichtung des Oberbodens sein. Haftnässe-Pseudogleye kommen bevorzugt in der subalpinen und alpinen Höhenstufe vor. Sie zeigen überaus schneereiche Standorte an, daher ist die nivigene Nassbleichung im Oberboden besonders ausgeprägt.

3.2. Humusformen, Bodenstruktur und Bodenwasserhaushalt

Die Almvegetation liefert vorwiegend eine relativ leicht zersetzbare Streu. Deswegen und auf Grund der vergleichsweise stärkeren Bodenerwärmung und der daraus resultierenden höheren Aktivität der Bodenorganismen erfolgt die Streuzersetzung relativ rasch. Daher kommt es bei den Almböden – im Gegensatz zu den Böden unter Zwergstrauchheiden, Latschengebüsch oder Wald – zu keiner bedeutenden Anreicherung von Auflagehumus.

Als Humusformen treten überwiegend Mull, Feucht-Mull, mullartiger Moder, mullartiger Feucht-Moder und Pechmoder auf. Letzterer ist vor allem in der subalpinen und alpinen Stufe der Kalkalpen anzutreffen.

Die Bodenstruktur wird von vielen Faktoren beeinflusst; für Almböden sind vor allem Bodenart, Staunässeinfluss, Zusammensetzung des Kationenbelages, Aktivität der Bodenorganismen und mechanische Druckbelastung relevant. Im A-Horizont der Almböden überwiegt – je nach Ausprägung der einzelnen Faktoren – die krümelige, körnige oder plattige Bodenstruktur. Ein hoher Schluff- oder Feinsandgehalt, intensive Staunässe, starke Almbeweidung oder ein säurebedingter hoher Alkali-Anteil am Kationenbelag führen sehr häufig zu einer plattigen Struktur im Oberboden.

Der Bodenwasserhaushalt ist unter dem Einfluss des kühlen, niederschlag- und schneereichen Gebirgsklimas meist frisch (gut mit Wasser versorgt) oder krumenwechselfeucht. Die hohen Niederschlagsmengen und niedrigen Lufttemperaturen während des ganzen Jahres können das geringe Wasserspeichervermögen der seichtgründigen, sand- und bodenskelettreichen Almböden teilweise kompensieren, sodass halbtrockene Standorte vor allem in höheren Almregionen und auf der Luvseite der Alpen eher selten sind.

3.3. Stoffhaushalt

Almböden sind im A-Horizont meist sehr humusreich. Die C_{org} -Gehalte von 42 wurzelfreien Bodenproben schwanken in einem weiten Bereich, der Median beträgt 8,5% (Tabelle 1). Bei den untersuchten Almböden besteht zwischen dem Humusgehalt und ihrem pH-Wert keine Beziehung. Sowohl saure als auch neutrale oder alkalische Almböden können im A-Horizont besonders humusreich sein. Mit der Seehöhe (1340 bis 2160m) wurde ebenfalls kein Zusammenhang festgestellt. Almböden enthalten in den obersten 10cm im Mittel etwa 99.000kg C_{org} pro Hektar (Tabelle 2) und sind somit bedeutende Speicher von organischem Kohlenstoff. Für den Humusreichtum im A-Horizont sind mehrere Faktoren verantwortlich.

Die Humusakkumulation ist zunächst einmal eine Folge der langsamen Mineralisierung der organischen Substanz. Ursache hierfür sind die ungünstigen Lebensbedingungen der Bodenorganismen in der Almregion (niedrige durchschnittliche Bodentemperaturen, lang anhaltende Staunässe und damit verbunden Sauerstoffmangel insbesondere im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze oder während einer längeren Regenperiode, selektiver Nährstoffmangel). Bei geringer Aktivität der Bodenorganismen entstehen infolge mangelnder Vermischung des Bodenmaterials durch Bodentiere nicht nur scharfe und deutliche Horizontgrenzen, auch die Humusanreicherung im A-Horizont wird durch einen geringeren „Verdünnungseffekt“ begünstigt. Hinzu kommt, dass die Almvegetation in der Regel eine sehr große unterirdische Phytomasse aufweist. Sie beträgt 150 bis über 200dt pro Hektar (Bohner 1998).

Dies entspricht einer Kohlenstoff-Speicherung von 6.900 bis über 9.200kg C pro Hektar in der Wurzelmasse oder mindestens 7% der mittleren organischen Kohlenstoff-Vorräte von Almböden in 0-10cm Bodentiefe. Außerdem nimmt die Durchwurzelungstiefe des Bodens von der planaren bis in die alpine Höhenstufe ständig ab und die Durchwurzelung des Oberbodens zu „(Kutschera 1981)“. Deshalb ist in den Almböden in den obersten 5cm häufig ein Wurzelfilz ausgebildet und 80-93% der unterirdischen Phytomasse sind in 0-10cm Bodentiefe anzutreffen (Bohner 1998).

Nachdem über die abgestorbenen Wurzeln und die organischen Ausscheidungen der lebenden Pflanzenwurzeln besonders hohe Kohlenstoff-Mengen in den Almböden gelangen (Hitz et al. 2001, Bohner 2005), bewirkt die starke Konzentrierung der großen unterirdischen Phytomasse auf den Oberboden gleichzeitig auch hohe Humusgehalte im A-Horizont der Almböden (Lichtenegger 1997). Die temperaturbedingte Abnahme des Wurzeltiefanges mit steigender Seehöhe führt außerdem zu einer Verminderung der Ausnützung der Nährstoffvorräte im Unterboden (Lichtenegger 1997) und begünstigt die Nährstoffauswaschung mit dem Sickerwasser.

Tabelle 1: Humus-Kennwerte (A-Horizont, 0-10cm Bodentiefe, wurzelfreies Bodenmaterial) von ungedüngten (schwach gedüngten) Almböden

n = 42	%			C _{org} : N _{tot}	C _{org} : S _{tot}	N _{tot} : S _{tot}
	C _{org}	N _{tot}	S _{tot}			
Minimum	2,71	0,21	0,02	9,57	63,22	4,19
Maximum	19,67	1,63	0,27	20,36	195,75	12,00
Arithmetischer Mittelwert	9,93	0,72	0,09	14,03	114,30	8,23
Median	8,50	0,61	0,08	13,32	110,50	7,86

Tabelle 2: Vorräte an organischem Kohlenstoff, Stickstoff und Schwefel (A-Horizont, 0-10cm Bodentiefe) in ungedüngten (schwach gedüngten) Almböden*

n = 42	kg ha ⁻¹		
	C _{org}	N _{tot}	S _{tot}
Minimum	27100	2100	200
Maximum	196700	16300	2700
Arithmetischer Mittelwert	99300	7200	900
Median	85000	6100	800

* Annahme: Lagerungsdichte = 1 g cm⁻³

Im A-Horizont von Almböden nehmen mit steigendem Humusgehalt sowohl die Wasserspeicherkapazität als auch die Gesamtgehalte an Stickstoff und Schwefel zu (Bohner 2005).

Das Wasserspeichervermögen der Almböden hängt somit entscheidend von deren Gründigkeit, Humusgehalt, Bodenart und Grobskelettgehalt ab. Die Gesamtgehalte an Stickstoff und Schwefel betragen im Mittel 0,72 bzw. 0,09% (Tabelle 1). Die Streuung der Einzelwerte ist allerdings relativ groß.

Ein Stickstoff-Gesamtgehalt von 0,7% entspricht üblichen Werten von Böden unter Wirtschaftsgrünland. Die Vorräte an Stickstoff und Schwefel machen in den obersten 10cm durchschnittlich etwa 7.200kg N_{tot} und 900kg S_{tot} pro Hektar aus (Tabelle 2).

Der Stickstoff liegt im A-Horizont von ungedüngten oder nur sehr schwach gedüngten Almböden beinahe zu 100% als organisch gebundener Stickstoff vor (Bohner 1998). Viele Almböden haben nur einen hohen Gehalt an potenziell mineralisierbarem Stickstoff (Tabelle 3). Den großen Stickstoff-Reserven im Humus stehen somit überaus geringe Mengen an tatsächlich pflanzenverfügbarem (mineralischem) Stickstoff gegenüber.

Nicht die Stickstoff-Menge im Boden, sondern die niedrigen durchschnittlichen Bodentemperaturen und die kurze Vegetationsperiode sind daher in der Almregion die primär ertragsbegrenzenden Faktoren (vgl. Solar & Lichtenegger 1981, Körner 2003). In den ungedüngten oder nur sehr schwach gedüngten Almböden betragen im A-Horizont die C_{org}:N_{tot}, C_{org}:S_{tot} und N_{tot}:S_{tot}-Verhältnisse im Mittel 14, 114 und 8 (Tabelle 1).

Die Schwankungsbreite der einzelnen Quotienten ist allerdings relativ groß. Es besteht eine schwache Tendenz zu engeren C:N- und C:S-Verhältnissen bei höheren pH-Werten (Bohner 2005). Zwischen dem Humusgehalt und den C:N- und C:S-Verhältnissen konnte keine Beziehung festgestellt werden (Bohner 2005). C:N-Quotienten von 12-14 sind typisch für wenig produktive Gebirgsböden (Körner 2003).

Tabelle 3: Ausgewählte Bodenkennwerte (A-Horizont, 0-10cm Bodentiefe) von ungedüngten (schwach gedüngten) Almböden

	mg kg ⁻¹			mg kg ⁻¹ 7d ⁻¹
	CAL-P	CAL-K	H ₂ O-P	nachl. N
Minimum	4	25	2	32
Maximum	227	683	64	467
Arithmetischer Mittelwert	29	124	11	226
Median	18	89	7	235
n	139	122	82	80

Im A-Horizont von Almböden mit niedrigem Tongehalt steigt die effektive Kationenaustauschkapazität mit zunehmendem Humusgehalt in Abhängigkeit von der Bodenreaktion mehr oder weniger deutlich an (Abbildung 1).

Allerdings besitzen die Almböden im A-Horizont wegen des hohen Humusgehaltes vorwiegend eine pH-abhängige variable Ladung. Daher ist ihre Kationenaustauschkapazität auch sehr wesentlich von der Bodenreaktion abhängig. Mit sinkendem pH-Wert nimmt die effektive Kationenaustauschkapazität stark ab, weil die variable Ladung der organischen Bodensubstanz zunehmend protoniert wird (Abbildung 1,2).

Daher verarmt der Almboden mit zunehmender Bodenversauerung an austauschbar gebundenen kationischen Nährstoffen (insbesondere Kalzium und Magnesium), weshalb die Standortbonität allmählich sinkt. Der natürliche Prozess der Bodenversauerung und Nährstoffverarmung ist in der Almregion wegen der hohen Niederschlags- und Sickerwassermengen besonders ausgeprägt.

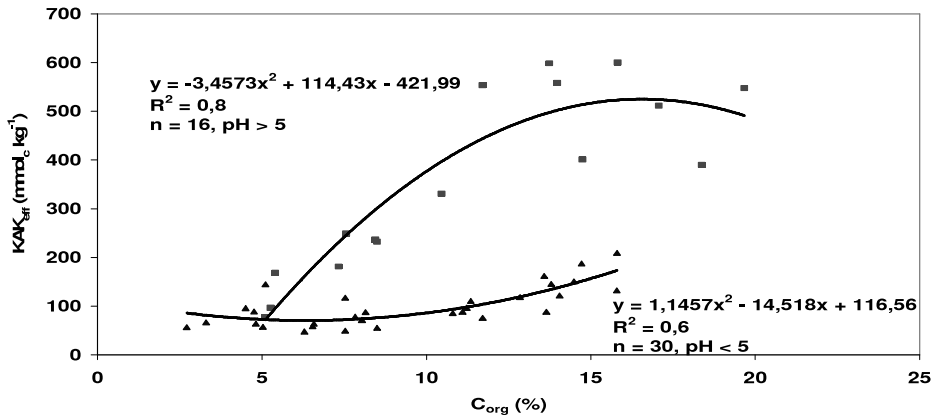


Abbildung 1: Beziehung zwischen C_{org} und effektiver Kationen-austauschkapazität ($BaCl_2$ -Extrakt) für Almböden (A-Horizont, 0-10 cm Bodentiefe) mit pH-Werten ($pH\ CaCl_2$) über 5 und unter 5

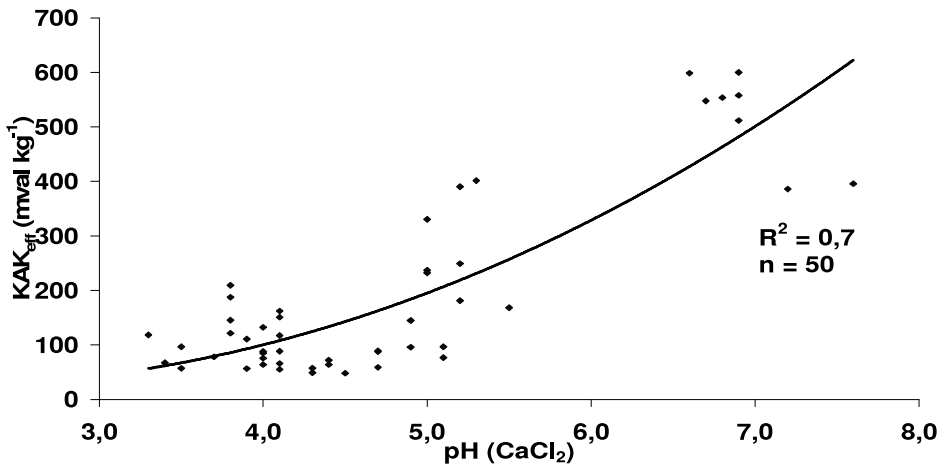


Abbildung 2: Beziehung zwischen pH-Wert und effektiver Kationenaustauschkapazität ($BaCl_2$ -Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

Hohe Humusgehalte im Almböden sind aus almwirtschaftlicher Sicht bewertet eher nachteilig, denn die daraus resultierende große Wasserspeicherkapazität bewirkt eine relativ langsame und geringe Bodenerwärmung sowie eine zeitweise schlechte Bodendurchlüftung. Die Rate der Stickstoff-Mineralisierung ist infolge geringerer mikrobieller Aktivität deutlich reduziert.

Bei geringerem pflanzenverfügbarem Stickstoff-Angebot wird der Graswuchs gehemmt und das Kräuterwachstum gefördert. Deswegen ist die Almvegetation von Natur aus meist ziem-

lich kräuterreich (Ausnahme: stark versauerte Almböden) und höhere Humusgehalte im Almböden wirken aus klimatischen Gründen nicht mehr ertragssteigernd. Die Bonität der Almböden wird maßgeblich von ihren chemischen Eigenschaften bestimmt. In den Abbildungen 3-8 ist die prozentuale Sättigung der Austauscher mit Ca, Mg, K, Mn, Al und Fe in Abhängigkeit vom pH-Wert für den A-Horizont von ungedüngten oder nur sehr schwach gedüngten Almböden dargestellt. Mit sinkendem pH-Wert (pH CaCl₂) nimmt die Ca-Sättigung ab, während die Al-Sättigung insbesondere unterhalb pH 4.2 (Aluminium-Pufferbereich) und die Fe-Sättigung etwa unterhalb pH 3.8 (Aluminium-Eisen-Pufferbereich) stark ansteigen. Auch die K-Sättigung nimmt leicht zu.

Daher verengt sich mit zunehmender Bodenversauerung vor allem das Ca:K- und Ca:Al-Verhältnis am Kationenbelag der Almböden und die Basensättigung sinkt. Magnesium und Mangan hingegen weisen sowohl bei extrem niedrigen als auch bei sehr hohen pH-Werten geringe Anteile am Kationenbelag auf. Ein wesentliches Merkmal der ungedüngten, stark versauerten Almböden ist daher ein relativer Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie ein komplementärer relativer Erdalkali-Mangel im Oberboden. Diese „Solodierungsmerkmale“ sind im A-Horizont umso deutlicher ausgeprägt, je stärker der Almboden versauert ist. Damit verbunden sind eine Verschlechterung der Bodenstruktur (häufig Plattengefüge im Oberboden) und ein disharmonisches Nährstoffangebot (selektiver Nährstoffmangel) für Pflanzenwurzeln und Bodenorganismen.

Dieser Säure-induzierte Bonitätsverlust des Almbodens macht sich auch in der Almvegetation bemerkbar. Entsprechend der Bodenreaktion und den damit gekoppelten Bodeneigenschaften existiert eine scharfe Differenzierung der Flora. Auf stark versauerten Almböden im Aluminium- oder Eisen-Pufferbereich (pH CaCl₂: < 4.2) kommen nur ausgesprochen calcifuge Pflanzenarten wie beispielsweise der Bürstling (*Nardus stricta*) vor. Sie ertragen den ausgeprägten Nährstoff- und Säurestress bei stark saurer Bodenreaktion (Bohner 2002).

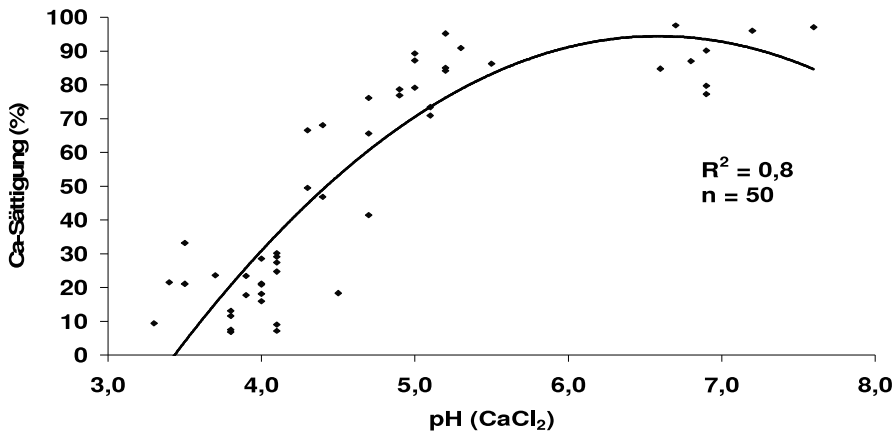


Abbildung 3: Beziehung zwischen pH-Wert und Calcium-Sättigung (BaCl₂-Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

Sowohl die Gehalte an CAL-löslichem Phosphor und Kalium als auch der Gehalt an wasserlöslichem Phosphor schwanken im A-Horizont von ungedüngten oder nur sehr schwach gedüngten Almböden in weiten Grenzen. Der Median beträgt bei 82 bis 139 untersuchten Bodenproben 18mg CAL-P, 89mg CAL-K und 7 mg H₂O-P pro kg Feinboden (Tabelle 3). Der natürliche Gehalt an CAL-löslichem Phosphor dürfte bei terrestrischen Almböden häufig im Bereich von 4-20mg CAL-P pro kg Feinboden liegen. Allerdings können vor allem stark versauerte, hydromorphe Almböden auch sehr hohe CAL- und wasserlösliche Phosphor-Gehalte aufweisen (Tabelle 3).

Durch protolytische Auflösung von Phosphor-haltigen Verbindungen und unter reduzierenden Bedingungen werden Phosphate in beträchtlichem Ausmaß mobilisiert.

Die mineralogische Zusammensetzung des Ausgangssubstrates der Bodenbildung, ihr Verwitterungsgrad, der Tongehalt und die Bodenreaktion haben einen großen Einfluss auf das bodenbürtige Kalium-Nachlieferungsvermögen. Daher weisen ungedüngte, stark versauerte Almböden aus Glimmer- und/oder Feldspat-reichem Gestein sowie tonreiche Almböden nicht selten einen relativ hohen Gehalt an CAL-löslichem Kalium auf. Hohe CAL-lösliche Kalium-Gehalte im A-Horizont von ungedüngten, extensiv genutzten Almböden können aber auch eine Folge der niedrigen Kalium-Entzüge und der daraus resultierenden Bioakkumulation im Oberboden sein.

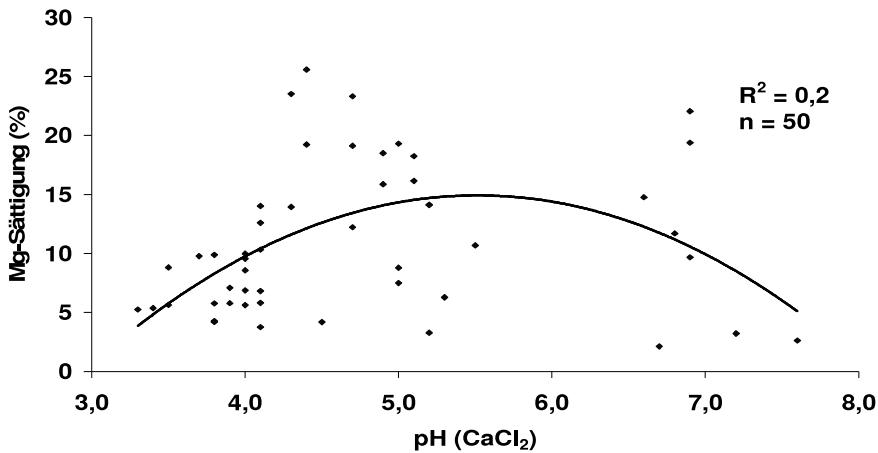


Abbildung 4: Beziehung zwischen pH-Wert und Magnesium-Sättigung (BaCl₂-Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

Der Stoffhaushalt der Almböden wird durch atmosphärischen Stoffeintrag mitbestimmt. Der Eintrag erfolgt in Form von Flugstaub und nasser Deposition. Flugstäube sind im Gebirge ubiquitär (Solar 1964, Franz 1979). Die Sedimentation von rötlich-braunem Saharastaub beispielsweise ist in den Alpen ein ziemlich häufiges Ereignis. Die rezente Flugstaubsedimentation bewirkt eine Mineralstoffzufuhr.

Auf Grund der hohen Niederschlagsmengen im Gebirge kann auch die nasse Deposition für einige Nährstoffe einen wesentlichen Eintragspfad in Almböden darstellen (Bohner

1998). Nur der atmosphärische Stoffeintrag kann die Stabilisierung der Phytomasseproduktion bei starker Bodenversauerung und lang anhaltendem Nährstoffentzug durch Almbeweidung erklären (Solar & Lichtenegger 1981).

4. Praxisrelevante Schlussfolgerungen

Aus almwirtschaftlicher Sicht betrachtet sind stark versauerte Almböden (Böden im Aluminium- oder Eisen-Pufferbereich: pH $\text{CaCl}_2 < 4.2$) ungünstig, denn sie weisen zumindest im Oberboden einen relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss sowie einen komplementären relativen Erdalkali-Mangel auf.

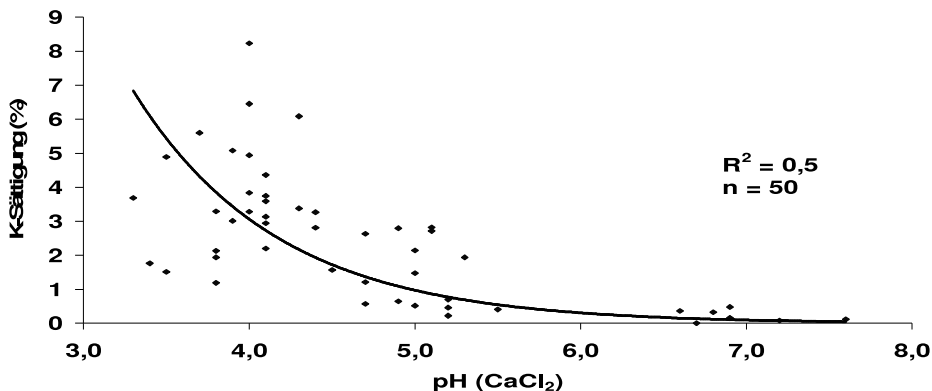


Abbildung 5: Beziehung zwischen pH-Wert und Kalium-Sättigung (BaCl_2 -Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

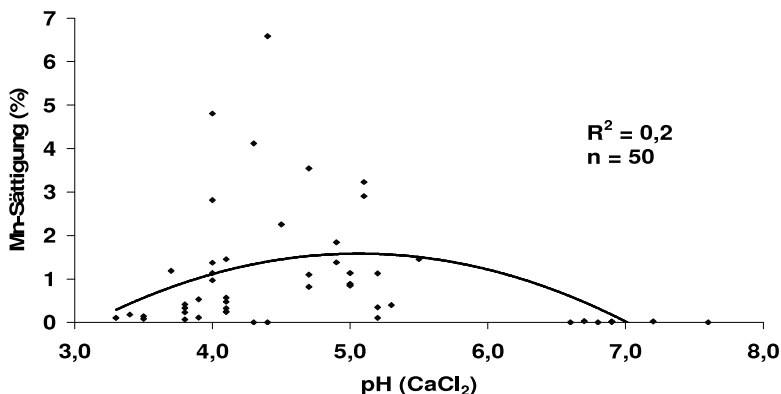


Abbildung 6: Beziehung zwischen pH-Wert und Mangan-Sättigung (BaCl_2 -Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

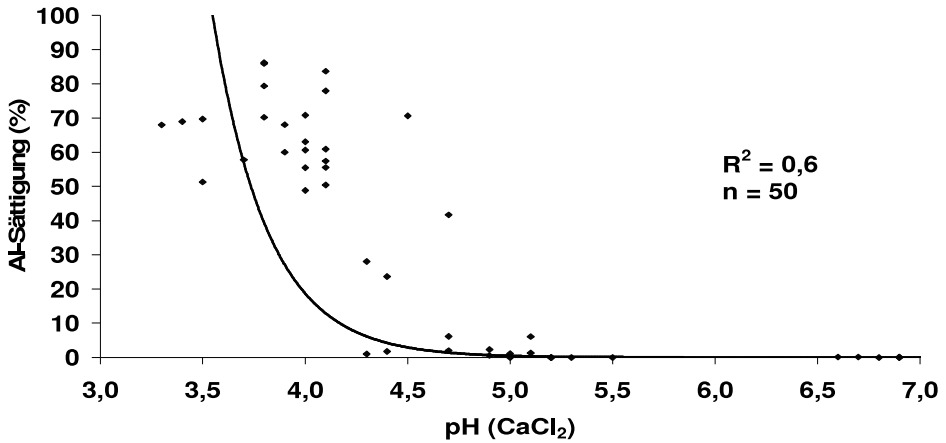


Abbildung 7: Beziehung zwischen pH-Wert und Aluminium-Sättigung (BaCl₂-Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

„Wertvolle“ Futterpflanzen wie beispielsweise Alpen-Rispengras (*Poa alpina*), Gold-Pippau (*Crepis aurea*), Braun-Klee (*Trifolium badium*) oder Rot-Klee (*Trifolium pratense*) fehlen im Pflanzenbestand weitgehend, während vor allem der Bürstling (*Nardus stricta*) bei ausreichenden Lichtverhältnissen einen hohen Deckungsgrad erreichen kann (Bohner 2002).

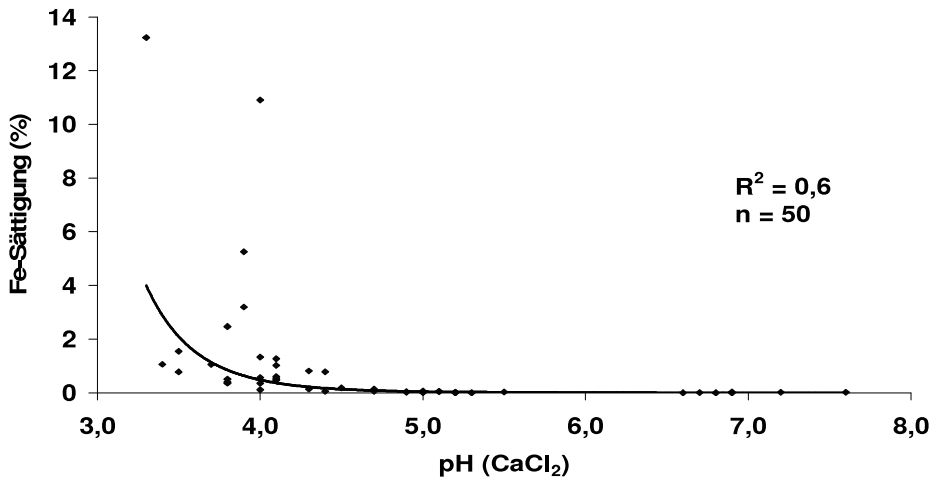


Abbildung 8: Beziehung zwischen pH-Wert und Eisen-Sättigung (BaCl₂-Extrakt) im A-Horizont von Almböden (0-10cm Bodentiefe)

Wenn man ertrags- und kleearme Silikat-Magerrasen auf stärker versauerten Almböden in kleereichere, futterbaulich wertvollere Pflanzenbestände umwandeln will, muss unbedingt Kalk zugeführt werden. Dies ist notwendig, um Säure abzapuffern und den relativen Alkali- und Sesquioxid-Überschuss im Boden abzubauen.

Bei regelmäßiger Kalkzufuhr steigt der pH-Wert (pH CaCl₂) im Oberboden an, die effektive Kationenaustauschkapazität, der Vorrat an austauschbarem Kalzium, die Ca- und Basensättigung nehmen zu. Durch Kalkdüngung (1000kg pro Hektar kohlenaurer Kalk oder kohlenaurer Magnesiumkalk) sollte der pH-Wert im Oberboden allmählich bis in den Silikat-Pufferbereich (pH CaCl₂: 6.2-5.0) angehoben werden. Auf stark versauerten Almböden ist eine Kalium- und Ammonium-betonte Düngung beispielsweise in Form von Rindergülle oder Rinderjauche nicht ratsam.

Dadurch werden der relative Alkali-Überschuss und der komplementäre relative Erdalkali-Mangel im Oberboden weiter erhöht und die Bodenstruktur allmählich destabilisiert. Auf stark versauerten Almböden sind gut verrotteter Stallmist oder Stallmistkompost die mit Abstand besten Dünger.

Durch regelmäßige Düngung mit diesen Wirtschaftsdüngern werden der pH-Wert (pH CaCl₂) und der austauschbare Kalzium-Vorrat im Oberboden allmählich erhöht und der relative Kalium-Überschuss abgebaut.

Dadurch und wegen der gleichzeitigen Zufuhr insbesondere von Stickstoff und Phosphor können Silikat-Magerrasen in ertragreichere und qualitativ wertvollere Pflanzenbestände umgewandelt werden. Entscheidend ist, dass der Wirtschaftsdünger im Frühjahr in geringen Mengen (maximal 10t pro Hektar alle 2 bis 5 Jahre) so fein wie möglich ausgebracht wird.

Der Oberboden sollte bereits abgetrocknet und ausreichend erwärmt sein. Am besten geeignet für eine mäßige Düngung sind schwach geneigte, wärmebegünstigte, südexponierte Hanglagen auf frischen Standorten in der montanen und subalpinen Höhenstufe. Stark wechselfeuchte Standorte, schattige oder besonders schneereiche Lagen sowie ausgeprägte Muldenlagen hingegen sollten wegen der hohen Verunkrautungsgefahr nicht gedüngt werden. Auch Almfächen in der alpinen Höhenstufe (oberhalb der klimatischen Baumgrenze) sind auf Grund der ungünstigen klimatischen Bedingungen nicht düngerwürdig.

3.5. Literaturverzeichnis

Bohner, A., 1998: Almwirtschaft und Gebirgs-Ökosysteme. Diss. BOKU Wien, 169 und 215 S.

Bohner, A., 2002: Ökochemische Stresskennwerte im Boden. Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges., Heft 66, 149-155.

Bohner, A., 2005: Organic matter in alpine grassland soils and its importance to site quality. ALVA-Mitteilungen, Heft 3, 91-98.

Franz, H., 1979: Ökologie der Hochgebirge. Ulmer Verlag, 495 S.

Grüner Bericht, 2009: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien.

- Hitz, Ch., Egli, M. & Fitze, P., 2001: Below-ground and above-ground production of vegetational organic matter along a climosequence in alpine grasslands. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 164, 389-397.
- Körner, Ch., 2003: *Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems.* Springer Verlag, 344 S.
- Kromp-Korb, H. & Formayer, H., 2005: *Schwarzbuch Klimawandel.* Ecwin-Verlag, 222 S.
- Kutschera, L., 1981: Tiefe der Bodendurchwurzelung in Abhängigkeit von Klima und Boden. 3. Sonderheft der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft. Führer zur Exkursion durch das Glocknergebiet und die Karnischen Alpen in Kärnten vom 23. bis 26. September 1981, 45-52.
- Lichtenegger, E., 1997: Wurzeln. Bewurzelung von Pflanzen in verschiedenen Lebensräumen. Spezieller Teil, *Stapfia* 49, 55-331.
- Nestroy, O., Danneberg, O.H., Englisch, M., Gess, A., Hager, H., Herzberger, E., Kilian, W., Nelhieber, P., Pecina, E., Pehamberger, A., Schneider, W. & Wagner, J., 2000: Österreichische Bodensystematik 2000. *Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges.*, Heft 60, 99 S.
- Solar, F., 1964: Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. *Mitt. d. Österr. Bodenk. Ges.*, Heft 8, 71 S.
- Solar, F. & Lichtenegger, E., 1981: Ertragsbildung und Ertragsfaktoren in der alpinen Standortcatena. Möglichkeiten und Grenzen intensiver Grünlandwirtschaft. 3. Sonderheft der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft. Führer zur Exkursion durch das Glocknergebiet und die Karnischen Alpen in Kärnten vom 23. bis 26. September 1981, 166-182.

VORBEREITUNG VON LEICHTEN, SCHWACH GEPUFFERTEN BÖDEN AUF DIE APPLIKATION VON BIOGASGÜLLE

Hans UNTERFRAUNER^a, Walter SOMITSCH^b, Robert PETICZKA^c, Stefan BRAUNEIS^c, und Martina SCHLAIPFER

^a BoWaSan, Liebenauer Hauptstrasse 34/2/3, 8041 Graz

^b IPUS GmbH, Werksgasse 281, 8786 Rottenmann

^c Institut für Geographie und Regionalforschung, Universitätsstrasse 7, 1010 Wien

1. Zusammenfassung

Die Anwendung von Biogasgülle kann die Bodenfruchtbarkeit beeinträchtigen (z.B. Überfrachtung des Sportionskomplexes, Versauerung, Verschlammung). In einem 20 Wochen dauernden Feldversuch wurden mehrere Produkte abgetestet um diese Beeinträchtigungen möglichst gering zu halten. Diese sollen Aggregate stabilisieren, Säuren neutralisieren, gelöstes K adsorbieren sowie Ca und Mg nachliefern. Die Produkte wurden 2 Tage vor der Applikation der Biogasgülle auf die Flächen gestreut. Von den getesteten Varianten zeigte das Produkt P3 eine sehr gute Sofort- und längerfristige Wirkung. Bodenparameter wurden auf einem konstanten Niveau gehalten oder verbessert. Nach dem Betrachtungszeitraum von 20 Wochen ist sogar eine deutlich bessere Situation als der Ausgangszustand festzustellen.

Das Produkt P3 kann in der landwirtschaftlichen Praxis dazu beitragen, dass auf leichten, schwach gepufferten Böden mögliche beeinträchtigende Auswirkungen von Biogasgülle auf Bodeneigenschaften vermindert werden und die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt.

1.1. Summary

In a twenty weeks field trial several product mixtures were tested for their compensation of adverse effects of biogas fermentation residues on soils by support of certain parameters. The test parameters were stabilization of soil aggregates, neutralization of acids and adsorption of soluble potassium.

The test mixture P3 showed very good short- and long-term effects, when applied 2 days before application of the biogas manure. Key soil parameters remained at constant level or were even improved. After the test period of twenty weeks a significant improvement of the soil condition was observed compared to the initial situation.

In agricultural practice the test mixture P3 can contribute to the reduction of adverse effects of biogas manure on the soil characteristics of light, acid soils, and therefore to stabilize soil fertility.

2. Einleitung

Biogasgülle und Gärrückstände, die auf landwirtschaftlichen Flächen zur Nährstoffversorgung von Pflanzen aufgebracht werden, unterliegen den einschlägigen Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien für die Düngung (DMVO, 2007; Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit, 2007). Studien zu möglichen beeinträchtigenden Auswirkungen der Biogasgülle auf biologische, chemische und physikalische Bodeneigenschaften gibt es wenige (z.B. Unterfrauer, 2008; Fachagentur nachwachsender Rohstoffe, 2007, Petz, 2000).

In einem Feldversuch im Herbst 2007 wurden von der Firma BoWaSan die Auswirkungen von Biogasgülle auf Bodenparameter unter besonderer Berücksichtigung des Kaliums untersucht (Unterfrauer, 2008). Dargestellt wurden die Ergebnisse bei der 63. ALVA Tagung 2008 und beim 120. VDLUFA Kongress 2008 (Unterfrauer, 2008).

Aufbauend auf diese Ergebnisse wurde vom Herbst 2008 bis Frühjahr 2009 von BoWaSan in Kooperation mit IPUS ein weiterer Feldversuch durchgeführt. Ziel war die Abtestung von verschiedenen Produkten/Mischungen für die Praxisanwendung die kurz vor der Applikation von Biogasgülle auf einen Boden aufgebracht, die beeinträchtigende Wirkung von Biogasgülle auf bestimmte Bodenparameter vermindern sollen.

Der 1. Feldversuch zeigte Auswirkungen von Biogasgülle auf einem leichten, schwach gepufferten Boden durch:

Förderung der Versauerung durch Mobilisierung von „potentieller Säure“ durch Kalium (K) und Umbau von N Verbindungen in Nitrat.

Überfrachtung des Sorptionskomplexes mit K

Disharmonien zwischen Ca:Mg:K

Zerstörung der Aggregate und Förderung der Verschlammung.

Die zur Anwendung gelangenden Produkte/Mischungen sollen die Aggregate stabilisieren, Säuren neutralisieren und gelöstes K adsorbieren.

3. Material und Methoden

Ein ca. 3,5ha großes gedroschenes Maisfeld (Bezirk Deutschlandsberg) wurde feldbodenkundlich beschrieben und beprobt. Der Bodentyp war eine kalkfreie Lockersedimentbraunerde, die Bodenart lehmiger Sand.

Tabelle 1: Produkte/Produktmischungen, Versuchsvariante

Versuchsvariante	Biogasgülle [m ³ /ha]	Produktkomponenten	Menge gesamt [kg/ha]
P0	-	-	
PB	50	-	
P1	50	nanoporöse Alumosilikate	2000
P2	50	Mischkalk, Magnesit	2000
P3	50	Mischkalk, Magnesit, Gips, nanoporöse Alumosilikate	3200

Die Produkte wurden mit einem Schneckenstreuer auf die Maisstoppel gestreut, 2 Tage später wurde Biogasgülle mittels Schwenkverteiler (Möscha) ausgebracht, die oberflächliche Einarbeitung (ca. 6cm) erfolgte mit einem Grubber. Vor der Applikation, nach 2 Wochen, 17 Wochen und 20 Wochen wurden Bodenproben [0 bis 10cm] gezogen und nach der Methode der „Fraktionierten Analyse“ (ÖNORM S2122-1, 2004) analysiert. Die Stabilität der Aggregate (mod. nach Murer, 1993) und die Verschlammungsneigung (mod. nach Klute, 1986) wurden vom physiographischen Laboratorium der Uni Wien untersucht.

4. Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 2: Einige Inhaltsstoffe und Parameter der ausgebrachten Biogasgülle

Inhaltsstoffe	gelöste Menge [kg/50m ³]	Gesamtgehalt [kg/50m ³]	Parameter
N	(NH ₄ -N) 143	(Nt) 250	pH: 8,5
Ca	3,5	59	eL _{unverdünnt} : 29,1 mS/cm
K	163	163	Wassergehalt: 93%
Mg	0,20	28,7	
PO ₄	4,6	142	

Die Biogasgülle stammt aus einer Anlage die vorwiegend mit Maissilage (~ 75%) und Schweinegülle (~ 25%) gespeist wird. Die Vergärung erfolgt 2 stufig.

In Biogasgülle liegt das Kalium (K) in vollständig gelöster Form vor, die Wirkung ist einem K-Flüssigdünger gleichzusetzen. In Bezug auf den daraus resultierenden Konsequenzen (z.B. Auswaschung) sollte darüber nachgedacht werden, ob die derzeitigen Kriterien zur Festlegung der Applikationsmengen, welche vorwiegend an die N- Fraktionen gekoppelt sind, nicht um den Parameter K erweitert werden sollten.

Die gelösten Inhaltsstoffe der Biogasgülle bewirkten eine Veränderung der Säureparameter des Bodens. Der pH_{KCl} sank auf der Fläche PB von 5,7 auf 5,4. Größer war die pH_{KCl} Abnahme bei der Fläche P1 (von 5,7 auf 5,2). Bei den Flächen mit Vorlage von neutralisierenden Mischungen (P2, P3) wurden der Säureschub abgepuffert und bereits vorhandene Säuren teilweise neutralisiert. Bei der Fläche P3 wurde nach 20 Wochen ein höherer pH_{KCl} Wert als vor der Applikation festgestellt.

Die applizierte Biogasgülle bedingt einen starken Anstieg der K Konzentration in der Bodenlösung (nach 2 Wochen waren noch 80mg/l gelöst). Dies führt dazu, dass an den Austauschern adsorbierte Säure („potentielle Säure“) zum Teil mobilisiert wird (z.B. Fläche PB Abnahme von 47 auf 27%).

Da der Boden ein schwaches Puffersystem besitzt und die freigesetzte Säure nicht neutralisieren kann, steigt die leicht austauschbare Säure an (z.B. Fläche PB von 5,3 auf 17,6) und der pH-Wert sinkt. Die Basensättigung steigt durch das adsorbierte K vorübergehend an.

Ohne Vorlage von neutralisierenden Stoffen wird das Puffersystem stark strapaziert. Es sind weitere Auswirkungen zu erwarten (z.B. Säuredegradation, Zerfall von Tonmineralen, Einschränkung der Mikroorganismenvielfalt).

Nur die Mischung P3 hat bewirkt, dass durch die Biogasgülle die Säureparameter im Boden nicht negativ beeinflusst wurden. Nach dem Betrachtungszeitraum von 20 Wochen ist sogar eine deutlich bessere Situation als der Ausgangszustand festzustellen.

Tabelle 3: Veränderungen von Bodenkennwerten 2, 17 und 20 Wochen nach der Applikation

Beprobung	Fläche	pH H ₂ O	pH KCl	el [mS/cm]	BS [% CECp]	Ca [% CECa]	Mg [% CECa]	K [% CECa]	H [% CECp]	pot S [% CECp]
vor Applik.	P0	7,2	5,7	0,3	49	76	9,4	7,8	5,3	47
2 Wochen nach Applik.	PB	7,7	5,6	1,2	58	55	8,6	9,8	17,6	27
	P1	7,6	5,2	1,3	53	65	9,8	10,8	8,5	40
	P2	7,6	5,6	1,1	58	65	8,2	8,1	14,2	31
	P3	7,9	6,4	2,0	61	72	7,6	8,1	5,5	33
17 Wochen nach Applik.	PB	6,6	5,4	0,6	57	68	10,6	11,2	8,4	37
	P1	6,8	5,5	0,5	62	69	9,2	12,9	6,9	32
	P2	6,9	5,9	0,7	68	72	9,3	11,1	5,6	26
	P3	7,3	5,2	0,7	62	74	8,9	8,7	6,1	32
20 Wochen nach Applik.	PB	6,7	5,4	0,5	46	66	10,3	10,2	12,1	47
	P1	6,4	5,2	0,6	45	69	10,0	11,2	7,7	50
	P2	6,9	5,7	0,7	47	74	9,0	10,2	5,2	50
	P3	7,2	5,8	0,8	56	77	8,1	7,8	5,5	39

eL...elekt. Leitfähigkeit CEC...Cation Exchange Capacity [Index a: aktueller CEC, Index p: potentieller CEC] BS...Basensättigung, pot S...potentielle Säure fett markiert: gleichbleibende oder verbesserte Parameter

Der Sorptionskomplex wurde von K überschwemmt. Auf der Fläche PB bewirkte dies nach 2 Wochen eine Verminderung der Ca Sättigung von > 20%, der Anteil des Mg trat hinter jenem des K zurück. Diese adhoc Veränderung führt zu einer Verschlechterung der Aggregatstabilität und zur Erhöhung der Verschlammungsneigung.

Die Aggregatstabilität sank auf der Fläche PB um ~ 10%, die Flächen P1 und P3 konnten die Degradation weitgehend abfedern. Nach 20 Wochen war die Aggregatstabilität auf der Fläche P3 deutlich besser als auf P0.

Die Verschlammung (Verminderung der Infiltration) wurde durch die dispergierten Kolloide verursacht. Die Unterschiede auf den Flächen sind signifikant. Auf den Flächen mit einer Produktvorlage ist die Infiltrationsrate über 6 Stunden im Schnitt um 15% höher als auf PB. Bei P3 beträgt der Unterschied >30%. Dies bedeutet ein höheres Wasserspeichervermögen, verminderte Erosion, schnelleres Abtrocknen und bessere Befahrbarkeit im Frühjahr.

Werden auf leichten, schwach gepufferte Böden Biogasgülle appliziert, so kann die Vorlage einer Produktmischung zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit beitragen. Bei der Mischung P3 werden gelöstes K adsorbiert, Ca und Mg freigesetzt und mobilisierte Säuren neutralisiert.

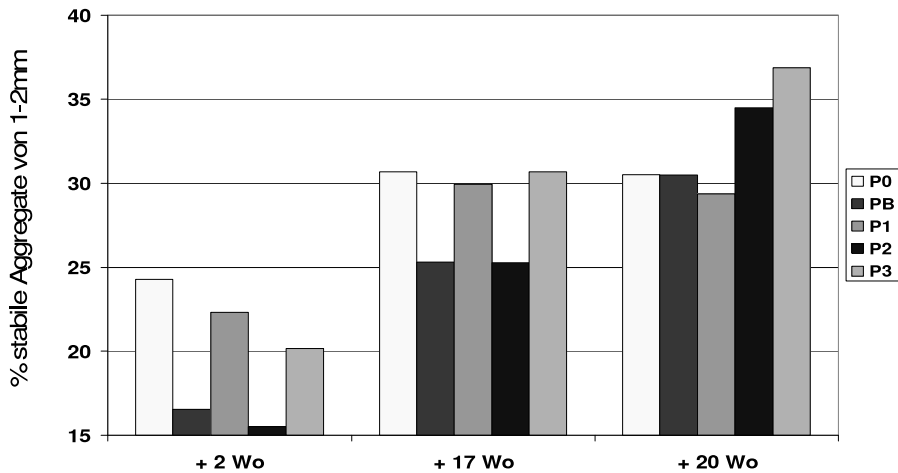


Abbildung 2: Veränderung Aggregatstabilität, 2-17 und 20 Wochen nach Applikation

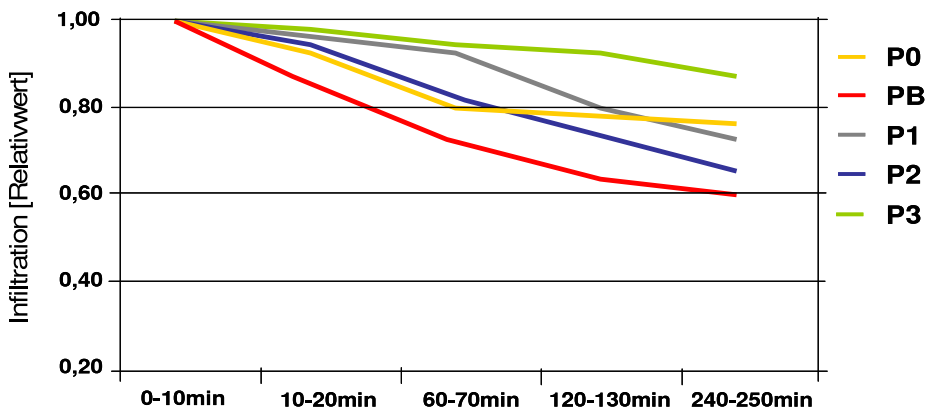


Abbildung 3: Veränderung Infiltration 20 Wochen nach Applikation der Biogasgülle

5. Literaturverzeichnis

Düngemittelverordnung, Bgbl 53/2007 (2007): 53. Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der die Düngemittelverordnung 2004 geändert wird.

Fachagentur nachwachsender Rohstoffe e.V. (2008): Schlussbericht zu dem Verbundprojekt Pflanzenbauliche Verwertung von Gärrückständen aus Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung des Inputssubstrats Energiepflanzen, Projektkoordinator Dipl.-Ing. Karen Sensel, Humboldt-Universität zu Berlin (IASP) Invalidenstr. 42, 10115 Berlin.

Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (2007): Der Sachgerechte Einsatz von Biogasgülle und Gärrückständen im Acker und Grünland 2. Auflage.

Klute and Dirksen (1986): Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. P.687 – 734. In A. Klute (ed.). Methods of soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods. 2nd edition. ASA, Madison, USA.

Murer, E.J, A. Baumgarten, G. Eder, M.H. Gerzabek, E. Kandeler and N. Rampazzo (1993): An improved sieving machine for estimation of soil aggregate stability (SAS) Geoderma.

ÖNORM S2122-1 (2004): Fraktionierte Analyse-Untersuchungsmethoden. Österreichisches Normungsinstitut, Wien.

Petz, W. (2000): Auswirkungen von Biogasgülledüngung auf Bodenfauna und einige Bodeneigenschaften. Im Auftrag der OÖ Landesregierung.

Unterfrauner, H (2008): Auswirkung von Biogasgülle auf Bodenparameter unter besonderer Berücksichtigung des Kaliums (K), 63. ALVA Tagung.

Unterfrauner, H. (2008): Auswirkung von Biogasgülle auf Bodenparameter unter besonderer Berücksichtigung des Kaliums, Posterpräsentation, 120. VLUFKA Kongress Jena.

WALDTYPISIERUNG TIROL –STANDORTSMODELLIERUNG ALS GRUNDLAGE DER NACHHALTIGEN WALDWIRTSCHAFT

Dieter STÖHR, Markus WALLNER und Artur PERLE

Amt der Tiroler Landesregierung Gruppe Forst,
Bürgerstr. 36, 6010 Innsbruck

1. Zusammenfassung

Nachhaltige Waldbewirtschaftung, die alle Potentiale eines Waldstandortes ausschöpft ohne diesen auszubeuten, setzt die Kenntnis der Standortfaktoren voraus. Das Projekt Waldtypisierung, das in Tirol seit dem Jahr 2004 besteht, versucht diese Kenntnisse den Praktikern auf der gesamten Waldfläche Tirols zur Verfügung zu stellen.

Das Verfahren besteht aus einer Kombination von intensiven Geländeerhebungen gefolgt von GIS-Modellierungen auf der Basis ausgewählter Geoparameter. Derzeit stehen die Ergebnisse für ca. 50% der Tiroler Waldfläche zur Verfügung.

1.1. Summary

Sustainable forestry and silviculture is in urgent need for the knowledge of site characteristics. The Tyrolean site survey, which is a combination of intense field work and GIS based modeling of geoparameters, tries to provide foresters and other practitioners with site specific information.

At the moment this site survey is available for at least 50% of the Tyrolean forest area.

2. Ausgangslage

Seit Mitte der 90er Jahre beschäftigt sich der Landesforstdienst Tirol mit Standortkartierungen im Wald. Erstes größeres Projekt war die Standortkartierung im Naturschutzgebiet Karwendel als Grundlage des Naturpflegeplans für dieses walddreiche Natura2000 Schutzgebiet Stöhr et al. (1995).

Dabei hat sich gezeigt, dass die Ergebnisse eine ausgezeichnete Grundlage für die Bewirtschaftung des Schutzgebietes darstellen und Antwort auf viele Fragestellungen ermöglichen, dass die hohen Kosten aber einen Einsatz auf größerer Fläche kaum finanzierbar erscheinen lassen Plettenbacher T., Stöhr D. (1998).

Auf der Suche nach alternativen Methoden wurde gemeinsam mit einem zivilen Planungsbüro (WLM) ein Verfahren erarbeitet, das die Erkenntnisse aus inzwischen mehr als 1.000 Geländeaufnahmen mit einer GIS-basierten Modellierung von Standortstypen (Waldstraten) verknüpft. Das Produkt die Waldtypenkartierung Tirol liegt inzwischen für ca. 50% der Waldfläche Tirols vor. Die Finanzierung dieses, für die künftige Waldbewirtschaftung in Tirol so

wichtigen Projektes wurde über Interreg Förderungsprogramme gemeinsam mit einigen Nachbarländern wie Südtirol, Bayern und Salzburg) durchgeführt.

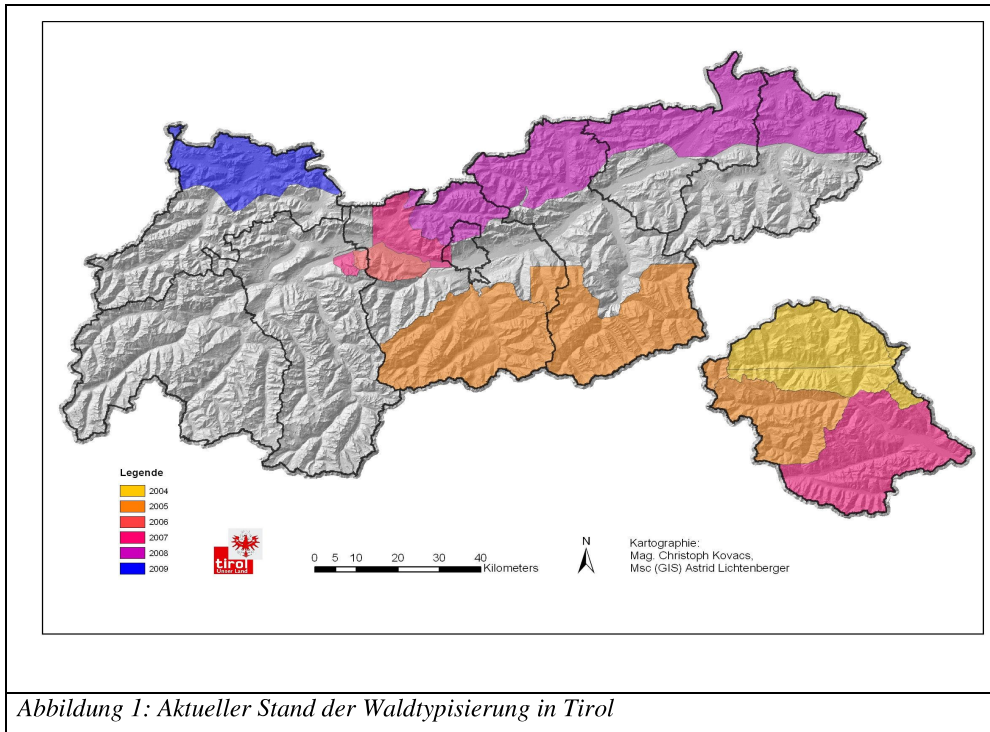


Abbildung 1: Aktueller Stand der Waldtypisierung in Tirol

3. Methodik

Angewandt wird ein kombiniertes Verfahren aus GIS-gestützter Modellierung und Geländestichproben (Stratifizierungsmodell). Die wesentlichen Vorteile des Stratifizierungsmodells zur herkömmlichen Standortkartierung liegen im geringeren Zeitaufwand, den wesentlich geringeren Kosten (10-20%) und der Möglichkeit die Ergebnisse jederzeit zu verbessern, sobald detailliertere Datengrundlagen verfügbar sind. Das Modell ist nachvollziehbar und führt zu einem einheitlichen Ergebnis. Die Einschränkungen bei der Anwendung eines solchen Modells sind die geringe Detailschärfe und die fließenden Übergänge.

3.1. Vorerkundung

In der ersten Phase wird für das Projektgebiet eine Sichtung und Auswertung von in der Literatur bereits vorhandenen Standort- und Vegetationsdaten durchgeführt.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Vorbereitung der Datengrundlagen in geeigneter digitaler Form. Eine erste Vorstratifizierung im GIS auf Basis der vorhandenen Geodaten bildet die Grundlage für die Auswahl der Aufnahmepunkte im Rahmen der Standortserkundung

3.2. Standortserkundung

In der zweiten Phase werden die Waldtypen über Stichproben im Gelände näher beschrieben. Alle Vorbereitungsschritte münden in einer Beprobungsmatrix, um die zu erwartenden Standorte optimal zu erfassen und die Anzahl der notwendigen Standortsaufnahmen gering zu halten. Die Anzahl der notwendigen Aufnahmepunkten richtet sich nach der Heterogenität des Gebietes und den in der Datenbank des Tiroler Landesforstdienstes (SYSSI) bereits vorhandenen Standortsaufnahmen. Im Schnitt werden ca. 250ha Waldfläche mit einer Standortsaufnahme dokumentiert.

Bei den Aufnahmepunkten werden folgende Parameter im Gelände auf koordinativ exakt definierten Stichprobenpunkten erhoben:

Allgemeine Standortdaten: Relief (Makro-, Meso-, Mikrorelief), Hangneigung, Exposition, Seehöhe, Gründigkeit, Geologie, Substrat, Deckschicht, Fels-, Blaiken-, Schuttanteil, Wasserhaushalt, Lokalklima

Boden: Feldbodenkundliche Profilbeschreibungen an Hand eines Bodenprofils und mindestens 3 Einschlügen mit dem Schlagbohrer (Auflagehumushorizonte, Humustyp, Mineralbodenhorizonte, Bodenart, Rost-, Bleichfleckung, Konkretionen, Skelettanteil, Durchwurzelung, pH-Wert). Die Bodentypen werden nach Nestroy et al. (2000) bzw. Kilian et al. (2002) angesprochen.

Vegetation: Fläche 400m², komplette Artenliste (Baumschicht, Strauchschicht, Krautschicht, Mooschicht)

Baumbestand: N-Baumstichprobe (BHD, Höhe, Alter, Qualität), Nutzungen, Verjüngung, Bestandesaufbau, Mischungsform,

In der Regel werden die Aufnahmen von 3 Spezialisten/Innen im jeweiligen Fachbereich gemeinsam durchgeführt.

3.3. Zwischenauswertung

Basis für die Zwischenauswertung bilden:

- die in der Datenbank erfassten Standorts- Vegetations- und Bestandesaufnahmen,
- die Auswertung der pH-Wert Messungen der Bodenproben, die dem A und sofern vorhanden, auch aus dem Unterboden (B-Horizont) entnommen werden, die Substrattabelle, welche durch die Geologische Bundesanstalt auf Basis der GEOFAST Karten erstellt wurde. (Zuordnung der im Projektgebiet vorkommenden geologischen Einheiten zu Substraten mit ähnlichen Bodenbildungseigenschaften).

Auf dieser Grundlage wird die Tabelle der Waldstraten angepasst, die vorläufige Einstufung der Substrate überarbeitet, die Substratgruppen für Lockergesteine neu gefasst, die Geoparameter modifiziert und eine neue Stratifizierung berechnet.

Bei der Stratifizierung wird ein flächiges Standortmodell durch logisch systematische Kombination folgender Geoparameter im GIS erstellt:

Digitales Höhenmodell: daraus werden Geländeformen (Morphologietypen), Hydrologie, Neigungsklassen, Sonneneinstrahlung und Höhenstufen abgeleitet.

Klima

Jahresniederschlagsverteilung: Daten über den Niederschlag als mittlere Jahressumme zwischen 1961-2000 des Hydrografischen Dienstes Tirol.

Mittlere Jahrestemperaturen des Hydrografischen Dienstes Tirol

Geologische Karten liefern die für die Bodenbildung entscheidenden Substratgruppen.

Neben dem Höhenmodell stellen die digitalen geologischen Karten, kompiliert aus einer Vielzahl von Basiskartierungen verschiedener Autoren (1:50.000), die wichtigste Grundlage zur Einstufung der Waldstandorte dar. Auf Grund der Heterogenität des zur Verfügung stehenden Kartenmaterials müssen aber eine Reihe vorbereitender Bearbeitungsschritte durchgeführt werden, die in Kooperation mit der geologischen Bundesanstalt im Projekt GEOFAST abgewickelt werden.

Darüber hinaus werden noch zusätzliche Bearbeitungsschritte zur Erfassung von Lockersedimenten mit geotechnischen Büros durchgeführt, die gezielte Nachkartierungen und geochemische Untersuchungen auf Basis von Laserscandaten durchführen:

Die abgeleiteten Endergebnisse der zusammengeführten geologischen Karte können erst nach einer Umwandlung in Rasterthemen schrittweise in weitere Modellschritte einbezogen werden.

3.4. Eichrouten

Um das Ergebnis der Zwischenauswertung überprüfen und die Grundlage für eine weitere Verbesserung zu liefern, werden Eichrouten im GIS festgelegt. Kriterien für die Auswahl ist eine möglichst große Vielfalt an Waldtypen, Höhenstufengrenzen, Wechsel in den Einstrahlungsbedingungen, kritische Substratgruppen und Geländeformen.

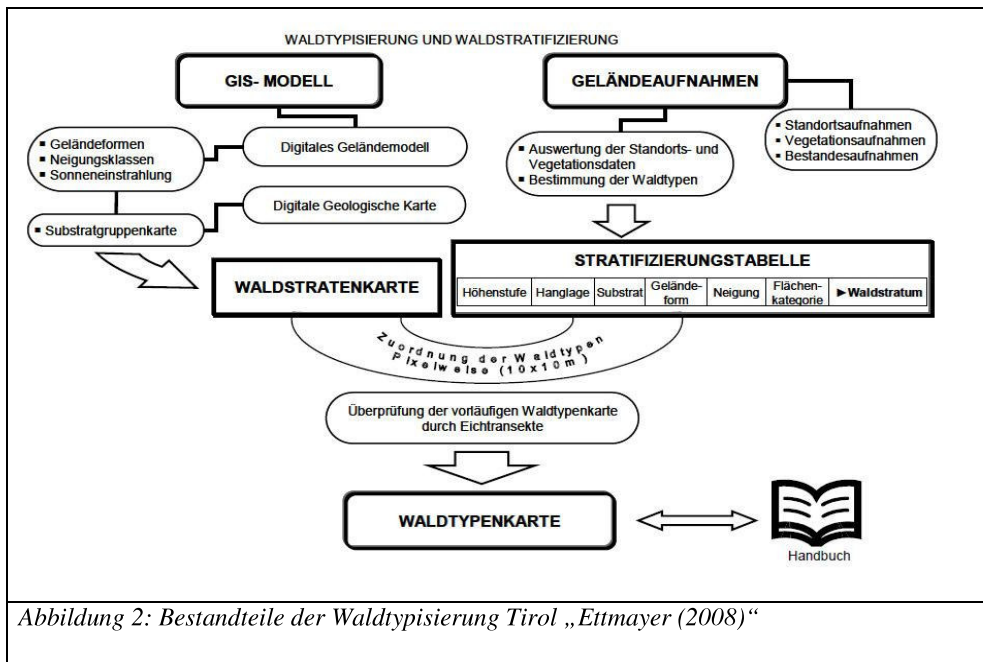
Entlang dieser Eichrouten wird eine terrestrische Standortskartierung, dokumentiert durch Eichpunkte, entlang von Transekten durchgeführt. An den Eichpunkten wird der Waldtyp sowie die wichtigsten Geoparameter (Seehöhe, Exposition, Neigung, Geländeform, Substrat, Bodentyp, und –art, Geländewasserhaushalt, Baumarten, Bodenvegetation, pH-Wertbestimmung, Entnahme von Gesteinsproben) bestimmt. Je nach Gebiet haben sich 30-60ha Waldfläche/Eichpunkt als zweckmäßig erwiesen.

3.5. Endauswertung

Auf Basis der Auswertung der Eichrouten wird die Stratifizierung nochmals verbessert und eine Feinjustierung der Stratifizierungstabelle vorgenommen.

3.6. Qualitätssicherung

Zur Qualitätssicherung der Ergebnisse wird eine stichprobenartige Überprüfung der Karte im Gelände durch den Landesforstdienst durchgeführt „Ettmayer, 2008“. Die Bearbeitungsgebiete werden jährlich neu ausgeschrieben. Das Erreichen einer bestimmten Genauigkeit (z.B.: 70% Übereinstimmung zwischen Modell u. Geländebefund) ist Bestandteil des Leistungsverzeichnisses, das von den Auftragnehmern zu erfüllen ist (Ettmayer 2008)



5.4. Vor- und Nachteile des Modells

Die Aussage der Walddtypenkarte spiegelt die Ergebnisse eines Modells wieder. Jedes Modell bildet die Wirklichkeit nur mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit ab. Die Güte der Aussage hängt zum einen stark an den Eingangsmaßstäben und der inhaltlichen Genauigkeit der Kartengrundlagen, zum anderen an der Schlüssigkeit der empirisch gewonnenen ökologischen Gesetzmäßigkeiten, die als Geoparameter in das Modell einfließen.

Die Genauigkeit der Walddtypenkarte liegt aufgrund von Erfahrungen bereits durchgeführter Projekte (Naturpark Karwendel) bei ca. 80% mit einem Schwankungsbereich von +/- 5% gegenüber der klassischen Standortskarte. Ein Vergleich einer terrestrischen Standortskartierung mit einer Modellierung nach dem oben beschriebenen Ansatz hat die Vor- und Nachteile des in Tirol gewählten Ansatzes deutlich gezeigt Pleitenbacher et al. (2001).

Die Modellierung ist der terrestrischen Kartierung demnach in folgenden Punkten deutlich überlegen:

- Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse
- Erweiterbarkeit bei Verbesserung der Datengrundlagen oder neuen Fragestellungen
- weniger durch aktuellen Vegetationszustand beeinflusst
- bessere Abgrenzung der Höhenstufen
- einheitlichere Ergebnisse

- geringere Kosten, diese liegen ca. bei ca. 10-20% der Kosten von terrestrischen Kartierungen.
- Allerdings weist die Modellierung typischerweise auch Nachteile gegenüber der terrestrischen Kartierung auf:
- geringere Detailschärfe

Sonderstandorte (z.B.: Quellhorizonte oder durch Steinschlag oder Lawinen beeinflusste Standorte) werden nicht erfasst, diese werden im Waldbauhandbuch detailliert beschrieben und im Gelände mit einem eigenen Bestimmungsschlüssel von den Anwendern bestimmt.

Boden/Substrat wird modelliert und nicht direkt im Gelände erfasst. Da der Vergleich auch klar die Grenzen der terrestrischen Kartierung aufgezeigt hat und die Stratifizierung im Gesamtergebnis keinesfalls schlechter ist als die klassische Kartierung, hat sich der Tiroler Forstdienst für die Modellierung entschieden. Auf Grund der klaren Kostenvorteile besteht eine realistische Chance, dieses System bis zum Jahr 2015 als Grundlage der Waldbewirtschaftung für den gesamten Tiroler Wald zu etablieren.

5. Ergebnisse

5.1. Waldtypenkarte

Ergebnis der Standortserkundungen und der nachfolgenden flächigen Modellierung ist die Karte der Waldtypen. Ein Waldtyp setzt sich zusammen aus einer Waldgesellschaft (im Sinne der Pflanzensoziologie aus Assoziation u. Subassoziation) und einem Standortstyp der mehr oder weniger homogen bezüglich Wasser-, Nährstoff- und Wärmehaushalt ist.

Die Waldtypenkarte zeigt die Waldtypen der Hauptwaldstandorte. Sonderstandorte (Schutt-, Block-, Rutsch oder Erosionsstandorte u. Lawinarstandorte) können derzeit noch nicht modelliert werden, sie können nur über einen eigenen Schlüssel im Gelände vom Anwender bestimmt werden.

Folgende Produkte werden vom Tiroler Forstdienst angeboten:

Kartenbuch mit Waldtypenkarte für jede Gemeinde als Arbeitsgrundlage für Gemeindeforstwirtschaftler WEB-GIS Applikation mit Waldtypenkarte (bis Maßstab 1:20.000) und voller Integration des Waldbauhandbuches, derzeit nur im Intranet des Landes Tirol verfügbar, ab 2010 auch via Internet

5.2. Waldbauhandbuch

Im Waldbauhandbuch werden alle Waldtypen nach folgendem Schema, unterstützt von einfachen Grafiken im Detail beschrieben:

- Standortmerkmale:
- Exposition, Hangneigungsbereiche
- Geländeform
- Höhenstufe
- Ökogramm (Wasser-, Nährstoffhaushalt)

- Ausgangsmaterial der Bodenbildung mit besonderer Berücksichtigung der Deckschichten
- Auflagehumus
- Mineralboden
- Erscheinungsbild
- Arten/Unterwuchs
- Aufzählung der vorkommenden Zeigerpflanzen
- Hinweise zu den vorhandenen Trennarten
- Bestandesmerkmale
- Baumarten
- Produktivität
- Waldbauliche Beurteilung und Behandlung (Bewertung d. Verjüngungsverfahren)
- Aufforstung, Waldpflege
- Stabilitätsanforderungen bei Naturgefahren
- Naturschutzhinweise
- Risiken und limitierende Faktoren

Eine detaillierte Analyse der Bestandesdaten stratifiziert nach den einzelnen Waldtypen ist die Grundlage für die Erarbeitung der Waldbau-Richtlinien. Basis für die Erstellung der Empfehlungen soll der gegenwärtige Ist-Zustand (aktuelle Vegetation abgeleitet von den Aufnahmen von den Projektgebieten) und der prognostizierte Soll-Zustand (PNWG – potenzielle natürliche Vegetation in Abhängigkeit der Waldtypen) ergänzt um etwaige Informationen zu den Waldfunktionen (WEP, Schutzwaldkategorie) sein.

Das Waldbauhandbuch wird gemeinsam mit der Karte jeder Gemeinde zur Verfügung gestellt. zusätzlich sind die Inhalte auch in der WEB-GIS Applikation via Intranet und ab 2010 auch via Internet verfügbar.

5.3. Integration der Waldtypisierung in die Genehmigung der Holznutzungen

Die Integration wesentlicher Ergebnisse der Waldtypisierung in die Genehmigung der Holznutzungen, die in Tirol mit einer einheitlichen WEB GIS Software im Portal Tirol durchgeführt wird (Walddatenbank), befindet sich derzeit in Entwicklung. Ziel ist die Implementierung der wichtigsten Erkenntnisse der Waldtypisierung in der Beratungspraxis der Gemeindegewaldaufseher und des BFI-Personals. Bereits realisiert ist die Anzeige des Waldtyps im Genehmigungsprozess. Geplant sind folgende weitere Angaben, die automatisch bei jeder Holzanmeldung angezeigt werden sollen:

- empfohlene Verjüngungsverfahren
- Befahrbarkeit des Standortes
- Ganzbaumnutzung/Sortimentsnutzung auf Basis der Bodeneigenschaften
- Eignung f. Ausbringung von Holzasche, max. Aufwandsmengen
- Zielbaumarten in Verjüngung und Altbestand
- typische Naturgefahren

- typische Naturschutzaspekte die bei der Nutzung zu beachten sind

6. Schlussfolgerungen

Die Erfahrung, die der Tiroler Forstdienst in den letzten 15 Jahren mit Standortkartierungen und – modellierungen gesammelt hat, zeigen deutlich, dass das Modell eine intensive Geländearbeit nicht ersetzen kann. Die Waldstratenkarte wird nicht vom "Grünen Tisch" erstellt, Grundlage ist stets eine intensive Arbeit im Gelände (Referenzdaten, Kartierungen). In manchen Detailgebieten ist eine terrestrische Kartierung zur Verbesserung der Ergebnisse der Stratifizierung notwendig.

Die Waldstratenkarte ist eine Art Expertensystem, das Expertenwissen in einer Karte und einem Bericht verfügbar macht. Mit der Integration in mehrere EDV-Anwendungen im Portal Tirol wird dieses Expertensystem für einen breiten Anwenderkreis in der Verwaltung, Beratung und Planung geöffnet.

Ein Hauptvorteil der Modellierung liegt in der Erweiterbarkeit und Lernfähigkeit des Modells falls neue oder verbesserte Datengrundlagen zur Verfügung stehen oder neue Fragestellungen auftauchen. Eine Anpassung des Modells ist jederzeit und zu vergleichsweise geringen Kosten möglich.

Weitere Verbesserungen der Ergebnisse sind möglich. In den nächsten Jahren soll versucht werden Verbesserungen durch Integration hochauflösender Geländemodelle aus Laserscandaten und die Modellierung von Hangschutt und Blockhalden zu erreichen, sowie die Unschärfen in der Abgrenzung zu verbessern.

7. Literaturverzeichnis

Angerer H., Kudrnovsky H., Vacik H., Wallner M., (2009): Waldtypisierung Tirol, Wuchsgebiet 3.3 - Südliche Zwischenalpen, Wuchsgebiet 6.1 Südliche Randalpen Teil Tirol, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

Ettmayer C. (2008): Evaluierung der Waldtypenkarte Wipptal, Masterarbeit, Univ. BOKU, Wien.

Hotter M., Vacik H., Wallner M.; (2005): Waldtypisierung Tirol, Wuchsgebiet 1.2 - Subkontinentale Inneralpen Teil West, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

Kilian et al. (2002): Schlüssel zur Bestimmung der Böden Österreichs, Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft 67, Wien: 1-96.

Nestroy et al. (2000): Österreichische Bodensystematik 2000, Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft 60, Wien: 1-123.

Pleitenbacher T., Klosterhuber R., Gruber G. (2001): Waldpotentialstudie Alpenpark Karwendel – Verifizierung und Regionalisierung standortsökologischer Daten. Interner Bericht, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck.

Pleitenbacher T. & Stöhr D. (1998): Naturschutzgebiet Karwendel Biotopinventar/ Naturpflegeplan, Sauteria 10, S 25-49.

Stöhr, D., Aigner J., Aschaber R., Haselwanter G. & Pleitenbacher T. (1995): Naturschutzgebiet Karwendel Biotopinventar/Naturpflegeplan, Eigenverlag, Amt der Tiroler Landesregierung, Innsbruck

EINFLUSS DER ANWENDUNG VON 1M UND 0,1M NATRONLAUGE AUF DIE QUANTITATIVEN UND QUALITATIVEN EIGENSCHAFTEN EXTRAHIERTER HUMINSÄUREN

Michael TATZBER^a, Franz MUTSCH^b, Axel MENTLER^a, Ernst LEITGEB^b, Michael ENGLISCH^b, Heide SPIEGEL^c und Martin H.GERZABEK^a

^aInstitut für Bodenforschung, Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan Strasse 82, 1190 Wien

^bBundeforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1131 Wien

^cÖsterreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Spargelfeldstraße 191, 1220 Wien

1. Zusammenfassung

Extraktionsmittel für die Gewinnung aussagekräftiger organischer Pools sind von großer Bedeutung in der Bodenkunde. Je drei gleiche Proben eines Langzeitfeldversuches in Fuchsenbigl (NÖ) wurden mit 0,1M und 1M Natronlauge extrahiert.

Aschegehaltsbestimmungen ergaben drastische Unterschiede zwischen den beiden Methoden und zeigten, dass die 1M NaOH in der Lage war, anorganische Anteile aufzuschließen. Die Ausbeuten der mit 0,1M NaOH extrahierten Huminsäuren waren etwas geringer als die für 1M NaOH. Die photometrischen Signale bei 400nm ergaben erhöhte Aromatizität bei dem mit 1M Natronlauge extrahierten Huminsäuren, bei 600nm war kein Unterschied festzustellen. Fluorimetrische Messungen und die aromatische Bande im Streckschwingungsbereich (bei 3050cm^{-1}) der FT-IR zeigten ebenfalls erhöhte Aromatizität bei den mit 1M NaOH extrahierten Huminsäuren.

Andere Banden der FT-IR zeigten erhöhte Signale bei der mit 1M NaOH extrahierten Fraktion für Aliphaten, organische Säuregruppen, Carbonyle und Amide. Bei diesen Gruppen blieb allerdings eine offene Frage, ob die bei den mit 0,1M NaOH extrahierten Huminsäuren vorhandenen anorganischen Anteile diese Banden beeinflusst haben.

Aufgrund der übereinstimmenden Ergebnisse der FT-IR mit Photometrie und Fluorimetrie wurden die Ergebnisse hinsichtlich Aromatizität als ausreichend gesichert angesehen. Die Ergebnisse zeigten, dass beide Extraktionsmethoden sehr brauchbare Ergebnisse liefern, der Aufwand ist aber geringer bei der Extraktion mit 1M NaOH. Für welche Methode man sich schlussendlich entscheidet, sollte daher unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Extraktionscharakteristik von der Fragestellung abhängen.

1.1. Summary

Extracting agents for isolation of representative pools of organic matter is of great importance in soil science. Three similar soil samples of a long-term field experiment in Fuchsenbigl

(Lower Austria) were extracted with 0.1M and 1M NaOH. The obtained fractions were characterized by their yields, with photometry, fluorescence and FT-IR spectroscopy. Ash contents differed drastically between the two methods and showed that 1M NaOH was able to solve more inorganic components. The yields of the humic acids extracted with 0.1M NaOH were slightly smaller compared with 1M NaOH as extracting agent. Photometrical results at 400nm gave higher aromaticity for humic acids extracted with 1M NaOH, the signals at 600nm showed no differences. Fluorimetric measurements and the aromatic FT-IR band in the area of stretching vibrations (at 3050cm^{-1}) revealed also higher aromaticity for humic acids extracted with 1M NaOH. Further bands of FT-IR showed higher signals for humic acids of 1M NaOH for aliphats, organic acids, carbonyls and amides. The inorganic contents of the humic acids obtained with 0.1M NaOH might have influenced these bands. The concording results of FT-IR with fluorescence spectroscopy and photometry lead to the conclusion that results for aromaticity in the isolated humic acids are reliable. The results showed that both extracting methods deliver useful results, time and effort are less for the extraction with 1M NaOH. A decision for an extraction agent should be made for a scientific question against the background of their differences.

2. Einleitung

Die Auswahl geeigneter Extraktionsmittel für die Gewinnung organischen Materials des Bodens ist ein wichtiges Thema in der Bodenkunde. Verschiedenste Möglichkeiten bieten sich an, wobei immer die Frage im Vordergrund steht, wie Pools operationell definiert werden können,

bzw. welche spezifische Funktionen und Eigenschaften von Böden sie gut widerspiegeln. Ein Beispiel ist die Anwendung von $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_7$ wie z.B. in Ellerbrock & Gerke (2004), Gerzabek et al. (1997) und Novotny et al. (1999) oder Gemische von $\text{Na}_4\text{P}_4\text{O}_7$ und NaOH wie z.B. in Senesi et al. (2003) oder Francioso et al. (1998) beschrieben. Natronlauge wurde in der Vergangenheit äußerst oft angewendet; die angewendeten Konzentrationen reichen dabei üblicher Weise von 0,1M (z.B.: Novotny et al., 2006, Fuentes et al., 2006 und Sierra et al., 2005) bis zu 0,5M NaOH (z.B.: Gonzalez-Perez et al., 2007 und 2004 sowie Bayer et al., 2002).

In vorangegangenen Arbeiten hat sich die Extraktion mit 1M NaOH mehrfach bewährt, da die hiermit erhaltene Fraktion sogar den Verlauf von Änderungen einiger Bodeneigenschaften verfolgbarmachte (Tatzber et al., 2009). Da es sich hierbei um ein Extraktionsmittel handelt, welches bisher in dieser Konzentration nicht sehr häufig angewendet wurde, erschien ein Vergleich mit 0,1M NaOH als Extraktionsmittel sinnvoll. Ziel dieser Arbeit war es daher, die möglichen Unterschiede dieser beiden Extraktionsmittel möglichst genau zu erfassen, sowohl qualitativ und auch quantitativ.

3. Material und Methoden

Die Proben stammen aus einem Bodenbearbeitungs-Langzeitfeldversuch in Fuchsenbigl (NÖ). Genauere Angaben zu den Böden befinden sich in Spiegel et al. (2007). Die hier untersuchten Proben wurden im April 2004 der Minimalbearbeitungsvariante entnommen. Die entsprechende Bodentiefe reichte von 0-10cm. Die Extraktionen wurden jeweils dreifach durch-

geführt. Die Extraktionsrezepte richteten sich nach vorhergehenden Arbeiten von Tatzber et al. (2007, 2008 und 2009).

Die Extraktionen wurden dreifach jeweils über Nacht durchgeführt und anschließend das Gemisch aus Boden und Lösung abzentrifugiert und abdekantiert. Im nächsten Schritt wurden die Huminsäuren ausgefällt und so die drei Extrakte nacheinander vereint. Gewaschen wurden die Huminsäuren, indem sie in immer geringeren Konzentrationen NaOH aufgenommen und mit HCl ausgefällt wurden. Beim ersten Waschschrift wurde auch die alkalische Lösung abzentrifugiert, um noch vorhandene Tonpartikel abzutrennen.

Beim letzten Schritt wurden die Huminsäuren in angesäuerter Lösung aufgeschlämmt und abzentrifugiert. Anschließend wurden die Huminsäuren mit möglichst wenig Wasser in kleinere Gefäße transferiert, eingefroren und gefriergetrocknet.

Bei den Extraktionen mit 0,1M NaOH war die Konzentration des Extraktionsmittels der einzige Unterschied. Nach beendeter Extraktion wurde für jede Probe die Ausbeute an Huminsäuren bestimmt. Ihre Aschegehalte wurden nach Erhitzen auf 550°C über Nacht analog Senesi et al. (2003) gemessen. Analysen am extrahierten Material wurden mit photometrischen, fluorimetrischen sowie IR-spektroskopischen Messungen durchgeführt.

Zur Vermeidung innerer Filter-Effekte wurde die Fluorimetrie bei einer Messkonzentration von 15mg L⁻¹ durchgeführt, für jede Messung wurde bei einer Extinktion von 319nm die Emission von 405 bis 450nm gemessen. Der pH-Wert wurde mittels eines 0,3M NaHCO₃ / 0,3M Na₂CO₃ - Puffers bei 9,5 stabil gehalten. Photometrische Messungen wurden bei einer Konzentration von 200mg L⁻¹ im gleichen Puffer vorgenommen und die Absorptionen bei Wellenlängen von 400 und 600nm gemessen. Sowohl bei der Fluorimetrie als auch bei der Photometrie wurden die Huminsäuren anfangs in 1M NaOH gelöst, in Puffer aufgenommen und die NaOH mit 1M HCl neutralisiert.

Die FT-IR wurde mit der Transmissions-Methode durchgeführt (0,5mg Huminsäure in einem Pressling von ca. 200mg Gesamtgewicht). Die Auswertung der einzelnen Banden wurde mit Basislinienkorrektur vorgenommen. Die Einheiten der Flächen werden von der Software als Absorbance multipliziert mit den Wellenzahlen (cm⁻¹) angegeben, normiert auf die Einwaage ergibt dies A cm⁻¹ mg⁻¹. Diese Daten wurden für die semiquantitativen Vergleiche zwischen den Proben herangezogen.

4. Ergebnisse

Die Extrakte mit 0,1M NaOH waren deutlich heller als die mit 1M NaOH. Die in Tabelle 1 angegebenen Ausbeuten zeigten einen kleinen, aber gut erkennbaren Unterschied zwischen den erhaltenen Fraktionen (Aschegehalte sind dabei berücksichtigt).

Bei den Aschen zeigten sich nicht nur drastische Unterschiede in ihren Anteilen (Tabelle 1), sondern auch in ihrer Färbung: Im Gegensatz zu den Extrakten sind die Aschen der Variante mit 0,1M NaOH deutlich dunkler (Abb. 1).

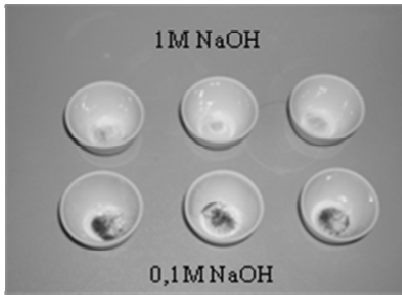


Abbildung 1: Fotos der Aschen der Huminsäuren. Die oberen drei Proben wurden mit 1M NaOH extrahiert, die unteren drei mit 0,1M NaOH. Klar erkennbar ist die rostbraune Färbung der Aschen der unteren Reihe.

Die geringeren Werte für die C- und N-Gehalte in den mit 0,1M NaOH extrahierten Huminsäuren sind hauptsächlich auf deren erhöhte Aschegehalte zurückzuführen. Fluorimetrie und Photometrie bei 400nm weisen auf erhöhte aromatische Anteile in den mit 1M NaOH extrahierten Huminsäuren. Interessant ist hierbei, dass bei der Absorption von 600nm kein klarer Unterschied feststellbar war.

Tabelle 1: Ausbeuten (Aschegehalte berücksichtigt), Aschegehalte, C- und N-Gehalte, sowie photometrische und fluorimetrische Daten der gewonnenen Huminsäuren. Standardabweichungen in Klammer, n=3. HS bedeutet Huminsäuren.

	Ausbeute (mg HS pro g Boden)	Asche- gehalt (%)	C (%)	N (%)	Abs (400 nm)	Abs (600 nm)	Fluori- metrie (RFI)
0,1M NaOH	1,93 (0,09)	21,7 (0,5)	42,5 (0,8)	4,64 (0,14)	0,35 (0,05)	0,13 (0,01)	37 (2)
1M NaOH	2,14 (0,07)	4,0 (0,8)	53,6 (0,4)	5,8 (0,3)	0,51 (0,16)	0,12 (0,02)	54 (5)

Die Unterschiede in den FT-IR Spektren der Huminsäuren sind sehr gut erkennbar (siehe Abbildung 2). In Tabelle 2 sind ausgewählte Banden angeführt, die einen Eindruck möglichst vielfältiger funktioneller Gruppen wiedergeben sollen.

Hierbei zeigten die Unterschiede bei der Bande bei 3050cm^{-1} (welche aromatischen Gruppen zugeordnet werden) eine klare Übereinstimmung mit den photometrischen Resultaten bei 400nm und denen der Fluoreszenz. Weitere Unterschiede waren mit dieser spektroskopischen Methode bei den Gruppen der Aliphaten, der organischen Säuregruppen, der Carbonyle und der Amide erkennbar. Eine Frage ist, wie die Eisenoxide die FT-IR Messungen beeinflusst haben.

Bei Fluorimetrie und Photometrie wurden sie vorher in etwas 1M NaOH aufgenommen, daher waren bei diesen Methoden keine Störungen zu erwarten. Die Aussagen über die Aromatizität erscheinen also vor diesem Hintergrund als ausreichend gesichert.

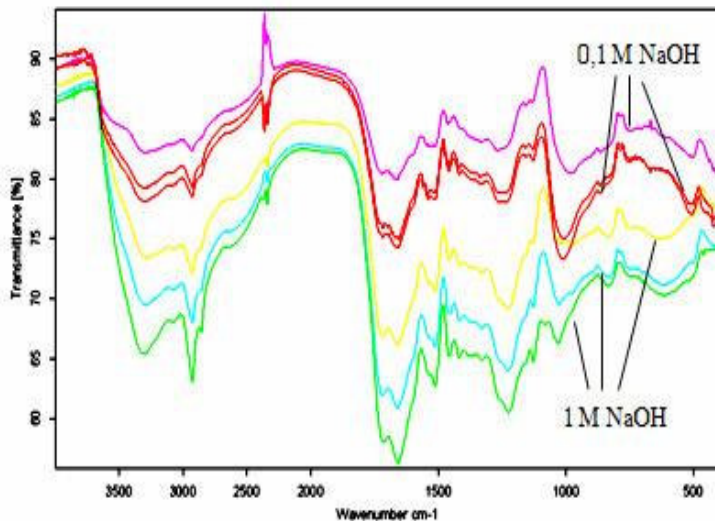


Abbildung 2: FT-IR Spektren von Huminsäuren, welche mittels jeweils dreifach durchgeführten Extraktionen mit 0,1M und 1M NaOH erhalten wurden. Besonders ausgeprägt sind die Unterschiede im anorganischen Bereich ($<1000\text{ cm}^{-1}$) der Spektren.

Tabelle 2: Auswahl der mit Basislinien-Korrektur ausgewerteten FT-IR Banden der in Abbildung 2 gezeigten Spektren. Einheiten in $\text{A cm}^{-1} \text{mg}^{-1}$.

	3050 cm^{-1} (Aromaten)	2950 cm^{-1} (Aliphaten I)	2686-2398 cm^{-1} („Säurebauch“)	1700 cm^{-1} (Karbonyle)	1420 cm^{-1} (Amid III)
0,1M NaOH	$0,09 \pm 0,02$	$0,7 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$0,35 \pm 0,05$	$0,08 \pm 0,2$
1M NaOH	$0,18 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,9$	$1,9 \pm 0,2$	$0,51 \pm 0,16$	$0,16 \pm 0,2$

Ein Vorteil der Extraktion mit 1M NaOH ist die vergleichsweise Unkompliziertheit des Extraktionsrezeptes. Zu berücksichtigen ist, dass mit dieser Wahl des Extraktionsmittels chemisch stärker ins Bodensystem eingegriffen wird. Da mit 1M NaOH eine Fraktion extrahiert wird, welche für eine Vielzahl von Funktionalitäten stärkere messtechnische Signale mit den hier beschriebenen Methoden liefert, kann man Unterschiede von Bodeneigenschaften empfindlicher detektieren. Eine sinnvolle Wahl des Extraktionsmittels hängt folglich auch von der jeweiligen konkreten Fragestellung ab.

5. Schlussfolgerungen

Die Extraktion mit 1M NaOH ermöglicht den Erhalt des extrahierten organischen Materials mit einem relativ unkomplizierten Extraktionsrezept (keine Dialyse und/oder Aufarbeitung mit HCl/HF nötig).

0,1M NaOH ist in der Lage, die Huminsäuren in Lösung zu bringen, nicht aber die anorganischen Partikel, an welche sie angelagert sind (hauptsächlich Fe-Oxide), aufzuschließen.

Die Ergebnisse vergangener Arbeiten zeigten, dass trotz des stärkeren chemischen Eingriffs durch die 1M NaOH die unterschiedlichen Eigenschaften der extrahierten Böden weiterhin sehr gut detektierbar waren.

Es ist daher sinnvoll, die Wahl des Extraktionsmittels für jede Fragestellung vor dem Hintergrund der gezeigten Unterschiede abzuwägen.

6. Literaturverzeichnis

Bayer, C., Martin-Neto, L., Mielniczuk, J., Saab, S.C., Milori, D.M.P. & Bagnato, V.S. (2002): Tillage and cropping system effects on soil humic acid characteristics as determined by electron spin resonance and fluorescence spectroscopies. *Geoderma* 105, 81-92.

Ellerbrock, R.H., Gerke, H.H. (2004): Characterizing organic matter of soil aggregate coatings and biophores by Fourier transform infrared spectroscopy. *European Journal of Soil Science* 55, 219-228.

Francioso, O., Ciavatta, C., Tugnoli, V., Sanchez-Cortes, S. & Gessa, C. (1998): Spectroscopic characterization of pyrophosphate incorporation during extraction of peat humic acids. *Soil Science Society of America Journal* 62, 181-187.

Fuentes, M., González-Gaitano, G. & Garcia-Mina, J.M. (2006): The usefulness of UV-visible and fluorescence spectroscopies to study the chemical nature of humic substances from soils and composts. *Organic Geochemistry* 37, 1940-1959.

Gerzabek, M.H., Pichlmayer, F., Kirchmann, H. & Haberhauer, G. (1997): The response of soil organic matter to manure amendments in a long-term field experiment at Ultuna, Sweden. *European Journal of Soil Science* 48, 273-282.

González-Pérez, M., Martin-Neto, L., Saab, S.C., Novotny, E.H., Milori, D.M.B.P., Colnago, L.A., Melo, W.J. & Knicker, H. (2004): Characterization of humic acids from a Brazilian Oxisol under different tillage systems by EPR, ¹³C NMR, FTIR and fluorescence spectroscopy. *Geoderma* 118, 181-190.

González-Pérez, M., Milori, D.M.B.P., Colnago, L.A., Martin-Neto, L. & Wanderley, J.M. (2007): A laser-induced fluorescence spectroscopic study of organic matter in a Brazilian Oxisol under different tillage systems. *Geoderma* 138, 20-24.

Novotny, E.H., Knicker, H., Colnago, L.A. & Martin-Neto, L. (2006): Effect of residual vanadyl on the spectroscopic analysis of humic acids. *Organic Geochemistry* 37, 1562-1572.

Senesi, N., D'Orazio, V. & Ricca, G. (2003): Humic acids in the first generation of EURO-SOILS. *Geoderma* 116, 325-344.

Sierra, M.M.D., Rauen, T.G., Tormen, L., Debacher, N.A. & Soriano-Sierra, E.J. (2005): Evidence from surface tension and fluorescence data of a pyrene-assisted micelle-like assemblage of humic substances. *Water Research* 39, 3811-3818.

Spiegel, H., Dersch, G., Hösch, J. & Baumgarten, A. (2007): Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a long-term field experiment in Austria. *Die Bodenkultur* 58, 1, 47-58.

Tatzber, M., Stemmer, M., Spiegel, H., Katzlberger, C., Haberhauer, G., Mentler, A. & Gerzabek, M. H. (2007): FTIR-spectroscopic characterization of humic acids and humin fractions obtained by advanced NaOH, Na₄P₂O₇, and Na₂CO₃ extraction procedures. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 170, 522–529.

Tatzber, M., Stemmer, M., Spiegel, H., Katzlberger, C., Haberhauer, G. & Gerzabek, M.H. (2008): Impact of different tillage practices on molecular characteristics of humic acids in a long-term field experiment - An application of three different spectroscopic methods. *Science of the Total Environment* 406, 256 – 268.

Tatzber, M., Stemmer, M., Spiegel, H., Katzlberger, C., Zehetner, F., Haberhauer, G., Roth, K., Garcia-Garcia, E. & Gerzabek, M.H. (2009): Decomposition of Carbon-14-Labeled Organic Amendments and Humic Acids in a Long-Term Field Experiment. *Soil Science Society of America Journal* 73, 744-750.

VORWÄRTS IN DIE VERGANGENHEIT ODER ZURÜCK ZU DEN WURZELN ODER ALTGRIECHISCH UND LATEIN FEIERN FRÖHLICHE UR- STÄND

Eine durchaus ernst gemeinte altphilologische Sprachstudie eines älteren Bodenkundlers über neueste bodenkundliche Begriffe

O. Nestroy

Institut für Angewandte Geowissenschaften, Techn. Universität Graz, Rechbauerstraße 12,
A-8010 Graz

Nimmt man eine bodenkundliche Literatur zur Hand – es muss nicht unbedingt die neueste Version der World Reference Base for Soil Resources sein -, so wird man schon auf den ersten Seiten auf eine beachtliche Zahl von Begriffen, sei es ein Hauptwort, Präfix oder Suffix stoßen, die im alltäglichen Sprachgebrauch kaum oder überhaupt nicht geläufig sind.

Der Bedeutung dieser griechischen und lateinischen Wurzeln nachzuspüren, gewissermaßen in den Sprachschatz dieser alten Sprachen „einzutauchen“, um diese besser zu verstehen, orthographisch richtig zu schreiben (und auch zu trennen), könnte vielleicht zu einem reizvollen und anregenden Unternehmen werden, das noch dadurch verstärkt wird, dass im Laufe der Zeit oftmals ein grundlegender Bedeutungswandel durch die Verwendung in der (gehobenen) Alltagssprache eingetreten ist – man denke nur an den Begriff eutroph.

Allein, mit zunehmendem Interesse an der Bodenkunde wie auch (unfreiwillig) zunehmendem Lebensalter des Verfassers kam mehr und mehr bei der bodenkundlichen Lektüre – und nicht allein bei dieser – die frappierende Erkenntnis, dass das (angeblich) Neue mit altgriechischen und lateinischen Wortwurzeln geradezu gespickt ist.

Hintergrund und Absicht dieser Überlegungen war deshalb nicht (allein) die Sehnsucht nach dem alten Hellas, nach der Liebe zum Altgriechischem mit seiner Götterwelt und seinen Orakeln, sondern die Tatsache, dass für eine internationale Verständigung, verbunden mit der Hoffnung auf Akzeptanz, griechische wie auch lateinische Wörter als (kleinster) gemeinsamer Nenner zunehmend an Bedeutung gewinnen konnten. Dies gilt nicht allein für die Bodenkunde, sondern erstreckt sich auch auf neueste Begriffe in den Naturwissenschaften und in der Europäischen Union.

Bleiben wir aber bei der Pedologie (Bodenkunde), ergänzt durch kleine „Ausflüge“ in benachbarte Fächer, wie der die Geologie und Petrographie. Damit haben wir gleich mit einem Bündel von griechischen Wortstämmen Bekanntheit gemacht, das in der Folge an einer Reihe von Beispielen ergänzt werden soll.

Basis für diese Studie bilden einerseits die Bezeichnungen von den Begriffen Typ, Horizont, properties, Material, Suffixe, Präfixe die World Reference Base for Soil Resources 2007 in der englischen sowie in der deutschen Fassung von P. Schad, die Systematik der Böden Österreichs in Band 60 der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft (2000) sowie für die geologischen Begriffe und die Gesamtgliederung das Geologische Wörterbuch von H. Murawski (1992). Bewusst wurde aber „grenzüberschreitend“ vorgegangen, um die (heikle) Frage, wo soll man beginnen und wo soll man aufhören, etwas die Spitze zu nehmen.

Zum Abschluss dieser Einstimmung auf altphilologische Untersuchungen soll ein Schmankerl in Form einer neueren politischen Wortschöpfung nicht unerwähnt bleiben. Es handelt sich um die Bezeichnung monocolor - für eine Regierung, die sich nur aus Mitgliedern einer politischen Partei zusammensetzt -, die aus dem linguistischen Zwitter zwischen dem griechischem „mono“ und dem lateinischen „color“ stammt und exakter weise eigentlich als „monochrom“ oder „unicolor“ bezeichnet werden sollte – doch dies war eine politische Entscheidung...

Griechische Begriffe

ἀ-, ἄν- (a-, an) – un-, nicht	ἀήρ (aer) – Luft
ἄλλος (allos) – anderer, anders	ἅλς (hals) – Salz, Meer
ἀμφί (amphi) – um, herum	ἄνθρωπος (anthropos) – Mensch
ἄνυδρος (anhydros) – wasserlos, trocken	ἀπλός (haplos) – einfach
ἀτμός (atmos) – Dampf, Dunst, Hauch	αὐτός (autos) – derselbe, selbst
βάθος (bathos) – Tiefe	βακτηρία (bakteria) – Stock, Stab
βάσις (basis) – Grund(lage), Schritt	βίος (bios) – Leben
βοτάνη (botane) – Kraut, Pflanze	γένεσις (genesis) – Entstehen
γενής (genes) – bürtig, stammend	γεραιός (geraios) – alt
γῆ (ge) – Erde	γλῶττα, γλῶσσα (glotta, glossa) – Zunge, Sprache
γύψος (gypsos) – Gips, Kreide	διαγιγνώσκειν (diagognoskein) – unterscheiden
δίς (dis) – zweimal	δυσ (dys) – schwer-, schlecht zu- übel-
ἔδαφος (edaphos) – Boden	ἐκτός (ektos) – draußen, hinaus
ἔνδον (endon) – innen, drinnen	ἔξω (exo) – außen, draußen
ἐπι (epi) – auf-, darauf- danach	ἐρυθρός (erythros) – rot, rötlich
εὖ (eu) – gut, gehörig, recht	ζωή (zoe) – Leben
ζώνη (zone) – Erdgürtel, Zone	ζῶον (zoon) – Lebewesen
ἥμι- (hemi) – halb-	θάπτειν (thaptein) – begraben, beerdigen
θεῖον (theion) – Schwefel	θιγγάνειν (thigganein) – berühren, anrühren
ἴσος (isos) – gleich	ἵστός (histos) – Webstuhl, Gewebe
κατα (kata) – gänzlich, von...herab	κλάειν (klaein) – brechen, zerbrechen
κόλλα (kolla) – Leim	κόπρος (kopros) – Kot, Schmutz
κρύος (kryos) – Frost	κύκλος (kyklos) – Kreis, Ring, Umkreis

λεπός (leptos) – fein, dünn
λίμνη (limne) – See, Teich
μακρός (makros) – lang, groß
μέλας (melas) – schwarz, dunkel
μετά (meta) – mitten unter, mit, nach
μόνος (monos) – allein
μύκης (mykes) – Pilz
νέος (neos) – jung, neu
ξηρός (xeros) – trocken, dürr
οίκος (oikos) – Haus, Heimat, Wohnsitz
ὅλος (holos) – ganz
οξύς (oxys) – sauer, scharf, spitz, heftig
ὀρθός (orthos) – gerade, richtig
παλαιός (palaios) – von altersher, alt
πάχος (pachos) – Dicke
πέλλα (pella) – Fell, Haut
περφέρειν (peripherein) – herumtragen
πηλός (pelos) – Ton, Schlamm
πολύς (polys) – viel
ρεῖθρον (reithron) – Fluss, Flut
ρίζα (riza) – Wurzel
σαπρός (sapros) – faul
σποδός (spodos) – Asche, Staub
σῶμα (soma) – Körper
τέφρα (tephra) – Asche
τόπος (topos) – Ort, Gegend
τρόπος (tropos) – Wendung, Drehung
τύπος (typos) – Schlag, Form, Gestalt
ὑπέρ (hyper) – über – hinaus
φαίνειν (phainein) – erscheinen, sichtbar werden
φίλος (philos) – eigen, freundlich
φύλλον (phyllon) – Blatt
φύσις (physis) – Natur
φῶς (phos) – Licht, unter dem Lichtschein
χλωρός (chloros) – grün
χρῶμα (chroma) – Farbe, Hautfarbe
ψευδός (pseudos) – Lüge, Trug, Täuschung
ὠχρός (ochros) – bleich

λίθος (lithos) – Stein
λόγος (logos) – Wort, Wissenschaft, Lehre
μέγας (megas) – groß
μέσος (mesos) – mitten
μικρός (mikros) – klein
μορφή (morphe) – Gestalt
νάννος (nannos) – Zwerg
ξανθός (xanthos) – gelb, blond
ξύλον (xylon) – Holz
ὀλίγος (oligos) – wenig, gering, schwach
ὄμβρος (ombros) – Regen
ὄργανον (organon) – Werkzeug, Instrument
ὄρνις (ornis) – Vogel
παρά (para) – neben-
πέδον (pedon) – Boden
περί (peri) – um...herum
πέτρα (petra) – Fels, Stein,
πλίνθος (plinthos) – Ziegel
πρότερος (proteros) – vorher, früher
ρήγος (regos) – Decke
ρυθμός (rythmos) – Zeitmaß, Takt, Rhythmus
σκελετός (skeletos) – Skelett, Gerippe
σφαῖρα (sphaira) – Kugel, Ball
τάξις (taxis) – Anordnung
τέχνη (techne) – Kunst, Wissenschaft
τρεις, τρία, (treis, tria) – drei
τροφή (trophe) – Nahrung
ὑδωρ (hydor) – Wasser
ὑπό (hypo) – unter, hinunter
φαιός (phaios) – dunkel
φοβεῖν (phobein) – erschrecken, fliehen
φῶλον (phylon) – Geschlecht, Familie
φυτόν (phyton) – Pflanze
χθών (chthon) – Erde
χρόνος (chronos) – Zeit
ψάμμος (psammos) – Sand
ψηφός (psephos) – Steinchen, Stimmsteinchen

Lateinische Begriffe

abradere – abscheren, abkratzen	abruptus – jäh, steil schroff
accumulare – anhäufen	acer – scharf, spitz, sauer
acidus – sauer	actualis – wirklich
adsorbare (lat. Kunstwort) – herausaugen	aequus – gleich, eben
ager – Epoche	agglomerare – dicht aneinanderdrängen
albus – weiss	alluvio – Anschwemmung
alumen – Alaun	annus – Jahr
aqua – Wasser	arena – Sand
argilla – weißer Ton, Töpfererde	aridus – trocken
ars – Kunst	ascendere – emporsteigen, besteigen
avis – Vogel	bi- (bis) – zweimal
bitumen – Erdpech	calor – Wärme, Hitze, Glut
calx – Kalk, Kalkstein	cambiare (spätlat.) – tauschen, wechseln
capillus – Haar	carbo – Kohle
castanea – Kastanie	colligere – zusammenbinden, vereinigen, verketteten
colluvio – Wirrwarr, Gemisch	colere – pflegen, bebauen, bearbeiten
color – Farbe	columna – Säule, Pfeiler
conglomerare – zusammenballen	continuere – aneinanderreihen, fortsetzen
corraderer – siehe abradere	cumulare – häufen, anhäufen
cutis – Haut	de – von, herab
densus – dicht, ununterbrochen	deponere – weg-, ab-, niedersetzen
descendere – herabsteigen, -gehen	deserta – Wüste
diluvium – Sintflut, Überschwemmung	durus – hart
e-, ex- – heraus	eluire – auswaschen
facere – machen	facies – äußere Erscheinung
ferrum – Eisen	fibra – Faser, Wurzelfaser
filtrum – Filz	fluere – fließen
fluvius – Fluss	fodere – graben
folium – Blatt	forma – Gestalt, Bild, Form
fossilis – ausgegraben	frangere – brechen, zerbrechen
frigidus – kalt	fuscare – schwärzen
fulvus – rotgelb, bräunlich	gelidus – kalt
glacies – Eis	granum – Korn
grumus – kleiner Erdhaufen, Haufen	gypsum – Gips
habitus – Haltung, Zustand	hortus – Garten, Park
humidus (besser: umidus) – feucht	humus – Erde, Boden
ignis – Feuer	in- – nicht
in- – hinein-, ein-	inclinatio – Neigung, Biegung
industria – Fleiß, Betriebsamkeit	infra – unterhalb
initium – Anfang	inter – zwischen
intra – innerhalb	irrigare – ausgießen, bewässern
later – Ziegelstein	lamina – dünne Platte

lavare – waschen, wegspülen
 lignum – Holz
 liquidus – flüssig, klar
 luere – waschen, spülen
 mina (spätlat.) – Erzgrube
 nitidus – glänzend, schimmernd
 nudus – nackt
 permanere – verbleiben, fort dauern
 pisum – Erbse
 post – danach, später
 praecipitare – hinabstürzen, sinken
 pro- – vor-, vorne in
 proprius – beständig, angehörig, eigen
 recens – jüngst, neuerdings, frisch, neu
 reductio – Wiedereinsetzung
 relinquere – zurücklassen, hinterlassen
 reservio – Umkehr
 rumpere – brechen, verletzen
 sal – Salz
 scalae – Trepper, Leiter
 sesqui – um die Hälfte mehr
 sol – Sonne
 solutio – Auflösung
 stabilis – fest, dauerhaft
 stratum – Decke, Polster
 sulphur – Schwefel
 tellus – Erde (im Sinne als Himmelskörper)
 textum – Gewebe, Gefüge
 transfere – hinübertragen
 turbare – verwirren
 umidus – siehe humidus
 vadosus – seicht
 vertere – wenden, drehen, kehren
 vitrum – Glas.

laxus – weit, geräumig
 limus – Schlamm
 lignum – Holz
 magnes lapis – Magnetstein, Magnet
 mollis – weich
 novus – neu, frisch, jung
 perennis – dauernd, beständig
 pes – Fuß,
 planus – eben
 prae – vor
 praefigere – vorne anheften, befestigen
 profundus – tief
 radere – kratzen, schaben
 reducere – zurückführen
 regio – Gegend, Richtung
 resorbere – wieder einschlürfen, wieder einziehen
 reducere – zurückführen, -bringen
 rusticus – ländlich, Landmann
 satur – satt, gesättigt
 semi – halb
 silex – Kiesel, harter Feldstein
 solum – Boden, Grund, Sohle
 sub- – unter
 stagnare – austreten, versumpft sein, überschwemen
 suffigo – an oder auf etw. heften
 tegula – Ziegel
 terra – Erde, Land
 toxicum – Gift
 transportare – hinüberbringen
 umbra – Schatten
 urbs – Stadt
 vermis – Wurm
 vetus – vieljährig, alt

Literatur

Food and Agriculture Organization of the United Nations by the Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BRG). Hannover 2008: World Reference Base for Soil Resources 2006, Erstes Update 2007, Deutsche Ausgabe, übersetzt von P. Schad.

Murawski, H. (1992): Geologisches Wörterbuch. F. Enke Verlag, Stuttgart.

Nestroy, O. et al. (2000): Schematische Gliederung der Böden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitt. d. Österr. Bodenkundl. Ges., H. 60, Wien.

Rumänien – Land der Gegensätze

O. NESTROY

Institut für Angewandte Geowissenschaften, Techn. Universität Graz, Rechbauerstraße 12, A-8010 Graz

Schon an der Überschrift wird der Leser erkennen, dass ihm nicht (nur) ein distanzierter und trockener Bericht von der Jahrestagung der Rumänischen bodenkundlichen Gesellschaft erwartet, sondern bewusst auch persönliche Impressionen von „Land und Leuten“ Rumäniens einfließen, die unter einem subjektiven Aspekt wiedergeben werden, dadurch aber einen bescheidenen Beitrag zum näheren Kennen lernen dieses Landes zu leisten in der Lage sind. Rumänien, mit einer Fläche von 238.391 km², vom Moldoveanu (2.543 m im Bereich der Transsylvanischen Alpen, Südkarpaten) als höchste Erhebung bis zum Meeresspiegel reichend, mit einer Bevölkerung von 21.634.000 (Dichte: 91 km⁻²), mit der Landeshauptstadt Bucuresti/Bukarest mit 1.926.334 sowie der zweitgrößten Stadt, Iasi (sprich: Jasch), 149 m über NN, mit 320.888 Einwohnern und einem Brutto-Nationaleinkommen von 3.910 € je Einwohner ist seit 1.1.2007 Mitglied der EU. Damit ist Rumänien Mitteleuropa und auch uns (wiederum) näher gerückt. So gehörten Teile von Moldau und der Bukowina bis zum Fluss Suceava zur Österreichisch-Ungarischen Monarchie – doch darüber soll später berichtet werden.

32% der Bevölkerung sind gegenwärtig in der Landwirtschaft, 30% in der Industrie und 38% in Dienstleistungen erwerbstätig. Die Arbeitslosigkeit lag im Jahre 2006 bei 7,3%. Die Zahl der Zigeuner (diese Bezeichnung kann in Rumänien, da nicht diskriminierend, ohne weiteres verwendet werden) wird sehr unterschiedlich angegeben. Laut Fischer Weltatlas liegt sie bei 2,5%, doch existieren infolge unterschiedlicher Formen der Erfassung dieser Volksgruppe auch bedeutend höhere Werte. Das Verhältnis zur Bevölkerungsmehrheit ist nicht immer unproblematisch. Anlass für die Reise nach Rumänien war die Teilnahme an der 19. nationalen Konferenz der Rumänischen bodenkundlichen Gesellschaft, die in der Zeit vom 23. bis 29. August 2009 in Form von zwei Vortragstagen an der Agraruniversität in Iasi stattfand und die von drei Exkursionen (zwei eintägige und eine zweitägige) in das östliche Vorland der Ostkarpaten und in die Ostkarpaten selbst abgeschlossen wurde.

Nach der offiziellen Eröffnung in der Aula der Universität durch den Präsidenten der Rumänischen bodenkundlichen Gesellschaft sowie den Willkommenadressen vom Rektor der Universität sowie von den zahlreichen politischen Mandataren wurden vor dem von rund 250 Personen besetztem Plenum die einleitenden Vorträge gehalten, so von O. Nestroy über „Soil Re-cultivation – Using the Example of Erzberg in Styria“, A. Karlins über „WRB and genetic soil classification – How to compare soil units“, I. Munteanu und V. Cotet über „On soil identity“, G. Jitareanu, F. Filipov und D. Bulgariu über „3D grafic vizualisation of some soil characteristics and soil simulation“, A. Ursu, I. Naicsu, I. C. Stanga und I. Vasiliniuc über „Romanian Soil Taxonomy System – between innovation and necessity“. Dieser vormittägige Vortragsblock wurde dankenswerterweise für die fünf ausländischen Gäste simultan ins Englische übersetzt.

Der Nachmittag des ersten Tages sowie der gesamte zweite Tag waren den knapp über 100 Referaten in den insgesamt sieben Sektionen (Bodenphysik und – technologie, Bodenchemie und – mineralogie, Bodenbiologie, Bodenfruchtbarkeit und Pflanzenernährung, Bodenklassifikation und – kartographie, Boden und Umwelt, Bodenbildende Faktoren und Prozesse in der temperaten Region) gewidmet.

Aus verständlichen Gründen konnte der Autor nur an einem Bruchteil der angebotenen Vorträgen teilnehmen, doch liegen die Zusammenfassungen aller Referate in Rumänisch und Englisch beim Autor vor und können nach Anfrage zur Verfügung gestellt werden. Eine äußerst lebhafteste Debatte ergab sich bei der Vorstellung und Abstimmung der Revision der Rumänische Bodenklassifikation vom Jahre 2003.

Diese basiert, ähnlich der ÖBS 2000, auf einem morphologisch-genetischen Grundprinzip und soll auf Tabelle 1 wiedergeben werden.

Tabelle 1: Die Rumänische Bodenklassifikation, vorwiegend in der Originalfassung, gekürzt
I. Zonale Böden

Klassen	Typen	Subtypen
Cernisoluri	Kastanoziom	carbonatic, calcaric, maronic, psamic, pelic, vertic, gleic, salinic, sodic
	Chernoziom	tipic, carbonatic, calcaric, kastanic, maronic, cambic, greic, argic, aluvic, psamic, pelic, vertic, gleic, salinic, sodic, scheletic, litic
	Greiziom	tipic, carbonatic, calcaric, cambiaric, aluvic, psamic, pelic, vertic, gleic, salinic, sodic, scheletic, litic
	Faeoziom	tipic, carbonatic, calcaric, greic, cambic, argic, psamic, pelic, vertic, gleic, stagnic, scheletic, litic
Luvisolurile	Preluvisol	tipic, molic, roşcat, rodic, alic, psamic, pelic, vertic, marnic, gleic, stagnic, sodic, scheltic, litic
	Luvisol	tipic, roscat, rodic, alic, albic, glosic, planic, psamic, pelic, vertic, marnic, gleic, stagnic, sodic, scheletic, litic
	Planosol	tipic, alic, albic, pelic, vertic, marnic, stagnic, sodic
Cambisolurile	Eutricambosol	tipic, molic, rossic, rodic, rendzinic, andic, aluvic, psamic, pelic, vertic, marnic, gleic, stagnic, salinic, sodic, scheletic, litic
	Districambosol	tipic, umbric, rodic, andic, prespodic, histic, aluvic, psamic, gleic, stagnic, scheletic, litic
Spodisoluri	Criptopodzol	tipic, umbric, histic, scheletic, litic
	Prepodzol	tipic, umbric, histic, scheletic, litic
	Podzol	tipic, umbric, feriluvic, histic, criostagnic, scheletic, litic
Umbrisolurile	Nigrosol	tipic, cambic, andic, criptosodic, histic, scheletic, litic
	Humosiosol	tipic, cambic, andic, criptosodic, histic, scheletic

II. Substratgeprägte Böden

Klassen	Typen	Subtypen
Andisolurile	Andosol	eutric, district, mollic, umbric, histic, cambic, scheletic, litic
Lithosoluri	Lithosol Rendzina Pseudorendzina (Marnosol)	eutric, district, rendzinic, histic, scheletic tipic, cambic, scheletic, litic tipic, mollic, cambic, argic, vertic, stagnic
Psamisoluri (Arenosoluri)	Psamosol (Arenosol)	eutric, district, carbonatic, mollic, umbric, lamelar, gleic, salinic
Pelisoluri	Pelosol Vertosol	tipic, mollic, brunic, cambic, argic, gleic, stagnic, salinic, sodic tipic, mollic, brunic, cambic, argic, gleic, stagnic, salinic, sodic

III. Hydromorphe Böden

Klasse	Typen	Subtypen
Hidrisoluri	Cernigleiosol Gleiosol Stagnosol Nigroclinosol, Clinonigrosol	tipic, carbonatic, cambic, mlăștinos, salinic, sodic tipic, mollic, umbric, cambic, alic, aluvic, psamic, pelic, vertic, salinic, sodic, histic, thionic, scheletic tipic, alic, luvic, albic, glosic, planic, pelic, vertic, gleic, (amphigleic), histic tipic, argic, pelic, vertic

IV. Salzböden

Klasse	Typen	Subtypen
Salsodisoluri	Solonceac Solonet	tipic, mollic, carbonatic, carbonatosodic, sodic, psamic, pelic, vertic, gleic tipic, entic, carbonatic, mollic, luvic, albic, psamic, pelic, vertic, gleic, stagnic, salinic, solodic

V. Organische Böden

Klasse	Typ	Subtypen
Histosoluri	Histosol	eutric, distric, teric, tionic, salinic, sodic

VI. Initiale Böden

Klasse	Typen	Subtypen
Protisoluri	Aluviosol	eutric, district, entic, carbonatic, mollic, umbric, psa-

	Coluviosol	mic, pelic, vertic, gleic, salinic, sodic, scheletic, litic, brunic
	Regosol	eutric, district, entic, carbonatic, molic, umbric, psamic, pelic, vertic, gleic, salinic, sodic, scheletic eutric, district, carbonatic, molic, umbric, psamic, pelic, vertic, stagnic, salinic, scheletic

VII. Anthrosole

Klasse	Typen	Subtypen
Antrisoluri	Erodosol	eutric, district, cambic, argic, andic, spodic, psamic, pelic, vertic, marnic, stagnic, amfigleic, scheletic, litic
	Antrosol	aric, hortic, antracvic, psamic, pelic, vertic, gleic, stagnic, salinic, sodic, scheletic, litic
	Technosol	entic, copertic, spolic, urbic, mixic, garbic, reductic, rudic, litic, litoplacic

Interessant sind die Fakten, dass ein im Oberboden kalkhaltiger Tschernosem, die große Ausnahme darstellt, ebenso oberbodensaure Rendzinen - denn diese kommen in den Karpaten nicht vor. Ferner können aus der sehr unterschiedlichen Zahl von möglichen Subtypen auf deren Vorkommen in Rumänien Rückschlüsse gezogen werden.

Überraschend gut wurden die angebotenen Exkursionen angenommen. Für die rund 160(!) Teilnehmer, aufgeteilt auf zwei Autobusse, zwei Kleinbusse und bis zu zehn private Pkws – eine beachtliche Kolonne, die über weite Strecken von der Polizei mit Blaulicht eskortiert wurde - waren bis zu zwei Meter tiefe, überbreite und händisch ausgehobene Profile vorbereitet.

Dank eines umfangreichen Exkursionsführers mit fundierten Hinweisen über die klimatischen und geologischen Bedingungen somit umfangreichen bodenphysikalischen und -chemischen Daten sowie mikromorphologische Erläuterungen entwickelten sich lebhaft Diskussionen, in die auch die Abschätzung der Eignung diverser Nutzpflanzen auf dem jeweiligen Standort nach einer 10-teiligen Bewertung einfluss. Insgesamt standen 16 von Univ.-Prof. Dr. C. Rusu sorgfältig ausgewählte Bodenprofile zur Diskussion.

Der Bogen spannte sich, übertragen in die Österreichischen Systematik, von Tschernosemen mit unterschiedlichem Kalkgehalt und unterschiedlicher Verbraunung über Carbonatfreie Braunerden mit Salzanreicherung im Unterboden, pseudovergleyten Parabraunerden, Podsole unterschiedlichen Entwicklungsgrades bis zu vergleyten Auböden, Gleyen sowie einer Feuchtschwarzerde. Auf diese Weise war es möglich, einen umfassenden Einblick in die Bodendecke des östlichen Ostkarpatenvorlandes, d.h. der Podolisch-Wollhynischen Platte und Karpatischen Saumsenke bis in die Ostkarpaten zu gewinnen.

Ein Teil der Profile lässt einen stockwerksartigen Aufbau vermuten und im Allgemeinen kann von einer gegenwärtigen Aggradation der Krume ausgegangen werden, d.h. unter den derzeitigen klimatischen Bedingungen findet an den entsprechenden Standorten eine Bodenbildung in Richtung Tschernosem statt. Als Beweis dafür mag auch gelten, dass in vielen Bv- und Bt-

Horizonten infolge azsender Wasserbewegung eine sekundäre Kalkanreicherung stattfindet.

Für das leibliche Wohl (= Konstanthaltung des Nährstoffanbots) waren bei mehreren Exkursionspunkten dekorative und üppige Labestationen aufgestellt. Neben der traditionellen Reiche von Brot (meist gezuckertes Milchbrot) und Salz zur Begrüßung standen auch fruchtige Getränke und landestypische Jausengerichte in fester Form für durstige und hungrige Seelen bereit.

Typisch für die Kulturartenverhältnis ist die Abnahme der Waldfläche, die zum Großteil in staatlichem Besitz ist und, damit verbunden, eine Zunahme der Erosion durch Wasser, das Nebeneinander von kaum überschaubaren Großparzellen der meist als GmbH. geführten Großbetriebe gegenüber den kleinen Parzellen in bäuerlichem Besitz, die meist in Form einer Subsistenzwirtschaft geführt werden. Schmale Parzellen in Hanglage können nur mit Pferden in der Falllinie bearbeitet werden und sind deshalb sehr erosionsanfällig. Auch pferdebespannte Leiterwagen mit Gummibereifung prägen das Straßenbild: Selbst auf Europastraßen kutschieren am Rande die Bauern mit Ernteprodukten wie Artikeln des täglichen Lebens zum und vom Markt. In der Nacht sind die Fahrzeuge in unbeleuchtetem Zustand nicht ganz unproblematisch. Auch angetüdete Pferde und Kühe, die auf Trockenrasenflächen ihr Futter suchen, säumen die Überlandstraßen; dazu gesellen sich die von Hütern und Hunden bewachten Schafherden.

Auch der motorisierte Verkehr hinterlässt einen sehr inhomogenen Eindruck. Teils sind es veraltete Personenautos mit unübersehbaren Blechschäden und Rostflecken, teils modernste und auch teure Limousinen, die meist sehr flott unterwegs sind, ergänzt - mehr in den Städten, als auf dem Lande - von streuenden, halb verwilderten und oft bis auf das Skelett abgemagerten Hunden. Unübersehbar sind auch zahlreiche Fabrikruinen als stumme Zeugen des wirtschaftlichen Wandels. Derzeit bestehen in Rumänien nur zwei durchgehende Autobahnverbindungen.

Der Transit von Lastwägen stellt eine große Belastung für die übrigen Verkehrsteilnehmern wie auch für die Bevölkerung an diesen Routen dar, da die Straßen nach wie vor durch den Ortskern verlaufen und der Verkehr von Ampeln, die in Sekunden über die Dauer der Freiwie auch die Wartephase aufzeigen, geregelt wird.

Der Flughafen von Iasi nimmt sich, bezogen auf die Einwohnerzahl dieser Stadt, eher bescheiden aus. In einem kleinen Abfertigungs- und Empfangsraum mit zwei Schaltern, die nur zeitweise besetzt sind, und sieben Sitzplätzen kann leicht die sonntägliche Ankunft und Abfertigung von sechs Flügen bewältigt werden.

Iasi, die zweitgrößte Stadt von Rumänien und erstmals 1407 urkundlich erwähnt, kann auf historisch bedeutsame Perioden zurückblicken. Sie war ab 1565 300 Jahre hindurch die Hauptstadt des Donaufürstentums Moldau. Heute ist sie noch Sitz des orthodoxen Metropolits wie auch Bischofsitz der Römisch-Katholischen Kirche. 1860 wurde die Universität in Iasi gegründet und ist somit die älteste des Landes. Monumentale öffentliche wie auch private Bauten, meist in Neorenaissance-Stil (und deshalb auch an Wien erinnernd), prägen ebenso das Straßenbild als Spiegelbild der Zeitgeschichte wie die aus Glas, Stahl und Beton errichteten und futuristisch anmutenden Neubauten - meist Niederlassungen internationaler Firmen - neben den kaum gepflegten und verfallenden Altbauten mit blinden Fenstern und herab fallenden Putz. Die zahlreichen Plattenbauten mit den zerbröselnden Fassaden, die einer baldi-

gen Sanierung - falls noch möglich - bedürfen, sollen nicht unerwähnt bleiben. Auch die vielen Klimaanlage wie auch Fernsehchüsseln tragen gerade nicht zur Dekoration der meist hellgrauen Fassaden bei.

In Zusammenhang der oben erwähnten Altbauten darf die österreichische Geschichte etwas in Erinnerung gerufen werden. So gehörten Teile von Moldau (einstiges Fürstentum Moldava) und der Bukowina (= Buchenland) bis zum Fluss Suceava zur Österreichisch- Ungarischen Monarchie. Diese Periode kann im heutigen Straßenbild, wie an privaten und öffentlichen Gebäuden im Ringstraßenstil sowie an der Infrastruktur, man denke nur an Schul-, Theater- und Spitalbauten sowie an das Eisenbahnnetz, nicht übersehen werden.

Unübersehbar ist auch das Gewirr von elektrischen Freileitung und den gelb gestrichenen Gasleitungen im städtischen wie auch ländlichen Bereich entlang von Verkehrswegen.

Die Preise für die Lebensmittel und Waren des täglichen Bedarfs sind – nicht überraschend – sehr niedrig. Zu Luxusgütern und guten Hotelzimmern besteht jedoch ein Preissprung, der dennoch nicht österreichisches Niveau erreicht.

Da die Jahrestagungen nicht allein als wissenschaftliches, sondern auch als gesellschaftliches Ereignis gesehen werden, nehmen auch die (notwendigen) Mittag- und Abendessen in festlichem Rahmen mit lebender Musik, die zum Tanz einladet, einen festen Platz im Tages- (und Nacht-) programm ein. Zu diesen zählen zweifelsohne auch einige Besichtigungen zwischen den Haltepunkten bei den Bodenprofilen.

So stand die Besichtigung des im Jahre 1856 gegründeten und 99ha umfassenden Botanischen Gartens mit 6000 Pflanzenarten und einem ausgedehnten Rosarium ebenso auf dem Programm wie die Besichtigung des archäologischen Museums in Cucuteni, das zeltartig über den in-situ-Funden aus dem Neolithikum errichtet wurde, einer Vorstellung von Turnierpferden in Piatra Neamt und die Besichtigung der Moldauklöster Varatic, Agapia und Voronet.

Letztgenanntes ist durch seine Fresken an der Fassade mit Darstellungen aus dem Alten und Neuen Testament berühmt und unterhält auch intensive Kontakte zu röm.-kath. Nonnenkloster auf dem Salzburger Nonnberg. Die Zahl der rumänisch- orthodoxen Mönche und Nonnen ist steigend und die Frömmigkeit der Bevölkerung verlangt unseren Respekt.

Trotz der vielen hier erwähnten nicht immer positiven Fakten ist im Vergleich zu meinen früheren Besuchen im Allgemeinen ein deutlicher wirtschaftlicher Aufschwung zu erkennen, dokumentiert durch die zahlreichen neuen Niederlassungen von internationalen Firmen, die Rumänien sichtbar wiederum in die europäische Mitte zurückführen. Neben diesen ausländischen Investitionen sind auch die von der EU geförderten umfangreichen Verbesserungen der Infrastruktur, die von der rumänischen Bevölkerung positiv aufgenommen und auf die auch in Zukunft große Hoffnungen gesetzt werden, nicht zu übersehen.

ÜBER DEN GEGENWÄRTIGEN ZUSTAND UND DIE ZUKÜNFTIGE ENTWICKLUNG DER LANDWIRTSCHAFT IN BULGARIEN

O. NESTROY

Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Graz

1. Eckdaten über Bulgarien

Seit 1. 1. 2007 ist Bulgarien Mitglied der Europäischen Union und schon einige Eckdaten, entnommen dem Fischer Weltalmanach sowie dem FAO Statistical Yearbook, erlauben einen ersten Überblick über die nicht gerade günstige Situation der Landwirtschaft dieses Landes.

Bei einer Landesfläche von 110.994km² und 7,660.000 Einwohnern - davon wohnen in der Hauptstadt Sofia 1,126.389 – entspricht dies einer Einwohnerdichte von 69.km⁻². Die Landbevölkerung zählte im Jahre 2006 2,269.000 Personen, d.s. 29% der Gesamtbevölkerung, die Agrarbevölkerung nur 396.000 Personen, die Zahl der in der Landwirtschaft Tätigen 190.000, d.s. 5% der Gesamtwerkstätigen. Von den insgesamt 10,863.000ha wurden im Jahre 2006 3,099.000ha als Ackerland, 206.000ha als Dauerkulturen und 1,855.000 ha als Weideland genutzt.

Das Bruttonationaleinkommen lag im Jahre 2007 bei 4.580 US-\$ je Einwohner (Österreich: 41.960 US-\$) und im Jahre 2008 waren 19,3% in der Landwirtschaft, 28,3% in der Industrie und 52,5 % in Dienstleistungen tätig. Die Arbeitslosigkeit lag bei 5,6%, die Inflation bei 12,0%.

2. Einleitung

Dieser Bericht setzt sich aus zwei Teilen zusammen: Dem wissenschaftlichen Teil folgt eine gestraffte Wiedergabe von Eindrücken über das Land und über Sofia.

3. Konferenz in Sofia

Diese international besetzte Konferenz unter dem Titel „Good practices for sustainable agricultural production“, organisiert von der Agrarfakultät der Forstlichen Universität in Sofia, fand in der Zeit vom 12. bis 14. November 2009 im Hotel Moskva in Sofia statt.

Dem üblichen Eröffnungs- und Begrüßungszeremoniell folgte ein konzentriertes Vortragsprogramm von insgesamt 19 Referaten, gehalten von Kolleginnen und Kollegen aus acht Südost-Mitteleuropäischen Ländern und aus Ländern des Nahen Ostens, mit ergänzenden Diskussionen, die alle simultan ins Englische übersetzt wurden. Einen ungeschminkten Einblick in die Ist-Situation der Landwirtschaft Bulgariens vermittelten schon drei Einleitungsreferate, die durch einen Vergleich der Landwirtschaft in der Slowakei, in Polen und Rumänien die Situation der Landwirtschaft Bulgariens von verschiedenen Seiten beleuchteten – und dies war auch der zentrale Themenbereich.

20 Poster ergänzten den Hauptteil dieser zweitägigen Tagung, dazu kamen noch die abendlichen gesellschaftlichen Veranstaltungen, die optimale Möglichkeiten für vertiefende Fachgespräche boten.

Falls Interesse an den Referaten besteht, könnten die Abstracts derselben vom Berichtersteller bereitgestellt werden.

Obwohl eine wissenschaftliche Kontaktaufnahme über die modernen elektronischen Medien in ihrer Berechtigung keineswegs geschmälert werden soll, hat ein persönliches Kennen lernen wie auch ein Fachgespräch unter vier Augen keinesfalls an Bedeutung eingebüßt. Speziell bei einer kleinen, überschaubaren Gruppe, die von Vertretern aus 11 Nationen bestand, konnte dieses stattfinden und wurde deshalb ein prägendes Erlebnis.

Wie wäre es denn sonst auf relativ so einfachem Wege möglich, mit Fachkollegen aus der Türkei, dem Irak (Kurden) und Kasachstan am runden Tisch zu sitzen und zwanglos fachlich zu diskutieren? Neben dem persönlichen Kennen lernen wurde auch zwanglos über die agrarische Probleme der einzelnen Länder in Klartext gesprochen und auf diese Weise Anregungen für weitere Arbeiten vorgegeben. Daher soll auch nicht der Inhalt jedes einzelnen Referats wiedergegeben werden, sondern nur allgemeine Tendenzen.

Der Aufwand an Mineraldüngern in Bulgarien ging in Vergleich der Jahre 1980 bis 2006 drastisch zurück: von 829.700t auf 165.943t im Jahre 2002 bei einer Verteilung in 152.127t N, 12.410t P₂O₅ und 1.406t K₂O, auf 501.242t im Jahre 2006. Die Getreideproduktion verringerte sich im selben Zeitraum von 8.129.000t um 2.597.000t auf 5.532.000t im Jahre 2006 und wies einen durchschnittlichen Hektarertrag von 35,7dt auf, jedoch bei großen jährlichen Schwankungen.

Die berechneten Flächen gingen gegenüber 1979/81 von 1,189.000ha, d.s. 28,3% des Ackerlandes und Dauerkulturflächen, auf 500.000ha, d.s. 15,1%, zurück.

Hinzu kommt noch eine ungünstige sozioökonomische Struktur, derart, dass 75% Kleinbauern sind, die meist eine nur mangelnde Ausbildung haben und vorwiegend nur Kleinparzellen bewirtschaften können. Das Fehlen von organisierten Agrarmärkten, eine nicht optimale Verteilung von EU-Geldern und ein Fehlen an landwirtschaftlicher Technologie werden zunehmend zum Hemmschuh für agrarische Erneuerungen. Ebenso fehlen auch gesetzliche Grundlagen bzw. die notwendigen gesetzlichen Änderungen, wodurch auch die längst fälligen Umstellungsprobleme nur schwer in den Griff zu bekommen sind.

Im Mittelpunkt der Diskussionen zur Hebung und Stabilisierung der agrarischen Produktion stand an erster Stelle die Stickstoffdüngung, dann jene mit Kalium und Phosphor und schließlich Stallmistgaben, ergänzt mit Fragen über eine Beregnung, der auch in Zukunft ein hoher Stellenwert eingeräumt wird. Die Qualität des Wassers, eventuelle Aufbereitung desselben, Kosten, rechtliche Grundlagen und schließlich mögliche Bodenverdichtungen sind keine heißen Themen - ebenso auch nicht Umweltprobleme, die nur am Rande angesprochen und kaum diskutiert wurden.

Die Zielvorgaben für die Agrarproduktion in Bulgarien können folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Hebung der Erträge, speziell bei Körnerfrüchten, eine Minderung der Ertragsschwankungen – vor allem durch Mineralsdüngereinsatz.

- Es besteht darüber Konsens, dass die Zukunft der Kleinbauern nicht in der Erzeugung von landwirtschaftlichen Massenprodukten, sondern in qualitätsbetonten Nischenprodukten liegt und deswegen dieser Gruppe Informationen, Schulung und Förderung im verstärktem Maße zuteil werden soll.

- Anzustreben ist eine allgemeine Verbesserung des Wissens um die Bodenproduktion, verbunden mit der Umsetzung der Erkenntnisse der Forschung in die Praxis. Dies erfordert neben Interesse und Willen zur Anpassung vor allem die Elastizität, neue Wege zu beschreiten.

In der Praxis bedeutet dies neue Methoden in der Bodenbearbeitung, so z.B. Minimalbodenbearbeitung, überlegte Vertiefung der Krume, eine auf die Frucht optimal abgestimmte Düngung, Wahl einer dem Standort adäquate Fruchtfolge, Arbeiten mit der Natur und nicht gegen diese, Verbesserung der Bodenwasserhaushalts, wie z.B. durch Drainage oder Beregnung, Vermeidung von Bodenverdichtungen und anderer ertragsmindernder Faktoren, kurzum, eine ordnungsgemäße, d.h. auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Landwirtschaft.

Es wird zweifelsohne noch in allen Bereichen der bulgarischen Landwirtschaft großer Anstrengungen bedürfen, EU-Standards zu erreichen, doch sind zur Erreichung dieser Ziele die Weichen schon gestellt.

4. Ein kurzer Blick auf Sofia sei noch gestattet

Dies Stadt zeigt ein sehr heterogenes Bild: Neben zahlreichen Altbauten im Stadtzentrum und den vielen beachtenswerten und aufwändig restaurierten religiösen Bauten, die ein friedliches Nebeneinander der zahlreichen Kirchen und Religionsgemeinschaften in diesem Lande und in dieser Stadt manifestieren, ist das Stadtbild neben Altbauten aus der Gründerzeit und dem Jugendstil von den meist restaurierungsbedürftigen Bauten der Zwischenkriegs- und Nachkriegszeit geprägt; hier besteht noch ein großer Nachholbedarf. Unübersehbar sind die hypermodernen Bauten von Banken und anderen internationalen Konzernen aus Stahl, Beton und Glas, die oftmals in Widerspruch zum umschließenden Bauensemble stehen.

Ein amerikanischer Einfluss ist an zahlreichen Restaurants und den zunehmenden Bezeichnungen in Englisch zu erkennen - diese ist auch die erste in den Pflichtschulen gelehrt Fremdsprache, gefolgt von Deutsch. Das Verkehrsproblem in Sofia scheint man nicht in den Griff bekommen zu haben, denn jeder freie Fleck wird rücksichtslos verparkt und der Fußgänger hat oft Mühe, einen Weg zwischen den parkenden Autos zu finden. Hingegen überrascht den Besucher ein neuer und modernst gestalteter Flughafen, der knapp vor der offiziellen Eröffnung steht.

Neben einer gewissen Skepsis – es lebt eine Teil der Gesellschaft in zwei Welten, die im fremden Staat wie auch bei einer Rückkehr ins Heimatland nicht angenommen werden (vgl. E. Lichtenberger, 1984) – ist eine Aufbruchstimmung unüberhörbar und unverkennbar, getragen von der allgemeinen Herausforderung, EU-Standards zu erreichen, um sich auf diesem Wege gut auf dem europäischen Markt positionieren und der wachsenden Konkurrenz stellen zu können.

8.5. Literaturverzeichnis

Der Fischer Weltatlas 2010, (2009). Fischer Taschenbuch Verlag, Frankfurt am Main.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006): FAO Statistical Yearbook 2005/2006, Roma.

Food an Agriculture Organization of the United Nations (2009): FAO Statistical Yearbook 2007/2008, Roma.

Lichtenberger, E. (1984): Gastarbeiter – Leben in zwei Gesellschaften. Unter Mitarbeit von H. Fassmann, EDV-Technologie. Wien, Köln, Graz.

JUBILÄUMSTAGUNG DER UNGARISCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT IN BUDAPEST, IM SEPTEMBER 2009

Bericht

O. NESTROY¹ und W.E.H. BLUM²

¹Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Graz

²Department für Wald- und Bodenwissenschaften, Institut für Bodenforschung, Universität für Bodenkultur in Wien, Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Wien.

Die erste Internationale Agrargeologische Konferenz wurde vom 14. bis 27. April 1909 in Budapest abgehalten, ein würdiger Anlass, im Jahre 2009 eine Internationale Konferenz zu einem analogen Themenbereich in Budapest auszurichten. Diese fand vom 16. bis 17. September 2009 unter dem Thema „Bridging the Centuries: 1909 – 2009“ in Budapest und an der Szent István Universität in Gödöllő statt.

Der erste Tag befasste sich mit den Fortschritten der Bodenforschung in den letzten 100 Jahren, mit einer Vorschau auf zukünftige bodenkundliche Herausforderungen und Aktivitäten. Der 2. Tag war der Bodenklassifikation, von V. V. Dokuchaev bis zur WRB 2006 gewidmet.

Den Auftakt in Budapest bildete, wie anno 1909, eine festliche Vortragsveranstaltung im beeindruckenden Ambiente des sich am linken Donauufer erhebenden Hauptgebäudes der Ungarischen Akademie der Wissenschaften.

Im Anschluss an die Willkommensadressen von T. Németh namens der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, von L. Kordos namens des Ungarischen Geologischen Instituts, von E. Michéli namens der Ungarischen bodenkundlichen Gesellschaft und von I. Montanarella namens des EU-Joint Research Centre in Ispra, wurden vier Plenarsitzungen abgehalten.

Im Rahmen der ersten Planarsitzung (Thema: Vermächtnis der Agrargeologie) sprachen E. Michéli über das Thema „Retrospect of the 1st International Conference of Agrogeology“ und L. Kordos über „Impacts of the 1909 events on soils and geological surveys.“

Im Rahmen der zweiten Plenarsitzung (Thema: Ein Jahrhundert des Lernens) referierten M. Golden (USA) „An overview of soil survey/conservation and policies in the US on the past 100 years“, G. Várallyay (Ungarn) „Soil water management: past and present“, D. Schultze (USA) „Historical milestones in soils chemistry and mineralogy“, T. Németh (Ungarn) „Lessons from long-term experiments“, G-L- Zhang (China) „The development of soil survey and soil mapping in China“, A. Jones (JRC Ispra) „Efforts and barriers in common descriptions, data base building and mapping soils of Europe“.

Eingeleitet wurde die dritte Plenarsitzung („Entwicklungen in der Bodenkunde und in den wissenschaftlichen Gesellschaften) von einem Referat von A. Hartemink (Niederlande) „100 years of soil science“, diesem folgte das Referat von W. Blum (Österreich); „The developments of IUSS and other organizations of the soil science community“ sowie von L. Marmo (EU, Brüssel) „Recent developments in soil protection policy at EU level“.

Schließlich referierten in der vierten Plenarsitzung (Grundlagen für die Zukunft: Visionen und Verantwortung für morgen) R. Arnold (USA) über „Footprints of awareness: Our choices“, A. McBratny (Australien) „Foundations for the future: research“, and L. Montanarella (JRC Ispra, Italien) “Policy outlook for soil scientists.”

Ein kurzer Kommentar zu einigen Vorträgen:

So berichtete E. Michéli, dass bei der Konferenz im Jahre 1909 mit 86 Teilnehmern aus 11 Ländern die offizielle Sprache Deutsch war und nur einige Teilnehmer in Englisch vortrugen. Die Fahrten während der 12-tägigen (!) Exkursion erfolgten in (den damals üblichen) Pferdewagens. L. Kordos führte in seinem Referat über die Auswirkungen der 1909-Konferenz auf die Entwicklung der Bodenkunde u.a. aus: “ In Hungary, agrogeology developed in the second half of the 19th century, because in the golden period of the Austro-Hungarian Monarchy – as a prototype of the European Community – needed a scientific basis for agriculture”. D. Arnold beschwor, dass ein Überleben nur in einer harmonischen Abstimmung zwischen der biotischen und abiotischen Natur möglich ist.

Der abendliche Empfang mit einem reichhaltigem Buffet fand, analog zu 1909, in den historischen Räumen der Ungarischen Geologischen Instituts statt.

An diesen sehr informativen und (auch) langen Tag schloss sich eine eintägige Exkursion, die die Standorte der historischen Exkursion 1909 in der Umgebung von Budapest, damals unter der Führung von Glinka, Murgoci, Ramann, Sigmond u.a. nachzeichnete.

Diese waren Pesthidegkút (Hüvösvölgy) mit einer Parabrauerde aus umgelagertem Löss sowie mit einem Würmlössaufschluss, Gödöllő mit einer Parabrauerde aus Löss und der Demonstration des landwirtschaftlichen Versuchsbetriebes der Universität und schließlich der weltweit bekannte Aufschluss eines periglaziären Paläobodens in Atkár (dessen Genese nach wie vor Gegenstand von Diskussionen ist) und eines in der Nähe liegenden Vertisols.

Ein sehr umfangreich gestalteter Exkursionsführer bot die solide Basis für ausgedehnte Diskussionen an den Profilen

Der folgende Tag war Vorträgen an der Szent István Universität in Gödöllő gewidmet.

Zu Beginn sprach R. Arnold „Believe in Icebergs: principles and conflicts in soil classification“, P. Schad “Soil classification: past – present – future“, P. Krasilnikov “Soil classification: The end of the history?“, O. Spaargaren; Small-scale mapping with WRB“, E. Eberhardt “Classifying soils according to WBR with national soil legacy data“, E. Dobos “The WRB qualifiers as melting pots for digital soil mapping“, A. McBratney “Numerical soil classification: a missed, but not a lost opportunity“, D. Schultze “Visualizing Soils Landscapes“, R. Baritz “ The role of pedogenetic map units to predict landscape-level soil properties – is a paradigm changing?“, G. Tóth “Classification of European soils by their functional abilities“, J. Hempel “Global Soilmap.net project and the North American Node.”

Ergänzt wurde dieser dichte Vortragstag im ehemaligen Refektorium der Universität Gödöllő durch sieben Poster zum Generalthema Bodenklassifikation.

Diese sehr informative Tagung in Ungarn bot neben einem Rückblick auch umfassende Informationen und Anregungen für verstärkte zukünftige Aktivitäten in allen Bereichen der Bodenkunde.

Inhalt sämtlicher Mitteilungen der ÖBG

Die Inhaltsverzeichnisse sämtlicher Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft finden Sie im Internet unter der Adresse

<http://www.boku.ac.at/oebg> unter **Publikationen**.

Die Hefte können über die Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Gregor Mendelstraße 82b, A-1180 Wien, oder direkt via Internet bestellt werden.

Hinweis zur Einreichung für den Kubienapreis

Bis 31. August können Arbeiten für den Kubienapreis eingereicht werden.

Weitere Informationen unter <http://www.boku.ac.at/oebg> unter Kubienapreis.