

Kartierung der Bodentypen in einem Teilbereich der Dörflmoaralm (Reichraminger Hintergebirge)

erstellt am Studiengang Ökologie und Biodiversität,
Universität Salzburg



Bachelor-Arbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Science (BSc)

Eingereicht von
Ing. Harald Berger

Eingereicht bei: Ao. Univ.-Prof. Dr. phil. Thomas Peer

Salzburg, am 21. Oktober 2010

Inhaltsverzeichnis

1	Abbildungsverzeichnis.....	3
2	Tabellenverzeichnis.....	3
3	Kurzfassung.....	4
4	Einleitung & Fragestellung.....	5
5	Gebietsbeschreibung.....	6
5.1	Topographie.....	6
5.2	Geologie.....	7
5.3	Geomorphologie.....	8
5.4	Hydrologie.....	9
5.5	Nutzung.....	10
5.6	Klima.....	11
5.7	Vegetation.....	12
6	Methodik.....	14
6.1	Feldmethoden.....	14
6.2	Labormethoden.....	15
6.3	IT Methoden.....	15
7	Ergebnisse.....	16
7.1	Karte.....	22
8	Diskussion.....	23
8.1	Kalkbraunlehm und Kalklehm-Rendzina.....	23
8.2	Hydromorphe Böden.....	25
8.3	Kolluvial beeinflusste Kalklehm-Rendzina und Rendzina.....	27
8.4	Anthropogene und zoologische Einflüsse.....	30
8.5	Entwicklung.....	32
8.6	Ausblick.....	33
9	Quellen.....	34
9.1	Literaturverzeichnis.....	34
9.2	Web.....	36

1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Österreich und der Ort des Kartierungsgebiets.....	6
Abbildung 2: Geologische Karte des Aufnahmegebiets.....	7
Abbildung 3: Legende zur Geomorphologischen Karte.....	8
Abbildung 4: Geomorphologische Karte des Aufnahmegebiets.....	9
Abbildung 5: Hydrologische Karte des Aufnahmegebiets.....	10
Abbildung 6: Klimadiagramm von Windischgarsten.....	11
Abbildung 7: Luftbildaufnahme des Aufnahmegebietes.....	14
Abbildung 8: Unterspülter und eingestürzter Gleyboden.....	20
Abbildung 9: Pflanzenreste im Profil P5.....	21
Abbildung 10: Karte der Bodentypen im Aufnahmegebiet.....	22
Abbildung 11: Natürliches Profil im Schwemmfächer.....	27
Abbildung 12: Erosion durch Wanderweg.....	31

2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lokale Beschreibung der Bodenprofile.....	15
Tabelle 2: Mineralböden im Aufnahmegebiet.....	16
Tabelle 3: Chemische und biologische Eigenschaften der Bodenhorizonte.....	17
Tabelle 4: Fotos der Bodenprofile.....	18

3 Kurzfassung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Almfläche am Ostende der Dörfmoaralm (Reichraminger Hintergebirge, Oberösterreich) untersucht. Die Fläche liegt in einer ausgeprägten Wanne, ist durchwegs baum- und strauchfrei und wird als Weide genutzt. Die Fläche umfasst 200 x 200 m und wurde im Abstand von 100 m beprobt.

An den Südhängen befindet sich ein Mosaik aus tiefgründigen, stark versauerten Kalkbraunlehmböden und neutralen, wenig tiefgründigen Kalklehm-Rendzinen. Die Kalkbraunlehmböden stellen Reliktböden dar, deren Ursprung in das Tertiär gestellt wird. Das reliktsche Bodenmaterial wird durch abtragende Prozesse (vor allem Abspülung und Solifluktion) bis zum Wannenboden verfrachtet, wo sich vermehrt rezenten Bodenbildungsprozessen wie Vergleyung bzw. Pseudovergleyung zeigen. An den nach Norden abfallenden Hängen aus Hauptdolomit finden sich seichtgründige Rendzinen. Dolomitgrus und –steine bildet das Verfüllungsmaterial im Osten der Wanne. Hier trifft Material der Süd- und Nordhänge aufeinander, wodurch sich Kalklehm-Rendzinen finden.

4 Einleitung & Fragestellung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist es, eine Überblickskarte der Bodentypen am Ostende der Dörfmoaralm zu erstellen. Der Aufnahmebereich, mit einer Fläche von 400 m², liegt in einer ausgeprägten West-Ost-Wanne. Zusätzlich wechseln stark die geologischen, morphologischen und hydrologischen Verhältnisse und lassen ein kleinräumiges Mosaik aus verschiedenen Bodentypen erwarten, das vermutlich eine große Auswahl der auf der Dörfmoaralm möglichen Bodentypen enthält. Die Existenz eines würmeiszeitlichen stationären Gletschers im Gebiet ist fraglich (Haseke, 1994). Das Gebiet wird landwirtschaftlich als Weide genutzt, wodurch auch die Wertigkeit der Böden und Einflüsse des Viehs, wie Bodenverdichtung, von Interesse sind.

Das Gebiet ist nicht in der digitalen Bodenkarte (eBod) des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft erfasst. Im Rahmen des Naturraum Inventars des Nationalpark Kalkalpen wurde das Gebiet mit einem Raster aus Messpunkten im Abstand von 300 m überzogen. An den Messpunkten wurden 2004 auch bodenökologische Daten erhoben. Für diese Arbeit relevante Messpunkte finden sich jedoch nur im Norden des Aufnahmegebiets und fehlen im Mittel und Südteil der Almfläche. Diese Arbeit ergänzt die bereits vorhandenen Daten, wobei darauf geachtet wird, dass sich die Messpunkte im 100 m Abstand gleichmäßig verteilen und auch der Wannenboden und der Südteil der Fläche beprobt werden.

Im speziellen soll auch die Entstehung und weitere Entwicklung der vorgefundenen Böden diskutiert werden.

5 Gebietsbeschreibung

5.1 Topographie

Das Kartierungsgebiet befindet sich auf der Dörfmoaralm (Reichraminger Hintergebirge, Nördliche Kalkalpen) nördlich des Hengstpasses, in der südöstlichen Ecke Oberösterreichs. Der nächstgelegene, größere Ort ist die Marktgemeinde Windischgarsten, 11 km östliche des Kartierungsgebietes. Das Gebiet liegt bei 14° 28.355'E 47° 43.435'N.

Das Kartierungsgebiet liegt am östlichen Ende der Dörfmoaralm und befindet sich auf durchschnittlich 1243 m Höhe. Es liegt somit in der hochmontanen Höhenstufe. Es ist im Norden durch den Langfirsts (1469 m) und im Süden durch den Riegel Astein-Wasserklotz (1505 m) begrenzt. Im Osten ist das Gebiet durch den Ahornsattel begrenzt. Nach Westen erstreckt sich die weitere Dörfmoaralm.

Abbildung 1: Österreich und der Ort des Kartierungsgebiets

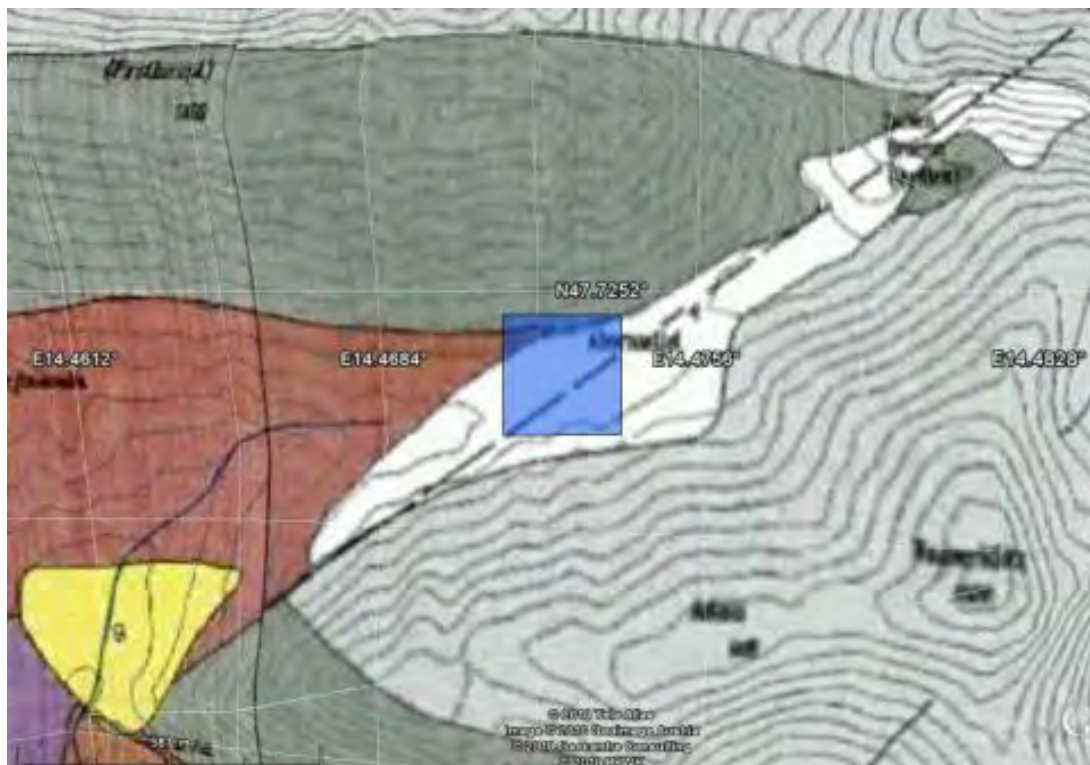


Österreich im Maßstab 1:3.000.000; Ausschnitt im Maßstab 1:25.000
Quelle: Austrian Map Fly 5.0

5.2 Geologie

Formationen aus der Trias dominieren das Aufnahmegebiet, wobei eine Störung das Gebiet von Südwest nach Nordost durchzieht. Entlang dieser Störung hat sich der Riegel Astein-Wasserklotz nach Süden verschoben. Im Norden bilden verkarstungsfähige Opponitzer Kalke (Oberes Karnium), die häufig von Calcitadern durchzogen sind, den Langfirst. Die Kalke sind in der Regel dünnplattig, blaugrau und gelblich anwitternd. Sie brechen splittrig, sind tonreich und oft flasrig ausgebildet (Janda, 2000). Im Süden bildet oberflächlich, mechanisch verwitternder Hauptdolomit (Oberes Karnium - Norium) den Riegel Astein-Wasserklotz. Nach Westen stehen Lunzer Schichten (Unteres Karnium) an, die aus dunklen Tonschiefern und feinkörnigem Sandstein bestehen. Lunzer Schichten verwittern leicht, stauen Wasser und bedingen häufig Quell-Austritte. Den Großteil des Aufnahmegebiets umfasst die rezente Talsohle bzw. Hangschutt, vor allem bestehend aus Hauptdolomit, aus dem Holozän. Am südwestlichen Ausgang der Wanne findet sich die Moräne der Schlußvereisung des Würms (Gärtner, 1994; Möbus, 1997; Oberhauser, 1980).

Abbildung 2: Geologische Karte des Aufnahmegebiets



Aufnahmegebiet blau hinterlegt. Sicht aus 3km Höhe
 Dunkelgrau, Opponitzer Kalk; Rotbraun, Lunzer Schichten; Hellgrau, Hauptdolomit
 Weiß, rezente Talsohle/Hangschutt; Gelb, Moräne der Schlußvereisung (Gärtner et al, 1994)

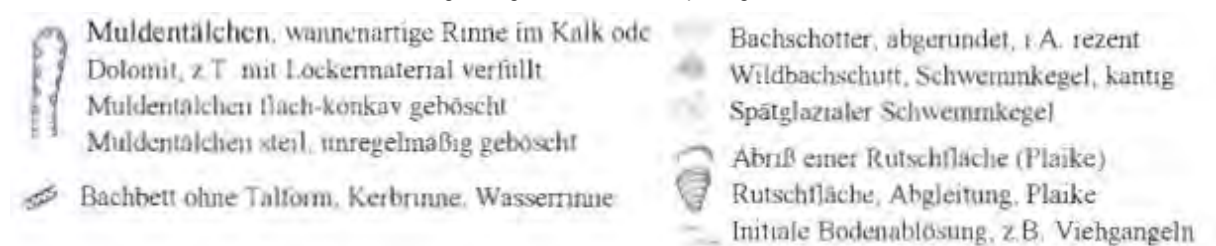
5.3 Geomorphologie

Das Aufnahmegebiet liegt in einer ausgeprägten Wanne mit West-Ost Orientierung und stellt sich prinzipiell dreigeteilt dar. Im Norden liegt der südliche Unterhang des Langfirsts. In dieser wenig erodierten, bucklige Almfläche finden sich immer wieder größere Blöcke aus Opponitzer Kalk. In den Mulden tritt oft das kalkhaltige Muttergestein zutage. Im Osten führt eine Forststraße bergan.

Der zentrale Anteil des Aufnahmegebiets liegt in einem mit Lockermaterial verfülltem Muldentälchen, das nach Westen durch einen unbezeichneten Bach entwässert wird. Haseke (1994) schließt nicht aus, dass bei der Formung der beiden mächtigen, karartigen Quellkessel im Dolomit nördlich des Wasserklotzes ein stationärer Gletscher mitgewirkt haben könnte. Somit stellt er auch die Moränen nördlich des Hengstpasses in Frage. Das Muldentälchen wird im Norden und Süden durch Forststraßen begrenzt, die das Muldentälchen von umgebenden Unterhängen trennen. Beide Forststraßen folgen den Höhenlinien und weisen daher keine nennenswerte Steigung auf.

Den südlichen Anteil bildet der nördliche Unterhang des Wasserklotzes, wo kantiger Dolomitgrus zu Tage tritt. Auf dem wenig tiefgründigen Boden lassen sich gut die Auswirkungen des Viehtritts erkennen. Die Hanglage und die ungleichmäßige Belastung durch das Vieh begünstigt kleinräumige Bodenrutschungen, die in weiterer Folge zur Ausbildung von Stufen bzw. Terrassen, so genannten Viehgangeln führen (Angerer & Muer, 2004). Der Dolomitgrus bzw. -schutt wird auch durch einen temporär aktiven Wildbach, der nach Nordwesten abfällt, abgelagert und bildet einen sanften Schuttkegel (Haseke, 1994).

Abbildung 3: Legende zur Geomorphologischen Karte



Die wichtigsten Formen im Aufnahmegebiet

Abbildung 4: Geomorphologische Karte des Aufnahmegebiets

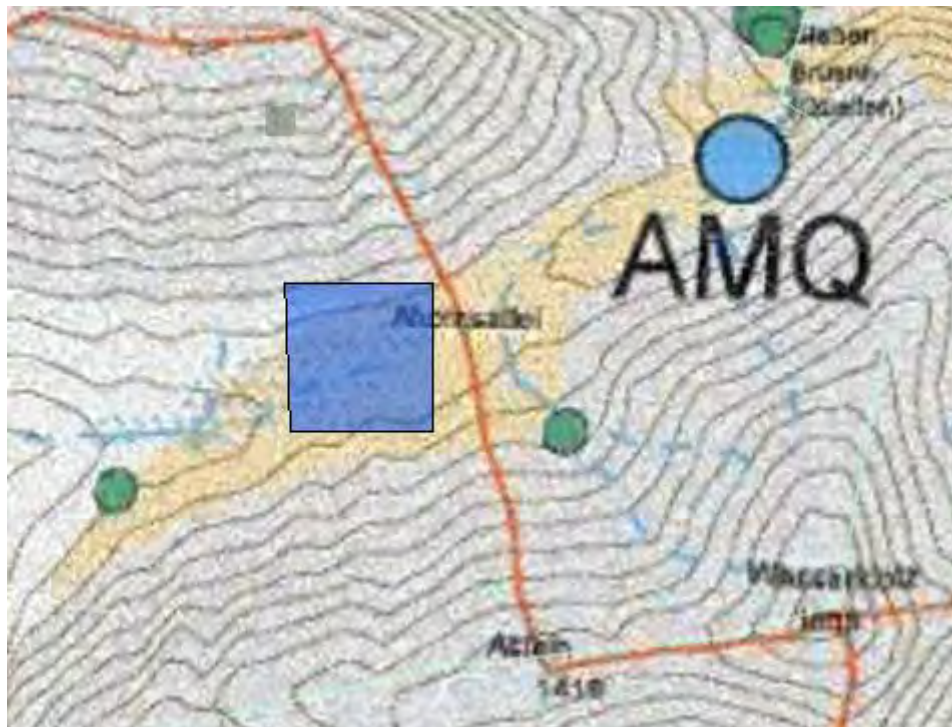


Aufnahmegebiet blau hinterlegt (Haseke, 1994)

5.4 Hydrologie

Der Opponitzer Kalk des Langfirst-Quenkogel-Zugs ist durchgehend verkarstet und bildete aus hydrologischer Sicht eine Barriere zum nördlichen Gebiet des Zugs, wo wieder Hauptdolomit auftritt. Wegen der unterirdischen Entwässerung können die Rinnsale kaum erosiv angreifen, obwohl wenig Oberflächenkarst erkennbar ist. Je nach Geländesituation kommen die Schichtgrenzquellen dann am Übergang zum Hauptdolomit oder zu den Lunzer Schichten im Süden zutage. Das Aufnahmegebiet liegt zum größten Teil in grundwasserführenden Bereichen. Die Nordwestflanke des Wasserklotzes entwässert oberflächlich und speist zu einem Teil das Aufnahmegebiet. Die hier befindliche unbenannte Quelle weist eine mittlere Schüttung von 20 – 50 Liter pro Sekunde auf. Die Leitfähigkeit beträgt 201 – 300 μS . Östlich unter dem Ahornsattel wird die Kalkbank von der Talfurche angerissen, wo die Ameisbachquellen (AMQ) entspringen. Die Ameisbachquellen besitzen eine mittlere Schüttung von mehr als 100 Liter pro Sekunde und eine Leitfähigkeit von 301 – 345 μS (Haseke, 1994). Der bergseitige Graben der nördlichen Forststraße entwässert teilweise den Langfirstunterhang nach Osten.

Abbildung 5: Hydrologische Karte des Aufnahmegebiets



Aufnahmegebiet blau hinterlegt; Gelb, Grundwasserführende Schichten;
Grün gefüllte Kreise, Quelle 20-50 Liter Schüttung / Sekunde
Blau gefüllter Kreis, Quelle >100 Liter Schüttung / Sekunde (Haseke, 1994)

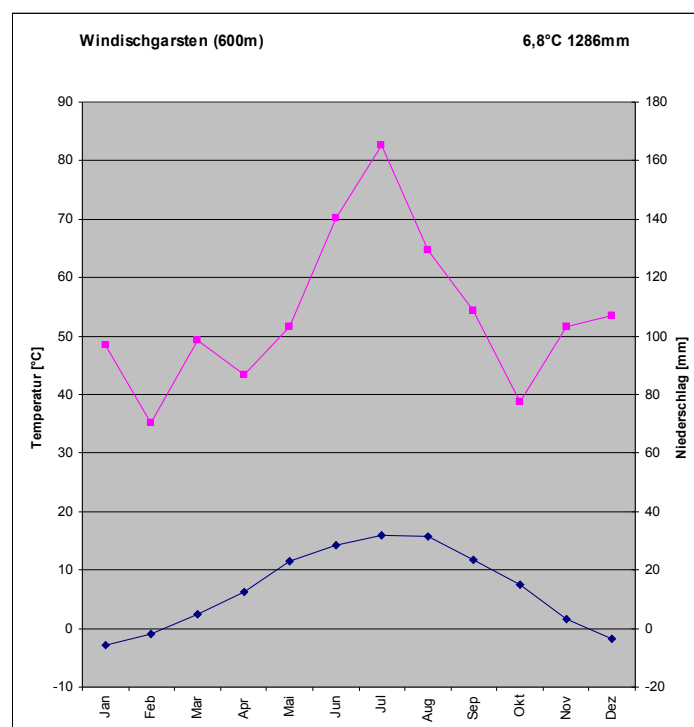
5.5 Nutzung

Die aktuelle Hauptnutzung im Aufnahmegebiet betrifft die Almwirtschaft. Generell wurden südlich des Langfirstkammes, auf breit ausstreichenden Lunzer Schichten Alpen gerodet. Dies sind etwa die Weißensteinerreith, Steinfeldnerreith und die Stummerreith, jeweils westlich des Aufnahmegebiets. Für die 6,6 km nordöstlich gelegene Anlaufalm ist nachgewiesen, dass diese seit mehr als 350 Jahren bewirtschaftet wird (Heitzmann & Harant, 1999). Die Dörfmoaralm wird mit Rindern bestoßen, also als Extensivweide genutzt. Je nach Witterung kommen jedes Jahr von Anfang Mai bis Ende September Jung- und Galtrinder auf die Alm. Die Nutzung erfolgt hierbei anhand der Nationalparkkonzepte (etwa keine Einbringung von Kunstdünger). Vor der Eingliederung des Gebiets in den Nationalpark Kalkalpen 1996 wurde insbesondere die Südseite des Langfirst forstwirtschaftlich genutzt, wovon noch heute die dichten Fichtenbestände (*Picea abies*) zeugen. Weiters wird das Gebiet für den Wandertourismus genutzt, da sich hier einige markierte Wanderwege und bewirtschaftete Almhütten finden.

5.6 Klima

Klimadaten sind für das 11 km entfernte Windischgarsten verfügbar. Das Klimadiagramm zeigt eine für die nördliche Kalkalpen bzw. deren nördlichen Randgebiete typische Temperatur- und Niederschlagsverteilung. Mäßig warme und niederschlagsreiche Sommer, mit einem Maximum von 165 mm im Juli, und niederschlagsarmen Wintern, mit einem Temperaturminimum von $-2,8^{\circ}\text{C}$ im Jänner. Bedingt durch den Nordstau zeigt sich von November bis Jänner jedoch ein Nebenmaximum. Der Jahresniederschlag beträgt 1286 mm mit einem Jahresmittel $6,8^{\circ}\text{C}$. An 97 Tage / Jahr herrscht eine geschlossene Schneedecke von $\geq 1\text{cm}$. Zu beachten ist die Höhendifferenz von rund 600 m zum Ahornsattel und die damit einhergehende Temperaturveränderung. Mit steigender Höhenlage nimmt die Temperatur ab. Der durchschnittliche Temperaturgradient im Jahr beträgt $0,32^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ in einer Höhe von 500-1000 m, und $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ in Höhen zwischen 1000-1500 m (Müller, 1997). Zusätzlich erhöht sich auch die Niederschlagsmenge auf 1800 bis 2000 mm (Schmeiß, 2002). Schneehöhen zwischen 200 cm und 250 cm sind im Gebiet des Hengstpasses keine Seltenheit und eine Andauer der geschlossenen Schneedecke von über 150 Tagen ist die Regel (Internet 1).

Abbildung 6: Klimadiagramm von Windischgarsten



Quelle: ZAMG (Internet 2)

5.7 Vegetation

Das Aufnahmegebiet ist, abgesehen von einzelnen Fichten im nördlichen Teil, baum- und strauchfrei. Nach Ellenberg (1996) lässt sich die Weide den schlecht gedüngten, vor allem in höheren Lagen verbreiteten Horstrotschwingel-Weißkleeweiden (*Festuco-Cynosuretum*) zurechnen, zeigt jedoch vielfältige Abwandlungen und Übergänge, die der Geomorphologie folgen. Die Abgrenzung zu anderen, besser gedüngten Gesellschaften gestaltet sich schwierig, da nach Ellenberg keine Weidegesellschaft gute Charakterarten besitzt und die Übergänge fließend sind. Über die gesamte Fläche finden sich so Fettweidearten wie Weiß-Klee (*Trifolium repens*), Klein-Brunelle (*Prunella vulgaris*) und Wiesen-Kammgras (*Cynosurus cristatus*) mit sehr unterschiedlicher Artmächtigkeit. Sonderstandorte stellen die Forstwege, deren entwässernden Gräben und Böschungen dar, die nicht näher beschrieben werden. Die potentiell natürliche Vegetation im Gebiet wäre ein Schneerosen-Buchenwald (*Helleboro nigri-Fagetum*)¹.

Der nördliche Teil des Gebiets besitzt ein abwechslungsreiches Mikrorelief mit vielen Mulden, trockenen Kuppen und Kalkfelsen, wodurch die Standortverhältnisse häufig wechseln. Dennoch kann die Fläche den stark bodensauereren, borstgrasreichen Horstrotschwingel-Weißkleeweiden (*Festuco-Cynosuretum nardetosum*) zugerechnet werden. Häufig finde sind Bürstling (*Nardus stricta*), Rot-Schwingel (*Festuca rubra*), Rauher Leuenzahn (*Leontodon hispidus*), Wiesen-Klee (*Trifolium pratense*) und Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*). Besonders an den steileren Abschnitten und an Treppenkanten finden sich zusätzlich Besenheide (*Calluna vulgaris*) und Gewöhnliches Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*) und vermitteln schon eher den Charakter eines Bürstlingrasens (*Nardetum*). Beide zuletzt genannten Arten nehmen an Häufigkeit nach Osten hin zu. In den Mulden, wo das kalkhaltige Grundgestein zutage tritt, wachsen Schwachbasen- bis Basen-/Kalkzeiger wie Alpen-Ringdistel (*Carduus defloratus*), Fuchsschwanz-Ziest (*Betonica alopecuros*) und Knäuel-Glockenblume (*Campanula glomerata*). Große Weideunkräuter wie die Wollkopf-Kratzdistel (*Cirsium eriophorum*), welche im Mittelteil und Südteil des Gebiets fehlt, finden sich ebenfalls in den Mulden und entlang der Forststraße.

¹ Lt. Naturraum-Inventar des Nationalparks Kalkalpen

Der große Berg-Lappenfarn (*Thelypteris limbosperma*) gedeiht als Frische bis Nässe- und Säurezeiger nur in den nördlichen Quadranten. Rot-Schwingel (*Festuca rubra* agg.) oder Rot-Straußgras (*Agrostis capillaris*) sind nur in Tal- und Beckenlagen Magerkeitszeiger. Im Berggebiet hingegen wachsen sie wegen des klimatisch bedingten weitgehenden Fehlens von höherwüchsigen Konkurrenten bevorzugt auf nährstoffreicheren Böden. Sie gelten im Almgebiet als Stickstoffzeiger (Bohner, 2010).

Im westlichen und zentralen Mittelteil des Gebiets wird das *Festuco-Cynosuretum* zusätzlich durch Feuchtigkeits- und Nässezeiger wie Roß-Minze (*Mentha longifolia*) und Sumpf-Dotterblume (*Caltha palustris*) modifiziert und leitet dann zu quelligen, dauernd nassen Stellen über, wo Flatter-Binse (*Juncus effusus*), Schmalblatt-Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), Platanen-Hahnenfuß (*Ranunculus platanifolius*) und Sumpf-Vergissmeinnicht (*Myosotis palustris*) wachsen. Diese Pflanzen sind vorwiegend Zeiger für Überschwemmungen. *Juncus effusus* zeigt jedoch keinen Feuchtigkeitswechsel an. Kleinflächig fehlen in diesen Bereichen typische Arten des *Festuco-Cynosuretum* vollständig. Im östlichen Mittelteil wird die Weide „fetter“. Hier gedeihen zusätzlich Wiesen-Lieschgras (*Phleum pratense*), Gewöhnliches Knäuelgras (*Dactylis glomerata*) und Gewöhnliches Gänseblümchen (*Bellis perennis*) und zeigen mäßigen Stickstoffreichtum bis Stickstoffreichtum an.

Im südlichen Teil wird das *Festuco-Cynosuretum* durch Kälte- und Schwachbasen- bis Basen-/Kalkzeiger wie Filz-Brandlattich (*Homogyne discolor*), Silberwurz (*Dryas octopetala*) sowie Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*) modifiziert. Auch die Schneerose (*Helleborus niger*) findet sich nur hier. Im südöstlichen Teil des Gebiets zeigt sich eine schwach ausgeprägte Schneeheide-Wimperalpenrosenheide (*Erico-Rhododendretum hirsuti*). Am Waldrand leiten junge Rot-Buchen (*Fagus sylvatica*), Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Eberesche (*Sorbus aucuparia*) die beginnende Verbuschung ein.

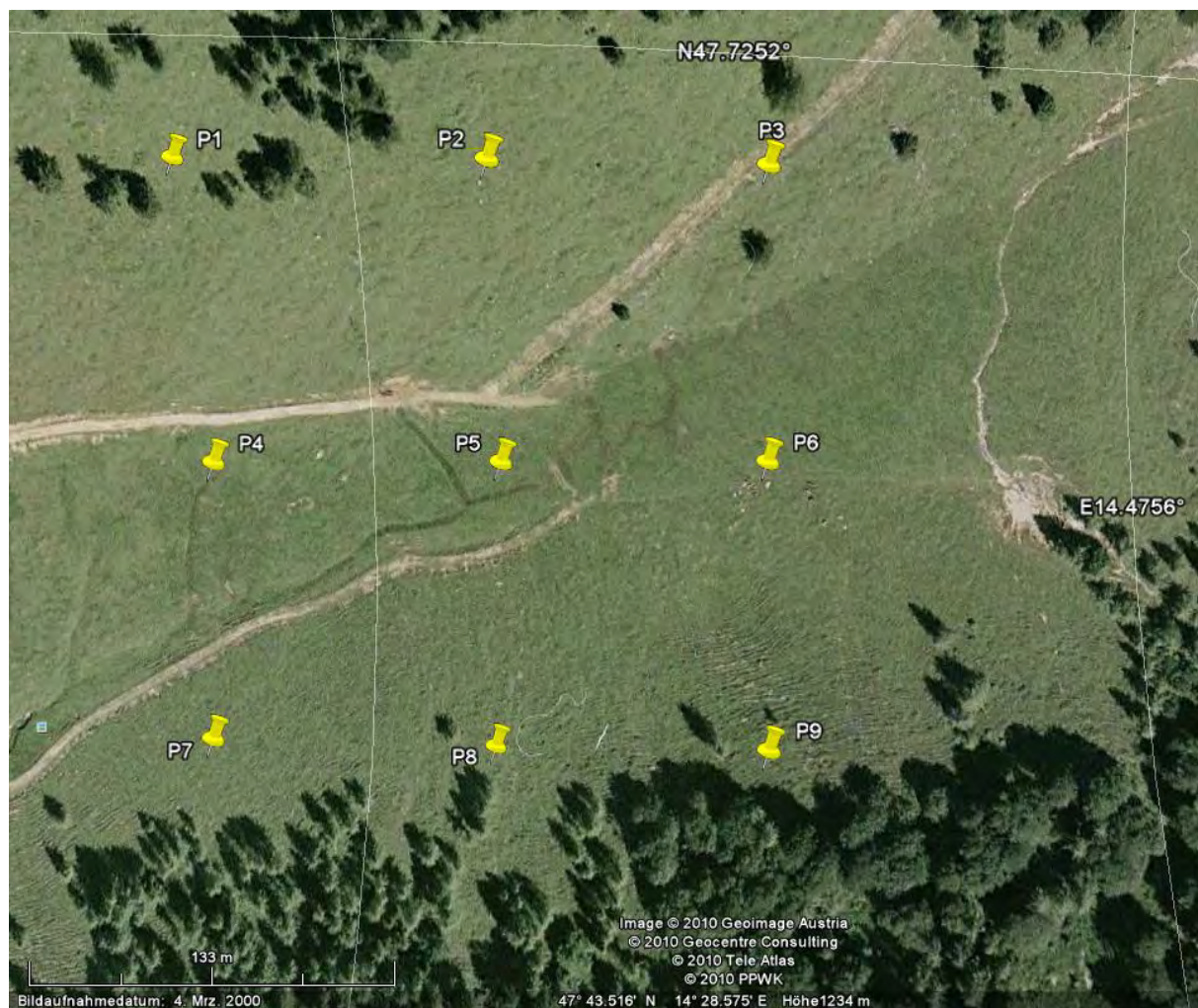
Völlig im Aufnahmegebiet fehlen selbst kleinflächige ausgeprägte Lägerflure mit ausgesprochenen Stickstoffzeigern wie Alpen-Ampfer (*Rumex alpinus*) und Großer Brennnessel (*Urtica dioica*). Diese finden sich erst im Westen in unmittelbarer Umgebung der Viehställe der Dörfmoaralm.

6 Methodik

6.1 Feldmethoden

Auf einer Fläche von 200 m × 200 m wurden im Abstand von jeweils 100 m mit einer Schaufel Bodenprofile gegraben und Bodenproben entnommen. Die Aufnahmepunkte wurden hierbei so gewählt, dass Nord- und Südhang sowie der Wannenboden in der Mitte beprobt werden konnten. Diese Dreiteilung entspricht auch der geologischen Gliederung und einen zunehmenden Nässegradienten zum Wannenboden hin. Die Orientierung im Gelände erfolgte mittels GPS Empfänger Garmin Geko 101 (Genauigkeit 6 m). Die Aufnahme der Daten erfolgte am 10. und 11. August 2010.

Abbildung 7: Luftbildaufnahme des Aufnahmegebietes



Aus 1,6 km Sichthöhe mit Markierung der Bodenprofile. Quelle: Google Earth

Die Klassifikation der Bodentypen erfolgt nach der Österreichischen Bodensystematik 2000 (Nestroy et al; 2000). Die Bodenfarben wurden anhand der Munsell Standard Soil Color Charts bestimmt. Die Vegetation wurde im Radius von 2 m um das Bodenprofil aufgenommen. Als Ergänzung, insbesondere zur Klassifizierung der Pflanzengesellschaft, dienen die Daten aus dem Naturrauminventar des Nationalparks, wobei die Aufnahmepunkte 2226 (110 m WNW von P1) und 2227 (30 m N von P3) in der Nähe des untersuchten Gebiets liegen. Nomenklatur der Pflanzenarten erfolgte nach Fischer et al (2005): Die Zuordnung der Pflanzengesellschaften erfolgte nach Ellenberg (1996).

Tabelle 1: Lokale Beschreibung der Bodenprofile

Profilnr.	Koordinaten (WGS84)	Neigung [°] ¹	Exposition	Höhe [m]
P1	14° 28.271'E 47° 43.490'N	22	S	1264
P2	14° 28.355'E 47° 43.490'N	20	SSO	1258
P3	14° 28.432'E 47° 43.490'N	17	SO	1250
P4	14° 28.271'E 47° 43.435'N	11	SSO	1229
P5	14° 28.355'E 47° 43.435'N	3	SW	1232
P6	14° 28.432'E 47° 43.435'N		-	1236
P7	14° 28.271'E 47° 43.381'N	17	NW	1229
P8	14° 28.355'E 47° 43.381'N	23	NNW	1241
P9	14° 28.432'E 47° 43.381'N	24	NNW	1252

¹ Ermittelt über die Höhenprofil-Funktion von Google Earth

6.2 Labormethoden

Der Karbonatgehalt wurde mit 10 % HCl gemessen. Die Klassifikation erfolgte hierbei wie folgt:

- Kein Aufbrausen = karbonatfrei
- Schwaches Aufbrausen = schwach karbonathaltig (bis 1,5%)
- Starkes, kurzes Aufbrausen = karbonathaltig (1,5 – 5%)
- Starkes, anhaltendes Aufbrausen = stark karbonathaltig (> 5 %)

Der pH-Wert wurde mit einer Glaselektrode ermittelt, wobei die Bodenprobe in 0,01 mol L⁻¹ CaCl₂-Lösung im Verhältnis 1:3 suspendiert wurde.

6.3 IT Methoden

Die Bodenkarte wurde mit Hilfe von Google-Earth 5.2.1.1547 erstellt. Die Flächen der Bodentypen wurden als Polygone im Gelände markiert, als Bild gespeichert und schließlich als Overlay mit 50% Transparenz eingeblendet.

7 Ergebnisse

Tabelle 2: Mineralböden im Aufnahmegebiet

Profil	Horizont	Tiefe [cm]	Farbe (feucht)	Struktur ¹	Textur ²	Klassifikation
P1/1	Ahb	0-9	10 YR 4/4	k	uL	Kalkbraunlehm
P1/2	Bv,rel	9-83	10 YR 5/6	bsk	L	
P1/3	Cv	83+				
P2/1	Ahb	0-2	10 YR 3/3	k	IU	Kalklehm-Rendzina
P2/2	Bv,relCv	2-20	10 YR 3/4	k	uL	
P2/3	Cv	20+				
P3/1	Ahb	0-5	10 YR 3/4	k	uL	Kalkbraunlehm
P3/2	Bv,rel	5-88	10 YR 4/6	bsk	L	
P3/3	Cv	88+				
P4/1	Ag	0-4	10 YR 4/3	k	tL	Verbraunter Hanggley
P4/2	BG	4-39	10 YR 3/2	bsk bis ko	IT	
P4/3	Go	39-80+	10 YR 5/1	ko	T	
P5/1	Ahb	0-12	10 YR 3/3	k	uL	Typischer Pseudogley
P5/2	P	12-57	10 YR 4/2	bkg	IT	
P5/3	S	57-62	10 YR 5/3	bkg	IT	
P5/4	Bv,rel	62-83+	10 YR 5/4	bsk	L	
P6/1	Ahb	0-5	10 YR 3/2	k	IU	Kalklehm-Rendzina
P6/2	AB	5-14	10 YR 3/4	k bis bsk	uL	
P6/3	Cv	14+				
P7/1	Ahb	10	10 YR 2/2	k	IU	Verbraunte Rendzina
P7/2	AbCv	10-12	10 YR 3/3	k	sU	
P7/3	Ab,beg	12-24	10 YR 3/3	k	uL	
P7/4	Cv	24+				
P8/1	Ahb	8	10 YR 2/2	k	IU	Rendzina
P8/2	Cv	8+				
P9/1	Ahb	20	10 YR 2/2	k	IU	Rendzina
P9/2	Cv	20+				

¹ k, krümelig; bsk, blockig-scharfkantig; bkg, blockig-kantengerundet; ko, kohärent

² U, Schluff; IU, lehmiger Schluff; sU, sandiger Schluff; L, Lehm; uL, schluffiger Lehm; T, Ton; IT, lehmiger Ton

Tabelle 3: Chemische und biologische Eigenschaften der Bodenhorizonte

Profil	Horizont	Tiefe [cm]	pH	Kalkgehalt [%]	Durchwurzelung ¹
P1/1	Ahb	0-9	4,36	< 1,5	sd
P1/2	Bv,rel	9-83	5,51	0	9-23 cm wd; >23 cm nd
P2/1	Ahb	0-2	6,15	1,5 -5	sd
P2/2	Bv,relCv	2-20	6,87	> 5	gd
P3/1	Ahb	0-5	4,94	0	sd
P3/2	Bv,rel	5-88	5,35	0	5-10 cm sd; 10-20 cm gd; >20 nd
P4/1	Ag	0-4	5,08	0	sd
P4/2	BG	4-39	5,24	0	wd
P4/3	Go	39-80	6,45	0	nd
P5/1	Ahb	0-12	5,58	<1,5	sd
P5/2	P	12-57	5,96	0	wd
P5/3	S	57-62	5,83	0	wd
P5/4	Bv,rel	62-83	5,99	0	nd
P6/1	Ahb	0-6	5,42	0	wf
P6/2	AB	6-14	5,96	0	gd
P7/1	Ahb	10	5,80	0	sd
P7/2	AhbCv	10-12	6,24	> 5	gd
P7/3	Ab,beg	12-24	6,26	<1,5	gd
P8/1	Ahb	8	6,20	1,5-5	sd
P9/1	Ahb	20	6,12	0	sd

¹ nd, nicht durchwurzelt; wd, wenig durchwurzelt; gd, gut durchwurzelt; sd, stark durchwurzelt; wf, Wurzelfilz

Tabelle 4: Fotos der Bodenprofile

P1 – Kalkbraunlehm

P2 – Kalklehm-Rendzina

P3 - Kalkbraunlehm

P4 – Verbraunter Hanggley

P5 – Typischer Pseudogley

P6- Kalklehm-Rendzina

P7 – Verbraunte Rendzina

P8 –Rendzina

P9 –Rendzina

Prinzipiell ist das Gebiet der Bodentypen dreigeteilt mit Kalkbraunlehmböden im Norden, hydromorphe, kolluvial beeinflusste Böden im Mittelteil und Rendzinen im Süden.

An den Südhängen befindet sich ein Mosaik aus tiefgründigen, oberflächlich stark versauerten und daher durchwegs kalkfreien Kalkbraunlehmböden (P1, P3) und neutralen, wenig tiefgründigen Kalklehm-Rendzinen (P2). Die Profile P1 und P3 zeigen mit rund 80 cm einen sehr mächtigen, hellbraunen Bv,rel-Horizont, der im Bezug auf Farbe, Struktur und Textur äußerst homogen ist. Bei P1 findet sich in 30 cm Tiefe ein großer, abgerundeter Block (min. 15 × 5 × 25 cm) aus Opponitzer Kalk. Dieser ist von einer kaum 1 mm dicken Schicht aus dunklerem Material bedeckt. P3 ist frei von Pseudogleyerscheinungen. P1 weist direkt am Horizontübergang A – Bv,rel einen schwach ausgeprägten Bereich von 5 × 5 cm auf, in dem sich rostigen und fahlen Flecken zeigen. P2 liegt in einer Mulde, in der stellenweise verwitternder Opponitzer Kalk zutage tritt und sich daher Steine im A-Horizont (5-10 % Skelettgehalt) finden. Der Bv,relCv-Horizont weist 20-25% Skelettgehalt auf und ist stark karbonathaltig. Dieser Horizont liegt mit einem pH-Wert von 6,87 als einziger Horizont der Aufnahme im neutralen Bereich.

Der Wannenboden im Mittelteil wird von hydromorphen, schwach sauren bis sauren Böden (P4, P5) dominiert. P4 liegt am Beginn eines Quellbereichs und ist ein typischer Hanggleyboden (Quellgley). Die Lachen an der Oberfläche 20 cm südlich des Profils sind auffällig mit einer Kahmhaut (vermutlich aus eisenoxidierenden Bakterien) bedeckt. Unter dem A-Horizont schließt ein graubrauner BG-Horizont an, der viele Rost- und Fahlflecken aufweist, wobei diese bis an die Grenze und zum unteren A-Horizont heranreichen. Der durchwegs graue Go Horizont weist viele Rostflecken auf. Ein Gr-Horizont fehlt. Das Muttergestein konnte nicht erreicht werden, da sich die Grube ständig mit Wasser füllte.

Beweise für einen ausgeprägten Gründigkeitsgradient von Wannenboden zum Unterhang liefert ein unterspülter und eingestürzter Gleyboden 40 m südlich von P4. In Abbildung 7 sind unter dem 10 cm mächtigen A-Horizont deutlich die Rostflecken des grauen Go-Horizonts zu erkennen. In 58 cm Tiefe findet sich das Deckenmaterial. Zählt man den mit 46 cm vermessen Go-Horizont hinzu, ist der Boden hier mächtiger als 104 cm. Deutlich auch die Zunahme der Mächtigkeit des A-Horizonts. Das unterlagernde Material konnte aufgrund der Enge des Schachtes leider nicht untersucht werden.

Abbildung 8: Unterspülter und eingestürzter Gleyboden



Eigene Aufnahme. 10.08.2010

P5 zeigt eine 45 cm mächtige Stauzone eines Pseudogleys mit vielen deutlichen Bleichflecken, einigen deutlichen Rostflecken und einzelne Konkretionen. In 57 cm befindet sich der 5 cm mächtige Staukörper mit einer durchgehenden Schicht aus Rostflecken, unterhalb der keine Rost- oder Fahlflecken feststellbar sind. Im Zentrum großer schwarzer Flecken, die ebenfalls bis maximal in 57 cm Tiefe reichen, finden sich lebende und abgestorbene Pflanzenreste. In dünnen, mit Humus ausgekleideten Kanälen finden sich Wurzeln. Große schwarze Flecken werden von Blatt- und Sprossachsenresten, mit deutlichen Knoten, von Bedecktsamern verursacht.

Abbildung 9: Pflanzenreste im Profil P5



Feinwurzeln und Sprossachsenrest. Eigene Aufnahme. 11.08.2010

P6 liegt im Osten des Mittelteils, wo Dolomitgrus und –steine (bis zum 1 cm Durchmesser) das Verfüllungsmaterial bilden und Material der Süd- und Nordhänge aufeinander trifft. Hier findet sich saure und kalkfreie Kalklehm-Rendzina (P6). Dieses Gebiet weist nur ein geringes Gefälle von 4 – 7%² nach Westen auf und zeigt daher keine Erosionserscheinungen.

An den nach Norden abfallenden, steilen Hangpartien auf Hauptdolomit finden sich seichtgründige, teilweise verbrauchte Rendzinen (P7, P8, P9), die alle im schwach sauren Bereich liegen und kalkfrei bis kalkhaltig sind. Der Untergrund besteht bei P7 aus Steinen im Zentimeter bis Dezimeterbereich. Bei P8 und P9 aus feinem Grus. P7 schneidet stellenweise in 10 cm Tiefe eine feine Schicht aus Dolomitgrus an, in und unter der die Verbraunung einsetzt. Der darunter liegende Horizont ist daher als begrabender Ab-Horizont zu definieren. P8 und P9 sind frei von Steinen, zeigen jedoch einen deutlichen Anteil an feinem Dolomitmaterial. P8 zeigt keinerlei Verbraunung. Bei P8 findet sich in 4 cm Tiefe ein 5 × 5 × 7 cm großes Holzstück. P9 zeigt im A-Horizont initiale Verbraunung.

² Ermittelt über die Höhenprofil-Funktion von Google Earth

7.1 Karte

Abbildung 8 zeigt eine, aus den aufgenommen Profilen, grob abgeleitete Karte der Bodentypen. Zusätzlich zu den Profildaten geben die Anrisse an den Böschungen der Forststraßen, Aufschluss über die Ausdehnung der Bodentypen zur Wannenmitte hin. Kalklehm Böden im Norden (Ohne Berücksichtigung der Kalklehm-Rendzinen in den Mulden) bzw. Rendzinen im Süden wurden bis zur Wannenmitte eingezeichnet, da sich hier Aufgrund der abrupt abnehmenden Steigung ein deutlicher Geländeknick befindet und sich Material im Muldentälchen akkumuliert hat. Das Vorkommen der Gleyboden folgt dem Bachverlauf bzw. den Quellhorizonten, die sich im Luftbild durch eine deutlich dunkelgrüne Farbe von der restlichen Almfläche abheben. Die Grenzen sind jedoch mit einer gewissen Unsicherheit zu betrachten und der Übergang zwischen den Bodentypen ist als fließend anzunehmen.

Abbildung 10: Karte der Bodentypen im Aufnahmegebiet



Violett, Kalkbraunlehm; Türkis, Pseudogley; Blau, Gley; Gelb, Rendzina; Braun, Kalklehm-Rendzina

Die Karte ist online als Google-Earth Datei (KML) mit Aufnahmepunkten und Profildaten verfügbar: http://bergfexing.at/files/Bodentypen_Doerflmoaralm.kml

8 Diskussion

8.1 Kalkbraunlehm und Kalklehm-Rendzina

Kalkbraunlehme stellen in den Kalkalpen neben Rendzinen die wichtigsten Bodentypen dar und sind mit diesen eng vergesellschaftet. Kalkbraunlehme finden sich vor allem auf den alten kalkalpinen Landoberflächen (Gipfelplateaus, Hangverebnungen, Raxlandschaft) und als umgelagertes Material in Akkumulationslagen, während Rendzinen die jungen Abtragungslagen dominieren (Nestroy et al, 2000). Die taxonomische Zuordnung erfolgt vor allem durch das unterlagernde Material (Opponitzer Kalk), Textur (blockig-scharfkantig), der hohen Plastizität und der gelb-braunen Farbe.

Eine Bodenerhebung durch Gratzer (1992) am Zöbelboden befasst sich bereits mit der Datierung der Kalkbraunlehmböden. Der Zöbelboden liegt 9,7 km nordwestliche des Aufnahmegebiets auf rund 900 Meter Höhe. Das Gebiet wird aus geologischer Sicht vom Hauptdolomit dominiert. Opponitzer Kalke wie im Aufnahmegebiet der Dörfmoaralm fehlen. Gratzer datiert die Kalkbraunlehmböden ins Tertiär und stützt seine Feststellung vor allem auf die Mächtigkeit der Bv_{rel}-Horizonte. Obwohl die Entstehung von holozänen Kalkbraunlehmböden über Kalkstein in den nördlichen Kalkalpen möglich ist, berechnen Biermayer und Rehfuess (1985) für die Entstehung von 20 cm Carbonatlösungsrückstand eine mutmaßliche Bildungszeit von 10.000 Jahren. Ihr Untersuchungsgebiet liegt an einem Nordwest exponierten Hang des Guggenauer Kopfls / Tegernseer Berge in 950-1125 m Höhe und ist mit einer Schneebedeckung von 140 Tagen durchaus mit dem Aufnahmegebiet vergleichbar. Als Voraussetzung für die Bodenentstehung geben sie allerdings eine intensive glazigene Aufarbeitung des Hauptdolomits zu feinkörnigem Schutt mit großer angreifbarer Oberfläche an. Da die würmzeitliche Schneegrenze in den nahen Gesäusebergen in 1300 m lag (Van Husen, 1967), ist dies im Gebiet des Zöbelbodens nicht der Fall und eine Entstehung im Holozän auszuschließen.

Auch die Berücksichtigung zusätzlicher äolischer Einflüsse auf die Bodenbildung, unterstützt den reliktschen Charakter der Kalkbraunlehme. Küfmann (2008) stellt fest, dass der Staubeintrag eine wichtige Rolle bei der Bodenentwicklung im alpinen Karst spielt. Sie misst im Gebiet der Reiteralpe (Berchtesgardner Alpen, Nördliche Kalkalpen, 1600 bis 2000 m) einen Staubeintrag mit einer Rate von 4,8 cm pro 10.000 Jahren (im Bezug auf 210 Wintertage). Dies ist mehr als doppelt soviel, als durch Carbonatlösungsrückstand (2,3 cm pro 10.000 Jahren, im Bezug auf 210 Wintertage) entsteht.

Da sich die Kalkbraunlehme im untersuchten Gebiet der Dörfmoaralm nicht auf stark mechanisch und chemisch verwitternden Hauptdolomit, sondern auf verkarstungsfähigem Opponitzer Kalk befinden, wo vor allem Lösungsverwitterung ansetzt, und eine Mächtigkeit von bis zu 80 cm aufweisen, ist deren Entstehung ins Tertiär zu datieren. Nach Van Husen (1967) lag die Dörfmoaralm an der Grenze zum periglazialen Bereich. Wie in Kapitel 5.3 angeführt ist ein stationärer Gletscher nicht auszuschließen. Sollte dies der Fall gewesen sein, so müsste der Gletscher auf die Nordseite des Wasserklotzes und die Wannemitte beschränkt gewesen sein, womit die Kalkbraunlehme an der Südseite des Langfirsts von der Ausschürfung verschont blieben.

Das bucklige Mikrorelief im Gebiet der Kalkbraunlehme lässt sich unter anderem durch Windwurf erklären (Gratzer, 1992). Hinzu kommen im Bereich der Dörfmoaralm sicherlich noch Forst- und initiale Rodungsarbeiten. Diese Buckelbildung lässt sich auch im Jahr 2010 beobachten. Etwa 500 Meter östlich des Aufnahmegebiets, oberhalb der Forstraße, zeugt eine trichterförmige Vertiefung, die bis zum Muttergestein reicht, vom Abtransport eines umgestürzten Baumes. Mit dem Wurzelstock wurde auch das daran gebundene reliktsche Bodenmaterial entfernt. Besonders die bergseitige Kante bricht schnell ab und füllt den Trichter. Zusätzlich wurde der Trichter mit Fichtenästen und –reisig bedeckt. In den so entstandenen Mulden finden sich seichtgründige Kalklehm-Rendzinen (P2). Auch Mischungsvorgänge durch Kryoturbation und Solifluktion können zur Bildung von entsprechenden Bodenverhältnissen, einem Mosaik aus Kalkbraunlehm und Kalklehm-Rendzinen, führen und schaffen die Voraussetzungen für die angetroffenen Vegetationsmuster (Reisigl & Keller, 1994).

Die Verbreitung der Kalkbraunlehmböden auf der Dörfmoaralm, ist jedoch nicht strikt an die Südseite des Langfirsts gebunden. Auch an der West- bzw. Nordwestseite des Astein-Wasserklotz Riegels (etwa an einer Forststraßenböschung bei 47° 43.290'N 14° 27.947'E) finden sich, teilweise pseudovergleyte, Kalkbraunlehme. Auffällig fehlt hier der Hauptdolomit und Lunzer Schichten stehen an. Grobe Blöcke aus Opponitzer Kalk finden sich ebenfalls, obwohl laut geologischer Karte dieser erst weiter südwestlich auftritt. Die Kalkbraunlehmböden scheinen also den Opponitzer Kalken und Lunzer Schichten zu folgen. Andererseits könnten diese höher gelegenen Gebiete von einem möglichen Gletscher verschont geblieben sein und die Kalklehmböden an den Nordseiten wurden abgeschürft.

Die Kalkbraunlehme sind stark versauert und kalkfrei. Großflächiges Auftreten von typischen Säurezeigern, wie des Bürstlings (*Nardus stricta*), Gewöhnliches Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*) oder der Besenheide (*Calluna vulgaris*), ist an diesen Bodentyp gebunden. Die Reaktionszahl der angeführten Pflanzenzahl beträgt 1-3 (Starksäure- bis Säurezeiger) und die Stickstoffzahl 1-2 (ausgesprochene Stickstoffarmut bis Stickstoffarmut).

8.2 Hydromorphe Böden

Das reliktsche Bodenmaterial wird durch abtragende Prozesse, vor allem Abspülung und Solifluktion, bis zum Wannenboden verfrachtet, wo sich vermehrt rezenten Bodenbildungsprozessen wie Vergleyung bzw. Pseudovergleyung zeigen. Sehr aufschlussreich ist hierbei P5, das die Geschichte der Verfüllung des Muldentälchens wiedergibt. Hier wurden 57 cm Bodenmaterial abgelagert, was durch die vorgefundenen Pflanzenreste dokumentiert ist. Da deutliche Knoten mit langen Internodien sichtbar sind, muss es sich hierbei um Sprossachsenabschnitte handeln. Das abgelagerte Material rekrutiert sich hierbei aus den höher gelegenen Kalkbraunlehmböden. Der Staukörper ist mit 5 cm Mächtigkeit sehr schmal. Dieser wurde im Profil als Bereich der deutlichen Rostflecken angesprochen. Der S-Horizont ist vermutlich durch Sedimentation entstanden, da bei Abspülung von Bodenmaterial vom darüber liegenden Hang zuerst die leichten Tonminerale verfrachtet wurden. Das Material unter dem Staukörper gleicht dem reliktschen Material von P1 und P3.

Einzelne Feinwurzeln führen bis in 57 cm Tiefe. Unklar ist jedoch ob die 5 mm breiten Kanäle durch die Wurzeln gebildet wurden oder die Kanäle von begrabenen und bereits zersetzten Pflanzenreste stammen und in diese Hohlräume die Wurzeln erst später eingewachsen sind.

Vergleyung ist sehr gut am Profil P4 zu sehen, dass in einem Quellbereich liegt und auch im Luftbild bereits durch seine dunkelgrüne Farbe auffällt. Die Klassifikation als Hanggley (Quellgley) erfolgte anhand der 11° Neigung, sowie dem Fehlen eines Gr-Horizonts bis in 80cm Tiefe. Aufgrund des Sauerstoffreichtums des einwirkenden Wassers und des dadurch vorherrschenden sauerstoffreichen Milieus kann ein Gr-Horizont fehlen (Nestroy et al, 2000). Quellgleye sind besonders dort zu finden, wo im Gebirgsaufbau am Hang durchlässiges und dichtes Gestein wechseln (Scheffer & Schachtschabel, 1998), wie dies hier zwischen Opponitzer Kalk und Lunzer Schichten der Fall ist. Auch reichen Fahl- und Rostflecken bis in den A-Horizont. Die Vegetation um das Profil unterscheidet sich durch die stark geänderten hydrologischen Verhältnisse ebenso stark. Hier gedeihen viele Nässezeiger wie im Kapitel 3.7 angeführt. Ellenberg (1992) gibt etwa für *Eriophorum angustifolium* die Feuchtezahl 9 an. Es handelt sich also um einen Nässezeiger mit einem Schwergewicht auf oft durchnässten (luftarmen) Böden. Hangwasser tritt im Aufnahmebereich, vor allem unterhalb der nördlichen Forststraße, immer wieder zu Tage. Die große Viehtränke bei 14° 28.326'E 47° 43.451'N wird jedoch von einer Quelle oberhalb der Forststraße gespeist. Der Bereich um die Viehtränke ist durch Viehtritt stark erodiert und entblößt kleinflächig das reliktsche Bodenmaterial. Hier lassen sich 2 m links und rechts der Tränke keine Merkmale von Vergleyung bzw. schwach ausgeprägte Pseudovergleyung entdecken. Gleyböden im Allgemeinen sind im Aufnahmegebiet also an Quellbereich und den wasserführenden Rinnen zu finden, wobei der Übergang zu den umgebenden Pseudogleyböden, je nach Hangneigung, fließend ist.

8.3 Kolluvial beeinflusste Kalklehm-Rendzina und Rendzina

Im östlichen Aufnahmegebiet zeigen sich deutlich alte wie aktuelle kolluviale Einflüsse. Der Wildbach, der heute nach Nordosten Schutt und Grus ablagert hat mehrmals seine Richtung geändert und so mächtige kalkhaltige Ablagerungen bis an den Südhang des Langfirsts hinterlassen. Feiner Dolomitgrus und kantige Dolomitsteine bilden den Cv-Horizont. Abbildung 10 zeigt ein, durch den Wildbach geformtes, natürliches Bodenprofil im Bereich des Schwemmfächers östlich des Aufnahmegebiets. Erkennbar der mächtige Cv-Horizont aus Dolomitsteinen und Grus, ein für die Bodenentwicklung günstige Ausgangsposition. Das aufgeschlossene Material bietet der chemischen Verwitterung eine große Angriffsfläche. Handelt es sich um feines Material können tiefgründige und fruchtbare Böden entstehen. Allerdings führt die naturräumliche Dynamik mit einer gewissen Regelmäßigkeit zu Gefährdungen, wenn der Bach bei Hochwasser sein eigenes Bachbett verfüllt und sich auf dem Schwemmkegel einen neuen Abfluss sucht. Hierbei kann die gesamte Fläche vermurt werden (Bätzing, 2005). In Abbildung 10 ist ein solches Ereignis in einem deutlich begrabenen A-Horizont, der als schwarze bis schwarzbraune Schicht nach links abfällt, dokumentiert. Weiters wird aufgrund des lockeren Gefüges und der hohen Niederschläge, insbesondere während dem Abschmelzen der Schneedecke, Humus und verbrauchtes Material in tiefere Schichten verfrachtet.

Abbildung 11: Natürliches Profil im Schwemmfächer



Deutlich erkennbar der begrabene A Horizont, der von recht nach links abfällt.
Rechts unten ein Fels aus Opponitzer Kalk. Eigene Aufnahme. 29.06.2010

Bei ausbleibender Störung konnten sich am Schwemmfächer jedoch Rendzinen entwickeln, die weiter verbraunen. Der kalkhaltige, lehmige AB-Horizont von P6 ist frei von Steinen und Grus und zeigt nur am Übergang zum Cv einen geringen Grusanteil. Mit seiner geringen Mächtigkeit weniger als 10 cm ist eine Klassifikation als Kalklehm-Rendzina gerechtfertigt. Es handelt sich hierbei um einen Übergangstyp zwischen Rendzina und Kalkbraunlehm, und findet sich daher oft in Mosaiklage mit diesen (Nestroy et al, 2000). Der AB-Horizont ist entweder aus dem sehr feinen Dolomitgrus des Schwemmfächers oder aus einer geringmächtigen Grundmoräne entstanden. Dies ist ein deutlicher Unterschied zur Kalklehm-Rendzina von P2, wo reliktsches, teilweise verfrachtetes, Material den B-Horizont bildet, welcher wiederum von Steinen durchsetzt ist. Gegensätzlich zu P2 zeigt sich bei P6 A und AB-Horizont sauer und daher kalkfrei. Eine Verfrachtung von reliktschem Material vom Gegenhang zu P6 ist unwahrscheinlich, da P6 3 Meter höher liegt als der Wannenboden.

Besonders kritisch ist die Verbreitung der Kalklehm-Rendzinen im Bereich von Profil P6 nach Westen zu hinterfragen und deren Übergang zu den Pseudogleyböden im Zentrum. Insbesondere zur Wannemitte hin ist mit einer Zunahme der Gründigkeit zu rechnen, wodurch vermutlich die Kalklehm-Rendzinen durch andere Bodentypen, wie Kalkbraunlehme, abgelöst werden.

Auch die Rendzinen, der wichtigste Bodentyp der Kalkalpen (Nestroy, 2000), an der Nordseite des Wasserklotzes sind durch kolluviale Einflüsse geprägt, die gut im begrabenen A-Horizont von Profil P7 dokumentiert sind. Im steilen Oberhang mit einem Gefälle von 67% finden sich Plaiken, die entsprechend den Dolomituntergrund entblößen. Dolomitschutt wird hier bis zur südlichen Forststraße transportiert. Befinden sich wenige Grusanteile im A-Horizont ist dieser homogen sehr dunkel gefärbt und es fehlt jegliche Verbraunung wie bei P8. P8 ist mit seiner geringen Mächtigkeit die jüngste Rendzina der Aufnahme. Das Profil liegt in einem deutlichen Lawinenhang, wovon umgestürzte und mitgerissene Bäume oberhalb des Profils zeugen. Gegensätzlich zeigt P7 einen höheren Skelettanteil und deutliche Verbraunung. Als Boden-Subtyp können die Rendzinen Aufgrund der Humusbeschaffenheit eher den Mull-Rendzinen zugeordnet werden. Im A-Horizont sind bei den Profilen noch deutliche Dolomitgrus und –sand Bestandteile erkennbar.

8.4 Anthropogene und zoologische Einflüsse

Auffällig sind die höhenlinienparallelen Viehgangeln an der Nordseite des Wasserklotzes. Diese befestigen den Hang und können auch Massenbewegungen und Bodenfließen aufhalten. Werden sie jedoch größer und ausgetretener, verfestigt sich der Boden derart, dass der Wuchs beeinträchtigt wird, die Vegetationsdecke abreißt und Löcher entstehen, die sich bei der Schneeschmelze mit Wasser füllen. Dadurch können tiefe Boden- und Gesteinsabtragungen folgen (Angerer & Muer, 2004). Profil P9 findet sich auf einem Viehgangel und ist mit 20 cm mehr als doppelt so mächtig wie das Profil bei P8. Hinzu kommt, dass besonders bei P9 die Kanten der Viehgangel durch Sträucher wie Bewimperte Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) und aufkommenden Bäumen befestigt wird. Ist der Boden stabilisiert, tritt auch an der Nordseite rasch eine Verbraunung ein, wie in Profil P7 zu sehen ist. Durch mechanische Verwitterung ist der Hauptdolomit zu feinem Dolomitgrus aufgeschlossen und besitzt daher eine große Oberfläche für chemische Reaktionen.

Im Bereich der Viehtränke zeigen sich kleinräumig negative Auswirkungen des Viehtritts. Durch die Steilheit der Straßenböschung kommt es bereits zu Hangrutschungen, die durch das Vieh verstärkt werden. Hier zerreist die Grasnarbe und Humus sowie reliktsches Material werden in den Straßengraben abgespült, nach Osten verfrachtet, wo sie schließlich im flachen Gelände des Wannenbodens sedimentieren. Der Südhang des Langfirsts führt viel Hangwasser, wodurch die Forststraße durch einen Graben vor Erosion und Unterspülung geschützt wird. Bei einer Begehung am 25.08.2010 nach starken Niederschlägen (49,3 mm / 24h. Messstation Kogleralm 24.08.2010) zeigten sich im Straßengraben abgerissene Rasensoden, vor allem mit Bürstling (*Nardus stricta*) und deutliche Verfrachtung des Bodens. Durch ihre Steilheit und Instabilität werden viele Böschungsabschnitte nicht durch eine Vegetation geschützt. An den nordseitig exponierten Böschungen unterhalb des Wasserklotz-Astein Riegels stellt sich die Situation anders dar. Da weniger Hangwasser austritt, befindet sich hier auch kein entwässernder Graben. Zusätzlich wird die Böschung durch Schuttstauer wie Polster-Segge (*Carex firma*) und Blaugrauer Steinbrech (*Saxifraga caesia*) stabilisiert.

Obwohl die Rinder, mit ihrem hohen Gewicht, teilweise tief in die lockeren Rendzinen einsinken und den Boden entsprechend umarbeiten, kommt es „nur“ zu einer Fragmentierung der Pflanzendecke. Abgetragener Humus sammelt sich in den Spalten zwischen den Rasensoden und wird nicht weiter zur Wannenmitte verfrachtet. Anders stellt sich dies im Bereich des Wanderwegs, der hinauf zur Nordflanke des Wasserklotzes zieht, dar. Da sich die Menschen hier quasi im Gänsemarsch bewegen, verdichten sie gleichmäßig stark den Oberboden, der schließlich von den Niederschlägen abgewaschen wird. Zurückbleibt eine bereits ausgeprägte Rinne auf Dolomitgestein. Dass dieser Vorgang sehr rasch stattfindet zeigt Abbildung 11. Der Wanderweg war im Jahr 2000 noch nicht markiert und beschildert. Acht Jahre später, und inzwischen als offizieller Weg markiert, zeigen sich bereits deutliche Erosionserscheinungen.

Abbildung 12: Erosion durch Wanderweg



Der Wanderweg verläuft von Südost nach Nordwest

Oben: Luftbildaufnahme 2000 (Quelle: GoogleEarth) Unten: Luftbildaufnahme 2008 (Quelle: Internet 3)

Abschließend gilt es jedoch festzuhalten, dass im Vergleich zur Gesamtfläche des Gebiets, die durch Mensch und Vieh bedingten Erosionserscheinungen nur kleinflächig auftreten.

8.5 Entwicklung

Der Kalkbraunlehm ist bereits das Endstadium des verwitterten Kalksteins. Bodenverdichtung, etwa durch verstärkten Viehtritt, kann zu Pseudovergleyung führen, welche etwa initial am Profil P1 sichtbar ist.

Zunehmende Versauerung der Böden entlang des Langfirsts, kann in Kombination mit hohen Niederschlägen zur Podsolierung führen. Hierbei ist insbesondere die Rolle des Borstgrases (*Nardus stricta*) zu beachten. Die harten, sehr langsam verwitternden toten Blätter des Bürstlings liegen als schwer durchdringbare Decke auf dem Boden. So lässt der Bürstling nur wenig Raum für andere Pflanzen (Reisigl & Keller, 1994). Hinzu kommt dass die Ausbreitung vor allem durch Rinderweide begünstigt wird. Rinder verbeißen die Pflanzen nicht mit den Zähnen, sondern rupfen ihr Futter mit der Zunge. Sie schonen den Bürstling hierbei in besonderem Maße, jedenfalls mehr als Schafe, Ziege und Hirsche, die das Gras mit den Zähnen zumindest beknabbern. Andererseits fehlt durch Unterbeweidung der Nährstoffeintrag und Konkurrenten werden vom Bürstling unterdrückt (Ellenberg, 1996). Akkumulation von schwer zersetzbarem Pflanzenmaterial, zu dem auch die Streu der Besenheide (*Calluna vulgaris*) gezählt wird, kann eine verstärkte Bodenversauerung bewirken und Podsolierung fördern. Die weitere Entwicklung hängt somit auch vom zukünftigen Beweidungskonzept ab. Mit einer großflächigen Ausbreitung des Bürstlings ist jedoch nicht zu rechnen, da die sauren Kalklehmböden immer wieder von neutralen Kalklehm-Rendzinen unterbrochen sind.

Bei den Rendzinen an den Nordhängen zeigt sich deutlich die Tendenz zur Verbraunung mit Zunahme der Bodenmächtigkeit. Die oberhalb liegenden Plaiken sorgen jedoch für eine ständige Zufuhr von Dolomitschutt, die bei größeren Ausmaßen die vorhandenen Horizonte begraben können. Die Bodenentwicklung beginnt dann wieder bei der Protorendzina.

Die Böden im östlichen Mittelteil werden von der Dolomitschuttfuhr nicht mehr erreicht. Hier ist eine weitergehende Entwicklung zum Kalkbraunlehm zu erwarten.

8.6 Ausblick

Das untersuchte Gebiet vermittelt nur eine Auswahl der vorkommenden Bodentypen im Bereich der Dörfmoaralm. So finden sich südwestlich des untersuchten Gebiets Böden die laut Inventarschlüssel des Nationalparks als Semipodsol klassifiziert sind. Noch weiter westlich befindet sich ein Hochmoor. In diesem relativ kleinen Gebiet bedingen die unterschiedlichsten Bodentypen eine abwechslungs- und artenreiche Flora. Ein größeres Aufnahmegebiet mit einem feineren Raster zur weiteren Katalogisierung wäre durchaus von Interesse. Weitere Bodenparameter wie Kationenaustauschkapazität und Basensättigung, vor allem der Nähr-Ionen Calcium, Magnesium und Kalium, wären weitere wichtige Parameter.

Inwiefern generell Kalkbraunlehme auf den Nordhängen verbreitet sind, müsste in einer eigenen Aufnahme (vorzugsweise mit Schlagbohrer) untersucht werden. Es stellt sich auch die Frage, ob hier reliktsches Material von Dolomitschutt begraben wurde. Eine detaillierte Erhebung könnte auch die Fragestellung um die mögliche Existenz eines würmeiszeitlichen Gletschers klären. Wie auch bei der Bodenerhebung am Zöbelboden durch Gratzner (1992) könnten Texturanalysen und Röntgendiffraktionsanalysen zur Klärung der Entstehung der Kalkbraunlehmböden beitragen. Eine Analyse des Opponitzer Kalks und dessen Verunreinigungen im Vergleich zum reliktschen Material könnte Rückschlüsse darüber ermöglichen, ob der Boden aus dem unterlagernden Gestein entstanden ist.

9 Quellen

9.1 Literaturverzeichnis

Angerer O, Muer T (2004) Alpenpflanzen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

Bätzing W (2005) Die Alpen: Geschichte und Zukunft einer europäischen Kulturlandschaft. 3. Auflage. Beck, München

Biermayer G, Rehfuss KE (1985) Holozäne Terrae fuscae aus Carbonatgesteinen in den Nördlichen Kalkalpen. Z. Pflanzenernähr., Bodenkunde 148, pp. 405-416

Bohner A (2010) Zeigerpflanzen für die Beurteilung des Bodenzustandes im Wirtschaftsgrünland. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, 2. Umweltökologisches Symposium 2010, pp. 111-120

Ellenberg H (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart

Ellenberg H (1992) Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2. Auflage. Scripta geobotanica 18, Göttingen

Fischer MA, Adler W, Oswald K (2005) Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 2. Aufl. Land Oberösterreich, Biologiezentrum OÖ Landesmuseen, Linz

Gärtner A, Haseke H, Schrutka R, Steinwender N (1994) Atlas der Geologie 1:20.000, Nationalpark Kalkalpen - 1. Ordnungsabschnitt. 21 Teilblätter, allgemeiner Teil. Eigenverlag des Vereins Nationalpark Kalkalpen, Molln

Gratzer G (1997): Bodenerhebung am Zöbelboden 1992. Umweltbundesamt, Wien

Haseke H. (1994) Atlas der Geomorphologie und Hydrologie 1: 20.000. Erstellt im Rahmen des Projektes "Karstdynamik" i. A. des Nationalparks Kalkalpen. Textteil, Legende und 22 Teilblätter, Originale 1: 10.000. Stand: 31.12.1994. Unveröff. Bericht i. A. des Vereins Nationalpark Kalkalpen, Molln

Heitzmann W, Harant O (1999) Reichraminger Hintergebirge. Ennstahler Verlag, Steyr

Janda C (2000) Geologisch – fazielle Untersuchungen in der Lunzer Decke südwestlich von Weyer (Oberösterreich). Diplomarbeit an der Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien, Wien

Küfmann C (2008) Are Cambisols in Alpine Karst Autochthonous or Eolian in Origin?. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, Vol. 40, No. 3, pp. 506–518

Möbus G. (1997) Geologie der Alpen. Verlag Sven von Loga, Köln

Müller F. (1977) Die Waldgesellschaften und Standorte des Sengsengebirges und der Mollner Voralpen (Oberösterreich). Mitteilung der forstlichen Bundesversuchsanstalt, Band 121, Wien

Nestroy O et al (2000) Systematische Gliederung der Böden Österreichs (Österreichische Bodensystematik 2000). Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Wien

Oberhauser R (1980) Der geologische Aufbau Österreichs. Springer, Wien

Reisigl H, Keller R (1994) Alpenpflanzen im Lebensraum. 2. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Scheffer F, Schachtschabel P (1998) Lehrbuch der Bodenkunde. 14. Auflage. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart

Schmeiß LR (2002) Niederschlagskarte von Oberösterreich. Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien

Van Husen D (1968) Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 18, pp 249–286, Wien

9.2 Web

Internet 1: Wetterdaten der Messstation Hengstpass seit 1998/99 (23. August 2010)

[http://secure.riscompany.net/riscompany/zusatzseiten_detail.asp?
cnr=134&onr=189909&imenuonr=](http://secure.riscompany.net/riscompany/zusatzseiten_detail.asp?cnr=134&onr=189909&imenuonr=)

Internet 2: ZAMG – Klimadaten 1971 – 2000 (15. Juni 2010)

[http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-
00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm](http://www.zamg.ac.at/fix/klima/oe71-00/klima2000/klimadaten_oesterreich_1971_frame1.htm)

Internet 3: Digitales Oberösterreichisches Raum-Informationssystem (DORIS) (03. September 2010)

<http://doris.ooe.gv.at/>