Bodenveränderung entlang eines Bewirtschaftungstransektes auf der Kaserstattalm im Stubaital

Wolfram Bitterlich und Alexander Cernusca

Synopsis

As a contribution to the Terrestrial Ecosystem Research Initiative (TERI) within Framework IV of the EU, ECOMONT aims at investigating ecological effects of land-use changes in European terrestrial mountain ecosystems (project no. ENV4-CT95-0179, for further information see the homepage of the ECOMONT project, http://info.uibk.ac.at/c/c7/c717/ecomont/). The effects of land-use changes on soil morphological, physical and chemical properties were investigated. At the south-faced Kaserstattalm/Stubai Valley (A), located at a height of 1890m, comparative measurements were conducted on soils below an intensively-managed meadow (Trisetetum flavescentis), subalpine grassland managed only every two to three years (Sieversio-Nardetum strictae), an Alpine meadow (Vaccinio Callunetum) and finally a subalpine spruce forest, the climax stage of vegetation development (Homogyno-Piceetum). The reduction of land-use on lightly managed and abandoned areas first leads to the accumulation of undecomposed and little decomposed litterfall over the mineral soil. This process can be explained by changes in the species composition of the plant cover as well as by a decreasing activity of the soil organisms. Decomposition of the organic matter is reduced, and several humus layers develop on the abandoned area and in the forest (moder). On the meadow, however, which is mowed once a year, mull predominate. Increasing accumulation of organic matter over the mineral soil increases acidification in the topsoil. From the intensively-managed meadow to the spruce forest the nitrogen content and the content of alkaline ions as well as the number of exchangeable cations decrease, whereas the C:N ratio increases. The brown soils of the abandoned area and the forest have less available nutrients than the intensively-managed meadow. Soil physical properties are not changed as much as soil chemical properties. After ten years of abandonment, however, changes in soil water storage were observed with an increased soil organic content. With an increasing portion of macropores in the A horizon the infiltration increases from the intensively-managed meadow to the forest and field capacity decreases. In the forest most of the water can be stored in the humus layers. The brown soils under intensively-managed meadows have a better water storage capacity than brown soils under lightly-managed meadows.

The investigations at the Kaserstattalm show changes in the soil morphological, chemical and physical properties of the brown soils nearby the timber line. These changes are caused by land-use changes, lead to differences in the soil profile and promote the development to the climax stage, the cambic podzol.

Brachlegung, Podsolierung, organische Substanz, Bodenazidität, C/N-Verhältnis

Abandonment, podzolisation, soil organic matter, soil acidity, C:N ratio.

1 Einleitung

Die allgemeine Rezession der Landwirtschaft in den Alpen hat in den letzten Jahrzehnten einen tiefgreifenden Strukturwandel bewirkt. Die für die Bauern im Alpenraum nachteiligen Bewirtschaftungsbedingungen haben vor allem zu einer Reduzierung der Nutzung beziehungsweise zu einer Brachlegung von Almflächen und Bergwiesen geführt (CERNUSCA 1990). Erste sichtbare Auswirkungen dieses Auflassens der Bewirtschaftung sind Veränderungen in der Pflanzenartenzusammensetzung im Zuge der Sekundärsukzession (SPATZ & al. 1978). Die Entwicklung von Böden benötigt einen Zeitraum von einigen Jahrzehnten bis Jahrtausenden (KUBIENA 1986). Bewirtschaftungsänderungen beeinflussen aber die im Boden ablaufenden Prozesse und bewirken eine Veränderung der Bodeneigenschaften sowie in weiterer Folge des gesamten Bodenaufbaues (NEUWINGER 1987).

Als Beitrag zu TERI (Terrestrial Ecosystem Research Initiative), einer Forschungsinitiative der EU im 4. Rahmenprogramm, hat ECOMONT die Zielsetzung zu untersuchen, welche ökologischen Auswirkungen sich als Folge von land- und forstwirtschaftlichen Bewirtschaftungsänderungen im Gebirge ergeben (CERNUSCA & al. 1997). Das Ziel vorliegender Arbeit im Rahmen dieses EU-Forschungsprojektes ECOMONT war es, zu analysieren, (1) wie sich die morphologischen, chemischen und physikalischen Parameter des Bodens aufgrund von Nutzungsreduzierung bis Brachlegung verändern und (2) wie sich diese Veränderungen auf die Entwicklung des Bodens auswirken.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich auf der Kaserstattalm im Stubaital in den Österreichischen Zentralalpen (47° 14' N, 11° 3'E) auf 1890m NN. Das Klima auf der Kaserstattalm ist nach FLIRI (1983) dem gemäßigt kontinentalen Innenalpenklima zuzuordnen. Die mittlere Jahresniederschlagsmenge beträgt 1097mm. Die Jahresmitteltemperatur ist bei 3,0° C (Klimadaten der Wetterstation des Hydrographischen Dienstes des Amtes der Tiroler Landesregierung, Abt. VI h-H). Die südexponierten, stark geneigten Hänge der Kaserstattalm (Gesamtfläche ca. 228ha) werden seit mehr als 500 Jahren als Mähwiesen und Weiden bewirtschaftet (GIETZEN 1964). Pflanzensoziologisch handelt es sich bei den bewirtschafteten Mähwiesen um Goldhaferwiesen (Trisetetum flavescentis). Die Bewirtschaftung nimmt aber seit 1987 ab, die Wiesen und Weiden verbuschen zunehmend mit Zwergsträuchern (Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Vaccinium gaultheroides). Aus den Goldhaferwiesen entwickeln sich subalpine Bürstlingsrasen (Sieversio-Nardetum strictae) und später Bergheiden (Vaccinio-Callunetum). In weiterer Folge wandern Bäume wie Lärchen (Larix decidua) und Fichten (Picea abies) ein. Es entstehen subalpine, lärchenreiche Fichtenwälder (Homogyno-Piceetum), die das Klimaxstadium der Sukzession in dieser Höhenlage bilden (CERNUSCA & al. 1997).

Geologisch gesehen besteht das Gebiet vorwiegend aus silikatischen Gesteinen der Ötztaler Masse (hauptsächlich Gneis, Paragneis und Glimmerschiefer). Moränen- und Solifluktionsmaterial sowie dolomitischer Blockschutt aus dem Brennermesozoikum in höheren Lagen (ab ca. 2000m NN) haben sich an vielen Stellen mit den silikatischen Gesteinen vermischt.

3 Probenahmeflächen und Methodik

Um die Auswirkungen von Brachlegungen in den Böden untersuchen und detaillierte Vergleichsmessungen durchführen zu können, wurde in einem ersten Schritt die Kaserstattalm flächig mit dem Pürkhauer Bohrstock kartiert (CERNUSCA & al. 1996, unveröff. Abschlußbericht zum INTEGRALP-Projekt im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft). Basierend auf dieser Kartierung wurden repräsentative Probenahmeflächen ausgewählt (siehe Tab. 1). Der Bewirtschaftungsgradient reicht von einer regelmäßig bewirtschafteten, einschnittigen Goldhaferwiese (Trisetetum flavescentis), über eine nur mehr alle drei Jahre genutzte Mähwiese der Assoziation Sieversio-Nardetum strictae und eine Bergheide (Vaccinio-Callunetum), die vor 10 Jahren aufgelassen worden ist, bis zu einem Fichtenwald (Homogyno-Piceetum). In jeder Probenahmefläche wurde an einer repräsentativen Stelle eine Profilgrube gegraben. Der Bodentyp wurde nach FINK (1969) sowie nach dem Klassifikationsschema der FAO-UNESCO (1990) bestimmt. Die morphologischen Bodeneigen-

Tab. 1
Beschreibung der Probenahmeflächen.

Table 1
Description of the research sites.

	Intensiv genutzte Mähwiese	Vermindert genutzte Mähwiese	Brache	Wald
Höhe (m)	1850	1850	1850	1850
Neigung (°)	26	28	29	35
Exposition	SO	SO	S – SO	SO – O
Vegetationstyp	Goldhaferwiese (Trisetetum flavescentis)	Bürstlingsrasen (Sieversio-Nardetum strictae)	Bergheide (Vaccinio Callunetum)	Fichtenwald (Homogyno-Piceetum)
Bodentyp[1]	Eutrophe Braunerde (Eutric Cambisol)	Oligotrophe Braunerde (Dystric Cambisol)	Oligotrophe bis podsolierte Braunerde (Dystric Cambisol und Cambic Podzol)	Podsolierte Braunerde bis Eisenpodsol (Cambic Podzol und Ferric Podzol)
Gründigkeit (cm)	60	60	80	70
Lithologie	Gneis, Glimmerschiefer, Hangschutt	Gneis, Glimmerschiefer	Hangschutt, Moränen- und Solifluktionsmaterial	Gneis, Glimmerschiefer

1 Klassifizierung der Bodentypen nach Fink (1969) sowie FAO-UNESCO (1990)

schaften wurden gemäß den Anleitungen von BLUM & al. (1996) erhoben. Für jeden Horizont wurden fünf 250 cm^3 große Stechzylinderproben sowie mindestens 2kg gestörte Proben entnommen (BLUM & al. 1996). Bei der Entnahme der gestörten Proben wurde darauf geachtet, aus mehreren Einzelproben eine möglichst gute Mischprobe zu erzielen (BLUM & al. 1996). Im Labor wurde mit einem Kapillarimeter (Eigenbau, Prinzip gleich »Tensiometer-pressure transducer system«, KLUTE 1986) sowie mit einer Hochdruckapparatur (RICHARDS 1949) die Wasserkapazität des Bodens (pF-Kurve) und damit die Porengrößenverteilung in Vol.% ermittelt. Die Bestimmung der Kennwerte des Bodenwasserhaushaltes erfolgte entsprechend einer Anleitung aus SCHLICHTING & BLUME (1966) und CZELL (1967): maximale Wasserkapazität (WK_{max}) bei 0,01bar (pF 1), minimale Wasserkapazität (WK_{min}) bei 0,33bar (pF 2,5). Die Feldkapazität (FK) wurde aus dem arithmetischen Mittel aus WK_{min} und WK_{max} berechnet. Die Korngrößenanalyse der Fraktionen von 2000 bis 40 µm erfolgte durch die Siebanalyse (SCHLICHTING & al. 1995), jene der Fraktionen von 40 bis 2 µm mit einem SA-CP 3 der Firma SHIMADZU GMBH, Wien, in einem kombinierten Sedimentations- und Zentrifugationsverfahren. Die Bezeichung der Korngrößenverteilung erfolgte nach ÖNORM L 1061. Die Untersuchungen des Stickstoff- und Humusgehaltes wurde am CN-Analysator der Firma LECO INSTRUMENTE GMBH, München durchgeführt. Zusätzlich wurde bei den Mischproben der Humusgehalt über Glühverlust analysiert (SCHLICHTING & al. 1995). Die pH-Wertmessung erfolgte in einer Suspension von Boden in 0,01M $CaCl_2$-Lösung (1 : 2,5) (BLUM & al. 1996). Die austauschbaren Kationen wurden im 0,1M $BaCl_2$-Extrakt (ungepufferte Lösung) bestimmt (BLUM & al. 1996), und die effektive Kationenaustauschkapazität (KAK_{eff}) berechnet.

4 Ergebnisse

Auf der Kaserstattalm sind neben den Rendzinen über Karbonat (FAO-UNESCO 1990: Rendzic Leptosols), eutrophe und dystrophe sowie podsolige Braunerden (FAO-UNESCO 1990: Eutric und Dystric Cambisols sowie Cambic Podzols) über Glimmerschiefer und Gneis die am häufigsten auftretenden Bodentypen. Das erste sichtbare Zeichen einer Nutzungsänderung ist die Zunahme an organischer Substanz im und über dem Mineralboden von der intensiv genutzten Mähwiese zum Wald hin. Während auf der intensiv genutzten Mähwiese nur ganz geringe Mengen an Streu dem Mineralboden aufliegen (L-Horizont), zeigt sich bereits auf der vermindert genutzten Mähwiese eine Akkumulation an nicht bis gering zersetzter Streu (L- und F-Horizont). Auf der Brache kommt es über dem Mineralboden zur Ausbildung eines Feinhumushorizontes (H-Horizont). Die Mächtigkeit des Auflagehumus nimmt von der intensiv genutzten Mähwiese zum Wald hin zu (Abb. 1). Aus der geringmächtigen Auflage eines Mull in der intensiv genutzten Mähwiese entwickelt sich ein deutlich mächtiger Mullmoder bis Moder in der Brache, der im Wald in einen Rohhumusmoder übergeht.

Mit der Akkumulation an organischer Substanz über dem Mineralboden korreliert ein Anstieg an Humus im Mineralboden. In den A-Horizonten der in-

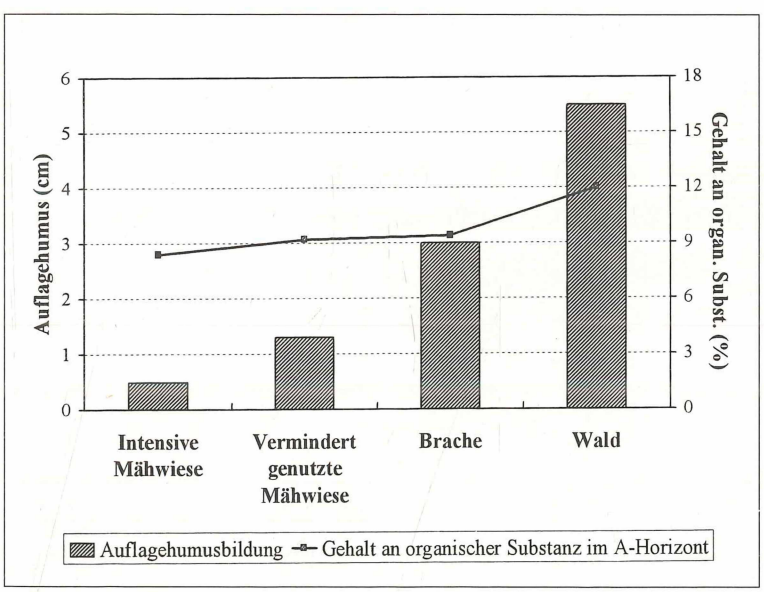

Abb. 1
Auflagehumusbildung und Gehalt an organischer Substanz im A-Horizont unterschiedlich bewirtschafteter Braunerden.

Fig. 1
Formation of upland organic horizons and content of organic matter in the A horizon of differently managed brown soils.

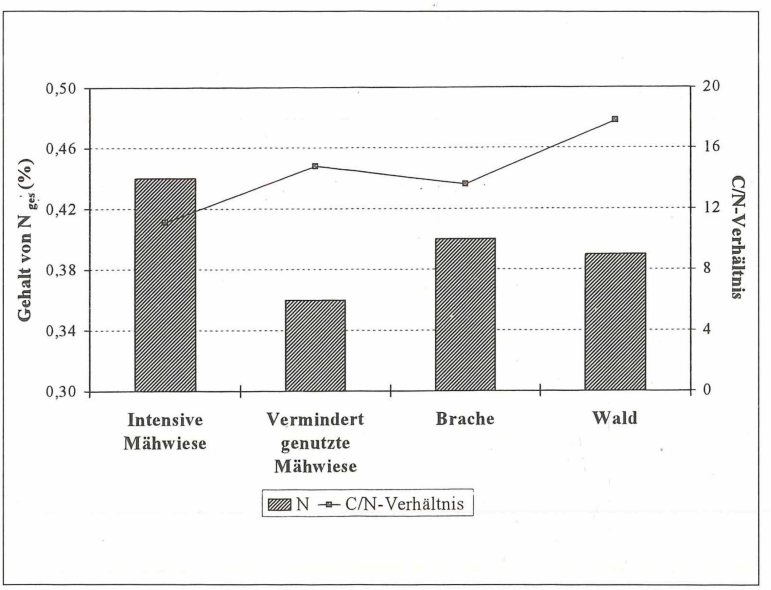

Abb. 2
Stickstoffgehalt und C/N-Verhältnis im A-Horizont unterschiedlich bewirtschafteter Braunerden.

Fig. 2
Total nitrogen content and C / N ratio in the A horizon of differently managed brown soils.

tensiven Mähwiese ist bei der trockenen Veraschung ein Humusgehalt von 8,4% und vom Wald ein Gehalt von 12% bestimmt worden (siehe Abb. 1 und Tab. 2). Die Stickstoffgehalte im A-Horizont sinken von der intensiv bewirtschafteten Mähwiese zum Wald hin. Die C/N-Verhältnisse steigen von 11 (intensive Mähwiese) auf 18 (Wald) an (siehe Abb. 2 und Tab. 2).

Bei den pH-Wertanalysen haben sich Unterschiede zwischen den einzelnen Probenahmeflächen ergeben. Während der pH-Wert im A-Horizont von der Braunerde der Goldhaferwiese noch im schwach sauren Bereich liegt, hat die podsolierte Braunerde im Wald bereits einen sehr niedrigen pH-Wert (siehe Tab. 2).

Von der intensiven Mähwiese zum Wald hin sinken die Gehalte der austauschbaren basisch wirkenden Kationen Kalzium, Magnesium und Natrium (Ausnahme: Kalium), die Gehalte an sauerwirkenden Kationen Wasserstoff, Aluminium und Eisen dagegen steigen an (siehe Tab. 2). Die Kationenaustauschkapazität sowie die Ca/Al-Verhältnisse haben sich daher entlang des Bewirtschaftungsgradienten verändert. Während die Mähwiese noch eine Kationenaustauschkapazität von 24,2 $cmol_c.kg^{-1}$ und ein Ca/Al-Verhältnis von 38 aufweist, nehmen die Werte der Kationenaustauschkapazität zum Wald hin auf 7,9 $cmol_c \cdot kg^{-1}$ und beim Ca/Al-Verhältnis auf 0,5 ab (siehe Tab. 2).

Bei der Korngrößenverteilung unterscheiden sich die Braunerden der Kaserstattalm besonders im Sand- und Schluffanteil, der Tonanteil dagegen ist bei allen Flächen in etwa gleich. Während der Sandanteil von

Tab. 2
Nährstoffgehalte im A-Horizont unterschiedlich bewirtschafteter Braunerden.

Table 2
Nutrient content in the A horizons differently managed brown soils.

Fläche	A cm	Humus %	Nt %	C/N	pH	Ca	Mg	K	Na	Al	Fe	Mn	H	KAK_{eff}	Ca/Al
										$cmol_c .kg^{-1}$					
Int. Mähwiese	20	8,4	0,44	11,1	5,6	19,4	4,1	0,07	0,06	0,50	0,04	0,09	0,01	24,2	38,7
Verm. genutzte Mähwiese	16	9,2	0,36	14,8	4,6	4,0	1,4	0,22	0,05	1,70	0,04	0,08	0,05	7,5	2,3
Brache	15	9,4	0,40	13,6	3,8	3,5	1,3	0,33	0,08	6,2	0,04	0,89	0,03	12,4	0,6
Fichtenwald	5	12,0	0,39	17,8	4,1	2,0	0,94	0,29	0,03	4,00	0,04	0,44	0,13	7,9	0,5

der intensiven Mähwiese zum Wald zunimmt, sinkt der Schluffgehalt (siehe Tab. 3). Die Textur wird bei allen Böden als schluffig bis lehmig sandig bezeichnet.

In der Struktur der Böden konnten Unterschiede bei den Erhebungen im Gelände gefunden werden. Während im A-Horizont der intensiven und vermindert genutzten Mähwiese eine Struktur aus Wurmkrümeln festgestellt worden ist, zeigt sich auf der Brache und im Wald zwischen den Wurzeln der Zwergsträucher und den Grobwurzeln der Bäume eine Übergangsform zwischen der Krümelstruktur und der Kohärentstruktur. Die Krümel sind dabei deutlich kleiner als die Wurmkrümel der Mähwiesen.

Die Untersuchungen der Wasserpotentialkennlinien (pF-Kurven) im Mineralboden haben von der intensiven Mähwiese zum Wald hin eine leichte Zunahme der dränenden Grobporen und eine Abnahme der speicherfähigen Feinporen sowie eine geringfügige Abnahme der Feldkapazität und der minimalen Wasserkapazität ergeben (siehe Tab. 4).

5 Diskussion

Mit Abnahme der Bewirtschaftungsintensität kommt es in Mähwiesen der subalpinen Höhenstufe zu einem vermehrten Einwandern von Pflanzenarten wie *Nardus stricta, Calluna vulgaris, Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis-idaea* sowie *Larix decidua*, in weiterer Folge verändert sich der Vegetationstyp (CERNUSCA & al. 1996, unveröff. Abschlußbericht zum INTEGRALP-Projekt im Auftrag des Bundesministeriums f. Land- und Forstwirtschaft). Verbunden mit der Änderung der Artenzusammensetzung der Pflanzendecke verändert sich auf der Kaserstattalm von der intensiven Mähwiese zum Wald der Auflagehumustyp von Mull zu Moder und der Bodentyp von Braunerde zu podsolierter Braunerde. Die Ergebnisse stimmen mit den Untersuchungen von BOUMA & al. (1969) in der hochalpinen Region der Schweizer Alpen überein, der mit der Landnutzungsänderung ebenfalls eine Veränderung des Auflagehumus festgestellt hat.

Die Zunahme des Humusgehaltes und des C/N-Verhältnisses im Oberboden kann nach SCHINNER (1978) im wesentlichen durch die Veränderung der Qualität der Streu und der Mikroorganismentätigkeit im Boden erklärt werden. Er zeigte bei Streuabbauuntersuchungen in der Almregion im Gasteinertal, daß die Abbaurate in wenig bewirtschafteten Almwiesen zwar ansteigt, diese Erhöhung aber nicht ausreicht, den jährlichen Streuabfall einer gänzlichen Endmineralisierung zuzuführen. SCHINNER (1978) kommt daher zu dem Ergebnis, daß die Verweilzeit der Streu einer intensiv bewirtschafteten Almwiese bis zum Wald hin länger wird. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch GISI & al. (1990) bei Unter-

Tab. 3
Korngrößenverteilung im A-Horizont unterschiedlich bewirtschafteter Braunerden.

Table 3
Particle size distribution in the A horizon of differently managed brown soils.

Fläche	Grobboden (%)	Feinboden (%)		
		Sand	Schluff	Ton
Int. Mähwiese	7	42	51	7
Verm. Genutzte Mähwiese	5	41	53	6
Brache	7	39	54	7
Fichtenwald	10	56	39	5

Tab. 4
Porenvolumen und Wasserkapazität im A-Horizont unterschiedlich bewirtschafteter Braunerden.

Table 4
Pore volume and water capacity in the A horizon of differently managed brown soils.

Fläche	Gesamtporen volumen	Grob-poren	Mittel-poren	Fein-poren	FK	WK_{max}	Wk_{min}
		Vol.%				Vol.%	
Intensive Mähwiese	65	51	19	31	48	63	32
Verm. Genutzte Mähwiese	72	58	17	25	47	63	30
Brache	77	69	12	20	43	62	24
Fichtenwald	68	67	19	13	44	66	22

suchungen unterschiedlich bewirtschafteter Flächen. GISI & al. (1990) haben eine Zunahme des C/N-Verhältnisses von 10,2 (in gedüngten, zweischürigen Fettwiesen) auf 13,3 (in Brachwiesen) festgestellt und führen dies ebenfalls auf einen langsameren Abbau des organischen Materials im Brachland zurück.

Die Bodenreaktion wird nach MÜCKENHAUSEN (1993) im wesentlichen vom Ausgangsgestein gesteuert. Glimmerschiefer und Gneise, wie sie im Untersuchungsgebiet vorwiegend vorkommen, werden aufgrund ihres hohen Quarzanteiles zu den chemisch sauren Ausgangsgesteinen gerechnet. Die Pufferwirkung der Böden gegenüber Säuren ist daher verhältnismäßig gering. Aus mächtigen Auflagehumusdecken (Moder- und Rohhumus) fließen nach ULRICH (1981) und BEYER (1996) stärkere Humussäuren in den obersten Mineralbodenhorizont und beeinflussen dort den Säuregrad sowie die Bioelementversorgung. Diese Tatsache könnte eine Erklärung für den sinkenden pH-Wert sowie die sinkende Kationenaustauschkapazität von der intensiven Mähwiese bis zum Wald liefern. Die Untersuchungen der Zeigerwerte nach Ellenberg (1991) im gleichen Versuchsgebiet, bei denen es zu einer deutlichen Zunahme der Säurezeiger von der intensiven Mähwiese zum Wald hin gekommen ist, bestätigen die Ergebnisse der pH-Wertuntersuchungen (CERNUSCA & al. 1996, unveröff. Abschlußbericht zum INTEGRALP-Projekt im Auftrag des Bundesministeriums f. Land- und Forstwirtschaft).

Die Kationenaustauschkapazität hängen nach SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL (1989) außerdem von folgenden Faktoren ab: Zersetzungsgrad der organischen Substanz, Art der Kationen, Art der Tonminerale sowie Korngrößenverteilung (Schluff- und Tongehalt). Die Unterschiede in der Korngrößenverteilung zwischen den Böden der Probenahmeflächen dürften daher die Unterschiede in der Kationenaustauschkapazität mitbeeinflußt haben.

Veränderungen der Bodenstruktur sind ein wichtiges Indiz für Veränderungen, die im Boden ablaufen. KANDELER & MURER (1993) weisen darauf hin, daß die Bewirtschaftung einen Einfluß besonders auf die Bodenstruktur ausübt und sich somit Veränderungen in der Bewirtschaftung direkt auf die Bodenstruktur auswirken. Aufgrund der Ergebnisse läßt sich vermuten, daß die Veränderung der Bodenstruktur von einem Krümelgefüge in der Mähwiese zu einem Kohärentgefüge im Wald infolge Bildung einer Auflage aus Moder sowie Ausfällung infiltrierter Humusstoffe hervorgerufen worden ist (vgl. dazu KUBIENA 1953 und BLUM & al. 1996).

Aus den Kennwerten der pF-Kurve (pflanzenverfügbarer und nicht pflanzenverfügbarer Wasseranteil, minimale und maximale Wasserkapazität) kann geschlossen werden, daß die Braunerden unter der intensiven Mähwiese ein etwas besseres Wasserspeicherverhalten besitzen und eine größere Menge an pflanzenverfügbarem Haftwasser binden können als die Braunerden unter verminderter bis aussetzender Nutzung. Mit zunehmender Mächtigkeit des Auflagehumus übernimmt dieser die Aufgabe der Wasserspeicherung (NEUWINGER 1987). Nach NEUWINGER (1987) bestehen Rohhumusauflagen oft bis zu 90% ihres Volumens aus Hohlräumen und nehmen das Wasser wie ein Schwamm auf. Die Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt von CERNUSCA & al. (1996, unveröff. Abschlußbericht zum INTEGRALP-Projekt im Auftrag des Bundesministeriums f. Land- und Forstwirtschaft) bestätigen, daß die Infiltration im Mineralboden von der intensiven Mähwiese zum Wald hin zunimmt und die Wasserspeicherung abnimmt. Auch HOFER (1995, Diplomarbeit am Institut f. Botanik, Universität Innsbruck) kommt bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes unterschiedlich bewirtschafteter Graslandökosysteme in einem anderen Forschungsgebiet des ECOMONT-Projektes am Monte Bondone bei Trient (I) zu ähnlichen Ergebnissen.

Die Untersuchungen auf der Kaserstattalm können damit belegen, daß durch Bewirtschaftungsänderungen die morphologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften der großflächig auftretenden Braunerden der Waldgrenze nachhaltig verändert werden. Diese Änderungen führen zu einer stärkeren Profildifferenzierung dieser Böden und fördern damit die Entwicklung in Richtung des Klimaxstadiums, dem Eisenhumuspodsol.

6 Zusammenfassung

Auf der südexponierten, auf 1890m NN gelegenen Kaserstattalm / Stubaital (A) wurden im Rahmen des EU-Forschungsprojektes ECOMONT die Auswirkungen von Bewirtschaftungsänderungen auf morphologische, physikalische und chemische Bodenparameter untersucht. Vergleichsmessungen wurden durchgeführt an Böden unter einer intensiv bewirtschafteten Goldhaferwiese (Trisetetum flavescentis), einem nur alle zwei bis drei Jahre genutzten subalpinen Bürstlingsrasen (Sieversio-Nardetum strictae), einer Bergheide (Vaccinio Callunetum) sowie einem subalpinen Fichtenwald, dem Klimaxstadium der Vegetationsentwicklung (Homogyno-Piceetum). Mit Abnahme der Bewirtschaftungsintensität reichert sich auf den vermindert genutzten sowie aufgelassenen Flächen als erstes Merkmal einer Profildifferenzierung unzersetzte bis wenig zersetzte Streu über dem Mineralboden an, was auf eine Änderung der Artenzusammensetzung der Pflanzendecke sowie auf eine Abnahme der Aktivität der Bodenorganismen zurückgeführt werden kann. Der Abbau der organischen Substanz verlangsamt sich und im Vergleich zum geringmächtigen

Mull der einschnittigen Mähwiese zeigt sich auf der Brache und im Wald eine in mehrere Horizonte differenzierte Humusauflage (Moder). Die zunehmende Akkumulation an organischem Material über dem Mineralboden bewirkt eine Erhöhung der Bodenazidität im Oberboden. Von der intensiv genutzten Mähwiese zum Fichtenwald nehmen die Stickstoffverfügbarkeit und die Gehalte an basisch wirkenden Nährionen sowie die Höhe der Kationenaustauschkapazität ab, die C/N-Verhältnisse steigen an. Die podsolierten Braunerden der Brache und vom Wald besitzen damit eine geringere Nährstoffverfügbarkeit als die Braunerden der intensiven Mähwiese. Bodenphysikalische Parameter wie die Korngrößenzusammensetzung werden durch Bewirtschaftungsänderungen weniger stark betroffen. Mit der Änderung der organischen Substanzgehalte konnten aber bereits nach zehn Jahren Brachlegung Änderungen im Wasserspeicherverhalten der Böden nachgewiesen werden. In der Brache und im Wald können die Auflagehumusdecken größere Mengen an Wasser speichern. Im obersten Mineralbodenhorizont dagegen steigt von der intensiven Mähwiese zum Wald hin der Anteil an dränenden Grobporen, und die Infiltration nimmt zu. Die Feldkapazität nimmt dagegen ab. Die Braunerden unter der intensiven Mähwiese besitzen damit ein etwas besseres Speicherverhalten und können eine größere Menge an pflanzenverfügbarem Haftwasser binden als die Braunerden unter verminderter Nutzung.

Literatur

BEYER, L., 1996: Humusformen und -typen. – In: BLUME, H.-P., FREDE, H.-G., FISCHER, W., FELIX-HENNINGSEN, P., HORN, R. & K. STAHR (ed.) Handbuch der Bodenkunde. – Ecomed Verlag, Kiel: 15 S.

BLUM, W.E.H., SPIEGEL, H. & W.W. WENZEL, 1996: Bodenzustandsinventur. Konzeption, Durchführung und Bewertung. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. – Bundesministerium f. Land- u. Forstwirtschaft, Bundesministerium f. Wissenschaft, Forschung u. Kunst, Wien: 102 S.

BOUMA, J. HOEKS, J. VAN DER PLAS, L. & B. VAN SCHERRENBURG, 1969: Genesis and morphology of some Alpine podzol profiles. – Journal of Soil Science 20, 384–398.

CERNUSCA, A., 1990: Ökologische Rahmenbedingungen der alpinen Landwirtschaft aus der Sicht der angewandten Ökosystemforschung. – In: BUNDESMINISTERIUM F. LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, WIEN UND DER ÖSTERREICHISCHEN VEREINIGUNG F. AGRARWISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG (ed.) Ökologisch – soziale Marktwirtschaft auf dem Prüfstand Landwirtschaft und Weltwirtschaft. – Sonderausgabe d. Zeitschrift »Förderungsdienst« – Europäisches Forum, Alpbach: 25–36.

CERNUSCA, A., U. TAPPEINER, M. BAHN, N. BAYFIELD, C. CHEMINI, F. FILLAT, W. GRABER, M. ROSSET, R. SIEGWOLF & J. TENHUNEN, 1997: ECOMONT – Ecological effects of land use changes on European Terrestrial Ecosystems. – Pirineos, in press.

CZELL, A., 1967: Beitrag zum Wasserhaushalt subalpiner Böden. – Mitt. d. Forstl. Bundesversuchsanstalt, Wien 75: 305–331.

ELLENBERG, H., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Erich Goltze KG, Göttingen: 248 S.

FAO-UNESCO, 1990: Soil map of the World. – FAO, Rome: 119 S.

FINK, J., 1969: Nomenclatur und Systematik der Bodentypen Österreichs. – Mitt. d. Österr. Bodenkdl. Gesell. 13, 95 S.

FLIRI, F., 1983: Arbeiten zur Quartär- und Klimaforschung: Festschrift zum 65. Geburtstag von F. Fliri. – Inst. f. Geographie d. Univ. Innsbruck: 166 S.

FREDE, H.-G., BEISECKER, R. & S. GÄTH, 1994: Long-term impacts on the soil ecosystem. – Z.Pflanzenernähr.Bodenk. 157: 197–203.

GIETZEN, H.-O., 1964: Die Almen des Stubaitales in Geschichte und Recht, Wirtschaft und Volkskunde. – Diss. an der Univ. Innsbruck: 385 S.

GREEN, R.N., TROWBRIDGE, R.L. & K. KLINKA, 1993: Towards a Taxonomic Classification of Humus Forms. – Forest Science Monograph 29: 49 S.

HARTGE, K.H., 1971: Die physikalische Untersuchung von Böden. – Ferdinand Enke, Stuttgart: 165 S.

KANDELER, E. & E.J. MURER, 1993: Aggregate stability and soil microbial processes in a soil with different cultivation. – Geoderma 56: 503–513.

KLUTE, A., 1986: Methods of soil analysis. Part 1: Physical and mineralogical methods, second edition. – American Society Agronomy & Soil Science Society America, Madison/Wisconsin: 1188 S.

KUBIENA, W.L., 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. – Ferdinand Enke, Stuttgart: 395 S.

KUBIENA, W.L., 1986: Grundzüge der Geopedologie und der Formenwandel der Böden. – Verlagsunion Agrar: 128 S.

MÜCKENHAUSEN, E., 1993: Bodenkunde. – DLG, Frankfurt a. Main: 579 S.

NEUWINGER, I., 1987: Bodenökologische Untersuchungen im Gebiet Obergurgler Zirbenwald – Hohe Mut. – In: PATZELT, G. (ed.) Sonderdruck

aus MaB-Projekt Obergurgl. Vol. 10 – Wagner, Innsbruck: 173–190.
RICHARDS, L.A., 1949: Soil Science 68,95.
SCHEFFER, F. & P., SCHACHTSCHABEL, 1989: Lehrbuch der Bodenkunde. – Ferdinand Enke, Stuttgart: 491 S.
SCHINNER, F., 1978: Streuabbauuntersuchungen in der Almregion der oberen subalpinen Stufe. – In: CERNUSCA, A. (ed.) Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. – Wagner, Innsbruck: 252–258.
SCHLICHTING, E. & H.-P. BLUME, 1966: Bodenkundliches Praktikum. – Paul Parey, Hamburg/Berlin: 209 S.
SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P. & K. STAHR, 1995: Bodenkundliches Praktikum. – Blackwell, Berlin/Wien: 295 S.
SPATZ, G., WEIS, B. & D.M. DOLAR, 1978: Der Einfluß von Bewirtschaftungsänderungen auf die Vegetation von Almen im Gasteiner Tal. – In: CERNUSCA, A. (ed.) Ökologische Analysen von Almflächen im Gasteiner Tal. – Wagner, Innsbruck: 163 – 180.
ULRICH, B., 1981: Destabilisierung von Waldökosystemen durch Biomassenutzung. – Sonderdruck aus ›Forstarchiv‹ 6: 199–203.
ULRICH, B., 1982: Stoffumsatz im Ökosystem – theoretische Grundlagen praktische Schlußfolgerungen. – Mitt. d. Österr. Bodenkdl. Ges., Wien: 13–28.
WIESER, G., NEUWINGER I. & A. CERNUSCA, (1989): Der Bodenwasserhaushalt alpiner Graslandgesellschaften zwischen 1600 und 2600 m Höhe. – In: CERNUSCA, A. (ed.) Struktur und Funktion von Graslandökosystemen im Nationalpark Hohe Tauern. – Wagner, Innsbruck: 95–118.

Adresse

Dipl. Ing. Wolfram Bitterlich
Univ.-Prof. Dr. Alexander Cernusca
Universität Innsbruck, Institut für Botanik
Sternwartestr. 15
A-6020 Innsbruck

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 28_1997

Autor(en)/Author(s): Bitterlich Wolfram, Cernusca Alexander

Artikel/Article: Bodenveränderung entlang eines Bewirtschaftungstransektes auf der Kaserstattalm im Stubaital 99-106