

**Mikroreliefbedingte Raummuster von Böden, äolischen Substraten und Flugstäuben
im Hochgebirgskarst der Nördlichen Kalkalpen (Reiteralpe, Berchtesgadener Alpen)**



**Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
an der Fakultät für Geowissenschaften
der Ludwig-Maximilians-Universität München**

vorgelegt von Lorraine Duffy

im September 2011

Erster Gutachter: PD Dr. Carola Küfmann

Zweiter Gutachter: Prof. Dr. Otfried Baume

Tag der mündlichen Prüfung: 07.12.2011

Inhaltsverzeichnis

		Seite
	Vorwort	
1.	Einleitung und Problemstellung	1
1.1	Stand der Forschung	1
1.2	Zielsetzung der Arbeit	4
1.3	Die geographische Lage des Untersuchungsgebiet	5
2.	Methodologie	7
2.1	Gelände angewandte Untersuchungsmethoden	7
2.2	Methoden der Bodenuntersuchungen	9
2.3	Angewandte Methoden der Flugstaubuntersuchungen- nasse Deposition	14
3.	Das Klima	19
3.1	Temperatur	19
3.2	Niederschlag	21
3.3	Wind	22
4.	Geologie und Tektonik des Untersuchungsgebiets	24
4.1	Deckenbau und geologische Geschichte der Reiteralpe	24
4.2	Tektonischer Überblick über die Reiteralpe	27
4.3	Die Stratigraphie im Untersuchungsgebiet	29
5.	Die Reliefentwicklung	35
5.1	Die Landschaftsentwicklung	35
5.2	Die Augensteine – Augensteinlandschaft	37
5.3	Der Hochkarst der Reiteralpe	39
5.4	Der glaziale Formenschatz im Untersuchungsgebiet	42
6.	Vegetationskartierung der Reiteralpe: Eigene Ergebnisse	45
6.1	Das Ziel der Vegetationskartierung	45
6.2	Zur Nomenklatur der Höhenstufen	45
6.3	Die Vegetation der montanen Stufe	46
6.4	Die Vegetation der subalpinen Stufe	47
6.4.1	Die Vegetation der unteren subalpinen Stufe	47
6.4.2	Die Vegetation der mittleren subalpinen Stufe	49
6.4.3	Die Vegetation der oberen subalpinen Stufe	51
6.5	Die Vegetation der alpinen Stufe	52
6.6	Teilzusammenfassung: Ergebnisse der Vegetationskartierung	54
7.	Das Bodeninventar: Das räumliche Bodenraummuster und die Ergebnisse der bodenphysikalischen und –chemischen Untersuchungen der Hauptbodentypen auf der Reiteralpe	57
7.1	OC-Böden und Rendzinen	58
7.1.1	Die räumliche Verbreitung der Rendzinen	58
7.1.2	Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen	61
7.2	Terrae fuscae	63
7.2.1	Die räumliche Verbreitung der Terrae fuscae	63
7.2.2	Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen	64
7.3	Braunerden	65
7.3.1	Die räumliche Verbreitung der Braunerden	65
7.3.2	Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen	66
7.4	Podsole	72
7.4.1	Die räumliche Verbreitung der Podsole	72

7.4.2	Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen	73
7.5	Pseudogleye	75
7.5.1	Die räumliche Verbreitung der Pseudogleye	75
7.6	Kolluvisole	77
7.6.1	Die räumliche Verbreitung der Kolluvisols	77
7.6.2	Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen	78
8.	Das Boden-Raummuster und seine Mikrotopographie in Abhängigkeit von/zur	80
8.1	Geologie	80
8.2	Vegetationshöhenstufen	81
8.3	Vegetationsbedeckung	83
8.4	Hangmorphologie	85
8.5	Hangwölbung	89
8.6	Exposition	91
8.7	Karstmorphologie	93
8.8	Bodenmächtigkeit	93
8.9	Korngrößenverteilung	96
9.	Die Bodenkarte der Reiteralpe	99
10.	Die Substrat- und Deckschichten der Reiteralpe	101
10.0	Die Klassifikation der Substrat- und Deckschichten	101
10.1	Gosau-Decke	102
10.1.1	Räumliche Verteilung der Gosau-Decke	102
10.1.2	Typische Bodenvergesellschaften auf der Gosau-Decke	104
10.1.3	Tonmineralogie	105
10.1.4	Schwerminerale	106
10.1.5	Korngrößenverteilung	107
10.1.6	Deckschicht Mächtigkeit	108
10.1.7	Lateritisch-bauxitische Ablagerungen	109
10.1.8	Vorgosauischer Paläokarst	110
10.2	Die Lössdecke	114
10.2.1	Räumliche Verbreitung	114
10.2.2	Bodenmächtigkeit	115
10.2.3	Korngrößenverteilung	115
10.2.4	Haupt- und Spurenelemente	116
10.2.5	Schwerminerale	116
10.2.6	Tonmineralogie	117
10.2.7	Typische Bodengesellschaften auf der Lössdecke	118
10.3	Die rezent allochthone Substratdecke	118
10.3.1	Räumliche Verteilung der rezent allochthonen Substratdecke	118
10.3.2	Humusaufgabe, Ergebnisse des C/N-Verhältnisses	119
10.3.3	Podsolierung	119
10.3.4	Haupt- und Spurenelemente	121
10.3.5	Korngrößenverteilung	121
10.3.6	Tonmineralogie	122
10.3.7	Schwerminerale	122
10.3.8	Räumliche Verteilung von Karbonat im Oberbodenhorizont	123
10.3.9	Räumliche Verteilung von Silizium im Oberbodenhorizont	123
10.3.10	Räumliche Verteilung von Aluminium im Oberbodenhorizont	124
10.3.11	Räumliche Verteilung von Eisen im Oberbodenhorizont	124
10.3.12	Räumliche Verteilung von Schwermineralen im Oberbodenhorizont	125
10.3.12(a)	Räumliche Verteilung von Chromspinell im Oberbodenhorizont	125
10.3.12(b)	Räumliche Verteilung von Granat im Oberbodenhorizont	126
10.3.12(c)	Räumliche Verteilung von Zirkon im Oberbodenhorizont	126

11.	Die räumliche Analyse des rezent abgelagerten, äolischen Staubs in Abhängigkeit von den/der	127
11.1	Vegetationshöhenstufen	127
11.2	Exposition	128
11.3	Vegetationsdichte	130
11.4	Hangneigung	131
11.5	Luv-Lee Effekten	132
11.5.1	Untersuchung der Trajektorie Guggenbühelalm	132
11.5.2	Untersuchung der Trajektorie Edelweisslahner	132
11.5.3	Untersuchung der Trajektorie am Schrecksattel	133
11.6	Geomorphologie	135
12.	Die Zusammensetzung des rezent abgelagerten, äolischen Staubs und ihre räumliche Verteilung	138
12.1	Die Gesamtsumme des äolischen Staubs und ihre räumliche Verteilung	138
12.2	Die organische und mineralogische Zusammensetzung und ihre räumliche Verteilung	142
2.2.1	Das organische Material	142
12.2.2	Das karbonatische Material	143
12.2.3	Das silikatische Material	144
12.2.3.1	Muskovit	146
12.2.3.2	Biotit	147
12.2.3.3	Chromspinell	149
12.2.3.4	Magnetit	150
12.2.3.5	Ilmenorutil	151
13.	Diskussion	152
14.	Zusammenfassung der Ergebnisse	174
15.	Literatur	182

Anhang

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abb. 1:	Die Gebirgsgruppen der Berchtesgadener Alpen	5
Abb. 2:	Die räumliche Verteilung der Messstellen für die nassen Flugstaubmessung	16
Abb. 3:	Mittlere Jahrestemperatur Nationalpark Berchtesgaden	19
Abb. 4:	Gelände Höhenmodelle Nationalpark Berchtesgaden	19
Abb. 5:	Temperatur- und Niederschlagverlauf für die Station Watzmannhaus	21
Abb. 6:	Mittlere Monats- und Jahressummen des Niederschlags für die Reiteralpe	22
Abb. 7:	Deckenbau der Reiteralpe	24
Abb. 8:	Stratigraphische Tabelle der Schichtenfolgen	26
Abb. 9:	Tektonische Karte der Reiteralpe	27
Abb. 10:	Profil der Reiteralpe	28
Abb. 11:	Staffelbrüche in den Nordabstürzen der Reiteralpe zwischen Alphorn und Wartsteinkopf	28
Abb. 12:	Die Stratigraphie der Reiteralpe	29
Abb. 13:	Obertrias-Ablagerungsraum des Dachsteinkalks	30
Abb. 14:	Die Glanecker Schichten	33
Abb. 15:	Paläogeographische Situation der NKA während der Augensteinablagerung	38
Abb. 16:	Profile entlang Catena Rossgasse bis Weitschartenkopf	48
Abb. 17:	Bodenmächtigkeit der Rendzinen am Nord- und Südhang	58
Abb. 18:	Bodenmächtigkeit (cm) der Rendzina-Typen	59
Abb. 19:	Prozentualer Anteil des Korngrössenspektrums (μm) und die autochthonen Böden	62
Abb. 20:	Die Pseudogleyentwicklung am Reitertritt	77
Abb. 21:	Flussdiagramm, Entstehung der Bodentypen in Abhängigkeit der Geologie	80
Abb. 22:	Prozentualer Rutil-Anteil im Oberboden in Abhängigkeit vom Grad der Vegetationsbedeckung	84
Abb. 23:	Prozentualer Granat-Anteil im Oberboden in Abhängigkeit vom Grad der Vegetationsbedeckung	84
Abb. 24:	Prozentualer Granatanteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen	86
Abb. 25:	Prozentualer Rutilanteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen	86
Abb. 26:	Prozentualer Turmalinanteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen	86
Abb. 27:	CaCO_3 (%) im Oberbodenhorizont. Boden am Nord- und Südhang	91
Abb. 28:	Mittelwert der Bodenmächtigkeit (cm) in Abhängigkeit vom Raummuster und Bodentyp	94
Abb. 29:	Rendzina Bodenbildung und Bodenmächtigkeit (cm)	94
Abb. 30:	Braunerde-Bodenbildung und Bodenmächtigkeit (cm)	95
Abb. 31:	Bodenradarmessung am Weitschartenkopfhang 200MHz /Profil1	95
Abb. 32:	Ergebnisse der Korngrößenanalyse. Profile 04-RG-H4 Braunerde-Rendzina L/Oh/Ah/Bv/Cv	96
Abb. 33:	Ergebnisse der Korngrößenanalyse Profil 06-EWL: Ah Bu BuCv	97
Abb. 34:	Profil Weitschartenkopf-Reitertritt-Rossgasse	98
Abb. 35:	Mächtigkeit (cm) und Schluffgehalt der untersuchten Bodentypen	98
Abb. 36:	Prozentuale Mittelwerte der Korngrößenverteilung der Gosaudecke	101
Abb.36a:	Darstellung des Korngrössenspektrums und der Decken-Klassifikation, Vereinfachung	101
Abb. 37:	Podsolierte Böden der Gosau-Decke und autochthonen Boden/ Al_2O_3 and Fe_2O_3	104
Abb. 38:	Die prozentuale Chromspinell-Verteilung in den Böden der Gosau-Decke	107
Abb. 39:	Die Korngrößenverteilung der Gosau- und autochthonen Decke	108
Abb. 40:	TiO_2 (%) am Beispiel des Terra fusca-Braunerde-Profiles 06-EWL	111
Abb. 41:	Aluminiumoxid (blau) in den untersuchten Böden der Gosau-Decke	113
Abb. 42:	Eine Darstellung der Korngrößenverteilung der Lössdecke: Lössbraunerde-Rendzina	116
Abb. 43:	Korngrößenverteilung (μm) der Lössdecke: Pseudogley- Lössbraunerde-Profil	116
Abb. 44:	Peak-Diagramm Röntgendiffraktometrische Analyse des Bv- und C-Horizonts	117
Abb. 45:	Das Verhältnis Al_2O_3 und Fe_2O_3 der podsoligen Böden, in Dolinen über Gosau-Decke	120
Abb. 46:	Verschiedene Bodentypen im Untersuchungsgebiet und der SiO_2 -Anteil (%) im OBH	121
Abb. 47:	Mittlere Eintragsrate ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$) für die Dolinenform des Reitertritts im Jahr 2005.	135
Abb. 48:	Mittlere Eintragsrate ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$) für die Dolinenform des Reitertritts im Jahr 2004	136
Abb. 49:	Mittlere Eintragsrate ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$) für die Dolinenform der Schwegelalm im Jahr 2004	137
Abb. 50:	Mittlere Eintragsrate ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$) für die Dolinenform der Schwegelalm im Jahr 2005	137
Abb. 51:	Räumliche Verteilung der Gesamtsumme (mg) der rezenten äolischen FSM 2004	139
Abb. 52:	Räumliche prozentuale Verteilung der Gesamtsumme der rezent äolische FSM 2004	139
Abb. 53:	Räumlich-prozentuale Verteilung des organischen, karb. sowie silik. Anteils 2004	140
Abb. 54:	Räumliche Verteilung der Gesamtsumme (mg) der rezenten Flugstaubmessung, 2005	141
Abb. 55:	Räumlich-prozentuale Verteilung der Gesamtsumme (%) der rezent Flugstaub, 2005	141
Abb. 56:	Räumlich-prozentuale Verteilung -organischen, karbonatischen, silikatischen Anteil, 2005	141
Abb. 57:	Räumliche Verteilung des organischen Materials (%) für das Messjahr 2004	142
Abb. 58:	Räumliche Verteilung des organischen Materials (%) für das Messjahr 2005	142
Abb. 59:	Räumliche Verteilung des karbonatischen Materials in (%) für das Meßjahr 2004	143
Abb. 60:	Räumliche Verteilung des karbonatischen Materials (%) für das Messjahr 2005	144
Abb. 61:	Räumliche Verteilung des silikatischen Materials (mg) für das Messjahr 2004	145
Abb. 62:	Räumliche Verteilung des silikatischen Materials (mg) für das Messjahr 2005	146
Abb. 63:	Räumliche Verteilung des silikatischen Materials <i>Muskovit</i> (%) für das Meßjahr 2004	146
Abb. 64:	Räumliche Verteilung des silikatischen Materials Muskovit (%) für das Meßjahr 2005	147
Abb. 65:	Räumliche Verteilung des silikatischen Materials Biotit (%) für das Meßjahr 2004	148
Abb. 66:	Räumliche Verteilung Biotit (%) für das Jahr 2005	148
Abb. 67:	Räumliche Verteilung des Chromspinells (%) für das Meßjahr 2004	149
Abb. 68:	Räumliche Verteilung des Chromspinells (%) für das Meßjahr 2005	150
Abb. 69:	Räumliche Verteilung des Magnetits (%) für das Meßjahr 2005	151
Abb. 70:	Die Stratigraphie der Reiteralpe	153
Abb. 71:	Die paläogeographische Lage in der Kreide (LEISS, 1988)	155
Abb. 72:	Entstehungsprozess der Laterite und des Bauxits	156
Abb. 73:	LEISS (1988) Lateritisches Caprock und Karstbauxit	157
Abb. 74:	Das Verhältnis $\text{FeIII} / \text{SiO}_2$ und Ton bei der Terra fusca der Gosau-Decke	160
Abb. 75:	Geologische Karte der Reiteralpe mit Störungen	166

Abbildungsverzeichnis, cond.

Abb. 76:	Plateauvergletscherung und die Hauptbewegungsrichtungen	168
Abb. 77:	Weitschartenkopfkarte mit interpolierten potenziellen Oberflächen Eismasse gezeichnet	170

Seite**Tabellenverzeichnis**

Tab. 1	Beschreibung der Messstellen für die nassen Flugstaubmessungen	15
Tab. 2	Die Messperioden für die nassen Flugstaubmessungen	17
Tab. 3	Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur versch. Stationen	20
Tab. 4	Gosau im Coniac und Santon, HERM, 1962	32
Tab. 5	Mittelwerte Lufttemperatur Watzmannhaus	46
Tab. 6	Artenzusammensetzung und Grad der Vegetationsbedeckung	56
Tab. 7	Zusammenfassung: Vegetationsbedeckungsgrad und Schüssel	56
Tab. 8	Eine Zusammenfassung Bodenmächtigkeit (cm) der Rendzinen und Exposition	60
Tab. 9	Ergebnisse aus der Tonmineralanalyse: prozentualer Anteil an Kaolinit und Chlorite	63
Tab. 10	Ergebnisse der Gesteinsuntersuchungen nach der MUNSELL (2000) Farbskala	64
Tab. 11	Ergebnisse aus den Gesteinsuntersuchungen des residualen Lösungsrückstandes	64
Tab. 12	Eine Zusammenfassung der podsolierten Bodentypen im Untersuchungsgebiet	73
Tab. 13	Eine Zusammenfassung: Pseudogleye im Untersuchungsgebiet	75
Tab. 14	Ergebnisse aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse: Profile 04-GBA 7	79
Tab. 15	Vereinfachte Zusammenfassung der Hauptbodentypen und ihrer Geologie	80
Tab. 16	Allochthone Bodenbildung am N. und S.Hang in Abhängigkeit mikrotop. Parameter	81
Tab. 17	Hauptbodentypen in Abhängigkeit von der Vegetations-Höhenstufe	82
Tab. 18	Ergebnisse der Tonmineralanalyse der Rendzinen an freien Flächen am Nordhang	83
Tab. 19	Hauptbodentypen in Abhängigkeit vom Grad des Vegetationsbedeckungsgrades	85
Tab. 20	Klassifikation der Hangmorphologie im Untersuchungsgebiet (nach AG BODEN 1994)	85
Tab. 21	Zusammenfassung der Hauptbodentypen sowie Hangneigungsstufen	87
Tab. 22	Der prozentuale Ton- (T), Schluff- (U) und Sand (S)- Anteil an nicht geneigten Böden.	88
Tab. 23	Zusammenfassung der Bodentypen in Abhängigkeit von der Hangmorphologie	90
Tab. 24	Autochthone Böden am Nordhang, prozentualer Anteil an Karbonat im Oberbodenhorizont	91
Tab. 25	Die Böden der Plateauebene: SiO ₂ , Al ₂ O ₃ sowie Fe ₂ O ₃ Gehalte	92
Tab. 26	Bodentyp in Abhängigkeit der Karstmorphologie	93
Tab. 27	Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Bodenmächtigkeit	93
Tab. 28	Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung	96
Tab. 29	Klassifikation der Substratdecken der Reiteralpe	101
Tab. 30	Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse und der Gesteinsproben der Kreide	102
Tab. 31	Die Hauptbodentypen der Gosau-Decke	104
Tab. 32	Ergebnisse der Tonmineralanalyse. Profile 06-DolPon Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker	105
Tab. 33	Ergebnisse der Tonmineralanalyse – Profil Reitertritt & JBauer	105
Tab. 34	Prozentualer Anteil der Schwerminerale in den Glanecker Schichten und der Gosau Breckzie	106
Tab. 35	Hauptelemente, Gesteinsvorkommen, nDk, Gosau (%)	110
Tab. 36	Hauptelemente der Gosaubreckzie, des nDk, (ppm)	110
Tab. 37	Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse -Profil 06-EWL	111
Tab. 38	Ergebnisse der Tonmineralanalyse. Profile 06-EWL	111
Tab. 39	Ergebnisse der Schwermineralanalyse. Profile 06-EWL	111
Tab. 40	Ergebnisse der RFA: Böden der Gosau-Decke	112
Tab. 41	Weitere Ergebnisse der RFA: Böden der Gosau-Decke	114
Tab. 42a&b	Das Verhältnis SiO ₂ (%) zu CaCO ₃ (%) in Lössbraunerden Profile 02-Dolfeld1, 04-GRD2 B	116
Tab. 43	Ergebnisse der Tonmineralanalyse der Lössdecke und der Lössbraunerde Profile 04-GRD2B	117
Tab. 44	Ergebnisse der Korngrößenanalyse: podsolierter Boden und das Korngrößenspektrums (%)	120
Tab. 45	Profil 04-GBA 1: allochthone Braunerde über Dachsteinkalk Ah/ II Bv/ Cv	121
Tab. 46	Beispiel einer rezent allochthonen Braunerde: Profil 04-GBA-5	122
Tab. 47	Der Karbonatanteil in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit der Mikrotopographie	123
Tab. 48	Siliziumoxid in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%), Mittelwert	123
Tab. 49	Aluminiumoxid in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%), Mittelwert	124
Tab. 50	Eisenoxid in Abhängigkeit der Mikrotopographie (%), Mittelwert	124
Tab. 51	Granat in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%), Mittelwert	126
Tab. 52	Zirkon in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit der Mikrotopographie (%), Mittelwert	126
Tab. 53	Gesamtsumme der gemessenen äolischen Flugstaubmenge und die Höhenstufe 2004-2005	127
Tab. 54	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung Exposition auf der Reiteralpe im Jahr 2004, 2005	129
Tab. 55	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung der Vegetationsdichte, 2004 und 2005	130
Tab. 56	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung der Hangneigung, 2004 und 2005	131
Tab. 57	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts - GBA 2004 und 2005	132
Tab. 58	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts, EWL 2004 und 2005	133
Tab. 59	Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts SS 2004, 2005	134
Tab. 60	Gesamtsumme und Mittelwerte der Flugstaubmenge (mg) aller 26 Stationen, 2004, 2005	138
Tab. 61	Gesamtsumme (%) der rezenten Flugstaubmenge aller 26 Stationen und räumlichen Verteilung	140
Tab. 62	Rezent abgelagerte Gesamtsumme Muskovit	146
Tab. 63	Rezent abgelagerte Gesamtsumme Biotit	147
Tab. 64	Chromspinell (mg) rezent äolisch abgelagert	149
Tab. 65.	Magnetit (mg) rezent äolisch abgelagert	150
Tab. 66	Ilmenorutil (mg) rezent äolisch abgelagert	151

Tabellenverzeichnis condt		Seite
Tab. 67	Mineralogische Ergebnisse der lateritsch-bauxitische Ablagerung (%)	152
Tab. 68	Angewandte Verwitterungsindizes zur Substrat- und Deckenklassifikation	160
Tab. 69	Sommer Nassflugstaubuntersuchungen in den NKA. Mittelwerte gemessen in $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$	172

Fotoverzeichnis

Aufnahmen stammen von der Verfasserin dieser Arbeit		
Titel		Title
Foto 1-4	Das Bodenradar Gerät und Antennen der Firma MALA GeoScience	8
Foto 5	Schmelztabletten-Herstellung, Induktionsofen	12
Foto 6	Porzellantiegel und das Bodenmaterial beim Abkühlen	12
Foto 7	Selbstkonstruierter Flugstaub-Probenahmekasten (Typ 1)	17
Foto 8	Selbstkonstruierter Flugstaub-Probenahmekasten (Typ 2)	18
Foto 9	Niederschlagsmesser nach Hellmann	21
Foto 10	Kaltluftsee am Reitertritt	23
Foto 11	Der Hochkarst der Reiteralpe	39
Foto 12	Karrenfelder der Reiteralpe	40
Foto 13	Rundhöcker am Reitertritt	42
Foto 14	Schichtköpfe an der Hirschwiese	43
Foto 15	Blick vom Weitschartenkopf zum Schwegelalm	43
Foto 16	Rundhöcker am Reitertritt, Waldgrenze, Baumgrenze	47
Foto 17	<i>Pinus Cembra</i> an der Saugasse	47
Foto 18	Kluftvegetation am Reitertritt	49
Foto 19	Wollgrass am Reitertritt	50
Foto 20	Höhleingangsbereich und die feuchte Anzeiger	50
Foto 21	Süd- und Nordhang-Vegetation, Blick vom Weitschartenkopf nach Süden	52
Foto 22	Die Blumenbunte Alpenmatte am Schottmalhorn	53
Foto 23	Die Dolinen als Kaltluftsammler	54
Foto 24	Klassifikation des Grades der Vegetationsbedeckung	56
Foto 25	...arme Bedeckungsgrad	56
Foto 26	...dichter Bedeckungsgrad	56
Foto 27	...freier Bedeckungsgrad	56
Foto 28	Tangelrendzina über Residuallehm über Dachsteinkalk 04-GB Sattel	59
Foto 29	Terra fusca leuchtend rot in Farbe am Edelweisslahner	63
Foto 30	Braunerde-Podsol über autochthone Kalkpseudogley 06-RT	76
Foto 31	Kolluvisol 04-GBA 7	78
Foto 32	Mullrendzina mit lateritisch bauxitischen Ablagerung der Gosau 04-GBA-2	79
Foto 33	Handstücke Glanecker Schichten, Gosau Brekzie, lateritisch-bauxitische Abl.	102
Foto 34	Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten Profil 06 DolPon	105
Foto 35	Bodenprofil 06-EWL Terra fusca-Braunerde	111
Foto 36	Silikatspektrum des rezent äolischen Flugstaubs 7mm/ ATH. Aufnahme K.P.Martinek	122
Foto 37	Das Reitertritt, Hauptablagerungszone des rezenten Flugstaubs	127
Foto 38	Meßstelle Schrecksattel/Luvseite	134
Foto 39	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk Profil 04-WSK,	165
Foto 40	Verwitterung und Bodenbildung Profil: 04-EWL Edelweisslahnersteig	166
Foto 41	Rendzina-Terra Fusca über Residuallehm aus Dachsteinkalk Profil 06-SG	167
Foto 42	Blick vom Weitschartenkopf zum Schwegelalm	169
Foto 43	Weitschartenkopfkar, ein Kar mit Karschwelle	170
Foto 44	Weitschartenkopfkar, mit Fokus auf die Karschwelle.	171
Foto 45	Weitschartenkopffang und Spuren ein stark geprägtes glaziales Hang	171

Kartenverzeichnis

Karte 1:	Ausschnitt aus den Topographischen Karten 1:25 000, Blatt 8342 und 8343	6
Karte 2:	Geologische Karte von der Reiteralpe	34
Karte 3:	Das Untersuchungsgebiet, die Probestellen für die Bodenkartierung	57
Karte 4:	Die Bodenkarte der Reiteralpe	100
Karte 5:	Die Gosau-Decke der Reiteralpe	103
Karte 6:	Die Lössdecke der Reiteralpe	115
Karte 7:	Die rezente allochthone Substratdecke der Reiteralpe	118

Abkürzungen

Abkürzung	Begriff		
Geologie			
nDk	norischer Dachsteinkalk		
Wölbungstendenz und Wölbungsrichtung			
G-Fläche	gestreckte Fläche		
G-Hang	gestreckte Hang		
Cv-Hang	konkave Hang		
Cx-Hang	konvexe Hang		
Cv-Fläche	gestreckte Fläche mit konkave Wölbung		
Cx-Fläche	gestreckte Fläche mit konvexe Wölbung		
Bodenarten			
Uu	reiner Schluff		
Us	sandiger Schluff		
Ut2	schwach toniger Schluff		
Ut3	mittel toniger Schluff		
Uls	sandig-lehmiger Schluff		
Ut4	stark toniger Schluff		
Lu	schluffiger-Lehm		
Tu3	mittel schluffiger Ton		
Hangneigung	Kurzzeichen	Bezeichnung	Hangneigung in Grad
ng	N0	nicht geneigt sehr schwach	<0,5
ssg	N1	geneigt	0,5-2
sg	N2	schwach geneigt	2-5
mg	N3	mittegeneigt	5-10
starkg	N4	stark geneigt	10-15
sstarkg	N5	sehr stark geneigt	15-20
steil	N6	steil	>20
Vegetationshöhenstufen			
usa	untere subalpinen Vegetationshöhenstufe		
msa	mittlere subalpinen Vegetationshöhenstufe		
osa	obere subalpinen Vegetationshöhenstufe		

Vorwort

Die Arbeiten wurden im Gelände unter extremen, natürlichen Bedingungen durchgeführt. Der Stützpunkt auf der Reiteralpe war die schöne, rustikale Alte Traunsteiner Hütte, die im Jahr 1901 errichtet wurde. Dank Unterstützung des Vorstands des DAV Traunstein, konnte sie als Basislager genutzt. Jedoch musste jedes Mal einen 4-stündigen Aufstieg im Kauf genommen werden. Auch den Transport aller Geräte, Lebensmittel und Bekleidung für mehrere Monate musste bewerkstelligt werden. Aus einzelnen Tagen allein im Hochgebirge wurden Wochen, sogar Monate. Während des dreijährigen Aufenthalts im Gelände in den Sommermonaten von 2004 bis 2006 musste ich mich mit dem Alleinsein, der Einsamkeit, den Kräften der Natur und dem bescheidenen Almleben auseinandersetzen. Das Projekt wurde nicht von der Deutsche Forschungs-Gemeinschaft unterstützt. Auch ohne finanzielle Unterstützung konnte vieles bewerkstelligt werden, dank der zahlreichen freiwilligen Helfer. Die Arbeiten im Gelände und im Labor - immer am Donnerstag und Freitagabend in der Heßstrasse, München des Geologischen Landesamts - zogen sich über Jahre hin. Die Auswertung war eine besondere Herausforderung, vor allem aufgrund der großen Datenmenge.

Danksagung:

Mein besonderer Dank geht an meine Doktormutter, Frau PD Dr. C. Küfmann von der Ludwig-Maximilians-Universität München, Department für die Geo- und Umweltwissenschaften. Sie nahm sich immer Zeit und beantwortete geduldig meine Fragen. Vor allem durch ihre präzise Vorgehensweise und kritischen Anregungen zur Arbeit habe ich viel gelernt und profitiert. Merci Carola.

Herrn Prof. Dr. O. Baume von der Ludwig-Maximilians-Universität München, Department für die Geo- und Umweltwissenschaften danke ich sehr, dass er immer an mich glaubte, Prof. Dr. K. Rögner für die anregenden, fachliche Diskussion, sowie Herr Dr. O. Leiss für die Diskussion über die lateritisch-bauxitische Ablagerungen der Tiefen Gosau.

Prof. Dr. H. Schmid, dam. Präsident des Bayerischen Geologischen Landesamts, erlaubte mir im Labor des Bayerischen Geologischen Landesamts zu arbeiten. Er riet mir immer, die Arbeit so bald wie möglich abzugeben. Dann hat es doch eine Weile gedauert.

Den Herren und Damen des damaligen Geologischen Landesamt in die Hessesstrasse, dem jetzige Bayerische Landesamt für Umwelt, danke ich für die anregenden, fachlichen Diskussionen in der Mittagszeit oder bei einem Tee, insbesondere Dr. K. Schwerd, Dr. G. Doppler, Dr. W. Grottenthaler und Dr. H. Risch. Herr Armin Endres hat mich in die RFA-Verfahren, sowie in die Eisenbestimmungsverfahren eingearbeitet. Die Gespräche mit ihm waren immer interessant.

Der Nationalpark Berchtesgaden hat mir die Klimadaten zur Verfügung gestellt.

Dipl. Geograph Sascha Berger danke ich sehr für seine Unterstützung und den fachlichen Diskurs, der immer außergewöhnlich lehrreich war. Vielen Dank Sascha.

Die Geographie Studenten der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, die an einem von mir und von Prof. Dr. S. Bussemer geführten Praktikum im Jahr 2006 teilgenommen hatten, transportierten schweres Geräte auf die Alm und über die Alm. Sie hatten mich bei der Bodenradarmessung unterstützt. Ebenso gilt mein Dank Dipl. Geogr. S. Rudolf, der sich um die Bodenradargeräte und -messungen gekümmert hatte, ebenso Dr. G. Büttner für dessen Vertrauen, die Geräte nach Bayern und Österreich auf die Reise zu schicken und Dipl. Geograph T. Baudis für sein Fachwissen.

Dem DAV Traunstein und Herrn Alfhart Amberger, dass ich die schöne alte rustikale Alte Traunsteiner Hütte monatelang genießen durfte, die mir nicht nur bei heftigen Gewittern Schutz bot.

Mariese Herbst und Thomas Krüger von der Neuen Traunsteiner Hütte. Sie halfen mir beim Transport der Boden- und Niederschlagsproben zum Wartsteinkopf. Als es im Sommer 2004 kein Wasser auf der Alm gab, durfte ich Wasser aus ihrer Quelle entnehmen, und sie erlaubten, dem irischen Mädch abends am Stammtisch zu sitzen, selbst wenn ich mich anfangs etwas schwer tat mit dem Loferer Dialekt.

Die Almbewohner der Kaser Kuhl, der Alm-Öhi Ferdl & seine Frau Luise haben mich ins Leben und Nachtleben auf der Alm eingeführt. Das werde ich nie vergessen.

Dr. Thünemann, Wehrtechnische Dienststelle für Schutz- und Sondertechnik (*WTD 52*) in *Oberjettenberg* danke ich für die Erlaubnis zur Benutzung der Seilbahn für den Materialtransport, sowie den Mitarbeitern an der Seilbahn für ihre Unterstützung.

Mein Dank gilt auch Silvia Miret für die Graphik sowie Mag. Phil. Angelika Gillitz-Acar für die Lektüre

und meinen Freunden, die mich auf der Alm besucht hatten, um die Einsamkeit zu vertreiben und mich mit Lebensmittel versorgten: Irmgard, Karin, Christiane, Giancarlo, Roland, Regina, Bodo, Markus, Dee, Gottfried, Sandra, Sigg, Una, Raffaella, Marco, Michael, Christian, Diana, Patricia, Pio, Renate, Sabine und Angelika.

Mein größter Dank geht an zwei Herren, die meine Arbeit fachlich intensiv begleitet hatten. Ohne ihr Engagement wäre diese Arbeit nicht machbar gewesen:

Dr. Ullrich Rast, der es mir ermöglichte, alle Analysen selbständig im Labor des damaligen Bayerischen Geologischen Landesamtes in der Hessestrasse durchzuführen. Unter seiner Leitung habe ich viel gelernt und profitiert. Als Experte der Schwermineralanalyse und Mineralogie hatte er immer den globalen Überblick bewahrt

und Prof. Dr. Sixten Bussemer, damals an der Ludwig-Maximilians-Universität München und jetzt an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, der über all die Jahre hinweg, seine intensive und fachliche und freundliche Unterstützung anbot. Die Diskussionen waren immer von großer Relevanz für meine Arbeit. Vielen herzlichen Dank Sixten.

and as Jane Goodall once said, *hear your heart*

1. Einleitung und Problemstellung

Die Mineralböden der Nördlichen Kalkalpen im Hochkarst der Reiteralpe umfassen autochthone Böden (Terrae Calcis, Braunerden) auf Kalkgestein und Lössbraunerden auf spätglazialen Ablagerungen (DUFFY 2003, KÜFMANN 2008). Die Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Böden sind komplex und spiegeln den Einfluss der Meso- und Mikrotopographie wider. Damit ist der Einfluss der Mikrotopographie mit den Geländeparametern: Hangmorphologie, Höhe über NN, Exposition, Vegetationsbedeckung auf die äolische Deposition und Bodenbildung zu untersuchen.

Die kombinierte Messung von rezenten, äolischen Staubeinträgen und Solummächtigkeiten entlang von repräsentativen Karst-Toposequenzen dient zur Identifizierung von äolischen Sedimentfällen und deren Ruummustern. Die statistische Auswertung der Messdaten soll die Ablagerungstendenzen in Abhängigkeit von mikrotopographisch bedingten Kriterien klären. Diese Resultate und die Ergebnisse aus der Bodenkartierung ergeben eine Boden-Klassifikation, eine Bodenkarte der Reiteralpe und erläutern die Grundlagen der Bodenbildung auf der Reiteralpe.

1.1 Stand der Forschung

Die Reiteralpe ist geologisch und tektonisch intensiv erforscht worden (AMPFERER 1927, BÖGEL 1971, GILLITZER 1912, von GÜMBEL 1961, FERNECK 1962, LANGENSCHIEDT und OTHOLT 1998, RISCH 1993, SPERNER 1990). Die Schwerpunkte der karstmorphologischen Untersuchungen auf der Reiteralpe, vor allem von CLEMENS et al. 1995, JANTKSCHKE 1988, 1990, JANTSCHKE & SPERNER 1990, SCHÄFFLER & JANTSCHKE, 1990 beschränken sich indes überwiegend auf den unterirdischen Karstformenschatz, die geomorphologischen Untersuchungen ausschließlich auf die Arbeit von RATHJENS, 1939. Außerdem finden sich Aspekte zur geomorphologischen Entstehung der Reiteralpe in Studien von FISCHER 1988, 1990, HASERODT 1965, KNAPCZYK-HASEKE 1989 und LANGENSCHIEDT 1986.

Auch wenn FISCHER (1984), gestützt auf die Ergebnisse von RATHJENS (1939), den Karstformenschatz der Reiteralpe in die geomorphologische Karte 1:25 000 Blatt 16 8443 Königsee aufgenommen hatte, wurde seither weder eine Detailkartierung der Karstformen, noch eine quantitative Mikrotopographische Analyse durchgeführt. Aufgrund dieser Forschungslücke wurde von DUFFY (2003), eine unveröffentlichte Diplomarbeit zur Karren- und Dolinenmorphometrie in Anlehnung an die Methoden von MOTTERHEAD (1996), WILLIAMS (1966, 1972b), DRAKE & FORD (1972), WILLIAMS & FORD (1989) angelegt. Die Arbeit stellt eine genaue Karstkartierung des Hochkarsts dar und ist die erste Studie im Hochgebirgskarst der Reiteralpe. Nach den Studien von WEINGARTNER 1983, LEHMANN 1927, HASERODT 1965, GOLDBERGER 1951, RATHJENS 1951, 1939, KNAPCZYK 1989 wurde in den Nördlichen Kalkalpen eine hypsometrische Karsthöhenstufenklassifizierung ausgearbeitet, die einzelnen Zonen in Scherbenkarst, karrige Plattenlandschaft, spitzartigen Rinnenkarrenkarst, Spitzkarren, Karrendolinenlandschaft und Dolinenkarst unterteilt. Zudem gibt es erste Ergebnisse und Erkenntnisse zu äolischen Sedimentationsräumen anhand von sechs Beispielprofilen von Bodenfüllungen in Karstökotopen (DUFFY 2003, und in KÜFMANN 2008). Die damaligen Untersuchungen konzentrierten sich auf den östlichen Bereich der Reiteralpe und damit auf das Verwaltungsgebiet des Nationalparks Berchtesgaden. Ausreichendes Datenmaterial findet sich auch hinsichtlich der Faktoren Klima (ENDERS 1979), Vegetation (KRAL 1991, SCHMIDTLEIN 2000, STORCH 1983, STORCH & SEIDENSCHWARZ 1996), Substrat/Boden (FREYER et al. 1996, BÖCHTER 1984) und Nutzung.

Allerdings besteht eine deutliche regionale sowie fachliche Bearbeitungslücke für den gesamten Kalkstock. Die Kenntnisse zum oberirdischen Karst und Bodeninventar sind spärlich (RATHJENS 1939). Eine intensive Bodenkartierung wird deshalb in dieser Arbeit durchgeführt.

Die Studien bezüglich Bodenuntersuchung und Bodenbildung auf Karbonatgestein in der subalpinen Vegetationshöhenstufe der Kalkalpen sind u.a. von KUBIENA 1944, HÜTTL 1997, 1998, KÜFMANN 2003b, 2004, 2008, CREDNER et al. 1998, BOCHTER 1984, KREUTZER & GROTTENTHALER 1991, NEUWINGER 1970, ZECH et al. 1986 durchgeführt wurden. Seither sind Terrae fuscae und vergesellschaftete Böden ein Begriff in den nördlichen Kalkalpen (KÜFMANN 2003b, 2008, ZECH & NEUWINGER 1974, SCHÖNHALS und POETSCH 1976. In Anlehnung der Terrae fuscae, sprich Bolusbildung, (RATHJENS 1939, GÜMBEL 1901, GILLITZER 1912) ist sie immer noch wissenschaftlich relevant in den Hochgebirgskarstböden. Sie sind zurückzuführen auf den Lösungsrückstand des Karbonatgesteins wie von KUHLEMANN et al. 1999 nachgewiesen. Die Rendzina-, sowie Skelett- und Rohhumusbodenforschung überwiegt grundsätzlich in der oberen, subalpinen Vegetationshöhenstufe (BOCHTER 1984, KREUTZER & GROTTENTHALER 1991, GROTTENTHALER 1982), während in der alpinen Stufe, nach Forschungen von HÜTTL et al. 1995, HÜTTL 1997, 1998, 1999, CREDNER et al. 1998, eine äolischen Dynamik bei der Bodenbildung nachgewiesen wurde. Ihre polygenetische Entwicklung ist durch Glimmer im Ober- und Mineralbodenhorizont gekennzeichnet.

Flugstaub in den Alpen wurde bereits Anfang des 20. Jh. beobachtet und in vielen Studien als Saharastaub identifiziert (GLAWION 1938, GÖTZ 1940, VALENTIN 1902, KÜFMANN 2003a, 2003b, 2004, 2008). Diese Studien lieferten primäre Informationen über die Eigenschaften des Staubes, insbesondere über Chemie, Mineralogie sowie deren Liefergebiete. Weitere Arbeiten lieferten erste Ergebnisse der Eintragsraten (GLAWION 1939, HELLMANN & MEINARDIUS 1901, WINKLER v. HERMADEN 1945). Allerdings gibt es keine systematische Messung bzw. Quantifizierung der eingetragenen Flugstaubraten. Lediglich die Arbeit von KÜFMANN 2003a bringt hier einen Durchbruch und erste Ergebnisse.

Allochthoner Flugstaub im Hochgebirge wurde im autochthonen Kalkverwitterungslehm gefunden (SOLAR 1964, LEININGEN 1915) und als Liefergebiet das Zentralalpingebiet ausgemacht. Nach SOLAR 1964, geht die Terra fusca-Bildung auf pleistozäne bzw. spätglaziale Flugstaubdecken zurück, nach SCHÖNHALS 1957, SCHÖNHALS & POETSCH 1976, STICHER et al. 1975 sind die Terrae fuscae dryaszeitliche, periglaziale Deckschichten, während die klassische Lehrbuchmeinung (ZECH & VOELKL 1979) die Entstehung der braunen Böden auf in situ gebildete Residualtone der Kalkverwitterung zurückführt.

Der Flugstaub im Zentralalpinen Bereich ist gut erforscht (BRAUN-BLANQUET & JENNY 1926, 1936, FRIEDEL 1936, BURGER & FRANZ 1969). FRANZ 1961 sprach von einer Verstaubung der Hochgebirgsböden. Ferner wurden weltweit zahlreiche Flugstaubstudien von den Autoren HAMISCH et al. 1996, McTAINISH & LYNCH 1996, SCOTT 2000, LITAOR 1987, PYE 1992, RAPP 1984) durchgeführt. Auch äolische Dynamik, Erosion-Transport und Ablagerung sind quantitativ und qualitative gut erforscht, ebenso Messmethodik und Auswertungsverfahren.

Erste Ergebnisse zu flugstaubbeeinflussten Böden und Staubeintragsraten liegen aus dem Nord- und Nordwest Teil der Reiteralpe vor (KÜFMANN 2006, 2008). Die Hochgebirgsgebiete der Nördlichen Kalkalpen, des Wettersteingebirges sowie des Karwendelgebirges sind ebenfalls von KÜFMANN 2008 untersucht worden. Aufgrund der Komplexität der Ablagerungstendenzen, wurden bisher Grundzüge der orographischen Staubdeposition durch das Mesorelief: Luv/Lee-Effekt und Föhngassen untersucht und erfasst. Der Einfluss des Mikroreliefs ist auf den

Hochgebirgskarst der Reiteralpe jedoch noch nicht ausreichend bearbeitet. Die Interpretationen der Messdaten hinsichtlich des Einflusses der Hangparameter, Morphologie und Wölbung sind tendenziell zu erkennen. Eine statistische Absicherung ist daher im Rahmen dieser Arbeit durch eine Verdichtung des Messnetzes von Bodenkartierung und Staubmessung, sowie einer umfangreichen statistischen Auswertung der Mikrotopographie zu leisten.

In der Grundlagenforschung fehlen Erkenntnisse über den Einfluss der Mikrotopographie im Hochgebirge, wie im Hochgebirgskarstgebiet und in den äolischen Sedimentationsräumen völlig. Der Einfluss der mikrotopographischen Parameter Höhe (über NN), entsprechende Vegetationshöhenstufen, Baum- und Waldgrenzräume, der Luv-Lee-Seiten Effekt, die Exposition, die Hangneigung, die Hangmorphologie sowie die Hangwölbung, die Oberflächenrauigkeit bzw. die Vegetationsdichte sind bisher nicht in Abhängigkeit zu äolischen Sedimentationsräumen im Hochgebirge bzw. in den Nördlichen Kalkalpen untersucht wurden. Nur ansatzweise wurden hypsometrische Verteilung von äolischen Gunsträumen (KÜFMANN 2003 a,b, 2008), Vegetation als natürlicher äolischer Gunstfaktor (OFFER & GOOSSENS 1994, DIJKMANS 1989, FRANZ 1980, ITAGI & KOEUNUMA 1962, REHEIS & KIHIL 1995) Vegetation und Geomorphologie (SOLON et al. 2007, KLIMOWIECZ & UZAIK 1996), sowie Tonverwitterung in alpinen Böden und die Unterschiede an Nord- und Südexponierten Hängen (EGLI et al. 2006) bearbeitet.

Der Stand der aktuellen äolischen Staub- und Sand- bzw. Löss-Forschung zeigt hinsichtlich der Erosion-, Transport- und Akkumulationsprozesse die Komplexität des Reliefparameters: GARDNER et al. 1994, HAMISCH et al. 1996, HEIMSATH et al. 1999, LOGIE 1983, McTAINISH 1997, PYE 1984,1987,1992, REHEIS & KIHIL 1995, RUHE 1984, SMALLEY & SMALLEY 1983. Gerade im Hochgebirge führt die Mikrotopographie und somit die starke Varianz der Hangmorphologie zu einer höchst variablen Verteilung von äolischen Substraten und ihrer variablen Mächtigkeit (SCOTT 2000). Viele Autoren sind der Meinung, dass äolische Decken das Relief glätten (PECSI & RICHTER 1996, PYE 1987, VANMAERCKE-GOTTIGNY 1978). Andere Autoren zeigen, dass dadurch Reliefformen besonders herauspräpariert werden (GOOSSENS 1981). Aufgrund dieser Meinungsdivergenzen hat die Forschungsgruppe um GOOSSENS (1998 a,b,c,1989,1995) die Erfassung der Grundzüge der äolischen Deposition ins Labor verlagert. Zahlreiche Versuche an idealisierten Reliefmodellen im Windkanal lieferten wegweisende Ergebnisse. Die Lössbodenbildung spiegelt das Paläoklima wider, das Korngrössenspektrum der Lössablagerungen spiegelt die Windaktivität bzw. Windstärke des Paläoklimas wider (AN et al. 1991).

So ist die vorherrschende Meinung, dass Löss bevorzugt im Lee abgelagert wird, differenzierter zu sehen (GOOSSENS 1988b; SCOTT 2000). Er kann in Abhängigkeit von Hangneigung, Wölbung, Vegetationsvorkommen und Korngrößenverteilung des Flugstaubes genauso im Luv deponiert werden. Gerade beim schluffig-tonigen Staub, wie er in den nördlichen Kalkalpen abgelagert wird, hat das Windschatten-Konzept keine Gültigkeit (GOOSSENS 1988 a,b). Eine erste Verifizierung der Ergebnisse aus den Windtunnel-Experimenten liegt aus der Negev-Wüste vor (DANIN & GANOR 1991, OFFER & GOOSSENS 1995). Diese Studien untersuchten den Reliefeinfluss anhand von Staubmessungen und nicht, wie es üblicherweise der Fall ist, anhand von Substratmächtigkeiten (HEIMSATH et al. 1999, MUCHER & DePLOEY 1977, PYE 1996, MASON et al. 1999, RUHE 1984).

In dieser Arbeit sollen beide Komponenten herangezogen werden. Inwieweit die erzielten Ergebnisse von GOOSSENS 1988a-c, 1989, 1995, GOOSSENS & OFFER 1993 auch auf den Naturraum Hochgebirge sowie das Hochgebirgskarst übertragbar sind, wird sich herausstellen. Ebenso existiert weder eine Kartierung äolischer Deckschichten in den Nördlichen Kalkalpen, noch in einem Hochgebirgskarst. Es gibt auch keine nationalgrenzübergreifenden Kartierungsergebnisse und Karten.

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Diese Arbeit setzt am aktuellen Forschungsstand zum rezenten Flugstaubeintrag im Hochgebirge an und führt das Messprogramm zu den Flugstaubeinträgen von KÜFMANN (2003a, 2003b, 2008) fort. Die Quantifizierung des Flugstaubs auf mikrotopographischen Hochgebirgskarstflächen im Untersuchungsgebiet unter Berücksichtigung des Hochgebirgsmikroreliefs wird untersucht. Dadurch sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wieviel Flugstaub wird rezent (Größenordnung [mm/a]) eingetragen?
- Wo wird das Material in einem Hochgebirgskarstrelief abgelagert?
- Wird mehr Material am Nordhang oder mehr am Südhang abgelagert?
- Wird das Material vorwiegend an steilen Hängen abgelagert, oder eher an flachen, gestreckten Flächen?
- Wo wird das meiste organische Material abgelagert?
- Wo wird wenig Karbonatmaterial abgelagert und
- wie verhält es sich mit der räumlichen Verteilung der Ablagerungstendenzen von Mineralen wie Quarzen, Biotit, Muskovit, Chromspinell?
- Wie korrelieren Staubmengen und Solummächtigkeit?
- In welcher Wechselwirkung stehen Solummächtigkeit und der Schluffanteil des Korngrößenspektrums zueinander?

Die flugstaubbedingten Ablagerungsräume werden in dieser Arbeit auf das Hochgebirgsmikrorelief näher untersucht. Die Mikroreliefkriterien umfassen die Höhe (ü. NN) und die entsprechenden Vegetationshöhenstufen, die Baum- und Waldgrenzenräume, die Luv-/Lee-Seite, die Exposition, die Hangneigung, die Hangmorphologie, die Oberflächenrauigkeit, die Vegetation und die Geomorphologie.

Darüber hinaus werden die flugstaubbedingten Ablagerungsräume auf das Hochkarst- bzw. Hochgebirgsmikrokarstrelief untersucht. Von Bedeutung sind nur die oberirdischen Großformen des Karstreliefs, die entsprechenden Vegetationshöhenstufen, die karrige Plattenlandschaft, die Dolinen sowie die Karrendolinenlandschaft.

Die klimatischen Steuerungsfaktoren (Niederschlagsmengen, Windrichtung, Windstärke, Windintensität u.a.) werden bei der Auswertung mit einbezogen werden, weil sie hinsichtlich der Flugstaub/sand-Bahnen und der Flugstaubdynamik von großer Bedeutung sind. Ferner können so außerordentliche Ereignisse („Events“) wie z.B. Sommer- oder Föhnstürme im Gelände genau beobachtet und registriert werden.

Die meteorologische Datenanalyse wird ergänzt durch eine Schwermineralanalyse, um so die Transportwege und Herkunftsgebiete des Flugstaubs zu bestimmen. Aus den Ergebnissen lässt sich der rezente Flugstaubeintrag errechnen, daraus lassen sich Rückschlüsse auf die Solummächtigkeiten und die Bodenbildungsräume im Untersuchungsgebiet ziehen.

In der schneefreien Zeit bzw. in den Sommermonaten (Mai bis Oktober/November) ist das Hochgebirgsgelände begehbar und es werden Flugstaub-Messstationen mit Nassflugstaubfängern aufgestellt. Die Anordnung der Messstationen erfolgte nach den oben genannten Hochgebirgsmikroreliefkriterien und den unterschiedlichen Vegetationshöhenstufen. Da das Untersuchungsgebiet in den Winter- bzw. schneereichen Monaten wegen Lawinengefahr schwer begehbar ist, fand die Niederschlagsstaubmessung nur in den Sommermonaten statt.

Eine ausführliche, flächendeckende Bodenkartierung der Hochgebirgskarstmikrotopographie des Untersuchungsgebiets ist vorgesehen. Dabei wird die Mineralogie von Bodenbestandteilen und des Gesteins durch gesteinsphysikalische und -chemische, sowie bodenphysikalische und -

chemische Untersuchungen ermittelt. Insbesondere wird der Boden in Abhängigkeit zur Hochgebirgskarstmikrotopographie bestimmt. Darüber hinaus werden die spät- und postglazialen Deckschichten der Nördlichen Kalkalpen (periglaziale-, Solifluktions- und lössbeeinflusste Bodendeckschichten) identifiziert, bestimmt und ihre räumliche Verteilung ermittelt werden. Ferner ist der Einfluss von rezemem Flugstaub auf die Bodenbildung der Reiteralpe und seine räumliche Verteilung zu ermitteln. Die dafür vorzunehmende Anzahl von Boden sowie Bodenproben ist außerordentlich groß.

Die mineralogische Zusammensetzung der Oberbodenhorizonte unterstützt die Untersuchung eines rezemten Flugstaubeintrags im Hochgebirge, die mineralogische Zusammensetzung weiterer Bodenhorizonte die Untersuchung postglazialen Flugstaub- bzw. Lössetrages. Eine Georadaruntersuchung soll die ermittelten Solummächtigkeitsresultate der Bodenprofilanalyse ergänzen. Eine Vegetationskartierung der subalpinen- und alpinen- Vegetationshöhenstufen des Untersuchungsgebiets soll den Einfluss des Flugstaubeintrags auf die Vegetation in Abhängigkeit zur Hochgebirgsmikrotopographie zeigen, sowie die Rauigkeit des Oberbodens genauer charakterisieren. Aus den Resultaten dieser Untersuchungen soll eine neue, grenzüberschreitende Bodenkarte für die Reiteralpe erstellt werden.

1.3 Geographische Lage des Untersuchungsgebiets

Die Reiteralpe, auch *Reiteralpe*, *Reit(h)er Alm*, oder *Reiter Alpe* genannt, trägt ihren Namen nach dem Talort *Reit* bei Unken in Österreich, am nördlichen Rand des Reiteralpe-Gebirgsstocks.

Die Reiteralpe befindet sich in den Berchtesgadener Alpen und bildet zusammen mit dem Lattengebirge die westliche Umrahmung des Berchtesgadener Landes. Sie gehört zu den nördlichen Kalkalpen und befindet sich in geographischer Lage zwischen 456210 528175 (Alphorn) im Norden, 456448 527675 Schafneck 1800m, im Süden und 527650 455875 (Drei Brüder) im Westen.

Zu den Berchtesgadener Alpen zählen der Untersberg, das Lattengebirge, die Reiteralpe, das Hochkaltergebirge, der Watzmannstock, der Göllstock, das Hagengebirge, das Gotzengebirge, das Steinernes Meer und der Hochkönigsstock (Abb. 1).



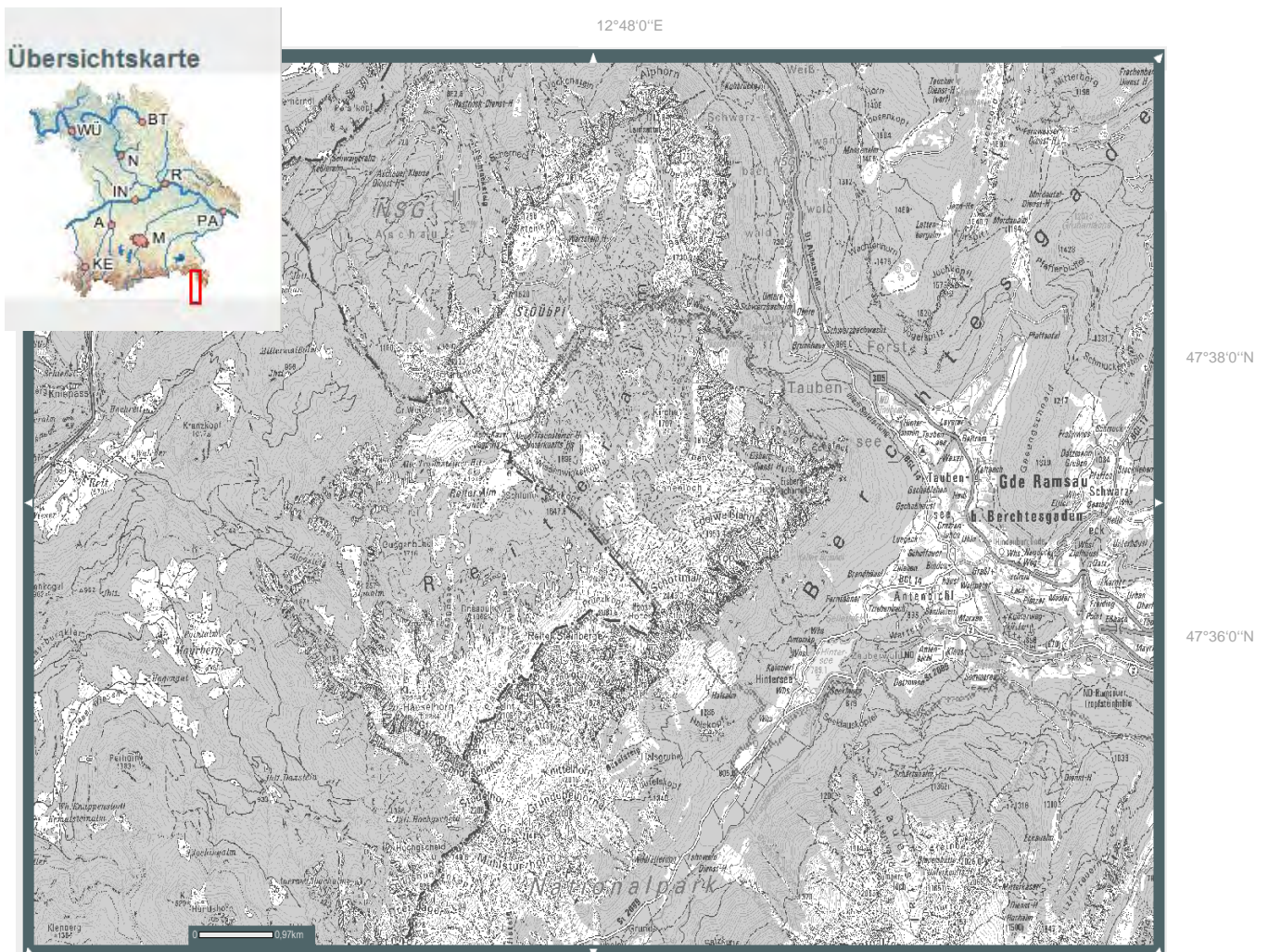
Abb.1: Die Gebirgsgruppen der Berchtesgadener Alpen (Zeller & Schöner,1990)

Nach Osten hin grenzt die Reiteralpe an das Ramsauer Tal, das sich vor dem Hintersee gabelt, und Schwarzbachtal, nach Norden hin an den Taubensee, den Schwarzbachwachtpaß (889m) und das Saalachtal. Der südwestliche Zweigast der Ramsauer Gabelung verläuft als Klausbachtal über den Hintersee auf den Pass Hirschbichl (1148m), von dem das Weissbachtal mit der Seisenbergklamm zur Saalach hinunterzieht. Im Westen bildet das Innersbachtal, das Ascherbachtal und das nach Nordosten (bei Unter- und Oberjettenberg) gerichtete Saalachtal die geographische Abgrenzung.

Die Täler um den Gebirgsstock liegen auf Höhen zwischen 600 m und 800 m NN, während die steilen und oft senkrechten Felswände und Gipfelhöhen im Osten über 2000 m NN aufsteigen, im Westen aber unterhalb von 2000 m NN, im Norden unterhalb von 1800 m NN bleiben und im Süden wiederum über 2000 m NN aufragen. Das umschlossene Hochplateau liegt auf 1400 m bis 1600 m NN und im zentralen Bereich um 1500 m bis 1600 m NN.

Die Gipfelregionen verlaufen kreisförmig um das Hochplateau herum. Zur Westkette, die von SO nach NW verläuft, gehören die Drei Brüder (1864m) sowie der Große (1979m) und der Kleine Weitschartenkopf (1930 m), zur Nordkette der Wartsteinkopf (1758m), das Hirscheck (1782 m) und das Alphorn (1711 m). Die Ostkette, die von NO nach SW verläuft, bilden das Übeleck (1731 m) und das Bäreneck (1730 m), das Zirbeneck (1810 m), der Eisberg (1800 m) mit der Eisbergscharte, der Edelweißlahnerkopf (1953 m), das Schottmalhorn (2045 m), das Hohe Gerstfeld (2032 m), der Prünzlkopf (2081 m), die Reiter Steinberge (2060 m) und - am Böselsteig vorbei - der Obere- (2098 m) und der Untere Plattenkopf (2106 m) und schließlich das Wagendrisslhorn (2251 m). Es folgt ein plateauförmiger Auslaufbereich am südlichen Spitz des Gebirgsstocks mit dem Häuselhorn (2284 m), dem Stadelhorn (2286 m), dem Mühlsturzturm (2234 m), die Grundübelhörner (2084 m) und dem Knittelhorn (2015 m). Der Kreis schließt sich wieder im südwestlichen Teil mit der Hiefelwand (1821 m) und der Alpawand. Der Alpasteig trennt die Alpawand von der Rotwand.

Es entsteht insgesamt der Eindruck, als handle es sich um einen riesigen Backen- oder Weißheitszahnes: nach außen hin große und steil abfallende Wände mit hohen Erhebungen am Rand und ein muldenförmiges, inneres Hochplateau (JANTSCHKE, 1990).



Karte. 1: Ausschnitt aus den Topographischen Karten 1:25 000, Blatt 8342 und 8343 (©Landesamt für Umwelt /BIS, 2011).

Abgrenzung des Untersuchungsgebiets

Das Hauptuntersuchungsgebiet dieser Arbeit hat eine Fläche von ca. 34,7km² und umfasst den Landschaftsabschnitt zwischen dem Großen Bruder 1864 m NN, dem Weitschartenkopf 1979m NN, Schrecksattel 1620m NN, bis hin zur Schwegelalm 1456m NN am Wachterlsteig, die Saugasse bis zum Reitertritt 1560m NN, die Almfläche der Reiteralpe bis zum Edelweisslahnerkopf, 1953m NN und zur Rossgasse um 1850m NN, außerdem das Guggenbühelalmgebiet 1560m NN unterhalb der Drei Brüder 1864m NN. Ein Grossteil des Untersuchungsgebietes befindet sich in Österreich, ein Teil gehört zum Nationalpark Berchtesgaden und ein weiterer grenzt an das Militärgelände der deutschen Gebirgsjäger der Reiteralpe. Im Militärbereich (N. Teil) sind keine Untersuchungen durchgeführt worden.

2. Methodologie

2.1 Gelände angewandte Untersuchungsmethoden

Standortauswahl

Das Gebiet Reiteralpe in den Nördlichen Kalkalpen eignet sich als gutes Forschungsgebiet. Ein weiterer Grund für die Wahl des Forschungsgebiets waren die wissenschaftlichen Arbeiten vom Nationalpark Berchtesgaden. Hinzu kommt die Möglichkeit das Material und die schweren Arbeitsgeräte mit der Materialseilbahn des WTD52 der deutschen Bundeswehr im Oberjettenberg auf den Berg transportieren zu können. Die Geländearbeit wurde ausschließlich in den Monaten Juni bis Ende Oktober in den Jahren 2004, 2005 und 2006 durchgeführt, da in den Wintermonaten das Gelände nur schwer begehbar ist, Schneehöhen bis zu 3m und Lawinengefahr sind die Regel. Die rezenten Flugstaubmessungen und Wartungen, sowie die Bodenuntersuchungen und Probenahmen wurden also ausschließlich vom Frühsommer bis in den Herbst hinein durchgeführt. Ende Oktober jedes Jahr mussten alle Geräte, Flugstaubproben und Bodenproben ins Tal gebracht werden.

A) Eine **Kartierung des Hochkarsts** sowie karstmorphometrische Messungen wurden in den Sommermonaten 2002 im Rahmen der Diplomarbeit auf der Reiteralpe durchgeführt. Die Kartierung der makro- und mikrotopographischen Oberflächenformen des Hochkarsts unterteilt die oberirdischen Karsterscheinungen des Kalkstocks in Scherbenkarst, Plattenlandschaft, Karrenkarst, Karrendolinenlandschaft und Dolinenkarst (DUFFY 2003).

B) Die **Vegetationskartierung** fand mehrmals im Jahr über mehrere Jahre (06/2003, 07/08/2004, 09/2006) statt. In dieser Zeit sind die alpinen- und subalpinen Vegetationshöhenstufen kartiert worden.

C) **Bodenradar-Messungen.** Die Bodenradaruntersuchung fand im September 2006 im Rahmen selbständig durchgeführter, wissenschaftlicher Arbeiten auf der Reiteralpe statt. Dabei wurde das Bodenradargerät der Firma MALA Geoscience zusammen mit den Antennen 200MHz Shield und 500 MHz Shield sowie das Software Reflex-Win 4.0 der Firma Sandmeier Software benutzt. Für die Untersuchung bedurfte es mehreren Personen. Folgende Informationen dienen der Messung (DANNOWSKI 1988): Start der Messung, die Länge der Messung, die Anzahl der Messpunkte je Spur, Profilvernummer, Antennenfrequenz, Triggersignal. Ein Triggersignal wird an Sende- und Empfangsantenne übertragen, die zur Synchronisation zwischen den Antennen dient. Ein Faden wurde abgerollt, die Länge des abgerollten Fadens wird gemessen. Das Signal zum Messen wird dann im eingestellten Triggerintervall gesendet. Das Triggersignal wird zu Beginn der Messung gesendet. Die Empfangsantenne übergibt die digitalen Messdaten der Steuereinheit. Sie wird

weiter an den Rechner über ein optisches Signal übertragen und gespeichert. Die Antennen sind widerstandsgedämpfte Dipole. Wichtig vor Beginn der Messkampagne ist die Auswahl der Antennen, weil die Eindringtiefe frequenzabhängig ist. Da es aber keine Daten zur Eindringtiefe gab, wurden zwei verschiedene - 200Mhz sowie die 500Mhz - Antennen genutzt.

Die Sendeantenne dient der Erzeugung des elektromagnetischen Impulses. Durch Anregung der Ladungsteilchen des Dipols schwingen diese und senden beim Abklingen der Schwingung einen elektromagnetischen Wellenzug aus. Die endliche Länge des Impulses schränkt das Frequenzspektrum ein. Ein idealer Impuls hat ein unendliches Frequenzspektrum zur Folge. Die von der Firma MALA GeoScience angegebene Antennenfrequenz ist somit nur ein Mittelwert des Spektrums. Der Impuls wird in die Umgebung, in die Luft, die Vegetation und den Boden abgestrahlt. Die Variationen des elektrischen Feldes, die durch die elektromagnetische Welle hervorgerufen werden, werden an der Empfangsantenne registriert und in Abhängigkeit von der Zeit aufgenommen. Die Antenne wird auf einem Schlitten hangabwärts bewegt, somit kann der Hang erfasst werden und ergeben für jedes Profil Radargramme. Sie stellen den doppelten Laufweg in Abhängigkeit von der Entfernung dar. Die Einsätze, die im Radargramm wiedererkannt werden können, sind direkte Luftwellen, direkte Bodenwellen und reflektierte Bodenwellen (DANNOWSKI 1988).



Foto 1-4: Das Bodenradar Gerät und Antennen der Firma MALA GeoScience. Untersuchungen am Weitschartenkopf – Pratikum 9/2006

D) Reliefkartierung

Eine 20m Äquidistanz-Geländere Reliefkartierung fand ebenfalls im Untersuchungsgebiet statt (09/2006). Die dafür notwendigen Geräte waren Seil, Höhenmesser, Kompass, Nivelliergerät, und Neigungsmesser.

E) Kartenmaterial

Folgende Karten wurden bei der Arbeit genutzt: TK25 Blatt 8343 Berchtesgaden West und Blatt 8342 Blatt Schneitzlreuth, Geologische Karte 1:25 000 Blatt Nationalpark Berchtesgaden, zudem eine Karte über den Grundwasser-Markierungsversuch im Gebiet der Reiteralpe 2004 (unveröffentlicht), Geologisches Landesamt Bayern und des Nationalpark Berchtesgaden, die Konzeptbodenkarte von Bayern TK 25 Blatt 8342 (2005) Geologisches Landesamt in München, die historische Geologische Karte von GILLITZER (1912) TK 25, sowie die historischen Landnutzungskarten TK5 der Reiteralpe (gezeigt von Herrn Kühl, Kühl Kaser) sowie die geologische Karte und das Kartenblatt 93 der Republik Österreich Blatt Bad Reichenhall der geologischen Bundesanstalt 1:50.000. Letztere waren für die Durchführung der Arbeit von großer Bedeutung.

F) Meteorologische Rohdaten

Die meteorologischen Rohdaten sind vom Nationalpark Berchtesgaden zur Verfügung gestellt worden. Für die Parameter Temperatur (°C), Niederschlag (mm) und Windgeschwindigkeit (m/s) mussten die stündlichen Werte für das Jahr 2004 und 2005 bearbeitet werden, um Mittelwerte zu bilden. Die Klimastationen Reiteralpe (1615m) und die nahliegende Klimastationen Funtenseetauern (2520m), Kührint (1420m) sind hierbei angewandt worden. Daraus sind die mittl. Temperatur, max und min Temperatur, Summe der Niederschlagsmenge, Anzahl der Trocken- und Nasstage, mittl. Windgeschwindigkeit, max und min Windgeschwindigkeiten korrigiert und errechnet worden.

Für den Parameter Windrichtung sind die 10-minütigen Werte der Klimastationen Blaueishütte (1700m) und Watzmann (1930m) im Nationalpark Berchtesgaden für das Jahr 2004 herangezogen und von der Autorin bearbeitet worden, ebenso die Klimastationen Kührint (1420m) und Funtenseetauern (2520m) für das Jahr 2005. Die Daten wurden nach der statistischen Häufigkeit verarbeitet und in Himmelsrichtungssektoren (0-360°) unterteilt. In Verbindung mit den stündlichen Niederschlagsdaten, konnten die Trocken- und Niederschlag bringenden Winde ermittelt werden. Die Auswahl der Klimastationen entspricht einer simulierten Situation mit ähnlicher Topographie wie sie auf der Reiteralpe vorzufinden ist (Anhang, S.130).

G) Luftbilder

Luftbildauswertungen sind mit Farb IR Bildern des Nationalpark Berchtesgaden, sowie Luft- und digitalem Kartenmaterial vom Landesamt für Umwelt, dem Bayern Boden Informationssystem (BIS), sowie Luftbildaufnahmen von GoogleEarth durchgeführt worden.

2.2 Methoden der Bodenuntersuchungen

Es ist eine intensive, mikrotopographische, flächendeckende Bodenkartierung im Untersuchungsgebiet durchgeführt worden. Entlang der Hauptkette - Weitschartenkopf bis zur Rossgasse (Windloch), dem Guggenbühelalmgebiet und der Schwegelalm am Wachterlsteig - wurden 61 Bodenprofile geochemisch und bodenphysikalisch untersucht. Darüber hinaus wurden im Reitertritt aufgrund der Bodenmächtigkeit zwei Bodenbohrungen mit Flügelbohrern durchgeführt. Hier war die Aushebung von >4m Bodenmächtigkeit mit Grubenprofil nicht machbar.

Insgesamt sind 61 Bodenstandorte im Untersuchungsgebiet nach mikrotopographischen Kriterien ausgewählt worden. Zu jedem Standort gibt es:

- Standortbeschreibung (Höhe, Standortkoordinaten Gauß-Krüger Koordinaten sowie GPS Koordinaten, Beschreibung der Geomorphologie und Vegetation)
- Profilbeschreibung (Bodenprofilzeichnung, Fotodokumentation, Feldzeichnungen und Bodenmerkmale)
- Probenprotokoll (Probenummerierung, Probenteufe und Entnahmetechnik)

Es sind insgesamt 2 kg Bodenmaterial pro Probe pro Horizont entnommen worden, insgesamt wurden 202 Proben entnommen, verarbeitet, analysiert und ausgewertet. 15 Gesteinsproben wurden zudem noch mineralogisch untersucht.

Der Transport und die Lagerung der Proben stellt im Hochgebirge ein besonders Problem dar. Die Proben waren zuerst geöffnet in einer trockenen Kammer unter Lichtabschluss gelagert, um Schimmelbildung zu vermeiden. Erst kurz vor dem Transport zum Labor wurden die Probenbeutel verschlossen. Am Ende des Geländeaufenthaltes sind 500kg an Bodenmaterial und Gesteinsproben über die Reiteralpe zum Wartsteinkopf transportiert worden, von wo aus sie dann via Militäraseilbahn ins Tal transportiert wurden.

Die Beprobung der Bodenentnahmestelle ist mit sauberem Werkzeug durchgeführt worden. Das Entnahmewerkzeug bestand aus rostfreiem Edelstahl, das nach Benutzung gereinigt werden musste, was besonders wichtig war, um eine Kontamination mit anderen Bodenentnahmestellen zu verhindern.

Das Gelände ist ohne Ausnahme mit Sorgfältigkeit so hinterlassen, wie es vorgefunden worden war. Alle Geländearbeiten waren umweltschonend durchgeführt worden. Nach Abschluss der Geländearbeit wurde das ausgehobene Material wieder in der Profilgrube eingefüllt, um eine potentielle Gefährdung für Menschen und vor allem Tier zu verhindern. Die Grassoden sind schliesslich wieder an der Profilgrubendecke eingepflanzt worden.

Die Analyse der Bodenproben fand fast ausschließlich im Geochemischen Labor des Bayerischen Geologischen Landesamtes in München statt. Sie sind dort ausschließlich von der Autorin über die Jahre 2004 bis 2006 aufgearbeitet, präpariert und untersucht worden. Eine geringe Menge an Bodenproben kam ins Labor der Ernst Moritz Arndt Universität in Greifswald zur C/N-Analyse, zur Bestimmung der Korngrößenfraktion und ein geringer Teil wurde zur RFA-Untersuchung.

A)Die Schwermineralanalyse

Die Schwermineralanalyse, Methodik nach RAST (1991), gibt Hinweise auf das Ausgangsgestein, das Einzugs- und Herkunftsgebiet, auf Entstehung und Entwicklung der Stratigraphie und der Bodenhorizont-Abfolgen. Bei der Schwermineralanalyse handelt es sich um Identifikation folgender Schwerminerale: Turmalin, Zirkon, Rutil, Apatit, Granat, Staurolith, Disthen, Epidot, Amphibol, Pyroxen und Oliven. Diese Schwerminerale sind widerstandsfähige Verwitterungsreste, die alle Verwitterungsprozesse überstanden haben und Eigenschaften aus ihrem Primärgestein bewahren. Darüber hinaus können einige Schwerminerale bei der Diagenese neu gebildet werden, so u.a. Turmalin, Zirkon und Apatit.

Die Vorgehensweise sah wie folgt aus: Das Sediment wurde in einem Kunststoffbecher mit Leitungswasser Wasser übergossen und blieb über Nacht stehen. Mit einem Holzstab wurde es danach gründlich aufgerührt und kurz mit Ultraschall behandelt. Die Probe wurde dann durch ein 0.25 mm Sieb gesiebt und die Schwermineralfraktion in einen Holzsichertrog durch leichte horizontale Handbewegungen unter schwachem Wasserfluss abgetrennt. In der Fraktion 0.1-0.25 mm befindet sich das Häufigkeitsmaximum aller Schwerminerale, die in einem natürlichen Sediment vorkommen. Die gewonnenen Schwerminerale wurden zunächst gereinigt und in einer Porzellanschale getrocknet. Die Untergrenze der zu untersuchenden Korngrößenfraktion wurde mit einem 0.1 mm Sieb vor dem Einbetten der Schwermineralfraktion festgelegt. Es wurden ca. 300 Körner mit einem elektronischen Punktzählgerät gezählt. Wenn mehr als 50% Kornhäufigkeit bei einem Mineral auftraten, wurde das restliche Spektrum aufsummiert und separat berechnet. Die Bestimmung erfolgte mit Durchlichtmikroskopie.

B) Die Tonmineralanalyse

Die Tonmineralanalyse, Methodik nach RAST (1993), erfasst die Eigenschaften von Sedimenten und Sedimenttypen und ihrer Entwicklung in der Bodenhorizontabfolge. Tonminerale lassen sich wegen ihrer geringen Größe nur mit Hilfe der Röntgenanalyse exakt bestimmen. Ihre Eigenschaften und Erkennungsmerkmale sind makroskopisch kaum zu erfassen. Es handelt sich um äußerst feinblättrige Schichtsilikate kolloidaler Größenordnung ($<2\mu\text{m}$), die als Bestandteile des Bodens und tonhaltiger Sedimente auftreten.

Das Sediment wurde in einem Glasstoffbecher mit destilliertem Wasser übergossen und blieb über Nacht stehen. Die Probe wurde dann mit dem Ultraschall dispergiert. Die Korngrößenfraktion 0.002 mm wurde mit einer Zentrifuge in einer sehr genau festgelegten Zeit je nach Temperatur abgetrennt. Die gewonnene Tonanteilsuspension wurde dann in einer Vakuum-Filtrations-Apparatur über einen Membranfilter mit der Maschenweite 5×10^5 mm gesaugt. Nach einer gewissen Zeit entfernt oder kratzt man die Tonpaste von der Filtermembrane mit einem Spatel ab und verteilt sie auf 29.5×29.5 mm große Glassplättchen. Die Glaträger wurden dann in einem Probenbehälter im Röntgendiffraktometer der Firma Phillips gemessen. Die übriggebliebene Tonpaste wird getrocknet und für weitere chemische Untersuchungen aufbewahrt. Die Auswertung der Röntgenbeugungs-Diagramme erfolgte mit der Phillips-Peaksuchsoftware, die den Winkel- und den d-Wert, die relative und absolute Intensität, die Peakfläche und die Halbwertsbreite misst.

C) Röntgendiffraktometer-Analyse (RDA)

Die Bestimmung des quantitativen Mineralbestands erfolgte durch quantitative RDA nach der Methode von RAST (1993). Dazu wurde das Gestein auf ca. $30 \mu\text{m}$ aufgemahlen und als Pulverpräparate in Schablonen gefüllt. Das Röntgendiffraktometer der Firma Philips Xpert MPD wurde verwendet und mit der Software Philips Xpert ausgewertet.

D) Bestimmung des organischen und anorganischen Kohlenstoffs

Mit dem $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ -Analysator RC-412, einem Gerät der Firma LECO, wurde der Kohlenstoffgehalt der Proben gemessen. Das LECO-Analyse-Programm misst in zwei Phasen: Zuerst wird der organische Kohlenstoff aus der Summe aller zwischen 105°C und 540°C freiwerdenden mit O_2 zu CO_2 umwandelbaren Verbindungen gemessen und ermittelt. In der zweiten Phase wird der anorganische Kohlenstoff durch thermisch freigesetztes CO_2 erfasst. Aus den Messdaten ergeben sich der Gesamtkohlenstoff-, der anorganische Kohlenstoff- und der organische Kohlenstoffgehalt.

E) Bestimmung des Karbonatgehalts

Eine infrarotspektrometrische Bestimmung des Karbonats wurde mit dem Gerät RC-412 der Firma LECO durchgeführt, Methodik nach RAST (1995). Es wurden die organisch und die anorganisch gebundenen Kohlenstoffwerte gemessen. Ein zweiter Arbeitsvorgang bestimmte die Art, die Zusammensetzung und die relative Häufigkeit der vorhandenen Karbonatphasen anhand der Röntgen-Pulver-Diffraktometrie mit dem Gerät der Firma Philips. Aus Röntgenreflexkurven wurden Quarz-, Feldspat-, Kalk- und Dolomit-Gipfellagen identifiziert und ihre jeweiligen Flächen gemessen. Die Genauigkeit der Karbonatbestimmung hängt hauptsächlich ab von der exakten Identifizierung der Winkellagen der Röntgenreflexe. Durch Berechnungen der gewonnenen Daten des Röntgenspektrums zusammen mit dem anorganischen Kohlenstoffwert wird der Karbonatgehalt der Probe bestimmt.

F) Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA)

Die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse (RFA) dient der zerstörungsfreien Untersuchung, sowie der qualitativen und quantitativen Bestimmung der Elementzusammensetzung einer Probe. Die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse basiert auf dem Emissionsspektrum einer Probe, die charakteristisch für die enthaltenen Elemente ist. Mit einer Röntgenstrahlung wurde die Probe angeregt, die Fluoreszenzstrahlung der Probe an einem Kristall nach dem Bragg'sches Gesetz gebeugt und charakteristische Spektrallinien für jedes enthaltene Element aufgezeichnet. Damit wurde für alle Elemente(-zusammensetzung) ein Konzentrationsbereich zwischen 100 Gew.% (SiO₂, Na₂O, K₂O, CaO, MnO, PbO, BaO, MgO, Al₂O₃, SnO₂, SO₃) und ppm – parts per million (Ba, Ce, Co, Cr, Cu, Ga, La, Nb, Nd, Ni, Pb, Rb, Th, U, V, Y, Zn, Zr) gemessen.

Bei der Probenvorbereitung wird die Probe für 16 Stunden bei 105°C getrocknet und zusätzlich unter 550°C für ca. 30 min. verascht. Aus dem Sedimentpulver werden dann mit einem Schmelzmittel, Li₂BO₄O₇, Schmelztabletten (sogenannte Pulverschmelzlinge) mit dem Gerät der Firma Philips Perl X3 Induktionsofen hergestellt und im Philips-RFA -MagiXPRO Röntgenfluoreszenzspektrometer gemessen.

Foto 5: Schmelztabletten-Herstellung mit dem Gerät der Firma Philips Perl X3 Induktionsofen (03/2005)



G) Eisen-Bestimmung – Fe₂O₃, Fe (II) und Fe (III)

Aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse wird der Gesamt-Eisenwert Fe₂O₃ ermittelt. In einem weiteren Schritt wird durch Titration zweiwertiges Eisen-Fe(II) unter Anwendung von Borsäurelösung 10ml H₂SO₄/HF Lösung, Automatischer Titrator SM Titrino 702 der Fa. Metrohm, kombinierte Pt-Elektrode 6.0451.100 Fa. Metrohm gemessen. Etwa 0,1mg Probensubstanz werden auf 0,1mg genau in einen, durch Ionisierungsgebläse von elektrostatischer Aufladung befreiten, TFM-Becher eingewogen. Nach Dosierung von 10ml H₂SO₄/HF Lösung mit dem Dispenser werden die 8 Gefäße mit der Gaseinleitungsapparatur verbunden. Die Becher werden in die Bohrungen des Thermoblocks gestellt, Solltemperatur 200 Haltezeit 35mins. Erst wenn das Gerät auf 120°C abgekühlt ist, werden die Becher zum weiteren Abkühlen für 10 min. in eine mit ca. 500ml Leitungswasser gefüllte Schale gestellt. Die Berechnungsformel lautet: $FeO (\%) = (V \times F \times 100) / (E \times 100)$ wobei V= Verbrauch (ml), E= Einwaage(g). Die Verrechnung mit dem Trocknungsverlust (H₂O) erfolgt über die Formel: $FeO (\%) = (FeO(\%) \times 199) / (100 - H_2O(\%))$. Zusammen mit dem RFA-gemessenen Fe₂O₃-Wert und dem zweiwertigen Eisen-Fe (II) wird der Eisen-Fe(III)-Wert berechnet. Die Umrechnung von Fe(II) in Fe(III) erfolgt über den Formel $Fe_2O_3(\%) = FeO \times 1.111$

H) Bestimmung des Trocknungs- und Glühverlustes

Das Bodenmaterial wird in zuvor gewogene Porzellantiegel (=LG) gegeben und anschließend im Trockenschrank bei 105°C für 16 Stunden getrocknet (=TG). Danach erfolgt die Verglühungsphase bei 550°C für 30min. Im Exsikkator wurden die Proben dann abgekühlt und danach ausgewogen (=GG). Der Glühverlust in % ergibt sich aus der Formel $GV \% = (TG - GG / TG - LG) * 100$.

$LOI(\%) = [(E \text{ LOI} - A \text{ LOI}) * 100] / (E \text{ LOI} - T)$

E LOI= Einwaage Glühverlust (g), A LOI = Auswaage Glühverlust (g).



Foto 6: Porzellantiegel und das Bodenmaterial beim Abkühlen

I) Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung

Die Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach KÖHN erfolgt nach Vorbehandlung mit Natriumpyrophosphat, bzw. mit Ammoniakwasser nach DIN 19 683. Diese Methode ist für Böden mit mehr als 15Gew.-% organischer Substanz nicht anwendbar. Die Auswertung der Korngrößenfraktionzusammensetzung erfolgte nach AG-Böden. Ferner wurde der Laser Particle Sizer Fritsch Particle Sizer Anaysette 22 der Fa. Fritsch angewandt.

J) pH-Messung - Methode CaCl₂ 0,01m

Der pH-Wert ist eine logarithmische Maßzahl für Wasserstoffionenkonzentrationen, in diesem Fall von Bodenlösungen. Die Zahl ist bei einem Wert von 7 neutral, <7 sauer und >7 basisch. Sie ist ein Indikator für den genetischen Zustand der Böden.

Es wurden 10g der gemahlten und getrockneten Proben eingewogen und mit 50ml Calciumdichlorid 0,01M (CaCl₂) aufgeschlämmt. Nach einer Ruhephase von 10 min. wurde der Schlamm im Glasbecher mehrmals mit einem Glasstäbchen umgerührt, um den Inhalt zu homogenisieren. Mit dem Ph-Meter wurde der Wert nach 2 min. ermittelt. Währenddessen war ein Magnetrührer ständig in Betrieb. Eine gründliche Reinigung der Elektroden der PH-Meter erfolgte nach jeder Messung.

K) Messung des Gesamtkohlenstoffgehaltes (TC: Total Carbon)

Um den Kohlenstoffgehalt festzustellen, sind die eingewogenen 200mg Proben im CS-Schnellanalysator „Metalyt CS 100 der Firma ELTRA untersucht worden. Bei 1350°C ist eine Verbrennungstemperatur erreicht. Die Proben im Keramikschiffen werden für 90 sec der Verbrennungstemperatur ausgesetzt, damit der Kohlenstoff verbrennen konnte. Bei dieser Messung wird eine Doppelbestimmung durchgeführt um das arithmetische Mittel der Ergebnisse zu bestimmen.

L) Messung des Stickstoffgehaltes

Weitere 200mg an Bodenmaterial wurden in Zinnfolie unter Luftausschluss nach der Eichung mit Standardproben und 200mg EDTA (Ethylendinitrilotetraessigsäure) im LECO „CHN 1000“ Gerät gemessen. Bei dieser Messung wird eine Doppelbestimmung durchgeführt, um das arithmetische Mittel der Ergebnisse zu bilden.

M) C/N-Verhältnis

Daraus kann das C/N Verhältnis ermittelt werden. Das C/N Verhältnis ist ein Massenverhältnis des Gesamtkohlenstoffes und Gesamtstickstoffes im Humus des Bodens. Das C/N-Verhältnis wird hergeleitet aus N und C_o. und der totale Gehalt an Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N_{tot}) bestimmt. Der Gehalt an organischem C (C_{org}) berechnet sich aus der Differenz zwischen dem totalen (C_{tot}) und dem anorganischen (Karbonat) C-Gehalt. Resultatangabe in [%]. Der Faktor für die Umrechnung der C_{org}-Gehalte in Humusgehalte beträgt für organische Auflagen 2.0 und für Mineralerde 1.72. Resultatangabe in [%]. Das Ergebnis: Rohhumus hat einen C/N-Wert von 30-40, Moder einen C/N Wert von 20 und Mull einen C/N-Wert von 10-15.

N) Bestimmung der Bodenfarbe nach MUNSELL – MUNSELL Farbtafeln (2000).

2.3 Angewandte Methoden der Flugstaubuntersuchungen- nasse Deposition

Das Messverfahren

Zur Flugstaubquantifizierung im Gelände gibt es zwei Methoden der Staubbiederschlagsmessung: die trockene oder nasse Depositions-Messung. Es gibt eine große Auswahl und Vielfalt von Aerosolmessgeräten. Klassische, trockene Depositions-Messgeräte, die aus fettbeschichteten Haftsichten aus Alufolie, Glas oder Metall bestehen, messen die Gewichtszunahme eine Woche im Gelände ausgesetzter Folien. Hochalpines Gelände ist kein optimaler Standort für solche Geräte. Mehrere Gründe sprechen dagegen. Da die Flugstaubrate sehr gering ist, können Messfehler durch Wartung und Transport, sowie Handhabungsfehler passieren; die hohe Sonneneinstrahlung und starke Niederschlagsereignisse führen zu einem raschen Abgleiten des Flugstaubes an den Haftsichtfolien (EFFENBERGER, 1959, KÜFMANN 2008).

In Deutschland wird der Staubbiederschlag mit Hilfe des Bergerhoff-Geräts bestimmt. Abänderungen hinsichtlich der Art des Sammelgefäßes sind durchaus erlaubt. Das Bergerhoff-Verfahren ist in der VDI-Richtlinie 2119 festgelegt. Es beruht darauf, dass schwebende atmosphärische Partikel durch gravitative Prozesse und eine Auswaschung der Partikel in Niederschlag sedimentiert werden. Die Partikel- und Niederschlagsmenge wird für eine bestimmte Zeit in Gefäßen gesammelt. Typische Bergerhoff-Gefäße bestehen aus Glas oder Kunststoff und besitzen ein Volumen von 1.5 l. Das Sammelgefäß wird in einen Drahtkorb gestellt, der Korb wird auf einen Ständer mit einer Grundplatte montiert. Die Öffnung des Sammelgefäßes steht 1,5m über den Boden.

Aus diesen anerkannten Messprinzipien wurden Flugstaubmessungen über die nasse Deposition erfasst. Entsprechende Messgeräte wurden inzwischen für den Hochalpinen Bereich konstruiert (DAHMS & RAWLINS 1996, REHEIS & KIHLE 1995, KÜFMANN 2002).

Das Bergerhoff-Verfahren wurde zur Bestimmung des Staubbiederschlags angewandt. Es ist in dieser Arbeit Flugstaubbiederschlagsproben mit Hilfe selbst konstruierter Probenahmekästen, wie sie schon von KÜFMANN (2003a) und HANNOSCHÖCK et al. (1999) eingesetzt wurden. Bei der Ermittlung und Bestimmung der Gesamtmasse, d. h. des organischen Anteils und des Karbonat- und Silikatanteils des Flugstaubes liegt die Methode SCHLICHTING et al. (1995) zugrunde.

Im Labor wird der leere Glasbehälter gewogen, dann zusammen mit dem Niederschlagswasser in den Trockenschrank gestellt, wo der Inhalt bei 105°C eingedampft wurde, die zurückgebliebene Flugstaubmasse wurde im Exikkator gekühlt und erst dann gewogen, um das Gewicht der Flugstaubmasse genau zu ermitteln. Zudem wird die Probe nach mehrmaligem Aufkochen und unter Anwendung von 30% H₂O₂ einer gravimetrischen Bestimmung des organischen Anteils (Humus [g], [%]) unterzogen und bei 105 °C getrocknet. Der nächste Schritt beinhaltet die gravimetrische Bestimmung des (C_{carb} [g], [%]) durch Aufkochen in 0.6 n HCl bei sehr niedriger Temperatur, Trocknen bei 105 °C und gewogen. Gravitative Bestimmung des Silikatstaubanteil: Der Rückstand der Probe ergibt in diesem Fall den Silikatanteil, er wird aus der verbleibenden Differenz der Gesamtstaubeintragprobe ermittelt.

Der Silikat-Anteil des Flugstaubmaterials wird in weiteren Analysen untersucht: Schwermineralanalyse (Methode RAST 1991), Korngrößenfraktion, sowie eine mikroskopische Untersuchung und Durchlichtmikroskopie der Kornform und des Minerals.

Die Quarzkörner sind nach Verwitterungszustand in verwitterte und nicht verwitterte unterschieden worden. Die Identifizierung erfolgte über eine Analyse des Oberflächenzustands und der farblichen Unterschiede (z. B. verfärbt eine Eisenkruste das Mineral gelb). Zudem sind die silikatischen Minerale nach Kornform unterschieden worden, in rund, langgeschreckt und eckig. Die Korngrößenbestimmung erfolgte durch Messung mit einem im Mikroskop eingebauten Lineal. Es wurden Korngrößen <20µm, 50 µm, 100 µm, 150 µm und >200 µm gemessen.

MESSSTELLEN

Untersuchungsumfang

Eine flächenbezogene, fortlaufende Staubbiederschlagsmessung wurde im Geländesommer von Juni bis Oktober 2004, sowie von Juli bis Oktober 2005 auf der Reiteralpe durchgeführt. Bei der Staubbiederschlagsmessung wird Flugstaub erfasst, der während eines festgelegten Zeitintervalls auf eine festgelegte Auffangfläche durch Auswaschung während des Niederschlagsprozesses zu Boden fällt. Im Rahmen des Staubbiederschlags-Messprogramms wird zunächst der Gesamtstaubeintrag ermittelt. Darüber hinaus wurde der organische, karbonatische und silikatische Anteil bestimmt. Diese Arbeit befasst sich ausschließlich mit der räumlichen Analyse des rezent abgelagerten Flugstaubs im Hochgebirgskarst. Die Ergebnisse der Quantifizierung von Flugstäuben in einem Hochgebirgskarstrelief sowie ihre temporale Abhängigkeit werden für eine spätere Veröffentlichung vorbereitet.

Beschreibung der Messstellen

Tab. 1: Eine Beschreibung der Messstellen für die Flugstaubuntersuchungen nach Höhe (m), Koordinaten, Vegetationshöhenstufe, Exposition (N,S,O,W,Plateau), Grad der Vegetationsbedeckung (vd:dicht, va arm, vf frei), Neigung (ng nicht geneigt, mn mittelgeneigt, sg sehr geneigt, schg schwachgeneigt, steil) und Geomorphologie.

Messstelle	Höhe ü. NN	O	N	Vegetationshöhenstufe	Exp.	Veg.-Dichte	Neigung	Geomorphologie
Alpaalmsteig	1588	12.78029	47.62155	mittl. subalpine Stufe	SW	vd	mn	CX Hang Kulminationsgrenze
Guggenbühelalm	1640	12.78212	47.62415	mittl. subalpine Stufe	SW	vd	ng	Cv Hang
WSK/Panoramaweg	1780	12.78637	47.62790	obere subalpine Stufe	S	va	sg	Cx Hang Kulminationspunkt
AlteTraunsteinerHütte	1560	12.79292	47.62587	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Kulminationspunkt
o. Rossgasse	1862	12.78982	47.60961	obere. subalpine Stufe	W	va	sg	CX Hang Kulminationsgrenze
u. Rossgasse	1547	12.78970	47.61937	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Dolinenlandschaft
Reitertrett	1532	12.79924	47.62538	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Dolinenlandschaft
NTH	1569	12.80439	47.62750	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Rundkarrengebiet
Kaser Heinz	1565	12.79827	47.63218	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Doline-Cv Hang
Edelweisslahner/Luv	1940	12.83323	47.61691	alpine Stufe	S	vf	sg	Cv Hang
Edelweisslahner /Lee	1911	12.83444	47.61775	alpine Stufe	N	va	sg	Cv Hang
Edelweisslahner /Lee	1892	12.83220	47.61934	obere subalpine Stufe	N	va	sg	Cv Hang
EWL/Plattenkarst	1742	12.82005	47.62051	obere subalpine Stufe	N	va	schg	Cv Hang
Dolinenfeld 1-Saugasse	1568	12.80527	47.63258	mittl. subalpine Stufe	Pl	va	ng	Dolinenlandschaft
Grünangeralm-Saugasse	1500	12.81326	47.63769	untere subalpine Stufe	Pl	vd	ng	Karrendolinenlandschaft
Dolinenfeld 2	1510	12.81453	47.63800	untere subalpine Stufe	Pl	va	ng	Dolinenlandschaft
Schrecksattel 1	1620	12.80103	47.64281	mittl. subalpine Stufe	N	vd	ng	Sattel Lee
Schrecksattel 2	1620	12.80103	47.64281	mittl. subalpine Stufe	N	vd	ng	Sattel Lee
Lenzen Kaser	1613	12.80464	47.64351	mittl. subalpine Stufe	N	vd	ng	Rundkarrengebiet
Schwegelalm Gr.D.2/W	1454	12.82657	47.64178	untere subalpine Stufe	E	vd	schg	Doline-Cx Hang
Schwegelalm Gr.D.2/Mä	1454	12.82630	47.64192	untere subalpine Stufe	E	va	steil	Doline-Cx Hang
Schwegelalm Gr.D.2/N	1466	12.82658	47.64232	untere subalpine Stufe	E	vd	ng	Doline-Cv Hang
Schwegelalm Gr.D.2/O	1454	12.82664	47.64178	untere subalpine Stufe	N	vd	ng	Doline-Cv Hang
Schwegelalm Gr.D.2/S	1466	12.82556	47.64134	untere subalpine Stufe	N	vd	schg	Doline-Cv Hang
Schwegelalm Gr.D.2/Z	1454	12.82664	47.64187	untere subalpine Stufe	E	vd	schg	Doline Mitte
Schwegelalm Gr.D.1	1439	12.82802	47.64123	untere subalpine Stufe	E	vd	ng	Doline

Einrichtung der Messstellen

Ziel dieser Arbeit war eine geländetreue Situation widerzuspiegeln. Die Sammelgefäße wurden nicht in einer Höhe von 1,5m exponiert (vgl. Bergerhoff Verfahren) sondern bodennah, um eine Simulation der Boden- und Vegetationsverhältnisse realistisch widerzuspiegeln und vor allem, um die Menge an Flugstaub genauer ermitteln zu können, als dies bei einer Exposition der Sammelgefäße in 1,5m Höhe möglich wäre. Um die Sammelgefäße vor Wind zu schützen, wurden sie fest ins Erdreich eingebettet. Es kam immer wieder zur Zerstörung der Sammelgefäße, vor allem durch Wild, Vieh und Schafe.

Messstellendichte

Die 26 ausgewählten Messstellen wurden im Gelände an mikrotopographisch günstigen, leicht erreichbaren Standorten disponiert (Tab.1, S.15, Abb. 2). Selbstverständlich konnten an den steilen, senkrechten Luv- oder Lee-Hängen keine Messpunkte eingerichtet werden. Das Untersuchungsgebiet deckt den südlichen und nordöstlichen Teil der Reiteralpe - das Gebiet zwischen dem Guggenbühelalm, dem Weitschartenkopf, der Rossgasse, dem Edelweisslahnerkopf, dem Reitertritt, dem Schrecksattel und dem Wachtelsteig am Schwegelalm - ab.

Lageplan der Messstellen

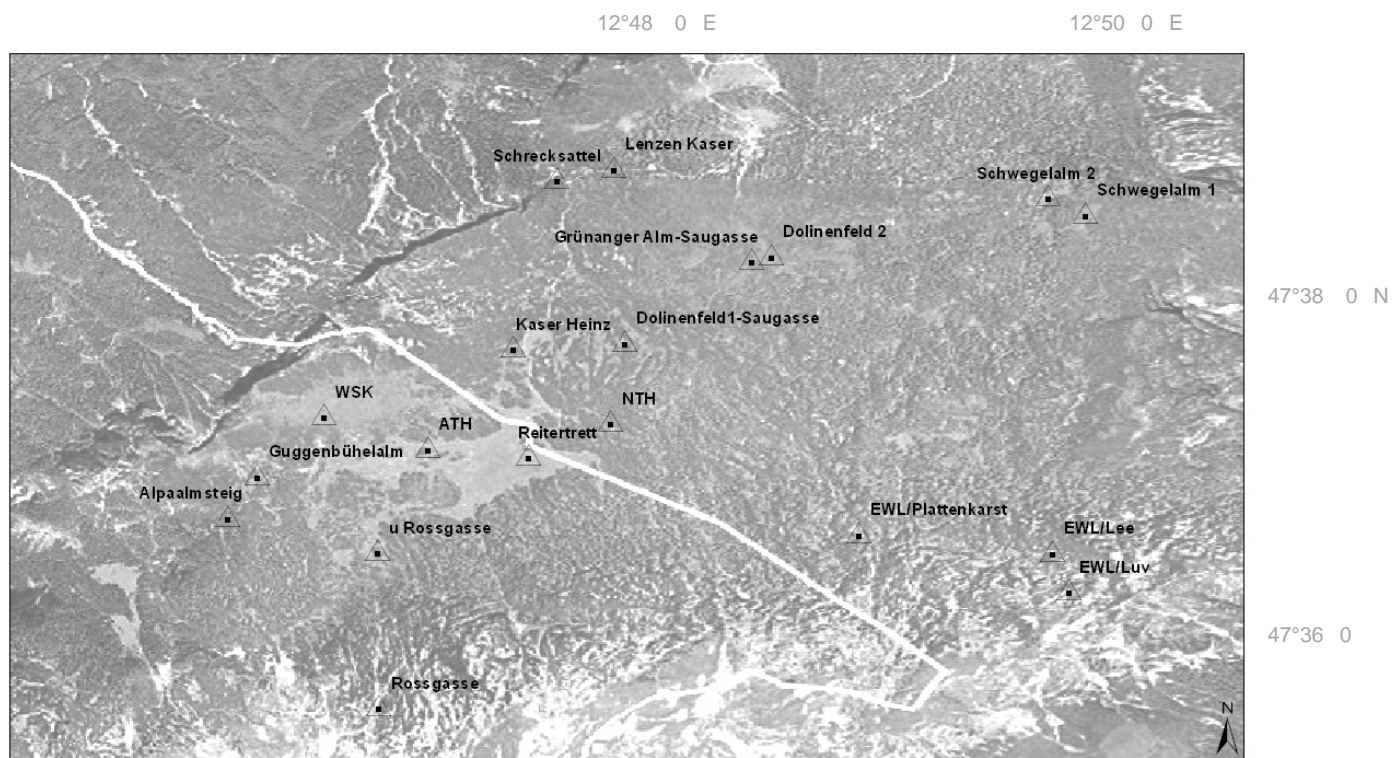


Abb 2: Die räumliche Verteilung der Messstellen zur Erfassung der nassen Flugstaubdeposition auf die Reiteralpe

Messperiode

Die selbst konstruierten Sammelgefäße werden ca. 30 Tage im Gelände exponiert. Beim normalen Bergerhoff-Verfahren ergeben sich 12 Messwerte pro Jahr pro Messstelle. In dieser Arbeit ist die

Anzahl der Messwerte pro Jahr und Messstelle auf 3-5 begrenzt. Es gibt mehrere Gründe dafür: die Zerstörung der Sammelgefäße durch den sommerlichen Almbetrieb verhinderte regelmäßige Messungen, die schneereichen Monate von November bis Juni erlaubten keine Messungen.

Die Messperioden fanden statt zwischen:

Tab. 2: Die Messperioden im Jahr 2004 und 2005 sowie die Dauer der einzelnen Messperioden

30.06- 20.07.04	20.07- 20.08.04	17.08- 09.09.04	02.09- 03.10.04	07.09- 24.10.04	14.07- 14.08.05	14.08- 24.09.05	02.09- 03.10.05	14.08- 25.10.05
21 T.	30 T.	21 T.	30 T.	46 T.	30 T.	39 T.	30 T.	30 T/67 T.

Die Probenahmeintervalle haben einen Einfluss auf das Messergebnis. Je länger die aufgefangenen Niederschläge im Sammelgefäß im Gelände bei höheren Temperaturen bleiben, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit stofflicher Umwandlung, vor allem die Transformation organischer Verbindungen, sowie einer Verdunstung der Niederschläge. Die selbst konstruierten Sammelgefäße sind allerdings so gebaut worden, dass der Verdunstungsanteil möglichst gering gehalten werden konnte.

Die Messgeräte im Gelände

In Anlehnung an KÜFMANN (2003a) sind die Flugstaubniederschlagsproben mit Hilfe von selbst konstruierten Probenahmekästen gesammelt worden. Die Probenahmekästen bestanden aus Hartplastik bzw. waren Blumenkästen: Typ 1: 39cm lang, 17 cm breit und 14 cm hoch; Typ 2: 60 cm lang, 25cm breit, 21 cm hoch. Ein Überlaufventil wurde mit Metallsieben $63\mu\text{m}$ 2cm unterhalb der Oberkante an einer Seite des Kastens angebracht. Dadurch sollte ein Materialverlust bei starken Niederschlagsereignissen vermieden werden. Natürliche Sedimentation erfolgte in den Sammelgefäße nach dem Stockeschen Gesetz. Das Flugstaubmaterial lagert sich am Boden des Kastens ab. Um eine geländetreue Vegetationssituation realistisch widerzuspiegeln, wurden Kunstrassenmatten (HANNOSCHÖCK et al. 1999, KÜFMANN 2003a) als Deckel auf die Kästen geschraubt. Die perforierten Kunstrassenmatten mit 1cm langen Borsten simulieren die haftende Wirkung der *Carex firma* (Polstersegge) der alpinen Matten Vegetation. Es ergab sich eine Auffangfläche von Typ 1: 555 cm², Typ 2: 1127 cm². Direkt unter der Kunstrassenmatte wurde ein Fliegengitternetz (Foto 8) festgeklebt. Dadurch fanden keine organischen, sowie biologische Arten z. B. Latschenkiefernadeln, Spinnen, Ameisen den Weg in die Kästen, außerdem wurde dadurch die Verdunstungsrate minimal gehalten. Die Probenahmekästen wurden fest eingegraben. Die Auffangfläche ragte mindestens 5 cm über den Boden heraus, um somit eine Kontamination durch hang abwärts fließendes Wasser zu verhindern (Foto 7, 8).

Die Probenahme für die Flugstaubniederschlagsmessung erfolgte bei ständig geöffneten Kästen. Es ist anzunehmen, dass bei starken Niederschlagsereignissen die Probenahmekästen überlaufen. In diesem Fall haften die Flugstaubpartikeln trotzdem am Boden des Kastens, da ein Materialverlust durch das Überlaufventil verhindert wurde. Daher ist die Probenmenge die tatsächliche Gesamtfracht. Wichtig beim Einsatz der Probenahmekästen war eine Vermeidung von Probeverlusten durch Überlaufen bei starken Niederschlagsereignissen, die Verhinderung einer Kontamination, eine Verringerung von Verdunstungsverlusten in den Sommermonaten, sowie eine Minimierung einer chemischen und biologischen Transformation von biologischen Partikeln.



Foto 7: Selbstkonstruierter Flugstaub-Probenahmekasten (Typ 1) zur Messung von Flugstaubeinträgen im Hochgebirge

Probeentnahme & Wartung

Nach einem Kalendermonat wurde das Niederschlagswasser mit den Flugstaubpartikeln aus dem Sammelgefäßen entnommen. Die Sammelgefäße wurden ohne große Handbewegungen sorgfältig aus dem Erdreich ausgegraben. Der Deckel wurde per Hand entfernt. Aus der Kunstrasenmatte wurden gröbere Streu- und Nadelreste sowie Insekten entfernt.



Foto 8: Wartung des selbstkonstruierter Flugstaub-Probenahmekasten (Typ 2) zur Messung von Flugstaubeinträgen im Hochgebirge am Edelweisslahner1800m

Das Regenwasser mit den Staubpartikeln wurde in einen Eimer gefüllt. Der Boden des Sammelgefäßes wurde mit destilliertem Wasser sorgfältig gereinigt, welches ebenfalls in die Probebehälter gefüllt wurde. Wichtig war, dass keine Staubpartikel, weder am Boden des Sammelgefäßes, noch am Boden des Eimers haften blieb. Es wurden keine Reinigungsmittel benützt. Sobald das Sammelgefäß entleert und gereinigt war, wurde es wieder mit dem Deckel verschlossen und erneut ins Erdreich eingegraben.

Transport und Lagerung der Proben

Die Proben wurden bis zum Transport ins Tal am Ende der Geländesaison an einem kühlen Ort (Alte Traunsteiner Hütte im Weinkeller) aufbewahrt. Die Probenbehälter waren luftdicht verschlossen, lichtgeschützt und kühl im Untergrund gelagert worden. Somit wurden das Wachstum von Algen, Pilzen und andere Mikroorganismen verhindert. Im Labor wurden die Proben bis zur Analyse für kurze Zeit im Kühlschrank aufbewahrt.

3. Das Klima

Das Gebirgsklima

Das Klima des Berchtesgadener Alpenraums ist ein klassisches Gebirgsklima und charakterisiert durch kleinräumige, klimatologische Unterschiede. Die klimatologischen Parameter - Sonneneinstrahlung, Temperatur, Niederschlag, Verdunstung, Wind und Schneefall - sind in den Gebirgsräumen und auf den Hochflächen dieser Gebirge stark ausgeprägt und stehen in Wechselwirkung zur Höhenlage, der Exposition und der Neigung des Gebirgshangs. Die umliegenden Talräume dagegen sind klimatisch milder. Die Berchtesgadener Alpen befinden sich in einem Übergangsbereich zwischen ozeanischem und kontinentalem Klima. Ein ausgesprochen kontinentales Klima beeinflusst die Hochflächen dieses Raumes, was sich in den Vegetationshöhenstufen und den klimatologischen Parametern bemerkbar macht. Bezogen auf die Monatsmittelwerte sind die großen Temperaturunterschiede zwischen Sommer und Winterhalbjahr kontinental beeinflusst. Darüber hinaus müssen die großen Höhenunterschiede im gesamten Berchtesgadener Raum in Betracht gezogen werden.

3.1 Temperatur

Grundsätzlich hängen Temperatur und Niederschlag eng mit der Höhe über dem Meeresspiegel zusammen. Dieser Zusammenhang lässt sich im Detail aus den Abb. 3 und Abb. 4 des Nationalparks Berchtesgaden erschließen. Die Reiteralpe befindet sich ganz im Westen der Abbildungen 3 und 4.

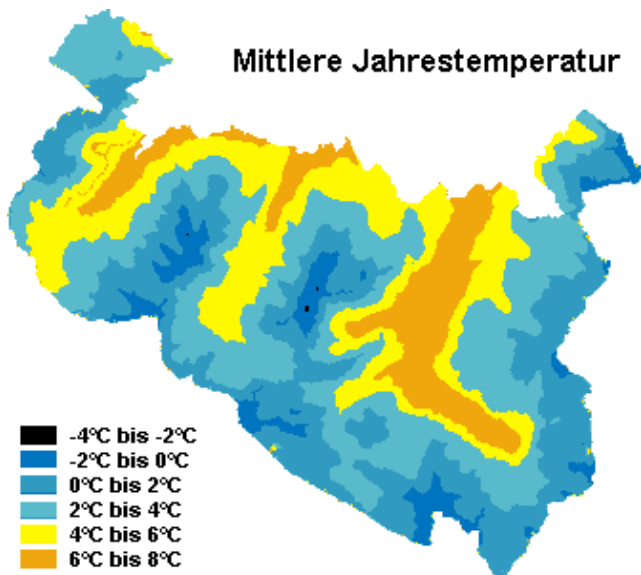


Abb. 3: Mittlere Jahrestemperatur Nationalpark Berchtesgaden
Quelle: Nationalpark Berchtesgaden

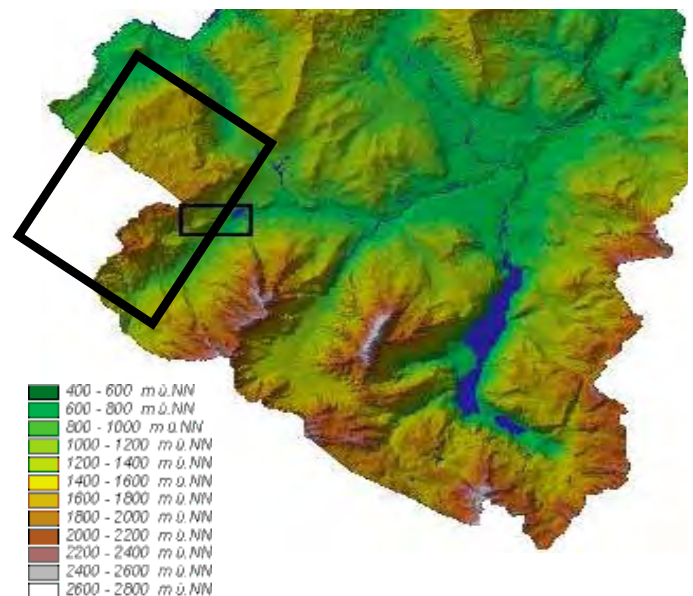


Abb.4: Digitales Geländehöhenmodell Nationalpark Berchtesgaden. Die Reiteralpe ist schwarz markiert.

Folgende Messstationen des Nationalparks sind herangezogen: a) die Station Watzmannhaus (1923m) für den Vergleich der Temperaturen zu den Reiter Steinberge b) die Station Predigtstuhl (1578m) im Lattengebirge für den Vergleich der Temperaturen für die Plateauebene c) die Stationen Schärtenalm (1392m) und Kühroint (1418m) für den Vergleich der Temperaturen des Randgebiets der Reiteralpe (Tab. 3).

Tab. 3: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in (° C).

a (Klimadaten Nationalpark Berchtesgaden als Rawdata in Anhang Diplomarbeit SCHRÖDER 2002 – Zeitraum 1993-1999),

b (Klimadaten Nationalpark Berchtesgaden als Rawdata in Anhang SCHRÖDER, 2002– Zeitraum 1998);

c (ENDERS, 1979 – Zeitraum 1957-1972)

Station		Höhe (m)	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Schärtenalm	a	1392	-1	-1,5	0,1	3,1	9,2	11,2	13,3	12,8	9,1	5,8	0,6	-1,1	5,2
Kühroint	a	1418	-0,8	-1,6	-0,1	3,1	8,6	10,8	12,8	13	9,1	6,1	0,3	-1,3	5
Watzmannhaus	b	1920	-3,6	-0,8	-4,2	0,1	4	6,1	8,5	8,8	5,8	2,6	-3,9	-2,5	2
Watzmannhaus	c	1923	-5,7	-5,8	-2,9	0,0	4,4	7,4	9,4	9,6	7,6	3,7	-0,8	-3,4	2,0
Predigtstuhl	c	1578	-4,1	-3,9	-1,0	1,8	6,2	9,4	11,2	11,1	9,2	4,6	1,1	-2,2	3,6

Die mittlere Jahrestemperatur, gemessen auf den Stationen Schärtenalm (1392m) und Kühroint (1418m), liegt zwischen 5,2 und 5°C. Die Vegetationsperiode von Ende April bis Ende Oktober weist eine mittlere Monatstemperatur von >5°C auf. In dieser unteren subalpinen Stufe erstreckt sich die Vegetationsperiode über ca. 6 Monate. Die Wachstumsperiode für Bäume, definiert durch eine mittleren Monatstemperatur von >10°C, liegt zwischen den Monaten (Mai) Juni bis August (September). Die Monate *Mai* und *September* müssen mit einbezogen werden, da ihre monatlichen Durchschnittstemperaturen über 9°C liegen. Dies entspricht einer Baum-Wachstumsperiode von mindestens 5 Monaten. Dieser starke kontinentale Einfluss schlägt sich auf dieser Vegetationshöhenstufe im außerordentlich großen Zirbenbestand *Pinus cembrae* der Reiteralpe nieder.

Die Station Predigtstuhl (1578m) im Lattengebirge entspricht in etwa der Höhe der Plateauebene der Reiteralpe. Bei den folgenden Angaben muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Temperatur-Messungen dieser Station nicht ganz mit den Temperaturen der Plateauebene gleichgesetzt werden dürfen, da die Plateauebene der Reiteralpe, umrahmt von allen Seiten durch hohe Gebirgszüge, einen besonderen klimatischen Status besitzt. Von der Station Predigtstuhl (1578m) wird eine mittlere Jahrestemperatur von 3,6°C gemessen. Ferner erstreckt sich die Vegetationsperiode auf dieser mittleren subalpinen Stufe über ungefähr 5 Monate und die Baum-Wachstumsperiode über etwa 4 Monate. Es gilt auf solchen Hochplateaus das „Massenerhebungsgesetz“ (RATHJENS, 1982): Die Hochplateaus sind wärmer als die freie Atmosphäre des gleichen Höhenniveaus und ihre gehobenen Flächen im Zentrum des Gebirges wirken als herausgehobene Heizflächen.

Die Station Watzmannhaus (1920m) entspricht der Höhe der Reiter Steinberge und dem Übergang von der oberen subalpinen Stufe zur alpinen Stufe. Hier wurde eine mittlere Jahrestemperatur von 2°C gemessen mit einer Vegetationsperiode von 4 Monaten (Abb. 5. S. 21). Das Baumwachstum fehlt, da die mittleren Monatstemperaturen nie über 10°C steigen. Die etwas höheren Temperaturen in den Wintermonaten zwischen November und März sind auf den Föhn oder Inversionslagen im Hochgebirge zurückzuführen.

Diese Klimadaten zeigen eine hypsometrische Abnahme der Temperatur mit zunehmender Höhe. Ein hypsometrischer Gradient lässt sich mit diesen Daten für das Gebiet der Reiteralpe nicht

berechnen, da die verschiedenen Stationen und ihre Klimadaten aus verschiedenen Himmelsrichtungen des Nationalparks stammen. Jedoch kann ein allgemeiner hypsometrischer Gradient von im Mittel $0,6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ angenommen werden (RATHJENS, 1982).

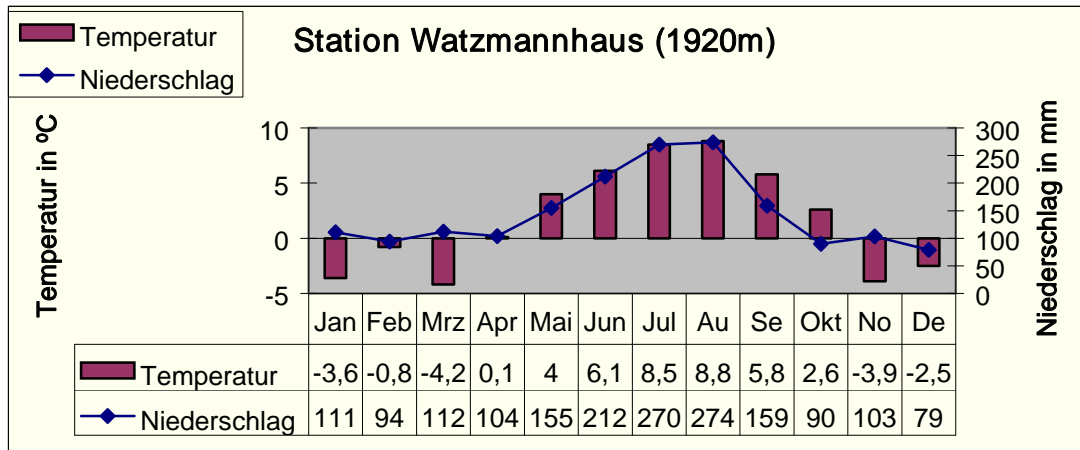


Abb. 5: Temperatur- und Niederschlagverlauf für die Station Watzmannhaus (Diagramm DUFFY, Daten nach ENDERS, 1979)

3.2 Niederschlag

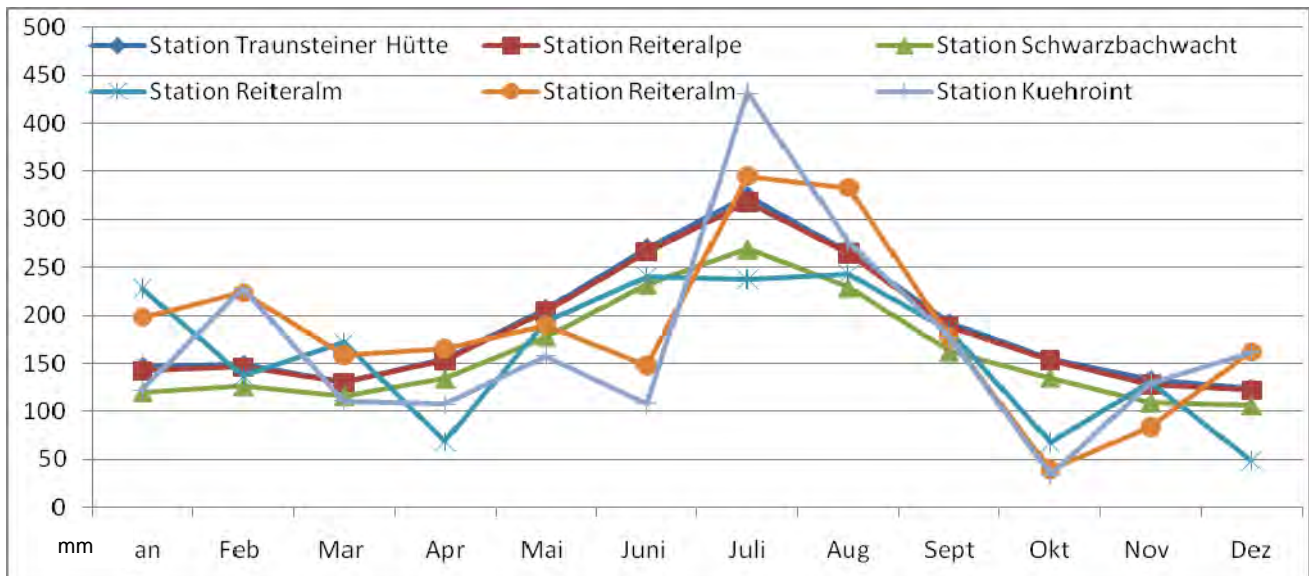
In Bezug auf die Niederschlagsergebnisse des Untersuchungsgebiets lassen sich anhand von Abb. 5 und 6 (S. 22) folgende Aussagen treffen: Die mittlere Jahressumme des Niederschlags liegt bei 2214mm auf der Reiteralpe, bei 2253mm, bei der Station der Traunsteiner Hütte und nur bei 1916mm bei der Station der Schwarzbachwacht im Tal (ENDERS, 1979). In der Tat sind diese gemessenen Niederschlagssummen nach oben zu korrigieren, da die Niederschlagsmessung aufgrund der windigen Höhenbereiche schwierig ist. Dieses Phänomen lässt sich mit dem Begriff „Jevons-Effekt“ erklären: Das Zusammenwirken von Hangneigung, Niederschlagseinfallwinkel und Windfaktor führt zu fehlerhaften Messwerten.

Niederschläge fallen das ganze Jahr über, mit einem Maximum in den Sommermonaten. Dabei unterscheidet sich die mittlere, monatliche Niederschlagssumme des Hochgebirges von derjenigen im Tal deutlich: Nach Messungen bei der Station Schwarzbachwacht, fällt auf der Plateauebene der Reiteralpe mindestens 15% mehr Niederschlag als im Talgebiet. Die Station des Watzmannhauses mit einer Höhe von 1923m misst eine jährliche, durchschnittliche Niederschlagsmenge von nur 1765mm, was auf den „Jevons-Effekt“ und die Schneeverhältnisse auf dieser Höhe zurückzuführen ist.

An den Stationen Reiteralpe und Traunsteiner Hütte fallen im Sommer (Mai bis August) 47,3% des Niederschlags, also fast die Hälfte des gesamten jährlichen Niederschlags. Die Monate Dezember und März zeigen sich als die niederschlagsärmsten Monate. Dieser Trend lässt sich auch für das Tal bestätigen.



Foto 9: Niederschlagsmesser nach Hellmann, auf der Reiteralpe 07/2004



Station	Höhe	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Traunsteiner Hütte	1560m	147	149	131	155	207	270	324	266	192	155	133	124	2253
Reiteralpe	1500m	142	146	130	153	204	266	318	264	188	153	128	122	2214
Schwarzbachwacht	893m	120	126	116	134	178	232	269	229	162	135	109	106	1916

Abb.6: Mittlere Monats- und Jahressummen des Niederschlags (in mm) für die Reiteralpe Station Schwarzbachwacht-Periode 1931-60; a) Periode 1901-25; Station Traunsteiner Hütte b) Periode 1934-44; c) Periode 1939-44 (2156mm Traunsteiner Hütte) (ENDERS, 1979) ergänzt durch Station Reiteralpe: 2004, 2005 Daten vom Nationalpark Berchtesgaden

3.3 Wind

Wind spielt im Untersuchungsgebiet eine wesentliche Rolle. Bei Kaltluft- oder Warmluftadvektion kann der Wind eine Veränderung der Luft- und Bodentemperatur hervorrufen und die Windgeschwindigkeit die Verdunstung so fördern, dass sie eine Erwärmung der Oberfläche verhindert. Die dabei erzeugte Kaltluft fließt die Gebirgshänge hinab und es kommt zur Bildung von Kaltluftseen im Talbereich. Durch dieses Wind-System kann ein ausgeprägtes Luv- und Lee-Niederschlagsverteilungssystem hervorgerufen werden und damit die örtlichen Niederschlagsräume stark beeinflussen.

Inversionen - Kaltluftseen

Die Kaltluftseen entstehen ebenfalls in den großen Dolinen des Untersuchungsgebiets. Hier gelangt die Kaltluft aufgrund ihrer höheren Dichte und Schwere in die großen Mulden und Einsenkungsformen. Da die umgebenden steilen Hänge des Untersuchungsgebiets nicht von einem dichten Waldmantel bedeckt sind, bieten die steilen Hänge eine optimale, vertikale Gleitfläche für die sich nach unten bewegenden Kaltluftmassen. Innerhalb der bodennahen Kaltluft kann die Abkühlung so stark sein, dass der Taupunkt erreicht oder gar überschritten wird, was zu Bodennebel führt. Dieser Vorgang findet vor allem in den frühen Morgenstunden in den Senken und in den großen Dolinen der Reiteralpe statt (Foto 10, S.23).



Foto 10: Kaltluftsee um 4:30 Uhr morgens – Reitertritt (08/2002).

Zahlreiche, von Frühhorgens bis Mittags andauernde Beobachtungen (in der Regel zwischen 4 und 11 Uhr), lassen feststellen, dass diese Kaltluftseen ein ausreichendes Nebel- bzw. Feuchtepotential liefern, das zur Bildung von Wassertropfen führt. Nach einer Aussage von ENDERS (1979) wird die lokale Frostgefährdung und Nebelgefahr umso größer, je größer die sich ansammelnde, relative Kaltluftmasse ist. Auf der Reitalpe ist eine solche kontinuierliche, ausreichende Feuchtigkeits- bzw. Wassermenge vorhanden.

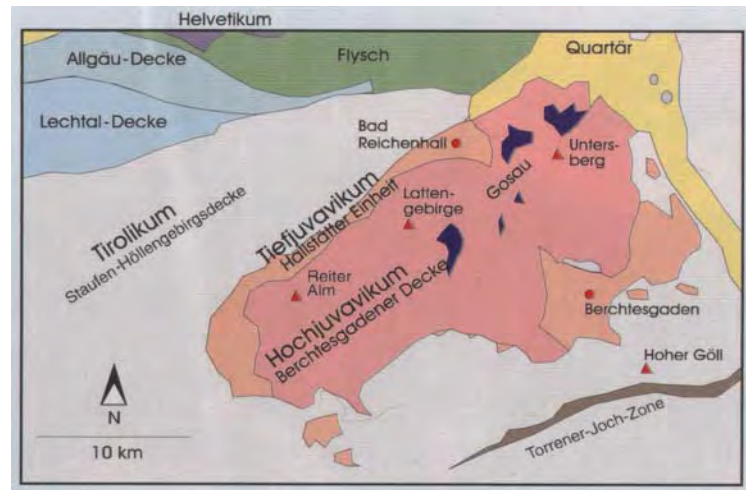
4. Geologie und Tektonik des Untersuchungsgebiets

Die folgende geologische Übersicht stellt eine Zusammenfassung der vorhandenen Literatur zum Thema „Geologie der Reiteralpe“ dar. Die Reiteralpe wurde von Georg GILLITZER im Jahr 1912 geologisch kartiert.

4.1 Deckenbau und geologische Geschichte der Reiteralpe

Die Kalkalpinen Decken werden im Berchtesgadener Raum in Bajuvarikum, Tirolikum und im Juvavikum (Tief- und Hochjuvavikum) untergliedert. Die Reiteralpe, das Lattengebirge und der Untersberg gehören zum Hochjuvavikum und liegen in einer vom Tirolikum gebildeten Großmulde.

Abb.7: Deckenbau der Reiteralpe.
(LANGENSCHIEDT, 2001)



Die Reiteralpe und das Lattengebirge liegen ortsfremd auf ihrer Unterlage und bilden daher eine sogenannte Schubmasse oder Decke. Diese sogenannte *Berchtesgadener Decke* (auch *Reiteralmdcke* genannt) bildet eine eigene, tektonische Einheit. Der Einschub dieses mächtigen, fast wagerecht lagernden Schichtpakets aus Triasgesteinen erfolgte von Südosten her über die heutigen Berge des Berchtesgadener Landes hinweg. Im Hinterseetal und am Hirschbichl sieht man, wie die Jura- und Kreide-Schichten unter die Trias der Decke einfallen, während der Hochkalter das basale Gebirge repräsentiert. Die Decke ist also tief in den Untergrund eingesunken und das überfahrene Rückland entsprechend gehoben worden.

Im Saalachtal findet sich die Deckengrenze zum unterlagernden Tirolikum, das hier im Saalachtal in Form der Staufeu-Höllengebirgsdecke vorliegt. Das Gebiet ist gekennzeichnet durch eine muldenartige Struktur, der sogenannte „Unkener Synklinale“, in welche die Berchtesgadener Decke (Reiteralmdcke) eingelagert ist. Hier trennt sich nicht nur die tiefer liegende Deckeneinheit von einer oberen Deckeneinheit, sondern es findet hier auch der Übergang von einer komplizierten Bayerischen Fazies zu einer einfacher gegliederten Berchtesgadener Fazies statt. Der Übergang der Bayerischen zu den Berchtesgadener Fazies ist allmählich. Die Annahme einer weiteren Übergangsdecke, der sog. „Hallstätter Decke“, die zwischen den Staufeu-Höllengebirgs-Decken und den Berchtesgadener Decken liegen soll, ist in der Forschung sehr umstritten (SPERNER 1990).

Die Hallstätter Decke, die von RATHJENS (1939) als unterste Decke gekennzeichnet ist, liegt in Fetzen im Saalachtal, bei Unken und Lofer. Die darüber liegende Berchtesgadener Decke (Reiteralmdcke) wird durch ihre reine Entwicklung als Berchtesgadener Fazies gekennzeichnet. Der ganze Komplex im Bauplan der Deckentheorie ist Teil der vorhin genannten juvavischen Decke.

Die Frage nach dem Alter des Deckenschubs der juvavischen Decken wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Die Standpunkte gehen von der Annahme eines vorgosauischen über eines tertiären bis hin zur Annahme eines jung tertiären Einschubs weit auseinander. Die Mehrzahl der Geologen ist mit RATHJENS (1939) der Ansicht, dass es sich um eine vorgosauischen Deckenbewegung handelt.

Bei der vorgosauischen Orogenese, also der austrischen Phase der alpinen Gebirgsbildung, war die Hebung und Zerstörung der Jura- und Kreideschichten im Bereich der Berchtesgadener Decke (Reiteralmdcke) sehr stark. Auch der Ramsaudolomit fiel diesem Prozess zum Opfer. In basalen Gebirgen der Tirolischen Deckeneinheit bleiben diese Schichten aber in großer Mächtigkeiten sehr gut erhalten. Über das unregelmäßige Relief transgredierte das Gosaumeer. Eine erneuerte Sedimentation folgte ungestört während des Senons. Am Ende des Senons erhob sich das Gebiet wieder über den Meeresspiegel empor und es wurden eozäne Schichten am Hallthurm und, südlich davon, auf dem Ramsaudolomit abgelagert.

Die tertiäre Gebirgsbildung des Oligozäns folgte. Diese sogenannte *savische* Phase soll einigen Autoren zufolge erst den Einschub der Berchtesgadener Masse mit sich gebracht haben. Die Bewegungen dieser Phase, die durch faltende und stauende Kräfte gekennzeichnet sind, sind in der Bruchtektonik abgebaut worden. Auf der Reiteralpe blieb die Decke dank ihrer Starrheit und Mächtigkeit erhalten. Die mächtige Kalkplatte setzte der faltenden Kraft einen enormen Widerstand entgegen. An den Stellen, an denen Faltungen hätten stattfinden sollen, sind deshalb Brüche entstanden. Aus diesem Grund betrachtet man die Reiteralpe-Überschiebung nicht als eine Überfaltung, sondern als einen Massenschub „längs einer flachgeneigten Zerreißeungsebene“ (GILLITZER, 1912).

BÖGEL (1971) hat die These des Einschubs der Reiteralmdcke und deren Zeitpunkt erneut durchdacht: Da die Schubmasse in unmittelbarem Kontakt mit dem Lias liegt, ist sie auf die Lias des Tirolikums aufgeschoben worden, was auf einen relative frühen Einschub hinweist. Andererseits deutet die Gosau-Alttertiär-Abfolge mit Gosaukreide, Untersberger Marmor und den Nierentaler Schichten mehr auf einen nacheozänen Einschub hin. Bezüglich der Bewegungsmechanik der Schubmasse geht BÖGEL (1971) von einem untermeerischen Transport der Reiteralmdcke als Riesenoolith aus. Die Hallstätter Schollen haben sich in Form eines gleichmäßigen Eingleitens ins „Rossfeld Meer“ als Olistostrome (Olistolithe) bewegt.

Sobald die Schubmasse an ihren Platz gelangt war, erfolge ein Prozess des Massenausgleichs. Der weiche, plastische, unterliegende Tonmergel musste dem Gewicht der Kalkplatten nachgeben. Dadurch sind die Sprünge am Rand des Gebirgsstocks entstanden und haben die Einsenkung der starren Reiteralpenkalkmasse verursacht. Der Einsenkungsvorgang des Dachsteinkalkes in den Ramsaudolomit rief als Folge eine Hebung hervor. Diese gleichzeitige Hebung verursachte die Ausräumung der weicheren Kreideschichten, die vorher das Plateau der Reiteralpe und das Lattengebirge großräumig überdeckt hatten. Darüber hinaus ist für die savische Faltungsphase als wahrscheinlich anzunehmen, dass die ganze Gesteinsmasse mitsamt dem basalen Gebirge dadurch auf ihren heutigen Platz gelangt ist, dass sich die Tirolische Decke auf die Bajuvarische und beide zusammen auf das Alpenvorland aufgeschoben haben.

Als letzte Phase tektonischer Tätigkeit ist die Blattwirkung anzusprechen, welche das basale Gebirge und die Schubmasse in gleicher Weise beeinflusst hat und die vielfache Staffelung der Sinkverwerfung zur Folge hatte. So ist die Staffelung der Reitersteinberge entstanden.

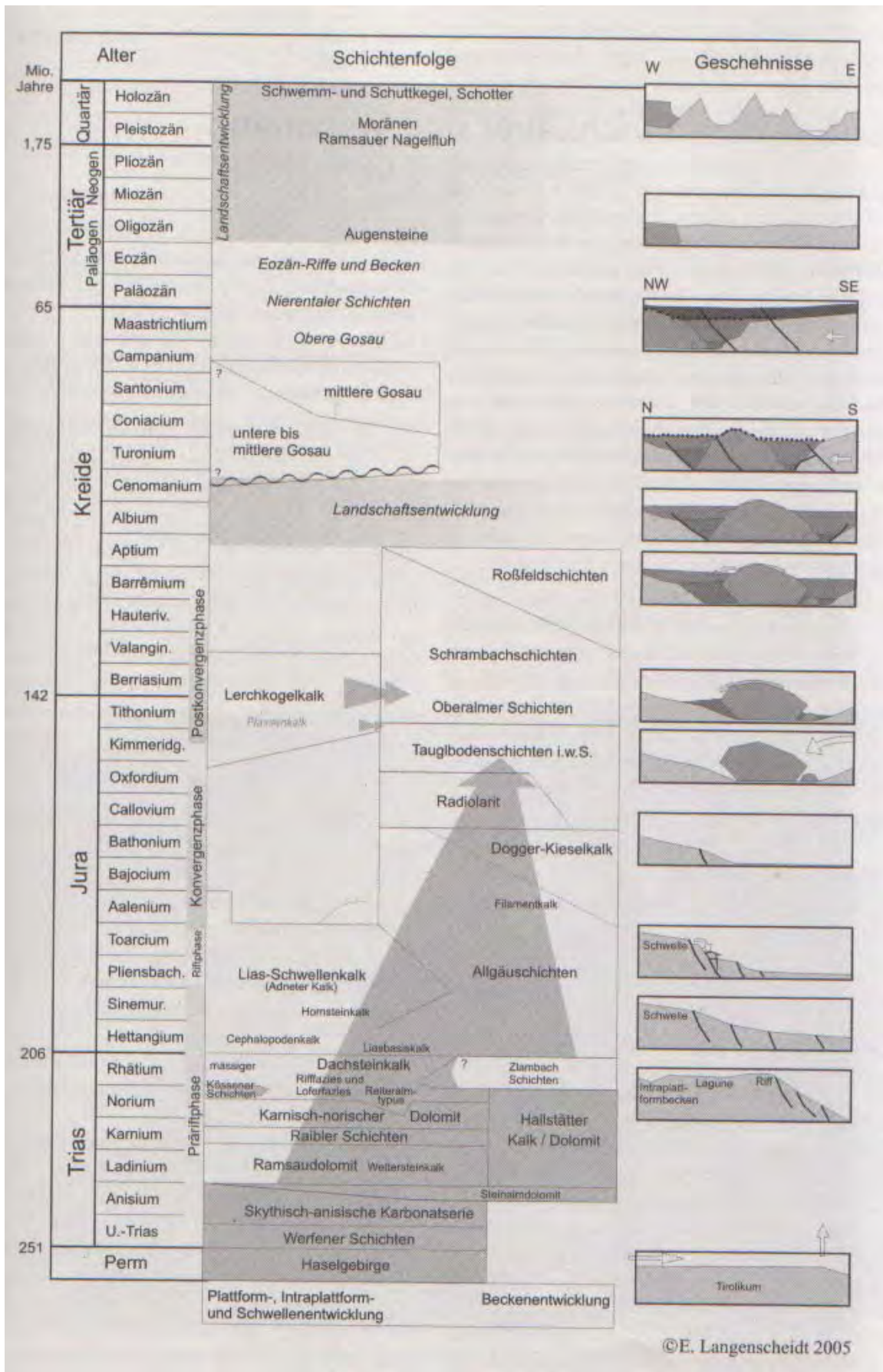


Abb. 8: Stratigraphische Tabelle der Schichtenfolgen der Geologische Karte Nationalpark Berchtesgaden (Langenscheidt 2005)

4.2 Tektonischer Überblick über die Reiteralpe

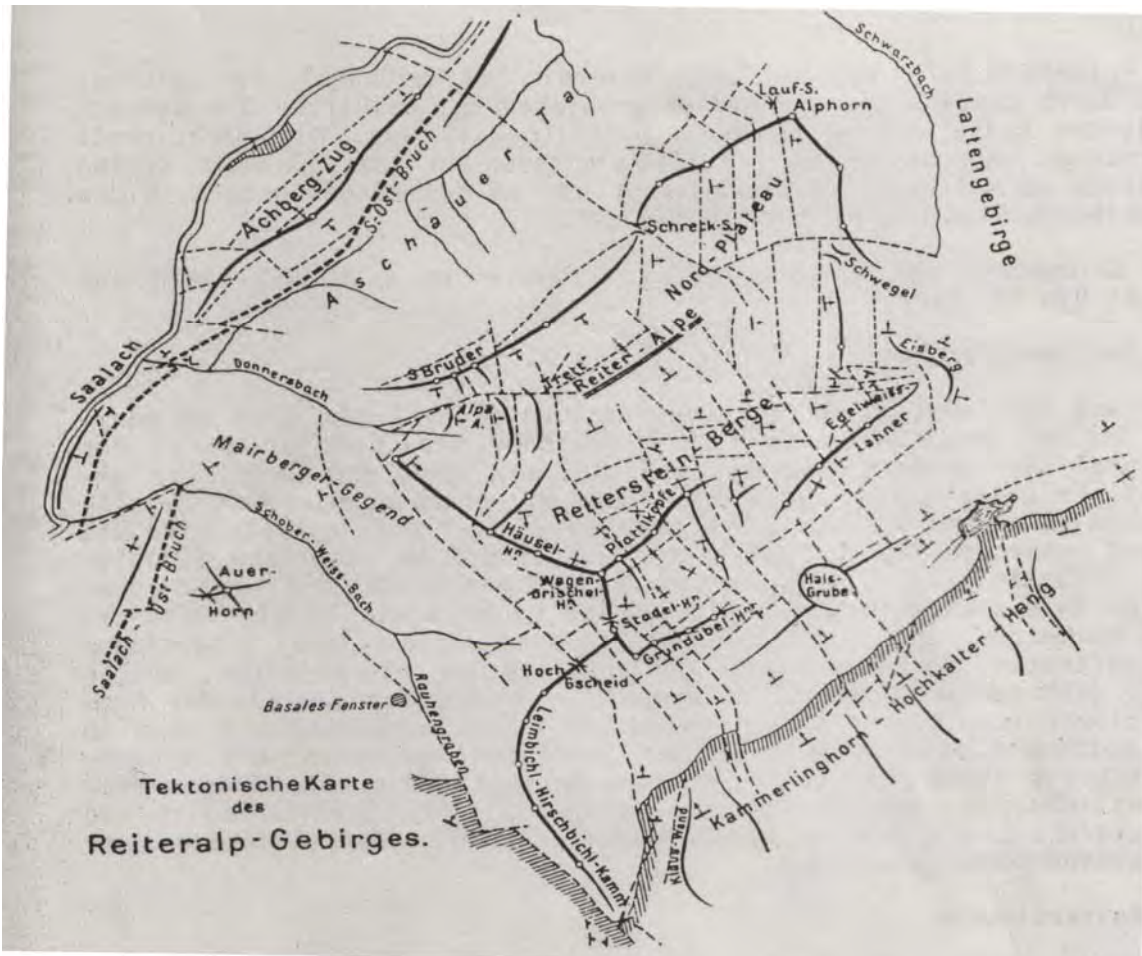


Abb. 9: Tektonische Karte der Reiteralp (GILLITZER 1912)

GILLITZER (1912) hatte unterschieden zwischen dem eigentlichen Hochgebirge, sowie einer Rand- und Hangzone. Das eigentliche Hochgebirge der Reiteralpe untergliederte er ferner in das nördliche Plateau, gebildet durch die Tretmulde und die Reiter Steinberge, sowie die Alpaalm.

Für die Tektonik des Reitertretts ist eine von SW nach NE ziehende Synklinale von großer Bedeutung. Hier streichen die Schichten auf beiden Seiten des Reitertretts um $045-045^{\circ}$. Auf dem NW-Schenkel beträgt die Fallneigung gegen das Reitertritt $40-50^{\circ}$ (Weitschartenkopf, Drei Bruder) und auf dem SE-Schenkel (Reiter Steinberge) $10-20^{\circ}$ (GILLITZER, 1912, SPERNER, 1990). Parallel zur Faltenachse, sowie parallel zur Längsachse des Reitertretts, haben sich zahlreiche Brüche als Folge der Biegebeanspruchung gebildet. Dies führte dazu, dass der Reiter Steinbergzug entlang der Störungen gegenüber dem Reitertritt um ca. 600m gehoben worden ist (siehe Abb.10, S. 28). Darüber hinaus existiert ein zweites Störungssystem, das auf dem Kamm der Reiter Steinberge flach mit NE-SW streichenden Schichten lagert. Da sie aber durch sekundäre Blatttektonik in Unordnung gebracht worden sind, streichen die einzelnen Schollen etwas abweichend voneinander. Tektonische Brekzie mit rot gefärbter Grundmasse lässt sich überall an allen Störungszonen identifizieren. Ein großer Teil der Wanderwege, der Dolinen und Karstgassen (Saugasse), folgen diesen Störungszonen. (DUFFY 2003).

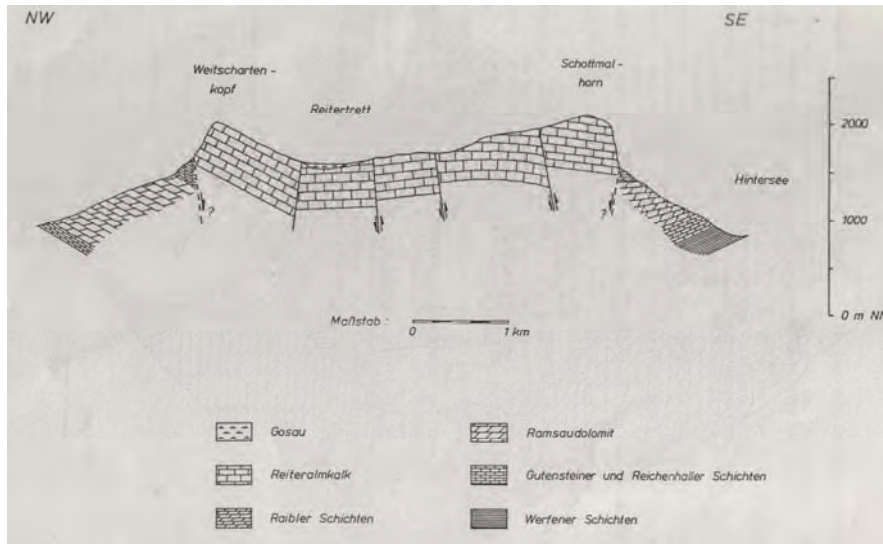


Abb.10: Profil durch die Reiteralpe (GILLITZER, 1912)

Die Tektonik des Nordplateaus zeigt ein Staffelbruchsystem, wie es in Abb.11 dargestellt wird. Der Nordteil vom Wartstein bis zum Zirbeneck zeigt eindeutig N-S streichende, mit 30 bis 40° nach Osten fallende Schichten. Zum Streichen hat sich ein parallelverlaufendes Staffelbruchsystem entwickelt, dessen Flächen mit 60° nach Westen einfallen, und an dem die westliche Scholle durch Abschiebungen nach unten versetzt worden ist. Ein zweites, zusätzliches Bruchsystem existiert senkrecht dazu. Aus diesem Bruchsystem ist das Absinken des nördlichen Plateauteils um fast 100m und dessen geringer Versatzes nach Westen zu erklären (GILLITZER, 1912).

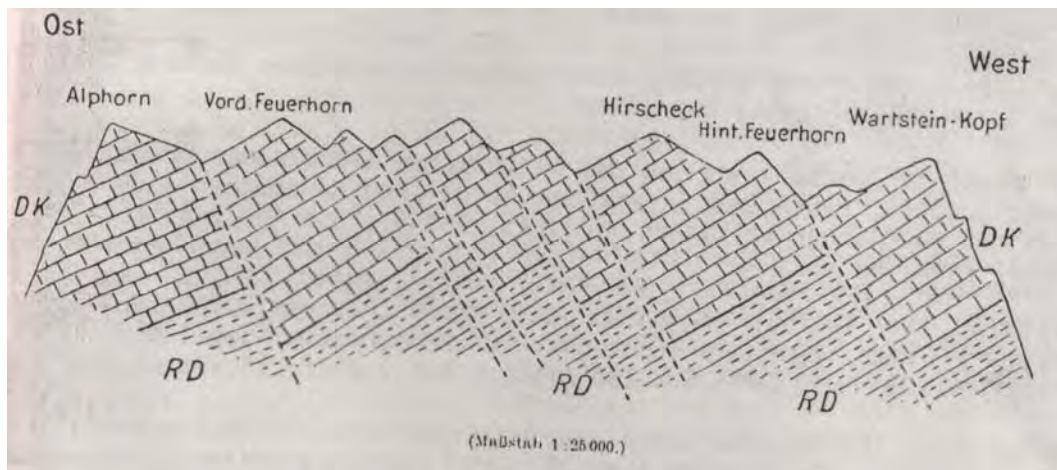


Abb. 11: Staffelbrüche in den Nordabstürzen der Reiteralpe zwischen Alphorn und Wartsteinkopf (GILLITZER, 1912)

Bezüglich der Tektonik der Alpaalm lassen sich zwei zueinander senkrecht stehende Bruchsysteme erkennen. Das eine Bruchsystem streicht 320-330°, fällt mit 60-70° nach SW ein und ist für die Einschaltung zwischen den Drei Brüdern verantwortlich. Das zweite System trennt die Alpa- und Hiefelwand von den Häuselhörnern sowie die Alpaalm von den Drei Brüdern. Zusammen betrachtet haben die Bruchsysteme eine Absenkung der Alpaalm um 400m verursacht. Bezogen auf die höchste Hangzone der Reiteralpe ist das Massiv des Kalkplateaus in den Dolomit stark eingesunken. Diese Störungen entlang des Plateaus sind dafür verantwortlich, dass das eigentliche Plateau um 100m bis 200m in den unterlagernden Dolomit eingesunken ist.

4.3 Die Stratigraphie im Untersuchungsgebiet

Die Reiteralpe und das Lattengebirge sind im Wesentlichen aus Triasgesteinen der Berchtesgadener Fazies aufgebaut.

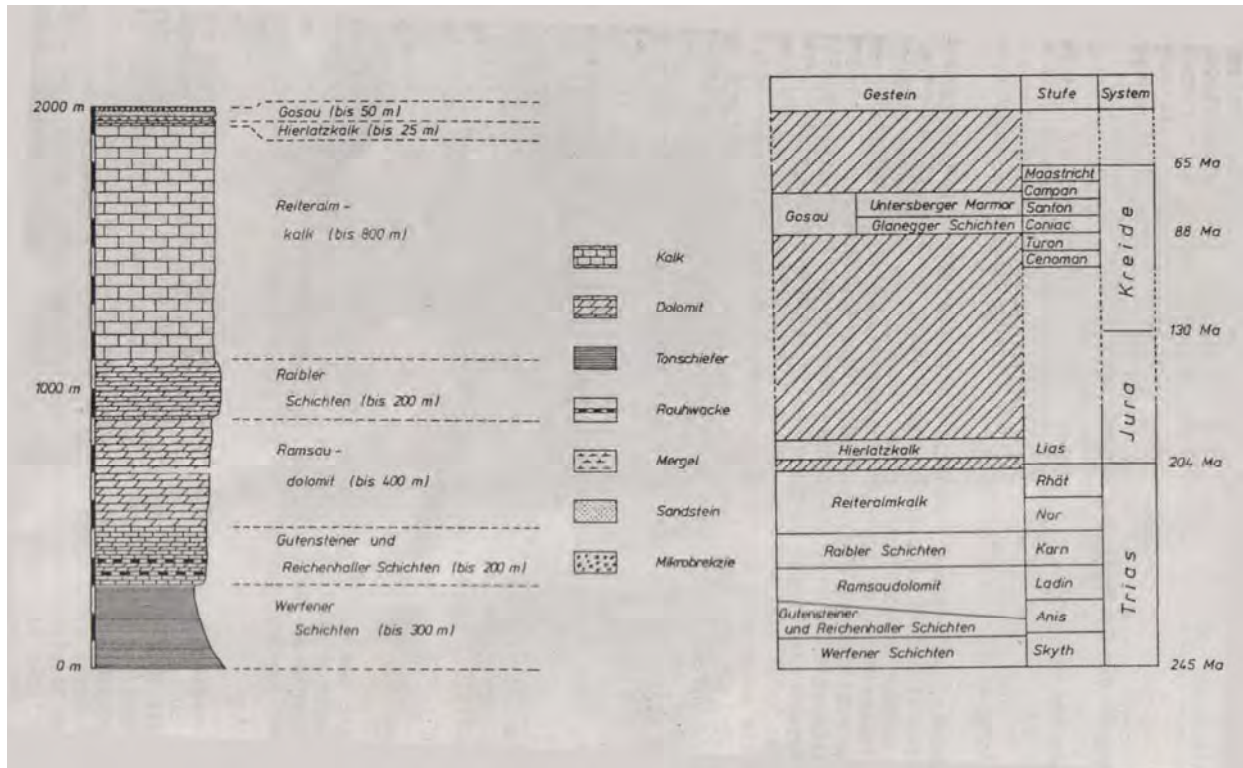


Abb. 12: Die Stratigraphie der Reiteralpe (SPERNER, 1990)

Der Ramsaudolomit

Der Ramsaudolomit (Ladin) ist ein weißer bis hellgrauer, mitunter auch gelblicher, rötlicher Dolomit mit oft kleinen Hohlräumen. Auf der Reiteralpe erreicht der Ramsaudolomit eine Mächtigkeit von 350 bis 400m und bildet den Sockel der Reiteralpe. Chemische Analysen von FERNECK (1962 in SPERNER, 1990) haben ergeben, dass der Ramsaudolomit aus 30% CaO und 20% MgO besteht.

Der Ramsaudolomit bildet auf der Reiteralpe steile und gleichmäßig beböschte Hänge, die oft von riesigen Schuttkegeln und Halden bedeckt sind. Beim Anschlagen zerfällt das Gestein zu Grus. Da der Raumsaudolomit als Boden sehr unfruchtbar ist, ist der Übergang zu den fruchtbaren, verwitterten und lehmigen Böden der Werfener Schichten scharf und durch den Wechsel in der Vegetation und einen Gehängeknick gekennzeichnet. Auf der Reiteralpe ist die Ausbreitung des Ramsaudolomits außerordentlich groß. Der südliche Hirschbichlkamm besteht überwiegend aus Ramsaudolomit. Geomorphologisch betrachtet bildet der Ramsaudolomit gleichgeneigte Hänge um 20-25° (GILLITZER, 1912). Wegen der Spaltbarkeit des Dolomits ist er häufig von Erosion betroffen und bildet unterhalb von Hängen einen fächerartigen, mächtigen und blockigen Schutt. Eine tief eingeschnittene, von Dolomit-Schutt gefüllte Rinne hat sich im Winter 2002 am Wachterlsteig nahe der Straße gebildet. Der Ramsaudolomit ist bestens für die bestehende forstwirtschaftliche Nutzung geeignet.

Der Dachsteinkalk-Reiteralmkalk

Der Dachstein-Reiteralmkalk der Berchtesgadener Fazies ist Hauptvertreter der norischen Stufe und füllt auch die ganze rhätische Stufe aus. Er bildet auf der Reiteralpe das Plateau und auch deren steile senkrechte Randabstürze. An ihn sind aufgrund seiner großen Löslichkeit und Reinheit alle Karstformen gebunden.

Die Ablagerung des Dachstein-Reiteralmkalks fand als Schelfsediment in geringer Wassertiefe im Nor und Rhät statt. Die Mächtigkeit des Dachstein-Reiteralmkalks von 800 bis 2000m ist nur durch eine langsame Absenkung des Meeresbodens während der Sedimentation zu erklären. Ferner stellt sich der Reiteralmkalk als eine Varietät des Dachsteinkalkes dar.

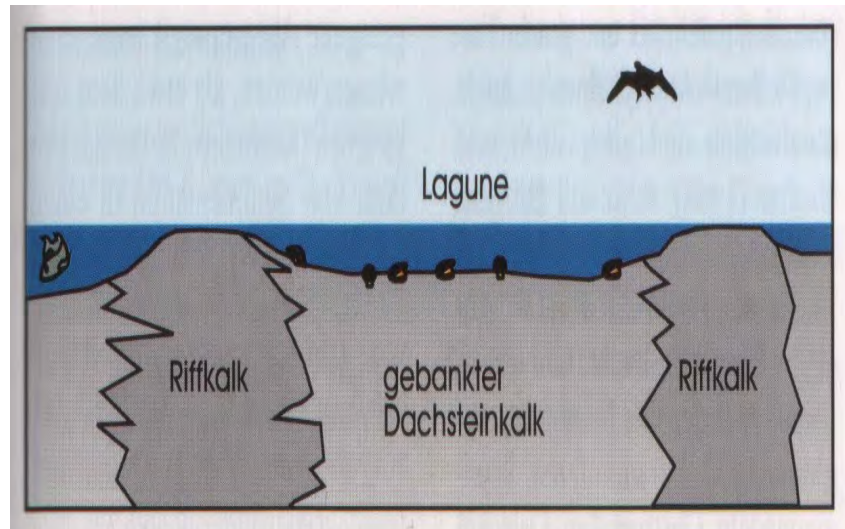


Abb. 13 : Obertrias Ablagerungsraum des Dachsteinkalks (LANGENSCHIEDT, 2001)

Eine lang andauernde, subaerische Exposition des Dachsteinkalkblockes der Reiteralmdedecke wird durch die Sammelkristallisationstheorie unterstützt. Diese Theorie erklärt, im Gegensatz zu den Dachsteinkalken des Tirolikums, eine starke Kornvergrößerung infolge spätdiagenetischen Sammelkristallisation- als auch den geringen Gehalt an Dolomit und Spurenelementen. Das Süßwasser dursetzte den Porenraum, wobei es eine Dedolomitierung und eine damit einhergehende Abnahme der Spurenelemente bewirkt hatte, und es zugleich zu einer Umkristallisation und Kornvergrößerung kam. Bei der Dedolomitierung ist der neugebildete Calzit nicht in der Lage das Eisen aufzunehmen. Es kommt zu einer Rotfärbung solcher, dedolomitisierter Karbonatgesteine durch Eisenhydroxide. Die Rotfärbung der bekannten „rosa Dachsteinkalke“ sind im Bereich der Reiteralmdedecke weit verbreitet. Das Spurenelement Mn wird bei der Dedolomitierung dem ihm, chemisch nah verwandten, Fe folgen. Der Prozess spricht ebenfalls für eine geringe Salinität des Ablagerungsmilieus. Die Kalke sind zumeist in Plattformrandnähe unter normal marinem Einfluss abgelagert worden. (FRÖH 1976)

Die bekannte Rosafarbe des Reiteralmkalks befindet sich in der anschließenden, 2 bis 3m, z.T. auch bis zu 5m mächtigen, Bank. Diese zarten, rötlichen Farbtöne, die weißen Calzitgänge und die feinen Haarrisse des Gesteins, die eigentlich für die rote Färbung verantwortlich sind, charakterisieren den Dachsteinkalk der Reiteralpe. Der graue Kalk fehlt hier völlig. Im unteren Teil besteht er aus einer 100 bis 200m mächtigen Schicht aus ungebanktem, feinkristallinem und blendweißem oder gelblich gefärbtem Kalk.

Ebenfalls treten stellenweise eine dolomitische, linsenartige Zwischenlage (Bunter Bänderkalk) und sehr rot gefärbte, linsenförmige und wenige cm mächtige Tonbänder auf. Die ziegelrot gefärbten Tone sind als Verwitterungsrückstände oder Rotschlamm zu betrachten, der bei der Auflösung des Kalkes zurückbleibt. Wichtig sind die Brekzien, die aus roten, weißen und grauen Komponenten in einer Matrix zusammengestellt sind, die ein im Rhät oder Lias aufgearbeitetes und später wieder verfestigtes Material darstellt. Sie befinden sich vor allem in der Nähe des Kalks des Lias und der Gosaukreide. GILLITZER (1912) beschreibt ihre Genese durch eine sekundäre Durchtränkung von tonigen Schichtlagen im oberen Dachsteinkalk mit einer eisenoxidhaltigen Lösung aus Lias und Kreide oder der Ausfüllung von Hohlräumen im Kalk. Im direkten

Zusammenhang damit entsteht die rote Erde, auch „Bolus“ genannt, die von GÜMBEL (1861) als Verwitterungsprodukt des Lias zu betrachten ist. An manchen Stellen kann sie als Verwitterungsprodukt der Gosaukreide bezeichnet werden.

Die typischen Fossilien des Reiteralmkalks sind die dickschaligen Megalodonten, im Volksmund auch „Hirsch-“, oder „Kuhtritte“ genannt, die bis zu 50cm groß werden können. Dies verweist darauf, dass der Dachsteinkalk mit seiner 1000m-Mächtigkeit nahezu vollständig biogenen Ursprungs ist. Die Grenze zwischen liegendem Dolomit und hängendem Kalk ist von großer Bedeutung. Der Gesteinsübergang ist zum Teil sehr sprunghaft und durch einen Gehängeknick im Gelände deutlich zu erkennen. Dieser Knick ist zu erklären durch eine Verwerfung, durch welche der Dachsteinkalk in den Ramsaudolomit klotzartig eingesunken ist (GILLITZER 1912). Diese Bruchtektonik im Form des Gehängeknicks lässt sich im Norden der Reiteralpe gut erkennen. Nur im Bereich des Schwarzbachtals liegen die fallenden Dachsteinschichten noch in der natürlichen Folge auf dem Raumsaudolomit auf (RATHJENS, 1939, GILLITZER, 1912).

Der Hierlatzkalk

Die Juraschichten sind in der Reiteralpe durch kleine Reste des unteren Lias erhalten und befinden sich hauptsächlich im Bereich des Ostrand des Reitertretts, verstreut auch an anderen Stellen, und weisen eine bis zu 25m große Mächtigkeit auf. Der Hierlatzkalk ist ein blasser, brauner oder gelblicher Crinoidenkalk mit weißem Seelilienstiegglieder und einer roten Grundmasse. Diese rote Masse stammt vom roten Verwitterungslehm, der ursprünglich vom angrenzenden Festland ins Meer geschwemmt wurde. Die Fossilien lassen auf eine Ablagerung im seichten und meist bewegten Wasser während des unteren Lias schließen.

Auf der Plateauebene im Reiteralmkalk befindet sich häufig Hierlatzkalk, der als Spaltenfüller dient und aus dieser Tatsache wird abgeleitet, dass er zur Zeit seiner Ablagerung schon verkarstet sein musste (SPERNER, 1990). Im Gegensatz dazu wird auch die Annahme einer submarinen Entstehung vertreten, ausgehend von Regressionen, einer anschließenden subaerischen Verkarstung und letztendlich einer Transgression (SPERNER, 1990). Der Hierlatzkalk ist bei der Eisbergalm am Ostrand des Reitertretts zu finden. Darüber befinden sich rote Brekzien aus dem aufgearbeiteten Reiteralmkalk. Das Obere Jura ist nur stellenweise im Gebiet der Reiteralpe vertreten. Im Bett des Klausbaches sind Radiolarit und die Aptychenschichten zu finden.

Die Kreide

Unter dem Begriff „die Gosauschichten“ werden alle Oberkreidesedimente des kalkalpinen Bereichs nach der vorgosauischen bzw nachcenomanen Faltung zusammengefasst (HERM 1962-Tab 4., S.32). Auch die Kreide ist im Gebiet der Reiteralpe vertreten. Vom oberen Lias bis zur unteren Oberkreide existiert eine riesige Schichtlücke über dem Dachsteinkalk und diese Schichten fehlen fast komplett. Die Jura und Kreide sind Opfer des Abtrags, der der vorgosauischen Gebirgsbildung gefolgt ist.

Die untere Gosau Schichten - untere Coniac

Die untere Gosaukreide besteht aus Basiskonglomeraten und Mikrobrekzie mit kleinen, dunklen und hellroten, gelben und weißen Kalkstücken lokaler kalkalpiner Herkunft und Crinoidenstielgliedern. Typisch für die Brekzien ist ihre tiefrote Tüpfung mit tonigem Eisenoxydhydrat. An der Kontaktstelle zwischen Kreide und Dachsteilkalk ist der Kalk in diese Brekzie umgewandelt. Hier finden sich größere Stücke eines hellrosa farbigen Kalks in einer ziegelroten, tonigen Grundmasse.

Tab. 4: Gosau im Coniac und Santon, HERM (1962)

		Becken von Reichenhall-Salzburg Lattengebirge		Becken von Gosau HAGN 1957	
Palözän		Zone A Hillebrandt 1962		Zwieselalm-Schichten	
Ober Maastricht Unter	Maastricht I	Zone F	Obere Gosau	Nierentaler-Schichten	
		Zone E			
	Maastricht I				
Oberes Ober Campan Unter		Zone D			Nierentaler-Schichten
		Zone C			
		Zone B			O. Gosau
		Zone A	Obere Gosau		
Oberes Santon unteres			Mittlere Gosau	Untersberger Mamor	
				Mittlere und untere Gosau	
Coniac			untere Gosau	Glanegger Schichten	

Untere-mittlere Coniac: Die Glanecker Schichten

Die Gosau wird durch die Glanecker (Glanegger) Schichten vertreten. Es handelt sich um hellgraue Mergelkalke, die durch einen dunkelgrüngrauen Tonmergel mit transversaler Schieferung gekennzeichnet sind. Die Sedimentation der 10 bis 20m mächtigen Glanecker (Glanegger) Schichten setzte wieder mit der Transgression im Coniac ein. Die Glanecker Schichten sind durch ihren dunkelgrünen bis grauen Tonmergel und durch die dünnen, glimmerhaltigen Sandsteinbanken gekennzeichnet und bilden auf der Reiteralpe den Untergrund des Reitertretts (Abb. 14, S.33). Dieser besondere Schichtcharakter führt dazu, dass das Wasser an der Oberfläche steht und sogar an der Oberfläche fließt. Dies ist außergewöhnlich für ein reines Karstgebiet.

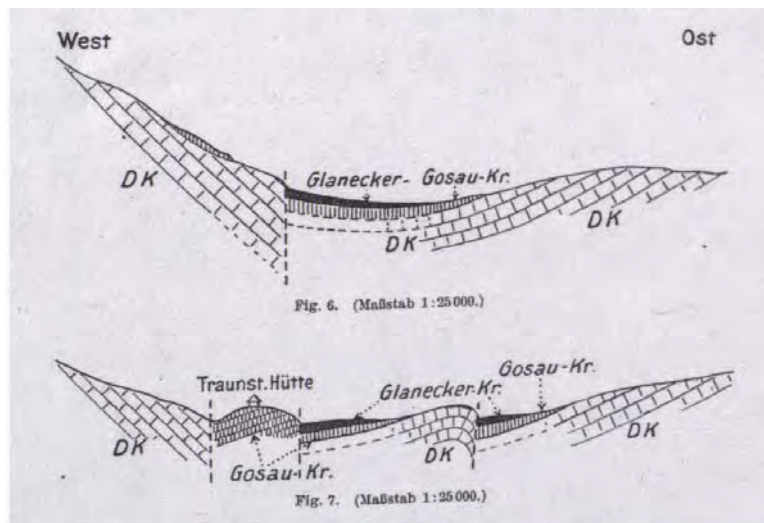


Abb. 14: Die Glanecker Schichten (GILLITZER, 1912)

Der Untersberger Marmor

Der Untersberger Marmor (Santon) ist jedoch nicht ein Marmor im streng geologischen Sinne. Er wird als *Mikrokalkbrekzie* bezeichnet und besteht aus dunkel- bis hellroten, gelben und weißen Kalkstücken und Crinoidenstielgliedern. Auf den Reiter Steinbergen und den Drei Brüder treffen wir den Untersberger Marmor in lokalen Erscheinungen an. Mit dem Senon war auf der Reiteralpe die marine Sedimentation abgeschlossen.

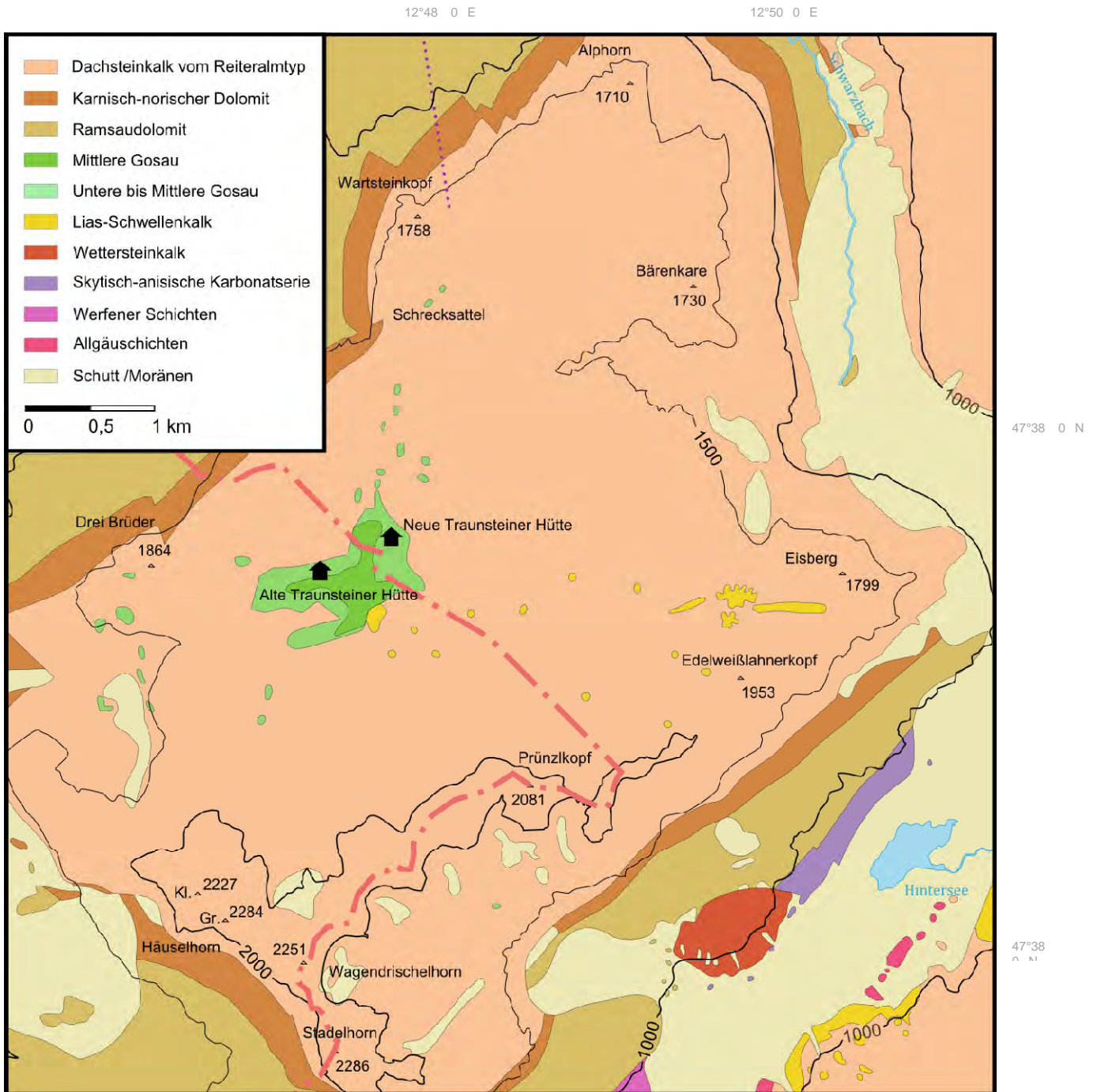
Tertiär

Die Augensteinvorkommen dokumentieren die Ablagerungen im Tertiär im Gebiet der Hochplateaus der nördlichen Kalkalpen. Unter *Augensteine* versteht man auflagernde Schotter, die im Wesentlichen aus quarzreichen, zentralalpiner Geröllen, die aus nach Norden gerichteten Flüssen der Zentralalpen entstanden waren und nach der Hebung und dem damit verbundenen Trockenfallen der Nordkalkalpen in einer Augensteinlandschaft abgelagert wurden. Eine genaue Diskussion über die Augensteine, ihr Vorkommen (LANGENSCHIEDT, 1986) oder ihr Fehlen, wie es von RATHJENS (1939) dokumentiert wurde, liegt im *Kapitel 5.2* vor.

Die pleistozäne Vergletscherung

Die Vereisungen haben auf der Reiteralpe und in sämtlichen Tälern um sie herum und im Berchtesgadener Land ihre Spuren hinterlassen. Dazu gehören die Fernmoräne, interglazialer Nagelfluh, die Lokalmoräne, das Bergsturz-, Hangschutt-, Schuttfächer- und das Talschottermaterial. Das besondere Material der Mühlensteinkonglomerate, auch *Ramsauer Nagelfluh* genannt, unterscheidet sich stark von den übrigen Schottern des Berchtesgadener Raums. Das Konglomerat enthält einen sehr hohen Anteil grober und kleinerer, kristallin-zentralalpiner Gerölle, überwiegend kristalliner Schiefer, Quarze und Gneise, die durchaus über 30% des Materials ausmachen (RATHJENS, 1939). Die Entstehung der *Ramsauer Nagelfluh* ist rein fluvial, sie entstand als mächtiger Schuttkegel aus der Gegend Hintersee und Ramsau im

Klausbachtal. Eine umfassende und detaillierte Beschreibung der Lokalvergletscherung der Reiteralpe und Umgebung sowie ihrer Moränen findet sich in DUFFY (2003).



Karte 2: Geologische Karte von der Reiteralpe erstellt aus der Geologischen Karte Nationalpark Berchtesgaden 1:25 000 (1998) .

5. Die Reliefentwicklung

Das Relief der Berchtesgadener Alpen ist das Ergebnis einer sehr komplexen Formenentwicklung. Die Reste voreiszeitlicher Flachlandschaften, eine Augensteinlandschaft, eine glazial geprägte und überformte Landschaft und ihre Verkarstung trugen wesentlich zu den Entwicklungsprozessen dieser Landschaft und zu ihrer Reliefentwicklung bei.

5.1 Die Landschaftsentwicklung

Der Raum der Salzburger Kalkalpen und ihrer Umgebung stellen einen zentralen Gegenstand zahlreicher Forschungsarbeiten dar. Ein Hauptforschungsschwerpunkt war die Untersuchung der Verebnungs- oder Plateauflächen, die in verschiedenen Höhenlagen in diesem Raum auftreten. Die Arbeiten von SEEFELDER (1926, 1933, 1934) und LICHTENECKER (1926, 1938) stellen die Grundlagen für die Landschaftsentwicklungstheorie für dieses Gebiet dar. Nach SEEFELDER (1926, 1933, 1934) handelt es sich bei diesen Verebnungsflächen um eine Landschaftsform, die aus mehreren Erosionszyklen entstanden ist, wobei die Geländestufen zwischen den Verebnungsflächen als Erosionsränder zu verstehen sind. LICHTENECKER jedoch versteht die Verebnungsflächen und ihre unterschiedlichen Höhenlagen als Ergebnis der Tektonik einer Altlandschaft, wobei die Geländestufen als tektonische Bruchstufen zu verstehen sind. Bei seiner Untersuchung der Reiteralpe tendierte RATHJENS im Jahr 1939 zur Theorie von LICHTENECKER (1926, 1938).

Die verschiedenen Theorien zur Landschaftsentwicklung werden bis heute in der Literatur diskutiert. An dieser Stelle soll eine kurze Erläuterung zum Thema Landschaftsentwicklung nach LANGENSCHIEDT (1986) vorgestellt werden. Im Jahr 1885 beschrieb PENCK die Reiteralpe im Zusammenhang mit dem Steinernen Meer und dem Hagengebirge als Plateauberge, bei deren Bildung Verkarstungs- und Denudationsvorgänge als die wichtigsten formbildenden Kräfte gewirkt hatten. In diesem Zusammenhang wurde zuerst von STAFF (1912) die Theorie der Rumpfflächen zur Diskussion gestellt. Er betrachtete die Plateauformen der Nördlichen Kalkalpen als Überreste einer ebenen Rumpffläche, die sich über die gesamten Alpen gespannt hatte. GÖTZINGER (1913) geht dagegen von einer altmiozänen Kuppenlandschaft aus, entstanden durch Denudation. Die dazwischen gelegenen Verebnungen, die fluviatil entstanden seien, erklären nach GÖTZINGER (1913) die Plateauformen der östlichen Kalkalpen.

PENCK (1919) führte den Begriff „Gipfelflur“ ein und hob die Bedeutung der Höhlen hervor, die mit den Altlandschaften verknüpft sind. Im Jahr 1924 sprach dann LICHTENECKER (1924) als einer der ersten von einer „Augensteinlandschaft“, später, im Jahr 1926, prägte er den Begriff „Raxlandschaft“. Demnach waren die verschiedenen Flächen in den unterschiedlichen Höhenlagen das Ergebnis der Tektonik einer frühmittelmiozänen Landschaft, die heute so erosiv überprägt worden ist, dass ihr tektonischer Ursprung nicht mehr zu erkennen ist. Darüber hinaus stellte LICHTENECKER (1924) fest, dass die Geländestufen als Bruchstufen zu verstehen sind.

Einen gegensätzlichen Standpunkt nahm SEEFELDER (1926) ein, der eine mehrphasige Landschaftsentwicklungstheorie vertrat. SEEFELDER (1926) unterschied zwischen zwei verschiedenen, alten Landschaftsoberflächen. In den Jahren 1933 und 1934 untergliederte er diese zwei Landschaftsoberflächenformen dann weiter in drei Altlandschaften; die Verebnungsflächen, die in den verschiedenen Höhenlagen auftreten, bezeichnete er mit den Begriffen „Hochkönigniveau“, „Tennenniveau“ und „Gotzenniveau“. SEEFELDER erkannte die Ähnlichkeit der verschiedenen Höhenlagen und der einzelnen Verebnungen mit einem gleichmäßigen Anstieg des Alpennordrands gegen Süden. Er betrachtete die Stufen zwischen den Verebnungen als Erosionsränder, die durch eine Wandverwitterung zurückschritten. Auch der morphologische

Charakter der Verebnungen und ihrer Stufen wurde von ihm näher gekennzeichnet: Das Hochkönigniveau beschrieb er als eine nahezu ebene Oberfläche mit sanften Hängen und geringer Verkarstung. Im Gegensatz dazu beschrieb er das Tennenniveau als eine flachwellige Landschaft mit geringer Reliefenergie und intensiver Verkarstung in den alten, breiten Tälern.

Mit diesen Untersuchungen waren die Grundlagen der Geomorphologie in den Nördlichen Kalkalpen gelegt. Die weiteren Arbeiten setzten sich differenziert mit ihnen auseinander, lehnten ihre Ergebnisse ab oder nahmen sie an.

RATHJENS (1939) hat die Darstellung LICHTENECKERS übernommen. Er sieht vor allem die Reiteralpe Hochfläche als Rest der Raxlandschaft, die durch jüngere Störungen zu dem heutigen Relief verbogen wurde. GANSS (1939) aber lehnte diese Theorie ab. Er war der Meinung, dass das Hochkönigniveau nach SEEFELDNER und die Augensteinlandschaft als identisch zu betrachten sind, und er argumentierte weiter mit der Bruchtektonik als formgebendes Element. Er wies ferner auf jurassisch angelegte Flächen hin, die während der Kreide wiedererstanden sind und sich über das Tertiär bis heute gut erhalten haben. LECHNER (1951) schließlich vertrat die Meinung, dass die Vielgliedrigkeit einer Hochfläche auf die Wirkung nivaler chemischer und organochemischer Korrosion sowie glazialer Erosion zurückzuführen ist.

TOLLMANN (1968) diskutierte die paläomorphologische Entwicklung der Ostalpen, sein Schwerpunkt lag bei der Bestimmung des Alters der Altflächen. Er untersuchte das Auftreten von Augensteinen in den Sedimenten der Molasse und die inneralpine Landschaftsentwicklung und kam zu einer begründeten Altersangabe für die einzelnen Altlandschaften. Darüber hinaus hat er den von SEEFELDNER mehrmals betonten Zusammenhang zwischen den Hochfluren der Nördlichen Kalkalpen und den Zentralalpen unterstützt. Diese stratigraphische Auffassung TOLLMANN (1968) hat LEMCKE im Jahr 1984 bestätigt. Schließlich hat GRAF (1978) die Meinung vertreten, dass die Altlandschaftsreste nur in kleinen Verebnungen der höchsten Kuppen zu sehen sind und die tiefer gelegenen Verebnungsflächen ein Produkt eiszeitlicher Erosion seien.

Der Verlauf des Tertiärs in den Nördlichen Kalkalpen ist immer noch sehr umstritten. Die Theorie der tektonischen Bewegung hat sich als ausschlaggebend für die Landschaftsentwicklung ergeben. In letzter Zeit hat sich nach LANGENSCHIEDT (1986) die Meinung durchgesetzt, dass mehrere Einebnungszyklen an der Landschaftsentwicklung beteiligt waren.

Wie bereits erwähnt, war RATHJENS (1939) der Ansicht, dass in ihrem Hochflächenrelief die Reiteralpe und das Lattengebirge Reste der Raxlandschaft darstellen, da sich weder auf der Reiteralpe noch im Lattengebirge Augensteine finden lassen. Nach SEEFELDNER (1926) ist die Reiteralpe in zwei verschiedenen hohe Flächen zu teilen: in das niedrige, nördliche Plateau (1700m) und in die aufragende Hochfläche der Reiter Steinberge (2000m) im Süden. Nach einer weiteren Arbeit von SEEFELDNER (1933) wurden die Niveaus „Hochkönig-“, „Tennen-“, und das „Gotzenniveau“ auf die Reiteralpe übertragen. Das Hochkönigniveau entspricht demnach den auf 2100m gelegenen Reiter Steinbergen und ihrem flachen Relief. Das Tennenniveau zeigt sich in 1950m bis 2000m Höhe in zwei Karböden und teilweise ist es auf den Reiter Steinbergen wiederzufinden. Die inneren Plateauflächen, die um 1600m bis 1650m hoch liegen, sollen einem dazwischenliegenden Niveau zugehören. Das Gotzenniveau wird in etwa 1800m Höhe durch die Kuppen des nördlichen Plateauteils repräsentiert und auch durch die Leiste unter dem Großen und Kleinen Weitschartenkopf. Die Reiteralpe sei demnach in insgesamt vier verschiedene Landflächen zu unterteilen. RATHJENS kritisiert scharf die Annahme einer Tennen-, Gotzen- und dazwischen liegender Niveaus. Das Tennenniveau bestehe überwiegend aus dem Boden „zweier sehr undeutlicher Karformen, aus zwei runden Gipfelkuppen in gleicher Höhe und aus einer sehr unsicheren Leiste, die keinen Anhaltspunkt für den Rest einer Verebnungsfläche hergibt“ (RATHJENS, 1939:39). Das Gotzenniveau sei ebenfalls nur durch Kuppen und schärfere Gipfel des Plateaurandes vertreten. Dies reiche nach RATHJENS auf keinen Fall für eine Festlegung von Verebnungsflächen aus. Auch SEEFELDNER'S Argument des Ineinandergreifens der

verschiedenen Flächen wird von RATHJENS abgelehnt. Darüber hinaus ist das von SEEFELDNER benannte Roßkar nicht als Karform, sondern laut RATHJENS als Karstmulde anzusehen. Der unterschiedliche Formencharakter der Plateaus und ihrer verschiedenen Höhenlagen sei durch die Verkarstung in viel jüngerer Zeit bedingt (1939).

Aufgrund von Konglomeraten, die RATHJENS (1939) in einem Taltorso im Norden zwischen den Kuppen des Wartsteins und des Hirschecks, im Südosten auf den Reiter Steinbergen, am Prünzelkopf und auf dem Hohen Gerstfeld gefunden hat, ist er fest von der fluviatilen Entstehung der Konglomerate überzeugt. Eine solche Aufschüttung kann nur in Bächen stattgefunden haben, die auf dieser Höhe und in der Zeit der Raxlandschaft geflossen seien. Nun ist RATHJENS (1939) der Meinung, dass man von Verbiegungen und einer schwierigen Schollentektonik ausgehen muss, welche nach dem Altmiozän die Landoberfläche geprägt haben, wenn man die Einheitlichkeit der alten Oberfläche der Reiteralm postuliert, ohne zugleich der Niveau-Theorie von SEEFELDNER anzuhängen.

Verwerfungen und tektonische Brüche, die älter als die Raxlandschaft sind und wahrscheinlich der oligozänen Orogenese angehören, sind für die Formen des Landschaftsbildes von großer morphologischer Bedeutung. Der Verlauf der Dolinen, der großen Dolinen und Dolinengassen sind eindeutig an Störungen gebunden (GILLITZER 1912, DUFFY 2003), und hier befinden sich häufig typische Verwerfungsbrekzien. Die Reitersteinberge sind an Brüchen und an einer Flexur über das nördliche Plateau geschoben worden. Das Staffelbruchsystem der Steinberggasse ist in Form von mehreren parallelen Verwerfungen zu beobachten und die offenen Risse oder Spalten sind mit gelbrotten Brekzien gefüllt. Die Kontaktgrenze zwischen Lias und Gossau auf Dachsteinkalk liegt auf der Reiteralm im Inneren des Plateaus, der Dolomit erst in einer Höhe von 750 bis 800m. Aber in den Reiter Steinbergen schwingt sich der Dolomit hoch empor. Hier gibt es einen Aufschwung der Oberfläche von der Hifelwand (1819m) zu den Häuselhörnern (2250m), der gleichzeitig einen Aufschwung des Dolomits mit sich bringt. Gestaffelt steigt der Dolomit unter den Wänden der Mühlsturzhörner hinauf und erreicht die größte Höhe über dem Hochgscheid unter der Stadelmauer mit fast 1900m (RATHJENS, 1939). Diesen gewaltigen Aufschwung der Kalk-Dolomitgrenze unter den Reiter Steinbergen, der von der Oberfläche fast parallel begleitet wird, verdeutlicht zu Genüge die Verbiegung der bei noch ruhigerer Lage auf der Dachsteinkalkplatte entwickelten Raxlandschaft.

5.2 Die Augensteine – Augensteinlandschaft

Der Begriff „Augensteinlandschaft“, der von LICHTENECKER (1924) eingeführt worden ist, beschreibt eine Altlandschaft, die schwer morphologisch nachweisbar ist. Die Hochflächen und Plateaus der Nördlichen Kalkalpen sind zum Teil mit primären und sekundären Ablagerungen der Flussschotter, d.h. „Augensteine“, bedeckt, die im Wesentlichen aus Quarzen, Quarziten, verschiedenen Sandsteinen, Glimmerschiefer, Gneisen, Graniten, dunklen Kalken und Dolomiten bestehen, sehr gut gerundet und poliert sind und einige Millimeter bis Dezimeter groß sind. Die Augenstein-Ablagerungen wurden mit dem frühen Oligozän bis zum frühen Miozän, ca. zwischen 30 und 21 Mio. Jahren datiert (FRISCH et al., 2001). Die Augensteinvorkommen sind die Reste einer mittel- bis jungtertiären Schotterdecke, deren Geröllmaterial größtenteils aus den Zentralalpen herangeführt wurde und zum geringeren Teil aus mesozoischen Ablagerungen stammt. Der Name „Augenstein“ wird als lokale Bezeichnung für das Geröll verwendet, da die hellen, hochpolierten Quarze als Instrument zur Entfernung von Fremdkörpern aus dem Auge galten.

Der Begriff „Augenstein“ wurde erstmals von SIMONY (1851) zur Bezeichnung von Geröll alpiner Flüsse eingeführt und später von GÖTZINGER (1913) aufgenommen. Es gab verschiedene Theorien zum Entstehungs- und Transportmechanismus der Augensteine zu und auf den Hoch- und Plateauflächen. Nach FOULLON (1887) waren sie Reste kristallinischen Gesteins und SUEß

(1960) verstand sie als Eruptionerscheinung entlang von Verwerfungen. KERNER (in GÖTZINGER 1913) jedoch war der Auffassung, dass sie in den Mägen von Vögeln gerundet worden waren und so auf die Plateaus gebracht worden seien. Als Verwitterungsreste der Gosaukonglomerate hatte schließlich MACHATSCHEK (1922) sie erklärt. Die Theorie, dass die Augensteine als Reste von Flussschotter zu verstehen sind, hat sich inzwischen durchgesetzt (GÖTZINGER 1913, WINKLER 1928, WINKLER-HERMADEN 1950, TOLLMANN 1960 und RIEDL 1966 in LANGENSCHIEDT 1992).

Das Augensteinvorkommen ist meist auf den Hochplateaus der nördlichen Kalkalpen vorzufinden und vor allem an das Auftreten von Karstklüften, Karstschloten, an eingestürzte Höhlengänge oder an das Vorhandensein von gelbem oder rotem Verwitterungslehm gebunden, wie zum Beispiel im Dachsteingebiet (SOLAR, 1964). Hier hat das verwitterte Augensteinmaterial den Boden stark beeinflusst. Die Böden wurden unter einem subtropischen Klima gebildet, das bis zum Mittel-Miozän andauert hatte.

Die Erhaltung des Augensteinschotter ist an die Karstentwässerung und die Einschließung des Materials an und entlang tektonischer Störungen gebunden. Durch Schmelzwasser und Niederschlagswasser wurde das Augensteinmaterial in den karsthydrographischen Röhren in den Gebirgsstock transportiert und füllte raumartig zum Teil die Höhlen auf. Zusätzlich entstanden geschichtete Sandstein- und Konglomeratbänke. Ferner kam es an Verengungen auf stärker geneigten bis vertikalen Wegstrecken zur Ausfüllung der Karstschlote und -röhren mit Augensteinmaterial. Die Reste solcher Ausfüllungen sind die kleinen Sandstein- und Konglomeratvorkommen, die hautartig die Karstschoten und Röhren auskleiden.

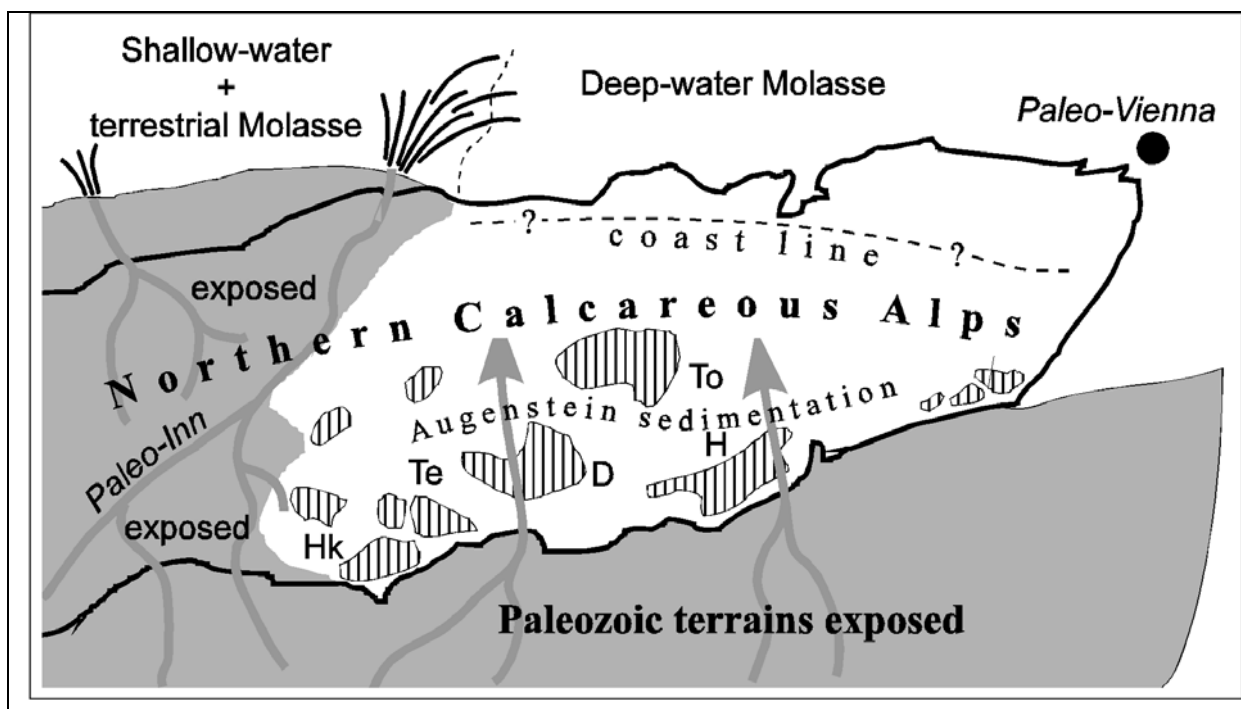


Abb.15: Paläogeographische Situation der nördlichen Kalkalpen und ihrer Umgebung während der Augensteinablagerung. Braune Schraffierung: Gebiete der exponierten Erosion. Weiß: Ablagerungsräume. Gezeigt werden der Paläo-Inn und andere Flüsse. Schwarz: paläogeographische Lage der NKA Plateaus, die leicht modifizierte Reste der prä-Augenstein-Oberfläche sind. Hk Hochkönig; Te Tennengebirge; D Dachstein; To Totes Gebirge; H Hochschwab. (FRISCH et al. 1998)

Ein großer Teil der zentralen und ein kleiner Teil der nördlichen Kalkalpen sind von Karstplateaus in Höhen zwischen 1800m und 2500m und Flächen bis zu 100km² auf Karbonatgestein gekennzeichnet. FRISCH et al. (2001) sind der Auffassung, dass die Hochplateaus als Reste der Prä-Augenstein-Oberfläche des früheren Oligozän oder des Spät- Eozän zu verstehen sind und in flachen und niedrigen Landschaften entstanden sind. Die Augensteinablagerung hat sich vermutlich als Ablagerungsdecke über den zentralen und den östlichen Teil der nördlichen Kalkalpen ausgebreitet und hat dabei die Karstpaläolandschaft weitgehend bedeckt (Abb. 15, S.38). FRISCH et al. (2001) ermittelte eine Augensteinablagerungsrate von 50m/Ma mit einer Mächtigkeit von mindestens 1,3km (den höchsten Stand im Dachsteingebiet). Die Mächtigkeit am Ostrand der nördlichen Kalkalpen müsste aber deutlich niedriger gewesen sein.

5.3 Der Hochkarst der Reiteralpe

Unter den Begriff „Hochkarst“ ist der gesamte Formenschatz der Karsterscheinungen des Kalkalpinen Hochgebirges zu verstehen (RATHJENS, 1951). Das Thema „Hochkarst“ wurde bereits von vielen Autoren untersucht, insbesondere um einheitliche Karstmerkmale und Karsterscheinungen im Hochgebirge nachzuvollziehen sowie eine Höhengliederung der Karsterscheinungen darstellen zu können. Im Jahr 1927 untersuchte bereits Lehmann das Totengebirge, um eine Höhengliederung der Karsterscheinungen festzulegen. Ihm folgten GOLDBERGER (1953), der den Hochkönig, und RATHJENS (1939, 1982), der die Reiteralpe, das Lattengebirge und die nördlichen Kalkalpen nach Karsterscheinungen im Hochgebirge untersuchten. Die Ergebnisse ihrer Arbeiten sollen im Folgenden aufgenommen und hinsichtlich der Übertragbarkeit ihrer Analysen auf das Untersuchungsgebiet diskutiert werden.



Foto 11: Der Hochkarst der Reiteralpe. Blick vom Edelweißlahnerkopf auf den grünen Reitertrett (06/2003).

In einer Höhe von 2600m bis 2100m befindet sich in den Nördlichen Kalkalpen eine Stufe, die an und unterhalb der Dauerschneegrenze gebunden ist, bei der die mechanische Wirkung des Frosts so groß ist, dass mechanische Verwitterung den Kalk zu kantigen Schutt zerlegt (RATHJENS,

1939). Im Untersuchungsgebiet ist an der Oberfläche des sehr kantigen Schutts eine Evidenz für eine rezente chemische Verwitterung gegeben, da sich feine Firstkarren gebildet haben. Der Prozess der chemischen Verwitterung kann nur nach der Zerlegung des Gesteins stattgefunden haben. Diese Stufe des **Scherbenkarstes** befindet sich im Untersuchungsgebiet auf einer Höhe von ungefähr 2100m auf dem Höhenzug vom Edelweißlahnerkopf über den Prünzlkopf (2081m) und die Reiter Steinberge (2060m) bis zum Böselsteig (DUFFY 2003). Der Begriff „Scherbenkarst“ ist nach WEINGARTNER (1983) kritisch zu betrachten. Er schlägt stattdessen den Begriff „Karrenschutt“ vor. Darunter versteht er das durch Frost- und Lösungseinwirkung aus den verschiedenen Karrenformen entstandene Zerfallsprodukt, welches entweder durch Scharfkantigkeit oder durch scharfe und abgerundete Kanten gekennzeichnet ist.

In der Anschließhöhe zwischen 1700m und 2300m in den nördlichen Kalkalpen befindet sich der Karrenkarst. In der Literatur finden sich dafür vielfältige, begriffliche Synonyme wie „**karrige Plattenlandschaft**“, „Karrenfelder“ und „Steinbretter“. Die eindeutig von Karren dominierte karrige Plattenlandschaft LEHMANN'S (1927) beginnt in den nördlichen Kalkalpen an der oberen Waldgrenze bei 1600m oder 1700m und reicht bis auf eine Höhe von 2100m-2200m, wo sie in eine Frostzone übergeht (RATHJENS, 1951). Hier geht es um eine flächenhafte Verbreitung von Karren, die von einem glazial geprägten, oberflächlich gerundeten Relief gekennzeichnet sind. Nach RATHJENS (1939) und nach meiner Ansicht (DUFFY 2003) dominieren in diesem halbnackten Karst über der Baumgrenze Kluft- und Rillenkarrren an den Hängen, die gegen die Plateauebene nach innen gerichtet sind. Der Grund für die zahlreichen Kluftkarren ist anhand der Störungen im Untersuchungsgebiet um den Edelweißlahnerkopf zu verstehen. Ein Blick auf die tektonische Karte (Abb. 7) bestätigt diese Erkenntnis. Nach GOLDBERGER (1951) ist seit dem Rückzug des Gschnitzgletschers am Hochkönig das Gebiet eisfrei, und mithin sind die Latschen und ihre starke Humussäure weit vorgedrungen. Deshalb bezeichnet LECHNER (1950 in GOLDBERGER, 1953) diese Kampfregion der Vegetation als die Zone der stärksten Kalklösung. FRÜH (1903) aber vertritt die Meinung, dass diese Höhe innerhalb der Zone maximaler Niederschläge liegt, was genug Evidenz liefert für das dominierende Vorkommen von alpinen Karren in dieser Höhe.



Foto 12: Karrenfelder der Reiteralpe am Edelweißlahnersteig (06/2003)

RATHJENS (1982) beschreibt die karrige Plattenkarst-Stufe insgesamt als eine einheitliche Stufe, obwohl er auf der Reiteralpe deutliche Grenzen nach oben und unten erkennt. Seiner Meinung

nach reicht die obere Grenze der karrigen Plattenlandschaft an die Reiter Steinberge, wo mechanische Frostverwitterung und Gesteinszerstörung die chemische Verwitterung überwiegt (RATHJENS, 1939). In diesem Bereich zerfallen die Karren zu einem „scharfgratigen, kantigen Schutt.“

Im Übergangsbereich zwischen den Karren der karrigen Plattenlandschaft und dem Bereich, in dem die Karren zu „scharfgratigen kantigen Schutt“ zerfallen, befinden sich meiner Beobachtung nach sehr spitz geformte Karren, die als Übergangsform neu zu bezeichnen sind (DUFFY 2003). Auf der Grundlage von Kartierungen im Untersuchungsgebiet tendiert der Autor dieser Untersuchung deshalb zu einer deutlichen Untergliederung der Stufe in eine, wie von RATHJENS (1939) beschrieben, „scharfgratigen, kantigen Schuttzone“, und einem zusätzlichen Übergangsbereich des „spitzartigen Rinnenkarrenkarsts“, der über der Baumgrenze liegt (1780m-1900m), und schließlich in eine tiefer, d.h. unterhalb 1800m gelegene, „karrige Plattenlandschaft“, die durch einen eher gerundeten Karrenkarst gekennzeichnet ist. Der „spitzartige Rinnenkarrenkarst“ liegt in einem Übergangsbereich, in dem die chemische Verwitterung noch die Oberhand behält und in dem es noch nicht zur Schuttbildung und Gesteinszerlegung gekommen ist. Dieser sehr ausgeprägte, sehr scharfe, eckige und spitze Charakter der Karren ist beeindruckend und stellt oft ein zusätzliches Hindernisse für die Bergsteiger im Hochgebirge dar. Allerdings muss mit diesem beschreibenden Begriff vorsichtig umgegangen werden. Der vom Autor dieser Untersuchung für den Übergangsbereich eingeführte Begriff des „spitzartigen Rinnenkarrenkarsts“ ist zu unterscheiden vom Begriff der „Spitzkarren“, der von BÖGLI, 1960 eingeführt wurde und scharfe bis messerscharfe Trennflächen von Rillenkarren im Kalkgestein bezeichnet, die auf eine unterschiedliche Lithologie im Gestein zurückzuführen sind (vgl. SWEEETING, 1972). Im Untersuchungsgebiet handelt es sich jedoch um spitzartige Rinnenkarrenformen von großem Ausmaß. Leider liegen keine morphometrischen Werte vor. Beobachtungen nach sind die Rinnenkarren bis zu einem Meter tief und können bis zu mehreren Dezimeter breit sein.

In dieser Höhe des karrigen Plattenkarsts ist das Niederschlags-, und vor allem das Schnee- sowie das Schmelzwasser der vorherrschende Faktor für die oberflächliche Kalklösung (RATHJENS, 1982). Dabei muss aber der CO₂ –Gehalt des Schneewassers jeweils genau untersucht werden, da über die Frage, wie CO₂-reich das Wasser tatsächlich ist und welchen Beitrag es zur chemischen Lösung leistet, die Annahmen vieler Autoren z.T. erheblich auseinandergehen, wie bereits in der Einleitung betont. (LEHMANN 1927, PARRY 1960 in GOLDIE & COX 2000, SCHUNKE, 1976, HÜTTL 1999, BÖGLI 1961, BAUER 1964, MIOTKE 1968, 1974 in HÜTTL, 1999:75, CORBEL 1959 in FORD & WILLIAMS 1989). In dieser Höhe spielen ferner nicht nur das Niederschlags-, Schnee- sowie das Schmelzwasser eine Rolle für die oberflächliche Kalklösung, sondern auch die Wirkung der mechanischen Verwitterung sowie der Einfluss der Vegetation und der dünnen Bodenschicht.

In der Regel ist die Ausbreitung der Karren überall in dieser Stufe zu finden und die Karren überziehen alle glazialen Abtragsformen (wie es auch in anderen Gebieten der Fall ist, auf Rundhöckern, Fellschwellen usw.). Diese Formen wurden ebenfalls mit der Annahme ihrer postglazialen Entstehung interpretiert (RATHJENS, 1982), da ein Gletschervorstoß diese Formen hätte zerstören müssen. Die tiefer gelegenen gerundeten Karren befinden sich in den waldbedeckten Gebieten und reichen bis auf ungefähr 1200m (+/-100m) am Wachterlsteig ins Tal hinab. Nach RATHJENS (1982) handelt es sich generell um Karren des Spätglazials, die bei einer tieferen Lage des Schnees und der Waldgrenze entstanden und später durch die Bodenbildung und die Humusdecke überformt worden sind (Foto 11, S.39).

Im Anschluss an den karrigen Plattenkarst (Karrenkarst) findet sich eine **Karrendolinenlandschaft** (LEHMANN, 1927), die sich nah an der Baumgrenze und nah an der oberen Waldgrenze befindet. Diese Landschaft wurde ebenfalls von LEHMANN (1927) als präglaziale oder interglaziale

Dolinenentstehung interpretiert, die glazial überformt worden ist und durch rezente Karrenbildung zerstört wurde.

Ein weiterer **Dolinenkarst** befindet sich meist erst in den tiefern Lagen unterhalb der Waldgrenze. In den reinsten Formen sind Dolinen unterhalb der Waldgrenze dort zu finden, wo sie offenbar an das Vorhandensein von Lockermaterial gebunden sind und in Abhängigkeit von einer dichten Vegetationsdecke bestehen (RATHJENS, 1951). Für die Dolinenbildung ist eine gleichbleibende Feuchte, wie sie unter Waldböden vorhanden ist, eine wichtige Voraussetzung. Außerdem befinden sich oft Moränenmaterial und Sedimentreste in vielen Dolinen im Hochgebirge, was auf eine Entstehungszeit vor der letzten Eiszeit hindeutet.

Dolinen befinden sich in der Regel in allen Höhen des Hochkarsts. In Höhen über die Baumgrenze um 1900m bis 2100m befinden sich im Gipfelbereich zwischen dem Edelweißlahnerkopf und dem Höhenweg bis zum Böselsteig zahlreiche, ihrem Durchmesser nach kleinere (1-2m) und metertiefe Dolinen, die an und durch perennierende und langandauernde Schneeflecken gebunden und entstanden sind.

Im Untersuchungsgebiet lässt sich eine zusätzliche Karsterscheinung feststellen, die RATHJENS (1939) als Sonderfall bezeichnete. Die zahlreichen kleinen Dolinenvorkommen des Gebiets des Reitertrett befinden sich in der Gosaukreide und nicht im Dachsteinkalk. Hier spricht RATHJENS (1939) von Dolinenfeldern, die an „granatengepflügte Felder“ erinnern (Foto Titelseite).

5.4. Der glaziale Formenschatz im Untersuchungsgebiet

Die glaziale Vergangenheit der Reiteralpe hat Spuren in ihrem heutigen Gesamtbild und ihrer Geomorphologie hinterlassen. Im Bereich des Reitertretts, dem Gebiet zwischen der alten und der neuen Traunsteinerhütte, das geologisch mit den Schichten Gosaukreide und Liaskalk zu bezeichnen ist, wurde nur gering glazial ausgeräumt (GILLITZER, 1912). Jedoch sind die Gosau Kuppen aus Gosaukalk durch die abschleifende Wirkung des Plateaugletschers zu Rundbuckeln bzw. Rundhöckern und Rundhöckernflüren geformt (DUFFY 2003), was für eine ausgeprägte, glaziale Kraft spricht (Foto 13 & Foto16, S. 44).

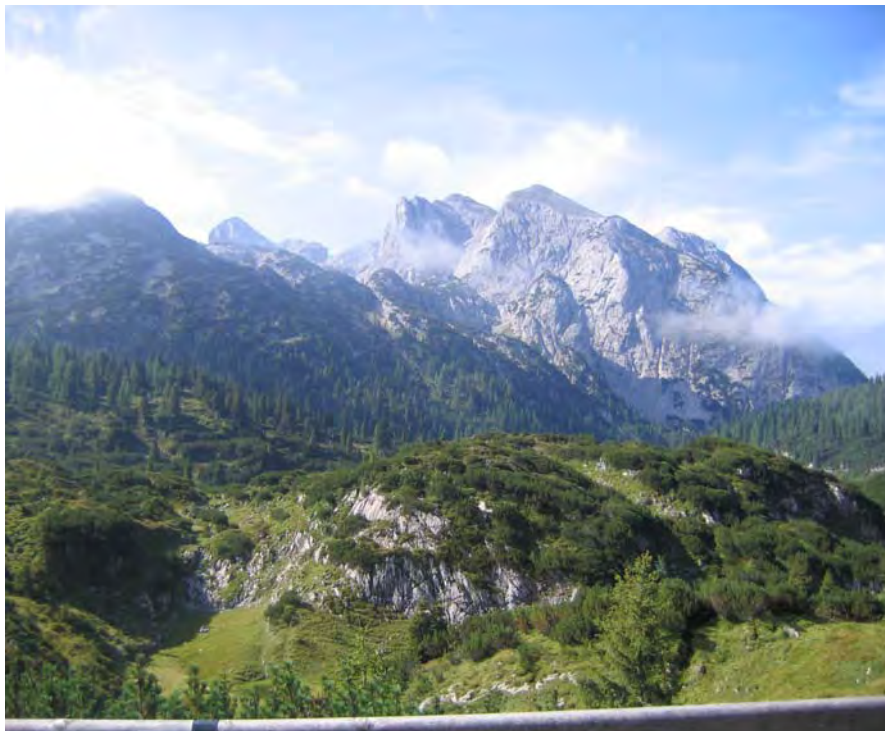


Foto 13: Rundhöcker am Reitertritt

Nach Norden, in Richtung Schrecksattel, sind die breiten Schichtköpfe, die hier steil einfallen, zu erkennen (Foto 14).



Foto14: Schichtköpfe an der Hirschwiese (2004)

In Bezug auf den Abflussverlauf des Eises und des Schmelzwassers sind Trogformen besonders gut im Osten des Untersuchungsgebiets zu erkennen, z.B. im Baumgartl, das als steile, schuttgefüllte Rinne von der Eisbergalm herabzieht. Zwischen Zirbeneck und Bäreneck befinden sich weitere Beispiele für Trogformen, die hier vielfach gestuft zum Talboden herabsinken (am Wachterlsteig). Am Alpasteig sind ebenfalls Trogformen zu erkennen.



Foto 15 : Blick vom Weitschartenkopf nach Nordosten zum Schwegelalm (08-2010)

Im Norden befindet sich zwischen den Kuppen des Wartsteins und des Hirschecks ein kurzer Taltorso, der von einem reinen Kalkkonglomerat ausgefüllt wird (RATHJENS, 1939). Das Konglomerat besteht aus größerem Geröll des Dachsteinkalks und ein beträchtlicher Anteil aus rotmergeligem Kalk, der auf eine stärkere Liasbedeckung der Reiteralm zurückgeht. Für dieses Taltorso und deren Konglomerate wurden von GILLITZER (1912) ein diluviales Alter und eine glaziale Entstehung angegeben. Er hielt es für möglich, dass das Tal noch älter sein könnte, da eine tiefgründige Verwitterung und eine Lehmschicht ein älteres Zeitalter als wahrscheinlich erscheinen lassen. Die Oberfläche des Konglomerats ist vom Eis überformt und von groben Moränenblöcken überdeckt worden, was RATHJENS (1939) als Beweis gegen eine würmeiszeitliche Entstehung anführt.

Im Süden und vor allem auf den Reiter Steinbergen sind die Karformen (Mühlsturzhörner-, Stadelhorn-, Wagendröschelhorn- und Plättelköpfekar) vollendet ausgebildet und noch gut erhalten. Eine nur schwach ausgeprägte Form nördlich des Bärenecks hatte RATHJENS (1939) ebenfalls als Kar, genauer: als Karstwanne identifiziert. GILLITZER (1912) beobachtete, dass echte Kare auf der Reiteralpe fast völlig fehlen. Am Südosthang südlich der Reiter Steinberge um 1800m sind die Weg-, Feuer-, Beibelkaren usw. als echte Kare zu klassifizieren.



Foto 16: Rundhöcker am Reitertrett . Waldgrenze, Kampfzone, Baumgrenze. Blick auf den Reitertrett im Vordergrund und auf die Reiter Steinbergen im Hintergrund (07/02)

6. Vegetationskartierung der Reiteralpe: Eigene Ergebnisse

6.1 Das Ziel der Vegetationskartierung ist

1. die Erfassung der Artenzusammensetzung, die Artenanordnung sowie ihre Zonierung in den verschiedenen Vegetationshöhenstufen. Die unterschiedlichen Landschaftseinheiten der verschiedenen Vegetations-Höhenstufen sind hinsichtlich der Artenzusammensetzung und Vegetationsanordnung unterschiedlich und geomorphologisch, anthropogen, Relief und klimatologisch bedingt.
2. Das zweite Ziel der Vegetationskartierung ist die Identifizierung von kalkfremden Arten im Untersuchungsgebiet. Dies ermöglicht eine Identifizierung allochthoner Flugstäube.
3. Das dritte Ziel ist die Bestimmung des Bedeckungsgrades der Vegetation im Untersuchungsgebiet und die Klassifizierung der Vegetationsbedeckung und ihrer Oberflächenrauigkeit. Die Ergebnisse der Klassifizierung werden statistisch analysiert. Dazu werden die rezenten Flugstaub Ablagerungsräume untergliedert nach ihrer räumlichen Abhängigkeit und den spezifischen Bodenentwicklungsmerkmalen.

6.2 Zur Nomenklatur der Höhenstufen

Das Untersuchungsgebiet der Reiteralpe hat einen Höhenunterschied von 1192 Höhenmetern: die Schwarzbachwacht mit einer Höhe von 889m NN, der Edelweißlahnerkopf mit 1953 m NN und der Prünzelkopf mit 2081 m NN. Diese große Höhendifferenz zusammen mit der klimatischen Differenzierung, die Unterschiede in der Geologie und die verschiedenen Böden, sowie der Einfluss des Massenerhebungseffekts prägen die Vegetation in den unterschiedlichen Höhenstufen.

Die Grenzen der einzelnen Vegetationshöhenstufen sind in der Regel nicht scharf. Unterschieden werden können sie jedoch nach Exposition, Lage und vor allem hinsichtlich der klimatischen Schwellenwerte. Die Nomenklatur der Höhenstufen bzw. die Bezeichnung der Hauptstufen *kollin*, *montan*, *subalpin*, und *alpin* wird in der Literatur einheitlich verwendet, allerdings variieren die Angaben zu den Höhengrenzen und zur Untergliederung der einzelnen Stufen sehr. ELLENBERG 1996, SCHROEDER 1998 und BRAUN-BLANQUET 1964 verwenden die Begriffe rein ökologisch und belegen sie nicht mit Höhenangaben. LANDOLT 1992 und SCHMIDT 1969 verwenden die Höhenstufen-Nomenklatur und legen die Grenze der Stufen in Abhängigkeit vom Auftreten oder Verschwinden einer Vegetationseinheit. Für die montane und subalpine Stufe existiert keine einheitliche Nomenklatur.

Bei kleinräumigen Untersuchungen korrelieren die klimatischen Schwellenwerte mit den Vegetationstypen und Höhenangaben. Die Höhenstufenomenklatur dieser Arbeit basiert auf Grundlage der Höhenzonierung der Vegetation der Berchtesgadener Alpen durch den Nationalpark Berchtesgaden sowie der Arbeit von SCHMIDTLEIN (2000) bzw. der von ihm adaptierten Einteilung nach OZENDA (1998).

Vegetationshöhenstufen

Zum genaueren Verständnis der verschiedenen Höhenstufen müssen die Monatsmittel-Temperaturen und die Vegetationsdauer herangezogen werden. Die in dieser Arbeit verwendeten Temperaturdaten für die Reiteralpe beruhen auf den Messungen der Station Watzmannhaus um 1923m und denen der Station Predigtstuhl im Lattengebirge um 1578m (ENDERS, 1979). Die Vegetationsperiode mit einer mittleren Monatstemperatur von $> 5^{\circ}\text{C}$ und einer Wachstumsperiode für Bäume mit einer mittleren Monatstemperatur von $>10^{\circ}\text{C}$ lässt sich an Tab. 5 ablesen.

Tab. 5: Mittelwerte von Beginn, Ende und Dauer (Tage) der Lufttemperaturwerte von 5 und 10°C des Watzmannhaus 1923 m und Predigtstuhl(Lattengebirge) 1578m (ENDERS, 1979).

Station	Höhe (m)	$> 5^{\circ}\text{C}$			$> 10^{\circ}\text{C}$		
		Beginn	Ende	Dauer (T)	Beginn	Ende	Dauer (T)
alpine Stufe	1923	21.5	5.10	138			
subalpine Stufe	1578	7.5	13.10	160	25.6	2.9	69

Die Vegetationskartierung fand mehrmals im Untersuchungsgebiet (Juni 2003, 2004, 2005 und Sept. 2006) statt und basiert auf den wichtigsten und häufigsten Vegetationsgesellschaften, ihres Vorkommens und ihrer Ausbreitung in Abhängigkeit von den Höhenlagen. Ein weiteres Ziel war die Überprüfung des Vegetationsvorkommens und ihre Ausbreitung hinsichtlich des rezenten äolischen Eintrags im Oberboden.

6.3 Die Vegetation der montanen Stufe (700-1400m)

Die montane Stufe erstreckt sich von 700 (600)m NN bis auf ca.1400 (1300)m NN. Im Untersuchungsgebiet liegt diese auf der Schwarzbachwacht 889m NN bis unterhalb des Standortes der Großen Doline 1 (1439m NN) an der Schwegelalm. Nach den Klimadaten des Nationalparks (SCHMIDTLEIN, 2000) beträgt in dieser Stufe die Vegetationszeit (Anzahl der Tage mit Temperaturen über 5°C pro Jahr) mehr als 160 Tage, das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 4°C und die Juli-Monatsmittel-Temperatur übersteigt $12,5^{\circ}\text{C}$ (Tab.3, S.20/Tab.5/Abb. 6, S. 22).

In den tiefmontanen Lagen herrscht der montane Bergmischwald bis auf 1140mNN vor, vorwiegend geprägt durch Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Weißtanne (*Abies alba*), Gemeine Fichte (*Picea abies*) und Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*). Der Talbereich an der Schwarzbachwacht ist gekennzeichnet durch einen sehr großen Bestand an roter Fichte (*Picea abies*). An den von Lawinen betroffenen Stellen des Wachtelsteigs treten kleinräumig Fichte, Buche und Bergahorn auf.

Im Übrigen treten entlang des Wachtelsteigs kleinräumig auch die Grauerle, die Gemeine Esche, der Bergahorn und die Bergulme auf. Kiefernwälder bzw. die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), breitet sich stärker aus und finden sich besonders häufig auf flachgründigen Standorten. Ab 1140 m NN ist eine Zunahme des Fichtenanteils zu beobachten.

An den unteren und mittleren Hängen der hochmontanen Stufe dominieren eindeutig nadelbaumreiche Bestände von Fichten und Lärchen (*Larix decidua*). Die Obergrenze der montanen Stufe liegt bei 1400 (1300) m und fällt mit der natürlichen Verbreitungsgrenze der Buche

zusammen (SCHMIDTLEIN, 2000). Der Übergang in die subalpine Stufe wird durch das Auftreten von Lärchen-Zirben-Wäldern markiert.

6.4 Die Vegetation der subalpinen Stufe (1400-1900m)

Die subalpine Stufe erstreckt sich von 1400 m NN bis auf rund 1900 m NN. Diese Arbeit folgt der Nomenklatur nach SCHMIDTLEIN (2000), wonach eine untere, mittlere und obere subalpine Stufe zu unterscheiden sind. Die Vegetationszeit dauert auf der subalpinen Stufe rund 140 bis 160 Tage, das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt bei 2-4°C und die mittlere Juli-Temperatur bei 10-12,5°C.

6.4.1 Vegetation der unteren subalpinen Stufe (1300 –1550m)

Die Vegetation der unteren subalpinen Stufe ist durch fichtenreiche Waldgesellschaften (*Picea abies*) und Fichten-Lärchen-Wälder gekennzeichnet. Die Lärchen-Zirben-Wälder *Larici-Pinetum cembrae* treten erst bei 1310 m NN auf, die ersten Zirbenkiefern (*Pinus cembra*) bei 1290 m NN in einer Trogform am Wachterlsteig. Die Lärchen-Zirbenwälder breiten sich großräumig bis auf 1620m NN aus und enden in der Karrendolinenlandschaft der mittleren subalpinen Stufe. Hier dominieren Latschenkiefern (*Pinus mugo*), Zirbenkiefern (*Pinus cembra*) treten nur vereinzelt auf.

Die Zirbe ist anhand ihrer oben gerundeten Krone leicht zu erkennen (Foto 17). Sie ist kein typischer Baum des Nördlichen Alpenraumes. Hauptsächlich kommt sie im kontinental geprägten Klima der Zentralalpen vor und wächst auf Höhen von 1700 m bis 2400 m, maximal 2800 m. Die Zirbe ist extrem frosthart und daher für diese Höhen gut geeignet. Ferner braucht sie nur wenig Wärme, eine Vegetationszeit von 70 Tagen reicht aus (Aas et al., 1987). Das Auftreten der Zirben auf der Reiteralpe lässt sich aufgrund des Massenerhebungseffekts des Hochgebirges erklären, der im Einflussbereich des stärker kontinentalen Zentralalpenklimas mit hohen Sommertemperaturen gegeben ist. Es befindet sich hier der größte Zirbenbestand Deutschlands.

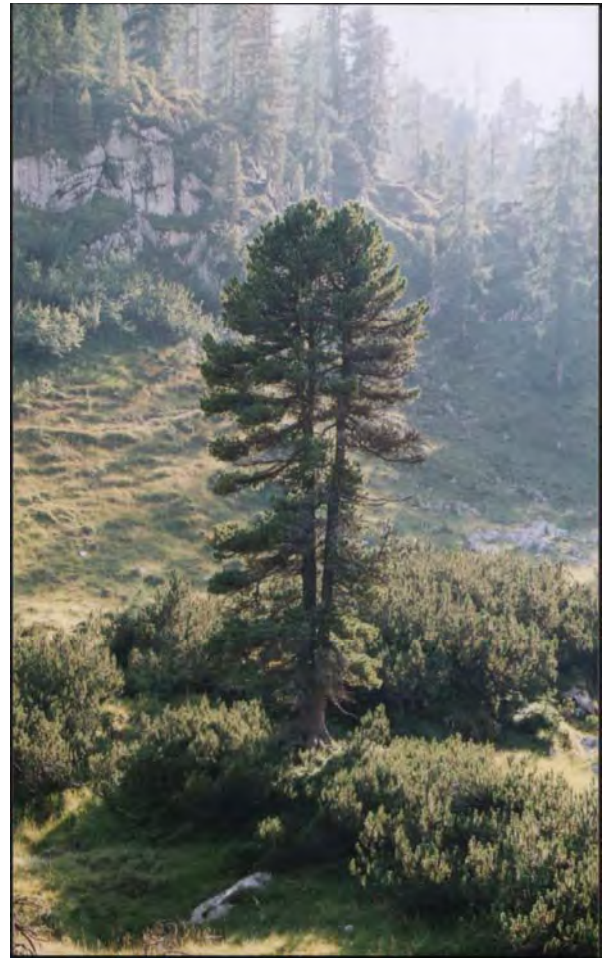


Foto 17: *Pinus cembra* an der Saugasse (07/2002)

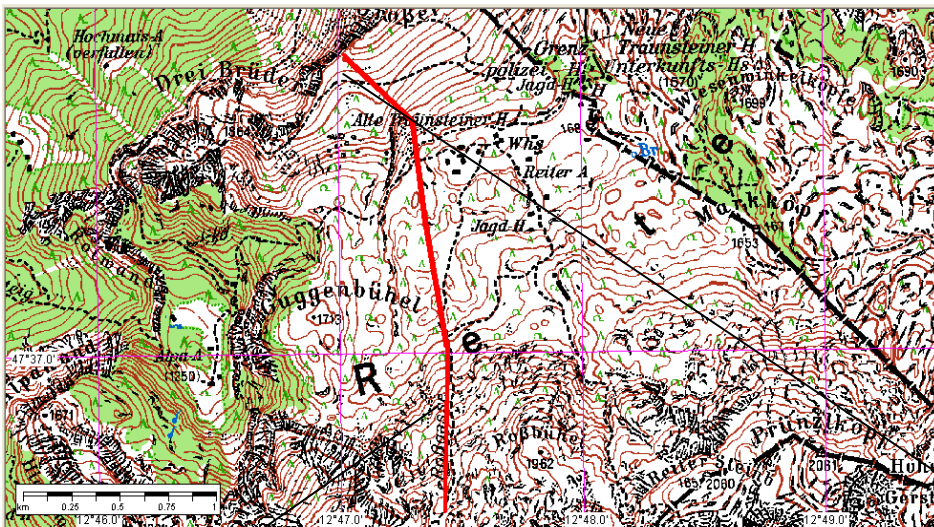
Laut Literaturangaben, wächst die *Pinus cembra* häufig auch auf silikatischen Böden. Die Ergebnisse aus Beobachtungen im Untersuchungsgebiet zeigen auch, dass die Verbreitung von *Pinus cembra* auch auf einen weiteren Faktor zurückzuführen, nämlich die Verbreitung der Samen durch den Eichelhäher. Dieser verteilt jährlich zwischen 30 000 - 80 000 Samen und ist in der Lage 90 % davon wieder zu finden. So lässt sich auch das ungewöhnliche Vorkommen von *Pinus cembra* im Lattengebirge erklären.

Rasengesellschaften prägen den Charakter der Großen Dolinen und der Dolinenfelder an der Schwegelalm und in der Saugasse. Am Rand der Großen Dolinen und Dolinenfelder treten Fichten-Lärchen-Zirben-Wälder und die *Latschenkiefer* auf. Die Baumücken in den Dolinen haben ihren Grund darin, dass die Dolinen als Kaltluftsammler dienen und daher für den Baumwuchs ungeeignet sind. SWEETING (1972) bestätigt die These. Es siedeln sich hier jedoch die alpinen Rasengesellschaften an.

Die Wurzeln von *Pinus mugo* und *Rhododendron hirsutum* finden Schutz in den tiefen Rinnen-, Wand- und den Rundkarrenformen. Diese Formen bieten einen optimal geschützten Standort und führen zudem Bodensicker- und Regenwasser.

Vegetations-Kartierung entlang des Profils Rossgasse-Weitschartenkopf

Das Profil Rossgasse-Weitschartenkopf ist in mehrere makro- und mikrotopographische Einheiten unterteilt worden: alpine Schuttbereich, alpine Rasen, obere subalpine Hangschulter, oberer subalpiner, steiler Südhang, mittlere subalpine Mulde. Neben den einzelnen makrotopographischen Einheiten sind mikrotopographisch bedingte Vegetationsräume genauer untersucht worden. Sie lassen die Evidenz des äolisch rezenten Eintrags im Vegetationsspektrum erkennen.



Senke

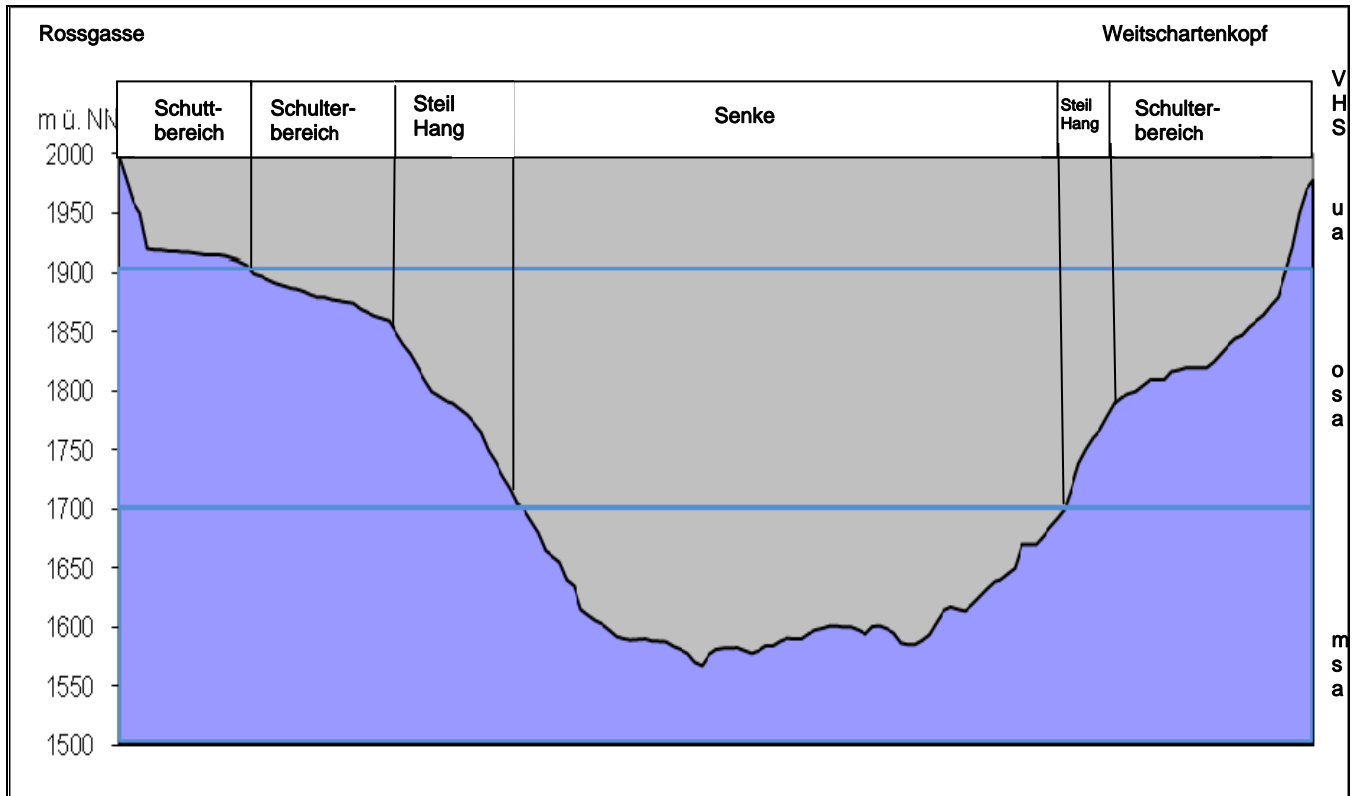


Abb. 16: Profile entlang Catena Rossgasse im Süden bis Weitschartenkopf im Nordwesten. (VHS: Vegetationshöhenstufen: ua untere alpine, osa obere-subalpine, msa mittlere-subalpine)

6.4.2 Vegetation der mittleren subalpinen Stufe (1500-1700m)

In der mittleren subalpinen Stufe dominieren vor allem auf den Karrenfluren, die Latschengebüsche, der Krummholzbewuchs (*Rhododendron hirsutum*) und die Zwergsträucher (*Vaccinia-Rhododendretum ferrugineum*). Die Lärchen-Zirben-Waldgrenze befindet sich bei 1630 m. In der sogenannten „Kampfzone“ sind die Legföhre und die Latsche (*Pinus mugo*) weit verbreitet. Auf den wärmeren Hängen sind die *Pinus mugo* mit der *Erica* vergesellschaftet, auf den schattigen Hängen mit *Rhododendron hirsutum*.

Die Legföhrenbestände sind wärmeliebende Gesellschaften und benötigen trockene Standorte. Sie sind in der Regel über sehr große, undurchdringliche Flächen verteilt. Im Untersuchungsgebiet sind sie an den Rundkarren in der mittleren subalpinen-Vegetationshöhenstufe besonders auffällig verteilt und konzentriert, sowie vereinzelt in der oberen subalpinen-Vegetationshöhenstufe des Süd-, sowie W- und N-Hanges. Im Untersuchungsgebiet spielt die Hangneigung zur Südseite eine wesentliche Rolle bei der räumlichen Verteilung bis auf 1900 m. Die Legföhrenfreien Gebiete der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe des Südhanges sind durch anthropogenen- durch das Holzsammeln der Almbewohner für die Sommer- und Wintermonate - räumlich verteilt. Die Legföhrenbeständen treten zusammen mit Pionieren wie *Carex firma*, *Saxifraga caesia*, *Primula auricular*, *Gentiana clusii*, *Sesleria varia*, *Rhododendron hirsutum* auf.

Die Streu der Vegetation spielt eine wichtige Rolle für die chemische Verwitterung des Dachsteinkalks, da sie biologisch nur schwer zu zersetzbar ist. Sie reichert sich in den mächtigen Rohhumusaufgaben der Tangelrenzina an. Beim Abbau der Rohhumusaufgaben werden H⁺-Ionen aus organischen Säuren bereitgestellt, die die Aggressivität des Bodensickerwassers erhöhen und damit die Kalklösung intensivieren. Die Rohhumusartiger Moder des Pech-(Tangel)rendzina-Profiles (Profil 02-Dolfeld1) ergab einen pH-Wert von 5,87 (DUFFY 2003).

Im Reitertrett und auf den Almflächen der Reiteralpe wächst das feine Gehälme der Rostsegge. Die Rostseggenrasen (*Caricetum ferrugineae*) bevorzugt feuchte und tiefgründige Böden, die gerade an diesen Standorten die Glanecker Schichten sowie die Dacksteinkalkschichten bieten.

Die **Klüfte** sind meist besetzt mit der Felsenbirne (*Amelanchier ovalis*). Die schroffen Hanglagen besitzen sporadisch auftretende Nelkengewächse: das stengellose Leimkraut (*Silene acaulis*), die Stein-Nelke (*Dianthus sylvestris*), aber auch zierliche Glockenblume (*Campanula cochlearifolia*) und vor allem die unterschiedlichsten Steinbrechgewächse (*Saxifragaceae*). Der blaue Eisenhut (*Aconitum napellus*) bevorzugt lockere, humusreiche, feuchte Böden mit hohem Kalkgehalt. Ebenfalls gut vertreten ist *Rhododendron hirsutum*. Am Fuße der Klüfte gedeiht die Alpentroddeblume (*Soldanella alpina*). Sie siedelt an feuchten, besonders kalkhaltigen Schnee- und Schneeböden. Auf diesen steilklüftigen Wänden gibt es in den Klüften und Nischen kleine Mengen an Feinerdeakkumulation, die der Vegetation Halt bieten.



Foto 18: Kluffvegetation am Reitertrett (7/2002)

Bodenuntersuchungen des Materials solcher Klüfte sind in einer Störung in einer Höhe von 1830m, in der oberen subalpinen Höhenstufe, durchgeführt worden, die eine eindeutige Evidenz eines rezente äolischen Eintrags in der Bodenprobe ergeben haben: Profil 04-RG-K3, *siehe Anhang S.110*: CaCO₃ (55%), SiO₂ (11%), Zirkon (32%) Turmalin (8%), Rutil (8%), Epidot & Zoisit (40%), Chromspinell (1%). Anstehend ist der Dachsteinkalk.

Großflächige Rasengesellschaften treten zwischen 1500 m und 1650 m NN im Gebiet des Dolinenfeldes 1, an der Saugasse und im Reitertrett auf. Sie sind gebunden an die Oberkreide-Gosauschichten (mittlere Gosau und untere bis mittlere Gosau), den Lias-Schwellenkalk und den Dacksteinkalk der Plateauebene. Auf dieser Höhenfläche existiert ein artenreicher Gebirgsrasen aus Stauden und Zwergsträuchern. Darüber hinaus treten vor allem die Gattung *Rhododendron hirsutum*, Azaleen, Erica-Arten (*Erica carnea*), Alpenaster (*Aster alpinus*) Zwergweiden (*Salix reticulata*), die verschiedensten Weidengewächse (*Salicaceae*) und Beerenarten (Heidelbeere, Erdbeere, Himbeere, Blaubeeren) auf. Ferner finden sich auch die Geophyten (*Liliaceen* und *Orchidaceen*), die Hochstauden, der Gelbe Enzian (*Gentiana lutea*) und *Gentiana Purpurea*.

Im Reitertrett kommen auf inselartigen, **trockenen Erhebungen** Rostsegge (*Carex ferruginea*) und kleinblütige Segge (*Carex parviflora*) vor. Darüber hinaus sind Schneeheide (*Erica carnea*), Augentrost (*Euphrasia salisburgensis*) und Frühlingsfingerkraut (*Potentilla verna*) gut vertreten, die trockenen, kalkhaltigen und humosen Boden bevorzugen.

In den **feuchten Gebieten** vor allem im Reitertrett gedeihen auf 1570 m NN in sehr großen Beständen verschiedene Wollgrasarten (*Eriophorum scheuchzeri*, *Eriophorum latifolium*). An der Ostseite des Almgebiets, im Bereich des



Lias-Schwellenkalks und der Gosau, kommt es in Zusammenarbeit mit dem Boden zu einer Wasserstauwirkung, so dass das Wasser an der Oberfläche in zahlreichen kleinen Wasserkanalsystemen abfließt, die sich in den im Osten liegenden Höhleneingang entwässern. Die Ausbreitung des Wollgrasses deckt diese sehr ausgeprägte Nassstelle in den Sommermonaten ab.

Foto 19: Wollgras am Reitertritt

Rund um den feuchten Höhleneinzugsbereich am Reitertritt ist ebenfalls eine Vielfalt an Vegetation zu finden. An Stellen mit austretendem Hangwasser tritt die Spargelbohne (*Tetragonolobus maritimus*) auf. Sie wächst auf basen- und kalkreichen, nassen und verdichteten Tonböden. Schweizer Moosfarn (*Selaginella helvetica*) haftet sich an den schattigen Felsen des Höhlenbereichs. Der Wiesen-Labkraut (*Galium mollugo*) benötigt basenhaltige frischen Lehmboden, und ist daher hier gut vertreten. Gestütztes Läusekraut (*Pedicularis recutita*) ist in den subalpinen Quellfluren verbreitet zusammen mit der Kugelteufelskralle (*Phyteuma orbiculare*) und dem Stengellosen Leimkraut (*Silene acaulis*). An den feuchten Felsen am Rand des Reitertritts ist das Alpen Fettkraut (*Pinguicula alpine*) verbreitet, während an den feuchten schattigen Kalkfelsen vor allem der Berg-Blasenfarn (*Cystopteris montana*) wächst.



Foto 20: Höhleneingangsbereich und die feuchte Anzeiger

Ein großer Teil des Reitertritts wird als **Weidegemeinschaft** genutzt, das Wasser zur Vieh-Tränke angezapft. Das Weidevieh hinterlässt seine Spuren auf der Vegetation. Dies führt auf den Grasflächen zu einem größeren Angebot nicht mineralisierter, organischer Substanz, was das Gedeihen stickstoffliebender, großblättriger Unkräuter begünstigt. Präsent sind der Alpenampfer (*Rumex alpinus*) zusammen mit dem Guten Heinrich (*Chenopodium bonushenricus*), die Große Brennnessel (*Urtica dioica*), das Alpenrispengras (*Poa supina*) und der Wegerich (*Plantago major*). Auf der Weidealm gedeihen sie Bestens, vor allem, weil sie vom Vieh als Nahrung gemieden werden, wuchern sie aus und breiten sich großräumig aus.

Am **Südhang des Reitertritts** kommt die Silberwurz (*Dryas octopetala*) an steinigen Boden zahlreich vor. Oberhalb des baumfreien Bereichs am Reitertritt gedeihen Preiselberren (*Vaccinium vitis idaea*) im Lärchen-Zirbenwald. Ebenfalls am Randbereich des Reitertritts in unmittelbarer Nähe zum Baumbestand ist vor allem die raublättrige Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) verbreitet. Sie bevorzugt kalkhaltige, humose Standorte.

6.4.3 Vegetation der oberen subalpinen Stufe (1700-1900 m)

Die Vegetation der oberen subalpinen Stufe ist hauptsächlich durch den Legföhrengürtel gekennzeichnet. Der allmähliche Übergang der Lärchen-Zirben-Waldgrenze ab 1630 m (+/-50 m) in Einzelbäume und in Baumgruppierungen von Zirben und Lärchen bis zur reliefbedingten Baumgrenze bei 1750 m sind charakteristisch für diese Höhenstufe.

Darüber hinaus ist die obere subalpine Stufe durch das *Caricetum firmae* charakterisiert. Sie siedeln, zusammen mit den Steinbrech-Gewächsen *Saxifragaceae*, vor allem auf den kompakten, flach- bis tiefgründigen Karrenflächen und führen zur Ausbildung von gerundeten, oft breiten und tiefen Karrenformen.

Auf den frischen, kalkarmen Böden ist die Scheuchzer Glockenblume (*Campanula scheuchzeri*) vertreten. Auf den steinigen, trocken, weniger mächtigen Böden der Steilhänge sind der Silbermantel (*Alchemilla alpina*), Silberdistel (*Cartina acauli*) und der Wiesenklees (*Trifolium pratense*) weit verbreitet.

Hänge mit mittlerer- und geringer Hangneigung sind durch einen höheren Feuchtigkeitszustand gekennzeichnet, Schulterbereich am Weitschartenkopf.

Auf den **feuchten Wiesen** und Böden treten Gewöhnlicher Frauenmantel (*Alchemilla vulgaris*), Gewöhnliches Rispengras (*Poa trivialis*), sowie Quellgras (*Catabrosa aquatic*) auf, auf wechselfeuchten Böden hauptsächlich das Sumpferzblatt (*Parnassia Vulgaris*) und das Gefleckte Johanneskraut (*Hypericum maculatum*). Der Oberbodenhorizont am Weitschartenkopf ist so nährstoffreich, dass er von der Großen Brennesel (*Urtica dioica*) besiedelt wird.

Kalkfelsvegetation in der oberen, subalpinen Stufe an der Rossgasse bei 1830m: Die Blütenpflanzen bzw. Felsspaltenpflanzen benötigen die Spalten im Felsen als Wurzelraum. Das lebensnotwendige Licht für die Photosynthese durchdringt die Spalten und das Wasser. Es gibt feine Haarrissen im Fels, cm-breite, sowie mehrere cm-tiefe Klüfte an der teils steilen Felsoberfläche. Zu finden sind: Stengelfingerkraut (*Potentilla caulescens*), Dolomiten-Fingerkraut (*Potentilla nitida*), Aurikel (*Primula auricula*), Gletscher Hahnenfuß (*Ranunculus glacialis*). Krustenflechten besiedeln die Kalkfelsoberflächen. Die Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*) gilt als silikatischer Felsvegetationsanzeiger.

Am **steilen Südhang** des Weitschartenkopf tritt Magerrasen auf. Im Unterschied zum Nordhang ist er längere Zeit im Jahr schneefrei. Am **Nordhang** des Edelweisslahner dominiert auf 1720 m NN in der oberen subalpinen Stufe der Plattenkarst. Der Schichtreppenkarrst dieser Hochkarsteinheit ist von einer gering mächtigen, kalkhaltigen, trockenen und humosen Bodendecke gekennzeichnet. Auf sauren Böden tritt *Pinus cembra* auf, die von Heidelberre (*Vaccinium myrtillus*) und Preiselbeere (*Vaccinium villis idaea*) begleitet werden. Auf dem trockenen, kalkreichen Substrat kommen Gewöhnlicher Seidebast (*Daphne mezereum*), Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*), Schweizer Glockenblume (*Campanula*), Salzburger Augentrost (*Euphrasia salisburgensis*), Gewöhnliches Leimkraut (*Silene vulgaris*), *Erica carnea*, Grauer Alpendrost (*Adebostyles alliarae*), Eberrauten Greiskraut (*Senecio abrotanifolius*), Wald-Witzwenblume (*Knautia silvatica*), Zwerg-Wacholder (*Juniperus sibirica*) und Alpen-Pfaffenröhrchen (*Taraxacum alpinum*) vor.



Foto 21: Süd- und Nordhang-Vegetation, Blick vom Weitschartenkopf nach Süden

6.5 Die Vegetation der alpinen Stufe (1900/2000m)

Der Übergang der Vegetation in die alpine Stufe mit einer Höhe von über 2000(1900) m NN ist nur durch Zwergstrauchheiden an der untersten Stufe und - je nach Standort – durch alpinen Rasen, sowie Schutt- und Felsenspalten-Gesellschaften gekennzeichnet. Hier liegt die Dauer der Vegetationszeit unter 140 Tage, das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt unterhalb von 2° C und die mittlere Juli-Temperatur liegt um 9° C (Tab.3, S.20/Tab.5, S. 46/Abb. 6, S. 22).

Die alpine Stufe zeigt sich als eine ganz besonders pflanzenreiche Stufe: Rasengesellschaften, Kalkmagerrasengesellschaften, Rostseggenrasen (*Campanula thyrsoides*) und Polsterseggenrasen (*Caricetum firmae*) treten in der untersten Zone nahezu flächendeckend auf und gehen in eine inselartige Bedeckung oberhalb von 2000 m NN über.

Zwischen den Karrenflächen, bzw. auf **Kalkfels und Schutt** siedeln sich die Polsterseggenengesellschaften an, darunter *Carex firma* und den **blaugrünen Steinbrech** (*Saxifraga caesia*). Die Polstersegge ist eine kälte- und windharte Pionierpflanze, die im Kalkfels und Schutt kleinflächige Rasen bildet. Sie dienen als Wasserspeicher für die Vegetation der oberirdischen Kleinkarstformen. Aufgrund der konstanten Zufuhr gespeicherten Regenwassers wird die chemische Verwitterung gefördert. Die oberirdischen Kleinformen des Karstreliefs sind weit im Untersuchungsgebiet verbreitet. Wind und Trockenheit, Schnee und Sickerwasser werden gleichermaßen ertragen. *Carex firma* braucht unmittelbaren Wurzelkontakt zum Kalksubstrat, Zu den charakteristischen Arten gehören: *Saxifraga caesia*, *Chamorchis alpine*, *Gentiana clusii*, *Gentiana verna*, *Sesleria varia*, *Anthyllis alpestris*, *Dryas octopetala*, *Primula auricular*, *Silene acaulis*, *Ranunculus alpestris*, *Festuca pumila*, *Erica herbacea*, *Salix retusa*, *Salix reticulata*.

Die blumenbunte **Alpenmatte** ist von den Blütenständen des Borstgrases (*Nardus stricta*) überragt. Die flächenhafte Erscheinung der Rasengesellschaften ist allein reliefbedingt, da die stark verkarsteten, schichtgebundenen Plattenkarstformen, die tiefen Klüfte, die sehr spitzen Karren, die kleinen, gerundeten Dolinen und andere Hohlformen zum einem einen Schutz für die Vegetation bieten, zum anderen die Akkumulation von Feinerde ermöglichen. Die Reitersteinberge sind durch

ihre großräumig exponierten Flächen gekennzeichnet. Kurz nach der Schneeschmelze blühen auf den windgefegten Buckeln die Spaliere der Gemsheide (*Loiseleuria procumbens*). Die Windheideteppiche können den hohen Windgeschwindigkeiten eines Föhnsturmes oder Gewittersturmes (20m/s), wie sie für das Untersuchungsgebiet typisch sind, standhalten. Auch dem Inneren des Teppichs kann wegen des sehr dichten Kronenschlusses, der Wind nichts anhaben. Die Arten der Zwergstrauchstufe sind: *Vaccinium uliginosum*, *V. Vitis-idaea*, *V.-myrtillus*, *Cladonia arbuscula*, *Empetrum Hermaphroditum*; die Arten der Alpenen Rasen: *Luzula lutea*, *Juncus trifidus*, *Leontodon helveticus*, *Viola alpine*, *Biscutella laevigata*, *Salix retusa*, *Carex capillaries*, *Campanula alpina*.



Foto 22: Die blumenbunte Alpenmatte am Schottmalhorn 2045m

Ab 1800-1850 m NN, am **Nordhang** des Edelweisslahner, ist die Pionierflora schon erkennbar. Hier treten Enziangewächse (*Gentianaceen*), insbesondere *Gentiana clusii*, *Gentiana verna* sowie *Gentiana kochiana*, die Polsternelke (*Silene acaulis*) und Hahnenfußgewächse (*Ranunculus alpestris*) und Fedrige Flockenblume (*Centaurea nervosa*) auf. Dazu kommen der Silberwurz (*Dryas octopetala*), der ein Leitfossil kaltzeitlicher Sedimente ist, die Gemsheide (*Loiseleuria procumbens*), das immergrüne Felsenblümchen (*Draba aizoides*), das sich an extreme Standorte in Felsspalten und auf den exponierten Graten dieser Höhe gut angepasst hat. Auf den Fels- und Schuttfächen treten ferner inselartig Flechten und Moose auf.

Charakteristische Arten am **N-W Hang** der Rossgassemulde auf einer Höhe zwischen 1970 - 2000 m NN gedeihen auf **frischem, kalkreichem Substrat**: Salzburger Augentrost (*Euphrasia salisburgensis*), Grüner Streifenfarn (*Asplenium viride*), Ähren-Läusekraut (*Pedicularis rostratospicata*), Silberwurz (*Dryas octopetala*), Scheuchzer Göckenblume (*Campanula scheuchzeri*), Tannenbärlapp (*Lycopodium selago*), Schwarze Schafgarbe (*Achillea atrata*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Brutknöterich (*Polygonus viviparum*), Alpen Gemschresse (*Pritzlago alpine*), Schweizer Labkraut (*Galium megalospermum*), Ästiger Enzian (*Gentiana ramosa*), Brillenschöttchen (*Biscutella levigata*), blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesis*) und auf den **wechselfeuchten steinigen bis mageren Böden**: Fetthennensteinbrech (*Saxifraga aizoides*), Fadenwurzelige Segge (*Carex chordorrhiza*) auf.

Auf **Matten und grasigen Felshängen** gedeihen: Alpenstraußgras (*Agrostis alpina*), Stengelloses Leimkraut (*Silene acaulis*), Alpen-Pfaffenröhrchen (*Taraxacum alpinum*), Zweiblütiges Veilchen (*Viola biflora*), Gold-Pippau (*Crepis aurea*), Sand-Veichen (*Viola rupestris*).

6.6 Teilzusammenfassung: Ergebnisse der Vegetationskartierung

a) Die Baumlücke in den Dolinen

In der subalpinen Vegetationshöhenstufe sind die dominanten Pflanzengesellschaften der Vegetations-Hohenstufen an geomorphologische und klimatologische Faktoren gebunden. In den großen und kleinen Dolinen der unteren- und mittleren subalpinen Höhenstufe kommt kein Baumwachstum vor, obwohl die klimatologische Begebenheit bzw die Vegetationszeit, die auf der subalpinen Stufe rund 140 bis 160 Tage dauert, das Jahresmittel der Lufttemperatur bei 2-4°C und die mittlere Juli-Temperatur bei 10-12,5°C liegen, dies ermöglichen würde. Lediglich am Rand der großen Dolinen und Dolinenfelder treten Fichten-Lärchen-Zirben-Wälder und *Pinus mugo* auf.



Foto 23: Die Dolinen als Kaltluftsammler und die Baumlücke, Baumwuchs am Rande. Standort an der Saugasse 2004

Der Grund für die Baumlücke in den Dolinen ist darin zu sehen, dass die Dolinen als Kaltluftsammler keinen Baumwuchs ermöglichen (DUFFY, 2003). Im Untersuchungsgebiet sind Temperaturunterschiede an der Alten Traunsteiner Hütte und an einer Almhütte im Reitertritt (Kaser Ferdl) von bis zu 5°C gemessen worden. Hier siedeln sich die alpinen Gräser- und Rasengesellschaften an.

b) Die Verbreitung von *Pinus mugo* in der unteren- und mittleren-subalpinen Stufe ist mikrotopographisch reliefbedingt. Sie besiedelt die Karren der Karrendolinenlandschaft. Deutlich zeigt sich diese Feststellung im Untersuchungsgebiet zwischen der Saugasse und dem Schrecksattel. Zwischen den Karren findet man Lärchen-Zirben-Wälder (*Larici-Pinetum cembrae*). In der Karrenlandschaft der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe ist der *Pinus mugo* weithin verbreitet. In der schattigen Karrenlandschaft mit ihren steilen Hängen ist der Zwergstrauchgürtel mit *Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron ferrugineum* überwiegend im karrigen Plattenkarst und Schichttreppenkarst vertreten. Am Südhang kommt der *Pinus mugo* teils flächendeckend vor,

vor allem im Gipfelbereich der deutschen Seite des Weitschartenkopfs. Auf der österreichischen Seite ist sie am Steilhang auf Karböden, mikrotopographisch und reliefbedingt flächendeckend vertreten, am Südhang dagegen nur inselartige oder gar nicht. Hier sind die Rasengesellschaften und die blumenbunte Alpenmatte sind von der einerseits endigen Blütenstände des Borstgrasses *Nardus stricta* verbreitet. Der Grund dieser Verteilung ist anthropogen bedingt. Die Almbauern benötigen die Flächen für das Vieh und schneiden die *Pinus mugo* weit zurück, um mehr Land zu gewinnen. Außerdem benötigt man das Holz für die Sommer- und Herbstmonate auf der Alm. .

c) Das zweite Ziel der Vegetationskartierung ist die Erkennung und **Identifizierung von kalkfremden Arten** im Untersuchungsgebiet, die hier nur selten und schwer auffindig zu machen waren. So konnten in der mittleren-, oberen- und alpinen-Vegetationshöhenstufe keine silikatliebenden Arten entdeckt werden. Anthropogene Faktoren überwiegen hier so sehr, dass selbst Indizien nicht auszumachen sind. Nur da wo kein Wild, keine Vieh- oder Schafherden vordringen können finden sich Hinweise auf silikatliebende Arten. Das sind vor allem die steilen, schroffen Felswände der NW-Hänge der oberen subalpinen Höhenstufe (ca.1830 m NN). Hier ist die Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*) identifiziert worden. Sie gilt als silikatischer Felsvegetationsanzeiger.

d) Das dritte Ziel der Kartierung der Vegetationshöhenstufen war die Unterteilung des Bedeckungsgrades der Vegetation im Untersuchungsgebiet und die **Klassifizierung der Vegetationsbedeckung** und die Oberflächenrauigkeit. Der Grad der Vegetationsbedeckung wurde in Abhängigkeit von der Mikrotopographie untersucht, ebenso ihre Abhängigkeit von Bodenbildung und vom rezenten äolischen Flugstaubeintrag.

Die Vegetationsbedeckung im Untersuchungsgebiet wird in dieser Arbeit klassifiziert nach:

- dem prozentuellen Vegetationsbedeckungsgrad. Dieser reicht von keinem bzw. schwachen Vegetationsvorkommen (z.B. Felsbereich) im Bereich von 0-20% bis hin zu einem Vegetationsvorkommen von 100%, also einem sehr dichten Vegetationsvorkommen mit Rasengesellschaften und dichten Baumbeständen.
- die Vegetationshöhe, die von cm-Höhen (Pflanzen) bis zu m-Höhen (Bäume, Sträucher) reicht, und
- der Artenzusammensetzung.

Der Parameter „Vegetationsbedeckungsgrad“ wird unterteilt in vegetationsfrei, vegetationsarm, sowie vegetationsdicht.

Die von Vegetation freien Flächen deuten auf ein fehlendes bis schwaches Vorkommen des Vegetationsvorkommens (vf) hin. Flächen hingegen, die von Matten und Rasengesellschaften besiedelt sind, erhalten die Nomenklatur Vegetationsbedeckungsgrad arm (va), Flächen mit einem dichten Vegetationsbedeckungsgrad, kennzeichnet durch Rasengesellschaften in Zusammenhang mit Baumgewuchs und Waldvorkommen erhalten die Nomenklatur Vegetations dichter Bedeckungsgrad (vd). Tab. 6 & 7 fassen die Zusammensetzung der Arten und den Schlüssel zusammen:

Tab. 6: Artenzusammensetzung und Grad der Vegetationsbedeckung

Grad der Vegetationsbeckung	Artenzusammensetzung
frei	<i>Carex firma, Saxifraga caesia, Chamorchis alpine, Gentiana clusii, Amelanchier ovalis, Silene acaulis, Dianthus sylvestris, Campanula cochlearifolia, Saxifragaceae, Aconitum napellus, Gentiana verna, Sesleria varia, Anthyllis alpestris, Dryas octopetala, Primula auricula, Silene acaulis, Ranunculus alpestris, Festuca pumila, Erica herbacea, Salix retusa, Salix reticulata.</i>
arm	<i>Agrostis alpina, Chenopodium bonushenricus, Eriophorum scheuchzeri, Eriophorum latifolium, Carex ferruginea, Carex parviflora, Erica carnea, Euphrasia salisburgensis, Potentilla verna, Urtica dioical, Poa supina,</i>

	<i>Plantago major Silene acaulis, Taraxacum alpinum, Viola biflora, Crepis aurea, Viola rupestris, Nardus stricta, Vaccinium uliginosum, V. Vitis-idaea, V.-Myrtillus, Cladonia arbuscula, Empetrum Hermaphroditum, Luzula lutea, Juncus trifidus, Leontodon helveticus, Viola alpine, Biscutella laevigata, Salix retusa, Carex capillaries Campanula scheuchzeri, Alchemilla alpine, Cartina acauli, Trifolium pratense, Alchemilla vulgaris, Poa trivialis, Catabrosa aquatic, Paarussia Vulgaris, Hypericum maculatum</i>
dicht	<i>Lärchen-Zirben-Wälder Larici-Pinetum cembrae, Pinus mugo, Vaccinia-Rhododendretum ferruginei, Erica, Rhododendron hirsutum.</i>

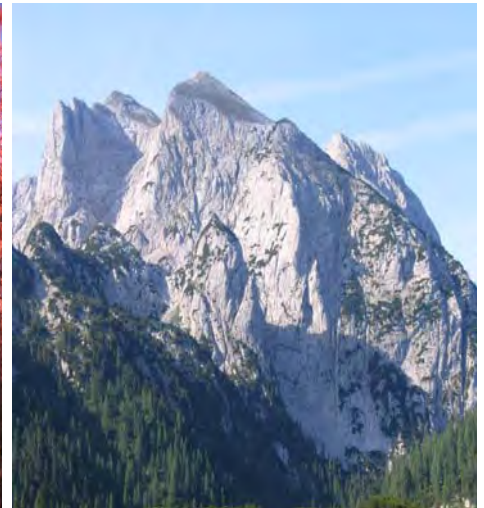


Foto 24: armer Bedeckungsgrad,

Foto 26: dichter Bedeckungsgrad

Foto 27: Felsbereich freier Bedeckungsgrad

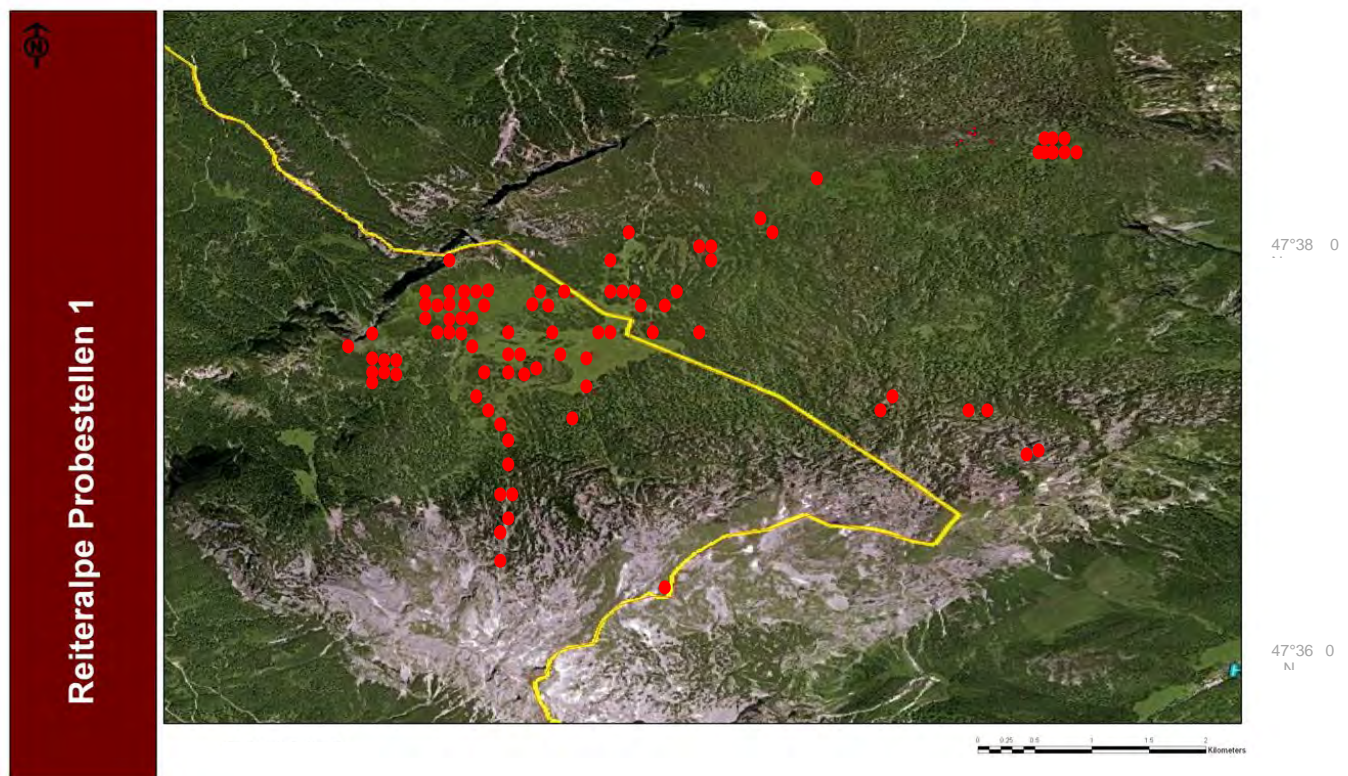
Tab. 7: Zusammenfassung: Vegetationsbedeckungsgrad und Schlüssel

Vegetationsbedeckung	Schlüssel	Kennzeichnung
Vegetationsfrei	Vf	Fehlende bis schwach bedeckt
Vegetationsarm	Va	Matten und Rasengesellschaften
Vegetationsdicht	Vd	va+Baum+ <i>Pinus mugo</i> Bestände

Diese Klassifizierung ermöglicht vor allem eine räumliche und statistische Analyse der Mikrotopographie in Abhängigkeit von der Bodenbildung und vom rezenten, äolischen Flugstaubeintrag.

7. Das Bodeninventar: Das räumliche Bodenmuster und die Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen der Hauptbodentypen auf der Reiteralpe

In Rahmen der vorliegenden Arbeit sind insgesamt 61 Bodenprofile im Untersuchungsgebiet erhoben worden. Jeder Bodenhorizont ist physikalisch und chemisch analysiert. Dieses und die folgenden Kapitel halten die Ergebnisse dieser Untersuchungen fest.



Karte 3: Das Untersuchungsgebiet, die Probestellen für die Bodenkartierung

Anmerkungen zur Verwendung der Fachtermini der Bodenkunde:

Autochthone Böden bezeichnen Bodentypen, die in situ entstanden sind.

Allochthone Böden bezeichnen Böden, die im Ober- und/oder Mineralbodenhorizont beeinflusst worden sind. Die Bodenbildung ist im strengen Sinn nicht in situ entstanden, sondern war äolisch beeinflusst. Unter Rendzina versteht man z.B. im Allgemeinen einen autochthonen Boden. Wenn der Oberbodenhorizont aber von einem rezent äolischen Eintrag betroffen war, ist er als „allochthone Rendzina“ zu bezeichnen. Die in dieser Arbeit untersuchten Böden wurden mit dem Ziel der Klassifizierung der Substrat-Decken in diese beiden Kategorien unterteilt.

Zur Nomenklatur der im Untersuchungsgebiet analysierten „Terra fusca“ ist festzustellen, dass der Tongehalt des untersuchten *Terrae fuscae*-T-Horizonts nicht den aus der Literatur bekannten Tonanteil von 45-65% (AG BODEN, 1994) erreicht. In dieser Arbeit ist von „Braunerde-Terra fusca“ oder „Rendzina-Terra fusca“ die Rede, wenn der Tongehalt des Mineral Bt/Bu/T-Horizonts so außerordentlich hoch ist, dass er als noch spezifisch für diese Bödentypen anzusehen ist.

7.1 O/C-Böden und Rendzinen

Mit dem skelettreichen, oft humusreichen Ah-Horizont steht die in der Regel wenig mächtige Rendzina über Festgestein. Rendzinen (Ah/C) sind junge, karbonatreiche, humose Böden. Durch physikalische und chemische Verwitterung, die durch die Karbonatlösung unterstützt wird, kommt es zur Entstehung der Rendzina. Durch die chemische Verwitterung werden die Karbonate und Sulfate ausgewaschen, wodurch Silikate und Oxide freigesetzt werden. Diese bilden den Lösungsrückstand, woraus sich allmählich das Solum bildet. Der Lösungsrückstand des Ausgangsgesteins im Untersuchungsgebiet beträgt bei Dachsteinkalk 1-5%, bei Gosaukalk 1-1,5%, sowie 43% bei den Glanecker Schichten. Letztere sind vor allem tonreich.

7.1.1 Die räumliche Verbreitung der Rendzinen

Die räumliche Verteilung der Rendzinen lässt sich sehr präzise im Untersuchungsgebiet identifizieren (Karte 4, S. 100). Die autochthonen Rendzinen treten fast ausschließlich am Nordhang auf. Ein Grund dafür liefert die mechanische Frostverwitterung am Nordhang. Der Schutt führt zur Weiterentwicklung der Rendzina. In der Regel verwittern Südhang-Rendzinen langsamer als Nordhang-Rendzinen (SCHEFFER, SCHACHTSCHNABEL, 1992). Die Rendzinen am Südhang genießen mehr Sonneneinstrahlung, werden weniger durchfeuchtet und der Lösungsprozess der Karbonate ist bei höheren Temperaturen geringer. Im Untersuchungsgebiet sind die Mächtigkeiten der Rendzinen gut voneinander zu unterscheiden (Abb. 17). So lässt sich genau erkennen, dass am Nordhang fast ausschließlich autochthone Rendzinen auftreten. Die Bodenmächtigkeiten der Rendzinen sind am Süd- und am Nordhang fast identisch, während sich am Südhang in komplexen Bodenvergesellschaftungen mehr allochthone Rendzinen befinden und diese eine höhere Bodenmächtigkeit aufweisen. Die Südhang-Rendzinen werden durch rezente äolischen Eintrag sowie durch lithogene Faktoren stark beeinflusst, so dass mächtigere allochthone Rendzinen am Südhang entstehen. Am Nordhang treten weniger allochthone Rendzinen auf, die Ausnahme im Untersuchungsgebiet befindet sich am Edelweisslahner (Profil 06-EWL). Der rezente äolische Eintrag sowie lithogene Gegebenheiten führen hier zu einer Bodenmächtigkeit von 60cm.

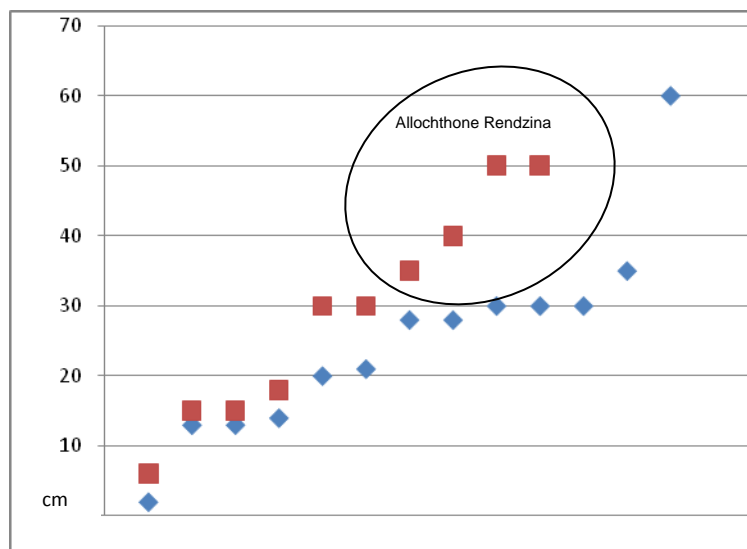


Abb. 17: Bodenmächtigkeit der Rendzinen im Untersuchungsgebiet am Nord- (blau) und Südhang (rot) und ihre Bodenmächtigkeit (cm)

Im Untersuchungsgebiet liegt eine Vielfalt autochthoner Rendzinen vor. Die **Mullrendzina** besitzt einen dunkeln und mächtigen humosreichen Ah-Horizont mit bis zu 20% organischer Substanz (04-GBA2, 04-RGAA). Der organische Anteil ist fest mit dem Mineralkörper verbunden. Der Ah-Horizont ist karbonathaltig und liegt unmittelbar am Ausgangsgestein. Der hohe pH-Wert und die Ca-Sättigung unterstützen stark die Tätigkeit von Bodenorganismen, was zu einem Krümelgefüge im Ah-Horizont führt, hervorgerufen durch den Kot von Würmern. Trotz des hohen Tongehalts sind die Rendzinen gut durchlüftet. Der Horizont führt viele unzersetzte Pflanzen und Organismenreste. Die Mullrendzina befindet sich an Steilhängen mit geringer Solummächtigkeit und einem hohen Skelettgehalt, was die chemische und physikalische Verwitterung begünstigt.

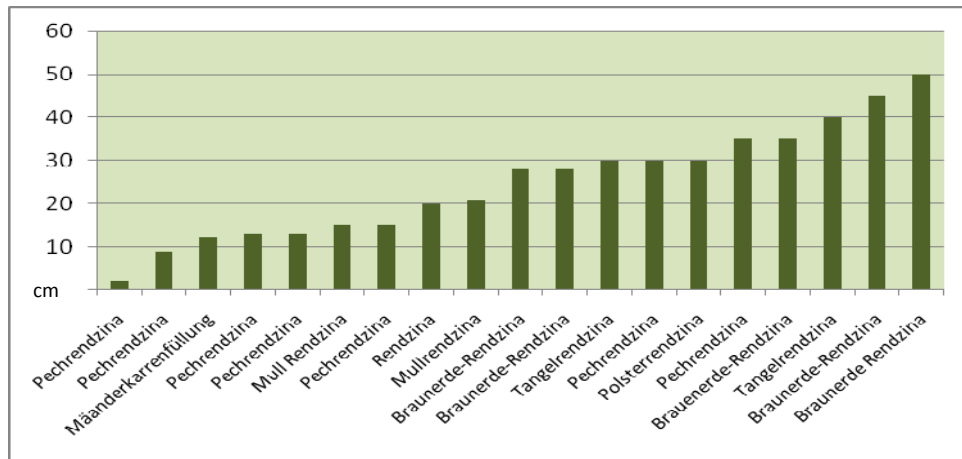


Abb. 18: Bodenmächtigkeit (cm) der Rendzina-Typen im Untersuchungsgebiet

Die **Tangelrendzina** Of/Oh/Ah/C weist im Untersuchungsgebiet eine am Profil gemessene mächtige Humusaufgabe von 30-60cm auf. Die erst von KUBIENA (1953) beschriebenen typischen Tangelrendzinen bevorzugen *Erica carnea* und Kiefernwälder an steilen Hängen. Solche mächtigen Tangelrendzinen befinden sich im Untersuchungsgebiet am Schichtkopf- und Schichttreppenkarst sowie an den Rillen- und Rundkarren.



Foto 28: Profil 04-GBSattel. Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk

Die mächtigen sauren Tangelrendzinen befinden sich in den mittleren und oberen subalpinen Vegetationshöhenstufen in direktem Kontakt mit zwergstrauchreichen Fichten-, Lärchen- und Kiefernwäldern und dichtem Latschengebüsch mit mächtigem sauren Tangelhumus. Die organische Auflagehumus kann bis auf das Ausgangsgestein liegen. Die Streu ist schwer zersetzlich aufgrund des kühlen, feuchten Gebirgsklimas.

Die **Pechrendzina** ist ein sehr auffälliger, tiefschwarzer feucht-humoser Bodentyp der mittleren bis oberen subalpinen Vegetations Höhenstufe. Der Bodentyp ist mineralarm und besteht aus Of-, Oh-

Horizonten. Die Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen eines Pechrendzina-Profiles wird im Anschluss besprochen. Die Pechrendzina befindet sich im Untersuchungsgebiet in Klüften, Störungen und abgelagert auf Blöcken in Sturzhängen. Sie tritt in den meisten Fällen als autochthone Boden auf mit einer Ausnahme in der Rossgasse (04-RG-H), wo sie in allochthone Form auftritt. In der von Lawinen gesuchten Sturzbahn des steilen Nordhangs an der Rossgasse konnte ein Mineralreichtum im äolisch abgelagerten Material durch Proben nachgewiesen werden. Dieses weist einen SiO₂-Anteil von 37%, einen Al₂O₃-Anteil von 13%, Fe₂O₃-Anteil 5 % und einen geringen karbonatischen Anteil von 7% auf.

Die **Polsterrendzina** bevorzugt im Untersuchungsgebiet die steilen Felswände des Nordhangs der oberen subalpinen- und alpinen Stufe sowie die Kluftkarren am Südhang der mittleren subalpinen Stufe. Sie wird von polsterbildenden Pionierpflanzen besiedelt: *Dryas octopetala*, *Carex firma*, *Silene acaulis*. Die Böden weisen geringe Solummächtigkeiten von 13-30cm auf. Ihre flachen humosen Körper können auch als Of- Oh- und Ah-Horizont gekennzeichnet werden. Der Oh-Horizont besteht vorwiegend aus schwarzem, frischen bzw. pechartigem Collembolenkot, der von Kalksplit durchsetzt ist.

Tab.8: eine Zusammenfassung Bodenmächtigkeit (cm) der Rendzinen in Abhängigkeit von der Exposition

Profil	Bodentp	Mächtigkeit (cm)	Aspekt
04-RG AD	Stürzhalde-Pechrendzina über Dachsteinkalk	2	N
04-RG AB-I-III	Pechrendzina über Dachsteinkalk	13	N
04-RG H2-I-III	Allochthone Pechrendzina über Dachsteinkalk	13	N
04-RG K1	Pechrendzina	14	N
04-RG K2	Pechrendzina	20	N
04-RG AA-I-III	Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk	21	N
04-GrD2-A-I-III	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk	28	N
04-RG H4	Braunerde-Rendzina	28	N
04-RG AC-I-III	Polsterrendzina über Dachsteinkalk	30	N
05-PLK-A	Tangelrendzina über Dachsteinkalk	30	N
05-PLK-B	Tangelrendzina über Dachsteinkalk	30	N
04-RG H2b-I-IV	Allochthone Braunerde über autochthone Rendzina aus Dachsteinkalk	35	N
06-EWL II	Allochthone Rendzina-Terra fusca über Residuallehm aus Dachsteinkalk	60	N
04-GBA-3-I-III	Polsterrendzina über Dachsteinkalk	6	S
04-GBA-2-I-III	Allochthone Mull-Rendzina über Dachsteinkalk	15	S
04-WS2b-I-III	Allochthone Pechrendzina über Dachsteinkalk	15	S
04-GBA-4	Polsterrendzina über Dachsteinkalk	18	S
04-NIX A-I-IV	Tangelrendzina	30	S
04-NIX E-I-III	Pechrendzina	30	S
04-WSK-Weg I-VI	Pechrendzina	35	S
04-GrBS-I-V	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk	40	S
04-GBA-1-I-V	Allochthone Braunerde über autochthone Rendzina über Dachsteinkalk	50	S
06-WSK	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk	50	S

7.1.2 Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen

Profile Beschreibung: 02-Dolinenfeld 2

Anhang, S. 49

Substrat: Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät)
Horizontabfolge: L/Of/Oh/Cn

Bodentyp: Tangelrendzina (Pechrendzina)
Klasse Ah/C-Böden

Es handelt sich um eine Pechrendzina auf anstehendem Dachsteinkalk im Übergang zur i. e. S. Tangelrendzina der subalpinen Stufe.

Die Streu des 4cm mächtigen Tangelhumus bzw. L-Lagen besteht überwiegend aus den schwer zersetzlichen Pflanzenresten von *Pinus mugo* sowie *Rhododendron hirsutum*. Klimatisch betrachtet spielen die kühlen Hochgebirgstemperaturen sowie die hohen Niederschlagsraten eine zentrale Rolle beim Streuabbau. Die Zersetzung des Streus wird hierdurch sehr verzögert. Der Of-Horizont und dessen Streu ist am oberen Horizont leicht zersetzt, während am unteren Teil des Horizonts der Streu mäßig zersetzt ist. Der Horizont weist eine rotbräunliche Farbe auf und wird mit zunehmender Mächtigkeit immer dunkler. Dieser Horizont weist einen hohen organischen Anteil auf. Er besteht überwiegend aus Nadel- sowie Blätterstreu, ist geschichtet gelagert und in seinem Gefüge krümelig, trocken sowie von Latschenkiefern stark durchwurzelt.

Der bodenphysikalisch und -chemisch untersuchte Oh-Horizont ist dicht, sehr schmierig und weist eine hohe Feuchtigkeit auf. Dieser Horizont ist pechschwarz (10 YR 2/2), enthält 12,13% CaCO₃ und ist deshalb als stark carbonathaltig zu bezeichnen (AG BODEN, 1994). Der gemessene Kohlenstoffgehalt von 44,66% besteht aus 43,21% organisch gebundenem Kohlenstoff und aus 1,45% anorganisch gebundenem Kohlenstoff. Ein Glühverlust von über 83% bestätigt den Befund des hohen organischen Anteils sowie des hohen Feuchtigkeitsanteils. Es wurde ein pH-Wert von 5,87 gemessen. Der Oh-Horizont beschreibt eine saure, stark carbonatreiche Moderauflage. Die Pulver-Röntgen-Diffraktometer-Analyse (RDA) ergab, dass die Röntgen-Peakflächenlagen von Quarz, Kalifeldspat und Albit das Röntgenspektrum eindeutig prägen [Qz, Kf, Al >> Cc, Dol].

Die tonmineralogischen Eigenschaften dieser Probe zeigen einen hohen Kaolinitanteil von 65%. Zu beachten ist der Anteil der quellfähigen Illite von 35% und das völlige Fehlen der Chlorite. Es wurden keine unregelmäßigen Wechsellagerungsminerale nachgewiesen. Der hohe Anteil an Kaolinit und Illit ist auf die Verwitterung von Feldspat, Foiden und Glimmer zurückzuführen. Auf Grund des hohen organischen Anteils der Probe wurde hier keine Korngrößenanalyse laut DIN 19683 durchgeführt. Qualitativ betrachtet kann man auf einen hohen Schluff- und Tonanteil schließen.

Die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen eine chemische Zusammensetzung aus SiO₂ (6%), CaO (4%), Al₂O₃ (3%) und Fe₂O₃ (1%) sowie Zink (226ppm) und Blei (163ppm). Die Ergebnisse der Schwermineralanalyse (Gesamtspektrum) in der Korngrößenfraktion 0,1-0,25mm weisen einen hohen Anteil an Granat (36%), Hornblende (30%), Epidot (22%) und Zirkon (7%) auf. Das Granat ist ein sehr weit verbreiteter Bestandteil vieler metamorpher Gesteine und ist gegenüber Verwitterungseinflüssen sehr resistent. Der Granat und die Hornblende dieser Probe sind als sehr frisch zu bezeichnen; einzelne braune Hornblenden sind erkennbar. Zirkon ist ein weit verbreitetes, in vielen Magmatiten und Metamorphiten akzessorisch auftretendes Mineral. Die erhebliche Verwitterungsbeständigkeit und die hohe Dichte (4,7) sind charakteristisch für Zirkon. Die gerundeten Zirkone mit narbiger Oberfläche und die prismatischen, idiomorphen Zirkone dieser Probe sind bemerkenswert. Darüber hinaus enthält die Probe zahlreiche Hellglimmer. Hellglimmer ist eindeutig im L- und Of-Horizont mit bloßem Auge erkennbar. Ferner sind auch Muschelschalenreste gut zu identifizieren. Darüber hinaus treten schwarze Teilchen, vermutlich Raseneisenerz, in diesem Horizont (Probe 4) häufig auf. Raseneisenerz, auch See- oder Sumpferz genannt, ist ein terrigenes, sedimentäres Eisenerz aus Limonit, das unter rezenten Bedingungen in Binnenseen und Sümpfen in den nördlichen Breiten ausgeschieden wird. Raseneisenerz bildet erdige, oft mit Sandkörnern verkrustete Lagen innerhalb oder oberhalb von Torflagern. Limonit besteht überwiegend aus dem ortho-rhombischen Goethit oder aus Nadeleisenerz α -FeOOH. In Verwitterungsbildungen aller Art befindet sich Limonit dort, wo Fe-Mineralien vorhanden sind. Die eisenreiche Granatart *Almandin* ist aber weniger widerstandsfähig und zersetzt sich in Limonit und

andere Sekundärminerale. Aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse ergibt diese Probe einen Fe_2O_3 - (Total-Eisen) Wert von 1,26%.

Interpretation

Bei dieser Pechrendzina ist eine Bodenmächtigkeit von 13cm nachweisbar. Typische Tangelrendzinen weisen jedoch Mächtigkeiten von über 60cm auf (HÜTTL 1999, FRANZ 1960). Der Tangelrendzinen-Entstehungsprozess wird wie folgt erklärt: Durch die Humifizierung der Pflanzenreste entsteht eine tiefschwarze, humus- und kohlenstoffreiche Substanz unter einer ständigen Absättigung von Ca-Ionen, die durch die organischen Säuren aus dem Kalkgestein gelöst werden. Mit Zunahme des abgestorbenen, organischen Materials erfolgt eine Zunahme des Humus. Je weiter entfernt sich der Humus vom Ausgangsgestein befindet, desto schwächer wird der Einfluss der Ca-Ionen und in der Folge kommt es zu einer Verzögerung des Humifizierungsprozesses. Auf den mäßig bis sauren organischen Ablagerungen kommt es ferner zur Ansiedlung säureliebender Pflanzen, die zusätzlich noch sauren und schlecht zersetzbaren Streu liefern. Beim Rohhumus ist die Oh-Lage stark bis extrem sauer. Der unterste karbonatgesteinsnahe Humus-Horizont zeigt einen hohen Ca-Gehalt, was eine günstige Bodenreaktion fördert. KUBIENA (1953) führte den Begriff „Tangelhumus“ ein, der einen Ah-Horizont, der als Bindeglied zwischen Karbonatgestein und organischer Auflage fungiert, bezeichnet. Bezüglich des Kalkalpenraums wurde der Begriff „Tangelrendzina“ verwendet, um solche Böden beschreiben zu können. In den kleineren Klüften, Hohlräumen und Rinnen der Rundkarren tritt ebenfalls schwarzer, moderartiger Humus auf. Zwischen den enger platzierten Rinnen befindet sich meist schlecht zersetzte Streu. Eine eher rezente Bodenbildung ist hier anzunehmen. Laut FREYER (1986) sind mindestens 30 Jahre zur Bildung einer 2,5cm mächtigen Humusschicht nötig, während ein Humusprofil von 20cm Mächtigkeit ca. 200 Jahre benötigt.

Eindeutig ist aus den Ergebnissen der Röntgen-Diffraktometer-Analyse, der Tonmineralanalyse und der Schwermineralanalyse bezüglich der Bodenbildung ein allochthoner Boden organogenen Typus abzuleiten.

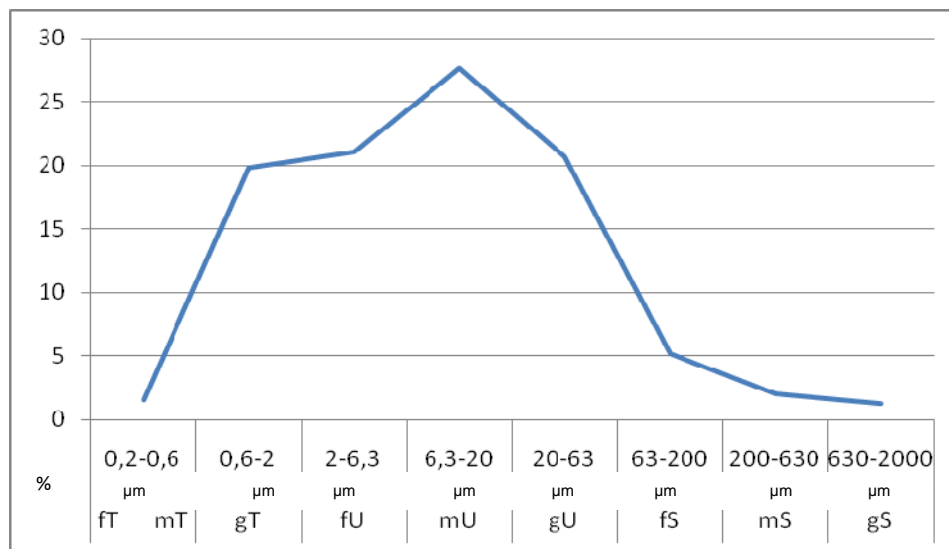


Abb.19: Prozentualer Anteil des Korngrössenspektrums (µm). Profil:04-RGK3

7.2 Terrae fuscae

7.2.1 Die räumliche Verbreitung der Terrae fuscae

Ihre Vergesellschaftung mit Braunerde in autochthoner und allochthoner Form gehört zur Klasse *Terra calcis* und tritt im Untersuchungsgebiet häufig auf, steht in direktem Zusammenhang mit dem Anteil des nicht löslichen, karbonatischen Anteils des Ausgangsgesteins und ist lithogen bedingt durch das Auftreten der Gosaudecke.

Die räumliche Verbreitung der *Terrae fuscae* im Untersuchungsgebiet ist lithogen bedingt. Es sind *Terrae fuscae* am Südhang des Weitschartenkopfs in der oberen subalpinen Stufe über Gosau intensiv untersucht worden. Hier spielt das Vorkommen des Aluminium- und Eisenanteils der lateritsch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau eine bedeutende Rolle (Profile:04-NiX F/H/I/J/KL). Ebenso wichtig ist die lineare Verbreitung der *Terrae fuscae* gebunden an die Karstgassen: an die Saugasse sowie an die Schrecksattelgasse (Profil 011-SSW, Mächtigkeit T/Bt-Horizont >100cm). Hier tritt der norische Dachsteinkalk mit starken roten Adern auf oder tritt in brekziierter Form auf. Dies deutet auf physikalisch endogene Kräfte hin, die entlang tektonischer Störungen ausgeübt werden. Der Bt-Horizont über brekziertem Dachsteinkalk ist besonders tonreich und leuchtend rot (Profile 04-Saugasse, 05-SG,06-SG,011-SSW) oder am Edelweisslahner (Foto 29). Zudem ist der Tonanteil im Oberbodenhorizont entlang der tektonischen Störungen stark kaolinisiert und chloritisiert, was auf die tektonische Aufbereitung der Tonmineralien verweist (Tab. 9).



Tab. 9: Ergebnisse aus der Tonmineralanalyse, prozentualer Anteil an Kaolinit und Chlorite (Profile 05-SG)

	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
Profile	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
05-SG-I		23	34 ^{qu}	30	13
05-SG-II	-	20	37 ^{qu}	35	8
05-SG-III	5	1	35 ^{qu}	58	1
06-SG-II		23	28	18	31

Foto 29: Terra fusca leuchtend rot am Edelweisslahner

Die Reiteralpe bietet optimale Voraussetzungen für die Entstehung und Bildung von *Terrae fuscae*. Zum einen unterliegen karbonatreiche Böden einer intensiven Entkalkung, durch die der karbonatische Anteil abgeführt und im karbonathaltigen Horizont ausgeschieden wird. Die Terra fusca entsteht aus einer Rendzina, wenn der silicatische, tonreiche Lösungsrückstand eines Kalkgesteins versauert und mächtiger als 10-30cm geworden ist, so dass das Solum nicht mit dem Humus vermischt wird. Das leuchtende Ocker bzw. die rote Färbung einer *Terra fusca* (5 YR 5/6 yellowish red sowie reddish yellow 5YR 7/6) entstammt in der Regel der Farbe des Lösungsrückstandes des Ausgangsgesteins. Nach der Farbskala MUNSELL (2000) kann das Bestimmungsgestein annähernd genau identifiziert werden.

Tab. 10: Ergebnisse der Gesteinsuntersuchungen nach der MUNSELL (2000) Farbskala

Ausgangsgestein	Farbe des Ausgangsgesteins	nach MUNSELL-Farbskala
Dachsteinkalk weiß	weiß	10YR 8/1
Dachsteinkalk rosa	rosa	7,5 YR 8/2

Dachsteinkalk rot	rot	5YR 8/4
Dachsteinkalk brekziert	dunkelrot	7,5YR 3/3
Gosaukreide-Brekzie	hell rosa bis weiß	5 YR/7/6
Gosau Glanecker	grau	10YR 3/1

Tab. 11: Ergebnisse aus den Gesteinsuntersuchungen mit prozentuaalem Anteil des residualen Lösungsrückstandes

Der Lösungsrückstand des Ausgangsgesteins wurde im Untersuchungsgebiet analysiert. Die Ergebnisse liegen in Tab. 11 vor.

Bei 1-3% Lösungsrückstand ähnelt die Farbe des Ausgangsgesteins der rot-getupften Farbe der *Terra fusca* allerdings nicht ganz. Im Untersuchungsgebiet liefern auch der Lias Kalk (10%), der brekzierte Dachsteinkalk (12%), Dachsteinkalk (9%), das Geschiebematerial der Dolinen (3-63%), das Gosau (4%) sowie die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau (99%) erheblich höhere Lösungsrückstandswerte.

Gruppe der reinen Kalkgesteine	Residual %	Probe Referenz
nDk rosa	1,58	WK WEG VI
nDk rosa	1,10	WS 2B (Gest)
nDk rosa	3,00	Saugasse B
nDk weiß	2,00	Rossgasse
Gruppe der unreinen Kalkgesteinen		
Gosau	4,00	Gosau
Gosau	4,00	Gosau & Schnecke
Gosau	4,00	HALM
Lias Kalk	10,00	Lias Kalk
Gosau Bauxite	99,00	GB-Scherben
nDk rote Adern/brekziert	12,00	SCHRECKSATTEL WEG
nDk	9,00	SAUGASSE A
Konglomerate	1,00	REITER-STEINBERGEN
Moräne/Geschiebe	3,00	Geschiebe Grosse Doline 1
Moräne/Geschiebe	63	Dolinenfeld 2

7.2.2 Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen

Profil Beschreibung: 06-SG (Foto 40, S.166)

Anhang, S. 3

Substrat: Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät)

Boden Klasse: Terrae calcis

Horizontabfolge: Ah/Bt/(T)/Bv/Cv/Cn

Bodentyp: Rendzina-Terra fusca

Der untersuchte, 5cm mächtige Ah-Horizont hat ein Krümelgefüge, gefolgt von einem subpolyedrischen bis polyedrischen Bt/T-Horizont. Der Bt-Horizont ist durch eine hohe Wasserspeicherkapazität gekennzeichnet, die Aggregatoberflächen durch Toncutanen. Das C/N-Verhältnis des Humuskörpers schwankt zwischen 8-15 und entspricht der Humusform „Mull“. Die im Untersuchungsgebiet oft mächtigen Ah- Horizonte bestehen fast ausschließlich aus braunem bis schwarzem Feinhumus, der mit mit Tonmineralen verkittet ist.

Der darunter liegende, 20cm mächtige Bt(T)-Horizont mit hohem Tonanteil und kräftigen, rotgelblichen bis rotbraunen Farben ist mit bloßem Auge zu erkennen und weist nach den

Ergebnissen der Korngrößenanalyse einen Tongehalt von 27,7% im oberen Bereich des T-Horizonts auf. Im Übergangsbereich des Bv/Cv-Horizonts nimmt der Tongehalt bis auf 25,3% ab. Der Horizont mit einem Schluffgehalt von 73% gilt daher als stark schluffiger Ton (Tu4). Im Untersuchungsgebiet ist die *Terra fusca* mäßig bis sauer und vor allem reich an Ton. Der Tongehalt des untersuchten *Terra fusca*-T-Horizonts erreicht nicht den aus der Literatur bekannten Tonanteil von 45-65% (AG BODEN, 1994). Jedoch bestätigen die Messwerte zum Tonanteil aus der Schwermineralanalyse das Vorhandensein einer *Terra fusca*. Am Weitschartenkopf liegen die Werte zwischen 1820m und 1770m bei 28,6% (04-WK2) sowie um die Alte Traunsteiner Hütte bei 17,6-35,85% (04-ATH) und am Hügel über der Alten Traunsteiner Hütte bei 23,2-37,02% (04-ATHH), jeweils im Mineralboden des T/Bt-Horizonts.

Die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen eine chemische Zusammensetzung aus SiO₂ (59%), Al₂O₃ (17,88%) und Fe₂O₃ (7%), CaO (1%) sowie TiO₂ (1,15%). Der Boden ist daher karbonatarm und silikatreich. Das Ausgangsgestein ist brekzierter, norischer Dachsteinkalk, der sich in einer tektonisch beanspruchten Karstgasse bzw. geologischen Störung befindetet.

Der Fe III-Anteil von 5,45% und der Gesamteisenanteil Fe₂O₃ (7%) erklärt die leuchtende Farbe der *Terra fusca*. Das aus den karbonatischen und silikatischen Lösungsrückständen des Ausgangsgesteins freigesetzte Eisen II wird oxidiert. Eine typische Verbraunung findet statt. Solange das Solum feucht ist und bleibt, liefern die klimatologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet optimale Bedingungen für die Verwitterung der Fe-haltigen Mineralen des silikatischen Lösungsrückstandes des Ausgangsgesteins. Fe II wird zu Fe III und erst dann entsteht wasserhaltiger Ferrihydrit (5Fe₂O₃ · 9 H₂O) und Goethit α-FeOOH. In der Regel dauert der Entstehungsprozess der *Terra fusca* lang, da der Lösungsrückstandsanteil des Kalkgesteins bzw. Dachsteinkalks niedrig ist. Im Untersuchungsgebiet wurden aber größere Flächen von *Terrae fuscae* identifiziert, beprobt und kartiert.

Die Tonmineralanalyse ergab einen hohen tonmineralogischen Anteil von Illit (28%) sowie Mixed Layers Illit (23%) und Chlorit (31%). Der Kaolinitanteil (18%) ist im Gegensatz dazu etwas niedrig. Die Ergebnisse der Schwermineralanalyse zeigt Folgendes: Es dominieren im Mineralhorizont eindeutig Epidot+Zoisit (45%) und Hornblende (25%).

Interpretation

Die Entstehung der *Terra fusca* zeigt, dass die Bodenbildung nicht allein aus einer Rendzina aus karbonatreichen Sedimenten entstanden ist. Während der Cv-Horizont in einer Tiefe von 35cm als besonders karbonatreich zu kennzeichnen ist, ist der tonhaltige, karbonatarme Mineralhorizont silikatreich. Die Schwermineralanalyse ergab zudem einen Anteil an Chromspinnell (5%) und Titanit (3%). Zusammen mit den Ergebnissen der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse bedeutet dies, dass nicht allein eine autochthone Bodenbildung, sondern insbesondere auch der Einfluss von nicht-karbonatischen Sedimenten der Gosau in Betracht gezogen werden muss.

7.3 Braunerden

7.3.1 Die räumliche Verbreitung der Braunerden

Die Braunerden weisen einen humosen Ah-Horizont, einen braun gefärbten Bv-Horizont und darunter den C-Horizont auf. Die Entwicklung der Braunerde geht aus Regosolen, Rankern oder Pararendzinen hervor, sobald die durch die Silikatverwitterung hervorgerufene Verbraunung und Verlehmung erfaßt wurde. Der Bv-Horizont beinhaltet jedoch relativ leicht verwitterbare Mineralen die zum Teil auf den Lösungsrückstand des C-Horizonts und des äolisch silikatistische Materials zurückzuführen sind. Der B-Horizont ist im Untersuchungsgebiet mit der Munsell- Farbe 7,5YR 6/4, 10 YR7/4 gekennzeichnet. Der Tongehalt ist hoch und drückt damit eine Beziehung zu den *Terrae*

fuscae aus. Die braun-rote bis tiefrote Färbung des Bv-Horizonts der untersuchten Horizonte geht auf den Fe-Gehalt des Horizonts zurück. Die Tonverlagerung wird nicht gefördert, da hohe Mengen an Al- und Fe-Oxiden(%) zur Verknüpfung der Fe-Oxide beitragen (siehe dazu Profil Beschreibung).

Das C/N-Verhältnis des Humuskörpers der Braunerden schwankt zwischen 9-12 im Untersuchungsgebiet und entspricht der Humusform *Mull*. Die im Untersuchungsgebiet oft mächtigen Ah-Horizonte bestehen fast ausschließlich aus braunem bis schwarzem Feinhumus verkittet mit Tonmineralen. Die Braunerden befinden sich konzentriert vor allem in den Dolinenböden, in den Hohlformen sind sie gebunden an das Gosau-Vorkommen am Hinteren Almgebiet sowie in den Dolinen über Dachsteinkalk auf der Plateaufläche (an der Schwegelalm, an der Saugasse) sowie am Südhang der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe am Weitschartenkopf. Autochthone und allochthone Formen der Braunerden sind im Untersuchungsgebiet kartiert worden. Die Braunerden sind oft mit Rendzinen, *Terrae fuscae*, pseudovergleyte oder podsolierte Böden vergesellschaftet.

Die Braunerden bilden podsolierte Subtypen vor allem über Gosauvorkommen. Im Untersuchungsgebiet sind Braunerden oft schwach bis massig podsoliert, erkennbar an der Bleichung der Mineralen des A-Horizonts (Ahe). Es besteht ebenso eine Abnahme an Al, Mn und P(%) im Ah-Horizont gegenüber dem B-Horizont. Das Eisen bleibt im Horizont unverteilt (massig podsolige Braunerde über Gosaudecke Profil: 04-NIX C, 04-NIX D).

Im Untersuchungsgebiet führt die Bodenentwicklung öfter zu Pseudogley-Braunerden. Diese Bodentypen treten dort auf, wo der Hang oder Grundwasserbereich den Unterboden stark beeinträchtigt. In dem bereits verbrauchten Horizont kommt es zu einer zusätzlichen Zufuhr von CaCO_3 . Durch die mikrotopographischen Gegebenheiten, Hangneigung oder Grundwasserschwankungen sowie durch physikalische, exogene Prozesse kommt es zu kolluvialen Anreicherungen, die zur Entwicklung von Kalkbraunerden führen: Die Dolinen im Reitertritt über den Glanecker Schichten sind Beispiele dafür: Profil:06-Reitertritt/Braunerde-Podsol über autochthone Kalkpseudogley über Glanecker Schichten, 06-DolPon/autochthone Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten sowie Dolinen im Dachsteinkalk (02-GrD1 ein Pseudogley- Braunerde über Dachsteinkalk.

7.3.2 Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen

Profile Beschreibung: 02-GrD1 am Schwegelalm *Anhang S. 39*

Substrat: Dachsteinkalk(Trias, Nor-Rhät)und Moräne

Bodentyp: Pseudogley-Braunerde

Klasse: Braunerden

Horizontabfolge:Ah/Bsv/Sw/Sd/Bv/Cv

Der 5cm mächtige Ah-Horizont ist durch 3,8% organisch gebundenen Kohlenstoff und einen Glühverlust von 11% gekennzeichnet. Der Horizont ist carbonatfrei und setzt sich aus einem Schluff- (72%) und Sandanteil (15%) zusammen.

Der darunter liegende, 4cm mächtige Bsv-Horizont ist reich an Sesquioxiden und anhand seines lehmigen Charakters zu identifizieren.

Der Sw-Horizont bildet die Stauzone, was durch den hohen Sand- (77%) sowie Tonanteil (14%) bestätigt wird. Der 7cm mächtige Horizont ist humusarm (Corg 0,9%). Kennzeichnend ist eine

hellbeige Farbe, wobei leuchtend orange bis rötliche Verfärbungen und Konkretionen auftreten. Ferner ist dieser Horizont karbonatarm (CaCO_3 - 0,79%).

Der 22cm mächtige Sd-Horizont ist durch einen hohen Schluff- (72%) und Tonanteil (7%) gekennzeichnet. Im Gelände war dieser Horizont besonders feucht und lehmig. Im Trockenzustand, erwies sich die Bodenmasse als sehr fest, teils krümelig. Bei den Geländeaufnahmen war ferner eine starke Marmorierung in diesem mächtigen Horizont erkennbar. Einzelne orangefarbige Konkretionen waren ebenfalls zu erkennen. Der Humusanteil des Horizonts war eindeutig geringer als jener der oberen Ah- und Sw-Horizonte. Jedoch ist eine Zunahme des CaCO_3 -Gehalts von 12% bei 38cm Solumtiefe gemessen worden. Die pH-Werte zwischen 4,4 bis 4,7 in den Sd- und Sw-Horizonten zeigten saure Verhältnisse an.

Der 20cm darunter liegende II Bv-Horizont ist durch Eisenoxide verbraunt, wodurch sich die Weiterentwicklung der Braunerde. Die Korngrößenfraktionszusammensetzung ist vom Sand- (50,7%), Schluff- (43%) und Tonanteil (6,7%) geprägt. Der Horizont ist extrem karbonatreich (CaCO_3 -Gehalt 60%) und ab diesem Horizont wechselt den pH-Wert zwischen 4,4 und 4,79 zum neutralen Bereich 7,2-7,4. Auch zeigt sich eine rasche Änderung der Mineralzusammensetzung. In den oberen Horizonten, in denen SiO_2 (57-62%), Al_2O_3 (15-17%) und Fe_2O_3 (6-9%) das Röntgenspektrum eindeutig prägen, ist ab 38cm Solumtiefe ein eindeutiger mineralogischer Umschwung festzustellen, da der CaO-Anteil der Proben des II Bv- und des Cv-Horizontes von 43% auf 94% deutlich ansteigt.

Der Cv-Horizont ist mit seiner Tiefe von 58cm für einen Hochgebirgsboden außerordentlich mächtig. Ihn kennzeichnet sein lockeres Gefüge, seine hohe Durchlässigkeit und die tiefreichende Entkalkung. Der C-Horizont besteht aus 30-40cm großem, kantigem, rot und weiß gefärbtem Moräne, das als extrem karbonatreich (96,89% CaCO_3) zu bezeichnen ist (AG BODEN, 1994). Ferner wurde ein außerordentlich hoher Granatanteil (55%) nachgewiesen; der Granatanteil ist etwas angelöst und übersteigt eindeutig den Epidot+Zoisit-Anteil (30%) sowie den Hornblendeanteil (3%). In keiner anderen Bodenprobe im Rahmen dieser Arbeit ist ein solcher Trend festzustellen.

Interpretation

Bei der Schwermineralanalyse ist folgender Trend im Bodenprofil festgestellt worden: Die Hornblende- und Epidot-Gehalte liegen ziemlich hoch. Hornblende ist das wichtigste und am meisten verbreitete, gesteinsbildende Amphibol und kommt in magmatischen und metamorphen Gesteinen vor. Epidot ist ein verbreiteter Gemengeanteil in metamorphen Gesteinen. In dem oberen schluff- bis sandreichen Ah-Horizont ist ein hoher Hornblendeanteil von 49% nachgewiesen worden. Hier überwiegt der Hornblendeanteil (49%) den Epidot+Zoisitanteil (45%). In den oberen Horizonten ist sehr frische Hornblende und sehr viel frischer Hellglimmer nachgewiesen worden. Nach dem Chemismus kann man die Hellglimmerarten (dazu gehören Muskovit, Paragonit und Lepidolith) als Al-haltigen Hellglimmer bezeichnen. Muscovit ist ein sehr verbreitetes, gesteinsbildendes Mineral. Serizit ist als feinschuppige Varietät bekannt und häufig ein sekundäres Umwandlungsprodukt der Feldspäte. Er wird oft in Böden gefunden, in denen die Verwitterung die anderen Mineralien bereits weitgehend zerstört haben (DIETRICH & SKINNER, 1984). Ab 9cm Solumtiefe ist im Sw-Horizont eine sichtbare Verwitterung an den Hornblenden und am Glimmer anhand ihres angelösten Zustandes festzustellen. Ansonsten ist in dem Bodenprofil eine Dominanz des Epidot+Zoisit-Anteils (61-69%) gegenüber dem Hornblendeanteil (18-33%) festzustellen. Im Ah- bis zum Sw-Horizont sind Chloritoide nachgewiesen worden. Sie kommen in Gesteinen vor, deren magnesium- und eisenhaltige Mineralien Boitit, Amphibole und Pyroxen durch thermale Prozesse chloritisiert wurden. Sie treten auf in Lössbraunerde und in der benachbarten *Großen Doline 2* (Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme - Profile 2). Etwas spektakulär sind die Granate des IIBv-Cv-Horizonts. Mit einem außerordentlich hohen Granatanteil (55%) dominieren sie den Epidot+Zoisitanteil (30%) und den Hornblendeanteil (3%) überaus deutlich. Der besonders niedrige Hornblendeanteil von 3% ist ebenfalls sehr bemerkenswert.

Diese Ergebnisse sind nur durch das Vorhandensein einer fremden Gesteinsmenge im Moränenmaterial zu erklären. Zum einen können wir damit feststellen, dass es sich im Cv-Horizont um Moränenmaterial handelt und zweitens, dass das Moränenmaterial nicht nur Dachsteinkalk enthält. Dazu kommt noch den TiO_2 Anstieg im Ah/Bsv/Sw-Horizont (1-1,06%) und die rasche Abnahme im Bv/Cv (0,45%).

Bei der Tonanalyse ist ein klarer Trend festzustellen: Alle Horizonte kennzeichnet ein hoher Illit- (48-59%), ein hoher Chlorit- (30-37%) sowie ein etwas niedrigerer Kaolinitanteil (5-15%). Illite, auch Hydroglimmer oder Hydromuskovit genannt, sind ehemals echte Glimmer, die im Zuge der Verwitterung Wasser in ihr Kristallgitter eingebaut haben. Seine Bildung ist bei der Verwitterung serizitisierter Kalifeldspate weit verbreitet. Andererseits kann Illit auch aus Montmorillonit durch Kalkaufnahme entstehen. Darüber hinaus wurde Illitbildung auch im Zusammenhang mit Temperaturerhöhung in tektonisch beanspruchten Sedimenten beschrieben, da die Illitkristallinität als ein Maß für die temperaturabhängige Kornvergrößerung des Illits in Tonsedimenten gilt. Kaolinit entsteht als Verwitterungsprodukt aus den Feldspäten und Foiden. In der Regel kommt es hauptsächlich in zersetzten Randbereichen von Erzkörpern vor, in hydrothermal veränderten Magmatiten und in Böden, deren Ausgangsmaterial aus Glimmer und Alkalifeldspat besteht. Chlorite kommen in Gesteinen vor, deren magnesium- und eisenhaltige Mineralien Biotit, Amphibole und Pyroxene durch thermale Zersetzung oder andere geologische Prozesse „chloritisiert“ wurden. Viele magmatische Gesteine erhalten durch schwache metamorphe Einwirkung eine grüne Farbe, die auf der Umwandlung der Eisen-Magnesium-Silikate in Chlorite beruht (Grünschieferfazies).

Entscheidend für die Standortbeschreibung dieses Bodenprofils ist die Anwesenheit von Stauwasser, was auf den Charakter eines Pseudogley hindeutet. Für den Pseudogley ist der extremere saisonelle Wechsel zwischen Vernässung und Austrocknung entscheidend. Nach der Schneeschmelze im Frühjahr sind diese Böden gut mit Wasser gesättigt und das an Oxide gebundene Eisen und Mangan des Bodens wird teilweise reduziert und mobil. Im Sommer und im Herbst kann es zeitweise zu trockenen Zuständen im Unterboden kommen, das Redoxpotential steigt an. Dort, wo die Niederschlagsmengen groß sind, dominieren die Feuchtphasen und der Oberboden trocknet nur nach längeren Trockenheitsphasen aus.

Profil-Beschreibung : 02-GRD2 am Schwegelalm *Anhang S. 43*

Substrat: Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät)

Klasse: *Lessivé*

Horizontabfolge: Ah/Al/Btv/Bv/Ah/Bt/Bv/Cn

Bodentyp: Parabraunerde über reliktschem

Kalkverwitterungslehm

Dieses Bodenprofil ist als Parabraunerde über reliktschem Kalkverwitterungslehm der subalpinen Stufe einzuordnen.

Der 5cm mächtige Ah-Horizont in seiner Farbe dunkel-grau-bräunlich (10 YR 4/2) ist humusreich (Corg 20%, Glühverlust 42%). Der Humuskörper liegt als Mull vor. Überraschenderweise ist ein relativ hoher Carbonatgehalt von 3,93% $CaCO_3$ gemessen worden. Im Zusammenhang mit den Korngrößenfraktionsanalysen, bei denen der Schluff- (46%) und der Sandanteil (35%) den Horizont dominieren, und anhand der Ergebnisse der Schwermineralanalyse, bei der Epidot+Zoisit (58%) sowie auf dem Boden dieser Doline reichlich gestreute Glimmerschüppchen und Hornblende (39%) nachgewiesen worden sind, lässt sich schlussfolgern, dass es sich um eine äolische Erosion handelt. Die Hornblende ist etwas angelöst, was möglicherweise auf die Karbonatwaschung zurückzuführen ist.

Der anschließende 3cm mächtige, braune (10 YR 5/3), lessivierte Al-Horizont ist durch eine geringe prozentuale Tonverlagerung von 11% gekennzeichnet. Die Carbonatwaschung ist hier nicht weit fortgeschritten, da in diesem Horizont ein CaCO_3 -Gehalt von nur 3,27% nachgewiesen worden ist. Der Humusanteil liegt trotzdem relativ hoch (COrg 12,7% und Glühverlust von 16%). Nach den Ergebnissen der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse bestehen die A-Horizonte aus SiO_2 (39-54%), Al_2O_3 (9-14%), Fe_2O_3 (3-6%), MgO (2%), CaO (1%), sowie aus Ba (231-376 ppm) und Zr (321-327 ppm). Die deutliche prozentuale Zunahme dieser Elemente ist im Al-Horizont auffällig.

Der 13cm mächtige Btv-Horizont besitzt im Vergleich zum A-Horizont weniger Grobporen und das Gefüge ist dichter. Trotzdem ist der Btv-Horizont durchwurzelt und gut belüftet. Der folgende, weniger mächtige 2cm Bv-Horizont nimmt den Charakter eines Lösungsrückstandshorizonts an. Der Horizont scheint etwas verbraunt und verlehmt zu sein und ist in seinem Gefüge dicht.

Unter waldbeeinflussten Standorten ist die Parabraunerde mäßig bis stark versauert (pH-Verlauf 5,1, bis nach 5,7). Ein hoher Anteil an Illit (42-58%) ist der Tonmineralanalyse zu entnehmen. Die Illite sind an Kalium verarmt und in Bodenchlorit umgewandelt, was den hohen Chloritwert (30-35%) erklärt.

Der 3cm gering mächtige IIBt-Horizont zeigt eine ähnliche Charakteristik wie der beschriebene B-Horizont. Bei 23cm Solumtiefe kommt es zu einem geraden und bänderartigen Horizontverlauf im Wechsel von Bt- und Bv-Bändern im Bodenprofil.

Der pechschwarze 2cm mächtige III Horizont in 26cm Solumtiefe erscheint zunächst rätselhaft. Es wurde weder Mangan noch organisches Material festgestellt (Org.-C. 0,58%), was die Farbe dieses Horizonts erklären könnte. Da jedoch im darunter liegenden III Bt-Horizont eine rasche Erhöhung des organisch gebundenen Kohlenstoffs (auf 3,6%) sowie des Glühverlusts von 5,4% auf 13%, ferner eine Erhöhung des CaCO_3 -Gehalts von 0,42% auf 0,87% innerhalb 2cm Solummächtigkeit stattfindet, ist durch eine starke Humus- und Mineralauswaschung aus einem anzunehmenden III Ah-Horizont in den darunter liegenden III Bt-Horizont zu vermuten. Die starke Auswaschung dürfte nach das Ergebnis eines glazialen Ereignisses im Pleistozän in diesem reliktschen Boden sein.

Interpretation

Der reliktsche Boden, als III- im Profil angedeutet, ist in seiner Gesamtheit ungestört. Beide Horizonte sind zusätzlich durch einen hohen Schluff- (63%) und Sandanteil (22%) gekennzeichnet. Es kommen hohe Gehalte an magnetischen Mineralen sowie hohe Epidot+Zoisit-Anteile (58-64%), überwiegend Hornblenden (23-39%) sowie Granat (5-7%) vor. Spinell und 1 Chloritoide wurde ebenfalls nachgewiesen. Das Chromspinellvorkommen im Schwermineralspektrum spielt eine außerordentlich wichtige Rolle, auf die später eingegangen wird. Chloritoide kommen in Gesteinen vor, deren magnesium- und eisenhaltige Mineralien Boitit, Amphibole und Pyroxen durch thermale Prozesse chloritisiert wurden. Ihre Anwesenheit könnte auf die Wirkung eines 300m mächtigen, darüber lagernden Plateaugletschers, der in diesem Bereich der Reiteralpe tätig war, deuten. Die Tatsache, dass das Bodenprofil ungestört gelagert ist, kann in Anlehnung an GILLITZERS (1912) Beobachtungen in der Reitertrittmulde insofern erklärt werden, als an der Sohle des Gletschers zwischen dem Eis und dem Boden und Gestein keine Bewegung stattgefunden hat. Nur der obere Teil des Plateaugletschers, der über dem Wachterlsteig ins Tal gelangte, geriet in Bewegung. An dieser Stelle sollte man GILLITZERS 1912 Annahme etwas korrigieren.

Der anschließende III Bv-Horizont weist eine Mächtigkeit von ca. 30cm auf, ist von der Korngrößenfraktion als schluffig bis sandig zu bezeichnen, erscheint verbraunt und verlehmt und kann als Lösungsrückstandshorizont interpretiert werden.

Der Cn-Horizont zeigt zum Teil sekundäre Calcitfällungen, angedeutet durch die schluffreiche und zementartig gebackene Zusammensetzung der Krusten um das Gestein herum. Der C-Horizont

befindet sich in 59cm Tiefe im anstehenden Dachsteinkalk. Die Solummächtigkeit des Gesamtbodens ist für ein Hochgebirgsboden sehr groß.

Interpretation

Die Parabraunerde gehört zur Bodenklasse *Lessivé* (frz. „ausgewaschen“). Die Parabraunerde entwickelt sich aus lockerem Mergelgestein sowie aus carbonatfreien Lehmen. Im Untersuchungsgebiet hat sich dieser Boden aber auf anstehendem Dachsteinkalk gebildet. Es muss an dieser Stelle betont werden, dass die Dolinen nicht in ihrer Gesamtheit spezifisch auf Moränenmaterial untersucht worden sind. Durch die Karbonatauswaschung und eine schwache Versauerung wurde eine Tonverlagerung ermöglicht. Diese ist für den Bodenbildungsprozess sowie für den unter der Parabraunerde liegenden reliktschen Boden wichtig. Die Bildung von Parabraunerde hat nach THENG (1980 in SCHEFFER-SCHACHTSCHNABEL 1992) schon im Spätglazial eingesetzt, während nach SCHOLTEN (1982 in SCHEFFER-SCHACHTSCHNABEL 1992) für ihre Entstehung eine holozäne Tonverlagerung im Bv-Horizont entscheidend ist.

Im engeren Sinne handelt es sich um einen reliktschen, sehr mächtigen Verwitterungslehm, in unserem Bodenprofil nicht ausdrücklich als *Terra fusca* bzw. Kalksteinbraunlehm bezeichnen wollen. Für die Bildung des Kalksteinbraunlehms bzw. Verwitterungslehms sind physikalische sowie chemische Verwitterung, die Auflösung der Karbonate und die Anreicherung von tonigen Lösungsrückständen verantwortlich. Je rascher ein solcher Bodentyp durch die physikalische Frostsprengung sowie den Carbonatlösungsprozess aufgearbeitet wird, desto mehr nichtkarbonatische Rückstände bleiben zurück, was zu einer hohen Tonfraktion <0,002mm führt. Dieser Ton setzt sich zusammen aus Quarzkörnern, Tonmineralien, primären Silikaten sowie Eisenoxiden und -hydroxiden (REHFUESS, 1981). Es kommt zur Bildung eines braungefärbten Residualhorizonts und einer Vertiefung des Solums. Wenn der nichtkarbonatische Anteil des Gesteins oder Moränenmaterials groß ist, wird die Tonanreicherung beschleunigt. Mit dem Voranschreiten des Prozesses wird das Solum durch die erhöhten Tonanteile noch lehmiger und dichter. Der Solum beginnt sich aufgrund der Eisenoxide braun zu färben, wofür der Prozess der Verbraunung und Verlehmung kennzeichnend ist. Für eine größere Solummächtigkeit ist die fortschreitende Verlehmung und eine hohe Tonmineralmenge verantwortlich. Der Bv-Horizont besteht aus Carbonatlösungsrückständen. Der Übergang zur *Terra fusca* erfolgt dann unter solchen Bedingungen. Die braune Farbe ist auf den Eisengehalt der Carbonatlösungsrückstände zurückzuführen. Ferner wird Eisen aus Karbonaten oder Silikaten freigesetzt und oxidiert. Dadurch ist die etwas rötliche Verfärbung des Solums zu erklären. Wo es zu einer großen Bodenmächtigkeit (Ah und Bv >30cm) gekommen ist, vollzieht sich der Tonverlagerungsprozess nur schwach. Eine durchschlammte *Terra fusca* und ihre Schlufflehmdecke können laut SALLY (1976 und HEMME 1970 in REHFUESS, 1981) nur äolisch entstanden sein.

Um die Solummächtigkeiten in den Dolinen an der Schwegelalm erklären zu können, ist ein hoher Anteil der nichtcarbonatischen Rückstände sowie ein längerer Zeitraum für ihre Bildung anzunehmen. Die Ergebnisse der mineralogischen Gesteinsanalysen dieser Arbeit haben hohe nichtcarbonatische Rückstandswerte nachgewiesen. Vor allem liefern die roten Liaskalke, die auch heute noch auf dem Plateau der Reiteralpe inselartig zu finden sind, einen unlöslichen Rückstandswert von 4,27%, die Glanecker Schichten der Kreide einen Wert von 42,69%. Im Nationalpark Berchtesgaden lieferte LANGENSCHIEDT (1995) unlösliche Rückstandswerte für den Liaskalk von 11-28%. Im Tertiär/Quartär dürften diese roten Liaskalke und die Gosaukreide noch größere Areale bedeckt haben. Zudem sind die ziegelrot gefärbten Tone in den von GÜMBEL (1861) beschriebenen Verwitterungsrückständen, die er als „Bolos“ bezeichnet, als Verwitterungsprodukt der Lias und der Gosaukreide zu verstehen. Viele *Terrae fuscae* sind zum großen Teil reliktsch und in Interglazialperioden oder sogar im Tertiär gebildet worden (REHFUESS, 1981, RATHJENS 1939, SOLAR 1964). In Anlehnung an RATHJENS (1939), GÜMBEL (1861), AMPFERER (1922) und GILLITZER (1912) sind diese Böden, die

Parabraunerde über Kalkverwitterungslehm und die Pseudogley-Braunerde als reliktsch zu betrachten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die mächtigen Böden an der Schwegelalm (in den Großen Dolinen 1 und 2) aus den Verwitterungsresten bzw. aus unlöslichen, nichtkarbonatischen Rückständen des roten Liaskalks, vor allem aber der Gosaukreide, auf die noch detailliert eingegangen werden wird.

Profil-Beschreibung 02-Dolinenfeld 1

Anhang, S. 45

Substrat:	Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät) Moränenmaterial	Klasse: Braunerde Bodentyp: podsolige Braunerde
Horizontabfolge:	Ahe/Ae/Bsv/Cv	

Dieses Bodenprofil ist als stark podsolige Braunerde der subalpinen Stufe einzuordnen. Bei starker Versauerung der Braunerde, einhergehend mit Rohhumusbildung, setzt langsam die Podsolierung ein. Der A-Horizont wird ausgewaschen, dadurch gebleicht und es kommt zu einer Weiterentwicklung der Braunerde in Richtung Podsol. Es kommt im B-Horizont zur Fe- und Al-Oxid-Anreicherung. Trotzdem herrscht der Charakter einer Braunerde vor. Braunerden aus silikatarmen Gesteinen werden insbesondere unter kühl-humiden Bedingungen rasch entbast. Die biologische Aktivität geht dadurch zurück, die Ausbildung von Moder und moderartigem Rohhumus wird gefördert und die Entwicklung zur Podsol-Braunerde vorangetrieben. Ein solches podsoliges Braunerde-Bodenprofil lässt sich durch das Ahe+ Ae/(Bsv)Bv/C-Profil kennzeichnen.

Der 4cm graue, ausgebleichte (5Y 4/1) Ahe-Horizont ist durch den ungleichmäßigen Humusverlauf, die mäßige Podsolierung sowie die diffus wolkigen Bleichflecken gekennzeichnet. Die untere Grenze des Ahe-Horizonts verläuft etwas zapfenförmig nach unten in den Ae-Horizont hinein. Es handelt sich um typische Podsolierungserscheinungen, welche durch intensive Verwitterungsvorgänge entstanden sind. Der Horizont enthält 10% organisch gebundenen Kohlenstoff und weist einen hohen Glühverlust von 25% auf. Der Horizont enthält keinen Carbonatanteil und besteht laut Korngrößenfraktionsanalyse aus 77% Sand-, 19% Schluff- und 7% Tonanteil. Der pH-Wert von 4,1 in diesem und in weiteren Horizonten beschreibt den Bodentyp als sauer-podsolige Braunerde. Der hohe Glimmeranteil, die ungelöste Hornblende sowie der hohe Pb-Wert (134 ppm) aus der RFA deuten auf äolische bzw. fremde, sedimentäre Einflüsse hin.

Der 6cm mächtige, graue (5Y 4/1) Ae-Horizont erscheint sauergebleicht. Er verläuft gleichfalls zapfenförmig. Der organisch gebundene Kohlenstoffwert geht in diesem Horizont auf 1% zurück und der Horizont weist einen Glühverlust von nur 7 % auf, was eine rasche Abnahme des Humusanteils widerspiegelt. Aufgrund der sauren Bodenbedingungen (pH-Wert: 4,6) ist dieser Horizont nicht für eine biologische Bodenaktivität geeignet. Ferner ist dieser Horizont durch einen 70%igen Schluff-, 11,4%igen Ton- und 11,2%igen Sandanteil gekennzeichnet. Im Gegensatz zum Ahe-Horizont ist die Hornblende und der Granat hier etwas angelöst, was auf saure Bedingungen und Einflüsse der Verwitterung im Horizont zurückzuführen ist. Ferner ist eine deutliche Fe₂O₃-Zunahme von 7% im Ahe-Horizont auf 12% im Ae-Horizont nachgewiesen. Dies und die Ergebnisse der Korngrößenfraktionsanalyse sind für den Podsolierungsprozess dieses Bodens entscheidend.

Die Tonmineralanalyse ergab in allen Horizonten einen hohen tonmineralogischen Anteil von Illit (50-63%) und Chlorit (27-40%). Der Kaolinitanteil (4-9%) ist im Gegensatz dazu sehr niedrig. Dieser Sachverhalt wird bestätigt durch die Ergebnisse der Schwermineralanalyse. Es dominieren

in allen Horizonten eindeutig Epidot+Zoisit (56-61%) und Hornblende (26-38%). Ferner treten Granat (2-6%), Zirkon (1-2%) sowie im Ae-Horizont Rutil (5%) auf. Nach den Ergebnissen der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse besteht der Ahe-, Ae-, sowie Bsv-Horizont aus 49-60% SiO₂, 14-18% Al₂O₃ und 7-12% Fe₂O₃.

Der 30cm mächtige, etwas sauer gebleichte (10 YR 7/4), lehmig-braune Bsv-Horizont ist humos sowie karbonatarm (0,2% CaCO₃, 0,36 Dolomit). Es kündigt sich damit die Weiterbildung der Braunerde an. Der Horizont besteht aus 67% Schluff-, 18% Sand- und 13% Tonanteil. Der C-Horizont befindet sich in 40cm Tiefe. Es handelt sich hier um kantiges bis kantengerundetes, karbonatreiches (62% CaCO₃) Geschiebe mit einer Größe von 30-40cm (Durchmesser), vermutlich Moränenmaterial, das dieses Dolinenfeld während der letzten Eiszeit bedeckte. Der Verwitterungslehm des Cv-Horizonts weist einen SiO₂-Gehalt von 22% auf, während der Al₂O₃- (6%) und der Fe₂O₃-Gehalt (3%) gegenüber dem A-Horizont etwas zurückgegangen ist.

Interpretation

Aus den vorliegenden Ergebnissen ist eindeutig abzuleiten, dass die Bodenbildung dieser podsoligen Braunerde auf einen polygenetischen Bodenbildungsprozess zurückzuführen ist. Der Podsol-Bodenbildungsprozess beruht auf starken Verwitterungsprozessen, die durch das Gebirgsklima, insbesondere durch die hohen Niederschlagsraten und -ereignisse, das Zurückweichen der Waldgrenze und ihre subsequeute Rodung, den Einfluss des äolisch transportierten, allochthonen und autochthonen Materials verstärkt werden und auf das Vorhandensein eines aluminium- und eisenreichen Ausgangsgesteins zurückzuführen sind.

7.4 Podsole

7.4.1 Die räumliche Verbreitung der Podsole

Die Podsole treten im Untersuchungsgebiet in vergesellschafteten Formen zusammen mit den Braunerden und Pseudogleyen auf und bevorzugen den karbonatarmen Gosau und die Glanecker Schichten. Über den Gosauvorkommen bevorzugt die podsolierte Braunerde die gestreckten Hangbereiche der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufen während über den Glanecker Schichten die Podsole in konkave- und konvexen Flächen in Zusammenhang mit pseudovergleyte Boden der mittleren subalpinen Stufe auftreten. Die Podsole treten kaum über Dachsteinkalk auf.

Der Bleichhorizont Ae besitzt einen leichten Violettstich und liegt im direkten Anschluss an den geringmächtigen, schwarzgrauen Aeh-Horizont. Unter dem Bhs-Eluvialhorizont beginnt mit abruptem Übergang der dunkle Illuvialhorizont. Der Bhs-Horizont zeigt zapfenartige Ausbuchtungen. Hoher Niederschlag, karbonatarmes Ausgangsgestein, das Vegetationsvorkommen von Nadelbäumen, Ericaceen mit geringen Nährstoffansprüchen bieten optimale Standortbedingungen für die Entwicklung der Podsole. Unter diesen Bedingungen verschlechtern sich die Lebensbedingungen der Bodentiere und Mikroben, so dass Streu zögernd und unvollständig zersetzt wird und gleichzeitig verstärkte organische Komplexbildner und Reduktoren in der Bodenlösung auftreten, die Fe und Al freisetzt und umlagert. Bei einem höheren Grundwasserstand treten die Podsole unter *Ericaceen* im Zusammenhang mit dem Pseudogley über den sandigen Glanecker Schichten auf.

Tab. 12: Zusammenfassung der podsolierten Bodentypen im Untersuchungsgebiet

Profil	Horizont	Bodentypen
--------	----------	------------

04-NIX C-I-III	Ah /Ahe/ Bv/ Cn	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke
04-NIX D-I-VI	Of/Ah/ Ahe/Bv/Cn	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke
04-NIX M-I-VI	Aeh/Bv/IICv	schwach Podsol über einer autochthonen Braunerde über Dachsteinkalk
04-ATH-I-IV	Ah/Ae/Bu/Bv/Cn	Terra fusca über s. podsolige Braunerde über Gosau
04-HALM Cx H Lee	Aeh/Bv/Cn	s. podsolige Braunerde über Gosau
02-Dolinenfeld 1	Ahe/Ae/Bsv/Cv	podsolige Braunerde
02-Dolinenfeld 2	Ah/Ahe/IIAe/IIbhs/B(h)sv/ IIBv/Cv	Podsol über Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk
06-Reitertrett-	Ah/Ae/BsBv/ IISw/Scw/ ISd/IICv/ Cn	Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten
06-DolPon-I-VIII	Of/Aih/ Ae/ Bh/Sw/Sd/ IICv/Cn	Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten

7.4.2 Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen

Profil-Beschreibung: 02-Dolinenfeld 2

Substrat: Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät)

Moränenmaterial

Horizontabfolge: Ah/Ahe/Bhs/Bhsv/Cv

Anhang, S. 47

Klasse: Podsol

Bodentyp: Braunerde – Podsol

Es handelt sich hier um einen Hochgebirgs-Zwergpodsol (auch KUBIENA 1953) der subalpinen Stufe mit Eigenschaften der Braunerde. Die charakteristische Horizontfolge Ah/Ae/Bhs/C, der durch den Podsolierungsprozess gekennzeichnet ist. Durch saure Reaktion der organischen Auflagen werden im Oberboden die Tonminerale zerstört und die Humusstoffe sowie Sesquioxide mobilisiert. Durch starken Niederschlag wandern sie mit dem Sickerwasser in den Unterboden und fallen im Bhs-Horizont aus. Der aschgraue Ae-Horizont und der etwas rötliche Bhs-illuvialhorizont zeigen typische Farben für diese Horizonte. Während Podsole in den Zentralalpen sehr häufig vorkommen, ist der Podsol in karbonatreichen Gebieten ein seltener Gast (ZECH & NEUWINGER, 1974).

Der Ah-Horizont ist sehr schwarz und durch einen hohen Humusgehalt gekennzeichnet und schluffig-sandig. Laut Schwermineralanalyse enthält er nur eine mäßige Schwermineralmenge, wobei die Korngrößenfraktion <0.1mm überwiegt. Die Probe zeigt einen relativ mäßigen Anteil an magnetischen Mineralen. Die Probe ist glimmerreich und enthält einen beträchtlichen Opakkörner-Anteil. Ferner enthält die Probe besonders viel Hornblende (57%), die als frisch zu bezeichnen ist, sowie 39% Epidot und Zoisit.

Der Ahe-Horizont ist im Gegensatz zum Ah-Horizont grau (5Y 4/1) und hat eine 2cm geringe Bodenmächtigkeit. Die untere Grenze des Ahe-Horizonts verläuft etwas zapfenförmig nach unten in den Bsh-Horizont hinein, was zeigt, dass es sich hier um einen echten Podsol handelt.

Interpretation

Nach SCHÖNHALS (1957 in ZECH & NEUWINGER 1974:182) ist dieses Phänomen dadurch zu erklären, dass im Untersuchungsgebiet auf das buckelige, carbonatreiche Moränenrelief äolische Sedimente im Spätglazial eingeweht worden sind mit der Folge, dass eine selbstständige äolische biotit- und hornblendenreiche Decke gebildet wurde. Laut ZECH & NEUWINGER (1974) sind die Braunerden und Podsole aus den glazialen, kalkreichen Ablagerungen gebildet worden und die Zapfenformen der jeweiligen Horizonte sind demnach als Folge intensiver Verwitterungsvorgänge zu verstehen. Dafür spricht die zapfenartige Form des Podsoles als Ganzes und seines Ae-Horizont-Verlaufs. Dieser Prozess wurde durch die Rodung des Waldes und die teilweise

Mineralisation der organischen Lagen verstärkt. Das Dolinenfeld 2 an der Saugasse zeigt dies deutlich: Das ganze Dolinenfeld ist baumlos. Solche Erscheinungen sind kennzeichnend für die „Buckelwiesen-Landschaft“ (ZECH & NEUWINGER, 1974) und ein solch langsam ablaufender Prozess dürfte im Spätglazial bzw. im frühen Postglazial begonnen haben.

Der folgende, bis zu 9cm mächtige rötlich-schwarze (2YR 2/1) Bhs-Horizont (Illuvialhorizont) weist im Gegenteil zum Ah-Horizont deutlich weniger organische Substanz auf. Hier beträgt der organische Kohlenstoff-Wert 2,3% und es wurde ein Glühverlust von nur 10% gemessen. Der pH-Wert von 5,34 kennzeichnet den Boden in seiner Gesamtheit als sauren Podsol. In diesem Horizont wurden 0,62% CaCO_3 und 0,57% $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$ gemessen, weshalb er laut AG BODEN (1994) als karbonatarm zu bezeichnen ist. Auffällig ist der hohe Sandanteil von 83,7% in der Korngrößenfraktionsanalyse. Es kommt nur eine geringere Schwermineralmenge vor. Die Korngrößenfraktion <0.1mm überwiegt und enthält einen sehr hohen Gehalt an magnetischen Mineralen. Die Probe ist opakreich. Die Hornblende ist ziemlich verwittert und es sind sphärische Kieselalgen vorhanden. Verwitterte und unbestimmbare Schwer- und Leichtmineral Körner kommen auffallend zahlreich vor. Die Probe besteht in ihrer Gesamtheit aus 48% Epidot und Zoisit, 26% Hornblende und sogar 13% Granat. Der Granat ist angelöst, was auf eine Verwitterung in dieser Tiefe sowie eine Versauerung des B-Horizontes hinweist. Die Korngrößenanalyse hat nur 9% Ton nachgewiesen und besteht aus Illit (48%), Chlorit (39%) und Kalolinit (13%). Die Pulver-Röntgen-Diffraktometer-Analyse (RDA), die nur eine Korngrößenfraktion von >2mm misst und die nur qualitativ zu betrachten ist, hat ergeben, dass die Röntgen-Peakflächenlagen von Quarz, Albit und Kalifeldspat das Röntgenspektrum eindeutig prägen [Qz, Al, Kf >> Cc, Dol]. Die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen eine chemische Zusammensetzung aus SiO_2 (55%), Al_2O_3 (18%) und Fe_2O_3 (7%) sowie Ba (441 ppm) und Zr (316 ppm).

Wo die Erosion groß ist, ist der Oberboden durch carbonatreiches, feinsandig-schluffiges Material gekennzeichnet. Auffällig ist der außerordentlich hohe Sandanteil (83,7%) des Bhs-Horizonts und des Bhsv-Horizonts (27%) sowie der hohe Schluffanteil des Bhsv-Horizonts (61%). Diese Ergebnisse sind wichtig für die Podsolbildung, denn sie setzen die Durchlässigkeit der Substrate voraus. Im Bhs- und Bhsv-Horizont ist ein besonders hoher Gehalt an Fe_2O_3 (7%) und Al_2O_3 (18%) zu finden. Im B-Horizont kommt es zu einer Wiederausfällung der aus dem Oberboden eingewanderten organischen Stoffe und Sesquioxide. Dies dürfte im Zusammenhang mit dem pH-Anstieg von 5,34 (Bhs-Horizont) auf 6,76 (Bhsv-Horizont) sowie im Zusammenhang mit der Verwitterung des carbonatreichen C-Horizonts zu erklären sein.

Der intensive dunkelbraun-rötliche (7,5 YR 3/3), 10cm mächtige B(h)sv-Horizont weist zusätzliche Braunerde-Eigenschaften auf. Es wird ein etwas erhöhter organischer Kohlenstoff-Gehalt von 2,4% und ein Glühverlust von 13,5% festgestellt. Im Horizont findet zudem eine deutliche Zunahme des CaCO_3 -Gehalts auf 8% statt, was auf die Verwitterung des Moränenmaterials und des Dachsteinkalks zurückzuführen ist. Der Sprung zwischen dem carbonatarmen Bhs-Horizont zum carbonatreichen Bhsv-Horizont findet in weniger als 13cm Bodenmächtigkeit statt. Nach der Korngrößenfraktionsanalyse besteht der Horizont aus 61% Schluff, 21% Sand und 11% Ton. Hier kommt eine mäßige Schwermineralmenge vor, wobei eine Korngrößenfraktion <0.1mm überwiegt. Es wurde ein hoher Gehalt an magnetischen Mineralen festgestellt, Der Horizont besteht aus 52% Epidot+Zoisit, 36% nicht verwitterter Hornblende sowie 3% Granat. Tonmineralogisch und röntgen-diffraktometrisch betrachtet sind diese Ergebnisse ähnlich zu denen des Bhs-Horizonts. Die Identifizierung von Kalk in der Probe spiegelt sich in den RDA-Ergebnissen [Qz, Al, Cc >> Kf, Dol] sowie in den RFA-Ergebnissen wider. Die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen eine chemische Zusammensetzung aus SiO_2 (51%), Al_2O_3 (17%) und Fe_2O_3 (7%), CaO (5%) sowie Ba (408 ppm) und Zr (288 ppm).

Der besonders hohe Chloritanteil (27-39%), der im gesamten Bodenprofil zu finden ist, lässt sich durch den sauren Boden (Bhs-Horizont) erklären. In unserem Klimabereich stammen die Tonminerale häufig aus der Glimmer- und Feldspatverwitterung. Aus den Glimmermineralien

werden durch physikalische Zerkleinerung Illite gebildet, während die Illite und Glimmerminerale durch Kaliumfreisetzung und eine Abnahme der Schichtladung durch Oxidation von Fe(II) zu Fe(III) randlich aufgeweitet werden. In besonders sauren Böden wie in diesem Fall lagern sich bei zunehmender Al-Freisetzung positiv geladene Al-(Fe)Hydroxopolymere in die Zwischenschichten ein und es bilden sich sekundäre Chlorite.

Der C-Horizont befindet sich in 18cm Tiefe. Es handelt sich hier um kantiges bis kantengerundetes, karbonatreiches (31,5% CaCO₃ und 0,19% Mg(CO₃)₂ Geschiebe mit einer Größe von 5-10cm (Durchmesser), Moränenmaterial also, das dieses Dolinenfeld während der letzten Eiszeit bedeckte. Der Verwitterungslehm des Cv-Horizonts weist einen SiO₂-Gehalt von 37% auf, während das Al₂O₃ (13%) und das Fe₂O₃ (5%) gegenüber dem B-Horizont zurückgegangen ist. Die Korngrößenfraktionszusammensetzung dieses Horizonts besteht aus 48% Schluff-, 44% Sand- und 7% Tonanteil.

Zusammenfassend ergibt sich, dass die Bodenbildung dieses Podsoles ebenso auf einen polygenetischen Bodenbildungsprozess zurückzuführen ist.

7.5 Pseudogleye

7.5.1 Die räumliche Verbreitung der Pseudogleye

Der Pseudogley kommt im Untersuchungsgebiet vergesellschaftet mit Braunerden und Podsolen, die in den Dolinen über Dachsteinkalk und über den Glanecker Schichten gebildet werden.

Tab. 13: Zusammenfassung, Pseudogleyen im Untersuchungsgebiet

ProfilRef.	Profil	Bodentyp
02-GrD1	Ah/Bsv/Sw/Sd /IIBv/Cv	Pseudogley über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk
06-Reitertrett	Ah/Ae/Bs/Bv/ IISw/Scw/ISd/IICv/ Cn	Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten
06-DolPon	Of/Aih/Ae/Bh/ Sw/ Sd/ II Cv/ Cn	autochthoner Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten

Die im Gelände kartierten Pseudogleye befinden sich über einem ton- und schluffreichen Boden und Ausgangsgestein, in dem ein Wechsel von Stauwasser und Austrocknung stattfindet. Der Pseudogley entsteht durch Redoximorphose unter dem Einfluss eines häufig wiederkehrenden Wechsels von Vernässung und Austrocknung. Eine temporäre Staunässe tritt in den oberen Bodenhorizonten auf und lässt in der Vegetationszeit nach. Sie wird durch eine dichte Zusammensetzung des Bodens verursacht, der besonders in ebener, gestreckter Lage Niederschlag und Hangwasser staut. Dadurch wird ein Sauerstoffmangel hervorgerufen, was zu einer Lösung und Umverteilung von Eisen und Mangan innerhalb der Horizonte führt. In der Stauzone entstehen vor allem Konkretionen.



Foto 30: Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten. Profil 06-Reitertrett

Die Staukörper weisen Marmorierungen (Foto 30) im Bodenprofil in 52cm Tiefe auf und dabei werden die Aggregatoberflächen gebleicht und das Innere der Aggregate wird mit Eisen angereichert. Die lehmtonigen Horizonte weisen Goethit und Lepidokrokit auf. Die im Gelände kartierten Böden sind temporär luftarm. Sie trocknen im Oberbodenhorizont aufgrund des Vorkommens an Wurzelwerk stark aus. Der Wechsel der Nass-Feucht- und Trockenphasen bzw. sauerstoffarmen und -reichen Phasen steht im Zusammenhang mit dem Klima als auch der Wasserleitfähigkeit des Staukörpers, der Mächtigkeit der Stauzone und dem Relief. In ebener Lage überwiegt die Feuchtphase. In den flachen Mulden überwiegt die Nassphase und in der Hanglage überwiegt die Trockenphase am längsten. Deshalb tritt am Reitertrett in tieferen Lagen ein sehr feuchter und nasser Zustand nahezu ganzjährig auf. Nur in extrem wasserarmen Sommerzeiten findet eine begrenzte Austrocknung des Oberbodens statt. Im Untersuchungsgebiet ist der Pseudogley in der Regel als autochthoner Boden zu kennzeichnen. Die schwach geneigten Hangrandlagen werden durch kolluviale Prozesse und Solifluktionsprozesse beeinflusst. Hier entsteht eine komplexe Pseudogleybildung (Abb. 20, S. 77).

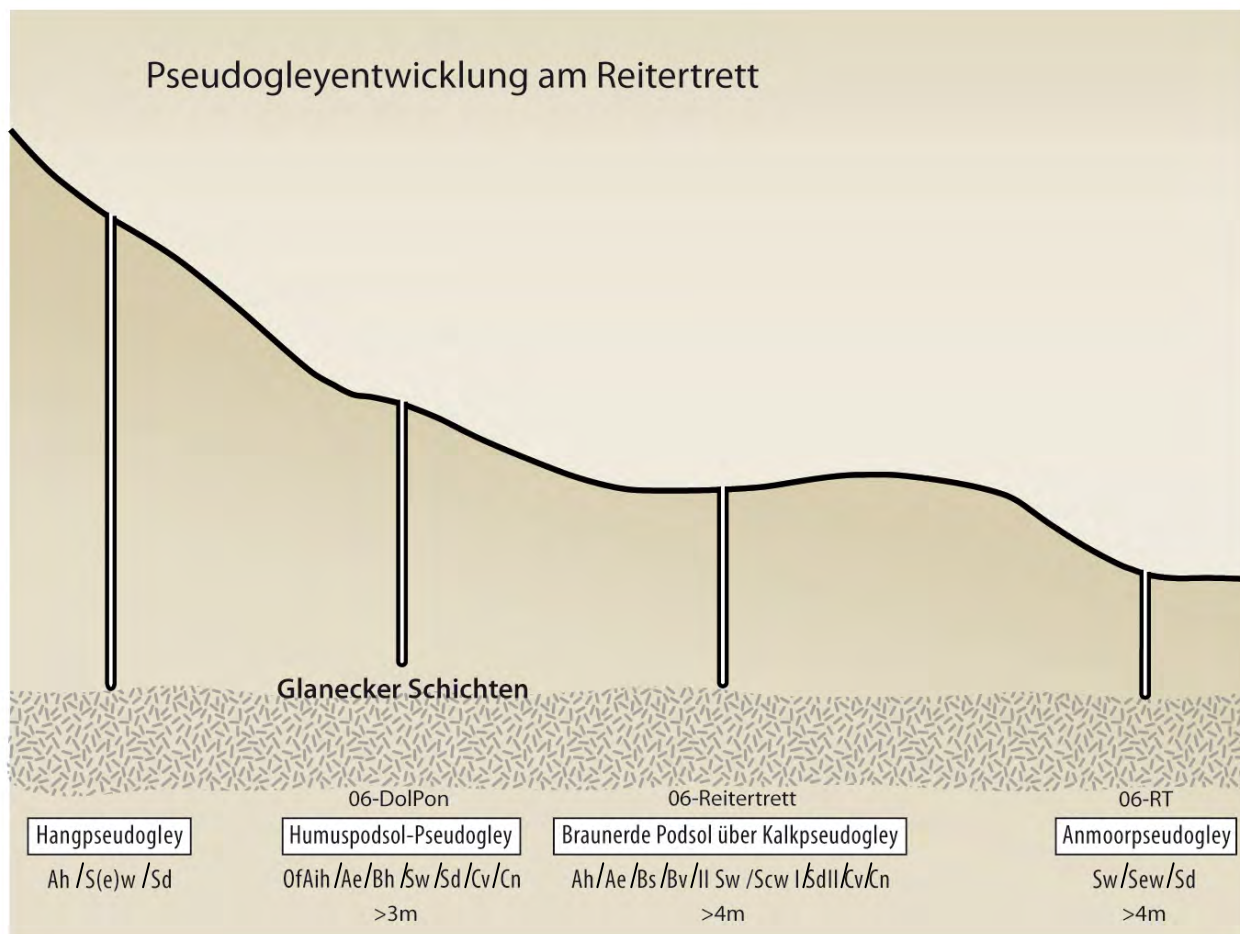


Abb. 20: Pseudogleyentwicklung am Reitertritt ©DUFFY 2011

7.6 Kolluvisole

7.6.1 Die räumliche Verteilung der Kolluvisole

Ein Massenversatz erfolgt am Hang unter dem Einfluss der Schwerkraft. Am Guggenbühel auf 1610m am Fuss des Großen Brüders (1820m) ist ein mächtiger Kolluvisol von >3m entstanden. Hier wurden die Bodenprofile 04-GBA-6 und 04-GBA-7 untersucht. Ein ebenfalls mächtiger Kolluvium ist am S-W-Hang des Weitschartenkopfs bei 1820-1740m kartiert worden. Die Kolluvisole weisen hier Mächtigkeiten von 78cm (04-WK2) und 125cm auf (04-NIXKL). Der Ah-Horizont, erkennbar an der Karbonatanreicherung und Gesteinsfragmenten, wird durch Solifluktion und Hangabwärtsprozesse mit frischen Karbonatsplittern und Gesteinsfragmenten beliefert. Der mächtige M-Horizont, der Mineralboden des Kolluviums, entsteht aus fortlaufend sedimentiertem Solummaterial und ist als sehr karbonatarm zu kennzeichnen. In den Porfilen 04-GBA-6&7 existieren keine dominanten Horizontmerkmale anderer Mineralbodenhorizonte. Es ist kein organisches Material im M-Horizont enthalten. Es handelt sich um ein klumpiges Polyedergefüge, sehr lehmig-nass, das in seiner Farbe von hell bis dunkelbraun changiert.

7.6.2 Ergebnisse der bodenphysikalischen und -chemischen Untersuchungen

Profil-Beschreibung: 04-GBA-7 *Anhang, S. 63*

Substrat: Gosau (Turon, Coniac)
& Dachsteinkalk (Trias, Nor-Rhät)
Horizontabfolge: Ah/Bt(M)/Bv/Cv

Klasse: Terrestrische Böden
Bodentyp: Kolluvisol

Während der Oberbodenhorizont besonders karbonatreich (75%) und humos ist, kommt es in dem 6cm tieferen Mineralbodenhorizont zu einer ersten Diskordanz, die den Bodenhorizont M kennzeichnet. Kennzeichnend für das ganze Profil bis zu einer Tiefe von >220cm ist eine Abnahme des Karbonatgehalts sowie ein rascher Anstieg des SiO_2 -, Al_2O_3 - und Fe_2O -Gehalts. In 220cm Tiefe beträgt der Karbonatanteil nur noch 1,23%.

Dem Korngrößenspektrum nach handelt es sich beim M-Horizont um einen schwachtonigen Schluff (gekennzeichnet: Ut2), obwohl der feine Sandanteil (0,13-1%) minimal gering ist, während der Tonanteil konstant bei 9% liegt mit einem dominierenden Schluffanteil von 88%. Im Profil 04-GBA-6 ist in einer Tiefe von 61cm eine Diskordanz im Bodenhorizont festzuhalten. Hier wurde ein Tonanteil von 35% und ein Schluffanteil von 65% gemessen (Tu3). Es handelt sie demnach um einen mittelschluffigen Ton.



Foto 31: Kolluvisol 04-GBA 7

Die Tonmineralanalyse zeigt weiterhin eine klare Diskordanz bei 65-100cm. So nimmt der Kaolinit- und Chloritanteil des obersten Oberbodenhorizontbereichs um die Hälfte von 22-23% bei 100cm auf nurmehr 12% Kaolinitanteil bei 65cm ab. Annähernd identisch verläuft die Abnahme des Chloritanteils im Tonmineralspektrum, während der Illitanteil im untersten Bodenhorizont eindeutig dominiert (68-75%) und sich als quellfähig ausweist.

Die Schwermineraleergebnisse sowie die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen eine chemische Zusammensetzung aus SiO₂ (50-67,65%), Al₂O₃ (12-16,38%), Fe₂O₃ (5,7-7,32%) und TiO₂ (1%). Der Boden und der Mineralhorizont erweisen sich damit als äußerst karbonatarm. Besonders eindeutig weisen die Werte der Elemente Vanadium, Y und La (siehe Tab. 14) im Zusammenhang mit dem Schwermineral Chromspinnell (100cm:7) auf das nichtkarbonatische Ausgangsgestein hin.

Tab. 14: Ergebnisse aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse: Profil 04-GBA 7

Bodenprofil	Tiefe cm	Ba ppm	Ce ppm	Co ppm	Cr ppm	Cu ppm	Ga ppm	La ppm	Nb ppm	Nd ppm	Ni ppm	Pb ppm	Rb ppm	V ppm	Y ppm
04-GBA 7- I/9	9	302,10	67,80	4,50	99,80	12,30	17,70	35,60	17,70	27,90	16,60	147,20	134,30	104,60	20,10
04-GBA7 II_45	45	228,20	50,70	16,20	75,30	10,10	12,90	26,80	15,10	21,20	13,20	23,30	115,00	87,70	10,30
04-GBA 7-II_65	65	373,40	75,20	15,20	132,00	17,90	20,30	40,20	21,30	30,30	44,60	30,70	135,20	135,00	20,50
04-GBA 7-II_100	100	394,90	89,10	20,40	145,40	27,60	19,40	44,20	20,90	35,60	67,50	27,50	137,70	140,10	42,70
04-GBA 7 II-125	125	387,50	83,70	22,10	146,90	24,70	19,30	39,00	19,40	33,30	61,00	26,60	139,30	132,90	38,90
04-GBA 7 II/145	145	402,70	99,50	20,00	151,90	23,40	19,20	40,50	19,80	40,40	75,40	27,00	145,60	136,90	49,30
04-GBA 7-II_160	160	400,70	95,60	19,30	144,50	23,50	19,20	53,30	19,00	38,60	75,30	26,00	145,00	132,80	54,40
04-GBA 7-II_195	195	380,70	92,90	20,70	135,60	26,20	19,80	46,20	21,30	37,40	60,10	34,70	143,70	136,10	35,30
04-GBA 7-II_200	200	397,50	101,90	20,30	134,10	26,60	19,80	45,40	21,10	41,30	66,00	27,70	142,00	133,50	50,90
04 GBA 7B-II/210	210	410,90	115,10	19,80	139,50	26,90	18,90	55,60	20,00	47,20	69,70	27,30	144,30	127,60	65,10

Interpretation

Die Analysen belegen einen Kolluvisol, der entstanden ist durch lateritisch-bauxitische Ablagerungen der Gosau, die vom Großen Bruder aus hangabwärts zum Hangfuss auf 1610m transportiert worden sind. Im nahe liegenden, etwa 60m höher gelegenen Bodenprofil 04-GBA-2 auf 1670m sind in 15cm Tiefe Gesteinsfragmente der Bauxite gelagert und beprobt worden. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau sind ebenso am Alpaalmsteig bei 1600m im Oberbodenhorizont weit verbreitet. Dies zeigen die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-, der Schwermineral- sowie der Tonmineralanalyse.



Foto 32: Mullrendzina mit Einschlüssen von bauxitischen Ablagerung der Gosau (04-GBA-2)

8. Das Boden-Raummuster und seine Mikrotopographie

8.1 Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit zur Geologie und Ausgangssubstrat

Die geologischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet verweisen auf eine sehr dominante Verbreitung des norischen Dachsteinkalks. Es besteht dabei ein direkter Zusammenhang zwischen der Geologie und dem Stand der Bodenentwicklung.

Die Rendzinen und Braunerden bilden sich häufig auf Flächen über norischem Dachsteinkalk (n=47). Die Mineralboden-Horizonte sind karbonatreich, der Chloritanteil der Tonfraktion ist erhöht und auch der Gesamteisenteil des Mineralspektrums ist erhöht, was die Bildung der Braunerden fördert. Der prozentuale Lösungsrückstandsanteil des Kalks variiert je nach Karbonatgehalt des Ausgangsgesteins.

Tab. 15: Vereinfachte Zusammenfassung der Hauptbodentypen und ihrer Geologie

Geologie	Residual-Gehalt(%)	autochthone Bodentypen	Komplexe Böden
Dachsteinkalk	1-5	Rendzina Braunerde	Parabraunerde podsolige Braunerde Braunerde- Terra fusca Terra fusca- Braunerde
Gosau	1-1,5	Braunerde Terra fusca	podsolige Braunerde Braunerde- Terra fusca Terra fusca über podsolige Braunerde
Glanecker-Schichten	43	Pseudogley	Humuspodsol-Pseudogley Braunerde-Podsol Kalkpseudogley

Ähnlich lässt sich der Entwicklungszustand der autochthonen und allochthonen Böden über den Gosau-Schichten und über der Gosaudecke (n=15) charakterisieren. Hier bilden sich vor allem die Braunerden und Terra fuscae. Bei Zufuhr des nicht karbonatischen Anteils entstehen, unterstützt durch den Podsolierungsprozess, Bodentypen wie Braunerden und Terra fusca. Auf Flächen über den Glanecker Schichten (n=3) entsteht die Bodentyp *Pseudogley*. Die geomorphologische Mulde am Reitertritt sowie zahlreiche Dolinen auf dem Plateau der Reiteralpe in der subalpinen Vegetationshöhenstufe weisen pseudovergleyte Erscheinungen auf. Mit Zufuhr des karbonatischen Anteils der anstehenden Glanecker Schichten entstehen komplexe Böden: Humuspodsol-Pseudogley und Braunerde Podsol-Kalkpseudogley.

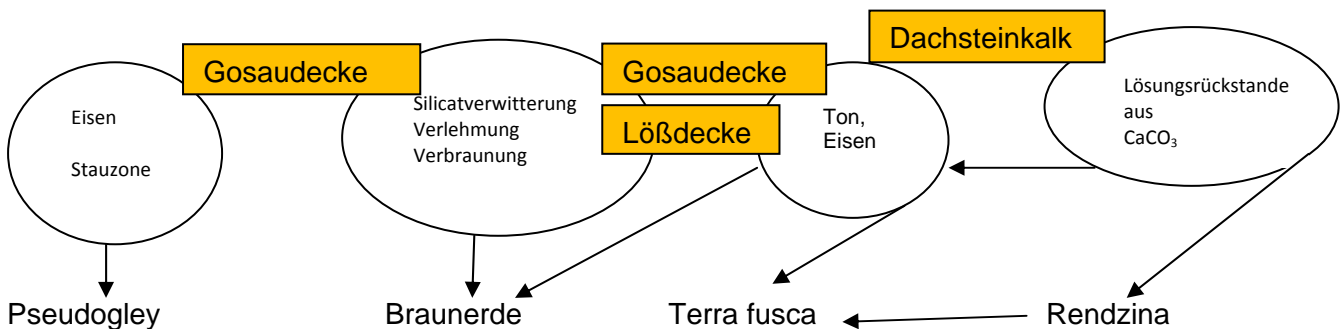


Abb.21: Entstehung der Bodentypen in Abhängigkeit zur Geologie und Ausgangssubstrat

8.2 Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Vegetationshöhenstufen

Die Böden der unteren alpinen Vegetationshöhenstufe (n=6) weisen deutlich auf den Typus *Rendzina* (Mullrendzina, Pechrendzina) hin, während die Polsterrendzina die schroffen Dachsteinkalkfelsen sowie die Klüfte und Störungen der steilen Karstgassen (Rossgasse) bedeckt. Die geringmächtigen, autochthonen Rendzinen befinden sich ebenfalls in den steilen und geschützten Karstgassen. Eine 60cm mächtige, allochthone Terra fusca-Braunerde über Dachsteinkalk zeigt sich in 1925m NN Höhe am steilen, konkaven Nordhang des Edelweißlahnerkopfes. Die Bodentyp weist auf eine rezente Zufuhr von Fremdmaterial hin: 45% SiO₂, 13% Al₂O₃ und 9,4 % Fe₂O₃ finden sich im Oberboden A-Horizont bis zum Ausgangsgestein hin. Die mikrotopographische Gegebenheit dieses Standortes mit seinen gestreckten Hängen des Gipfelbereichs sowie dem vegetationsarmen Bedeckungsgrad, gekennzeichnet durch die Mattenvegetation, stellt einen optimalen Standort für einen allochthonen Boden dar.

Die Analyse des Bodenvorkommens in der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe (n=19) zeigt folgendes Ergebnis: Diese Höhenstufe lässt sich gut durch die Parameter Gesteins- und Vegetationsvorkommen identifizieren. Der Typus Rendzinen (Tangel- und Pechrendzina) ist verbreitet auf norischem Dachsteinkalk. *Pinus mugo* ist vor allem auf steilen und gestreckten Hängen anzutreffen. Die autochthone Tangelrendzina entwickelt sich gut an steilen Hängen mit geringen Bodenmächtigkeiten. In dieser Höhenstufe erweist sich eine enge Stelle in einer Höhe von 1750-1780m NN in der Rossgasse für die Bildung der allochthonen Böden: Hier treten allochthone Polsterrendzinen bzw. eine allochthone beeinflusste Polsterrendzina (04-RG H2), eine allochthone Braunerde über einer autochthonen Rendzina (04-RG-H2b) sowie eine allochthone Pechrendzina (04-WS2b) auf. In allen Profilen treten im Oberbodenhorizont hohe SiO₂-, Al₂O₃- und Fe₂O₃-Gehalte auf. Zudem ist im Schwermineralspektrum Granat, Zirkon und Titan vorhanden. Auch auf der gegenüber liegende Südseite am Weitschartenkopf um 1740m ist dieses Phänomen festzustellen (Tab 16).

Tab 16: Allochthone Bodenbildung am Nord- und Südhang in Abhängigkeit mikrotopographischer Parameter (vegetationsarme Flächen (va), vegetationsdichte Flächen (vd) und vegetationsfreie Flächen (vf), sehr geneigt (sg), steil (st), konkav (Cv Hang), gestreckte Hang (G Hang), sowie Nord (N), Süd (S))

Profile	allochthone Bodentypen	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Geologie	Höhe (m) ü. NN	Aspekt	Vegetation B.-Grad	Hang- neigung	Hang- morphologie
04-WS2b	Pechrendzina über nDk	49,59	24,42	8,64	nDk	1780	S	va	steil	G-Hang
04-RG H2	Pechrendzina über nDk	36,92	12,6	5,15	nDk	1750	N	vd	sg	G-Hang
04 RG-H2b	Braunerde über Rendzina über nDk	38,12	14,56	6,04	nDk	1750	N	vd	sg	G-Hang
04-NIX M	schwacher Podsol über Braunerde	48,94	13,47	5,47	nDk	1740	S	vd	steil	Cv-Hang

Darüber hinaus ist auf einer Höhe von 1862-1870m an gestreckten Südhängen, gebunden an die Gosaudecke, eine Konzentration von mäßig podsoligen Braunerden festzustellen, während sich die Braunerde-Terra fusca in unmittelbarer Nähe auf den auf 1811m gelegenen steilen, konvexen Südhängen befindet. Der Parameter Höhenlage erlaubt hier eine differenzierte Beschreibung der Bodenentwicklung.

Autochthone sowie allochthone Böden sind gut in der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe (n=22) verbreitet. Die räumliche Verteilung der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe deckt sich mit der Plateauebene der Reiteralpe. Die Böden der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe sind am besten über die Geologie zu differenzieren. Gut zu erkennen ist der autochthone Charakter der Böden im Liegend, während im Hangenden eine allochthone Bodendifferenzierung nachgewiesen werden kann. Eine besonders hohe Bodenmächtigkeit >3m existiert in den Dolinen über den Glanecker Schichten: Nachzuweisen sind Humuspodsol Pseudogley, Braunerde-Podsol über Kalkpseudogley und über Dachsteinkalk.

Ähnliches Bodenraummuster lässt sich in der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe (n=11) erkennen. Der Rand der Plateauebene befindet sich noch in der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe. Die Dolinen an der Schwegelalm bieten ebenfalls große Bodenmächtigkeiten. Nachzuweisen sind Braunerden und Parabraunerden, vergesellschaftet mit pseudovergleyten Erscheinungen über Dachsteinkalk. Die allochthonen Braunerden füllen die Dolinen des Dachsteinkalks aus. Es ergibt sich ein einheitliches Verteilungsbild.

Tab. 17: Hauptbodentypen in Abhängigkeit von der Vegetationshöhenstufe

Vegetationshöhenstufe	autochthone Bodentypen	allochthone Bodentypen
untere alpine	Polsterrendzina über Dachsteinkalk Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk Pechrendzina über Dachsteinkalk	Braunerde über Dachsteinkalk
obere subalpine	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk Tangelrendzina über Dachsteinkalk Pechrendzina über Dachsteinkalk Polsterrendzina über Dachsteinkalk Stürzhalde-Pechrendzina über Dachsteinkalk m. podsolige Braunerde über Gosaudecke Braunerde-Terra fusca über Gosau Kluftfüllung Kolluvium ü Gosau	Terra fusca über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Pechrendzina über Dachsteinkalk schwacher Podsol über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde über autochthoner Rendzina aus Dachsteinkalk
mittlere subalpine	Tangelrendzina Kolluvium über Dachsteinkalk s. podsolige Braunerde über Gosau Braunerde über Gosau Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde-Rendzina Terra fusca über eine s. podsoliger Braunerde über Gosau silikatreiches Kolluvium über Glaneckerschichten	Mull-Rendzina mit Einschlüssen über Dachsteinkalk Braunerde über autochthoner Rendzina über Dachsteinkalk Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde über autochthone Terra fusca aus Dachsteinkalk Braunerde über autochthoner Rendzina-Terra fusca aus Dachsteinkalk Braunerde über Terra fusca aus Dachsteinkalk Braunerde über Gosau Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten Pseudogley über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Pseudogley über eine autochthoner Braunerde über Geschiebe über Dachsteinkalk
untere subalpine	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk Mäanderkarrenfüllung	Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk podsolige Braunerde über Geschiebe über Dachsteinkalk Podsol über autochthoner Braunerde über Geschiebe über Dachsteinkalk Braunerde über Dachsteinkalk Pechrendzina über fein verarbeitetem Geschiebe Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk

Das **Fazit**: Zusammengefasst ist zu festhalten:

- In allen Vegetationshöhenstufen auf der Reiteralpe sind allochthone Böden weit verbreitet.
- Die Dolinen und muldenförmigen Depressionen bieten sich als Akkumulationslagen mächtiger Böden an.
- Die exponierten Gipffluren und -bereiche des Hochgebirges sind in mikrotopographischer Sicht weniger betroffen von rezente äolischen Einträgen als die niedriger gelegenen Flächen.
- Autochthone Böden erweisen sich als weniger mächtige Böden. Sie befinden und entwickeln sich am häufigsten in der alpinen Stufe.

8.3 Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Vegetationsbedeckung

Der Parameter Grad der Vegetationsbedeckung, auch Vegetationsdichte genannt, wurde näher untersucht um festzustellen, ob eine Korrelation zwischen dem Raummuster von Böden und dem Vegetationsbedeckungsgrad besteht. Im Rahmen der statistischen Auswertung der Bodenprofile wurde der Vegetationsbedeckungsgrad in folgende drei Klassen unterteilt: 1. Die vegetationsfreien Flächen. Sie sind durch ein fehlendes bis schwaches Vegetationsvorkommen gekennzeichnet, das z.B. an Felshängen auftritt. 2. Die vegetationsarm bedeckten Flächen. Sie sind durch Rasengesellschaften gekennzeichnet. 3. Die vegetationsdicht bedeckten Flächen, die zusammen mit Rasengesellschaften und Baumbewuchs die Flächen charakterisieren (siehe dazu S. 56).

An steilen Nordhang sind in der oberen subalpinen und alpinen Stufe zwischen 1830m und 1920m Bodenprofile untersucht worden. Diese sind nach der Klassifikation des Vegetationsbedeckungsgrades als *vegetationsfrei* zu kennzeichnen (n=6). Das Vegetationsvorkommen ist arm, die Bodenmächtigkeit ist gering. Hier herrscht eine Rendzinen-Vielfalt vor: Mullrendzina, Pechrendzina, Polsterrendzina autochthoner Art, die im Ah-Horizont einen besonders hohen Illit-Anteil besitzen, wie die Tonmineralanalyse ergeben hat (Tab.18). Die Korngrößenanalyse belegt einen erhöhten Fein- bis Grobsandanteil.

Tab. 18 : Ergebnisse der Tonmineralanalyse der Rendzinen mit erhöhtem Illit-Anteil im O/A-Horizont an freien Flächen am Nordhang

Illit (%)	58 ^{qu}	67	67 ^{qu}	61 ^{qu}	58 ^{qu}
Bodentyp	Pechrendzina	Mullrendzina	Pechrendzina	Polsterrendzina	Mäanderkarrenfüllung

Unter dem mikrotopographischen Raummuster der Böden mit einem *dichten Vegetationsbedeckungsgrad* (n=18), versteht man im Untersuchungsgebiet insbesondere auch das Vorkommen von Latschenkiefern bzw. Waldbestand. Die Analyse liefert folgende Ergebnisse: Die Korngrößenanalyse ergibt einen hohen prozentualen Schluffanteil im Oberbodenhorizont, was gegenüber den anderen Vegetationsbedeckungsgruppen als besonders bedeutend einzustufen ist. Der Schluffanteil der Böden beträgt 80-86%.

Bei den durch Bodenprofile beprobten Standorten der vegetationsarmen Gruppe (n=30) ist die Variationsbreite des Schluffanteils ebenfalls entsprechend hoch und liegt bei 53%-94%. Im Allgemeinen ist der Sandgehalt höher als der Tongehalt. Die humosen Oberboden- sowie die Mineralbodenhorizonte besitzen eine größere Vielfalt sowie einen höheren prozentualen Anteil an Schwermineralen. Dies ist z.B. am Beispiel von Rutil (Abb. 22, S. 84) und Granat (Abb. 23, S. 84) erkennbar.

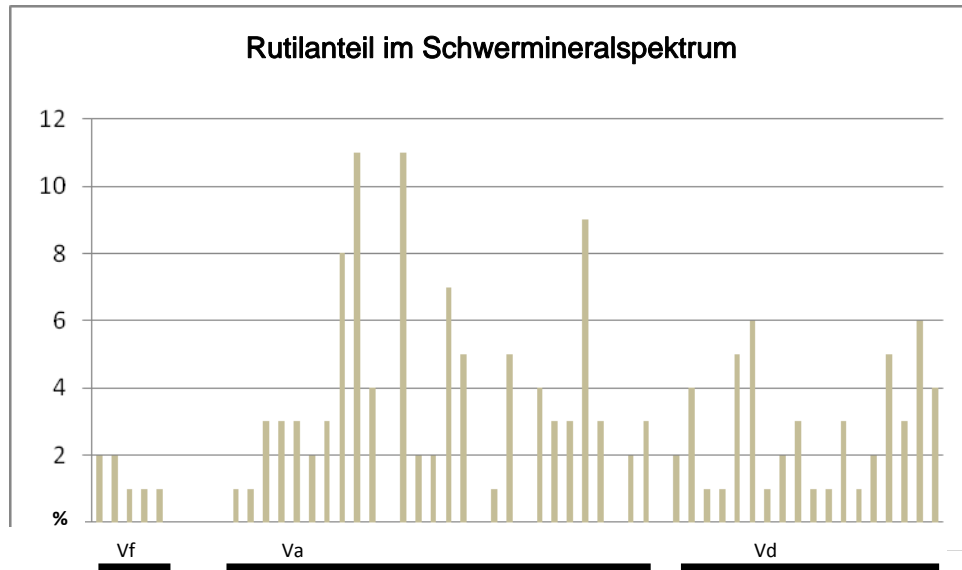


Abb. 22: Prozentualer Rutilanteil in untersuchten Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit vom Grad der Vegetationsbedeckung auf vegetationsfreien Flächen (Vf), vegetationsarmen Flächen (Va) und vegetationsdichten Flächen (Vd).

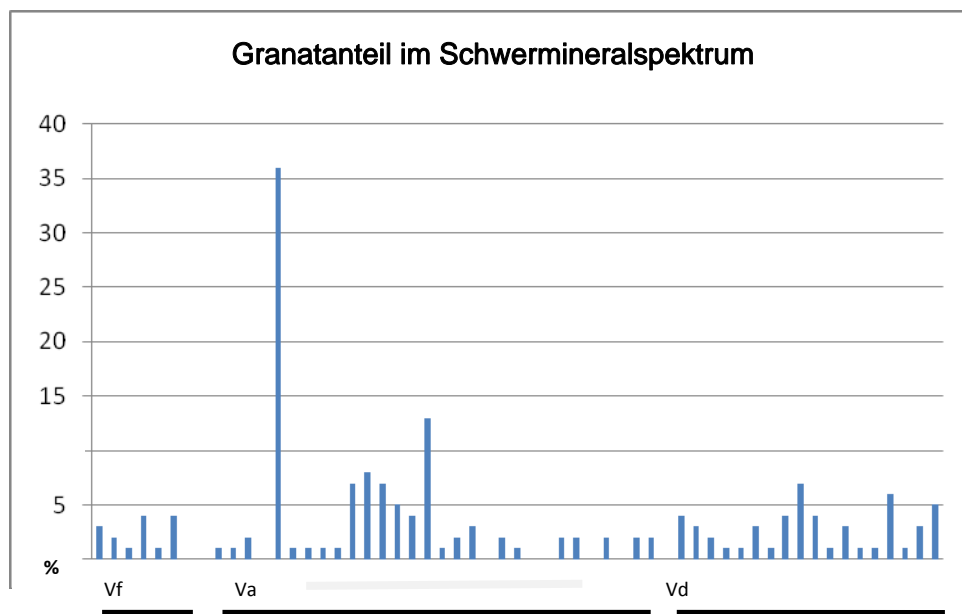


Abb. 23: Prozentualer Granatanteil in untersuchten Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit vom Grad der Vegetationsbedeckung auf vegetationsfreien Flächen (Vf), vegetationsarmen Flächen (Va) und vegetationsdichten Flächen (Vd).

Fazit: Der Grad der Vegetationsbedeckung zeigt, dass die Vegetation der Oberbodenhorizonte als Staubfänger äolischen Materials fungiert. Standorte mit einer Vegetationsbedeckung aus Rasengesellschaften fangen etwas mehr äolische Mineralien im Ah-Horizont auf als Standorte mit dichtem Waldbestand. Wenn man beide Vegetationsräume zusammen betrachtet, so dienen dennoch beide als äolische Staubfängerräume. Bodenraummuster von vegetationsbedeckten Flächen zeigen sich als optimale Standorte für eine allochthone und polygenetische Bodenbildung (Tab. 19, S. 85). Die Bodenraummuster von vegetationsfreien Flächen sind dagegen durch eine überwiegend autochthone Bodenbildung gekennzeichnet. Auf diesen vegetationsfreien Flächen ist anhand der Korngrößenanalyse ein prozentual erhöhter Sandanteil festzustellen. Die charakteristischen Böden, die sich auf diesen Flächen bilden, sind die Rendzinen und O/C-Böden.

Tab. 19: Hauptbodentypen in Abhängigkeit vom Grad des Vegetationsbedeckungsgrades

Grad der Vegetationsbedeckung	autochthone Bodentypen	allochthone Bodentypen
Vegetationsfrei vf	Sturzhalde-Pechrendzina Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk Pechrendzina Polsterrendzina	
Vegetationsarm va	Tangelrendzina über Dachsteinkalk Kolluvium über Dachsteinkalk Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde über Gosau Braunerde-Terra fusca über Gosau Terra fusca über eine s. podsolige Braunerde über Gosau silikatreiches Kolluvium über Glaneckerschichten	Pechrendzina über Dachsteinkalk Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde über authochthone Terra fusca aus Dachsteinkalk Terra fusca über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Pseudogley über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten Braunerde über Gosaureste Pseudogley über eine autochthoner Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk podsolige Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk Podsol über eine autochthone Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten
Vegetationsdicht vd	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk Tangelrendzina über Dachsteinkalk Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk Kolluvium über Gosau m. podsolige Braunerde über Gosaudecke Braunerde-Terra fusca über Gossau	Mull-Rendzina mit Einschlüssen über Dachsteinkalk Braunerde über Dachsteinkalk Braunerde über autochthoner Rendzina über Dachsteinkalk schwache Podsol über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk Braunerde über autochthone Rendzina-Terra fusca aus Dachsteinkalk

8.4 Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Hangmorphologie

Tab. 20 : Klassifikation der Hangmorphologie (nach AG BODEN 1994)

Im Untersuchungsgebiet wurden die Bodenprofile in folgende Hangneigungsstufen unterteilt:

Stufen	Bezeichnung	Abkürzung	Hangneigung in Grad (°)
N0	nicht geneigt	ng	<0,5-1
N1	sehr schwach geneigt	sschg	1-2
N2	schwach geneigt	schg	2-5
N3	mittelgeneigt	mg	5-10
N4	stark geneigt	sg	10-15
N6	steil	steil	20->30

Die bodenphysikalischen und geochemischen Untersuchungen ergaben, dass an steilen Hängen mit einer Neigung von 20°-30° genauso viele Schwermineralien sowie Karbonat und silikatische Anteile gemessen wurden wie auf *nicht* geneigten Flächen. Die statistische Analyse zeigt keine Anhaltspunkte für Unterschiede (Abb. 24-26, S. 86).

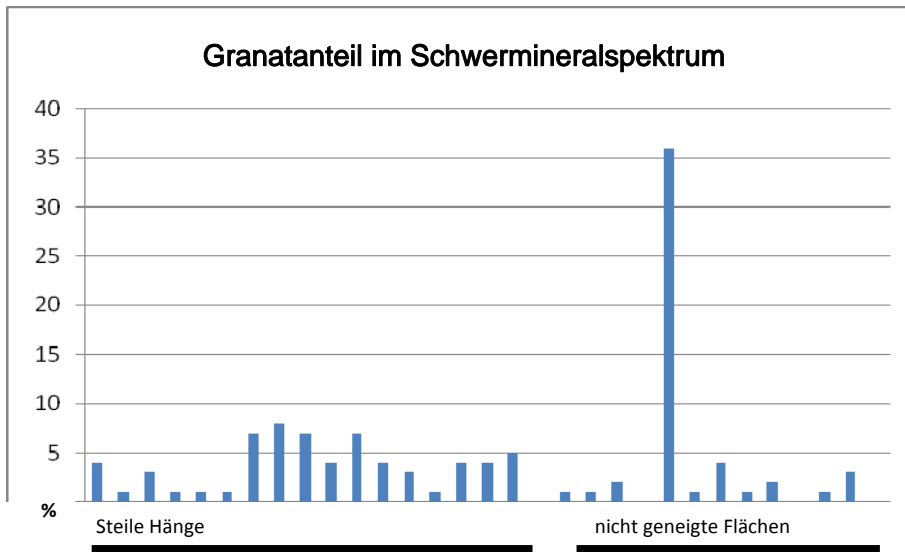


Abb.24: Prozentualer Granatanteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen (ng).

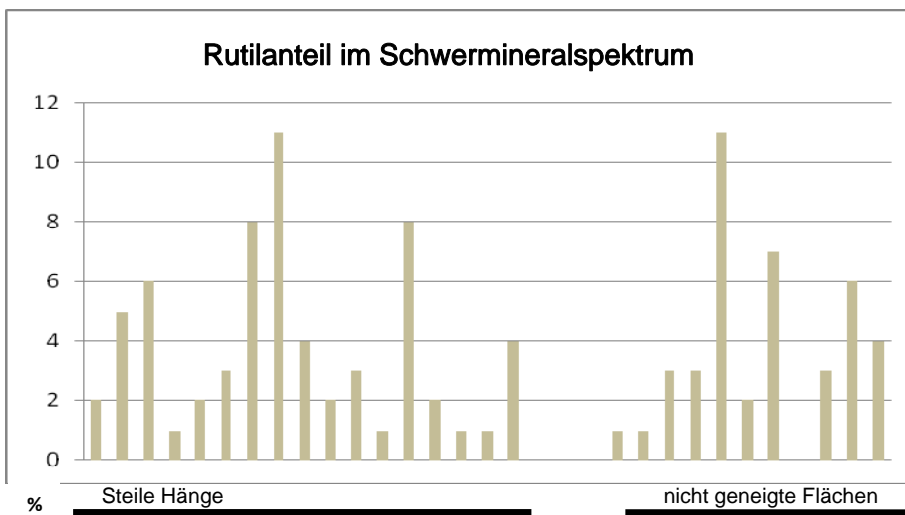


Abb. 25: Prozentualer Rutilanteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen (ng).

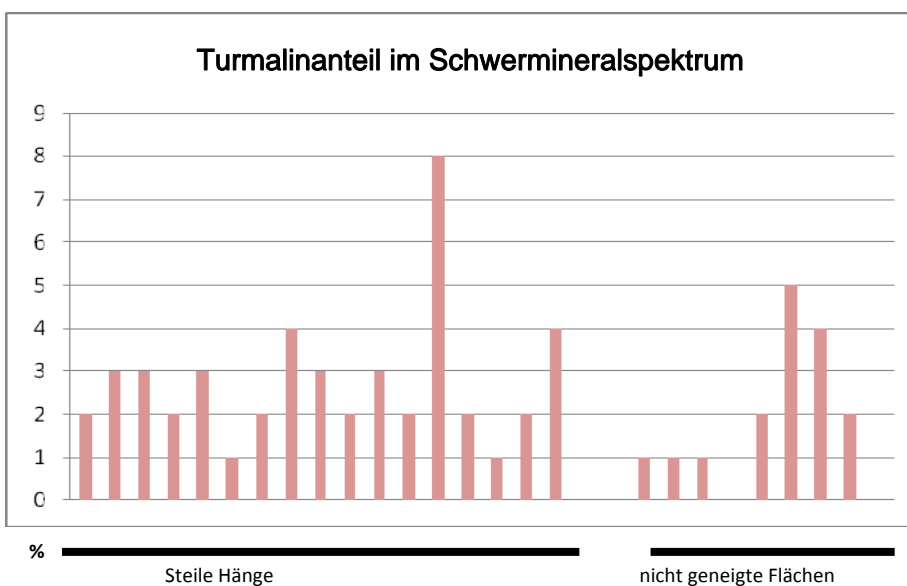


Abb. 26: Prozentualer Turmalin-Anteil auf steilen Hängen (s) sowie auf nicht geneigten Flächen (ng)

Tab. 21: Zusammenfassung der Hauptbodentypen in Abhängigkeit der Hangneigungsstufen

Hangneigung	Grad	Bodentyp
nicht geneigt ng	N0	Pechrendzina über Dachsteinkalk
		Kolluvium über Dachsteinkalk
		Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau
		Braunerde über Gosau
		silikatreiches Kolluvium über Glaneckerschichten
		Pseudogley über autochthoner Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk
		Allochthone Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk
		Allochthone podsolige Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk
		Allochthone Podsol über autochthoner Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk
		allochthone Braunerde über Dachsteinkalk
		allochthone Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk
allochthone Braunerde über autochthoner Rendzina-Terra fusca aus Dachsteinkalk		
sehr schwach geneigt sschg	N1	Kolluvium über Dachsteinkalk
		s. podsolige Braunerde über Gosau
schwach geneigt schg	N2	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk
		Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk
		Allochthone Pechrendzina über fein verarbeiteten Moräne
		Allochthone Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk
		Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten
Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten		
mittel geneigt mg	N3	Braunerde über Dachsteinkalk
		Sturzhalde-Pechrendzina über Dachsteinkalk
		Polsterrendzina über Dachsteinkalk
		Tangelrendzina über Dachsteinkalk Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk
stark geneigt sg	N4	Braunerde-Rendzina
		Allochthone Mull-Rendzina mit Einschlüssen über Dachsteinkalk
		Allochthone Braunerde über autochthoner Rendzina über Dachsteinkalk Allochthone Pechrendzina über Dachsteinkalk
steil steil	N5/N6	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk
		Tangelrendzina über Dachsteinkalk
		m. podsolige Braunerde über Gosaudecke
		Pechrendzina über Dachsteinkalk
		Braunerde-Terra fusca über Gosau
		Kolluvium über Gosau
		Klufffüllung
		Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk
		Pechrendzina über Dachsteinkalk
		Allochthone Terra fusca über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk
		Allochthone Pechrendzina über Dachsteinkalk
Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk		
Allochthone schwache Podsol über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk		

Fazit: Festzuhalten ist jedoch, dass an den *nicht* geneigten Flächen, z.B. in den Dolinen, nach der Korngrößenanalyse ein hoher Sand- sowie Tongehalt gemessen worden ist (Tab. 22). Es zeigt sich, dass der Sandanteil einen erheblichen Anteil ausmacht (Bodenart Us/Ut2 Ut3 Uls). Es gibt hier einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Anteil der rezenten Mineralen mit einer Korngröße von 63-2000µm, die im rezenten Niederschlag in den Dolinen gemessen worden sind (siehe Kap. 11), und dem Sandanteil der Bodenanalyse.

Tab.22: Der prozentuale Ton- (T), Schluff- (U) und Sand (S)- Anteil an den untersuchten, nicht geneigten Böden. Ergebnisse aus der Schwermineralanalyse.

Hang	Bodentyp	T %	U %	S %
nicht geneigt	Pseudogley über Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	12	73	15
	Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk	11	53	36
	podsolige Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	14	67	19
	Podsol über autochthoner Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	12	62	26
	Pechrendzina über Dachsteinkalk	6	19	75
	Kolluvium über Dachsteinkalk	11	89	0
	Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau	6	81	12
	Braunerde über Dachsteinkalk	6	83	10
	Braunerde über autochthoner Rendzina-Terra fusca aus Dachsteinkalk	4	80	16

8.5 Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Hangwölbung

Im Untersuchungsgebiet wurden die Raummuster autochthoner und allochthoner Böden auch nach der Wölbungstendenz der Geländeoberfläche, der vertikalen und horizontalen Reliefwölbung, untersucht. Dazu wurden mehrere Klassen in Anlehnung an die Wölbungsrichtung und Wölbungstendenz nach AG Boden (1994) gebildet.

Die vertikale Hangwölbung kann in 5 Klassen und ihre Böden klassifiziert werden: konkave, konvexe und gestreckte Hänge sowie gestreckte und konkave Flächen.

Ergebnisse

1. Allochthone Böden befinden sich überwiegend an **gestreckten Flächen und Hängen**, weniger an konvexen oder konkaven Hängen. Die Oberbodenhorizonte sind durch einen erhöhten Sandanteil gekennzeichnet als sandiger Schluff, mittellehmiger Sand oder sandig-lehmiger Schluff.

2. Die Böden, die sich an **konkaven (Cv) und konvexen (Cx) Hangwölbungen** befinden, sind im Kontrast dazu als schluffige Böden Uu/Ut2, reine Schluff- Böden oder schwachtonige Schluff-Böden zu kennzeichnen.

3. Die Böden auf **gestreckten Flächen oder Hängen** enthalten einen großen Anteil an nicht-karbonatischem Material und Schwermineralen. Darüber hinaus ist der prozentuale Anteil des Chlorits in der Tonfraktion des Oberbodenhorizontes deutlich höher als in den Böden, die sich an konvexen oder konkaven Hängen befinden. Der erhöhte Chlorit-Anteil tritt zusammen mit einem hohen Gesamteisenanteil in den allochthonen Böden auf. Das spricht für die Bildung und Entwicklung der Braunerden auf gestreckten Wölbungen. Tabelle 23 (S.89) fasst die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Hauptbodentypen und ihrer Vorkommen nach Relief- und Hangwölbungstendenzen zusammen.

4. Ferner muss auch zwischen Böden auf konvexen und konkaven Hangwölbungen unterschieden werden.

4a. Die Böden an **konvexen Hangwölbungen** befinden sich im frühen Bildungsstadium verglichen mit den Böden im entwickelten Zustand an konkaven Hangwölbungen.

4b. An **konvexen Hangwölbungen** kommen nicht nur die autochthonen Böden im frühen Entwicklungsstadium vor, d.h. Rendzinen (Tangel-,Pech, Mull) bis Braunerden (schwach podsolige Braunerde über Gosau), sondern auch die komplexen sowie allochthonen Bodentypen.

5. An **konkaven Hangwölbungen** befinden sich mächtigere Böden mit einem ermittelten Mittelwert der Mächtigkeit von 60cm verglichen mit den Böden der konvexen Hängen (Mittelwert der Mächtigkeit: 29,7cm).

Die Böden, die sich an konkaven Hangwölbungen befinden, weisen vielfältige Entwicklungsstadien auf. Darunter befinden sich die Rendzinen und Braunerden. Sie sind Vertreter der autochthonen Bodenbildung. Dazu kommen die Kolluvisole. Sie sind Vertreter der mächtigeren Böden: 160-220cm Bodenmächtigkeit (04-GBA-6&7) wurden in der Nähe des Alpaalmsteigs sowie in den Decken über Gosau gefunden sowie eine Kolluviummächtigkeit von 125cm in einer Höhe von 1770m am Weitschartenkopfgang über der Gosaudecke. Ebenso treten eine Reihe von Böden in komplexen Entwicklungsstadien auf: Braunerden über autochthoner Terra fusca, Braunerden über Gosaudecke, Braunerde-Podsol über Kalkpseudogley über Glanecker Schichten, Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten.

Tab. 23 : Zusammenfassung der Bodentypen in Abhängigkeit von der Hangmorphologie: gestreckte Flächen (G Flächen), gestreckte Hänge (G Hang), konvexe Hänge (Cx Hang), konkave Hänge (Cv Hang) und konkave Flächen (Cv Flächen)

Hangwölbung	Bodentyp	
G-Flächen	Pseudogley über Braunerde über Dachsteinkalk	
	Braunerde über Dachsteinkalk	
	Allochthone Braunerde über authochthone Terra fusca aus Dachsteinkalk	
	Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk	
	Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau	
G-Hang	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk	
	Braunerde- Terra fusca über Gosau	
	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke	
	Kluftfüllung	
	Polsterrendzina über Dachsteinkalk	
	Tangelrendzina über Dachsteinkalk	
	Mull-Rendzina mit Einschlüssen über Dachsteinkalk	
	Terra fusca über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk	
	Allochthone Pechrendzina über Dachsteinkalk	
	Braunerde über autochthoner Rendzina aus Dachsteinkalk	
	Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk	
	Cx Hang	Tangelrendzina über Dachsteinkalk
		s. podsolige Braunerde über Gosau
Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk		
Pechrendzina über Dachsteinkalk		
Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk		
Allochthone Braunerde über autochthoner Rendzina über Dachsteinkalk		
Allochthone Pechrendzina über fein verarbeitetem Moräne		
Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk		
Cv Hang		Kolluvium über Dachsteinkalk
	Pechrendzina über Dachsteinkalk	
	Braunerde-Terra fusca über Gosau	
	Kolluvium über Gosau	
	Braunerde-Rendzina	
	Sturzhalde-Pechrendzina über Dachsteinkalk	
	Mäanderkarrenfüllung	
	Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk	
	Allochthoner schwacher Podsol über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk	
	Allochthone Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk	
Cv Flächen	Silikatreiches Kolluvium über Glaneckerschichten	
	Allochthone Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk	
	Braunerde über Gosaureste	
	Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten	
	Braunerde-Podsol über autochthone Kalkpseudogley über Glanecker Schichten	
	Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk	

8.6 Raummuster von Böden in Abhängigkeit ihrer Exposition

Nicht nur wurde die Geologie, die Hangmorphologie, die Hangneigung und der Vegetationsbedeckungsgrad jedes Bodenprofils nach einem Bodenraummuster untersucht, sondern auch die Exposition der Hänge. Eine statistische Analyse der Böden am Nordhang zeigt eine Korrelation zwischen autochthoner Bodenbildung und dem karbonatischen Anteil im Oberbodenhorizont (Abb. 27).

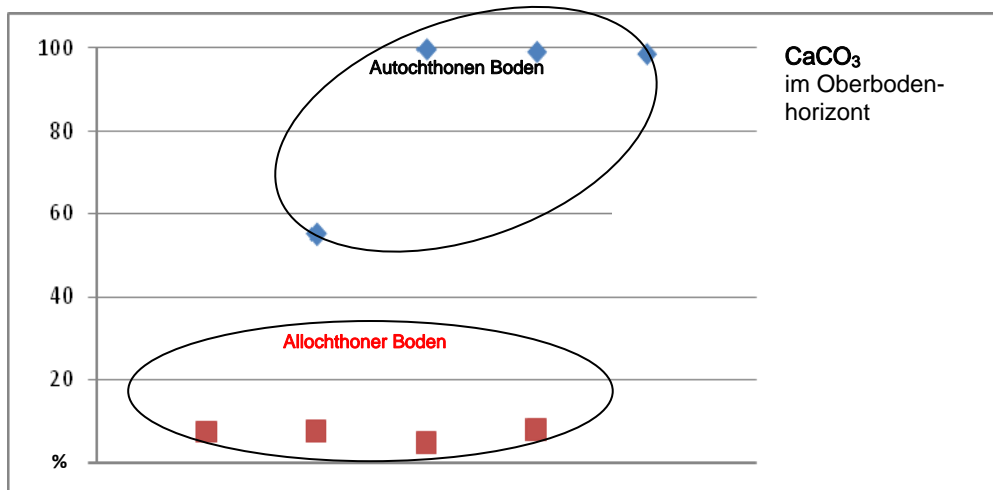


Abb.27: CaCO₃ (%) im Oberbodenhorizont. Dargestellt werden die autochthonen Böden am N Hang und der prozentuale karbonatische Anteil. Die autochthonen Rendzinen am Nordhang haben gegenüber den allochthonen Böden am Nordhang einen größeren Anteil an CaCO₃.

Am Nordhang kommen eindeutig überwiegend mehr autochthone Böden vor als auf Hängen mit der Exposition Süd, Ost oder auf der Plateauebene (Tab. 24). Darüber hinaus ist der Illitanteil aus den Ergebnissen der Tonmineralanalyse im Oberbodenhorizont dementsprechend hoch: 58-67%. Diese Böden sind als Rendzina und OC-Böden anzusprechen (Pech-Tangel-Polster, Braunerde-Rendzina) und geringmächtig (2-40cm). Die allochthonen Böden am Nordhang sind ebenso geringmächtig und langsam aus der Rendzina einer polygenetischen Entwicklung zur allochthonen Terra fusca-Braunerde und Braunerde-Rendzina zu.

Tab. 24: Autochthone Böden am Nordhang und der prozentualen Anteil an Karbonat im Oberbodenhorizont

Autochthone Böden am N-Hang	Karbonatanteil (%)
Kluftfüllung	55
Sturzhalde-Pechrendzina über Dachsteinkalk	100
Polsterrendzina über Dachsteinkalk	99
Tangelrendzina über Dachsteinkalk	98

Die Südhänge hingegen sind nach dem Grad der Vegetationsbedeckung mit Matten und Rasengesellschaften gut bedeckt. Die Hänge sind ebenso steil. Es kommen autochthone Böden und komplexe Bodenbildungen vor: Tangelrendzina, Kolluvium, Pechrendzina, schwach

entwickelte Braunerden, Terra fusca-Braunerde sowie massige podsolige Braunerden, Terra fusca über autochthoner Braunerde. Der prozentuale Anteil des Karbonatgehaltes im Oberbodenhorizont ist deutlich geringer, während der silikatische Anteil des Südhanges einem Mittelwert von 29,74% entspricht. Am Plateau liegt der Mittelwert bei 42,32% (Tab. 25). Dies ist auf die Lithologie am Weitschartenkopfhang zurückzuführen.

Tab. 25: Die Böden der Plateauebene: SiO₂, Al₂O₃ sowie Fe₂O₃ Gehalte

Plateauebene	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Pseudogley über eine Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	60,82	14,59	5,37
Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk	39,02	9,9	3,48
Podsolige Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	48,61	14,35	5,97
Podsol über autochthoner Braunerde über Moräne über Dachsteinkalk	55,8	17,58	7,1
Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk	65,61	18,62	7,61
Terra fusca über eine s. podsolige Braunerde über Gosau	49,36	11,7	3,54
Braunerde über Gosau	41,98	13,18	4,87
Braunerde über Gosau	36,27	21,51	7,77
Braunerde über Dachsteinkalk	36,4	12,21	4,49
Braunerde über autochthoner Rendzina-Terra fusca aus Dachsteinkalk	31,94	14,37	6,99
Silikatreiches Kolluvium über Glaneckerschichten	54,12	15,32	6,25
Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk	35,8	9,81	4,15
Braunerde über autochthoner Terra fusca aus Dachsteinkalk	28,75	8,82	3,67
Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten	47,93	15,45	5,58
Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten	49,11	14,28	3,53

Fazit:

- Am Nordhang tritt überwiegend autochthones, karbonatreiches Material im Oberbodenhorizont auf. Hier sind OC- sowie Rendzina-Bildungen anzutreffen.
- Die Südhänge sowie die Plateauebene bieten sich als optimale Ablagerungsstandorte für nicht-karbonatisches Material an. Daraus entsteht eine Vielfalt von allochthonen Böden mit mächtigen Substraten.

8.7 Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Karstmorphologie

Tab. 26:
Bodentyp in Abhängigkeit der Karstmorphologie

Fasst man die bereits gewonnenen Ergebnisse der Raummuster von Böden unter mikrotopographischen Aspekten zusammen, so können wir jetzt die mikroreliefbedingten Bodenbildungsräume entlang von Karst-Toposequenzen ordnen (Tab. 26).

Karstformenschatz	Bodentyp
Dolinen	Braunerde Pseudogley
Karstgassen	Terra fusca
Rundkarren	Rendzina
Schichttreppenkarst	OC-Böden/ Rendzina

8.8 Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Bodenmächtigkeit

Die folgende Tabelle (Tab.27) gibt einen Überblick über die statistischen Mittelwerte der Bodenmächtigkeiten (cm) der untersuchten Böden in Abhängigkeit von mikrotopographischen Aspekten und deren prozentualer Verteilung. Unterschieden werden „sehr große“ (>60cm), „mittlere“ (21-60cm) und „geringe“ (0-20cm) Mächtigkeit der Böden im Untersuchungsgebiet:

Tab 27: Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von den mittleren Bodenmächtigkeiten (cm), kategorisiert nach 0-20cm, 21-60cm sowie >60cm, nach dem Grad der Vegetationsbedeckung: vegetationsarme Flächen (va), vegetationsdichte Flächen (vd) und vegetationsfreie Flächen (vf), nach den Vegetationshöhenstufen: alpine Stufe (a), obere-subalpine Stufe (osa), mittlere subalpine Stufe (msa), untere subalpine Stufe (usa), nach den Hangneigungen: nicht geneigt (ng), schwach geneigt (schg), mittel geneigt (mg), sehr geneigt (sg), steil (st), nach der Hangwölbung: konkav (CV Hang), konvex (CX Hang), gestreckte Fläche (G-Fläche), gestreckte Hang (G Hang), sowie nach der Exposition: Nord (N), Ost (E), Süd (S) und Plateaubene (PI).

Mächtigkeit		va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	Cv-H	Cv-H	G-Fl	G-H	N	E	S	PI
\bar{x} cm	%	42	43	24	39	43	42	37	39	44	41	48	43	40	44	40	41	36	26	41	42
0-20cm	27	27	26	50	33	22	29	30	30	30	27	19	25	21	27	30	20	30	80	12	17
21-60cm	58	59	60	50	67	65	57	61	61	40	61	65	60	47	64	70	67	70	20	66	61
>60cm	15	14	14	0	0	13	14	9	9	30	12	16	15	32	9	0	13	0	0	22	22

Im Untersuchungsgebiet ist eine maximale Bodenmächtigkeit bei den Humuspodsol-Pseudogley sowie Kalkpseudogley von >400cm am Reitertritt (Profile: 06-DolPon, 06-Reitertritt) gemessen worden, ein Kolluvisol von >220cm an der Guggenbühelalm (Profile: 04-GBA 6&7) sowie die Braunerde-Terra fusca von 125 cm am sehr geneigten, konvexen Hang am Weitschartenkopf (Profil 04-NIX KL) bei 1770m und 88cm (Profile: 04-NIX H/04-WS 2) auf 1818m ebenso die mächtige Terra Fusca Profil 011-SSW mit einer T/Bt-Horizont Mächtigkeit von >100cm. Sie werden in Abbildung 28 dargestellt, die darüber hinaus den Zusammenhang zwischen Bodentyp und Bodenmächtigkeit darstellt. Solche mächtigen Bodendecken sind mit einer Häufigkeitsverteilung von 15% im Untersuchungsgebiet vertreten. Sie kommen weniger in der alpinen Stufe vor, sind jedoch in der mittleren und oberen subalpinen Stufe gleichermaßen vertreten. In der mittleren subalpinen Stufe finden sich die mächtigen Böden an schwachgeneigten konkaven Hängen und an gestreckten Hängen, verbreitet mit Matten und Rasengesellschaften. Die mächtigen Böden der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe sind ebenfalls an konkaven und gestreckten Hängen zu finden. Diese Hänge sind nach der Hangmorphologie mittel geneigt bis steil.

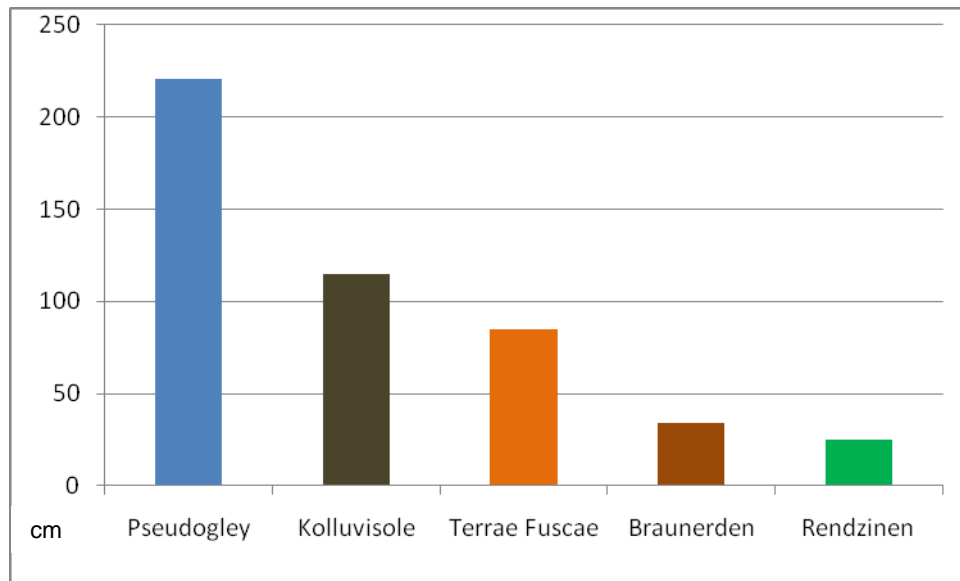


Abb. 28: Mittelwert der Bodenmächtigkeit (cm) in Abhängigkeit vom Raummuster und der Bodentyp (n=60)

Geringmächtige Bodendecken mit einer Mächtigkeit von 0-20cm kommen dagegen fast doppel so oft vor wie die sehr mächtigen Böden und das mit einer Häufigkeitsverteilung von 27%. Diese Böden entsprechen den OC-Böden, Rendzinen (Abb. 29) sowie auch den Podsohlen und Braunerden (Abb.30, S.95). Sie verteilen sich annähernd gleichmäßig über alle Vegetationshöhenstufen. Die alpine Höhenstufe weist statistisch betrachtet häufiger vegetationsfreie, geneigte Hänge auf. Die räumliche Verteilung der Bodenmächtigkeiten in den oberen-, mittleren und unteren subalpinen Stufen betreffen die steilen Hänge der Rossgasse und des Weitschartenkopfes sowie die schwach und steil geneigten, konkaven Dolinenränder.

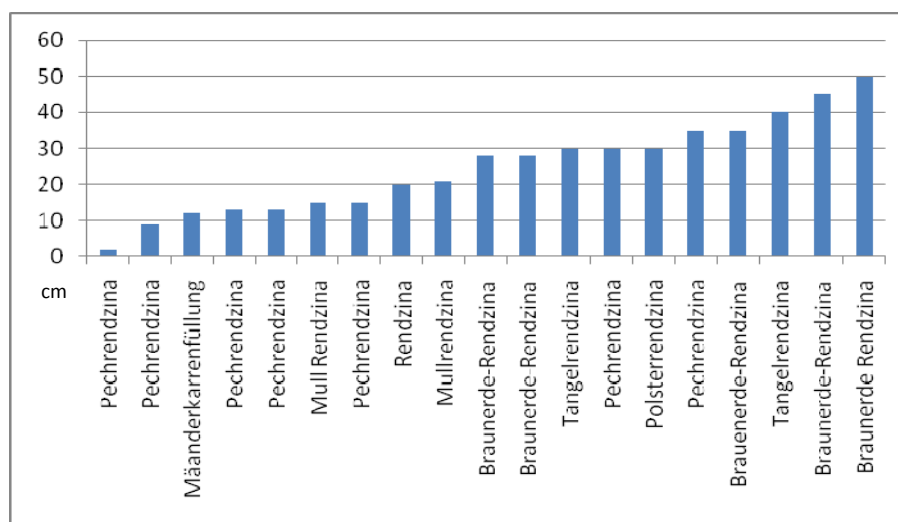


Abb. 29: Rendzina Bodenbildung - alle untersuchten Rendzinen- und Bodenmächtigkeit (cm)

Im Untersuchungsgebiet ist die Bodenmächtigkeit 20-60cm am häufigsten mit einer Häufigkeit mit 58%. Flächen und Hänge mit einer mittleren Bodenmächtigkeit befinden sich überall. Mikrotopographisch, finden sich die o.g. Bodenmächtigkeiten bevorzugt auf gestreckten Flächen und Hängen aller Höhenstufen, die Matten und eine dichte Vegetationsbedeckung besitzen.

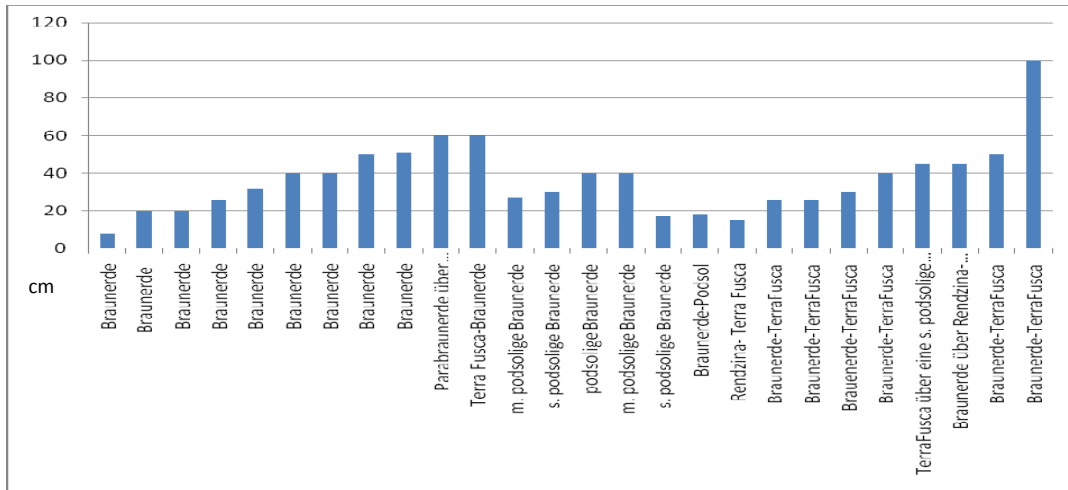


Abb. 30: Braunerde-Bodenbildung – alle untersuchten Braunerden- und Bodenmächtigkeit (cm)

Die Mächtigkeit des Bodens entlang der Catena zwischen Weitschartenkopf und Rossgasse zeigt der übergeordnete konkave Hang im Schulterbereich des Weitschartenkopfes besitzt eine stärkere Bodenmächtigkeit als der übergeordnete konkave Hang am Schulterbereich der Rossgasse. Während am Nordhang die Rendzinen eine 30-35cm starke Bodenmächtigkeit aufweisen, pendeln die Werte am Südhang am Weitschartenkopf zwischen 26-125cm. Die Ergebnisse der Boden-Georadarmessung unterstützen die im Gelände gemessenen Bodenmächtigkeiten.

In Abb. 31 wird der mit einer 200MHz-Antenne gemessene Untergrund abgebildet. Zu erkennen sind in diesem Ausschnitt der Georadarmessung Hyperbeln werfende Objekte, dargestellt in Form von Hyperbel-Ästen. Sie stellen einzelne Objekte dar und keine gleichmäßige Oberfläche bzw. keinen gleichmäßigen Untergrund. Das Profil zeigt deutliche Unterschiede zu den Georadar-Profilen, die am Sattel und oberen Hangbereich des Großen Bruders aufgezeichnet wurden.

Das **Fazit**: Der Schulterbereich am Weitschartenkopf liefert Indizien für eine mächtige Bodendecke, die teils von Schutt gefüllt ist. Die geomorphologische Form am Schulterbereich ist als *Kar* zu bezeichnen (vgl. Diskussion, S. 170). Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sowie der Georadarmessungen haben also einen neuen Befund hervorgebracht.

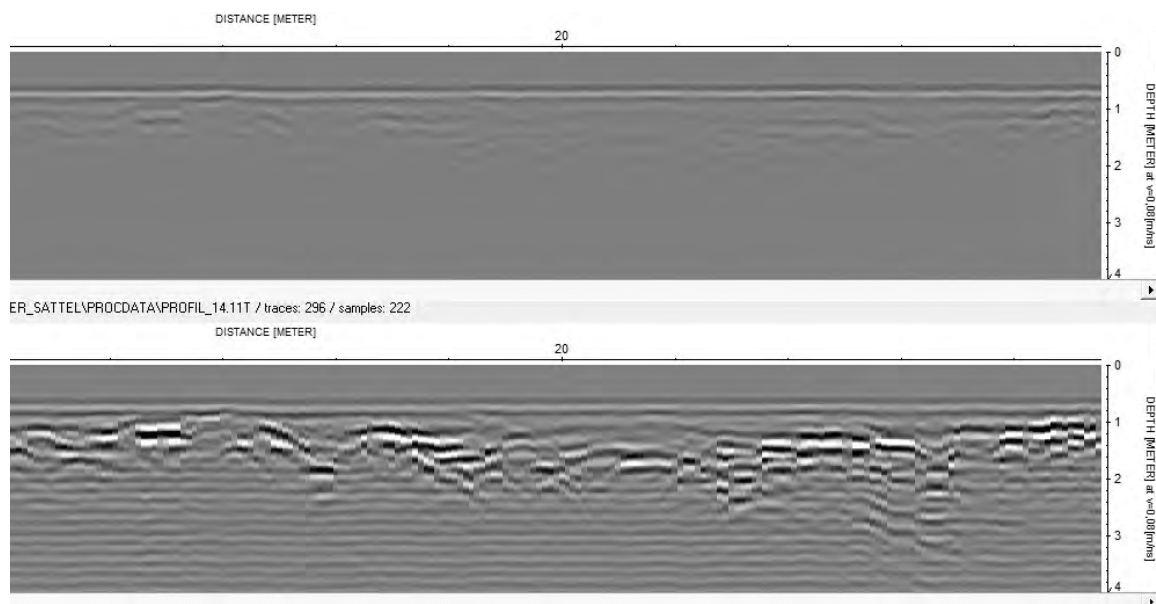


Abb 31 : Bodenradarmessung am Weitschartenkopfhang 200MHz /Profil 11

8.9 Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung

TRAILDL (2001) erfasst das deutsche Gebiet der Reiteralpe in der Legende der Konzeptbodenkarte von Bayern (Blatt 8342 Schneizlreuth) mit einer flächigen Verbreitung einer schluffigen Deckschicht.

Tab. 28: Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung. Dargestellt sind die Mittelwerte (%) von Ton (T), Schluff (U), Sand (S), fU (fein Schluff), mU (mittel Schluff), gU (grob Schluff) an mikrotopographisch untersuchten Oberbodenhorizonten.

Korngrößen %	x ⁻	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV	CX	G	G	N	E	S	PI
														Hang	Hang	Fläche	Hang				
T	7	8	5	4	2	5	7	7	7	6	4	11	5	7	5	8	4	4	6	8	8
U	80	77	85	82	71	88	72	80	80	87	86	89	86	86	85	72	87	82	83	90	72
S	13	15	9	14	27	7	11	12	12	7	9	9	9	7	10	20	9	14	11	2	20
fU	11	13	10	10	3	11	12	12	12	12	8	21	10	11	10	12	9	8	11	15	11
mU	31	30	31	42	16	36	32	32	32	34	30	43	33	33	26	32	39	31	26	40	28
gU	37	34	44	30	52	41	38	36	36	41	49	26	43	41	35	36	32	43	47	35	33

Mit einem Gesamt-Mittelwert von 13% ist der Sandanteil mit einer Korngrößenfraktion von 63-2000µm hauptsächlich in den steilen und sehr steilen, vegetationsfreien Hängen der alpinen Höhenstufen (Profile: 06-EWL 27%; 04-RGK3 27%) sowie auf den mit Matten und Rasengesellschaften bedeckten, gestreckten Flächen der Plateauebene der mittleren subalpinen Höhenstufe (Profile: 02-Dolfeld1 19%; 05-Saugasse 16%, 04-ATH 12%) gemessen worden. Diese räumliche Verteilung lässt sich optimal im Untersuchungsgebiet eingrenzen. Die Bodenartengruppe entspricht Sandschluffen (su) bzw. bei höherem Sandanteil lu. Abb. 34 (S.98) zeigt, dass die Konzentration der Lehmschluffe eindeutig im Bereich der mikrotopographischen Grenze des Tiefenbereichs zum konkaven Hangbereich liegt.

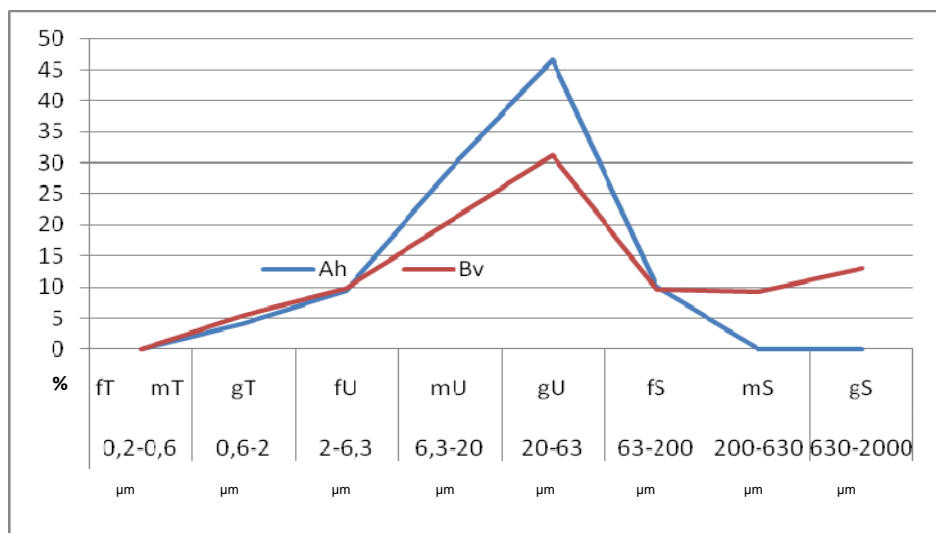


Abb. 32: Ergebnisse der Korngrößenanalyse (µm). Profil: 04-RG-H4 Braunerde-Rendzina L/Oh/Ah/Bv/Cv

Dagegen ist der Tonanteil mit einem statistischen Gesamt-Mittelwert von nur 7% berechnet worden. Die Haupttonkonzentrationszonen befinden sich an die geraden Flächen in den Matten und Rasengesellschaften der Plateauebene der mittleren subalpinen Stufe (Profile: 04-GBA 5,6,7-11%, 04-ATH 6%) sowie an den sehr geneigten konvexen und konkaven, nach Süden geneigten Hängen der oberen subalpinen Stufen (Profile: 04-NIX C 5%; 04-NIX I 6%). Die Bodenartengruppe

entspricht Lehmschluffe lu, gekennzeichnet unter anderem durch einen Tongehalt von 8-12% (Ut2). Wie bereits festgestellt worden ist, liegt die Konzentration der Lehmschluffe eindeutig im Bereich der mikropopographischen Grenze des Tiefenbereichs zum konkaven Hangbereich.

Der Hauptanteil der Korngrößenfraktion 2-63µm ist im Untersuchungsgebiet mit einem Gesamt-Mittelwert von 80% berechnet worden. Der hohe Schluffanteil lässt sich mikropopographisch überall im Untersuchungsraum finden. Einen besonders hohen Anteil von hat sich an den nach Süden gerichteten, konkaven, konvexen und gestreckten Hängen der oberen subalpinen Stufen konzentriert. Hier liegt der Schluffanteil deutlich über dem berechneten Gesamt-Mittelwert bei 88-95%. Ferner sind die nach Norden gerichteten Hänge mit einem gemessenen Schluffanteil von 85-90% auch eine wichtige Akkumulationslage für Schluff. Die Plateauebene fungiert ebenfalls als Akkumulationsfläche, erkennbar am hohen Schluffanteil von 81-90%. Als reinen Schluff Uu bezeichnet man den Schluffgehalt einer Bodenprobe, der zwischen 80-100% liegt. In Abb. 34 (S.98) entsprechen die mikropopographisch bedingten Ablagerungsräume den sehr geneigten, konkaven, konvexen oder gestreckten Hängen der oberen subalpinen Stufen.

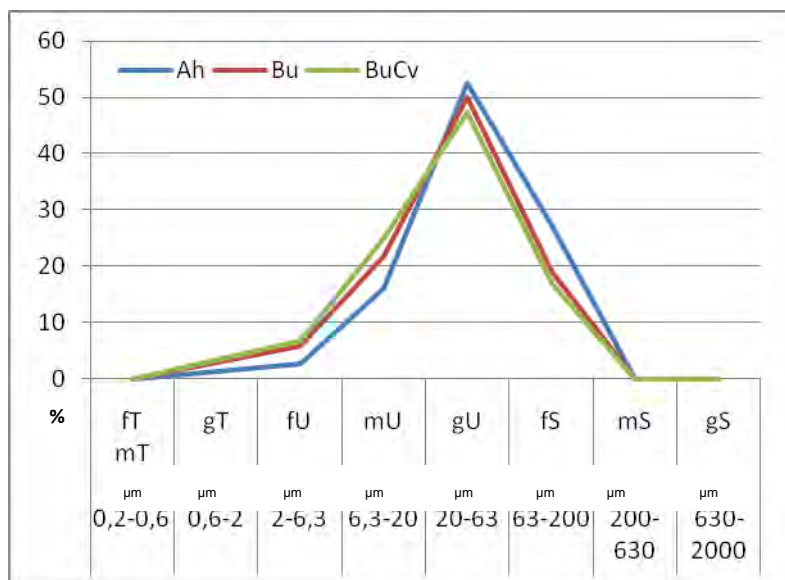


Abb.33: Ergebnisse der Korngrößenanalyse (µm) Profil 06-EWL: Ah/Bu/BuCv

Aus den prozentualen Anteilen der Korngrößenfraktionen *Ton*, *Schluff* und *Sand* wird die entsprechende Bodenart ermittelt werden. Im Untersuchungsgebiet lässt sich ein eindeutiger Korngrößenfraktionstrend in den oberen Bodenhorizonten feststellen. Bei näherer Untersuchung des Schluffanteils lässt sich erkennen, dass der größte Schluffanteil in den Bereichen mU Mittelschluff (6,3-20µm) und gU Grobschluff (20-63µm) liegt, wobei der Grobschluff etwas dominanter ist (Mittelwert von 37% gU/Mittelwert von 31% mU).

Die Catena Weitschartenkopf-Rossgasse-Profil wird hier genauer dargestellt, um den Trend zu demonstrieren. Die Grenzwerte sind in Abb. 34 (S. 98) mikropopographisch eingetragen. Die räumliche Analyse zeigt eine überwiegende Schluffdominanz im Oberbodenhorizont auf konkaven, konvexen und geraden Hängen der mittleren und oberen subalpinen Stufen. Uu kennzeichnet einen Schluffgehalt zwischen 80-100%.

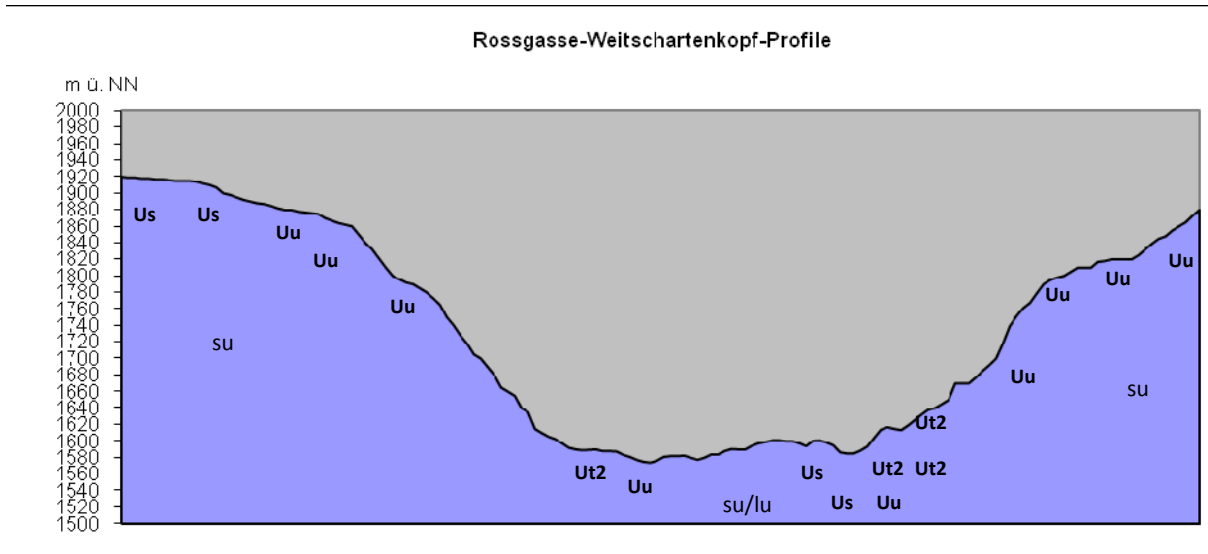


Abb. 34: Profil Weitschartenkopf-Reitertrett-Rossgasse: Korngrößenfraktion Kurzzeichen Ut2, Uu, Us und Bodenartengruppen: su Sandschluffe (Uu,Us); lu Lehmschluffe (Ut2) dargestellt

Im Reitertrett-Gebiet kommen zusätzlich hinzu die Analysen der Guggenbühelalm mit Schluff-Grenzwerten von Ut2 65-92% und Us 50-80%. Der deutlich geringe Schluffanteil ist evident. Dieser wird von einem erhöhten Ton- sowie Sandanteil kompensiert. Die vegetationsfreie, alpine Höhenstufen zeigt hingegen sandigen Schluff.

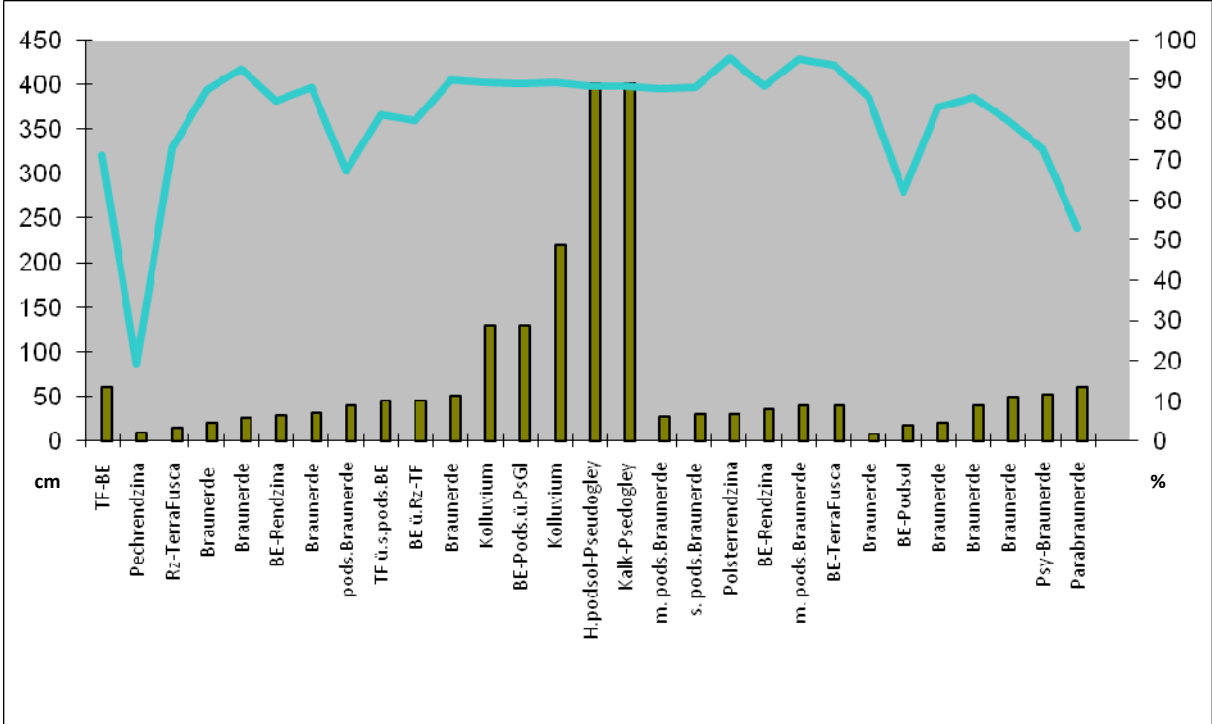


Abb. 35: Mächtigkeit (cm) in Säulen und Schluffgehalt (%) dargestellt als Linie der untersuchten Bodentypen am Reitertrett

Das Fazit:

- Der Zusammenhang zwischen Bodenmächtigkeit und Schluffgehalt des Bodens, ergibt dass dort, wo das Substrat sehr schluffig ist, der Prozess der Lessivierung, Verbraunung, Verlehmung und Rubifizierung bedeutend ist und die Bodenbildung von Braunerden, Terra fusca und Kollivisole (Abb.35) beeinflusst.
- In Böden, in denen der Schluffgehalt höher ist, ist die Bodenmächtigkeit in der Regel etwas niedriger. Beispiel dafür ist die massige, podsolige Braunerde (Profil 04-Nix D) mit einem Schluffanteil von 95% und einer Mächtigkeit von 40cm.
- In Böden, in denen der Schluffgehalt niedriger ist, ist die Bodenmächtigkeit etwas höher. Beispiele dafür sind das einer Terra fusca entsprechende Profil 06-EWL mit einem Schluffgehalt von 71% und einer Mächtigkeit von 60cm sowie das ebenfalls einer Terra fusca entsprechende Profil 04-ATH über einer schwach podsoligen Braunerde mit einem Schluffanteil von 81% und einer Mächtigkeit von 45cm. Die Mächtigkeiten dieser Böden sind etwas größer als die der Braunerden mit weniger Schluff. Allerdings lassen sich in Böden mit weniger Schluffgehalt auch niedrige Mächtigkeiten feststellen. In manchen Böden, in denen der Schluffanteil hoch ist, ist die Bodenmächtigkeit ebenfalls groß, zum Beispiel Pseudogleygesellschaften und die Kollivisole.

9. Die Bodenkarte der Reiteralpe

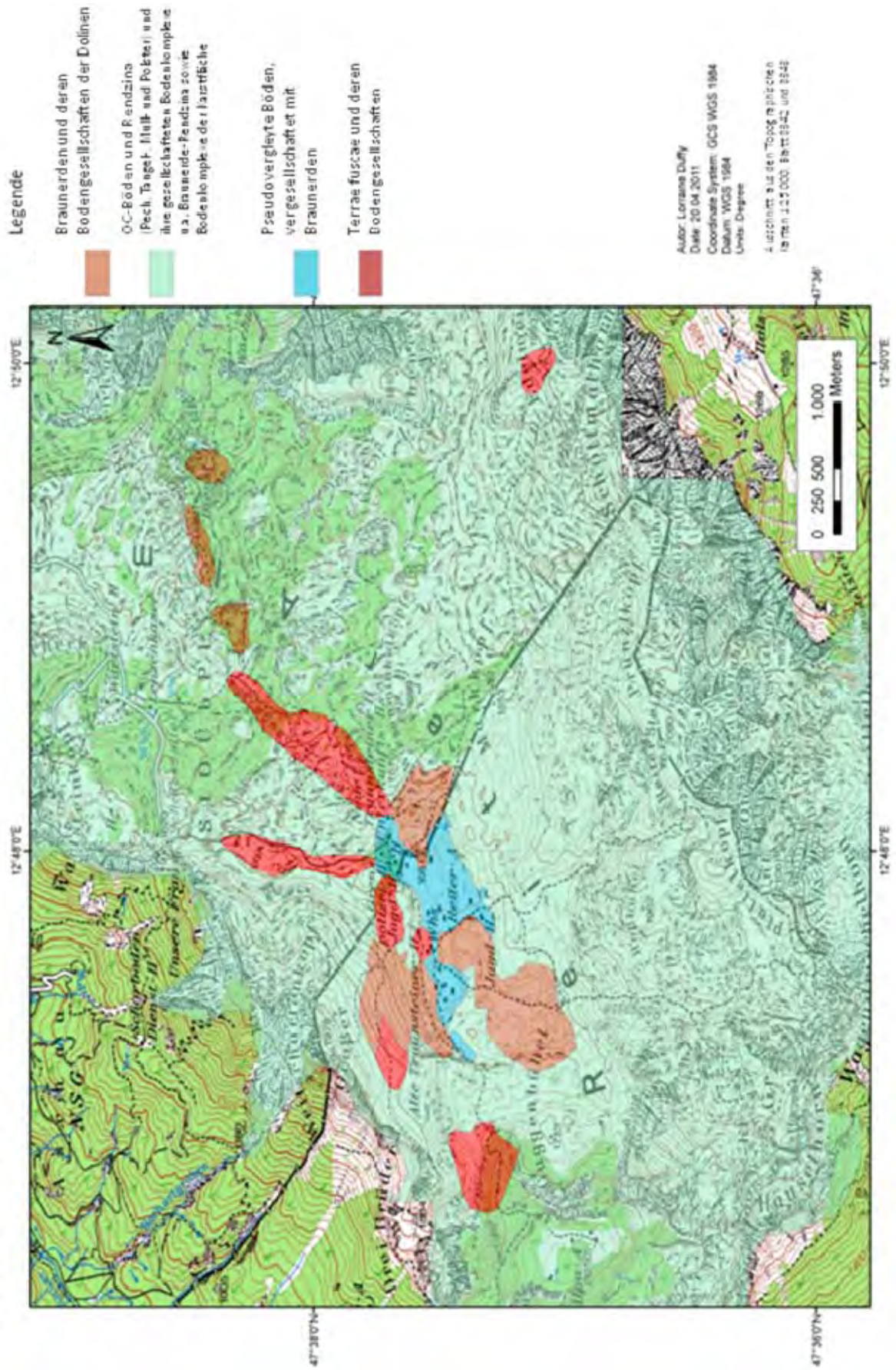
Die Ergebnisse aus der Kapitel 7&8 führen zu einer neuen Bodenkarte für die Reiteralpe (Karte 4 S. 100).

TRAILD, R (2001) hat in der Konzeptbodenkarte von Bayern (Blatt 8342 Schneizlreuth) bereits den Bodenkomplex der Karstflächen aus Fels, Rendzinen und Braunerden, seltenem Felshumusboden und Braunerde-Terra fusca aus Kalkstein und Schutt teils mit schluffiger Deckschicht, erfasst. Ebenso erkannte er die Braunerden in den Dolinen örtlich als pseudovergleyt und Pseudogley-Braunerden als aus Mergel teils Kalkmergel, Schiefertone und deren Schutt, teils mit schluffiger Überdeckung, bestehend.

Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern ein weit differenzierteres Bild und ergänzen das Blatt Schneizlreuth und das Gebiet des Nationalparks Berchtesgaden sowie den österreichischen Teil der Reiteralpe. Daraus entsteht eine wissenschaftliche Bodenkarte der Reiteralpe, die in ihrer Genauigkeit und ihrem grenzüberschreitenden Umfang neu ist.

Das Militärgelände auf der Reiteralpe konnte nicht bodenkundlich beprobt werden. Die Kartierung des Militärgeländes ist eine Projektion aus den Ergebnissen, die aus Luftbildern und dem daraus gewonnenen Kartenmaterial entnommen werden konnte.

BODENKARTE REITERALPE



Karte 4: Bodenkarte der Reiteralpe, eigene Kartierung

10. Die Substrat- und Deckschichten der Reiteralpe

10.0 Klassifikation der Substrat- und Deckschichten

Aus den bodenphysikalischen und chemischen Ergebnissen dieser Arbeit ist für das Untersuchungsgebiet eine Klassifikation abgeleitet worden, die die Deckschichten im engeren geologischen Sinn sowie Substrat-Deckschichten auf der Reiteralpe identifiziert und systematisch einordnet. Es sind die Gosau-Decke, die Löss-Decke, die autochthone Substrat-Decke sowie eine rezente äolische allochthone Decke. Dieses Kapitel widmet sich der Klassifizierung der Substrat- und Deckschichten der Reiteralpe.

Tab.29: Klassifikation der Substratdeckschichten der Reiteralpe

Boden	Klassifikation	Horizont		
		Oberboden-	Mineral-	Ausgangsgestein
autochthonen	in situ	Karbonat	Karbonat	Karbonat
	organogen	nicht Karbonat	Karbonat	Karbonat
	Gosau-Decke	Karbonat/nicht Karbonat	nicht Karbonat	Karbonat/nicht Karbonat
rezent allochthone-Decke		nicht Karbonat	Karbonat	Karbonat
rez. All & Löss/Gosau-Decke		nicht Karbonat	nicht Karbonat	Karbonat/nicht Karbonat
Löss-Decke		Karbonat/nicht Karbonat	nicht Karbonat	Karbonat

Aus den Tab. 29 und Abb. 36 lässt sich die Korngrößenverteilung der Deckschichten im Untersuchungsgebiet erkennen. Die dunkleren Markierungen zeigen eine Korngrößendominanz, die ganz hellen Bereiche die Messung geringer Werte im Korngrößenspektrum.

Die genauen bodenphysikalischen sowie chemischen und mineralogischen Merkmale jeder Deckschicht werden separat behandelt werden. Die autochthonen Böden sind bereits im Kapitel 7.1 behandelt worden.

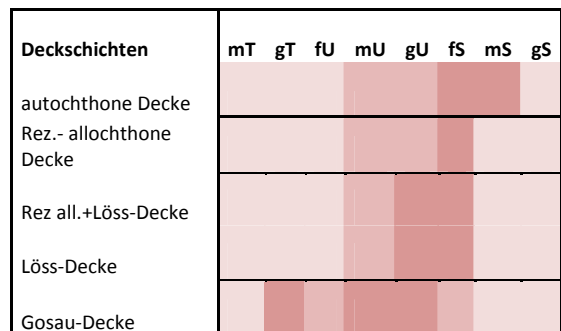


Abb.36a: Darstellung des Korngrößenspektrums und der Decken-Klassifikation (Vereinfachung)

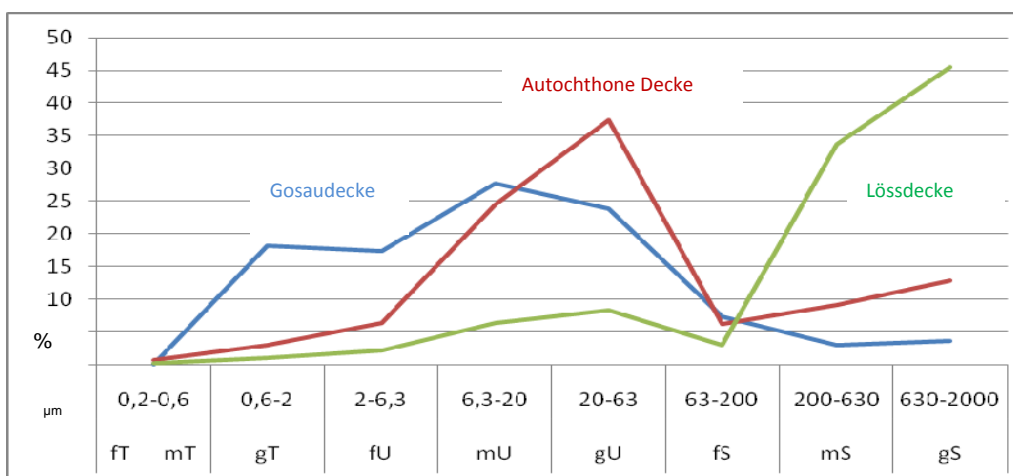


Abb. 36: Prozentuale Mittelwerte der Korngrößenverteilung (µm) der Gosau-Decke (Profil 04-NIX KL), der autochthonen Decke (Profil 04-RG K3) und der Löss-Decke (Profil 04-GRD2 D)

10.1 Gosau-Decke

Unter dem Begriff „Gosau-Decke“ sind aus geologischer Sicht die Glanecker Schichten der oberen Kreide, die Mikrobrekzie der unteren Kreide sowie die lateritisch-bauxitische Ablagerung zu verstehen, die als Basisabfolge der Gosau in dieser Arbeit herausgearbeitet worden sind. Die räumliche Verteilung der Glanecker Schichten ist nur teilweise und zum Teil nur hypothetisch von GILLITZER 1912 kartiert worden. Die Eingrenzung der Gosaudecke als Substrat-Deckschicht auf der Reiteralpe ist neu. Die kartierten lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der tiefen Gosau sowie die Gosau-Decke als Ganzes stellt eine Ergänzung zur Geologie Bayerns dar.

Zum Überblick sind die Hauptelemente der Mineralogie der Kreide und Gosau-Abfolgen aus Tab.30 und Foto 33 zu entnehmen. Die Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse zeigen, dass die obere Kreideschicht der Glanecker Schichten aus Silizium (20%), Aluminium- (6%) und Eisenoxiden (3%) und Karbonat (67%) bestehen. Hier handelt es sich um die hellgrauen Mergelkalke, die durch den dunkelgrüngrauen Tonmergel mit transversaler Schieferung gekennzeichnet sind. Die untere Gosaukreide besteht aus der Mikrobrekzie mit kleinen, dunklen und hellroten, gelben und weißen Kalkstücken und Crinoidenstielgliedern. Mineralogisch betrachtet besteht die Brekzie überwiegend aus CaCO_3 (95%).

Wichtig für diese Arbeit ist die lateritisch-bauxitische Ablagerung als Basisabfolge der Gosau. Sie besteht zu 61% aus Al_2O_3 und zu 17% aus Fe_2O_3 . Diese Schicht und ihr Gesteinsvorkommen wird anschließend eigens behandelt werden.

Tab. 30: Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der Gesteinsproben der Kreide

	Gosau Kreide	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	CaCO_3 %	Dolomit %	Karbonat %
Glanecker Schichten	U	20,34	5,90	2,80	0,05	6,66	29,88	53	14	67
Brekzie Gosau	M	1,10	0,56	0,61	0,01	0,57	53,34	95	1	96
lat-baux Gosau	B	2,02	51,02	16,87	0,10	0,07	0,16	0,28	0,15	0,43

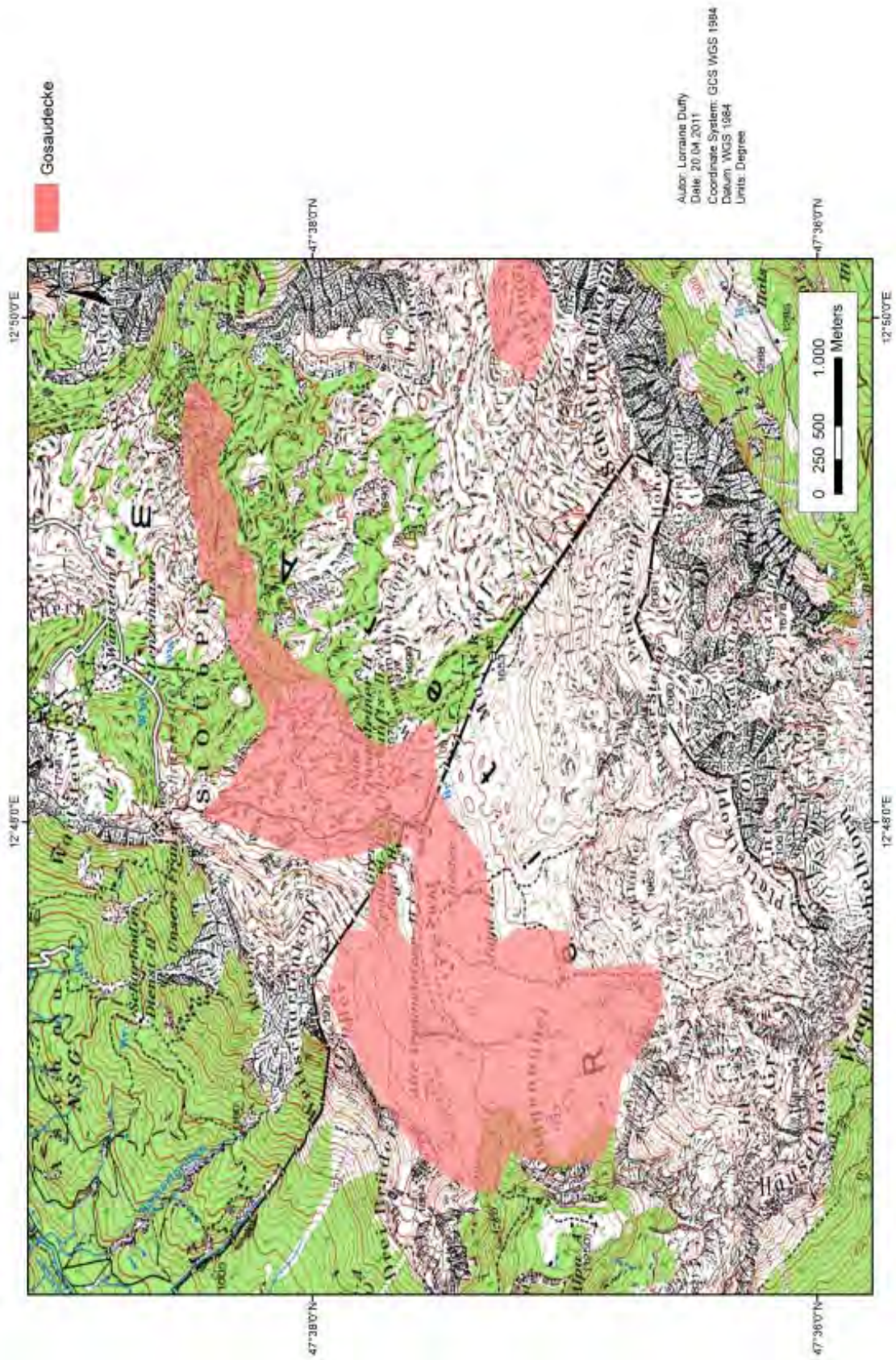


Foto 33: Handstücke ca. 40cm breit- (l) Glanecker Schichten, (m) Gosau Brekzie, (r) lateritisch-bauxitische Ablagerungen

10.1.1 Räumliche Verteilung der Gosau-Decke

Die Gosau-Decke erstreckt sich von der Guggenbühelalm und vom Hang des Großen Bruders bis zum Reitertrett und zum Süd-Hang des Weitschartenkopfs über die subalpinen- und oberen subalpinen Vegetationshöhenstufen. Ferner ist aus mineralogischer Sicht die Gosau-Decke evident am Edelweisslahner der alpinen Vegetationshöhenstufe und in den Karstgassen der Saugasse sowie am Schrecksattelweg sowie an der Schwegelalm in der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe. Karte 5 stellt die räumliche Verteilung der Decke dar. Eine wichtige Erkenntnis ist die Übereinstimmung der räumlichen Verteilung der Terrae fuscae mit der Gosau-Decke.

GOSAUDECKE REITERALPE



Karte 5: Gosau-Decke der Reiteralpe, eigene Kartierung

10.1.2 Die typische Bodenvergesellschaftung auf der Gosau-Decke

Die typische Bodenvergesellschaftung, die sich auf der Gosau-Decke vorzufinden ist, sind die Braunerde-Vergesellschaftungen zusammen mit der Terra fusca oder einer Podsolierung der Braunerde (Tab. 31). Diese Bodenvergesellschaftungen treten vor allem am Südhang im steiler bis geneigter Hanglage auf sowie im hinteren Almbereich des Reitertretts (HALM).

Tab. 31: Die Hauptbodentypen der Gosau-Decke

Die Böden der Gosau-Decke
Braunerde über Gosaureste
s. podsolige Braunerde über Gosau
m. podsolige Braunerde über Gosau
Braunerde-Terra fusca
Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau
Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten
Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten

Die Braunerden und die Terrae fuscae bevorzugen das Karbonatgestein. In den tieferen Lagen im Reitertrett im direkten Anschluss an die anstehenden Glanecker Schichten tritt eine Pseudovergleyung mit Braunerde und Podsolierungserscheinungen auf. Am Hangfuß des Großen Bruders und am Weitschartenkopf treten Kolluvisolone auf mit mächtigen B- und T- Horizonten von 2m. Die Anreicherung von Al_2O_3 und Fe_2O_3 in der gesamten Gosau-Decke führt dem Boden Al und Fe zu, die für den Podsolierungsprozess und den Rubifizierungsprozess die Hauptrolle spielen. Der im Korngrößenspektrum des Bodens nachgewiesene Anteil des Feinsandes fördert ebenso die Podsolbildung.

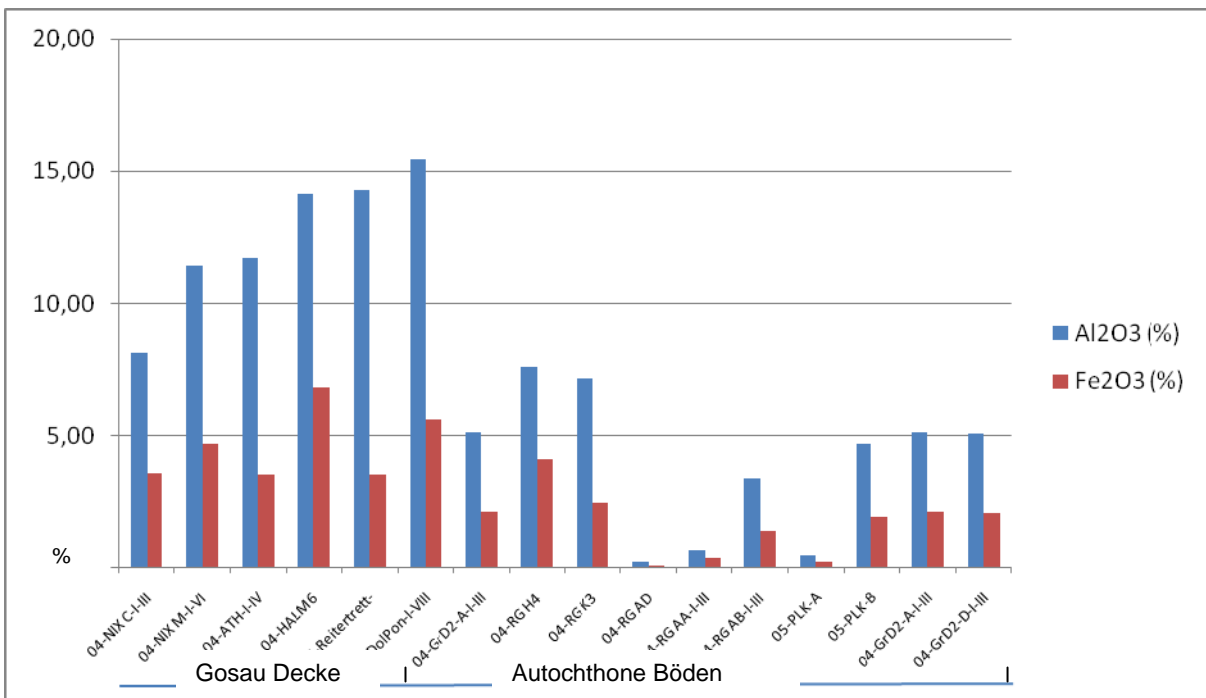


Abb. 37: Podsolierte Böden der Gosau-Decke und autochthonen Böden und deren prozentuale Anteile an Al_2O_3 and Fe_2O_3

Abb.37 zeigt den Unterscheid zwischen dem podsolierten Boden der Gosau-Decke und der autochthonen Bodenbildung. Gut zu erkennen ist, dass der prozentuale Anteil an Aluminium- und Eisenoxid bei den podsolierten Böden über der Gosaudecke deutlich höher liegt als bei den autochthonen Böden über norischem Dachsteinkalk.

10.1.3 Tonmineralogie

Im Mineralhorizont des Gosaubodens über den Glanecker Schichten ist der Illitanteil (60-80%) der Tonfraktion und der Illit-Anteil der Mixed Layers (15%) extrem hoch, während der Kaolinitanteil (4-7%) extrem niedrig ist.



Tab. 32: Ergebnisse der Tonmineralanalyse. Profil 06-DolPon Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten

	ML _{III} (%)	III (%)	Kt (%)	Ct (%)
Profil 06-DolPon				
06 Dol Pon OfAih/4	15	65	7	13
06 Dol PON fAh-Sw/20	13	57 ^{qu}	3	27
06 Dol PON fAih/30	-	75	3	15
06 Dol PON Sw/45	-	83 ^{qu}	1	16
06 Dol PON Sw Sd/115 [*]	55	38 ^{qu}	7	-
06 Dol PON eCv/130 [*]	-	74	1	14
06 ZKD 2-2,2	-	85	1	8
06 ZKD 2,2-2,4	1	70	5	17
06 ZKD 3,0-3,2	5	85	2	8
7 ZKD 3,4-3,6	2	68	4	26
06 ZKD 3,6-3,8	3	86	2	9

Foto 34 (I): Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten Profil 06-DolPon

Tab. 33: Ergebnisse der Tonmineralanalyse Profil 06-Reitertrett und Profil JBauer

Profil	ML _{III} (%)	III (%)	Kt (%)	Ct (%)
06 Reitertrett I	15	80 ^{qu}	4	1
06 Reitertrett II	32	60	2	6
06 Reitertrett III-IV	12	70	4	14
06 Reitertrett VI	24	64 ^{qu}	5	7
06 Reitertrett VII	7	75 ^{qu}	3	15
06 Reitertrett VIII	14	73 ^{qu}	4	9
Profil	ML _{III/Sm} (%)	III (%)	Kt (%)	Ct (%)
05-JBauer-I	19/75	62	4	15
05-JBauer-II	10/70	74 ^{qu}	2	14

Im Mineralhorizont der restlichen Gosau-Decke ist die Tonverteilung derjenigen eines Lössbodens ähnlich. Zwar ist der Anteil der verwitterbaren Mineralen in der Gosau-Decke wesentlich höher, aber der Illit- und Kaolinitanteil ist annähernd gleich hoch. Bei den rezenten Böden ist der Illitanteil deutlich höher als der Kaolinitanteil und deutet auf den wenig verwitterbaren Zustand des Bodens.

10.1.4 Schwerminerale

Die Gosau-Decke zeichnet sich gegenüber den anderen allochthonen Böden der Klassifikation durch das Vorkommen eines sehr hohen Anteils an **Chromspinell** aus, der durch die Schwermineralanalyse in den A- und B/T/M-Horizonten nachgewiesen werden konnte (Abb.38, S. 107). Das Chromspinell-Vorkommen in den Bodenproben der Gosauböden wird damit zum Hauptanzeiger für die Gosau-Decke. Auch die Lösungsrückstandanalyse der Glanecker Schichten belegt in der Schwermineralanalyse einen beträchtlichen Chromspinell-Anteil (Tab.38). Chromspinell $(Fe, Mg)(Al Cr Fe^{3+})_2O_4$, ist anhand seiner schwarzen, in dünnen Splintern bräunlich durchscheinenden Farbe mit dem charakteristischen Glasglanz gut zu erkennen.

Tab.34.:Prozentuale Anteile der Schwerminerale in den Glanecker Schichten und der Gosau Brekzie. Kornzahl 300 =100%

Schwermineralen	Z %	T %	R %	Ap %	St %	Di %	And %	Hbl %	Ep+Zo %	So %	CrSpi %
Glanecker Schichten	19	32	9	1	1	-	-	7	13	7	11
Gosau Brekzie	3	1	-	-	-	-	-	1	1	1	

Die Schwerminerale-Analyse des Ober- und Mineralbodenhorizonts belegt ebenfalls das Vorkommen von **Chloritoiden**, die in den Dolinenböden im Reitertritt (Profil 06-Reitertritt), an der Guggenbühelalm (Profil 04-GBA2), an der Schwegelalm (Profil 02-GRD1) sowie im mächtigen Kolluvisol am Fuß des Großen Bruders (Profil 04-GBA-7) nachzuweisen sind.

Man unterscheidet bei der Grünschieferfazies mit zunehmenden Temperaturen zwei Subfazies, die durch kritische Minerale gekennzeichnet sind. Von Bedeutung ist die Quarz-Albit-Muskovit-Chlorit-Subfazies. Das kritische Mineral dieser Subfazies ist - soweit der Chemismus die Identifikation erlaubt - der Stilpnomelan. Stilpnomelan ist leicht mit dem Biotit verwechselbar. Voraussetzung für die Entstehung des Stilpnomelans ist ein hohes Fe^{2+}/Mg -Verhältnis und ein niedriger Al_2O_3 -Gehalt im Ausgangsgestein. Bei einem hohen Fe^{2+}/Mg -Verhältnis und einem gleichzeitig hohen Al_2O_3 -Gehalt bildet sich an seiner Stelle das Fe-Al Silikat Chloritoid $Fe^{2+}Al_2[(OH)^2/O/SiO_4]$. Stilpnomelan und Chloritoid können aus stofflichen Gründen nicht nebeneinander bestehen. Man findet entweder Stilpnomelan oder Chloritoid neben dem Chlorit. Die untersuchten Chloritoiden sind lithogen gebunden. Sie sind räumlich an den lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der tiefen Gosau gebunden.

Titanit ist ebenfalls in der Schwermineralanalyse im Ober- und Mineralbodenhorizont festgestellt worden (Profile: 04-Nix E, 04-Nix M 04-ATH, 04-KG3, 04-GrD2 Mä, 06-RT). Die räumliche Verteilung der **Titanoxide** lässt sich nach der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse folgendermaßen darstellen: Der Südhang am Weitschartenkopf zeigt höhere magnetische Gehalte in den Bodenhorizonten (Profile 04-Nix F, J, I) als in anderen Gebieten auf der Reitalpe. Ebenso hohe Messwerte sind am Edelweißlahner in der Terra fusca (Profil 06-EWL) mit 1,46% TiO_2 gemessen worden, während im Dolinenboden des Reitertritts und in der Reitertrittmulde (05-HALM) sowie in den Dolinenfeldern entlang der Saugasse im Mineralbodenhorizont der Braunerden und Terra fuscae 0,75-1,26% TiO_2 gemessen worden sind.

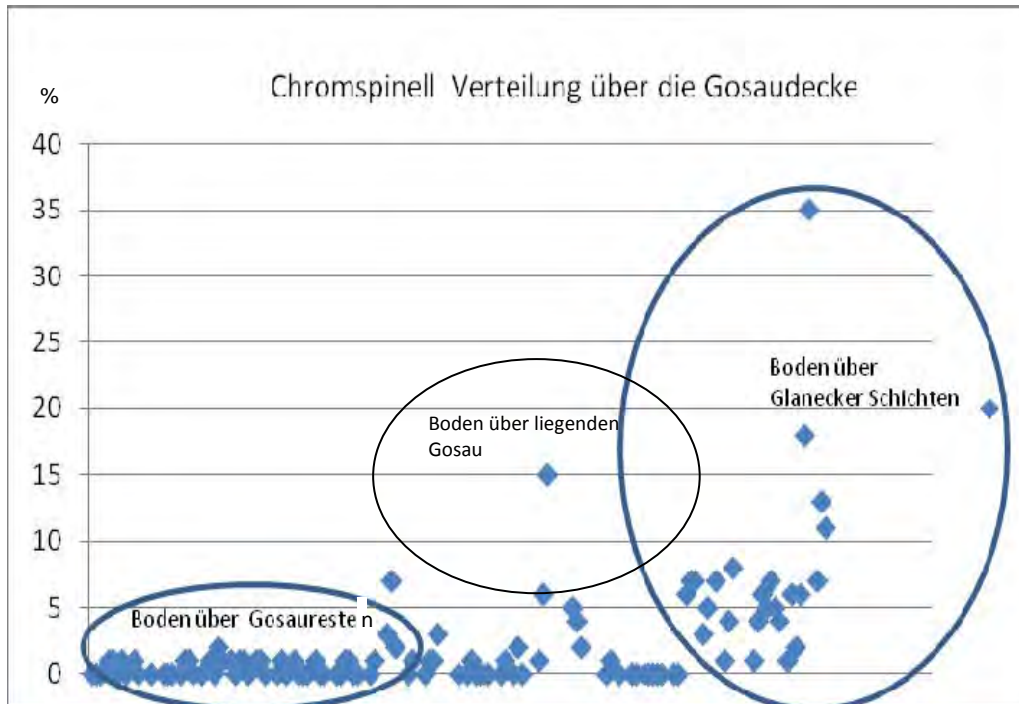


Abb.38: Die prozentuale Chromspinell-Verteilung in den Böden der Gosau-Decke

Titan stammt aus der Verwitterung diverser Mineralien, von primären leicht (Biotit, Amphibol) bis schwerer verwitterbaren Mineralen (Ilmenit, Titanit). Titan wird bei der Verwitterung ausgefällt. Auf TiO_2 -Modifikationen ist der Anatas als pedogene Neubildung zurückzuführen, während der Rutil dem Gestein entstammt. Charakteristischer **Rutil-Knie-Zwilling** lässt sich im Untersuchungsgebiet anhand der Ergebnisse der Schwermineralanalyse spezifisch eingrenzen auf den steilen Südhang des Weitschartenkopfs (Profile 04-NIX C 04-NIX KL) und das hintere Almgebiet des Reitertretts (Profil HALM 04-RG H2). Titan kann in stark verwitterten Böden über 1% ansteigen, während der Gehalt in jungen Böden bei 0,1-0,6% liegt (SCHEFFER SCHACHTESCHNABEL, 1992). Die Analyse der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau ergibt eine lithogene Erklärung der Titanoxid- sowie Titanitvorkommen. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen sind reich an TiO_2 mit 1,96%. Die räumliche Verteilung des Titanits und Titanoxids im Ober- und Mineralbodenhorizont korreliert mit der räumlichen Verteilung des Gosauvorkommens und der Gosau-Decke im Untersuchungsgebiet.

10.1.5 Korngrößenverteilung

Die Böden der Gosau-Decke zeichnen sich als sehr schluffreich aus. Die tonreichen Substrate bzw. der prozentuale Tonanteil liegt im Untersuchungsgebiet höher als anderer Substrate der autochthonen und allochthonen Böden. Die typisch vergesellschafteten Böden der Gosau-Decke bzw. die Terra fuscae und Braunerden werden über den Tonanteil des Korngrößenspektrums im B/T-Horizont definiert. Das Kolluvium über nDk (Profil 04-GBA7-Abb. 43) zeigt das Bild der schluff- und tonreichen Substrate, die bis zu 160cm mächtig sind. Der autochthone Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten (Profil 06-DolPon) zeigt ein schluffreiches Substrat über Glanecker Schichten, das bis auf 4 m bestätigt werden kann. Die Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau (Profil 04-ATH) zeigt ebenso einen besonders hohen Tonanteil und schluffreiche Substrate. Bei einer genauen Untersuchung des Schluffanteils im Korngrößenspektrum lässt sich erkennen, dass der mittlere und grobe Schluffbereich deutlich dominiert.

Im Gegensatz dazu ist bei autochthonen Böden der Sandanteil in der Korngrößenfraktion größer, da sie auf skelettreiche Böden zurückzuführen sind. Der rezent-allochthone Boden sowie der rezente Lössboden zeichnen sich als sehr schluff- und sandreich in der Korngrößenfraktion aus. Vor allem im Ah-Horizont ist der Sandanteil von Bedeutung, der auf die äolische Sandzufuhr zurückzuführen ist (Abb. 39).

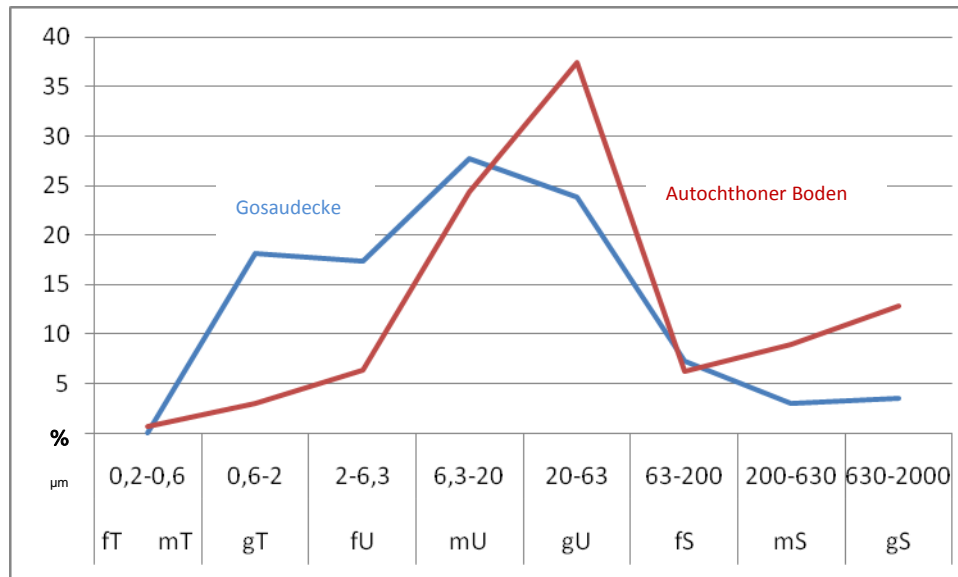


Abb.39: Korngrößenverteilung (µm) der Gosau Decke (04-NIX KL) und des autochthonen Bodens (04-RG-K3)

10.1.6 Die Mächtigkeit der Gosau-Deckschichten

Die Gosau-Decke weist sich als mächtigste Deckschicht aus. Am Hangfuß des Großen Bruders, wo Kolluvisolon entstanden sind (Profile 04-GBA6, 04-GBA7), konnten Mächtigkeiten von 130 bis >220cm nachgewiesen werden. Die große Mächtigkeit dieser Böden ist für einen Hochgebirgsboden signifikant. Von Bedeutung sind ferner die mächtigen Böden, die am steilen Südhang des Weitschartenkopfs an konkaven und gestreckten Hangabschnitten entstanden sind. Hier sind Mächtigkeiten von 30-50cm (Profile 04-Nix A bis I) und bis zu 125cm (Profil 04-NIX KL) an einer gestreckten Hanglage nachgewiesen worden. Die steilen Hänge sind mit Rasengesellschaften und *Pinus mugo* verfestigt.

Die Dolinen des Reitertrettbereichs mit den anstehenden Glanecker Schichten führen die mächtigsten Böden überhaupt. Hier konnten Böden bis zu 3-4m beprobt werden (Profile 06-Reitertrett, 06-Dol Pon, 06-ZK), Braunerde-Podsol über autochthone Kalkpseudogley über Glanecker Schichten. Die große Mächtigkeit dieser Böden wird durch den hohen Anteil des Lösungsrückstands des Ausgangsgesteins der Glanecker Schichten (43%) gebildet sowie unterstützt durch physikalische Hangprozesse wie die Solifluktion.

10.1.7 Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen

Das Bauxitvorkommen auf der Reiteralpe ist an die Diskordanz zwischen den letzten marinen Ablagerungen der norischen Trias, nahezu lückenhaften Lias und den basalen Sedimenten der unteren Gosau gebunden. Das bauxitische Vorkommen tritt vereinzelt und punktuell im Untersuchungsgebiet auf, kommt jedoch nicht im Anstehenden vor. Zum einen ist das lateritisch-bauxitische Vorkommen an steilen Hängen des Großen Bruders und am Weitschartenkopf sowie im Kolluvium um den Alpaalmsteig, um die Hiefelwand im organischen Horizont und im Mineralhorizont geochemisch und bodenphysikalisch gemessen und nachgewiesen worden. Im organischen Horizont ist dies bereits mit bloßem Auge erkennbar. Petrographisch lässt sich dies im Boden und Residuen des nach Süden gerichteten Hanges des Weitschartenkopfs, am Edelweißlahnerkopf, am NO-Rand der Plateauebene an der Schwegelalm sowie in den Karstgassen der Saugasse und der Schrecksattelgasse auf der Plateauebene identifizieren.

Kennzeichen für das Lateritvorkommen sind der hohe Illit- und Kaolinitanteil des Tonmineralspektrums, der besonders hohe Anteil an SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 und TiO_2 im B-/T-Horizont der Braunerden und Terra fusca, sowie das Chloritoid- und Chromspinellvorkommen im Schwermineralspektrum. Dagegen beinhalten die bauxitischen Ablagerungen des Gesteins wenig SiO_2 (2%). Die rote Farbe des Rotlehms im B-/T-Horizont macht dies offenkundig.

Die bauxitischen Ablagerungen treten an wenigen Fundorten in Linsen-Form auf. Die eckigen Scherben haben einen Durchmesser von cm-dm Gross, makroskopisch betrachtet sind sie feinkörnig bis sehr kompakt, mit pisolitischer Textur, ziegel- bis dunkelrot in der Farbe. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen gehören der Tiefen Gosau an, wie die von LEISS 1988, 1989 und CINCURA, 2000 beschrieben worden ist. Damit liefert die vorliegende Arbeit eine neue Erkenntnis für die Geologie der Reiteralpe und des Nationalparks Berchtesgaden.

Die chemische Zusammensetzung der bauxitischen Ablagerung der Tiefen Gosau ist nach der geochemischen Analyse aus den Ergebnissen der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse in Tab.35 (S. 110) dargestellt. Es besteht ein extrem niedriger SiO_2 -Anteil und ein extrem hoher Al_2O_3 -Anteil von 51% sowie ein Fe_2O_3 -Anteil von 16,87%. Die chemische Zusammensetzung des Ausgangsgesteins im Untersuchungsgebiet lässt keine Korrelation erkennen. Tabelle 35 (S. 110) zeigt, dass aus der Lithologie kein Zusammenhang zwischen die lateritisch-bauxitischen Ablagerung der Gosau und dem norischen Dachsteinkalk sowie zwischen den lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau und den Gosau der Coniac und Santon besteht. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau sind als Schicht bzw. Deckschicht zu betrachten. Dieses Ergebnis stellt eine Ergänzung der Geologischen Karte Bayerns dar

Die Spurenelemente der im Untersuchungsgebiet existierenden Ausgangsgesteine unterstützen diese Aussage. Es besteht kein direkter Zusammenhang zwischen den Spurenelementwerten der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau und dem Gosau der Coniac und Santon (Tab. 36, S. 110). Ferner besteht keine Korrelation der Spurenelementwerte zwischen den lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau und dem norischen Dachsteinkalk. Die Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau ergibt erhöhte Werte von Cr (213ppm), La (110ppm), Nb (41ppm) V (167ppm), Ni (75ppm), Pb (105ppm), Zr (484ppm) und Sr (114ppm) (Tab. 40).

Tab.35 (l): Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der Hauptelemente, gemessen in % der Gosaubrekzie, norischen Dachsteinkalk der Trias sowie die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau

	Gosau %	nDk %	Gosau lateritisch- bauxitische Ablagerungen %
SiO ₂	1,10	0,19	2,02
Al ₂ O ₃	0,56	0,10	51,02
Fe ₂ O ₃	0,61	0,04	16,87
MnO	0,01	0,00	0,10
MgO	0,57	0,33	0,07
CaO	53,34	54,78	0,16
CaCO ₃	94,95	97,51	0,28
Na ₂ O	0,03	0,01	0,04
K ₂ O	0,08	0,02	0,05
TiO ₂	0,03	0,01	1,96
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,13

Tab. 36 (r): Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der Hauptelemente, gemessen in ppm der Gosaubrekzie, des nor. Dachsteinkalks der Trias sowie der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau

	Gosau ppm	nDk ppm	Gosau lateritisch- bauxitische Ablagerungen ppm
Ba	3,3	4,2	35
Ce	7,8	3,2	187,4
Co	0,6	0	14,1
Cr	1,3	3,5	213,4
Cu	1,6	0,1	12,1
Ga	1,1	0,1	57
La	0,3	3,8	110,3
Nb	2,7	1,8	41,8
Nd	6,4	8,5	79,5
Ni	1,2	6	75,5
Pb	0,1	0,5	105,3
Rb	6,6	4	4,3
SO ₃	0,06	0,01	0,03
Sr	190,7	81,1	114,6
Th	4,2	1,6	33,8
U	0,5	0,3	10,1
V	13,3	10,5	167,4
Y	0,6	2,3	68,9
Zn	13	3,5	59,4
Zr	9	4,7	483,9

10.1.8 Vorgosauischer Paläokarst

Im vorgosauischen Paläokarst kann eine lateritisch-bauxitische Ablagerung der Tiefen Gosau nachgewiesen werden. Über anstehenden norischen Dachsteinkalk der Trias auf 1925 m ü. NN ist in einer Rundkarre eine Füllung lateritisch-bauxitischer Herkunft mineralogisch zu identifizieren. Anhand der Ergebnisse der geochemischen Analyse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse, der Tonmineralanalyse sowie der Schwermineralanalyse kann das Material zugewiesen werden. Foto 35 (S.110) zeigt deutlich die vorgosauische Karrenfüllung mit einer allochthonen Terra fusca-Braunerde mit der Horizontabfolge Ah/ Bt/Bv/Cv (Profil 06-EWL).

Die hohen TiO₂-Werte (Abb. 40) im Zusammenhang mit den hohen Al₂O₃- und Fe₂O₃-Werten sind bei der Analyse der Profile besonders auffällig und korrelieren mit den entsprechenden Werten der lateritisch-bauxitischen Gosau-Ablagerungen (Tab. 37).

Tab. 37: Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse -Profil 06-EWL

RFA	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)
06-EWL-Ah	44,7	13,08	9,37	0,198	2,2	1,87	0,87	2,39	1,46	0,25
06 EWL Bt	36,73	18,56	11,02	0,19	2,65	1,52	0,74	3,12	1,69	0,17
06 EWL Bv	46,55	16,1	4,76	0,115	1,37	1,07	0,23	1,98	1,24	0,06
06 EWL Cv	31,67	15,76	8,09	0,463	1,44	1,53	0,5	1,72	1,36	0,1

Foto 35: Bodenprofil 06-EWL

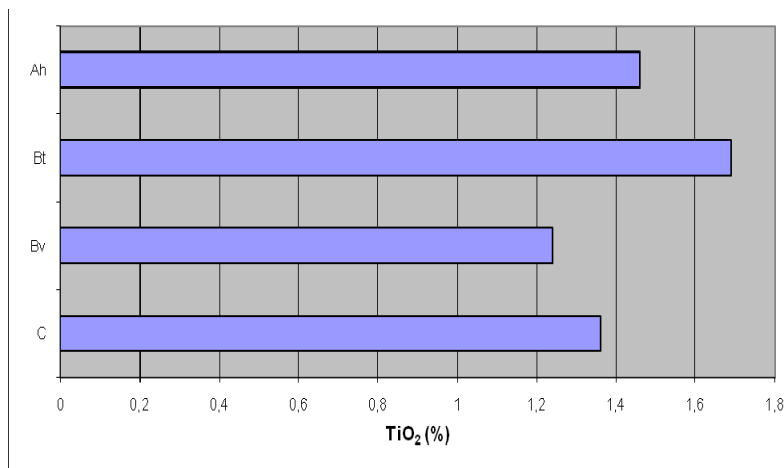


Abb. 40: TiO₂ (%) am Beispiel des Terra fusca-Braunerde-Profiles 06-EWL

Die weitere Auswertung der Ergebnisse der Tonmineralanalyse zeigt eine deutliche Diskordanz zwischen den Bt- und Bv-Horizonten des Profils, wobei nahezu ein Equilibrium zwischen den Illit-, Kaolinit- und Chlorite-Anteilen im Ah-, Bv- und Cv-Horizont besteht (Tab. 38). Im Bv-Horizont dominiert der Mixed Layers Illitanteil, während im Cv-Horizont der Illit- und Smektit-Anteil der Mixed Layers des Ausgangsgesteins dominiert. Die Residuen, die im Bv- und Cv- Horizont petrographisch nachgewiesen sind, weisen auf das Ausgangsgestein hin. Jedoch weist der Bt-Horizont wegen des TiO₂-Anteils von 1,69% auf die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen hin. Diese sind auf dem Karrenkarst der norischen Trias abgelagert und gut erhalten geblieben.

Tab. 38: Ergebnisse der Tonmineralanalyse. Profils 06-EWL Tab. 39: Ergebnisse der Schwermineralanalyse. Profile 06-EWL Kornzahl 300

Tonmineral-analyse	ML _{Ill/Sm} (%)	ML _{Ill} (%)	Ill (%)	Kt (%)	Ct (%)
06-EWL-Ah	-	6	31 ^{qu}	34	29
06 EWL Bt	-	5	44 ^{qu}	32	19
06 EWL Bv	-	41	19 ^{qu}	22	18
06 EWL Cv	45/75	-	15 ^{qu}	22	18

Schwermineral-analyse	G (%)	Z (%)	T (%)	R (%)	Ap (%)	St (%)	Di (%)	And (%)	Hbl (%)	Ep+Zo (%)
06-EWL-Ah	5	10	4	4	-	-	-	-	7	70
06 EWL Bt	1	46	3	11	-	<1	-	-	4	35
06 EWL Bv	-	72	4	20	-	-	-	-	-	4
06 EWL Cv	-	77	5	16	-	-	-	-	<1	1

Die Ergebnisse der Schwermineralanalyse bestätigen diese Aussage. Hier handelt es sich nicht um eine reine Löss-, autochthone- oder allochthone Decke, bei der der Hauptanteil der Schwerminerale aus Epidot, Zoisit und Hornblende besteht. Die Diskordanz der Horizonte ist erkennbar zwischen den Bt- und Bv-Horizonten (Tab. 39). Während eine rezente äolische Decke für den Ah-Horizont verantwortlich ist, dominiert Zirkon (77%) und Rutil (16%) gut erkennbar in den Bv- und Cv- Horizonten.

Die Oxide im Mineralbodenhorizont

Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau und deren Böden. Die umgebenden B-/T-Horizonte der Braunerden sowie Terraes fuscae sind auffällig rot bis dunkelrot in der Farbe und zeigen einen besonders hohen prozentualen SiO₂-Anteil in den B- und T-Horizonten.

Tab. 40: Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der Böden der Gosau-Decke, die lateritisch-bauxitische Eigenschaften besitzen

Profile	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)
lat.-baux.-Gosau	2,02	51,02	16,87	0,10	0,07	0,16	0,04	0,05	1,96	0,13
04-GBA 6-I	33,91	8,23	2,56	0,016	0,66	0,37	0,25	1,25	0,61	0,45
04-GBA 6-II	53,64	18,54	8,86	0,078	1,99	0,28	0,43	2,76	1,07	0,126
04-GBA 6-III_25	59,73	17,67	7,98	0,041	1,61	0,34	0,46	2,74	1,21	0,18
04-GBA 6-IV	63,61	16,21	6,45	0,11	2,14	0,35	0,76	3,21	1,01	0,09
04-GBA 6 IV/50	61,91	15,82	6,33	0,107	2,08	0,37	0,73	3,13	0,97	0,08
04-GBA 6-IV/55	64,29	16,64	6,69	0,115	2,15	0,38	0,74	3,22	1,01	0,1
04-GBA 6-V	63,44	15,41	6,12	0,107	2,05	0,32	0,71	3,35	0,97	0,1
04-GBA-6-V/61	52,85	13,2	5,25	0,091	1,74	0,32	0,63	2,67	0,81	0,08
04-GBA 6-V_70	66,2	16,14	6,45	0,113	2,13	0,35	0,73	3,49	1,03	0,1
04-NIX ZWKL-I	38,07	12,85	5,18	0,09	1,01	0,61	0,43	1,03	0,63	0,26
04-NIX-ZWKL-II	54,03	19,33	9,23	0,10	1,34	0,47	0,59	2,04	1,45	0,14
04-NIX-ZWKL-III	54,80	18,98	8,86	0,13	1,70	0,59	0,54	2,18	1,29	0,14
04-NIX-ZWKL-IIIa	51,16	20,58	9,72	0,17	1,56	0,60	0,37	1,98	1,30	0,16
04-NIX-ZWKL-IV	54,02	19,05	7,91	0,13	1,42	0,71	0,50	1,96	1,34	0,18
04-NIX-ZWKL-V	50,16	18,57	7,87	0,11	1,39	0,75	0,46	1,74	1,27	0,22
04-NIX-ZWKL-VA	47,34	16,78	7,35	0,12	1,28	0,83	0,44	1,65	1,16	0,26
04-NIX-ZWKL-VIA	63,64	16,20	6,23	0,06	1,51	1,47	1,27	2,05	1,52	0,08
04-NIX-ZWKL-VI	50,43	17,70	7,84	0,12	1,47	0,98	0,47	1,81	1,21	0,21
04-NIX-ZWKL-VIB	51,84	18,33	8,49	0,12	1,47	0,74	0,47	1,89	1,28	0,19
04-NIX F-II	32,51	9,07	3,25	0,04	0,82	0,93	0,54	0,94	0,75	0,27
04-NIX F-III	57,31	17,31	7,36	0,09	1,64	1,31	1,06	1,65	1,41	0,14
04-NIX F-IV	51,93	18,87	8,49	0,15	1,50	0,88	0,46	1,92	1,29	0,18
04-NIX F-V	49,83	20,98	8,22	0,21	1,94	1,42	0,81	1,85	1,21	0,21
04-NIX F-VA	58,06	17,37	7,40	0,10	1,77	1,35	1,12	1,79	1,41	0,12
04-NIX F-VIA	58,09	17,45	7,43	0,10	1,77	1,34	1,12	1,80	1,41	0,12
04-NIX F-C	44,56	22,68	9,03	0,26	2,01	1,57	0,58	1,81	1,10	0,27

Die Böden mit lateritisch-bauxitischen Ablagerungen in organischen und mineralischen Horizonten werden in Tab.40 dargestellt. Die lateritisch-bauxitischen Gesteinsfragmente weisen im Untersuchungsgebiet besonders niedrige SiO₂-Gehalte auf (2,02%), was zu der Annahme führt, dass das SiO₂ der primären lateritisch-bauxitischen Ablagerungen ausgewaschen und in den Boden als Residuum ausgeschieden worden ist. Typische lateritisch-bauxitische Ablagerungen weisen einer chemischen Zusammensetzung des Bauxits und dessen SiO₂-Anteils von 22,39-24,67% auf (CINCURA, 1999). Damit ist der besonders hohe SiO₂-Anteil des B- und T-Horizonts

der Böden erklärt. Da ein primär äolischer Eintrag von SiO_2 in solch hoher Konzentration nicht anzunehmen ist, kann der hohe SiO_2 -Anteil der B-/T-Horizonte der Braunerden und Terra fusca nur als Verwitterungsprodukt der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau verstanden werden.

Das Vorkommen von Aluminium- und Eisenoxiden in den Boden-Horizonten der Gosau-Decke unterscheidet sich stark vom Vorkommen in autochthonen und rezent-allochthonen Böden (Abb. 41).

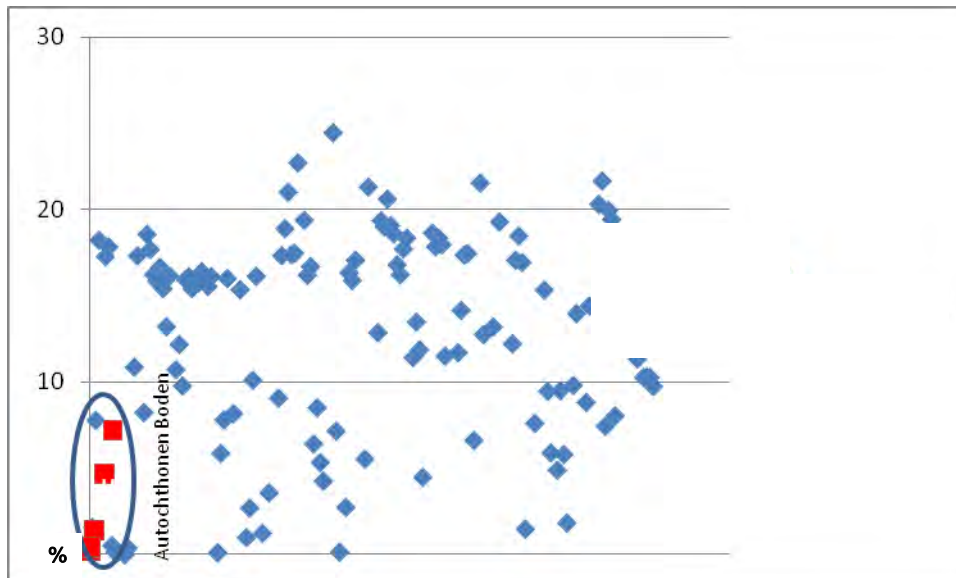


Abb. 41: Der prozentuale Anteil an Aluminiumoxid (blau) in den untersuchten Böden der Gosau-Decke und der prozentuale Al_2O_3 -Anteil in den autochthonen Böden (rot).

Eine besonders auffällige Situation liefern die Bodenprofile an der Schwegelalm im Osten der Reiteralpe, am Schrecksattel sowie am Großen Bruder-Sattel. Festzustellen ist eine Diskordanz in den Mineralbodenhorizonten, in denen hohe TiO_2 -Werte vorkommen.

Eine räumliche Analyse der Schwegelalm am Nordostrand der Plateauebene, besonders der Braunerden über norischem Dachsteinkalk (Bodenprofil 02-GrD2E), zeigt einen Anstieg des TiO_2 -Anteils in einer Tiefe von 25cm von 0,23% auf 2,11% (Tab. 41, S.114). In den Braunerden der Doline über nDk (02-GrD2G) ist ähnliches anzunehmen. In einer Tiefe von 45cm steigt der TiO_2 -Anteil auf 1%. Jedoch ist bei der Braunerde über Geschiebe (02-GrD2B) eine Diskordanz der TiO_2 -Werte in den Ah- und B-Horizonten erkennbar, nicht jedoch in den tiefer gelegenen Bodenprofilen im untersten Bereich der Doline im Kontaktbereich zum anstehenden Ausgangsgestein. Die am Rand der Dolinen untersuchten Braunerden weisen einen hohen prozentualen SiO_2 -Anteil sowie einen hohen prozentualen TiO_2 -Anteil im B-Horizont auf.

Das Fazit: Die Braunerden der Dolinen an der Schwegelalm weisen ebenfalls Verwitterungsreste der Gosau-Decke auf. Das Chromspinell im Schwermineralspektrum im B-Horizont der Lössbraunerden in den Dolinen (02-GrD2, 04-GrD2 B/E/G, 02-GrD1) sowie der erhöhte Anteil von Al_2O_3 und Fe_2O_3 im B-Horizont sind ein Indiz dafür. Da im Norden und im Osten keine lateritisch-bauxitischen Ablagerungen in Form von Linsen oder Gesteinsfragmenten nachgewiesen werden konnten, führen wir diese Werte im Untersuchungsgebiet auf einen Transport der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau vom Alpaalmsteig, Guggenbühelalm, Weitschartenhang auf einen mechanischen Transport durch den Plateaugletscher nach Norden oder über einen äolischen Eintrag zurück. Verwitterungsreste der Gosau-Decke sind am Schrecksattel sowie in der Saugasse im Mineralhorizont der Terra fusca und der Braunerden nachgewiesen worden.

Diese Fundstellen im Norden und Osten der Reiteralpe markieren die Route der Plateaugletscher und deren Weg über die Schwegelalm und den Wachtelsteig zur Schwarzbachwacht sowie den Weg über den Schrecksattelweg zum Schrecksattel und „Unsere Frau“ in das Tal „Unsere Frau“ (siehe Diskussion, S.168).

Tab. 41: Weitere Ergebnisse der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse der Böden der Gosau-Decke, die lateritisch-bauxitische Eigenschaften besitzen

Profile	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)	Na ₂ O (%)	K ₂ O (%)	TiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)
04-GRD2 E-I	33,71	12,48	5,01	0,23	1,08	2,97	0,42	1,48	0,79	0,68
04-GRD2 E-II	31,45	12,15	4,81	0,15	0,10	3,12	0,44	1,43	0,76	0,63
04-GRD2 E-III	9,1	4,22	1,81	0,04	0,58	36,98	0,07	0,46	0,23	0,18
04-GRD2 E-III/25	50,24	32,69	13,71	0,13	2,75	5,51	0,83	3,79	2,11	1,36
04-GRD2 B-I										
04-GRD2 B-II	49,25	16,11	6,36	0,11	1,47	0,90	0,81	1,84	1,09	0,40
04-GRD2 B-III	61,14	15,98	5,08	0,03	1,67	0,34	0,62	2,80	1,13	0,19
04-GRD2 B-V	0,94	0,35	0,17	0,01	0,52	53,82	0,03	0,06	0,03	0,01
04-GRD2 G-I										
04-GRD2 G-II										
04-GRD2 G-III										
04-GRD2 G-IV	47,29	17,57	6,61	0,07	1,82	1,36	0,81	2,04	0,99	0,19
04-GBRSAT-I	3,30	1,59	0,60	0,00	0,07	4,60	0,00	0,10	0,10	0,10
04-GBRSAT-II	19,15	7,78	2,89	0,02	0,60	3,77	0,30	0,56	0,51	0,12
04-GRBSAT-III	55,54	18,20	7,67	0,09	1,99	1,95	0,79	1,71	1,13	0,09

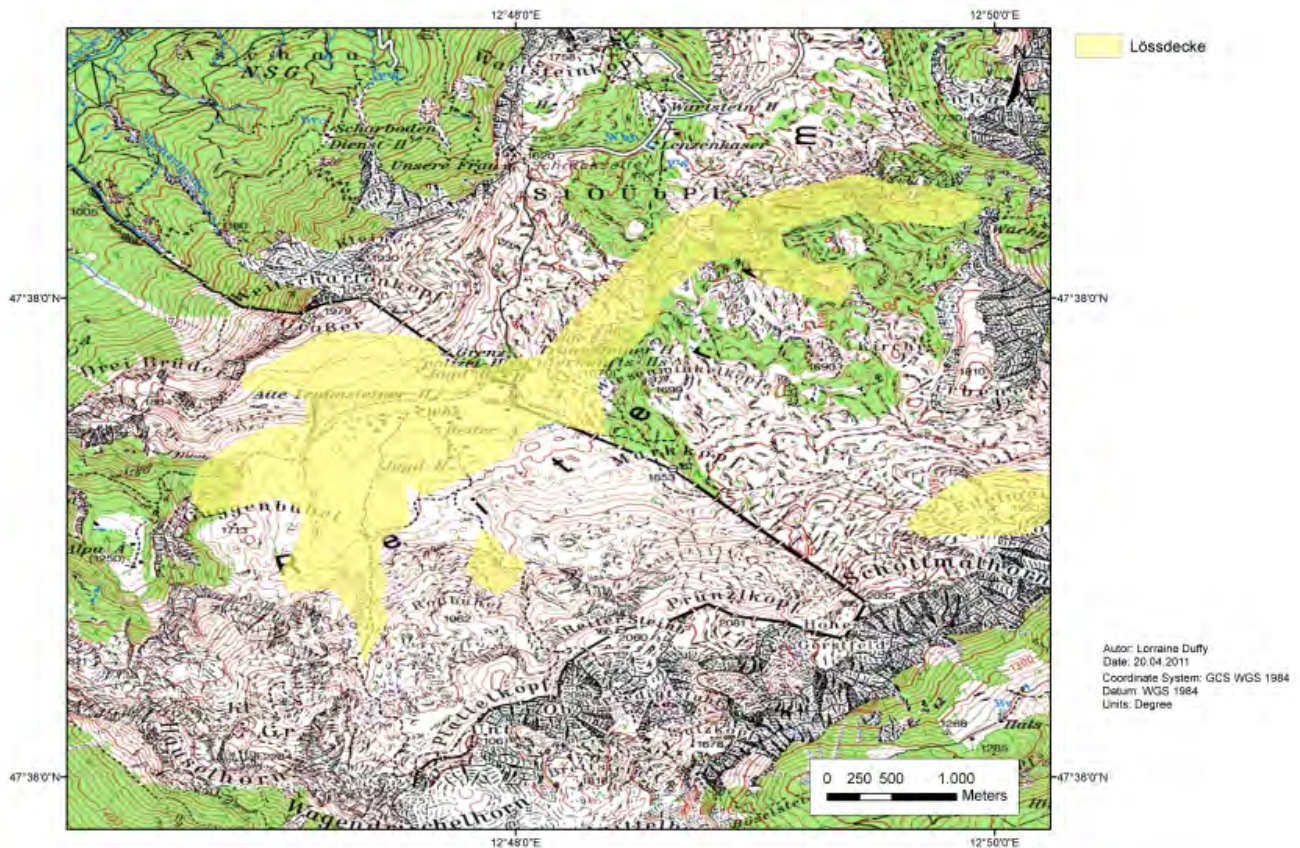
10.2 Die Lössdecke

In direkter Verbindung zur Gosau-Decke steht auch die Lössdecke. Beide Decken sind teils miteinander vermischt. Dennoch lässt sich die Lössdecke im Untersuchungsgebiet gut kartieren. Zu unterscheiden sind grundsätzlich die Lössdecke im engeren Sinne und die Lössdecke, die von rezemem äolischem Eintrag betroffen ist. Sie werden jedoch hier gemeinsam behandelt und betrachtet, da die reine Lössdecke ganz eindeutig von rezemten Ereignissen beeinflusst worden ist.

10.2.1 Die räumliche Verbreitung der Lössdecke

Die Lössdecke lässt sich großflächig im Gelände kartieren. Jedoch gibt es topographisch bedingte Räume, in denen sich die Lössdecke bevorzugt bildet, v.a. auf den schwach bis nicht geneigten, gestreckten Hängen mit konvexer und konkaver Wölbung am Plateau in der mittleren und unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe. Das herrschende Vegetationsvorkommen zeigt einen vegetationsarmen Bedeckungsgrad, gekennzeichnet durch Mattenvegetation und Rasengesellschaften. Die Lössdecke tritt im Untersuchungsgebiet im Plateaugebiet und speziell in den Dolinen der Schwegelalm sowie in den Dolinenfeldern an der Saugasse zwischen dem Reitertert und dem Wachtelsteig auf. Ein Bodenprofil am Edelweißlahnerkopf zeigt ebenfalls Spuren der Lössdecke.

LÖSSDECKE REITERALPE



Karte 6: Löss-Decke der Reiteralpe, eigene Kartierung

10.2.2 Die Bodenmächtigkeit der Lössdecke

Die Bodenmächtigkeit der Lössdecke zeigt ein homogenes Verteilungsbild. Die Lössdecke zeigt in der Regel eine Bodenmächtigkeit von 40-60cm, kann aber vereinzelt zwischen 18-60cm variieren.

10.2.3 Die Korngrößenverteilung

Die Korngrößenverteilung der Böden der Lössdecke unterscheidet sich im Untersuchungsgebiet von allen anderen Decken der autochthonen sowie allochthonen Klassifikation. Die Lössdecke ist gekennzeichnet durch einen hohen mittleren und groben Schluffanteil, gekoppelt mit einer feinen Sandfraktion (Abb. 42, 43, S. 116). Die Bodentiefenfunktion korreliert mit einer zunehmenden Sandfraktion im Bereich des mittleren und groben Sandbereichs. Die Dolinen der Schwegelalm und die Dolinenfelder der Saugasse zeigen im C-Horizont Moränen. Dies erklärt den zunehmenden Anteil der groben Sandfraktion im Korngrößenfraktionspektrum der Bodenprofile.

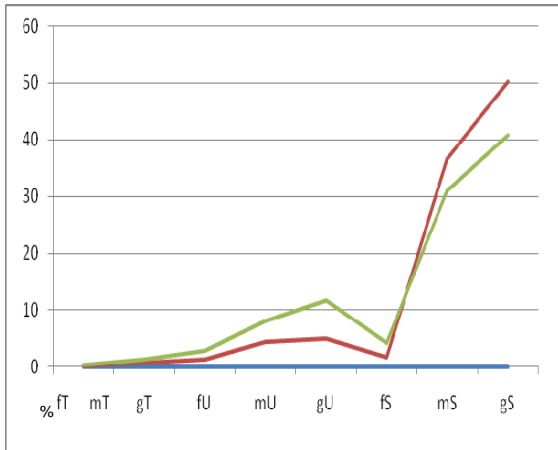


Abb. 42: Eine Darstellung der Korngrößenverteilung der Lössdecke: Lössbraunerde-Rendzina Profil 04-GrD2-A

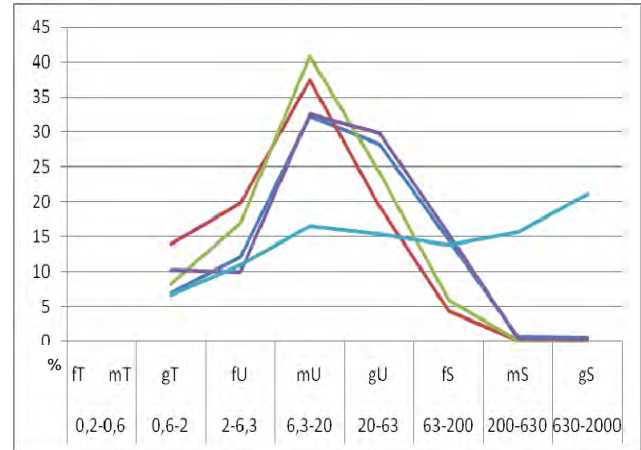


Abb. 43: Korngrößenverteilung (µm) der Lössdecke: Pseudogley-Lössbraunerde-Profil 02-GrD1

10.2.4 Hauptelemente und Spurenelemente

Mit einer zunehmenden Tiefenfunktion des Bodens der Lössdecke steigt der CaCO_3 -Anteil in den Cv- oder Cn-Horizonten an, während der silikatische Anteil des B-Horizonts mit der Bodentiefenfunktion abnimmt. In den A- und Bv-Horizonten herrschen hohe Anteile an SiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 vor.

Tab. 42a: Profil 02-Dolfeld1
Das Verhältnis SiO_2 (%) zu CaCO_3 (%) in Lössbraunerden

Boden-Profil	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)
02-Dolfeld1-I	49	14	6	0	1	0
02-Dolfeld1-II	59	15	11	0	2	1
02-Dolfeld1-III	59	18	7	0	2	1
02-Dolfeld1-IV	22	6	3	0	1	35

Tab. 42b: Profil 04-GRD2 B
Das Verhältnis SiO_2 (%) zu CaCO_3 (%) in Lössbraunerden

Boden-Profil	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)
04-GRD2 B-I
04-GRD2 B-II	49	16	6	0	1	1
04-GRD2 B-III	61	16	5	0	2	0
04-GRD2 B-V	1	0	0	0	1	54

10.2.5 Schwerminerale

Die Schwerminerale **Epidot** und **Zoisit** am stärksten im Schwermineralspektrum vertreten. Ebenso stark vertreten ist die **Hornblende**. Kleine Menge an Granat, Zirkon, Turmalin und Rutil sind ebenfalls im Bv-Horizont der Böden der Lössdecke vertreten, während nur ganz vereinzelt die Schwerminerale Apatit, Staurolith und Disthen vorhanden sind. Das Spektrum kennzeichnet ein typisches Lössablagerungsbild. Ferner sind **Leukoxen** und **Sillimanit** in der Schwermineralanalyse gezählt worden (Profil 02-Dolfeld2). Sillimanit kann als Erscheinung einer Entwässerungsreaktion entstehen in dem durch Temperaturerhöhung H_2O entbunden wird und entsteht, wenn Muskovit in Anwesenheit von Quarz unter Entbindung von Wasser in Andalusit/Sillimanit (+ Kalifeldspat) umgewandelt wird. Darüber hinaus kann eine polymorphe Umwandlung der polymorphen Minerale (Disthen, Andalusit, Sillimanit) in Abhängigkeit von Temperatur und Druck stattfinden. Dies bedeutet, dass Disthen und Andalusit unter Temperaturerhöhung $>500^\circ\text{C}$ und einem Druck von 3,75kbar zu Sillimanit werden kann. Ein hohes **Granat**vorkommen (55%) lässt sich in einer großen Doline der Schwegelalm messen, während **Zirkon** (48%) an der Saugasse (05-SG-III) im B-Horizont und am Edelweisslahnerkopf mit 72-77% (06-EWL) gemessen worden ist.

10.2.6 Tonmineralogie

Die Verwitterungsstadien des Feldspats und Quarzes zeigen eine tiefgehende Korrosion, Fragmentierung sowie Auflösungserscheinungen. Es sind die Stadien eines fortgeschrittenen Verwitterungsprozesses. Diese Aussage lässt sich belegen durch die Tonmineralanalyse. Im Bv-Horizonte mancher untersuchten Braunerden ist der Kaolinit- und Illitanteil fast identisch und deutet erstens auf eine Zufuhr von Fremdmaterial und zweitens auf ein fortgeschrittenes Verwitterungsstadium hin. Denn der prozentuale Anteil an **Kaolinit** ist sehr hoch (20-45%). Diese Aussage bezieht sich ausschließlich auf norischen Dachsteinkalk als Ausgangsgestein. Im Übrigen zeigt die Tonmineralanalyse eine Wechselwirkungstendenz zwischen Illit und Chlorit und dem Kaolinitanteil als dominantem Tonmineral im Tonmineralspektrum. Ebenso von Bedeutung ist das Tonmineral Vermiculit. Der hohe Anteil an **Vermiculit** ist nur in den Bv-Horizonten der Lössböden nachzuweisen (04-RG 1A (25-30%), 04 GRD2- B(21%)/C(12%)/E(17%)/G(23%)). In manchen Verwitterungsböden führt ein Umwandlungsvorgang zur Bildung von Vermiculit, einem Schichtsilikat mit Quellvermögen.

Tab.43: Ergebnisse der Tonmineralanalyse der Lössdecke und der Lössbraunerde Profile 04-GRD2B

Profil	Vt	Sm	ML _{Ill/Sm}	ML _{Ill}	Ill	Kt	Ct
04-GRD2 B-I				4	29	39	24
04-GRD2 B-II	-	-	-	15	44 ^{qu}	26	15
04-GRD2 B-III	21	-	-	-	28 ^{qu}	28	23
04-GRD2 B-V	-	-	10/75	-	73	8	9

Illite sind unvollständige Glimmer, die weniger K⁺ und ein höheres Si/Al-Verhältnis aufweisen. In den Dolinen sind die Illite im Bv-Horizont der Braunerden besonders quellfähig. **Illite** sind typischerweise vorzufinden in den Böden der Lössen (SCHEFFER et al. 1992). Die Lössböden sind daher tonmineralogisch gut von anderen Substratdecken zu unterscheiden.

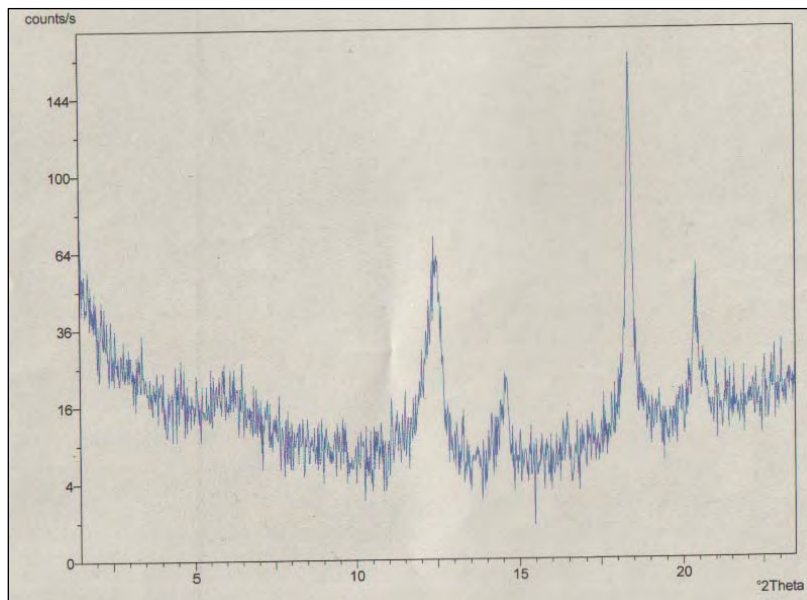


Abb.44: Peak-Diagramm Röntgendiffraktometrische Analyse des Bv- und C-Horizonts 14A Vermiculit, Chlorit/Kaolinit, Illit 10A, 14A, 21A, Smektit 18A (02-GrD2)

10.2.7 Typische Bodengesellschaften auf der Lössdecke

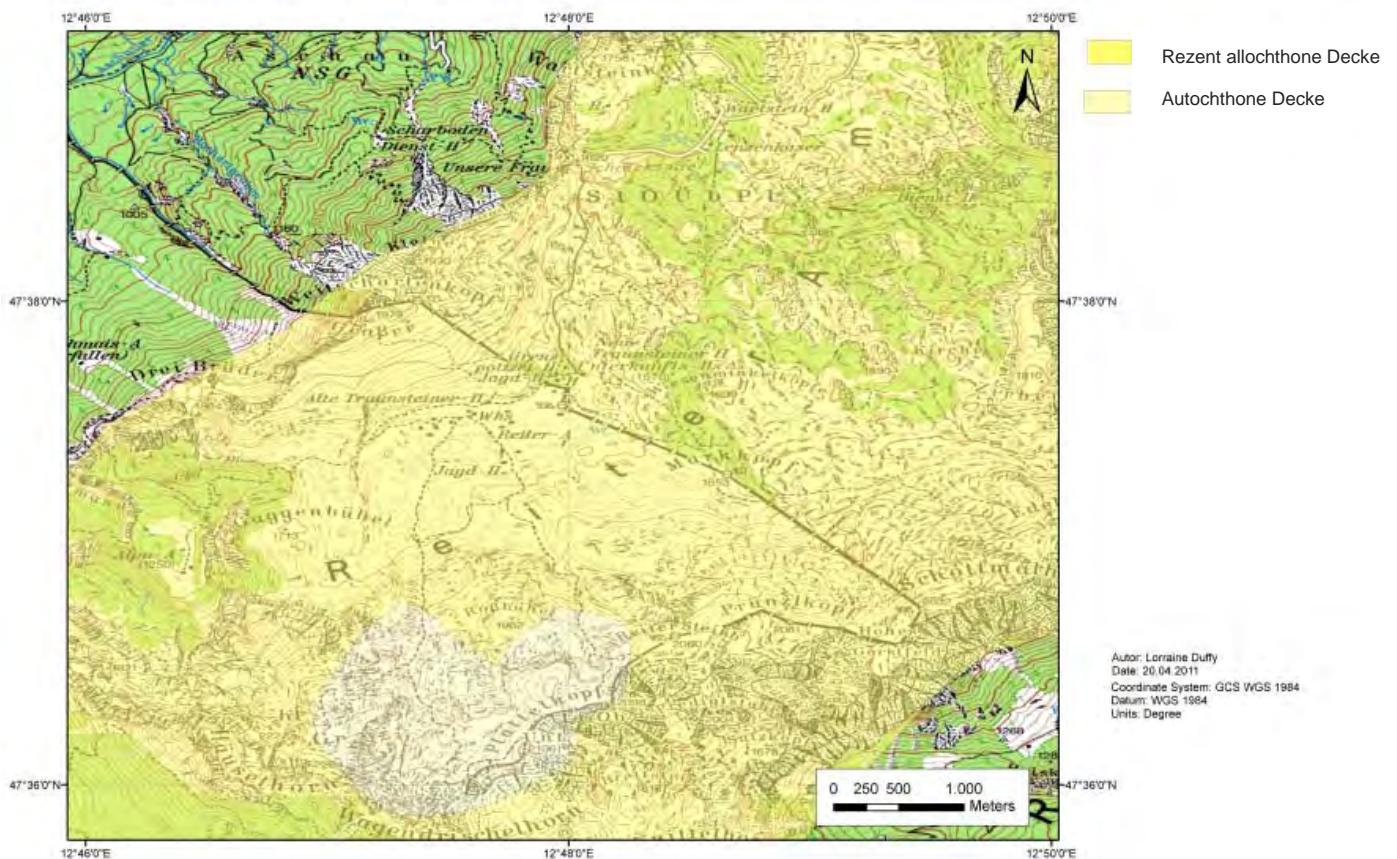
Der vorherrschende Bodentyp, der mit der Lössdecke zusammen auftritt, ist die Braunerde, genauer: Lössbraunerde. Da die Lössdecke auch unter rezenten Einflüssen steht, ist die Braunerde über norischem Dachsteinkalk die häufigste Vertreterin der Lössböden. Zudem gehört auch die Rendzina-Terra fusca über Residuallehm aus Dachsteinkalk sowie eine Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme über Dachsteinkalk zu den Begleitern der Böden aus Löss.

10.3 Die rezent allochthone Substratdecke

Die rezent allochthone Substratdecke ist im Untersuchungsgebiet anhand der äolischen Zufuhr von karbonatfremden Mineralien im Oberbodenhorizont nach bodenphysikalischen und chemischen Untersuchungen gut identifizierbar. Die Diskussion über den rezent allochthonen Boden beschränkt sich ausschließlich auf den Oberbodenhorizont, der im Untersuchungsgebiet die O- und A- Horizonte umfasst.

10.3.1 Räumliche Verteilung der rezenten allochthonen Substratdecke

REZENT ALLOCHTHONE DECKE DER REITERALPE



Karte 7: Rezent allochthone Substratdecke Reiteralpe, eigene Kartierung

Die räumliche Verbreitung der rezenten allochthonen Böden umfasst bis auf wenige Ausnahmen das gesamte Untersuchungsgebiet. Die rezent allochthone Decke befindet sich in allen mikrotopographisch bedingten Ablagerungsräumen: auf der Plateaufläche, an konvex oder konkav gewölbten Hängen, an gestreckten und nicht geneigten Flächen, an steilen Hängen, Dolinenböden sowie am exponierten Gebirgsgipfel. Die rezenten allochthonen Böden bevorzugen die alpinen Vegetationshöhenstufe wie die oberen, mittleren und unteren subalpinen Vegetationshöhenstufen. Die Auswertung der Niederschlagsbeprobung im Untersuchungsgebiet und die mineralogischen Ergebnisse der Bodenauswertung verweisen auf einen äolischen Transportweg.

10.3.2 Humusauflage, Ergebnisse des C/N-Verhältnisses

Die Of-, Oh- und Ah-Horizonte der rezenten allochthonen Decke sind karbonatarm, jedoch in der Regel gut durchwurzelt. Die oft mächtigen, tonreichen Mullaufgaben mit einem C/N-Wert von 10-15 entsprechen der Hälfte der Oberbodenhorizonte der untersuchten Bodenprofile. Entsprechend hoch sind die Humusgehalte: Mittelwert 23,7% (C_{org} min 1, max 43%) mit einem pH Wert von 4,2-5,9. Die Ah-Horizonte sind gut durchwurzelt und es fehlen Streustoffe. Der Humuskörper besteht aus braunem bis schwarzen Feinhumus, verknittet mit Tonmineralen. Eine Untersuchung des Korngrößenspektrums zeigt einen hohen Tongehalten (6-11%); die Tonminerale Illit und Kaolinit dominieren das Spektrum. Das Vorkommen von Illit, auch als Hydroglimmer bekannt, und ein Verwitterungsprodukt der Feldspäte, das Kaolinit, sind eindeutige Indizien für die äolischen Oberbodenhorizonte. Bodenflora und die Bodentiere sind zahlreich.

Die Übergänge der Moderaufgaben sind teils unscharf und teils miteinander in den Horizonten verfilzt. Ein charakteristischer Modergeruch ist der Moderaufgabe eigen. Entsprechend hoch sind die Humusgehalte mit einem Mittelwert von 23% (C_{org} min 1, max 48%). Das C/N- Verhältnis liegt bei 20. Die Moderaufgaben erweisen sich im Gegensatz zu Mullaufgaben als sehr schluffreich (95%). Bei den untersuchten Humuskörpern können Grob- und Feinmoder unterschieden werden. Die Bodenprofile am Weitschartenkopf (Nixloch-Profile) bieten optimale Beispiele dafür. Beim mullartigen Rendzinamoder sind Minerale und Humuskörper durch wühlende Bodentiere wie Ameisen und Regenwürmer durchmischt. Der Pechmoder der Pechrendzina besitzt im Allgemeinen einen mächtigen Oh-Horizont, der überwiegend aus Collembolenlösung hervorgegangen ist, die uns als Pechhumus erscheinen. Die Humusform ist bei den autochthonen Böden stark vertreten.

Rohhumus ist in den untersuchten Bodenprofilen mit einem C/N-Verhältnis von 30-40 vertreten. Entsprechend hoch sind die Humusgehalte mit einem Mittelwert von C_{org} 24%. Im Untersuchungsgebiet sind damit die allochthonen Rendzinen O/C-A/C-Böden gemeint. Der Rohhumus bildet sich unter einer Vegetationsdecke, die schwer abbaubar ist und nährstoffarme Streu liefert. Am Südhang an trockenen Standorten liegt der Of-Horizont auf dem Mineralboden oft wie ein dichter Filz (04- NIX Profile). An feuchten Standorten ist der Oh-Horizont vorhanden (04-Nix A, 04-Nix E).

10.3.3 Podsolierung

Häufig wurden Huminstoffe in die Unterbodenhorizonte eingewaschen. Der Prozess der Podsolierung findet statt unter direkter Einwirkung von Aluminium- und Eisenoxiden. Das kühlfeuchte Gebirgsklima hemmt die Organismen-tätigkeit und fördert deshalb die Podsolierung. Die Verlagerung gelöster organischer Stoffe mit Aluminium und Eisen findet bei stark saurer Reaktion statt. Unter diesen Umständen herrscht Nährstoffmangel, was den mikrobiellen Abbau der organischen Komplexbildner hemmt. Die organischen Verbindungen bilden mit Al- und Fe-Ionen die Silikatverwitterung und die von der Vegetation aufgenommenen metallorganischen Komplexe Chelate. Im Allgemeinen kann man sagen, dass die Vegetationsbedeckung der subalpinen Vegetationshöhenstufe den Podsolierungsprozess fördert. Der Streu der Nadelhölzer und der *Ericaceen vaccinium* ist schwer zersetzlich.

Die Ah-Horizonte der untersuchten vergesellschafteten Podsole sind schluff- und sandreich mit einer Dominanz des mU-, gU- und fS-Bereichs des Korngrößenspektrums. Im Feinsandbereich sind Werte von 6-24% Feinsandanteil im A-Horizont gemessen worden, verbunden mit einem geringen Anteil der mittleren Sandfraktion. Die vergesellschafteten Podsole lassen sich über die Korngrößenzeichen Uu, Ut3 und Uls kennzeichnen. Im Unterboden werden die umgelagerten Stoffe angereichert. In den Illuvialhorizonten trennen sich die umgelagerten Stoffe. Im obersten Bereich des Horizontes ist mehr organisches Material festzustellen, während sich in der Tiefe Al- und Fe-Oxide angereichert haben.

Tab. 44: Ergebnisse der Korngrößenanalyse: podsolierte Böden und das Korngrößenspektrums (%)

Profile	Boden	C/N	KG	mT	gT	fU	mU	gU	fS	mS	gS
				(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
04-NIX C-I-III	m. podsolierte Braunerde über Gosaudecke	12	Uu	1,02	4,58	9,64	30,04	48,10	6,62	0,00	0,00
04-NIX D-I-VI	m. podsolierte Braunerde über Gosaudecke	13	Uu	0,93	3,97	11,38	53,03	30,69	0,00	0,00	0,00
04-NIX M-I-VI	allochthoner schwacher Podsol über autochtoner Braunerde über Dachsteinkalk	11	Uu	0,86	5,02	10,81	31,36	46,05	5,90	0,00	0,00
04-ATH-I-IV	Terra fusca über s. podsoliger Braunerde über Gosau	14	Us	0,80	5,32	11,86	28,07	41,52	12,43	0,00	0,00
04-HALM Cx H Lee	s. podsolierte Braunerde über Gosau	12									
02-Dolinenfeld 1	podsolierte Braunerde		Ut3		13,70	20,30	30,10	16,70	17,20	0,70	
02-Dolinenfeld 2	allochthoner Podsol über autochtoner Braunerde über Geschiebe über Dachsteinkalk		Uls		11,70	16,60	25,30	19,40	24,10	0,70	
06-Reitertrett-	autochtone Braunerde-Podsol über Kalkpseudogley über Glanecker Schichten	10									
06-DolPon-I-VIII	autochtone Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten	12	Uu	0,98	3,85	8,72	29,39	50,29	6,77	0,00	0,00

Die genauere Untersuchung zeigt einen Zusammenhang zwischen dem Bedeckungsgrad der Vegetation und den podsoligen Böden. Die herrschende Vegetationsbedeckung rund um die Podsole entspricht einer Mattenvegetation bzw. einem geringen Vegetationsbedeckungsgrad. Die Podsolierung der diversen Braunerden und Pseudogleyen findet vorwiegend auf vegetationsarmen Flächen statt, in Dolinen und in Dolinenfeldern in Verbindung mit den Al- und Fe-reichen, lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau sowie der Gosau-Decke. Dies bedeutet, dass die Lithologie für den Podsolierungsprozess entscheidend ist und ferner, dass die mikrotopographische Dolinenform sich als Sammelstelle anbietet für a) durch Solifluktion geförderte gravitative Hangprozesse und b) Kaltluftsammler. In den Kaltluftsammler werden rezente Flugstaubeinträge aufgrund der kalten Luft bevorzugt abgelagert.

Fazit: Die sandigen, silikatreichen, rezenten Flugstäube werden abgelagert. Die Dolinen dienen als Kaltluftsammler.

Die Dolinen sind gekennzeichnet durch eine Mattenvegetation, die hohen Niederschlagsraten des Hochgebirgsklimas sowie das Vorkommen von Aluminium- und Eisenoxiden der Gosau. Dies unterstützt den Podsolierungsprozess.

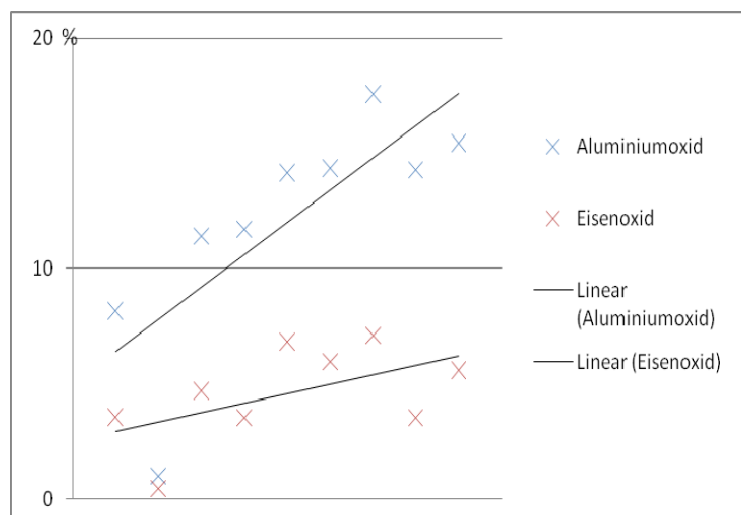


Abb. 45: Das Verhältnis Al_2O_3 und Fe_2O_3 der podsoligen Böden in den Dolinen über der Gosau-Decke

10.3.4 Hauptelemente und Spurenelemente der rezent allochthonen Substratdecke

Typisch für die rezenten allochthonen Böden ist, dass die silikatreichen Oberbodenhorizonte mit einem sehr niedrigen Anteil an Karbonat auftreten (Tab. 45). Dies lässt sich am Beispiel der Braunerde im Bodenprofil 04-GBA 1 gut demonstrieren. Hier finden wir ein rezentes allochthones Bodenprofil einer allochthonen Rendzina-Braunerde über nDachsteinkalk. In den rezenten allochthonen Böden nimmt der silikatische Anteil mit der Bodentiefenfunktion markant im Mineralbodenhorizont ab, während der CaCO_3 -Anteil markant ansteigt.

Tab. 45: Profil 04-GBA 1: Allochthone Braunerde über Dachsteinkalk Ah/ II Bv/ Cv

Bodenprofile	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	MnO (%)	MgO (%)	CaO (%)
04-GBA 1-I	24,64	17,25	7,20	0,14	0,85	1,87
04-GBA 1-II	24,15	17,82	7,33	0,11	0,79	2,02
04-GBA 1-III	0,79	0,54	0,26	0,01	0,40	53,54
04-GBA 1-IV	0,36	0,16	0,09	0,01	0,41	54,73
04-GBA 1-V	0,35	0,16	0,09	0,01	0,42	54,67

Festzuhalten ist, dass bei den untersuchten Rendzinen der rezenten allochthonen Decke der prozentuale Anteil an SiO₂ sehr niedrig ist (3-12%). Dies deutet auf in situ Bodenbildung autochthoner Art hin, während höhere prozentuale Anteile von SiO₂ bei den Braunerden (26-60%), Pseudogleye (48-60%), Terra fuscae (12-56%), Kolluviosolen (39-54%) sowie Podsole (26-55%) auf eine äolische Zufuhr hindeutet.

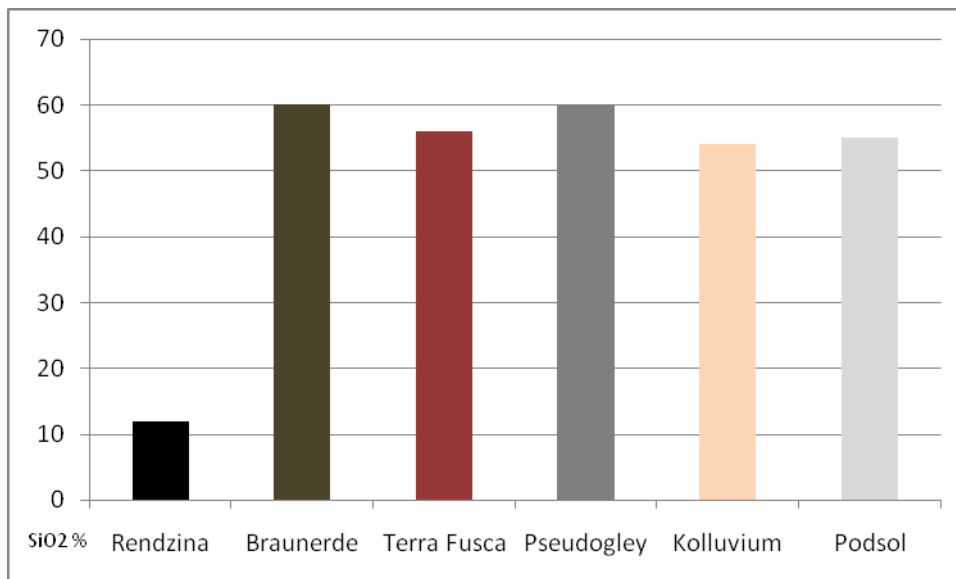


Abb.46: Verschiedene Bodentypen im Untersuchungsgebiet und der SiO₂ -Anteil (%) im Oberbodenhorizont

10.3.5 Die Korngrößenverteilung der rezent allochthonen Substratdecke

Die Dominanz des Schluff- sowie Feinsandanteils im Korngrößenspektrum im Oberbodenhorizont erklärt sich durch den rezenten äolischen Flugstaubeintrag im rezent allochthonen Boden. Unter dem Aspekt der mikrotopographisch bedingten Ablagerungsräume befindet sich erhöhter Grobschluff (gU 20-63 µm) und feiner Sand (fS 63-200µm) im Korngrößenspektrum vor allem in den Dolinen der Reiteralpe unter einer Vegetationsbedeckung von Rasengesellschaften. Damit sind alle Dolinen und Dolinenfelder am stärksten betroffen: 04-GRD1 und 04-GRD2 an der

Schwegelalm 9-35%, das Reitertrett 7% und die Dolinenfelder an der Saugasse 15-24%. Ein hoher Schluff- sowie Feinsandanteil wurde in 1925m Höhe ü NN am Edelweißlahnerkopf gemessen. Dieser Standort verdient besondere Berücksichtigung, da er einen exponierten steilen Nordhang bei 1925m NN in der alpinen Vegetationshöhenstufe repräsentiert. Es entstand eine allochthone Terra fusca-Braunerde mit 60cm Bodenmächtigkeit. Grobsand wurde im Oberbodenhorizont der rezenten allochthonen Bodendecke nicht gemessen.

10.3.6 Die Tonminerale der rezent allochthonen Substratdecke

Die Tonminerale der untersuchten Oberbodenhorizonte der rezenten allochthonen Bodenprofile der O- und A-Horizonte zeigen eine Illit-Dominanz, gefolgt von einem Kaolinit- sowie einem Chloritanteil.

10.3.7 Die Schwerminerale der rezent allochthonen Substratdecke

Das folgende Spektrum der Schwerminerale spiegelt sich im Oberbodenhorizont der rezenten allochthonen Bodendecke wider. Vorhanden ist eine Dominanz des Epidot- und Zoisitanteils, gefolgt von den Hornblenden. Ferner, in der Reihenfolge abnehmender Anteile, finden wir Zirkon, Granat, Turmalin, Rutil, Apatit, Staurolith und Disthen.

Tab. 46: Ergebnisse der Schwermineralanalyse. Beispiel einer rezent allochthonen Braunerde: Profil 04-GBA-5, Kornzahl 300

Profil	Horizont	Mächtigkeit	Bodentyp	%											
				G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo		
04-GBA-5-I	Ah	6cm	allochthone Braunerde über nDk	1	2	4	1	25	68

Die untersuchten Schwerminerale geben Aufschluss über den Verwitterungszustand sowie über die Stabilität des Minerals. Die Resistenz der Minerale gegenüber chemischen Lösungsprozessen ist auf ihre Genese zurückzuführen. Die Verwitterungsstabilität der Minerale verhält sich umgekehrt zur Kristallisationstemperatur. Die Minerale, die sich aus magmatischen Schmelzen als letzte kristallisieren sind am verwitterungsresistentesten (GOLDICH 1938 in BORGER 1999). Sie besitzen die höchsten Schmelzpunkte. Je höher die Kristallisationstemperatur eines Minerals, desto niedriger ist seine Verwitterungsstabilität.

Die Verwitterungsstadien des im O- und A-Horizont untersuchten K- und Na-Feldspats sind kaum ausgebildet. Es hat keine Kornspaltung stattgefunden. Die Mineralkörner erscheinen nahezu unverwittert. In der Regel setzt auf der nächsten Stufe der Feldspatverwitterung die Kornspaltung ein. Ähnlich verhält es sich bei der Biotit-Verwitterung. Die im Oberbodenhorizont untersuchten Biotite zeigen wenige Verwitterungsspuren, sind kompakt und als frisches Material gekennzeichnet. Auf der nächsten Stufe der Biotitverwitterung tritt eine Spaltung entlang der Silikatstruktur auf. Die Biotit-Blättchen sind leicht voneinander getrennt. Die im Labor untersuchten Schwerminerale zeigen im O- und A Horizont keine Spuren der Verwitterung oder befinden sich im zweiten Stadium der leichten Verwitterung.



Foto 36: Silikatspektrum des rezent äolischen Flugstaubes 7mm/ Referenzprobe ATH. Aufnahme: K.P. Martinek 2010

10.3.8 Räumliche Verteilung von Karbonat in Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie

Tab. 47: Ergebnisse der statistischen Analyse des Karbonatanteils in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%; Mittelwert).

CCarb	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x ⁻	12	11	43	8	23	11	5	12	7	32	13	12	17	12	6	18	31	9	11	6

Bei Betrachtung der räumlichen Einordnung des karbonatischen Materials des rezenten Flugstaubmaterials, das aus den Niederschlagsproben gewonnen worden ist, sind die Gebiete um das Reitertritt sowie den Edelweißlahnerkopf in der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufen als bevorzugte Ablagerungsräume für das karbonatische Material zu kennzeichnen. Dies belegt die quantifizierende Analyse des im Oberbodenhorizont gefundenen rezenten karbonatischen Eintrags. Genau in dieser oberen subalpinen Höhenstufe findet sich doppelt so viel karbonatisches Material in den Oberbodenhorizonten als in der mittleren subalpinen Höhenstufe. Bevorzugt sind ebenfalls die nach Norden gerichteten vegetationsfreien Flächen. Steile Hänge besitzen genauso viel karbonatisches Material in ihrem Oberbodenhorizont wie die nicht geneigten Hänge.

Die Werte des CaO- und MgO-Gehalts aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse werden benutzt, um den Karbonatgehalt zu berechnen. Eine räumliche Analyse der Oberbodenhorizonte und deren Karbonatgehalt ergibt folgendes Ergebnis: Die Oberbodenhorizonte der oberen subalpinen und alpinen Vegetationshöhenstufen sind reich an karbonatischem Material. Die steilen Hänge entlang der Karstgasse an der Rossgasse, die geneigten Hänge der Leeseite des Edelweißlahnerkopfes (PK) sowie die exponierten Hänge des Weitschartenkopfes zeigen tendenziell hohe CaO-, MgO- bzw. CaCO₃- und MgCO₃-Werte bis zu 100%.

10.3.9 Räumliche Verteilung von Silizium in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie

Tab.48: Ergebnisse der statistischen Analyse des Siliziumoxids in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%; Mittelwert)

SiO ₂	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x ⁻	31	26	6	19	21	39	37	42	33	30	26	22	34	22	44	23	18	30	28	42
0-10cm	10	19	75	67	33	5	0	8	0	25	0	38	12	27	1	25	33	0	24	6
11-50cm	72	81	25	33	55	85	77	66	100	63	100	49	82	73	66	58	67	100	65	71
>50cm	18	0	0	0	12	10	23	26	0	12	0	13	6	0	33	17	0	0	11	23

Analysiert man die räumliche Verteilung des Siliziumoxid-Anteils des Oberbodenhorizontes im Untersuchungsgebiet in Abhängigkeit von der Mikrotopographie, so ergibt dies folgendes Ergebnis: Ein besonders hoher Siliziumoxid-Anteil findet sich im Oberbodenhorizont der geneigten, gestreckten Plateauflächen der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe. Eine genaue Analyse der Bodenprofile am Plateau zeigt einen besonders hohen prozentualen SiO₂-Anteil: 05-JB-I (54%), 06-DolPon-I (48%), 04-ATHH-I (66%), 05-KaserKühl-I (48%), 04-Penmann-I (42%), 04-GBA7-I (45%). Die Oberbodenhorizonte der Böden an der Schwegelalm auf der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe zeigen ebenfalls einen hohen prozentualen SiO₂-Anteil (04-GrD2B-I 49%, 02-GrD1-I 61%). Ein besonders hoher SiO₂- Anteil im Oberbodenhorizont von mehr

als 50% ist hauptsächlich auf den vegetationsarmen Flächen der Plateauebene nachzuweisen. Die alpine Stufe weist dagegen nur einen geringen SiO₂-Anteil im Oberbodenhorizont auf.

Eine detaillierte Untersuchung der Trajektorie Weitschartenkopf-Rossgasse ergibt folgende Ergebnisse: Deutlich wird die Konzentration des SiO₂-Gehalts am Weitschartenkopfgang. Der Hang ist durch seine konkaven, konvexen und gestreckten Hänge gekennzeichnet. Die Hangneigung ist mittel geneigt bis steil. Hier entspricht die SiO₂-Konzentration fast der gleichen SiO₂-Konzentration wie auf den tiefer gelegenen Flächen des Reitertrittbodens. Im Kontrast dazu steht der geringe SiO₂-Anteil in den Bodenproben des Oberbodenhorizontes der Rossgasse. Die Werte pendeln zwischen 1-14%. Am Weitschartenkopfgang auf gleicher Höhe sind Werte von 38-42% gemessen worden (04 NIX ZWKL-I, 04-NIX M-I).

10.3.10 Räumliche Verteilung von Aluminium in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie

Tab.49: Ergebnisse der statistischen Analyse des Aluminiumoxids in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (%; Mittelwert)

Al ₂ O ₃	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x ⁻	11	9	3	6	7	13	12	13	11	9	12	7	10	9	14	8	7	10	9	13
0-10	37	44	100	67	67	25	33	17	40	50	25	69	53	64	10	75	67	25	53	24
>11	63	56	0	33	33	75	67	83	60	50	75	31	47	36	90	25	33	75	47	76

Der prozentuale Aluminiumanteil in den untersuchten Bodenprofilen der Oberbodenhorizonte ist in Tabelle 49 abzulesen. Die Catena Weitschartenkopf-Rossgasse wurde reichlich mit einem hohen prozentualen Aluminiumanteil bedeckt. Die Oberbodenhorizonte des Schulterbereichs des Weitschartenkopfganges wie auch die der Reitertrittalm sind am stärksten betroffen. Viel Aluminiumoxid wurde auch im Oberbodenhorizont der untersuchten Böden der Schwegelalm auf der unteren subalpinen Stufe gemessen. An den Kulminationszonen der Senken der Schwegelalm sowie an der Guggenbühelalm sind prozentual höhere Anteile an Aluminium gemessen worden: Guggenbühelalm 17%, Schwegelalm 16%. Die vegetationsfreien Flächen an den steilen Hängen der alpinen und oberen subalpinen Stufen weisen nur einen sehr geringen Aluminiumanteil (<10%) auf.

10.3.11 Räumliche Verteilung von Eisen im Oberbodenhorizont in Abhängigkeit von der Mikrotopographie

Tab .50: Ergebnisse der statistische Analyse des Eisenoxids in den Oberbodenhorizonte in Abhängigkeit der Mikrotopographie (%; Mittelwert)

Fe ₂ O ₃	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x ⁻	4,30	4,10	1,09	3,71	2,76	4,91	4,62	5,08	4,70	3,44	5,16	3,05	4,00	3,50	5,60	3,00	3,15	4,20	3,32	5,20
0-3%	27	35	100	67	58	15	23	17	30	38	0	59	28	45	9	50	58	25	50	6
>3%	73	65	0	33	42	85	77	83	70	62	100	41	72	55	91	50	42	75	50	94

Die räumliche Verteilung der Konzentration des Gesamteisenanteils ist aus Tabelle 50 abzulesen. Die höchste Konzentration des Gesamteisenanteils >3% ist aufgrund der mikrotopographisch bedingten Konzentrationstendenz auf der Plateauebene der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe gemessen worden. Die Kulminationsstellen am Fuß des Großen Bruders GBA (7%) sowie die Dolinenböden an der Schwegelalm (6%) zeigen erneut erhöhte Gesamteisenkonzentrationen im Oberbodenhorizont. Die Catena Weitschartenkopf-Rossgasse zeigt ebenfalls ein einheitliches Ablagerungsbild: eine erhöhte Konzentration am Schulterbereich des Weitschartenkopfes (3-8%) sowie am Reitertritt (4-8%). Ein bemerkenswert hoher prozentualer Anteil von 9% an Fe₂O₃ ist im Oberbodenhorizont am Edelweißlahnerkopf um 1925m (06-EWL-I) in der alpinen Stufe gemessen worden. Im Gegensatz dazu befindet sich wenig Eisen im Oberbodenhorizont an steilen vegetationsfreien Hängen der oberen subalpinen und alpinen Stufe.

10.3.12 Räumliche Verteilung der Schwerminerale im Oberbodenhorizont in Abhängigkeit von der Mikrotopographie

Die räumliche Verteilung der Hornblende, des Epidot- und Zoisitvorkommens in den Oberbodenhorizonten wird später dargestellt (vgl. S. 125). Festzustellen ist schon hier, dass die nach Süden gerichteten Steilhänge am Weitschartenkopf genauso viel Schwerminerale aufweisen wie das Gebiet um das Reitertritt. Hier sind die Schwerminerale Hornblende, Epidot und Zoisit, Granat, Zirkon, Chromspinell, Rutil und Titan aufzufinden. Es wird am Beispiel des Granat-, Zirkon- und Chromspinellvorkommens deutlich, dass am Rossgassehang weniger Schwerminerale im Oberbodenhorizont zu finden sind. Im Vergleich dazu führt der gegenüberliegende Weitschartenkopfhang deutlich mehr an Schwermineralen im Oberbodenhorizont. Eine Ausnahme jedoch bildet das Hornblendevorkommen in der Rossgasse. Hier sind Werte von 46-54% Hornblendeanteil in der oberen subalpinen und alpinen Stufe gemessen worden. An der Rossgasse liegt der prozentuale Hornblendeanteil zwischen 19-54%, auf dem Reitertritt bei 4-39% und auf dem Weitschartenkopf bei einem Anteil von 5-39% vom Gesamtschwermineralvorkommen.

Darüber hinaus kann die Untersuchung allgemein bestätigen, dass der Epidot- und Zoisitanteil des Schwermineralspektrums deutlich höher liegt als der Hornblendeanteil: im Profil der Rossgasse (40-68%), des Reitertritts (36-77%) und des Weitschartenkopfes (46-75%). An jenen Bodenmessstellen, die einen etwas niedrigeren Epidotanteil gemessen haben, lag in der Regel der Zirkon-, Granat-, Rutil- und Titananteil höher. Diese Feststellung lässt sich gut in den untersuchten Oberbodenhorizonten am Reitertritt belegen: Profile: 04-HALM, 04-HALM CX, 04-Penmann, 04-RG-1a, 04-RG -H4.

10.3.12(a) Die räumliche Verteilung von Chromspinell im Oberbodenhorizont

Die Auswertung der räumlichen Schwermineralverteilung der Chromspinelle belegt, dass das Gebiet um das Reitertritt als Hauptkonzentrationszone im Oberbodenhorizont identifiziert werden kann. Am Bodenmessprofil 04-ATH ist ein prozentualer Schwermineralanteil von 14% gemessen worden, während gut verteilt über das Reitertritt folgende Werte gemessen worden sind: Profile: 05-JB (6%), 06-DolPon (4%), 06-RT (2%), 05-KühlKaser (4%) 04-HALM (1%).

10.3.12 (b) Die räumliche Verteilung von Granat im Oberbodenhorizont

Tab. 51: Ergebnisse der statistischen Analyse des Granats in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit von der Mikrotopographie (% Mittelwert).

Granat	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x̄	4	3	3	3	3	5	2	5	7	2	2	4	3	3	7	3	3	2	3	5

Aus mikrotopographischer Sicht sowie aus der statistischen Untersuchung der Granat-Mittelwerte aus der Schwermineralanalyse können folgende Aussagen abgeleitet werden: Granat befindet sich konzentriert im Oberbodenhorizont der Böden der Plateaubene. Im Untersuchungsgebiet sind die Bodenprofile der Saugasse (Dolinenfeld1/ 36%), der Schwegelalm (Gr D2/1-4%) und des Edelweißlahnergebietes (5%) von Bedeutung. Betrachten wir die Catena Weitschartenkopf-Rossgasse, so kommen in der Rossgasse am Nordhang deutlich weniger Granatminerale vor (1-3%) als auf dem gegenüber liegenden Südhang (1-8%). Im Reitertritt ist eine prozentuale Granatkonzentration von 4-13% gemessen worden. Im Guggenbühelalm-Gebiet liegen die Mineralwerte in der oberen und im oberen Teil der mittleren subalpinen Stufe höher (4%) als in die Doline (1%). Die Granatwerte nehmen mit der hypometrischen Höhe kontinuierlich ab.

10.3.12 (c) Die räumliche Verteilung von Zirkon im Oberbodenhorizont

Tab. 52: Ergebnisse der statistischen Analyse des Zirkons in den Oberbodenhorizonten in Abhängigkeit der Mikrotopographie (% Mittelwert)

Zr	va	vd	vf	a	osa	msa	usa	ng	schg	mg	sg	st	CV Hang	CX Hang	G Fläche	G Hang	N	E	S	PI
x̄	9	7	9	6	9	9	5	10	7	7	6	9	7	8	9	10	8	7	8	10

Zirkon ist im Oberbodenhorizont vegetationsarmer und vegetationsfreier Flächen gleichermaßen konzentriert. Anhand der Catena Weitschartenkopf-Rossgasse bestätigt sich die Konzentrationstendenz der Schwerminerale im Oberbodenhorizont. In der Karstgasse der Rossgasse der oberen- und mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe kommen deutlich weniger Zirkonminerale vor (3-5%) als auf dem gegenüber liegenden Südhang (3-20%). Das Reitertritt weist einen statistisch berechneten, prozentualen Zirkonanteil von 5-30% im Oberbodenhorizont auf.

11. Die räumliche Analyse des rezent abgelagerten, äolischen Staubs



Foto.37 : Das Reitertrett, Hauptablagerungszone des rezenten Flugstaubs

11.1 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit von den Vegetationshöhenstufen

Die Auswertung der Flugstaubablagerung und ihrer räumlichen Verteilung ergab, dass die Hauptablagerungszone des rezenten Flugstaubs das Gebiet um das Reitertrett darstellt. Das Reitertrett befindet sich in der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe. Die Messungen ergaben, dass 81% im Jahr 2004 und 58% im Jahr 2005 der Gesamtmenge des rezent abgelagerten äolischen Flugstaubs in der mittleren subalpinen Stufe abgelagert worden ist. Dabei sind die Messgebiete um die Guggenbühelalm, die Saugasse und den Schrecksattel mit einbezogen worden. Während der Messungen im Jahr 2004 ist eine durchschnittliche rezente Eintragsrate von 7,1 mg/d gemessen worden. Pro Tag / pro cm² sind 0,009mg abgelagert worden. Im Jahr 2005 verringerte sich diese Eintragsrate erheblich. Eine mittlere Eintragsrate von 1,66 mg wurde im Jahr 2005 gemessen bzw. 0,003mg/cm²/d.

Tab. 53 :Räumliche Auswertung der Gesamtsumme der gemessenen äolischen Staubmenge unter Berücksichtigung der Vegetationshöhenstufe im Jahr 2004-2005

Höhenstufe	untere	mittlere	obere	alpine	untere	mittlere	obere	alpine
	subalpine	subalpine	subalpine		subalpine	subalpine	subalpine	
Jahr	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe	Stufe
	2004	2004	2004	2004	2005	2005	2005	2005
%-Anteil	11	81	7	1	6	58	20	16
Summe								
G.-Masse (mg)	921	6478	585	73	212	2132	716	594
Org (mg)	513	3908	232	30	135	1689	553	409
C Carb (mg)	193	937	112	19	16	149	72	54
Silikat (mg)	215	1633	241	25	60	294	92	132
Mittelwert								
G.-Masse (mg)	40	106	49	13	37	133	118	115
Org (mg)	22	59	20	6	23	111	91	79
C Carb (mg)	8	16	9	3	3	7	10	10
Silikat (mg)	10	31	19	4	11	15	17	27
Mittelwert								
mg/d	1,82	7,10	2,21	0,87	1,24	1,66	3,93	3,84
mg/cm ² /d	0,003	0,009	0,002	0,001	0,002	0,003	0,003	0,003
µg/cm ² /d	3,27	9,48	2,11	0,77	2,23	2,50	3,49	3,41

Ergebnisse und Interpretation

Aus Tab 53 (S.127). sind die Mengen an organischem, karbonatischem sowie silikatischem Material, das in der mittleren subalpinen Stufe gemessen worden ist, zu entnehmen. Hier sind die höchsten Werte im Jahr 2004 in einer Vegetationshöhenstufe gemessen worden. Das gleiche gilt für das Jahr 2005.

Die obere subalpine Stufe war als Ablagerungsraum im Jahr 2004 (7%) sowie im Jahr 2005 (20%) von Bedeutung. Die Messstationen umfassen den Weitschartenkopf, oRg, den Edelweißlahnerkopf/Leeseite 1892m und den Edelweißlahnerkopf PK/1742m. Im Jahr 2005 ist der Einfluss der oberen subalpinen Stufe als Ablagerungsraum größer geworden. Einfluss auf die Ablagerung nehmen die trockenen und nassen O-Winde, der trockene SW-W Wind und die trockenen sowie nassen NW-W-Winde.

Beträchtliche Mengen an organischem und silikatischem Material werden in der subalpinen und alpinen Stufe transportiert und abgelagert. Einfacher zu verstehen sind die Ablagerungstendenzen des karbonatischen Materials. In dieser Höhe findet man als Ausgangsgestein den norischen Dachsteinkalk vor. Der Vegetationsbeckungsgrad ist arm, die Bödenmächtigkeiten der Rendzinen und OC-Böden ist gering. Die Verwitterungstendenz des Ausgangsgesteins ist entsprechend hoch. Die Präsenz von Getreidekörnern in den Proben am Edelweisslahnerkopf und am Schrecksattel deutet auf ein allochthones Herkunftsgebiet hin. Der silikatische Anteil des Flugstaubs entstammt zum Teil einem lokalen, zum anderen Teil aber einem regional Herkunftsgebiet. Darauf deuten die aus der Röntgen-Fluoreszenz-Analyse gewonnenen Ergebnisse des prozentual hohen Anteils an SiO_2 (45%), Al_2O_3 (13%) und Fe_2O_3 (9%) im Oberbodenhorizont sowie die Ergebnisse der Korngrößenanalyse am Edelweisslahnerkopf (Profile 06-EWL Boden), der grobe Schluff-(52%) und feine Sandanteil (27%), hin.

Die alpine Stufe weist bezüglich Ablagerungen auch in den Messjahren 2004 und 2005 einen eindeutigen Unterschied auf. Im Jahr 2004 sind 1% der Gesamtsumme an rezentem Flugstaubmaterial in der alpinen Stufe abgelagert und gemessen worden. Die Eintragsrate nimmt im folgenden Jahr zu, die Gesamtsumme beträgt jetzt 594mg Flugstaubmaterial und entspricht damit 16% der Gesamtsumme des rezent abgelagerten und gemessenen Flugstaubmaterials. Im Jahr 2005 wurde eine mittlere Eintragsrate von $0,003\text{mg}/\text{cm}^2/\text{d}$ abgelagert. Es sind auch die Messstationen: EWL Luv/1940m sowie den EWL Lee/1911m eingeschlossen. Der Einfluss des trockenen und nassen Ostwinds gekoppelt mit dem trockenen Südwestwind sowie den trockenen und nassen NW-W-Einfluss deutet auch hier auf eine positive Korrelation (Ergebnisse bevorstehende Veröffentlichung).

Im Jahr 2004 sind insgesamt $0,003\text{ mg}/\text{cm}^2/\text{d}$ an Flugstaubmaterial im Bereich der Schwegelam in der unteren subalpinen Stufe abgelagert und gemessen worden, während im Jahr 2005 die Eintragsrate auf $0,002\text{ mg}/\text{cm}^2/\text{d}$ zurückgegangen ist, was einem prozentualen Anteil von nur 3 % gegenüber 11% im Jahr 2004 entspricht. Ein möglicher Grund dafür ist der Einfluss der starken, nassen und trockenen Nordwinde sowie des trockenen Südostwinds im Jahr 2004 gegenüber dem Jahr 2005.

11.2 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit von der Exposition

Die ausgewählten Messstellen mit der Exposition SW, S und W sowie N und O waren gut im Untersuchungsgebiet verteilt. Das Plateaugebiet auf der Reiteralpe wurde in dieser Auswertung besonders berücksichtigt und zum Vergleich herangezogen.

Tab. 54: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung der Exposition im Jahr 2004-2005

Expositions-lage	SW		S		W		N		O		Pl	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Jahr												
% Anteil	2	30	1	11	15	4	14	35	11	6	57	14
Gesamtsumme												
G.-Masse (mg)	148	1090	90	419	1243	131	1113	1281	921	212	4542	522
Org (mg)	91	1060	50	301	278	24	651	954	513	135	3101	313
C Carb (mg)	20	10	15	20	225	32	199	133	193	16	609	80
Silikat (mg)	37	19	25	99	740	76	265	194	215	60	832	130
Mittelwert												
G.-Masse (mg)	17	528	22	105	157	131	49	113	40	37	141	31
Org (mg)	10	518	12	75	36	24	27	84	22	23	93	19
C Carb (mg)	2	3	4	5	28	32	9	11	8	3	20	4
Silikat (mg)	5	7	6	25	93	76	13	18	10	11	28	8
Mittelwert												
mg/d	0,70	0,47	1,10	3,49	19,10	4,38	2,30	3,76	1,82	1,24	6,60	1,17
mg/cm ² /d	0,001	0,000	0,001	0,003	0,017	0,004	0,003	0,005	0,003	0,002	0,012	0,002
µg/cm ² /d	0,75	0,41	0,98	3,10	17,25	3,89	2,80	4,55	3,27	2,23	11,90	2,10

Ergebnisse und Interpretation

Die räumliche Auswertung der Messwerte ergab folgende Ergebnisse: Im Jahr 2004 sind 57% der Gesamtsumme des gemessenen Flugstaubmaterials im Bereich des Plateaugebiets abgelagert worden. Die nach Westen (15%), nach Norden (14%) sowie nach Osten (11%) gerichteten Hänge haben insgesamt 3277mg an Flugstaubmaterial aufgenommen. Die Verteilung der Ablagerung ist insgesamt homogen. Die nach Südwesten und nach Süden gerichteten Hänge hingegen hatten im Jahr 2004 eine mittlere Eintragsrate von nur 0,001 mg/cm²/d, während am Plateau eine mittlere Eintragsrate von 0,012 mg/cm²/d gemessen worden ist.

Für das Jahr 2005 war ein ganz anderes Bild der räumlichen Verteilung von Flugstaubmaterial auf der Reiteralpe festzustellen. Das Plateaugebiet verlor deutlich an Bedeutung (14%). Dagegen sind 35% rezentes Flugstaubmaterial an den Meßstellen der nach Norden gerichteten Hänge abgelagert worden. Dieser Sachverhalt ist von Bedeutung. Während die Böden einen geringen Anteil von nicht-karbonatischem Material im Oberbodenhorizont aufweisen, wird eine beträchtliche Menge an rezent äolischem Material allochthoner Art abgelagert. Die Messtellen: Edelweisslahnerkopf, Schrecksattel, Lenzen Kaser. Erhebliche Mengen an Flugstaubmaterial sind an den SW-Hängen (30%) am Gugenbühelalm 1025mg abgelagert worden. Die nach Süden (11%), nach Osten (6%) und nach Westen (4%) gerichteten Hänge waren im Jahr 2005 weniger von Bedeutung.

Eine räumliche Analyse der topographisch bedingten Ablagerungsräume für organisches Material ergab im Jahr 2004 eine verstärkte Konzentration im Plateaubereich (mittlere Eintragsrate 93mg). Das karbonatische Material wurde an den nach Westen gerichteten Hängen (mittlere Eintragsrate 28mg) bevorzugt angelagert sowie im Plateaubereich (mittlere Eintragsrate 20mg). Auch das silikatische Material hat sich bevorzugt auf den nach Westen gerichteten Hänge (mittlere Eintragsrate 93mg) abgelagert. Im Jahr 2005 wurden die nach Südwesten sowie nach Westen gerichteten Hänge bevorzugt. Das organische Material lagerte sich bevorzugt auf den nach Südwesten gerichteten Hängen ab (mittlere Eintragsrate 518mg), das karbonatische Material (mittlere Eintragsrate 131mg) und das silikatische Material (mittlere Eintragsrate 428mg) Material wurde auf den nach Westen gerichteten Hängen konzentriert. Hier zeigt sich vor allem die Bedeutung des im Jahr 2005 vorherrschenden, trockenen und nassen Windes aus SW und W.

11.3 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit von der Vegetationsdichte

In den Jahren 2004 und 2005 wurde am meisten Flugstaubmaterial auf den vegetationsarmen Almflächen abgelagert. Eine mittlere Eintragsrate von 0,009mg/cm²/d oder 7,31mg/d ist im Jahr 2004 gemessen worden. Dies entspricht 79% der Gesamtsumme des Flugstaubmaterials im Jahr 2004 und 74% im folgenden Jahr. Ferner wurde im Jahr 2004 doppelt so viel organisches als silikatisches Material abgelagert.

Tab.55: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung der Vegetationsdichte im Jahr 2004-2005

Meßjahr	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Vegetationsdichte	va		vd		vf	
%-Anteil Gesamtsumme	79	74	20	20	1	6
Summe						
G.-Masse (mg)	6360	2713	1635	747	62	195
Org (mg)	3592	2124	1053	534	39	128
C Carb (mg)	952	219	299	63	9	9
Silikat (mg)	1817	370	283	150	14	58
Mittelwert						
G.-Masse (mg)	110	155	39	52	12	98
Org (mg)	55	128	25	36	7	64
C Carb (mg)	18	8	7	4	2	4
Silikat (mg)	37	18	7	11	2	6
Mittelwert						
mg/d	7,31	2,13	2,32	1,72	0,51	3,25
mg/cm ² /d	0,009	0,002	0,004	0,003	0,001	0,003
µg/cm ² /d	9,26	2,16	3,99	2,85	0,75	2,89

Darüber hinaus sind die vegetationsdichten Flächen (vd) wichtig. Im Jahr 2004 und 2005 sind 20% der Gesamtflugstaubsumme in diesem Bereich abgelagert worden. Dies entspricht 0,004 mg/cm²/d-0,003 mg/cm²/d oder 2,32 mg/d-1,72mg/d. Es stellte sich heraus, dass im Jahr 2004 der karbonatische Anteil etwas höher lag als der silikatische 299mg der Gesamtsumme. Die mittlere karbonatische Eintragsrate glich jedoch dem silikatischen Anteil von 7mg.

Die Auswertungsdaten der vegetationsfreien Gebiete geben Tendenzen, da aufgrund der geringen Anzahl der Messstellen ein Mittelwert nicht gebildet werden konnte. Es ist den Daten jedoch zu entnehmen, dass in den Jahren 2004 und 2005 auf diesen Gebieten zwischen 0,0001 und 0,0003 mg/cm²/d abgelagert worden sind.

Fazit: Flächen mit Vegetationsbedeckung dienen bevorzugt als Standorte für die Akkumulation von Flugstaubmaterial.

11.4 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit von der Hangneigung

Im Untersuchungsgebiet kamen folgende Neigungsstufen vor: N0 nicht geneigt (<0,5-1°), N2 schwach geneigt (2-5°); N3 mittel geneigt (5-10°), N4 stark geneigt (10-15°) und N5 sehr stark geneigt (15-20°) vor (AG Boden 1994).

Im Zeitraum 2004/2005 sind im Untersuchungsgebiet zwischen 66-88 % der Gesamtsumme des Flugstaubmaterials an den nicht-geneigten Hängen abgelagert worden, d.h. auf der Plateauebene sowie den Dolinenböden der Schwegelalm. Auch der größte organische, karbonatische sowie silikatische Anteil des Flugstaubmaterials ist hier abgelagert worden.

Aufschlussreich sind ferner die schwach und sehr geneigten Hänge, die im Jahr 2005 untersucht worden sind. Diese Hänge sammelten jeweils 15% der Gesamtsumme des rezent abgelagerten Flugstaubmaterials an. Die schwach geneigten Hänge befinden sich am Rand der Dolinenform an der Schwegelalm sowie am Edelweisslahnerkopf (EWL PK 1742m).

Von Bedeutung ist das Ergebnis, dass im Jahr 2005 fast genauso viel Flugstaubmaterial an sehr bis sehr stark geneigten Hängen abgelagert wurde (17%) wie an den schwach geneigten Hängen (15%). Bestimmend dafür war der Einfluss der Ostwinde sowie der trockene SW-Einfluss in dieser Zeit.

Die Messstellen: oRg, WSK, EWL Lee 1911/1892 gehören zur Kategorie stark bis sehr stark geneigte Hänge“. Sie befinden sich in der oberen subalpinen sowie alpinen Stufe. Im Jahr 2005 ist an nicht geneigten Flächen 125mg bzw. 4,25mg/d Flugstaubmaterial abgelagert worden und an stark bis sehr stark geneigten Hängen 123mg bzw. 4,09mg/d. In beiden Fällen ist der Anteil des organischen Materials sehr dominant gegenüber den annähernd gleich großen silikatischen und karbonatischen Anteilen. Zusammengefasst kann festgehalten, dass an steilen sowie an nicht geneigten Hängen über 4mg/d im Jahr 2005 rezent abgelagert bzw. gemessen worden sind.

An den mittel geneigten Hängen, also an Hängen mit 5-10°Hangneigung, ist dagegen am wenigsten Material abgelagert worden. Gemessen wurde eine Gesamtmasse zwischen 64-122 mg bzw. eine mittlere Eintragsrate von 0,093-1,11mg/d an Flugstaubmaterial.

Tab. 56: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung der Hangneigung im Jahr 2004- 2005

Jahr	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Neigungsstufen	N0		N2		N3		N4/N5	
Bezeichnung	nicht geneigt 0-1°		schwach geneigt 2-5°		mittel geneigt 5-10°		sehr geneigt (10-15°) sehr stark geneigt (15-20°)	
%-Anteil Gesamtsumme	88	66	9	15	2	2	4	17
Summe								
G.-Masse (mg)	7052	2417	563	551	122	64	320	623
Org (mg)	4225	1871	264	416	73	46	122	453
C Carb (mg)	1057	163	122	62	16	9	65	57
Silikat (mg)	1770	384	177	72	33	8	134	114
Mittelwert								
G.-Masse (mg)	91	125	43	61	24	32	27	123
Org (mg)	51	102	20	44	15	23	11	90
C Carb (mg)	15	6	9	6	3	5	5	10
Silikat (mg)	26	16	14	11	7	4	11	22
Mittelwert								
mg/d	5,82	4,25	1,94	2,02	1,11	0,93	1,29	4,09
mg/cm ² /d	0,008	0,01	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004
µg/cm ² /d	8,11	7,08	2,34	2,39	0,99	0,83	1,29	3,63

11.5 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit vom Luv-Lee Effekt

11.5.1 Eine Untersuchung der Trajektorie Guggenbühelalm

Eine temporale Abhängigkeit des Luv-Lee-Effekts der Trajektorie Alpaalmsteig-Guggenbühelalm (vgl. *Anhang S.131*) ist gut zu erkennen. Im Jahr 2004 war die Flugstaub- Gesamtsumme von 122mg hauptsächlich auf der Luv-Seite am Alpaalmsteig rezent abgelagert worden. Nur 26mg Flugstaubmaterial erreichte den naheliegenden Standort Lee Seite Guggenbühelalm auf 1640m. Im Jahr 2004 herrschten regenbringende Westwinde vor.

Im darauf folgenden Jahr veränderte sich das Bild der Ablagerungen. Die Messstelle Guggenbühelalm maß eine Gesamtsumme von 1025mg Flugstaubmaterial. An der nahliegenden Luv Seite des Alpaalmsteigs wurden nur 63,70mg gemessen. Im Jahr 2005 herrschten die regenbringenden W-NW-Winde und trockenen S-SW-Winde vor.

Tab. 57: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts an der Trajektorie Guggenbühelalm in den Jahren 2004 und 2005

Meßstelle	Alpaalmsteig	Guggenbühelalm	Alpaalmsteig	Guggenbühelalm
Höhe ü. NN	1588m	1640m	1588m	1640m
Jahr	2004	2004	2005	2005
Summe				
G.-Masse (mg)	122,00	26,00	63,70	1025,00
Org (mg)	73,00	17,60	46,30	1013,80
C Carb (mg)	16,30	3,70	9,30	0,60
Silikat (mg)	32,70	4,70	8,10	10,60
Mittelwert				
G.-Masse (mg)	24,40	8,67	31,85	1025,00
Org (mg)	14,60	5,87	23,15	1013,80
C Carb (mg)	3,26	1,23	4,65	0,60
Silikat (mg)	6,54	1,57	4,05	10,60
Mittelwert				
mg/d	1,11	0,29	0,93	0,00
mg/cm ² /d	0,00	0,00	0,00	0,00
µg/cm ² /d	0,99	0,52	0,83	0,00

11.5.2 Eine Untersuchung der Trajektorie Edelweisslahnerkopf

Die Trajektorie Edelweisslahnerkopf weist eine Konzentration des rezent äolisch abgelagerten Flugstaubmaterials in der alpinen und oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe auf. Die rezenten Ablagerungstendenzen zeigen eine Abhängigkeit zur hypsometrischen Verteilung. Am tiefer gelegenen Luv Hang ist mehr Flugstaubmaterial gemessen worden. Die mittleren Eintragswerte von 0,36mg/d an der Leeseite in der alpinen Stufe bis 5,08mg/d an der Luvseite in der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe sind aus Tab. 58 (S.133) abzulesen. Diese Tendenz zeigte sich auch im Jahr 2005.

Die Eintragsrate am Edelweisslahnerkopf erhöhte sich im Jahr 2005. Besonders auffällig war die Erhöhung des Flugstaubmaterials im Bereich der Lee Seite im Jahr 2005. Die mittlere Eintragsrate von 3,25 mg/d gegenüber dem Wert von 2004 von 0,36mg/d ist bemerkenswert. Der gemessene organische Anteil in der alpinen und subalpinen Vegetationshöhenstufe ist bedeutsam für die Bodenbildung und das Vegetationswachstum.

Ein hoher Anteil an silikatischem sowie karbonatischem Material wird vor allem in der tiefer gelegenen oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe abgelagert. Gegenüber dem organischen Anteil ist dieser Anteil signifikant höher als an den anderen Messstellen auf der Reiteralpe. Hier wird also eindeutig mehr karbonatisches Material rezent abgelagert.

Tab. 58: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts an der Trajektorie Edelweisslahnerkopf in den Jahren 2004 und 2005

Meßstelle	EWL Lee	EWL Luv 1	EWL Luv 2	EWL Pkarst
Höhe ü. NN	1940m	1911m	1892m	1742m
Höhenstufe	alpine Stufe	alpine Stufe	ob.-subalpinen Stufe	ob.-subalpinen Stufe
2004				
Summe				
G.-Masse (mg)	15	58	140	323
Org (mg)	11	19,5	36	129
C Carb (mg)	2	16,7	28,3	64
Silikat (mg)	2	23,1	75,7	130
Mittelwert				
G.-Masse (mg)	7	19	35	108
Org (mg)	5	6	9	43
C Carb (mg)	1	6	7	21
Silikat (mg)	1	8	19	43
Mittelwert				
mg/d	0,36	1,38	1,26	5,08
mg/cm ² /d	0,000	0,001	0,001	0,005
µg/cm ² /d	0,32	1,23	1,12	4,51
2005				
Summe				
G.-Masse (mg)	195,2	399,2	n/a	492
Org (mg)	128,2	280,6	n/a	380,5
C Carb (mg)	8,8	45,3	n/a	60,5
Silikat (mg)	58,2	73,3	n/a	51
Mittelwert				
G.-Masse (mg)	98	133	n/a	123
Org (mg)	64	94	n/a	95
C Carb (mg)	4	15	n/a	15
Silikat (mg)	29	24	n/a	13
Mittelwert				
mg/d	3,25	4,44	n/a	4,12
mg/cm ² /d	0,003	0,004	n/a	0,004
µg/cm ² /d	2,89	3,94	n/a	3,66

11.5.3 Eine Untersuchung der Trajektorie am Schrecksattel

An der nach Nordwesten exponierten Messstelle *Schrecksattel* ist eine mittlere Eintragsrate von 3,09-5,28mg/d rezent abgelagert bzw. gemessen worden. Der Schrecksattel befindet sich auf 1620m im Norden auf der Plateauebene. Ein steiler Steig führt nach oben und trifft die Plateauebene genau am Sattel. Hier befindet sich eine Messstelle. Am Schrecksattel befindet sich die Grenze zum Militärgebiet.

Die Messstelle, genannt „Lenzen Kaser“ auf der Leeseite des Schrecksattels maß nur einen Eintrag von 1,14-1,21mg/d in den Jahren 2004 und 2005. Ein eindeutiger Luv-Lee-Effekt ist in der mittleren subalpinen Stufe zu erkennen. Die Ablagerung des organischen Materials dominierte in beiden Jahren. An dieser besonders exponierten Messstelle war der Anteil an abgelagertem organischem Material besonders hoch. Hier sind in den Proben u.a. Getreidekörner und Spelzen identifiziert worden. Der karbonatische Anteil war grundsätzlich höher als der silikatische Anteil. Eine Ausnahme ergab sich im Jahr 2005 an Messstelle der Luvseite des Schrecksattels: Im Jahr 2005 war der Einfluss der trockenen Südwestwinde besonders eindrucksvoll und brachte silikatisches Material bis an die Messstelle Schrecksattel.

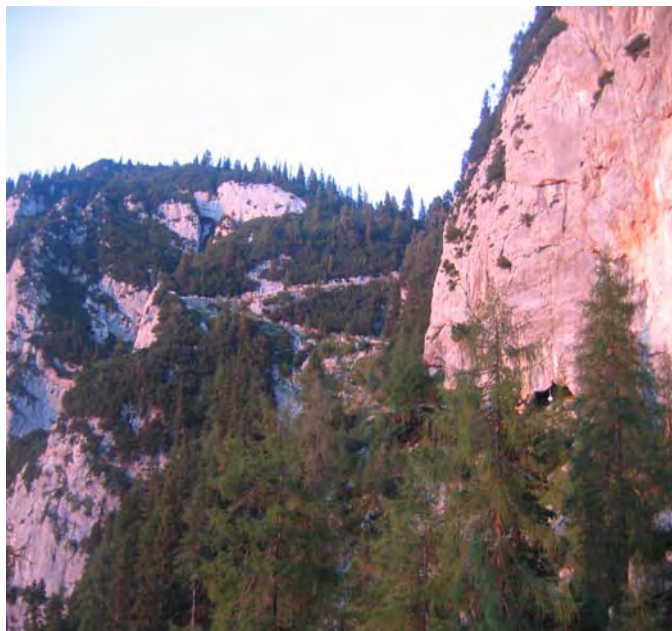


Foto 38: Messstelle Schrecksattel –Luvseite 08/2010

Tab. 59: Räumliche Auswertung der rezenten Flugstaubmessung unter Berücksichtigung des Luv-Lee Effekts an der Trajektorie Schrecksattel in den Jahren 2004,2005

Meßstelle	Schrecksattel		Lenzen Kaser	
	Höhe ü. NN		Höhe ü. NN	
	1620m		1613m	
	mittl.-subalpine Stufe		mittl.-subalpine Stufe	
Jahr	2004	2005	2004	2005
Summe				
G.-Masse (mg)	338	317	84	73
Org (mg)	267	246	61	47
C Carb (mg)	53	12	16	15
Silikat (mg)	18	59	8	11
Mittelwert				
G.-Masse (mg)	68	158	21	36
Org (mg)	53	123	15	23
C Carb (mg)	11	6	4	8
Silikat (mg)	4	30	2	5
Mittelwert				
mg/d	3,09	5,28	1,14	1,21
mg/cm ² /d	0,006	0,010	0,001	0,001
µg/cm ² /d	5,57	9,51	1,01	1,08

Sowohl auf der Luv- wie auf der Leeseite rezent abgelagertes Material gemessen worden ist. Während an der Leeseite des Edelweißlahnerkopfes mehr Material in Abhängigkeit von der hypometrischen Verteilung abgelagert wurde, ist am Schrecksattel mehr Material an der exponierten Luvsee gemessen worden. Die Trajektorie Guggenbühelalm zeigt damit eine Tendenz zur Ablagerung an der Luvseite sowie eine Tendenz zur Ablagerung an der Leeseite von rezenten äolischen Flugtaub.

11.6 Räumliche Analyse der rezent abgelagerten Flugstaubmengen in Abhängigkeit von der Geomorphologie

Im Untersuchungsgebiet bestehen zwei große Dolinenformen, die geomorphologisch herausgehobene Landschaftsformen darstellen und sich als Flugstaubablagerungsräume anbieten: das Reitertritt und die Schwegelalm am Wachterlsteig.

Auf den ersten Blick erkennt man die besonders hohe Flugstaub-Eintragsrate am Reitertritt. Es wurde bereits festgestellt, dass sich ein hoher Anteil an Flugstaubmaterial auf den niedriger gelegenen Almflächen (Messstelle ATH und Untere Rossgasse) der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe konzentriert.

Eine detaillierte Analyse der mittleren Flugstaubeintragsraten ergibt für das Jahr 2005 folgendes Ergebnis: Mit Ausnahme der Messstelle „Untere Rossgasse“ lag die mittlere Eintragsrate des Flugstaubmaterials zwischen 0,002-0,003 mg/cm²/d. Die tiefer gelegene Messstelle „Untere Rossgasse“ maß 0,004 mg/cm²/d, also doppelt so viel Flugstaubmaterial gegenüber dem, was im zentralen Bereich des Reitertritts abgelagert worden ist.

Nichtsdestotrotz ist zu erkennen, dass an dem höher gelegenen, nach Süden gerichteten steilen Weitschartenkopfgang, also auf der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe, mehr rezentes, äolisches Flugstaubmaterial abgelagert worden ist als im Zentrum des Reitertritts. Es ist bereits in dieser Arbeit nachgewiesen worden, dass Flächen mit einer armen oder dichteren Vegetationsbedeckung, dies entspricht im Untersuchungsgebiet einer Bedeckung durch Matten und Rasengesellschaften bis hin zu Waldflächen, als Staubfänger fungieren. Das umgebende Karstrelief weist einen Vegetationsbewuchs von *Pinus mugo*, *Rhododendron hirsutum*, Zirben und Lärchenwäldern auf. In den Dolinen selbst ist dagegen das Fehlen von Bäumen auffällig. Eine Erklärung dafür liefert die Geschichte der Almwirtschaft der Reiteralpe, da diese Flächen einen optimalen Schutz für Hütte und Vieh boten, was das anthropogene Zurückdrängen der Wälder erklärt, was noch heute praktiziert wird.



Abb. 47: Punktueller mittlere Eintragsrate (mg/cm²/d) für die Dolinenform des Reitertritts im Jahr 2005. Die gelbe Linie markiert die Staatsgrenze Österreich-Bayern/Deutschland.

Noch interessanter jedoch ist die Theorie der Dolinen und ihrer Funktion als Kaltluftsammler (SWEETING, 1972). In den tieferen Dolinen ist ein „inverses zonales Vegetationsvorkommen“ festzustellen, da sie als Kaltluftsammler dienen und die wärmebegünstigte Vegetation am oberen Rand der Dolinen zu finden ist. Dies erklärt, warum die Lärchen- und Zirben-Wälder den Dolinenböden fernbleiben und wieso es in den Dolinen überhaupt einen hohen Eintrag an Flugstaubmaterial gibt: Aufgrund der höheren Dichte der kalten Luft wird das Flugstaubmaterial bevorzugt in der Dolinenform abgelagert. Die Vegetationsbedeckungsdichte ist daher entscheidend für die Auswahl der Ablagerungsräume. Nun sind die vegetationsarmen, nur von Matten und Rasengesellschaften bedeckten Flächen mit einem Eintrag von 0,002-0,003 mg/cm²/d vertreten und die dichter bedeckten Vegetationsflächen mit 0,003 mg/cm²/d; beide weisen also einen identischen Eintrag auf.

Im Messjahr 2004 war das Ablagerungsbild ähnlich. Man erkennt sofort, dass viel Flugstaubmaterial im Jahr 2004 im Reitertrett abgelagert worden ist (Abb. 48). Die mittlere Eintragsrate des Flugstaubmaterials im gesamten Reitertrett lag mit 0,001-0,038 mg/cm²/d etwas höher als im folgenden Jahr. Es existieren zwei Ablagerungsbereiche. Das höher gelegene Randgebiet mit seiner dichteren Vegetationsbeckung ergab eine Messtoleranz zwischen 0,001-0,002 mg/cm²/d, während der tiefer gelegene Dolinenbodenbereich, gekennzeichnet durch Matten und Rasengesellschaften, einen sehr hohen Flugstaubeintrag von 0,016-0,038 mg/cm²/d aufwies. Hier spielen lokale Winddynamik und mikrotopographische Bedingungen eine wesentliche Rolle für die Ablagerung des Flugstaubmaterials.



Abb. 48: Punktuelle mittlere Eintragsrate (mg/cm²/d) für die Dolinenform des Reitertretts im Jahr 2004. Die gelbe Linie markiert die Staatsgrenze Österreich-Bayern/Deutschland.

Die zweite Dolinenform befindet sich im Osten der Reiteralpe am Wachterlsteig. Die Schwegelalm mit ihren steilen, verkarsteten Dolinenwänden und flachen Almböden bietet sich als mikrotopographischer Ablagerungsraum in der unteren subalpinen Stufe an. Aus mikrotopographischer Sicht ist folgende Ablagerungstendenz festzuhalten: Im Jahr 2004 sind insgesamt 83mg an rezentem Flugstaubmaterial abgelagert worden, davon 46mg organisches Material, 17mg karbonatisches Material und 19mg silikatisches Material. Die mittlere Eintragsrate des Flugstaubmaterials in den gesamten Schwegelalm-Dolinen lag zwischen 0,001-0,007

mg/cm²/d. Das Material ist sehr unterschiedlich in der Doline verteilt. Das meiste Material ist im Dolinenzentrum rezent abgelagert worden (0,007 mg/cm²/d und 0,003 mg/cm²/d) und an der Messstelle unterhalb der senkrechten Karrenwand im Westen der Dolinen (0,007 mg/cm²/d). Hier beweist sich die Kaltluft sammelfunktion der Dolinen-Theorie. An den schwach bis steil geneigten, vegetationsdichten Hängen ist weniger Flugstaubmaterial rezent abgelagert worden. Es wurde eine mittlere Eintragsrate von 0,001-0,002 mg/cm²/d gemessen. Hier spiegelt sich erneut die Theorie vom inversen zonalen Vegetationsvorkommen und die Funktion der Vegetation als Staubbänger auch an geneigten Hängen wider. Diese Erkenntnisse gelten auch für das folgende Messjahr 2005. Aus einer Gesamtsumme von 10,6 mg an rezentem Flugstaubmaterial ist 6,75mg organischen Material, 0,8mg karbonatisches Material und 3 mg silikatisches Material.

12°49 39.9 E



47°38 27.64 N

Abb. 49: Punktuelle mittlere Eintragsrate (mg/cm²/d) für die Dolinenform der Schwegelalm im Jahr 2004.

12°49 39.9 E



47°38 27.64 N

Abb.50 Punktuelle mittlere Eintragsrate (mg/cm²/d) für die Dolinenform der Schwegelalm im Jahr 2005.

12. Die Zusammensetzung des rezent abgelagerten, äolischen Staubs und ihre räumliche Verteilung

12.1 Die Zusammensetzung der Gesamtsumme und ihre räumliche Verteilung

Es muss betont werden, dass das äolische Material räumlich und mikrotopographisch betrachtet überall verteilt und zu messen ist. Zweitens gibt es im Hochgebirge topographisch bedingte Stellen, die bevorzugt rezente Flugstaubablagerungen aufweisen, während andere Stellen weniger bevorzugt werden.

Im Jahr 2004 sind die rezenten Flugstaubdaten von insgesamt 26 Messstationen ausgewertet worden, im Jahr 2005 von weiteren 20 Messstationen. Eine Zusammenfassung der gemessenen Gesamtsumme und Mittelwerte der rezenten Flugstaubmengen ist Tab.60 zu entnehmen. Die räumliche Verteilung der Messstationen ist in Abb. 51-53 dargestellt.

Im Jahr 2004 konzentrierte sich die Ablagerung des rezenten Flugstaubmaterials im Bereich des Reitertretts zwischen dem Bereich des Zollkasers am Reitertrett (812mg), der Alten Traunsteiner Hütte (ATH: 3552 mg) und der unteren Rossgasse (1196mg). Betrachtet man nur den Bereich des Reitertretts im Jahr 2004, so wurden insgesamt 6042mg an Material gemessen. Diese Menge entspricht 75% der Gesamtsumme der im Jahr 2004 gemessenen Flugstaubablagerungen.

Tab. 60: Gesamtsumme und Mittelwerte der rezenten Flugstaubmenge (mg) aller 26 Stationen, 2004, 2005

Gesamtsumme	2004	2005
G.-Masse (mg)	8057,00	3654,90
Org (mg)	4683,90	2786,20
C Carb (mg)	1260,50	291,10
Silikat (mg)	2113,90	577,60
Mittelwert		
G.-Masse (mg)	69,49	110,70
Org (mg)	37,30	88,28
C Carb (mg)	11,79	6,74
Silikat (mg)	20,42	15,68
Mittelwert		
mg/d	4,22	2,02
mg/cm ² /d	0,006	0,003
µg/cm ² /d	5,72	2,64

Die Messstelle Alte Traunsteiner Hütte (ATH) verdient eine besondere Berücksichtigung. Es wurde die überdurchschnittliche Menge von 3552mg Flugstaubmaterial gemessen, die sich aus einem hohen Anteil an organischem Material (2667mg), karbonatischem Material (466mg) sowie silikatischem Material (418mg) zusammensetzt.

Dagegen meldeten andere Messtellen nur sehr wenig Flugstaubablagerungen, wie zum Beispiel bestimmte Messstellen am Schwegelalm GrD2/O mit nur 15mg, GrD2/Mä mit 16mg sowie am Edelweisslahnerkopf (EWL Luv) mit 15mg. Messstellen wie die obere Rossgasse (47mg), Guggenbühelalm (GBA 26mg), Neue Traunsteiner Hütte (NTH 46mg), Kaser Heinz (KH 78mg) und Saugasse (Df2 54mg) meldeten ebenfalls weniger Ablagerungen. Alle Messstellen zusammen jedoch weisen eine erhebliche Menge an Flugstaubmaterial auf.

Das Fazit: Es zeichnet sich eine Hauptablagerungsfläche im Bereich des Reitertretts in der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe, an Hängen und Flächen mit geringer Neigung (0-1°), an vegetationsbedeckten Flächen mit Almmatten und Rasengesellschaften und bevorzugt an der Lee-Seiten ab.

Hinweis: Legende zu den folgenden Abbildungen. Kreis mit der Größe ● entspricht ca. 50%, während Kreis mit der Größe ● entspricht 2% der Gesamtsumme in Abbildung 52.

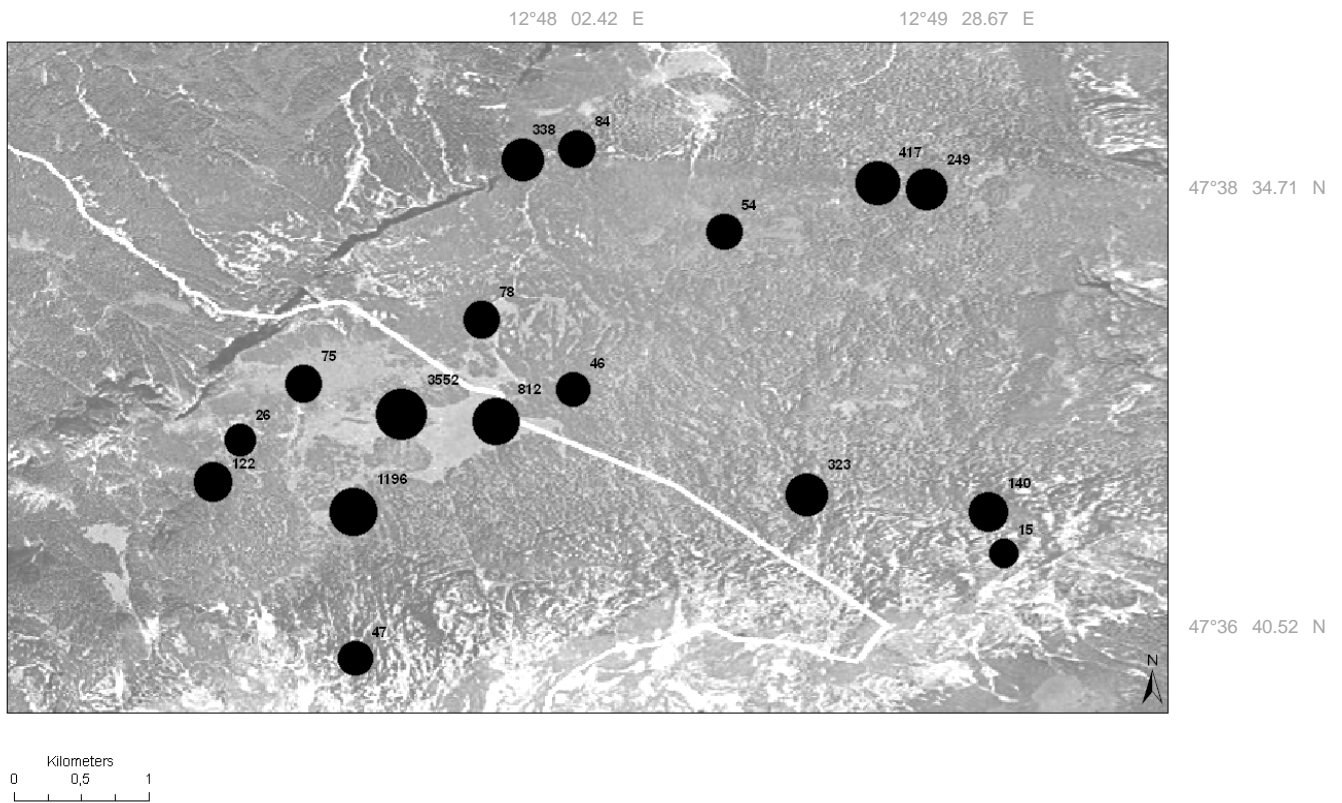


Abb. 51: Räumliche Verteilung der Gesamtsumme (mg) der rezenten Flugstaubmessung (2004)

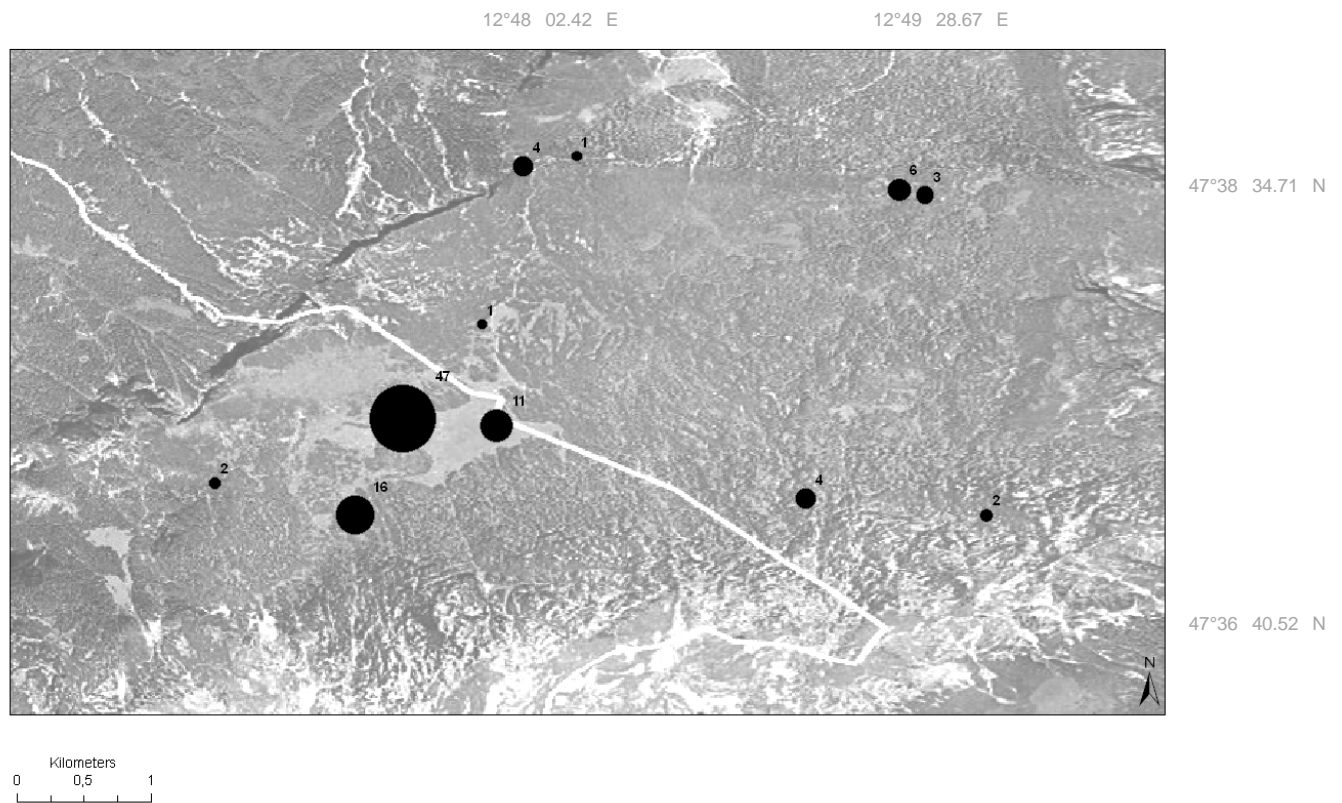


Abb. 52: Räumliche prozentuelle Verteilung der Gesamtsumme der rezenten Flugstaubmessung (2004)

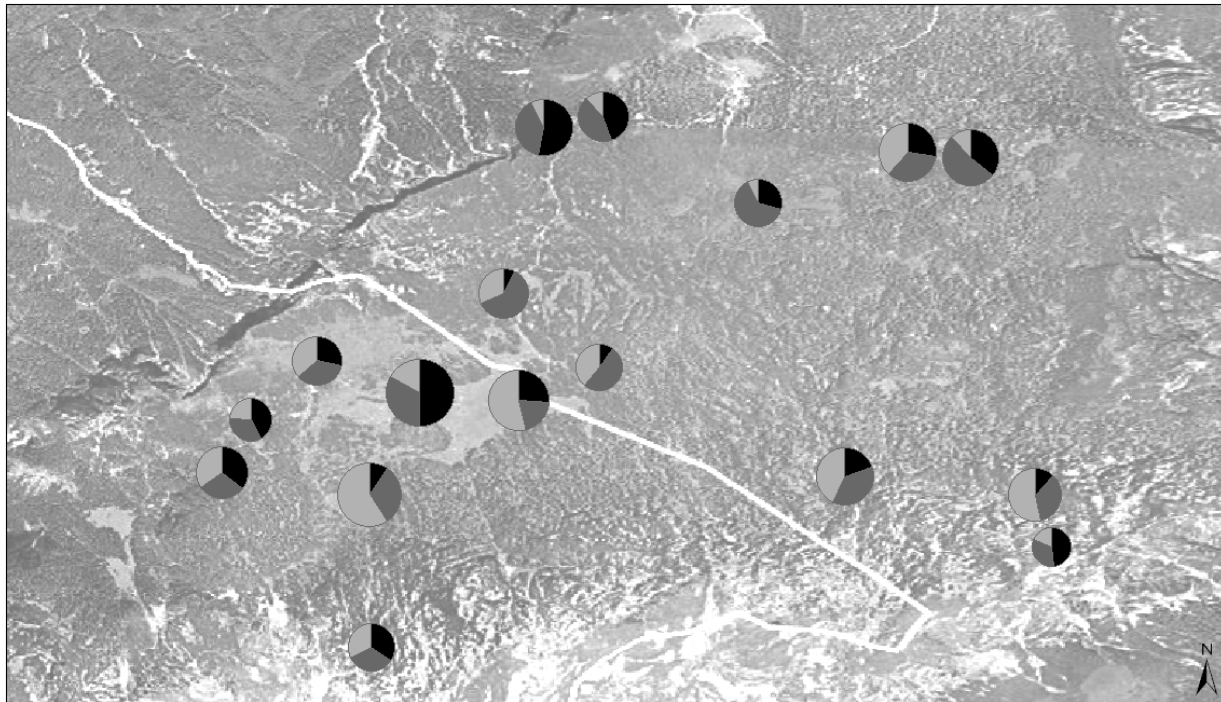


Abb. 53: Räumlich-prozentuale Verteilung der Gesamtsumme der rezenten Flugstaubmessung, unterteilt in den organischen, karbonatischen sowie silikatischen Anteil (2004)

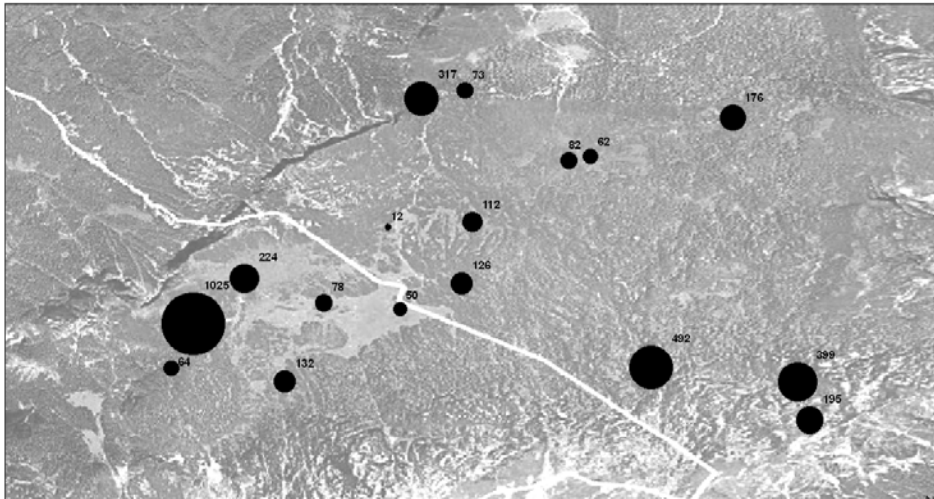
Tab. 61: Zusammenfassung des prozentualen Anteils der Gesamtsumme der rezenten Flugstaubmenge aller 26 Stationen und ihrer räumlichen Verteilung

Im Jahr 2005 jedoch zeigte die räumliche Verteilung des Ablagerungsgebiets ein ganz neues Bild: Die Hauptablagerungszone lagert sich jetzt südlich des Reitertretts und befindet sich im südlichen Teil der Reiteralpe im Bereich der Guggenbühelalm. An dieser Messstelle wurde im Jahr 2005 am meisten Flugstaub-Material gemessen (1025mg). Die Messtrajektorie Edelweisslahner gewann an Bedeutung. Es wurden allein an der Messstelle Edelweisslahner Plattenkarst (EWL PK) 492mg Flugstaubmaterial gemessen. 30% der Gesamtsumme des im Jahr 2005 gemessenen Flugstaubmaterials war an dieser Trajektorie zu finden. Im Gegensatz zu den Ergebnissen des vorherigen Jahres konnten 2005 nur 11% der Gesamtmasse des Flugstaubmaterials im Reitertrett gemessen worden. Zusammengefasst kann man für 2005 feststellen, dass das Flugstaubmaterial an den äußersten mittel bis sehr stark geneigten Luv-Hängen der oberen und unteren alpinen Vegetationshöhenstufen sowie an den nicht geneigten Lee-Seiten der unteren und mittleren subalpinen Stufe der Reiteralpe abgelagert worden ist.

Räumliche Verteilung	% 2004	% 2005
Weitschartenkopf	1	6
Reitertrett	75	11
Edelweisslahner	6	30
Guggenbühelalm	2	30
Schwegelalm	9	5
Schrecksattel	5	11
Saugasse	2	7

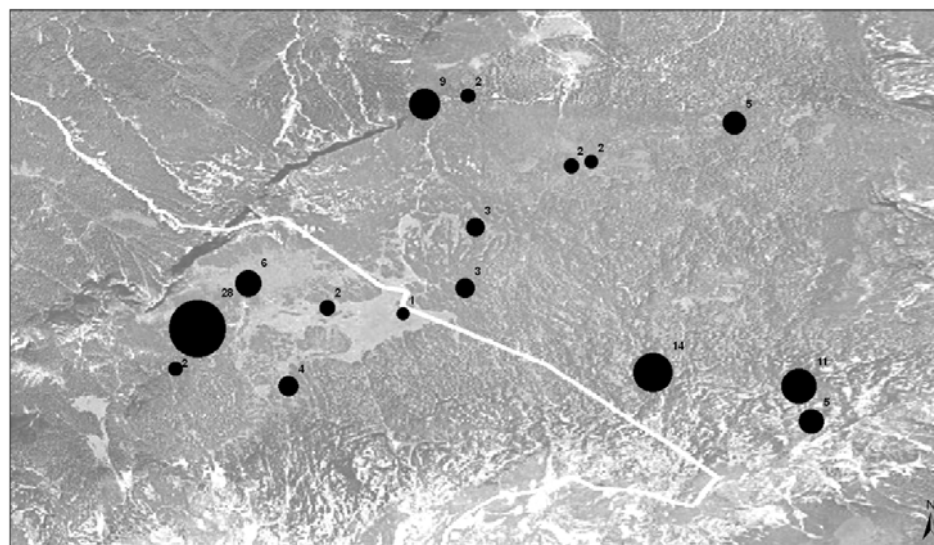
12°48 02.42 E

12°49 28.67 E



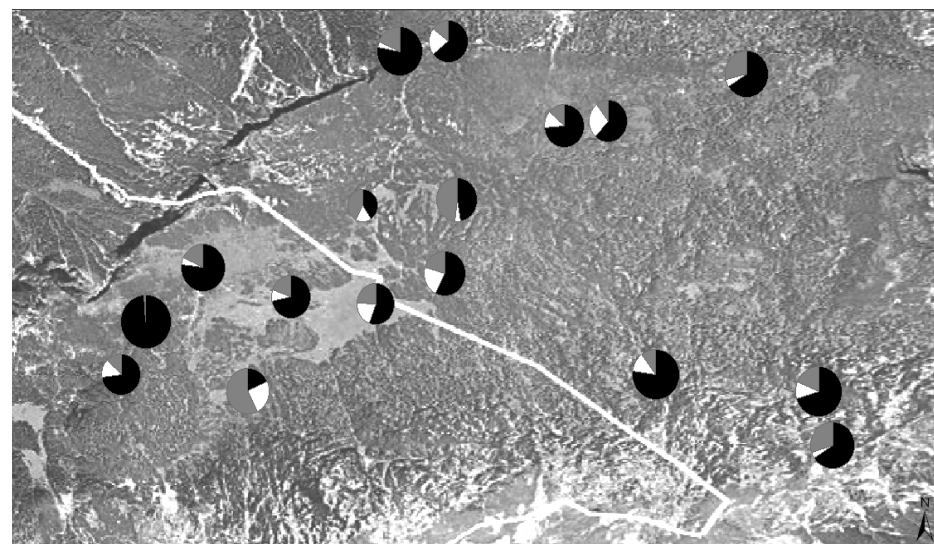
47°38 34.71 N

47°36 40.52 N



47°38 34.71 N

47°36 40.52 N



47°38 34.71 N

47°36 40.52 N

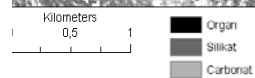
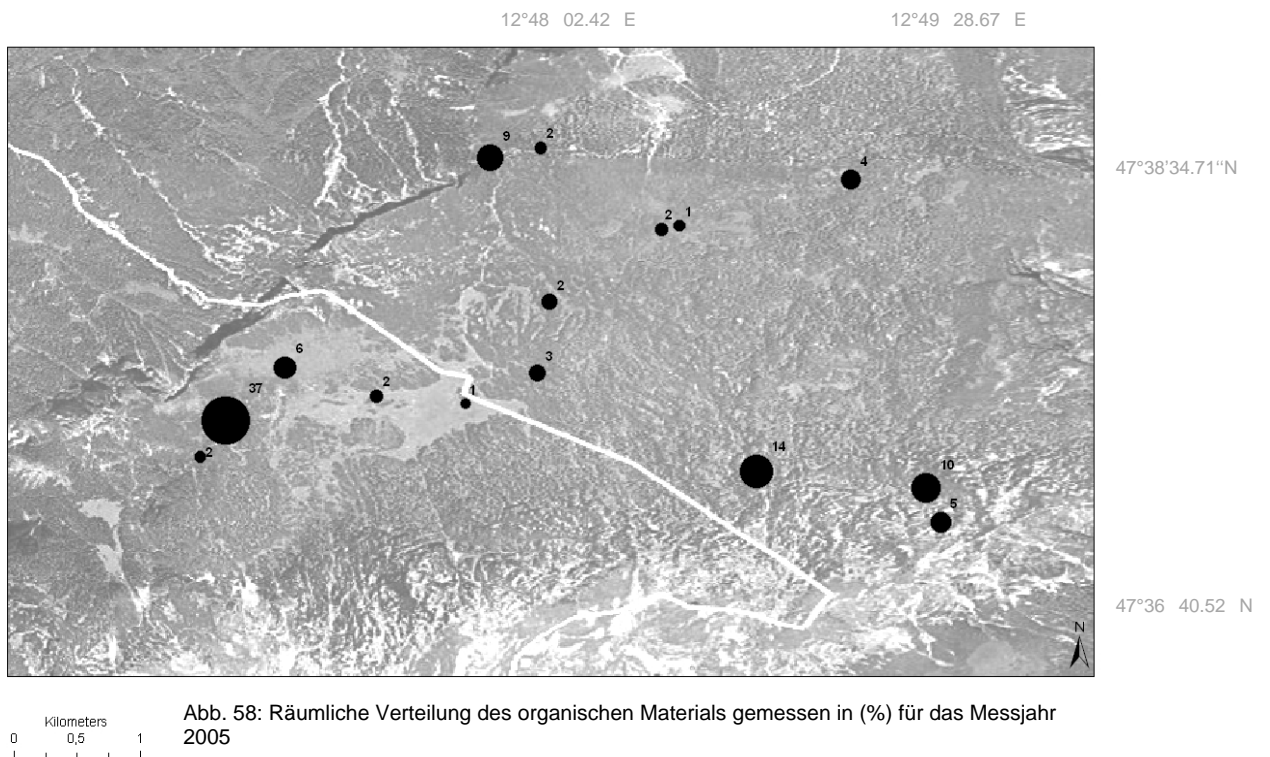
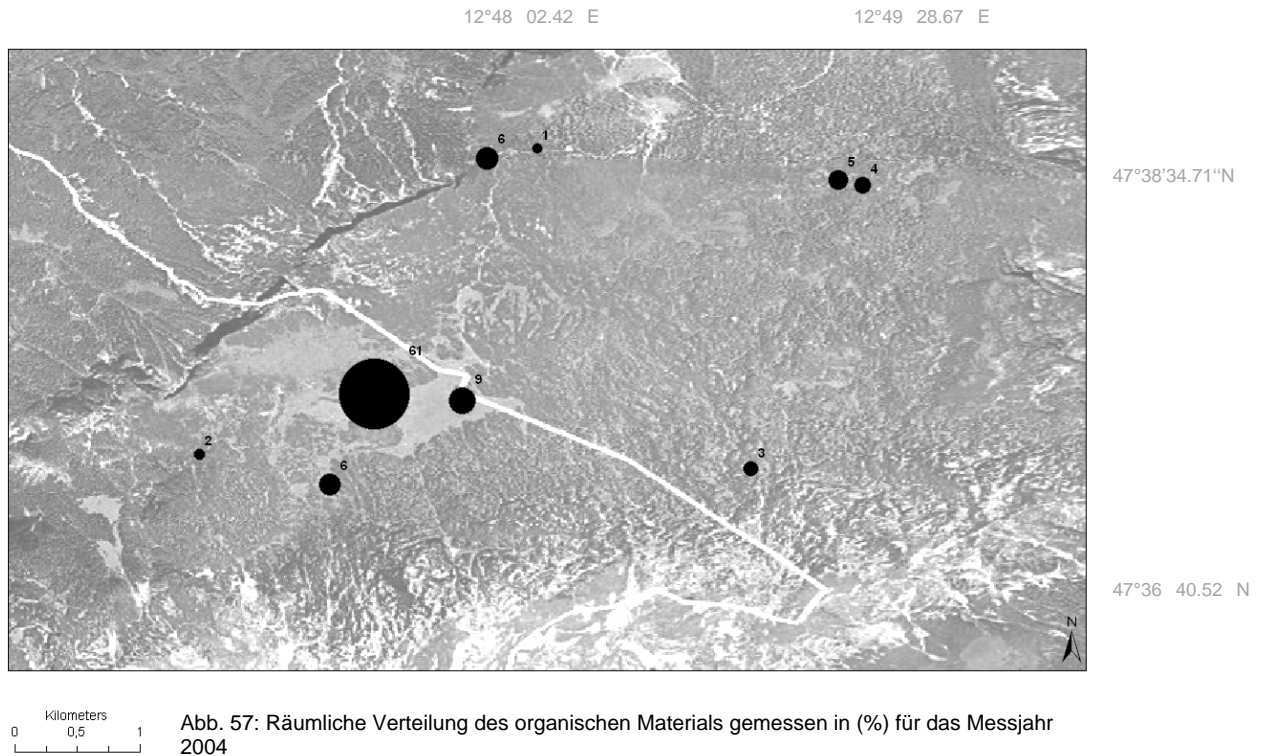


Abb.54 (oben): Räumliche Verteilung der Gesamtsumme (mg) der rezenten Flugstaubmessung (2005)
 Abb.55 (mitte): Räumliche Verteilung der Gesamtsumme (%) der rezenten Flugstaubmessung (2005)
 Abb.56 (unten): Räumlich-prozentuale Verteilung der Gesamtsumme der rezenten Flugstaubmessung,
 unterteilt in den organischen, karbonatischen sowie silikatischen Anteil (2005)

12.2 Die organische und mineralogische Zusammensetzung des rezent abgelagerten, äolischen Staubs und ihre Räumliche Verteilung

12.2.1 Das organische Material und seine räumliche Verteilung

Das organische Material wurde teils in unmittelbarer Nähe zum Plateaurand, insbesondere im nördlichen Sektor der Reiteralpe abgelagert, d.h. an den Messstellen, die an der Lee-Seite der unteren (Schwegelalm: 8%) und mittleren subalpinen Stufe (SS,LK 7%) lagen.



Organische Ablagerungen in der oberen subalpinen (EWL PK) sowie unteren alpinen Stufe (EWL Lee) weisen dagegen weniger organische Ablagerungen auf. Das Reitertritt fungiert jedoch als wichtige Sammelstelle für das organische Material: 76% der Gesamtmasse des gemessenen organischen Flugstaubmaterials sind hier in den Messjahren 2004 und 2005 abgelagert worden (u Rg 250 mg, Reitertritt 375mg und ATH 2667mg).

Im Jahr 2005 lagerte sich organisches Material bevorzugt an den Messstellen Guggenbühelalm (1014mg), Trajektorie Edelweisslahner: EWL PK (381), EWL Lee (281mg), EWL Luv (128mg) und Schrecksattelgebiet (246mg) ab. Diese Ablagerungstendenz folgte wie bereits im Jahr 2004 dem Muster der Ablagerung der Gesamtmasse des Flugstaubmaterials.

12.2.2 Das karbonatische Material und die räumliche Verteilung

Die Ablagerung des karbonatischen Anteils der Gesamtflugstaubmasse konzentrierte sich im Jahr 2004 im Gebiet des Reitertritts (Reitertritt 76mg, ATH 466m, uRg 218 m), um die Trajektorie Edelweisslahner (EWL Pk 64mg, EWL Lee 28mg) und an der Schwegelalm (GrD1 63mg).

Die Ablagerung des karbonatischen Materials fand in den unmittelbarer Nähe zum Plateaurand statt, d.h. an den Messstellen, die an der Lee-Seite der unteren (Schwegelalm), mittleren (SS), oberen subalpinen (EWL PK) sowie unteren alpinen Stufe (EWL Lee) aufgestellt waren. Das in unmittelbarer geographischer Nähe gelegene Dolomitwerk in Oberjettenberg sowie die nackten Dachsteinkalkfelsen des Kalkstocks der Reiteralpe kommen als mögliche Liefergebiete in Frage. Das Reitertritt stellt also, eine wichtige Sammelstelle für die Ablagerung des karbonatischen Materials dar. In diesem Gebiet wurde am meisten karbonatisches Material im Messjahr 2004 (67%) und 2005 (27%) abgelagert.

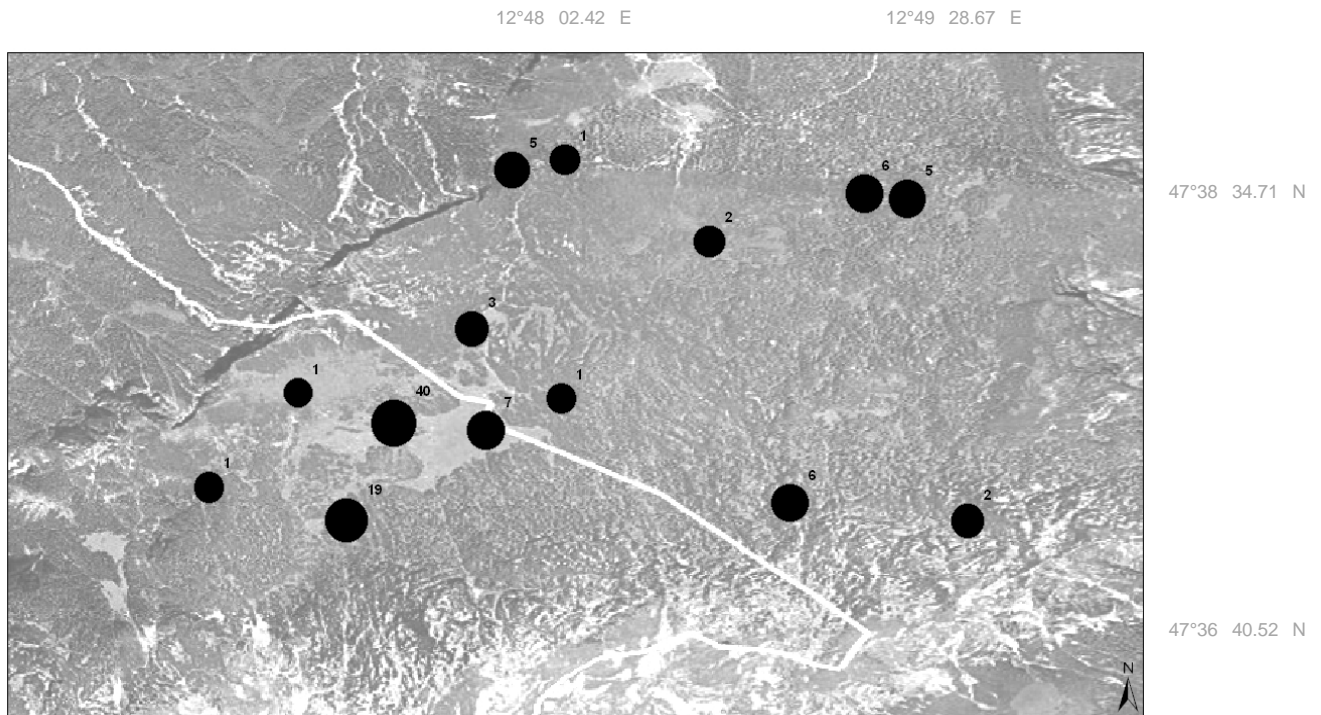


Abb. 59: Räumliche Verteilung des karbonatischen Materials in (%) für das Meßjahr 2004

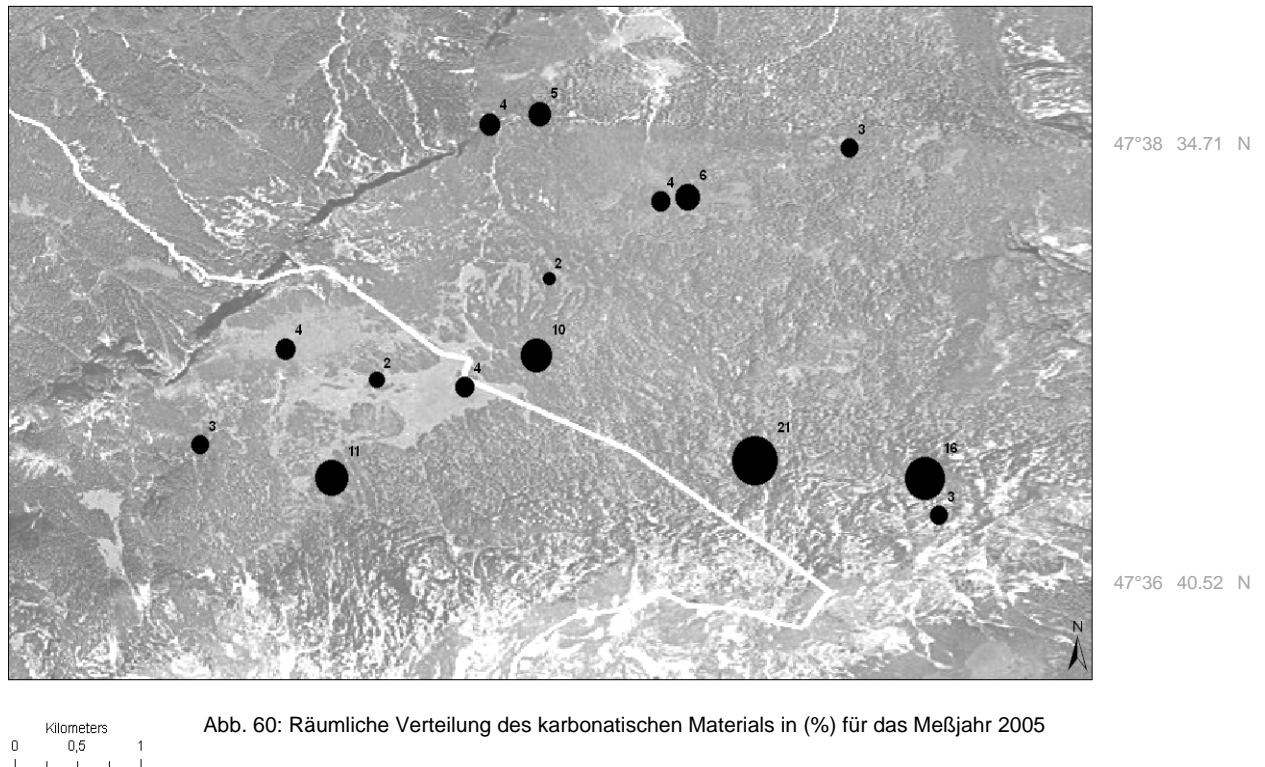


Abb. 60: Räumliche Verteilung des karbonatischen Materials in (%) für das Meßjahr 2005

Im Messjahr 2005 sind die Hauptkonzentrationszonen für das abgelagerte karbonatische Material die Trajektorie Edelweisslahner (40%), das Reitertrett (27%), die Saugasse (12%), und das Gebiet Schrecksattel (9%).

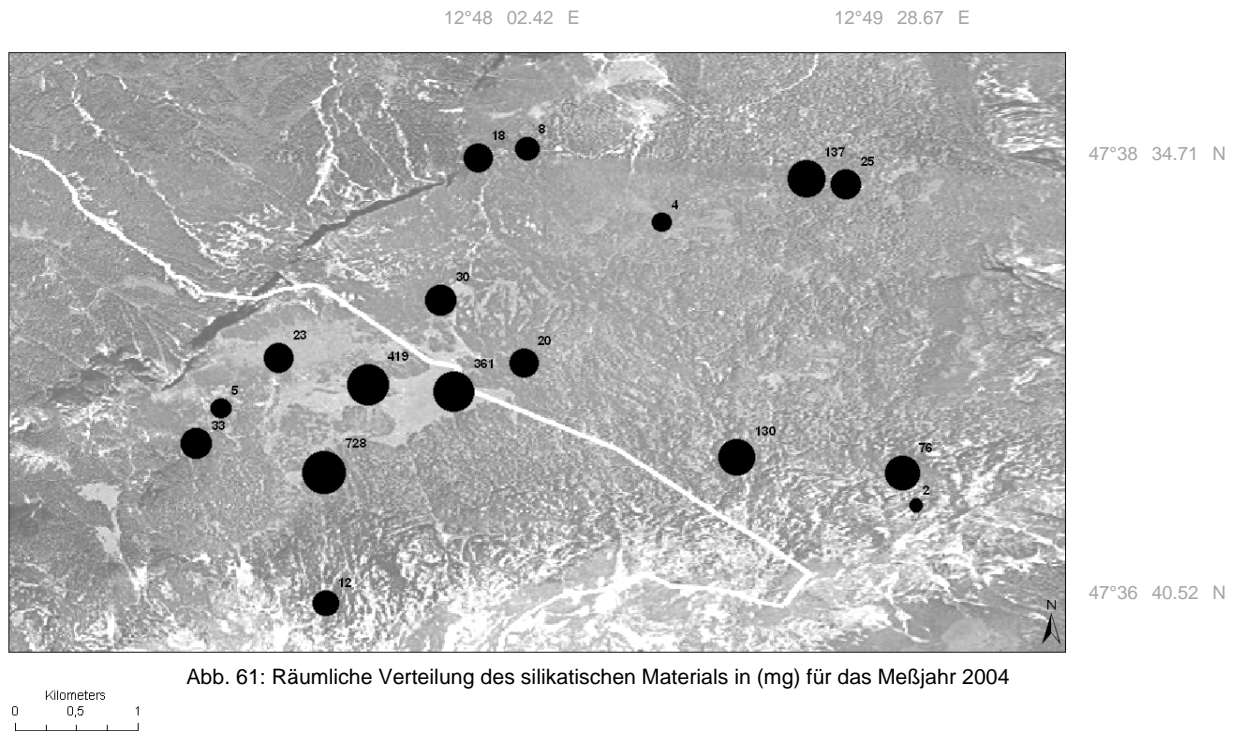
Es besteht dabei ein direkter Zusammenhang zwischen den vorherrschenden, regenbringenden Winden aus den Richtungen Nord und West im Messjahr 2004 sowie aus N-NW-W im Jahr 2005 und der räumliche Ablagerung des organischen und karbonatischen Anteils des Flugstaubmaterials. Sobald die regenbringenden Winde aus den vorgenannten Himmelsrichtungen den Kalkstock treffen, wird das Material an der Leeseite des Gebirgsmassivs abgelagert. Das Reitertrett dient dafür als gutes Beispiel. Es befindet sich wie die andere Hauptkonzentrationszonen an der Leeseite des Gebirgsmassivs, in diesem Fall des Weitschartenkopfes. Das Reitertrett stellt eine herausgehobene Sammelstelle für das Flugstaubmaterial dar. Ein weiteres Ergebnis ist, dass sich die mit Almmatten bedeckten Flächen als sehr geeignete Staubfänger für das organische und karbonatische Flugstaubmaterial eignen, während vegetationsfreie und vegetationsdicht bedeckte Flächen weniger geeignet sind.

Ein ganz wichtiges Ergebnis ist, dass die räumliche Ablagerungstendenz zeitlich von den herrschenden, trocknen oder regenbringenden Winden abhängig ist. Die Messstelle Alte Traunsteiner Hütte dient als Beispiel hierzu. Obwohl im Jahr 2004 viel abgelagertes Material hier gemessen worden ist, wurde im folgenden Messjahr bei ungünstigen Windverhältnissen deutlich weniger abgelagert.

12.2.3 Das silikatische Material und seine räumliche Verteilung

Die Ablagerung des silikatischen Materials im Jahr 2004 findet sich bevorzugt an den Messstellen Alte Traunsteiner Hütte (418mg), Untere Rossgasse (728mg), Reitertrett (361mg),

Edelweisslahner Plattenkarst (130mg) sowie an der Schwegelalm /GrD2W (113mg). Eine räumliche Analyse des silikatischen Flugstaubmaterials für das Jahr 2004 ergibt ein deutliches Ablagerungsbild. Das abgelagerte Material (2113,9mg) konzentrierte sich hauptsächlich auf der mittleren subalpinen Vegetationshöhenstufe (RT, ATH, uRG), hier vor allem um das Reitertritt und in den Dolinen. Hier wurden 76% der silikatischen Gesamtmenge abgelagert. Auf der oberen subalpinen Vegetationshöhenstufe (EWL-PK, Lee) am Edelweisslahner wurden weitere 10% an silikatischem Material abgelagert, an steil bis mittelsteilen, nach Norden gerichteten Hänge im nackten Karstbereich.

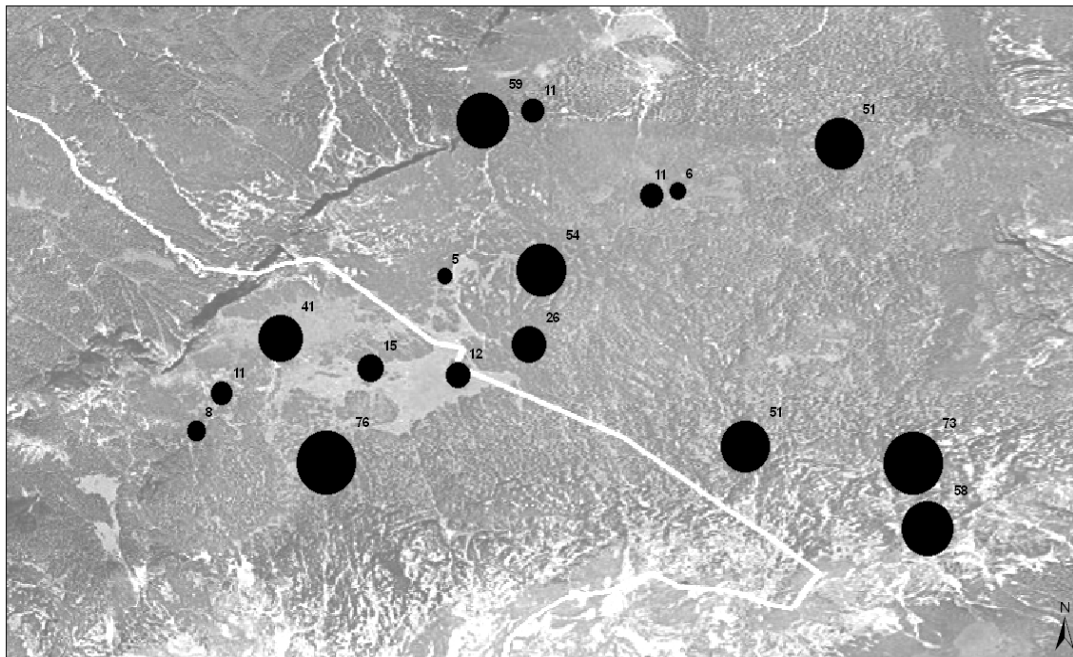


Für die Frage der räumlichen Ablagerung des rezenten äolischen Flugstaubes spielen die trockenen SW-S-Winde eine bedeutende Rolle. Die Hauptkonzentrationszonen der silikatischen Ablagerungen liegen im südlichen Bereich der Reiteralpe. Mit den dominanten Südwest-Winden wird das silikatische Material mit dem Fallwind an der Lee-Seite im Reitertritt und an der Guggenbühelalm abgelagert. Der Eintrag bzw. die Eintragsrate der silikatischen Ablagerungen weiter im Norden der Reiteralpe in der Schwegelalm sind in Gegensatz dazu deutlich geringer und die zahlreichen Messungen an der Saugasse sowie am Schrecksattel deuten darauf hin.

Das silikatische Material lagerte sich im Jahr 2005 entlang der Randbereiche an der Lee-Seite der Reiteralpe ab, d.h. in folgenden Gebieten: EWL Trajektorie, Reitertritt, Schrecksattel und Schwegelalm. Das Material ist also gut im Untersuchungsgebiet verteilt. Die aus Süden und Südosten kommenden Trockenwinde lagerten bereits an die EWL Trajektorie die silikatische Ladung an den Luv- sowie an den steilen Lee-Hängen ab. Insgesamt ist 32% der Gesamtmasse des silikatischen Materials hier rezent abgelagert worden. Im Reitertritt sind 24% des silikatischen Anteils rezent abgelagert worden, wobei die untere Rossgasse einen erheblichen Eintrag von 76mg, das entspricht 13% der Gesamtmasse, aufweist.

12°48 02.42 E

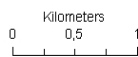
12°49 28.67 E



47°38 34.71 N

47°36 40.52 N

Abb. 62: Räumliche Verteilung des silikatischen Materials (mg) für das Messjahr 2005



12.2.3.1 Muskovit

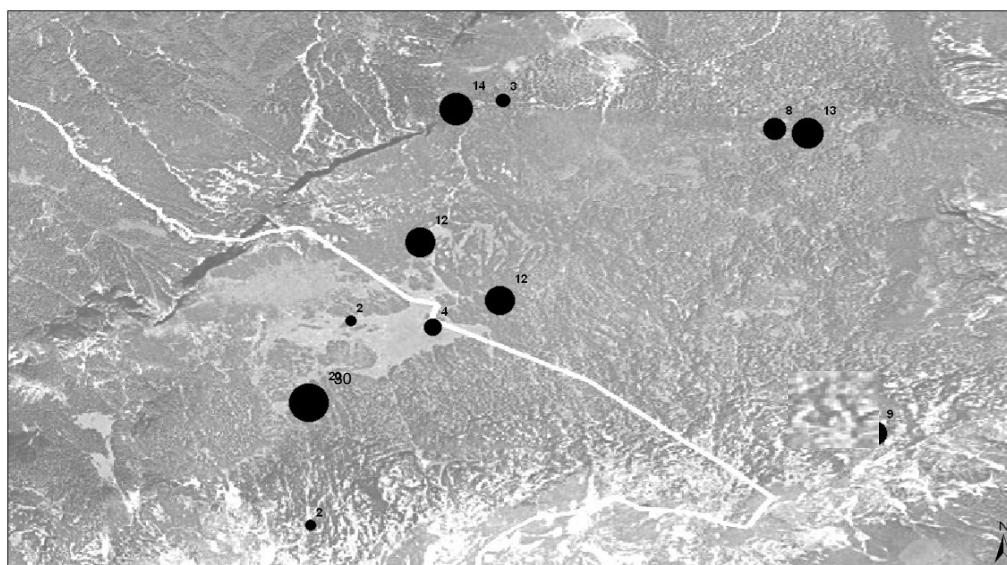
Im Jahr 2004 ist das Mineral Muskovit in einer Gesamtmasse von 29,33mg rezent abgelagert worden. Die Ablagerung dieses Minerals im silikatischen Anteil des Flugstaubmaterials mit der Korngrößenfraktion 100-200µm entspricht 79% der Korngrößenfraktion-Verteilung für das Jahr 2004.

Tab. 62: Rezent abgelagerter Muskovit/Gesamtsumme

	Gesamtsumme	Mittelwert	50µm	100µm	200µm
Muskovit	mg	mg	%	%	%
2004	29,33	5,86	21	31	48
2005	15,13	3,78	1	33	66

12°48 02.42 E

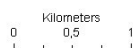
12°49 28.67 E



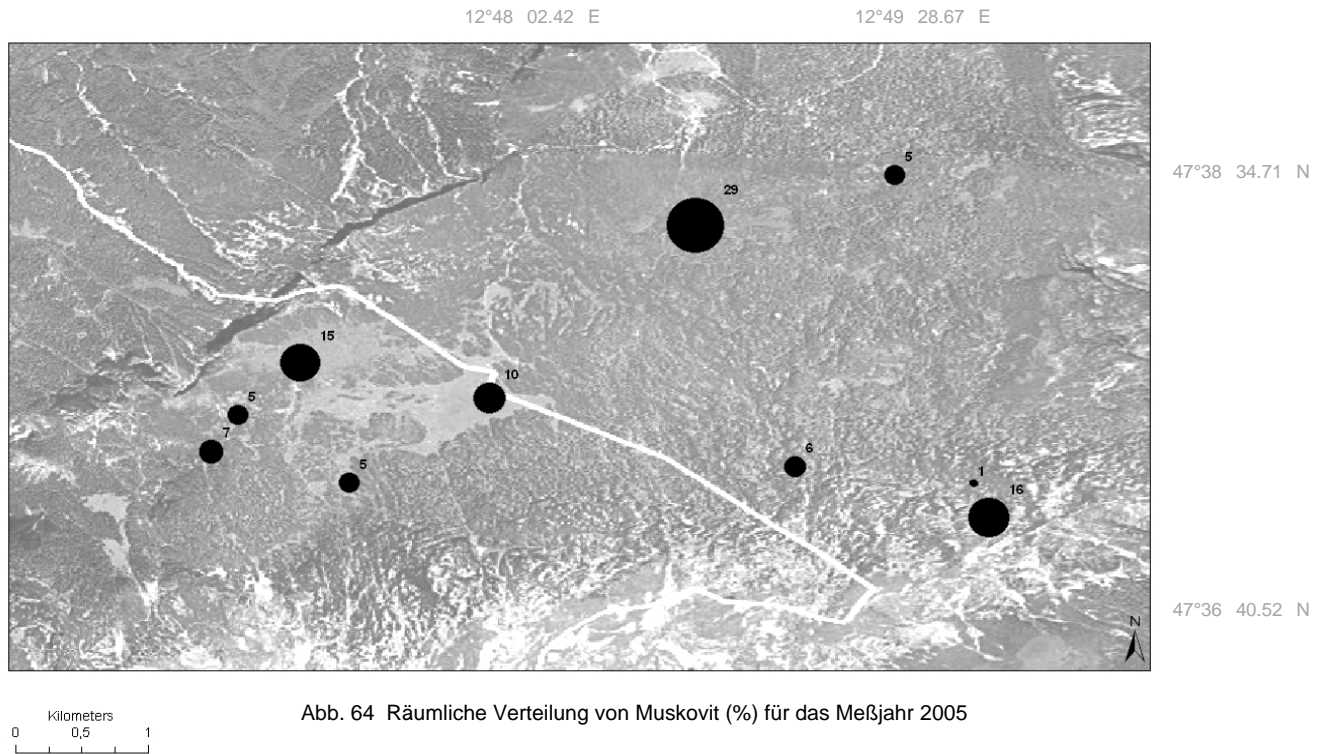
47°38 34.71 N

47°36 40.52 N

Abb. 63 Räumliche Verteilung von *Muskovit* (%) für das Meßjahr 2004



Diese Korngrößenfraktion bevorzugt räumlich die mittlere subalpine Höhenstufe mit der Rasen-Vegetationsbedeckung und Flächen mit sehr geringer Hangneigung. Wie später belegt wird, entspricht diese räumliche Verteilung der des Minerals *Biotit*. Der Randbereich des Reitertretts ist stark betroffen und mit 60% Mineralanteil vertreten. Die Korngrößenfraktion 0-200µm ist dort räumlich gut verteilt. Im Norden im Schrecksattelbereich ist insgesamt 17% des gesamten Flugstaubes mit dem Mineral Muskovit rezent abgelagert worden. Man hat hier nur die Korngrößenfraktion 50µm gefunden. Die Korngrößenfraktion 200µm des Minerals *Muskovit* ist räumlich im Osten in der Schwegelalm, hauptsächlich in der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe, vorzufinden.



Im Jahr 2005 ist dagegen eine deutlich geringere Gesamtmasse von 15mg des Minerals Muskovit in den Niederschlagsproben gemessen worden. Die Korngrößenfraktion 200µm (66%) ist räumlich begrenzt auf die Lee-Seite der oberen subalpinen Höhenstufe und auf die Luv- und Lee-Seite des EWLs in der alpinen Vegetationshöhenstufe. Ferner kommt diese Fraktion auf die Lee-Seite der Eisbergscharte an der Grünangeralm vor und ist hier mit 29% Muskovitanteil vertreten. Die Korngrößenfraktion <50µm fehlt fast vollständig und die Korngrößenfraktion 100µm verteilt sich räumlich auf der Plateaubene der Reiteralpe auf der unteren und mittleren subalpinen Höhenstufe.

12.2.3.2 Biotit

Das Mineral *Biotit* ist im Jahr 2004 mit einer Gesamtmasse von 48,68mg rezent abgelagert worden. Die Ablagerung dieses Minerals im silikatischen Anteil des Flugstaubmaterials mit der Korngrößenfraktion 100-200µm (entspricht 86% der kgf-Verteilung für das Jahr 2004) bevorzugte räumlich

Tab. 63: Rezent abgelagerter Biotit /Gesamtsumme

Biotit	Gesamtsumme	Mittelwert	50µm	100µm	200µm
	mg	mg	%	%	%
2004	48,68	9,7	14	22	64
2005	12,48	3,12	2	9	89

12°48 02.42 E

12°49 28.67 E

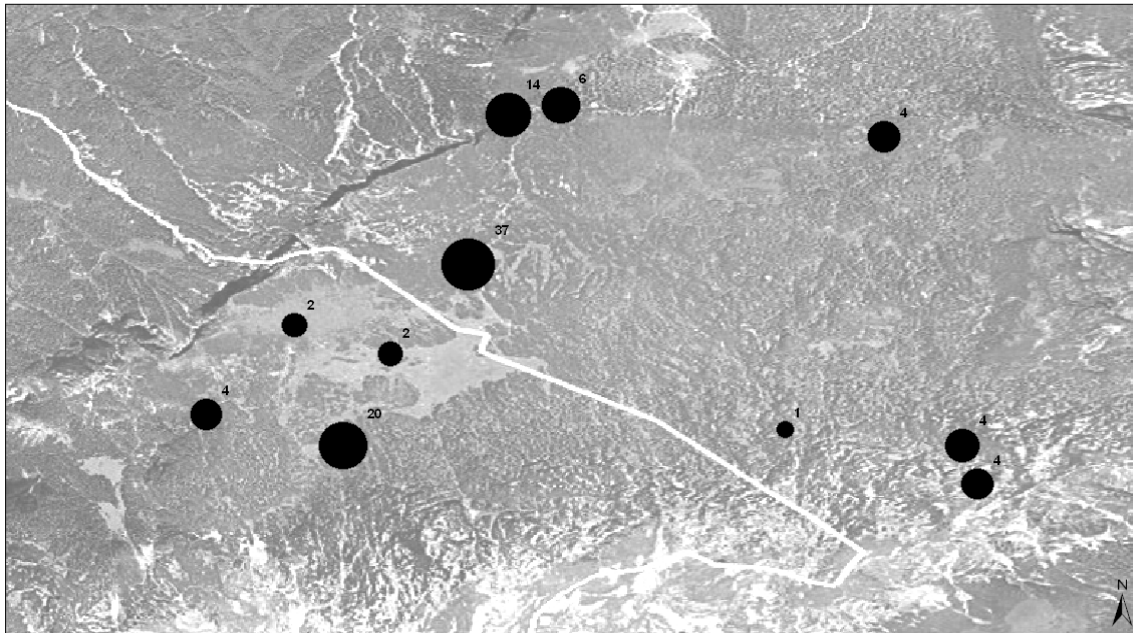
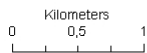


Abb. 65: Räumliche Verteilung von Biotit (%) für das Meßjahr 2004



die mittlere subalpine Höhenstufe mit der Almmatten- Vegetationsbedeckung mit sehr geringen Hangneigung. Vor allem ist der Randbereich des Reitertretts gut vertreten. Hier ist vor allem die Mineralkorngrößenfraktion 200µm gefunden worden. Im Norden im Schrecksattelbereich sind insgesamt 20% des Gesamtanteils des Minerals Biotit rezent abgelagert worden. Wir haben hier die Korngrößen 100-200µm gefunden. Die Korngrößenfraktion 50µm ist räumlich gut verteilt in allen Vegetationshöhen- wie auch in allen Hangneigungsstufen.

12°48 02.42 E

12°49 28.67 E

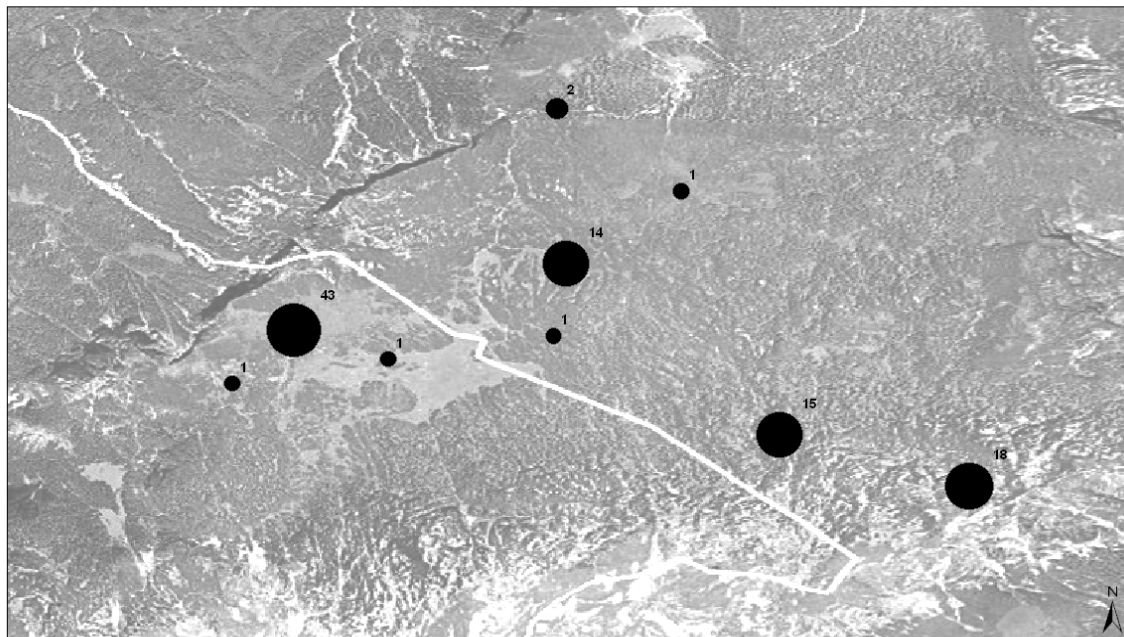
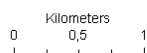


Abb.66: Räumliche Verteilung von Biotit (%) für das Meßjahr 2005



Im Jahr 2005 sind nur 12,48mg des Minerals Biotit im Untersuchungsgebiet rezent abgelagert worden. Es ist festzuhalten, dass 89% des Minerals eine Korngröße von 200µm aufwiesen und räumlich an sehr geneigten Hängen in der oberen subalpinen und unteren alpinen Stufe aufgefunden wurden. Die Luv-Seite des Edelweißlahnerkopfes war stark betroffen. Hier sind 18% des abgelagerten Materials gemessen worden, Fraktion 200µm.

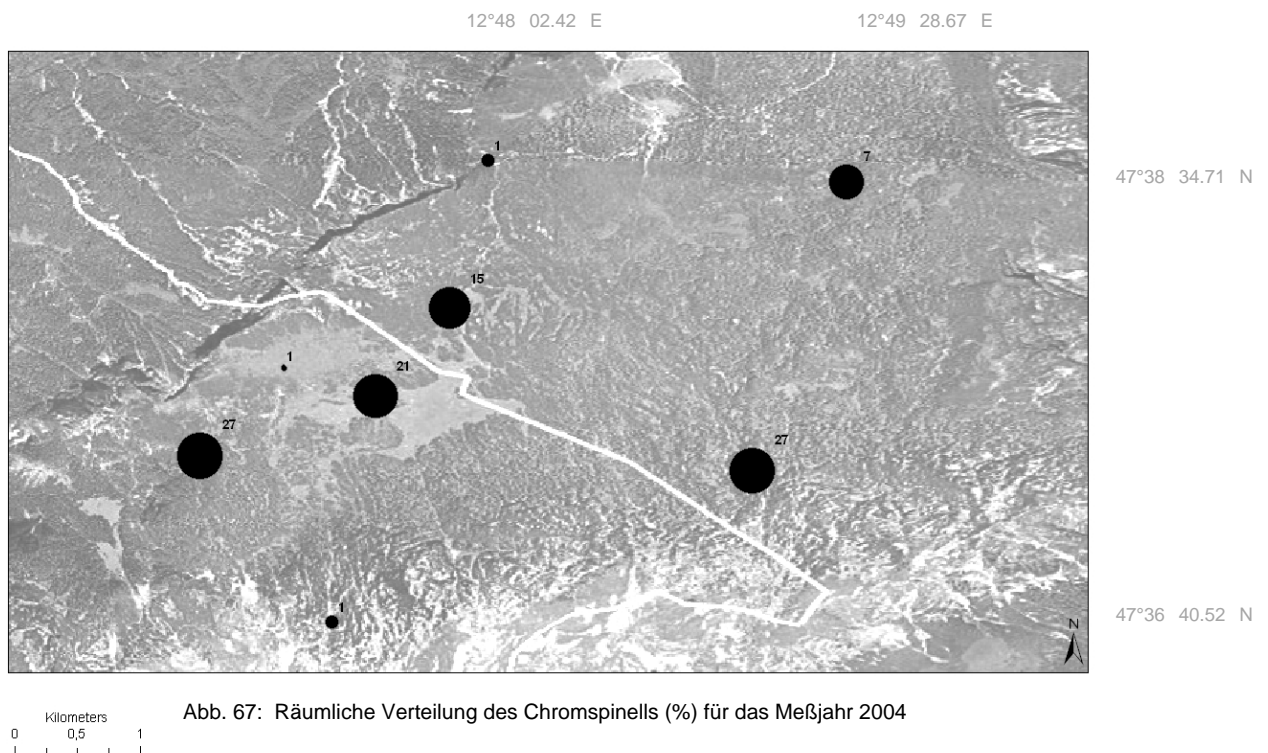
12.2.3.3 Chromspinell

Chromspinell stellt einen sehr wichtigen Anteil am silikatischen Flugstaubspektrum im Untersuchungsgebiet dar. Gemessen wurde eine abgelagerte Gesamtmasse im Jahr 2004 von 202mg sowie 92mg im Jahr 2005.

Tab. 64: Chromspinell (mg) rezent äolisch abgelagert

Chromspinell	Gesamtsumme mg	Mittelwert mg	50µm %	100µm %	200µm %
2004	202	50	9	28	63
2005	92	23	0	21	79

Nach dem Mineral Quarz ist *Chromspinell* im silikatischen Anteil ein wichtiger äolischer Zeiger für rezentes Flugstaubmaterial. Die erhobenen Daten in Tabelle 64 belegen, dass Chromspinell im Untersuchungsgebiet kontinuierlich rezent zugeführt worden ist. Zwischen dem 20.07.2004 und dem 03.10.2004 beträgt der Chromspinellanteil am gesamten silikatischen Anteil zwischen 12-20%. Zwischen dem 14.07.2005 und dem 03.10.2005 beträgt der Anteil am Silikatanteil zwischen 14-26%. Eine Analyse der räumlichen Verteilung der eingewehten und abgelagerten Minerale Chromspinell wird in Abb.67&68 dargestellt.



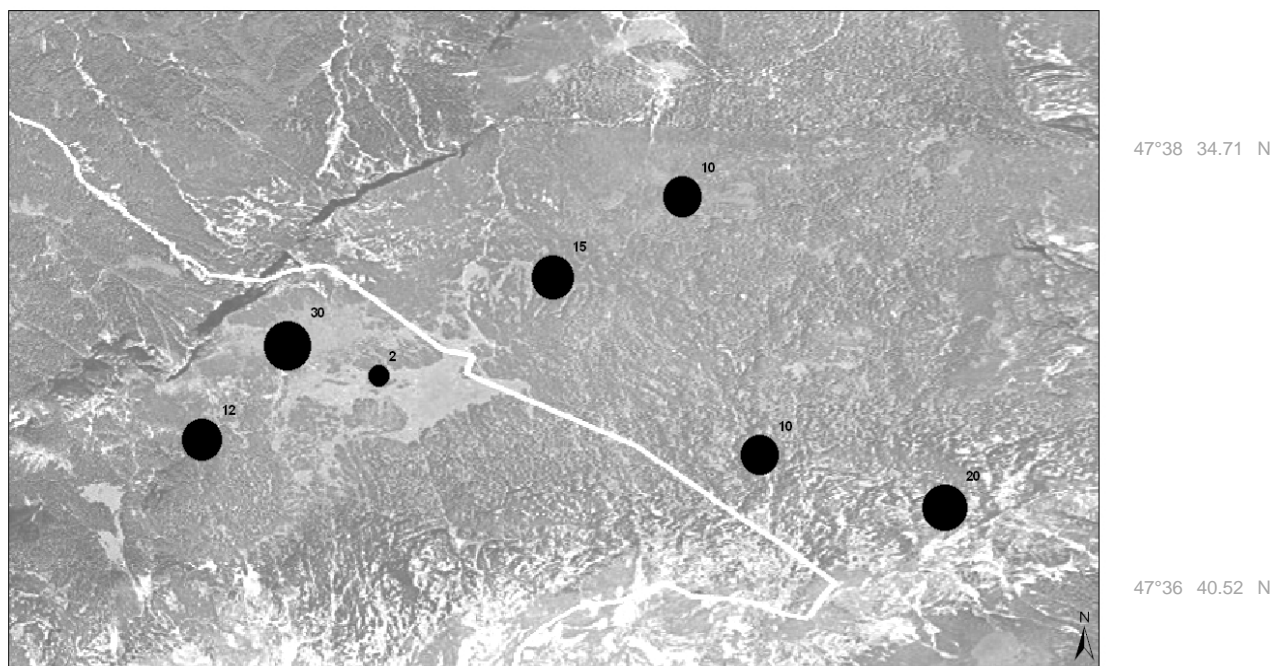
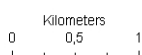


Abb. 68: Räumliche Verteilung des Chromspinells (%) für das Meßjahr 2005



Folgende Ergebnisse sind festzuhalten: Die Korngrößenfraktion 200µm ist in der oberen subalpinen Höhenstufe bei der Messstation EWL PK und in der mittleren subalpinen Höhenstufe an der Messtelle Alpaalmsteig abgelagert worden, während sich die Fundorte der Korngrößenfraktion 100µm auf das Reitertrett (ATH) und den EWL PK konzentrieren. Im Jahr 2005 ist der Trend ähnlich. Diese Korngrößenfraktion entspricht 79% des Korngrößenspektrums und ist hauptsächlich in den alpinen EWL (Luv) und der oberen subalpinen Höhenstufe (WSK, PK) vertreten. Dazu kommt noch das Gebiet im Osten an der Schwegelalm und der Saugasse. Die Korngrößenfraktion 100µm ist ebenfalls in der oberen subalpinen Höhenstufe und vor allem am Alpaalmsteig evident.

12.2.3.4 Magnetit

Tab. 65: Magnetit (mg) rezent äolisch abgelagert

Magnetit ist im Untersuchungsgebiet quantitativ und räumlich sehr unterschiedlich abgelagert worden. Während im Jahr 2004 nur eine Gesamtmasse von 2,94mg rezent abgelagert wurde, ist im Jahr 2005 eine Gesamtmasse von 37,3mg gemessen worden.

	Gesamtsumme	Mittelwert	50µm	100µm	200µm
Magnetit	mg	mg	%	%	%
2004	2,94	0,58	0	63	37
2005	37,3	9,3	0	63	37

Die Korngrößenverteilung für das Mineral Magnetit blieb konstant. Vor allem dominiert die Korngrößenfraktion 100µm mit 63% aus dem Gesamtspektrum. Im Jahr 2004 konzentrierte sich der Anteil der Korngrößenfraktion 100µm auf den südlichen Sektor der Reitalpe, insbesondere auf die Lee-Seite der mittleren subalpinen Höhenstufe in der Senke bei der Guggenbühelalm. Die restlichen 37% des Minerals Magnetit der Korngrößenfraktion 200µm sind auf der Lee-Seite in der oberen subalpinen Stufe gemessen worden. Im Jahr 2005 sind ebenfalls nur zwei Fundorte für das Mineral Magnetit aufgetreten. Wieder findet sich die räumliche Ablagerung im Bereich der

Leeseite. im Osten der Reitalpe in der unteren subalpinen Höhenstufe an der Schwegelalm war die Kornkrößenfraktion mit 63% des Korngrößenfraktions vertreten, während die Fraktion 200µm mit 37% in der oberen subalpinen Höhenstufe im Bereich des WSK an der Lee-Seite des Weitschartenkopfes vertreten war.

Fazit: Magnetit-Mineralkörner mit der Korngrößenfraktion 200µm lagern sich in höher gelegenen mikrotopographischen Geländeabschnitten mit sehr bis sehr stark geneigten Lee-Hängen der oberen subalpinen Höhenstufe ab, die gekennzeichnet sind durch eine arme Vegetationsbedeckung.

12°48 02.42 E

12°49 28.67 E

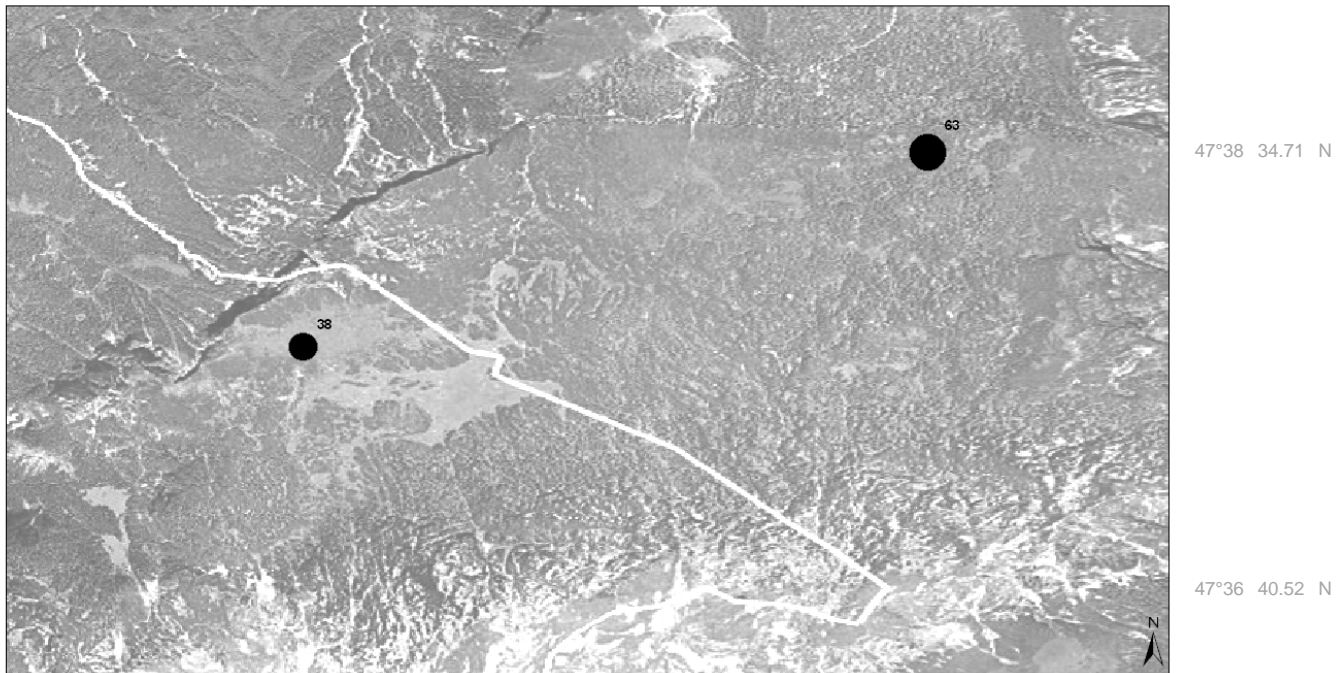
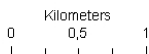


Abb. 69: Räumliche Verteilung des Magnetits (%) für das Meßjahr 2005



12.2.3.5 Ilmenorutil

Tab. 66: Ilmenorutil (mg) rezent äolisch abgelagert

Die rezente Ablagerung des Minerals *Ilmenorutil* ist nur im Jahr 2005 im Untersuchungsgebiet bestimmt worden. Das Mineral hat sich im Messzeitraum vom 14.07-24.09.2005 unter dem Einfluss der nassen NW-W-Winde und der trockenen W-SW-Winde abgelagert.

Ilmenorutil	Gesamtsumme mg	Mittelwert mg	50µm %	100µm %	200µm %
2004	0	0	0	0	0
2005	2,7	0,67	94	6	0

Die Korngrößenfraktion 50µm dominierte das Korngrößenspektrum mit 94%. Das Mineral Ilmenorutil ist im Süden der Reitalpe auf der Luv-Seite in der mittleren subalpinen Höhenstufe mit einer hohen Vegetationsdichte, gekennzeichnet durch *Pinus mugo* und Rhododendrum-Gebüsche, rezent gemessen worden (Alpaalmsteig). Die restlichen 6% der Gesamtmasse des Minerals mit der Korngrößenfraktion 100µm sind am Reitertritt an der Meßstelle Neue Traunsteiner Hütte im Plateaubereich der mittleren subalpinen Höhenstufe mit hoher Vegetationsdichte (*Pinus mugo*) gemessen worden. Die Korngrößenfraktion 200µm fehlte vollständig. Fazit: Die Korngrößenfraktion bis 100µm konzentrierte sich auf der Luv- und Lee-Seite des Gebirgsmassivs im Süden der Reitalpe in der mittleren subalpinen Stufe.

13. Diskussion

13.1. Die lateritisch-bauxitische Ablagerung der Tiefen Gosau, Turon/Coniac

Die Mineralogie der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau

Die mineralogischen Ergebnisse der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau der Reiteralpe stimmen mit anderen Bauxitvorkommen in den Nördlichen Kalkalpen überein (CINCURA 1989, SCHULZ & HEISSEL 1997, SCHROLL&SAUER 1964 und 1968) (Tab. 67).

Tab. 67: Mineralogische Ergebnisse der lateritisch-bauxitische Ablagerung (%)

%	diese Arbeit/Lat-bauxitische Vorkommen	CINCURA 1989	SCHULZ&HEISSEL 1987	SCHULZ&HEISSEL 1987	SCHULZ&HEISSEL 1987	SCHROLL & SAUER (1964/68)
	Reiteralpe	Brezova pod Bradlom	Wildschw. Alm	Brandenberg	Untersberg	Karstbauxite
SiO ₂	2,02	22,39-24,67	2,22	3,3	1,6	
Al ₂ O ₃	51,02	38,9-41,48	29,29	29,7	30	11,4
Fe ₂ O ₃	16,87	15,53-16,58	17,39	12,60	17,00	
MnO	0,10	0,04-0,07				
MgO	0,07	1,82-2,06				
CaO	0,16	0,21-0,3				
CaCO ₃	0,28					
Na ₂ O	0,04	0,1-0,21				
K ₂ O	0,05	0,31-0,37				
TiO ₂	1,96	1,87-2	1,25	2	2,3	
P ₂ O ₅	0,13					
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Ba	35	25-35				
Ce	187,4					
Co	14,1	0	95	60	50	44
Cr	213,4	190-316	632	610	720	687
Cu	12,1	9-18,01				
Ga	57	25-31	54	48	64	53
La	110,3	40-134				
Nb	41,8		54	64	130	92
Nd	79,5					
Ni	75,5	213-240	249	255	515	316
Pb	105,3	72-83	99			
Rb	4,3					
SO ₃	0,03					
Sr	114,6	281-426				
Th	33,8					
U	10,1					
V	167,4	354-630	687	157	130	222
Y	68,9	40-76	103	94	230	126
Zn	59,4					
Zr	483,9	690-954	520	490	305	574

Kennzeichnend für Karstbauxit ist der hohe Anteil von **Fe** und **Ti** und der hohe Anteil der Spurenelemente der Ferridengruppe: **Ni**, **Co**, **Cr**, **V**. Im Untersuchungsgebiet weisen die Böden der Gosau nur wenige dieser Spurenelemente auf. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen auf der Reiteralpe weisen dagegen hohe Werte der Spurenelemente: **La**, **Cr**, **Pb**, **Sr**, **V** und **Zr** auf.

Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen sind in umgelagerter Form in den Böden des Untersuchungsgebiets gut erhalten geblieben. Deshalb erweitert die vorliegende Arbeit bisherige Veröffentlichungen der geologischen Kartierungen des Nationalparks Berchtesgaden, Bayerns und Österreichs, um neue Aspekte der Stratigraphie der Reiteralpe (Abb.70). Zur Kreide gehören auch der Bauxit und die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau.

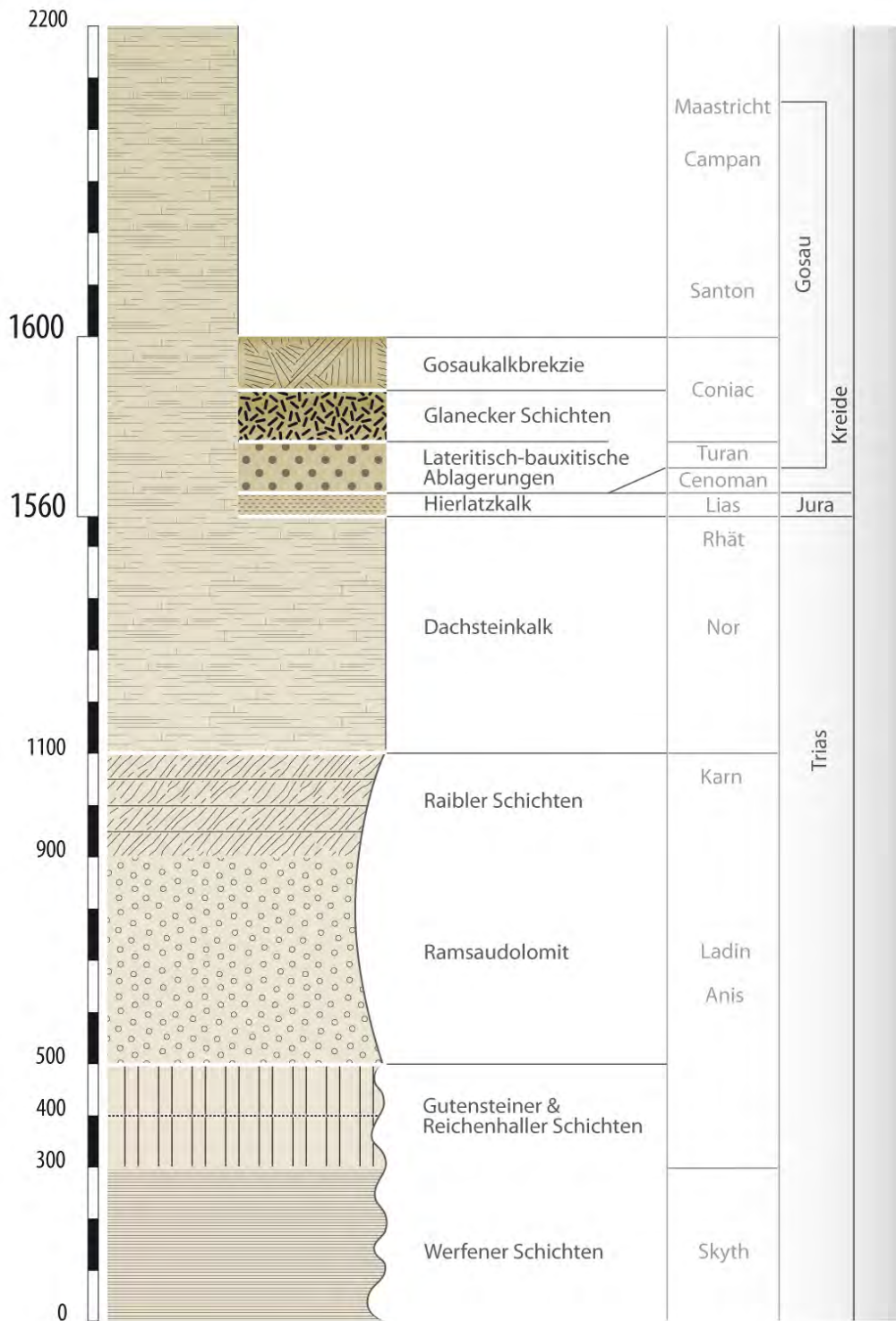


Abb. 70: Die Stratigraphie der Reiteralpe ©DUFFY2011

Ferner sind nach den Ergebnissen dieser Arbeit die **Chromspinelle** aus dem Schwermineralspektrum des Gosau-Bodens über den Glanecker Schichten an das unterer/mittlerer Coniac gebunden. In seiner Untersuchung von Schwermineralen der Gosau im Rahmen der plattentektonischen Entwicklung der Ostalpen während der Oberkreide geht STATTEGGER (1986) von einer Chromspinell-Schüttung aus Ophiolithen im Norden und der Zufuhr von Granat aus dem Kristallin der Ostalpen im Süden aus, die während des Campans vorhanden war. Dies brachte sowohl reifen Zirkon, Turmalin, Rutil als auch sauren plutonischen Detritus, Zirkon und Apatit in die Gosaubecken ein. Diese Befunde bestätigen und präzisieren laut STATTEGGER (1986) das von FRISCH (1979) vorgelegte plattentektonische Konzept. Als Folge der Subduktion des südpenninischen Piedmont Ozeans und gleitzeitiger Öffnung des nordpenninischen Valais Ozeans kollidierte im Campan die mittelpenninische Brianconnais-Mikroplatte mit der Austroalpin-adriatischen Platte, was eine Abnahme der Chromspinellzufuhr und die Zunahme von Detritus aus einem kratonischen Liefergebiet in die Gosasedimente erklärt.

Ein Vergleich mit den Chromspinell-Funden aus den Rossfeldschichten von FAUPL & TOLLMANN (1979) liefert weitere wertvolle Ergebnisse. Die Rossfeldschichten entwickelten sich aus den unterlagernden Tiefwasserkalken der Schrambachschichten und repräsentieren insgesamt eine synorogene Sedimentabfolge von grauen, siltigen Mergeln, turbiditischen Sandsteinen und Grobklastika bis hin zu eingesedimentierten Großschollen, welche während der Unterkreide in einem tektonisch aktiven Beckenrandbereich innerhalb der Kalkalpen zur Ablagerung gelangt sind (vgl. FAUPL & TOLLMANN, 1979, DECKER et al., 1987).

Das Paläogefälle dieses Beckenrandes war gegen Norden gerichtet. Mit der klastischen Sedimentation gelangte neben siliklastischem Detritus auch ophiolithisches Material ins Becken (POBER & FAUPL, 1988). In den Rossfeldschichten der unteren Gosau treten im siliklastisch terrigenen Material die Minerale Chromspinell sowie Hornblende auf. Generell wird davon ausgegangen, dass der Chromspinell von der ozeanischen Kruste der Meliata-Serie stammt (ROEDER 1976, FUCHS 1985). DECKER et al. (1987) gehen davon aus, dass Chromit aus den Tethys-Ozean stammt. Chromit wurde wie folgt in die Rossfeldschichten transportiert: Durch das Aufreißen des penninischen Ozeans schloss sich der Tethys-Ozean im mittleren oberen Jura und es verblieb nach dem Zuschub die „Tethys-suture“-Zone, die Chromit vom oberen Jura bis ins Alb in die Rossfeldschicht einbrachte.

Die Rossfeldschichten sind in ihrer Verbreitung auf den mittleren und östlichen Abschnitt der Kalkalpen beschränkt, wobei sie in den tektonischen Einheiten des Tirolikums und Hochbajuvarikums anzutreffen sind. Allerdings sind nicht alle in der Literatur erwähnten Vorkommen von Rossfeldschichten tatsächlich als solche zu bezeichnen (VASÍCEK & FAUPL, 1986).

Die Paläographie des vorgosaischen Festlandes

LEISS (1988, 1989), der sich mit den lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau im alpinen Raum auseinandergesetzt hat, kommt hinsichtlich der Paläographie des vorgosaischen Festlandes zu folgenden Ergebnissen: Von Kufstein über Innzell stößt das Tirolikum im schrägen Zuschnitt ENE weit nach Norden vor und überfährt das Bajuvarikum. Das Bajuvarikum trägt auf dem nördlichen Teil Sedimente der mittleren Kreide. Sie überlappen sich jedoch mit dem Gosasediment der Oberkreide (Cenoman bis ins Santon). Der südliche Teil des Bajuvarikums und die höheren Einheiten (Tief- und Hochjuvavikum) werden später ab Coniac vom gosaischen Sedimentationszyklus erreicht (TOLLMANN 1976, HERM 1979). Zuvor unterlagen weite Gebiete der lateritischen Verwitterung. Es besteht ein ausgeprägtes Relief mit den wesentlichen Zügen des alpinen Deckenbaus.

Das Gosaumeer drang von Norden und Nordwesten ein. Zuerst sind die morphologisch tief gelegenen Reliefformen, Becken und Senken, betroffen und vom Meer bedeckt worden. Die morphologische höher gestellten Plateaus, u.a. die Reiteralpe und die Lattengebirge, wurden längere Zeit subaerisch exponiert, bis der Zeitpunkt erreicht wurde, als das Gosaumeer das Gebiet ebenfalls überflutete. Die Beckenfazies mit den Glanecker Schichten entstehen. Um das Becken herum legte sich ein Gürtel mit Ablagerungen des seichten und flachen marinen klastischen Schelfs. Die südliche Umrahmung des Beckens übernahm der N-Abhang des Juvavikums, insbesondere das Hochjuvavikum, die Reiteralmdedecke, das sich zur Zeit der Tieferen Gosau weiter südlich als heute befand. Sie stieß erst vor (intra-(post) gosauisch nach Norden über die Beckenfazies der Glanecker Schichten (LEISS 1988).

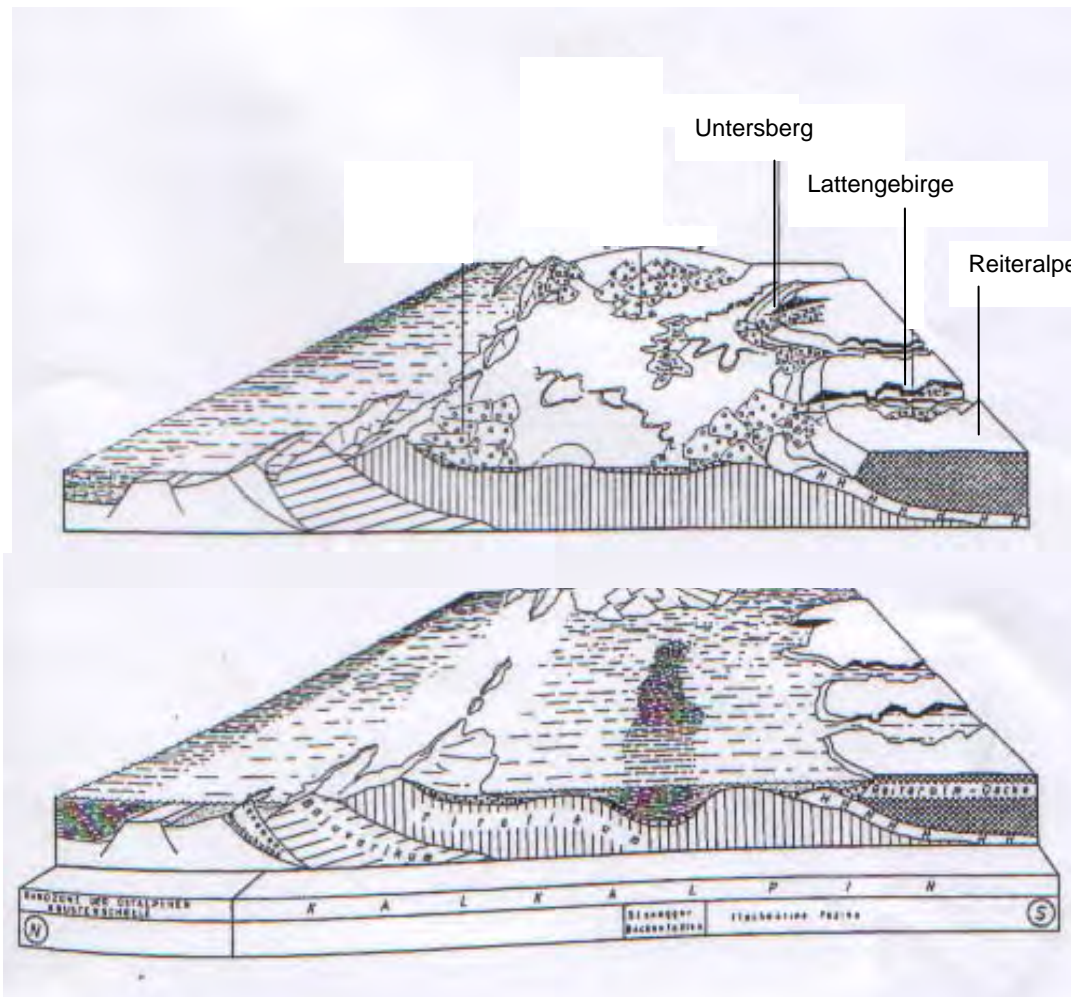


Abb.71: Die paläogeographische Lage in der Kreide (LEISS, 1988)

Herkunft der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen

Die Herkunft und Entstehung der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen auf der Reiteralpe sind auf komplexe Vorgänge zurückzuführen. Ähnliche Ablagerungen am Untersberg (GÜNTHER & TICHY, 1979) treten in einer Störung auf. Die Ablagerungen sind als prägosauisch eingestuft worden oder werden generell als österreichische Bauxite für Turon eingeordnet (BARDOSSY, 1961 und VALETON, 1972). Südwestlich von Glanegg bei Großgmain liegen dunkelrote oolitische Bauxite flächendeckend auf dem Dachsteinkalk und sind nach HILLEBRANDT (1961) zwischen Coniac und Santon eingestuft worden. Ruttner et al. (1955) finden Bauxit bei Weißwasser unter den Nierentaler Schichten. Am Nordfuß des Lattengebirges befindet sich ein weiteres

Bauxitvorkommen (HERM, 1957), das an der Basis der mittleren Gosau zugeordnet wird, während LEISS (1988, 1989) sie mit Turon/Coniac einordnet. PLÖCHINGER (1964) und CINCURA (1989) haben ihre Bauxit-Befunde in den kleinen Karpaten (Coniac) und MINDSZENTY und OTTNER (2005) bei Russbach in Österreich an der Basis der tieferen Gosau eingeordnet.

NICOLAS (1968) fasste Hauptthesen zur Bauxitbildung als hydrothermale, sedimentäre oder alluviale Hypothese, die absolute Autochthonie, die Hypothese der Auslaugung, der relativen Autochthonie und des sedimentären Transports zusammen. Die Entstehung der unterschiedlichen Verwitterungsprodukte von Bauxit, Laterit oder lateritisch-bauxitischen Ablagerung ist nichts anders als eine Entwicklungsreihe, die einerseits auf eine Faziesdifferenzierung, bzw. Desilifizierung und Fe-Anreicherung und andererseits auf eine Al-Anreicherung zurückzuführen ist (Abb. 72).

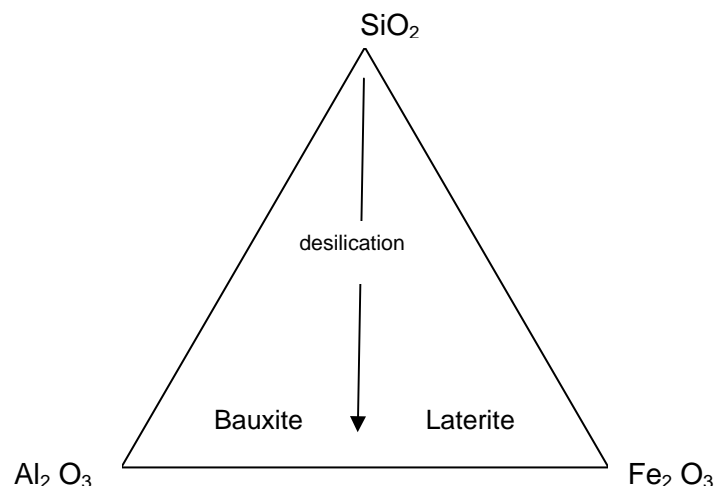


Abb. 72: Entstehungsprozess der Laterite und des Bauxits

Nun ist die Grundvoraussetzung für die alpine Bauxitgenese die Erosion der lateritischen Böden und die weitere alluviale Zusammenschwemmung in den Depressionen und Senken des vorgosauischen Festlandes (LEISS 1989, 1988a). Ob das feinkörnige bauxitische Material als Einschaltungen von Schlammströmen (Mud flow/cohesive debris flow) in alluvialen Piedmont-Flächen seinen genetischen Ursprung hat (LEISS, 1989) oder die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen im Lattengebirge zunächst als autochtone, paraautochthone Laterit-Bauxitgenese erklärt wird, die einen zusätzlichen allochthonen Einfluss durch begleitende Quarze und Illmenit basischen vulkanischen Ursprungs erfuh, kann in dieser Arbeit nicht näher untersucht werden.

Die Autorin vermutet einen sedimentären Ursprung, der heute in den Karsthohlräumen des oberirdischen Karstformenschatzes sichtbar wird (Profil: 06-EWL/NIX KL/04-GBA 2,6,7). Die Bauxite bleiben durch Umlagerungs-, Gravitations- und Soliflukionsprozesse in den Böden erhalten. Es handelt sich im Untersuchungsgebiet nach Meinung der Autorin um ein Karstbauxit autochthoner Bildung. Schwierig ist die Frage nach der Herkunft des bauxitischen Materials, vor allem hinsichtlich des Ausgangsgesteins. Handelt es sich um eine autochthone oder allochthone Herkunft?

Fest steht jedoch, dass vor der Transgression der oberkreatazischen Gosau im Coniac, der „Austrian-Slovakian Tisza-Bihor“- Block (DERCOURT, 1990) subaerisch exponiert war. Der Block entsprach großen Bereichen der Nördlichen Kalkalpen (LEISS, 1989), der Westkarpaten (CINCURA, 1989) und des ungarischen Mittelgebirges (BARDOSSY und KARDOS, 1989). Im Turon und unteren Coniac unterlagen die subaerisch exponierten, vorgosauischen Landflächen einer intensiven Oberflächenverwitterung. Im Turon und Coniac kam es zu einem Temperaturanstieg und saisonbedingten Regenfällen. Die Kalke der Trias und Lias wurde dadurch teils gelöst und es entstanden der unter- und oberirdische Karstformenschatz sowie die

Verwitterungsböden der Kreide, die roten Lehm erzeugten, den man auch auf der Reiteralpe kennt. Als Resultat des warmfeuchten Klimas und der Verwitterungsintensität der Kreide entstanden Tonminerale und es kam zur Tonmineralbildung. Die Minerale Illit, Chlorite, Kaolinit, Smektit sind in den mittel- bis obertriadischen Kalken in den unlöslichen Rückständen nachgewiesen worden. Innerhalb der Verwitterungszonen, dem warmen und feucht-tropischen Klima mit Niederschlags- und Trockenzeiten, führt die chemische Verwitterung des Kalkes zu einer Trennung von Si- und Al-Ionen. In der Regenzeit kommt es zu einer Auslaugungsperiode, die in der Trockenzeit zu einer einsetzenden Verdunstung und zu einem kapillaren Aufstieg der Lösung führt. Der pH-Wert der Lösung ändert sich, reagiert und wirkt schwach alkalisch und ist nicht länger schwach sauer. Das Resultat: Es kommt bevorzugt zur Ausscheidung von Aluminium unter Bildung von Al-Hydroxiden oder Al-Oxidhydraten. An manchen Stellen wird das Eisen auf kleinem Raum konzentriert. So kommt es zur Entstehung der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen.

Die Orogenese, die vom Kalkalpennordrand eine Subduktion des Südpenninikums erfuhr, bildete Depressionen und Antiklinale, die später durch intensive Abtragung die Anhöhen glätteten. Es entstand Schutt und *Detritus*. Das Gosaumeer transgredierte mit Lokalschuttbrekzien und alluvialen Fächersedimenten oder mariner Transgressionsbrekzie diskordant auf dem Abtragungsgebiet bzw. auf dem Dachsteinkalk (LEISS, 1989). Damit wurde das bauxitische Material über die Trias- bzw. Liasschichten eingeschlossen und unterlag einer postsedimentären Diagenese.

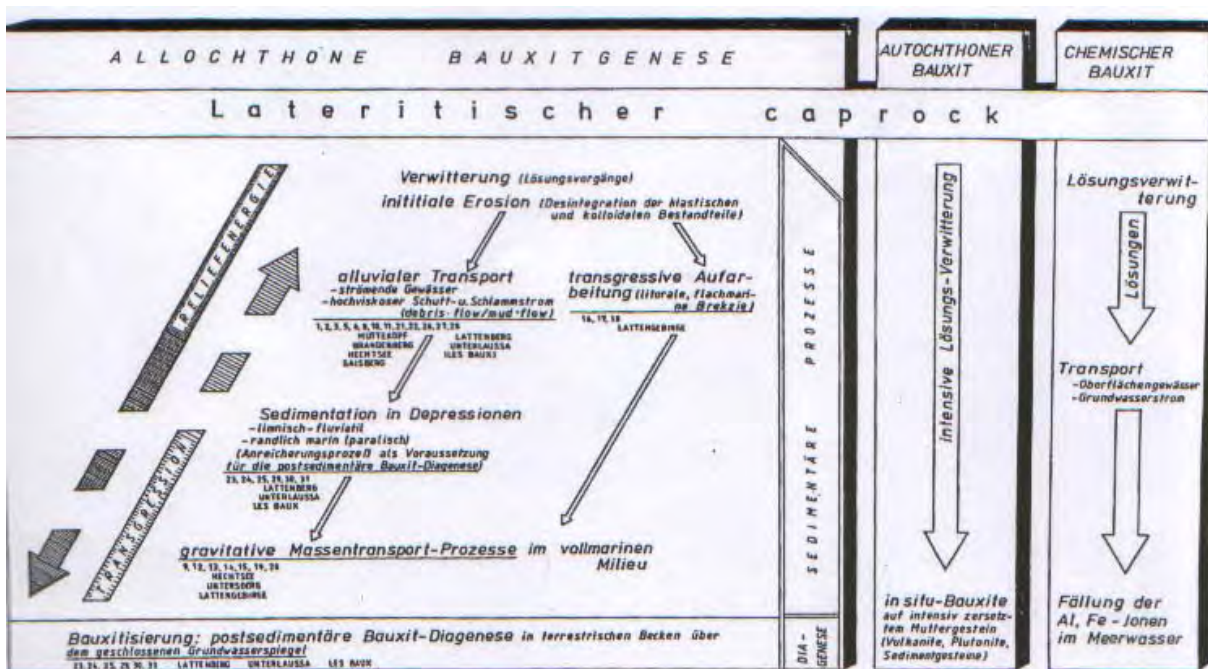


Abb. 73 LEISS (1988) Lateritisches Caprock und Karstbauxit

Das Lattengebirge gehört wie auch die Reiteralpe geologisch betrachtet zum Hochjuvavikum, als eine marine Transgressionsbrekzie direkt auf dem Dachsteinkalk aufgelagert wurde (LEISS, 1988). LEISS (1988) geht nach seinen Untersuchungen im Lattengebirge davon aus, dass das Lattengebirge schon zur Zeit der Gosautransgression morphologisch gegeben war, so dass der Litoralsaum über die Nordflanke der Berchtesgadener Einheit nach Süden auf die Hochgebiete transgredierte. Spätere tektonische Aktivitäten führten zum steilen Einfall der Gosau-Sedimente (Untersberger Mamor) an der Nordflanke des Unterberges. Bei den lateritisch-bauxitischen Serien der Lattengebirge auf der Reiteralmdedecke sind wie bereits erwähnt detritärer Quarz, Ilmentit auf den Einfluss eines intrusiven Gesteins der Hallstätter Einheit zurückzuführen. In dieser Arbeit wurde weder Quarz noch Ilmentit in den lateritisch-bauxitischen Ablagerungen nachgewiesen.

Boden und Bodenbildung

Die Böden der Gosau-Decke

Entstanden sind die **Terrae fuscae**, **Braunerden**, **Podsol**- und begleitenden **pseudovergleyten-Böden** über der Gosau-Decke und den Gosau-Ablagerungen.

Der Dachsteinkalk, die Gosaubrekzien und die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen unterlagen zunächst einer intensiven Entkalkung, wobei der Kalk zum großen Teil vollständig abgeführt und in den Bv/Cv-Horizont ausgewaschen wurde. Im feuchten Zustand verwitterten im Solum die eisenreichen Minerale des Lösungsrückstandes des Dachsteinkalks, die Minerale des Bindemittels der Gosaubrekzien sowie die eisenreichen Minerale des Bauxitvorkommens. Es kommt zu einer typischen Verbraunung der Böden, wasserhaltiger Ferrihydrit ($5\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$) entsteht sowie Goethit ($\alpha\text{-FeOOH}$). An dem im Sommer warmen Südhang des steilen Weitschartenkopfs erfährt die Kristallordnung innerhalb der Ferrihydritaggregate eine neue Strukturbildung und es bildet sich Hämatit (Fe_2O_3). Das eisenhaltige Hämatit wird von Bodenpartikeln umhüllt, die dem Boden seine charakteristisch braun-rote Färbung gibt. Der Bodenbildungsprozess der Rubefizierung wird durch das Ferrihydritaggregat des Bauxits besonders stark unterstützt. Während sich an den Nordhängen des Untersuchungsgebietes überwiegend die autochthonen Böden der Reiteralpe befinden (O/C-Böden, Rendzinen), werden generell keine Terrae fuscae gebildet.

Nur in verkarsteten Rinnenkarren über Dachsteinkalk am Nordhang des Edelweißlahners an der Grenze der oberen subalpinen zur alpinen Vegetationshöhenstufe, wo lateritisch-bauxitische Ablagerungen der tieferen Gosau eine Dachsteinkalk-Karstrinne füllen, bildete sich auf 1900m eine Terra fusca-Braunerde (Profil 06-EWL). Ihr allochthoner Charakter ist durch einen rezenten äolischen Einfluss des Ah-Horizonts gekennzeichnet. Die Verbraunungs- und Verlehmungsprozesse, die verantwortlich für die Bildung der Braunerden sind, werden im Laufe der chemischen Verwitterung des Fe^{2+} sowohl aus den eisenreichen Mineralen des Lösungsrückstandes des Dachsteinkalkes, aus den Mineralen des Bindemittels der Gosaubrekzien als auch aus den eisenhaltigen Mineralen des Bauxit freigesetzt. Es kommt zur Bildung von Fe^{3+} (Goethitbildung) und schließlich zur Verbraunung. Aus der freigesetzten Kieselsäure und den sehr hohen Gehalten an Aluminium-Ionen der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau sowie aus dem hohen SiO_2 -Gehalt im Boden entstehen in situ Tonminerale, was letztendlich zur Verlehmung führt. Kolluvisolen am Fuß des Großen Bruders (Profile 04-GBA 6, 7) zeigen durch ihre hohen Tongehalte 11-13% im B-Horizont ein mächtiges Lehmpaket von >2 m, in dem die lateritisch-bauxitischen Ablagerung nachgewiesen worden sind.

Sowohl das Hochgebirgsklima, die Vegetation (*Pinus*-, *Rhododendron*- und *Erica*-Arten) als auch das sandige Gosau-Vorkommen auf der Reiteralpe unterstützen den **Podsolierungsprozess**. Die gelösten Sesquioxide werden aus der Kristallstruktur der Minerale freigesetzt und nach unten in den B(s)h- oder B(h)s-Horizont verlagert, was zu einer Verarmung vor allem im Al-, Fe- und Mn-reichen Oberboden der Gosau-Decke führt. Dem gebleichten Ae-Horizont (Eluvial-Horizont) fehlen daher diese tragenden Minerale, während der Bs-Horizont (Illuvialhorizont) einen Ausfall von Sesquioxid erfährt, der zu einer braun-rötlichen Verfärbung dieses Horizonts führt.

Die vergesellschaftete Podsolbildung auf der Reiteralpe lässt sich gut auf den Bereich der **Gosau-Decke** eingrenzen. Er tritt auch im Zusammenhang mit pseudovergleyten Böden der **Dolinen** der Reiteralpe auf. Mikrotopographisch betrachtet bietet die Depressionen des Reitertritts mit ihren zahlreichen Dolinen über den ton- und sandreichen Gosauablagerungen der Glanecker Schichten der unteren Gosau optimale Bedingungen für die **Bildung von Pseudogleyen**. Die Böden des Reitertritts, der Humuspodsol-Pseudogley: Of/ Aih/ Ae/ Bh/ Sw/ Sd/ II Cv/ Cn (Profile 06- Dol Pon), die Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten: Ah/ Ahe/ Bs/ Bv/ IISw/ Scw/ Sd/ II Cv/ Cn (Profil 06 Reitertritt), sowie des Kolluvisol-Pseudogley über den Glanecker Schichten (Profil 05-JBauer) demonstriert dies deutlich. Die Böden sind Stauwasser-, nicht Grundwasserböden. Da es sich um eine Karstlandschaft handelt, fehlt der Grundwasserspiegel. Der Boden erfährt eine fast dauerhafte Vernässung, sei es durch die

Stauwassercharakteristik, die bei ergiebigen Niederschlägen aufgrund der undurchlässigen Staukörper der Gosaukreide sowie durch einen nassen Oberbodenhorizont erzeugt wird, als auch durch oberflächiges Hangzugwasser und die Schneeschmelze. Der Oxidationshorizont ist in der Farbe rostbraun (Ferrihydrit), gelbbraun (Goethit), orangerot (Lepidokrokit) oder gelb (Jarosit). Im Gegensatz dazu zeichnet sich der Reduktionshorizont durch die Farben grau bzw. grau-weiß, blau bis grün – hier spiegeln sich Lehm und Ton in der Farbe wider - dunkelgrau bis schwarz. Beide Horizonte sind mächtige Mineralbodenhorizonte >2-3m.

Die Böden der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau haben in ihrem äußeren Erscheinungsbild zum Teil eine Ähnlichkeit mit den **Plinthosolen** (FAO), genauer: mit dem verhärteten petroplinthic Horizont. ZECH (2002) beschreibt den plinthic-Horizont als eine Fe-reiche Lage aus Quarz und Kaolinit und einen verhärteten petroplinthic Horizont, der aus Fe_2O_3 sedimentierte und auch reich an Sesquidoxiden ist. Überwiegt das petroplinthitische Substrat, spricht man von sesquiskeletalem Material. Betrachtet man das Profil 04-GBA-2, ist die Ähnlichkeit im äußeren Erscheinungsbild erkennbar, da die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen in fester Form im B-Horizont eingebettet sind.

Die genauere Untersuchung des **Bedeckungsgrades** der podsoligen Böden zeigt eine Abhängigkeit von den durch das Mikorelief bedingten Parametern der Oberflächenrauigkeit und des Vegetationsbedeckungsgrades. Eine „arme Vegetationsbedeckung“ beschreibt im Untersuchungsgebiet eine Fläche, die mit Rasengesellschaften bedeckt ist. Der **Podsolierungsprozess** findet vorwiegend auf diesen **vegetationsarmen Flächen** statt, in Dolinen und in Dolinenfeldern in Verbindung mit den Al- und Fe-reichen **lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau und der Glanecker Schichten**. Dies bedeutet zum einen, dass die Lithologie für den Podsolierungsprozess entscheidend ist und sich zweitens die mikrotopographische Dolinenform als Ablagerungsstelle anbietet für a) durch Solifluktion und Gravitation, Hangprozesse und b) als Kaltluftsammler. In diesen Becken werden rezente Flugstaubeinträge mit der kalten Luftzufuhr bevorzugt abgelagert.

Fazit: Die sandigen, silikatreichen rezenten Flugstäube, die sich in den als Kaltluftsammler dienenden Dolinen ansammeln, die Matten-Vegetation, die hohen Niederschlagsraten des Hochgebirgsklimas und die aluminium- und eisenreichen Substrate der Gosau unterstützen den Podsolierungsprozess.

Zudem spielt der Prozess der **Verlehmung** eine wesentliche Rolle bei der Bodenentwicklung der rezent äolischen Decke, der Löss- sowie der Gosau-Decke. Die Bildung von Ton, wesentlich für die Bildung der Terrae fuscae und Braunerden, ist auf die Verwitterung eisenhaltiger Minerale und den Prozess der Verbraunung sowie auf die Verwitterung sekundärer Fe-Oxide zurückzuführen. Durch den Eintrag von rezentem schluffigem Flugstaub können skelettreiche OC-Böden und Rendzinen zusätzlich verlehmen. Tonreiche Horizonte und Böden werden dadurch gröber in der Textur. Die Proben mit erhöhten Gehalten an Quarz, Feldspät und Eisen besitzen im Mineralhorizont einen höheren Tongehalt. Es hat also eine Tonverlagerung sowie **Tonneubildung** stattgefunden. Als Resultat entstehen **tonige Bodentypen** wie die Terrae fuscae, z.B. Rendzina-Terra fusca (Profil 06-SG: Ton: 27%, Schluff: 73% und SiO_2 :49% und das Profil 04-ATHH mit einem groben Tongehalt von 6,77%, Schluff: 63% und SiO_2 :59%). Das Verhältnis Eisen/Quarz bestätigt diese Hypothese der Autorin, dass eine Umwandlung von Fe zum Tonmineralneubau stattgefunden hat. Dort, wo ein höherer Anteil an FeIII und Fe_2O_3 in den B- und T-Horizonten der Terrae fuscae in der Gosau-Decke vorkommt, ist der Tonanteil sehr hoch (vgl. Jahn 1995).

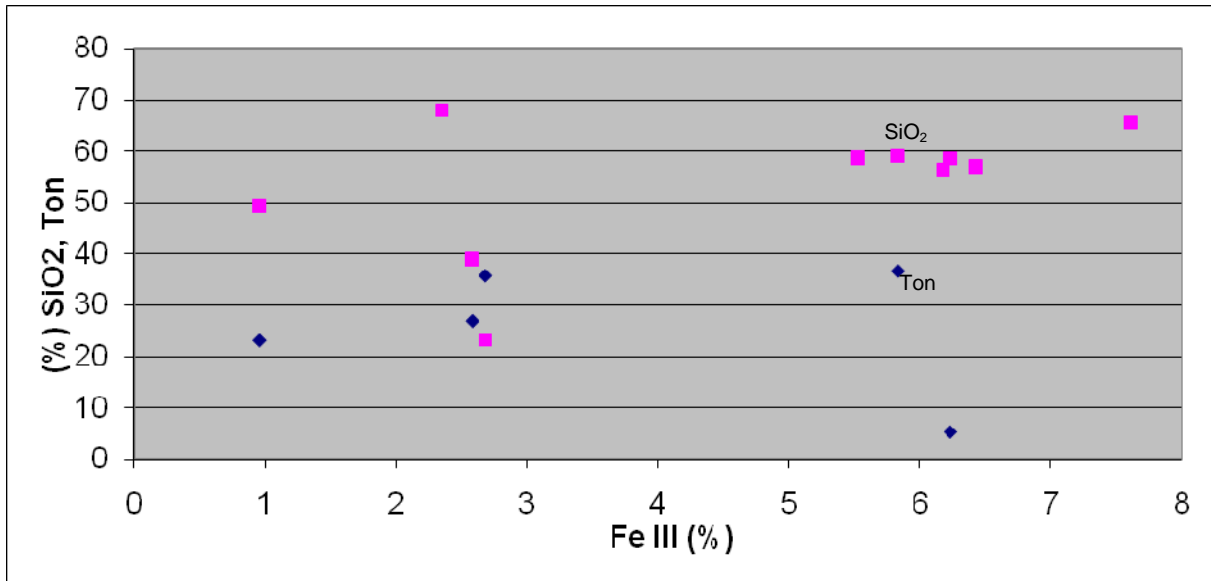


Abb. 74: Das Verhältnis FeIII / SiO₂ und Ton in den Mineralböden der Terrae fuscae der Gosau-Decke .

Um den **Verwitterungscharakter der Gosau-Decke** von den anderen im Untersuchungsgebiet identifizierten Decken zu unterscheiden, wurde der Verwitterungsindex nach KRONBERG & NESBITT (1981) angewandt. Die berechneten Werte der Verwitterungs- bzw. geochemischen Indizes (Tab.68) beruhen zum Teil auf der Auswaschung von Alkali- und Erdalkalitionen und der Anreicherung von Silizium- und Aluminiumoxiden im Mineralbodenhorizont in Abhängigkeit von der Zeit. Mit Hilfe des Mol-Quotienten bestimmte PFEFFER (1969) das SiO₂/Al₂O₃+Fe₂O₃-Verhältnis, um die Verwitterungsresiduen aus verschiedenen Karstgebieten und deren Böden vergleichen zu können. Es wurde jedoch eine ähnliche Analyse in Anlehnung an PFEFFER (1969) durchgeführt, die sich auf das prozentuale Gewicht des SiO₂- und Al₂O₃+Fe₂O₃-Anteils der Bodenprofile bezieht.

Die in Tab.68 dargestellten geochemischen Indizes wurden bevorzugt angewandt, um die Differenzierung der Bodenhorizonte und Bodentypen in Abhängigkeit von der Deckenzugehörigkeit einem Substrat-/Deckenklassifikationssystem zuzuordnen. Die gebildeten Indizes spiegeln die geochemische Zusammensetzung der Böden wider.

Tab.68: Angewandte Verwitterungsindizes zur Substrat- und Deckenklassifikation

Verwitterungsindices	Na ₂ O/TiO ₂	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃
Gosau-Decke	0,3-0,8 (<1)	0,2-0,4	2-3
Löss-Decke	>1	>1	1,3-1,7
Autochthone Decke	>1	>1	<1-2

Die Böden der Lössdecke

Nach der Definition von Löss (PESCI & RICHTER, 1996) gehören die Lösslehme zu den Braunlössen, in denen das Korngrößenspektrum eine Dominanz im Bereich des Grobschluffs aufweist. Im Untersuchungsgebiet ist die Löss-Decke dominant im mittleren und groben Schluff sowie im feinen Sandbereich des Korngrößenspektrums. Im Berchtesgadener Raum sind nach FREYER et al. (1993) äolische Sedimente als kolluviale Fremddecken über dem Anstehenden eingeordnet und bevorzugen süd- bis südostexponierte Hänge. Obwohl eine Löss-Decke in der Geologischen Karte des Nationalparks Berchtesgaden von LANGENSCHIEDT & OTHOLT (1998) und in der Bodenkonzeptkarte von Bayern, Blatt Schneizlreuth von TRIDL (2001) nicht kartiert worden ist, belegen die mineralogischen und bodenphysikalischen Ergebnisse der Mineralbodenhorizonte der von der Autorin untersuchten Böden, dass die Lössböden nicht nur die S- und SO-Hänge bevorzugen, sondern auch die Dolinenböden am Plateau sowie in geringem Anteil auch die nach Norden gerichteten Hänge.

Auswirkung des rezent äolischen Eintrages auf den Boden und seine Genese

Durch den rezent äolischen Eintrag des Flugstaubs werden Minerale von lokalen, regionalen und kontinentalen Einzugsgebieten hierher abgelagert. Das fremde Material kann frisch erodiert oder sehr alt von Natur aus sein, wenn die Erosion im Herkunftsgebiet bereits sehr fortgeschritten ist (SINGER, 1988). Zudem kommt es durch den Fremdtransport zu einer Selektion der sedimentierten Korngrößenfraktion - im Untersuchungsgebiet wird die Tonfraktion nicht bevorzugt - wobei die transportierten Minerale ebenso einen Umwandlungsprozess in ihrer Genese unterworfen sind (YAALON & GANOR, 1973). Die Zusammensetzung des Mineralbestandes gibt darüber hinaus Auskunft über den Verwitterungszustand des Minerals. Mit zunehmender Verwitterung reichern sich die stabilen Minerale relativ an. Die leicht verwitterbaren Minerale sind teils oder ganz durch den Transportprozess zerstört oder es kommt zu Mineralneubildung (OLLIER, 1969). Es ist daher anzunehmen, dass sich ein Boden, der auf dem Ausgangsgestein autochthon entsteht, anders entwickelt als ein Boden, der mit einem allochthonen äolischen Eintrag durchmischt wird (JAHN 1995).

Aus den Ergebnissen des rezent äolischen Flugstaubeintrags, der Niederschlagswerte und den bodenphysikalischen und chemischen Ergebnisse des Oberbodenhorizonts kann man schließen, dass die rezent allochthone äolische Decke durch die Fraktion **mittleren und groben Schluff sowie feinen und mittleren Sand** gekennzeichnet ist. Der Oberbodenhorizont der rezenten allochthonen äolischen Decke lässt sich gut vom darunter liegenden Horizont unterscheiden aufgrund der abrupten Diskordanz des Mineralbestands sowie der Korngrößenverteilung der Horizonte. Die **Textur** der O- und A-Oberbodenhorizonte zeichnen sich durch eine gröbere Textur aus. Der Eintrag K-haltiger Minerale (Feldspat und Glimmer) ist nachgewiesen worden. Ferner sind Illit und Kaolinit ausreichend gut erkennbar in der Tonfraktion. Die jungen autochthonen OC-Böden und Rendzinen altern mit fortgeschrittenen Verwitterungsmerkmalen, da sich Muskovit und Biotit aus dem Staubbiederschlag in Illit umwandeln.

JAHN (1995), der sich mit den Auswirkungen der äolischen Einträge auf die Bodenentwicklung befasst hat, betont, dass der Prozess der Verwitterung der Böden prinzipiell in verschiedene Richtungen möglich ist. Zum einen kann die Verwitterung beschleunigt werden, wenn die zugeführten Stoffe, z.B. Säuren, leichter verwittern als die vorhandenen. Anders kann die Verwitterungsrate verlangsamt werden, wenn die zugeführten Stoffe eine Ähnlichkeit oder ein Gleichgewicht zur neuen Umgebung herstellen. Die wichtigste Säurequelle zur hydrolytischen Verwitterung stellt CO₂ dar. Im Untersuchungsgebiet, herrschen die Prozesse der physikalischen

und chemischen Verwitterung vor. Nach der Ablagerung von ausreichendem Feinmaterial und nach geoökologischen Gesichtspunkten siedelt sich Vegetation an. Pflanzenwurzeln funktionieren als CO₂-Pumpen. In den Porenraum im Boden geben Pflanzen 40% des atmosphärisch aufgenommenen CO₂ wieder ab, wobei die Mikrofauna, beziehungsweise Bakterien, Actinomyceten und Fungen noch stärker reagieren. Die Zone um den Wurzelraum ist dabei am meisten betroffen (FORD & WILLIAMS, 1989). Der relativ geringe Karbonatgehalt in den Oberbodenhorizonten der mittleren subalpinen Stufe ist daher auf die intensive hydrolytische Verwitterung zurückzuführen. Darüber hinaus weisen Flächen, die nicht von Vegetation bedeckt sind, in der oberen subalpinen und alpinen Stufe einen höheren Karbonatgehalt im Oberbodenhorizont auf. Die Untersuchung des rezenten Flugstaubs zeigt eine Karbonatablagerungstendenz im Randbereich der Reiteralpe sowie im Gipfelbereich und seiner Umrandung und nimmt mit abnehmender Höhe zu. Dies zeigt, dass Karbonat rezent durch den Niederschlag abgelagert wird und nach den jetzigen Ergebnissen der untersuchten Böden dementsprechend verwittert.

Ferner ist die CO₂-Produktivität in den Böden von der „Feldkapazität“ des Bodens abhängig. „Feldkapazität“ ist eine wichtige Kenngröße für die Wasserspeicherkapazität des Bodens. Sie bezeichnet jene Menge an Wasser, die nach einem Durchsickerungsprozess vom Boden zurückgehalten wird. FORD & WILLIAMS (1989) ermittelten eine maximale Boden-CO₂-Produktivität bei einer 50-80%igen Feldkapazität. Dies bedeutet, dass dort, wo der Boden nass ist, beziehungsweise dort, wo viel Ton im Boden zu finden ist, die CO₂-Produktion am größten ist. Diese Tatsache ist für diese Untersuchung von erheblicher Bedeutung und kann eine Erklärung dafür liefern, warum die großen Dolinen an der Schwegelalm am Wachterlsteig und im Reitertritt so tief sind (DUFFY 2003). Zudem erklärt es, warum der Karbonatanteil in den Mineralböden der Braunerden und vergesellschafteten Pseudogleyen so niedrig ist.

Soweit der Oberbodenhorizont autochthon gebildet ist, sind die hohen prozentualen SiO₂, Al₂O₃- und Fe₂O₃-Anteile sowie das Vorhandensein diverser Schwerminerale in den Mineralbodenhorizonten der Terrae fuscae und Braunerden über der Gosau-Decke auf die Auswaschung der Oxide aus dem Ausgangsgestein zurückzuführen. Solche Böden sind als autochthone Böden zu betrachten und weder als tertiär verwitterte noch als äolisch beeinflusste oder allochthone Böden einzustufen (KÜFMANN 2008a).

Die Mächtigkeit des Solums ist ebenfalls nicht allein auf den äolischen Einfluss auf die Böden zurückzuführen (KÜFMANN 2008a). Die mächtigen Kolluvisole, Pseudogleye sowie der Terrae fuscae und mancher Braunerden sind in situ entstandene autochthone Böden. Erst wenn der Oberbodenhorizont einen rezent äolischen Charakter annimmt, sind die vorgenannten Böden als allochthone Böden einzustufen.

Rezent äolische Sedimentationsbedingungen im Oberbodenhorizont

Die wichtigsten Parameter für die Sedimentation äolischen Materials sind:

- die Art und der Grad der Vegetationsbedeckung (YAALON & DAN 1974 PYE 1984 PYE 1987, DANIN & GANOR 1991),
- die Bodenfeuchtigkeit, (CEGLA 1972)
- und die Oberflächenrauigkeit bezüglich des Gesteins und mikrotopographischer Aspekte (PYE 1987 PYE & TSOAR 1987 GOOSSENS 1988 GOOSSENS & OFFER 1990).

Der Sukzessionsstatus der Vegetation ist entscheidend für die rezente Deposition (DANIN und GANOR 1991, FRANZ 1980). Dies verdeutlicht den Zusammenhang zwischen dem Bedeckungsgrad der Vegetation und dem Schluffgehalt (2-63µm) im Oberbodenhorizont der im Untersuchungsgebiet untersuchten Böden. Zum einen sind die allochthonen Böden in allen Höhenstufen auf der Reiteralpe weit verbreitet, während sich die autochthonen Böden als weniger mächtige Böden erwiesen und sich hauptsächlich in der alpinen Stufe befinden.

Der Grad der Vegetationsbedeckung zeigt, dass die Vegetation des Oberbodenhorizonts als Staubfänger für äolisches Material fungiert. Optimale Standorte mit einer Vegetationsbedeckung aus Matten und Rasengesellschaften fangen etwas mehr äolisches Material im Ah-Horizont auf als Standorte mit dichtem Waldbestand. Beide Vegetationsräume aber dienen als äolische Staubfänger.

Das Bodenraummuster, das eine intensive Vegetationsbedeckung aufweist, erweist sich als optimaler Standort für eine allochthone und polygenetische Bodenbildung. Bodenraummuster mit vegetationsfreier Bedeckung weisen dagegen überwiegend eine autochthone Bodenbildung auf.

Auf diesen vegetationsfreien Flächen ist aus der Korngrößenanalyse ein prozentual erhöhter Sandanteil festzustellen. Die charakteristischen Böden, die sich auf diesen Flächen bilden, sind die Rendzinen- und O/C-Böden. An steilen Hängen mit einer Neigung von 20-30° sind genauso viele Schwerminerale, Karbonat- und Silikatsmengen gemessen worden wie an den nicht geneigten Flächen. Die statistische Analyse zeigt keine Korrelation zwischen Hangneigung und Bodenbildung. Festzuhalten ist jedoch, dass an den nicht geneigten Flächen, genauer: in den Dolinenböden, nach der Korngrößenanalyse ein hoher Sand- sowie Tongehalt gemessen worden ist. Es lässt sich zeigen, dass der Sandanteil einen erheblichen Anteil im großen Korngrößenspektrum ausmacht: Us/Ut2 Ut3 Uls. Man kann einen Zusammenhang herstellen zwischen rezenten Mineralen mit der Korngröße 63-2000µm, die im rezenten Niederschlag in den Dolinenböden gemessen worden sind und dem Sandanteil der Bodenprobe.

Allochthone Böden befinden sich überwiegend an gestreckten Flächen und Hängen, nicht an konvexen und konkaven Hängen. Nach den Ergebnissen der Korngrößenanalyse sind die Oberbodenhorizonte durch einen erhöhten Sandanteil gekennzeichnet. Diese Böden gelten als sandige Schluff-, mittellehmige Sand- oder sandig-lehmige Schluff-Böden. Die Böden, die sich an konkave und konvexe Hangwölbungen befinden, sind im Kontrast dazu als schluffige Böden Uu, Ut2, reine Schluff-Böden oder schwach tonige Schluff-Böden zu kennzeichnen. Diese Böden auf gestreckten Flächen oder Hängen beinhalten also einen großen Anteil an nicht-karbonatischem Material und Schwerminerale. Darüber hinaus ist der prozentuale Anteil an Chlorit aus der Tonfraktion des Oberbodenhorizonts deutlich höher als in den Böden, die sich an konvexen oder konkaven Hängen befinden. Der erhöhte prozentuale Chloritgehalt weist ebenfalls auf eine Erhöhung des Gesamteisenanteils der allochthonen Böden hin. Dies spricht für die Bildung und Entwicklung der Braunerden auf gestreckten Wölbungen.

Ferner kann auch zwischen Böden auf konvexer Wölbung und auf konkaven Hängen unterschieden werden: Böden auf konvexer Wölbungen befinden sich in einem einfachen Bildungsstadium verglichen mit Böden in entwickeltem Zustand an konkaven Hängen. An konvexen Hangwölbungen kommen nicht nur die autochthonen Böden im einfachen Entwicklungsstadium vor, also: Rendzinen (Tangel-,Pech, Mull) bis Braunerden (schwach podsolige Braunerde über Gosau), sondern auch die komplexen sowie allochthonen Bodentypen. An konkaven Hangwölbungen befinden sich mächtigere Böden mit einem ermittelten Mittelwert der

Mächtigkeit von 60cm verglichen mit den Böden der konvexen Hänge mit einem Mittelwert von 29,7cm.

Die Böden, die sich an konkaven Hangwölbungen befinden, zeigen zudem eine größere Vielfalt der Entwicklungsstadien auf. Darunter sind die Rendzinen und Braunerden häufig vertreten. Sie repräsentieren die autochthone Bodenbildung. Dazu kommen die Kolluvien. Sie repräsentieren mächtige Böden. Es treten ebenso eine Reihe von komplexen Bodenentwicklungsstadien auf: Braunerden über autochthonen Terra fusca, Braunerden über Gosauresten, Braunerde Podsol über Kalkpseudogley über Glanecker Schichten, Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten.

Bodenentwicklung und Mikrotopographie

Boden-Raummuster nach der Exposition: Am Nordhang tritt überwiegend autochthones, karbonatreiches Material im Oberbodenhorizont auf. Hier finden sich OC- sowie Rendzina-bildungen. An Südhängen sowie auf der Plateauebene wird mehr nicht-karbonatisches Material im Oberbodenhorizont gefunden und es entwickelt sich eine Vielfalt an Böden autochthoner und allochthoner Natur mit großer Mächtigkeit.

Boden-Raummuster nach der Karstmorphologie: Fasst man die bereits gesammelten Ergebnisse der Raummuster von Böden unter mikrotopographischen Aspekten zusammen, so kann wir jetzt beantwortet, welche mikroreliefbedingten Bodenbildungsräume entlang von Karst-Topossequenzen auftreten. In den Dolinen entstehen die Braunerde vergesellschaftet mit Pseudogley-Erscheinungen. Die Terrae fuscae bilden sich entlang von Karstgassen, während die Rendzinen sich an den anstehenden Rundkarren herausbilden.

Luv/Lee-Effekt: Man kann die in der Forschung vorherrschende Meinung (GOOSSENS 1988b; SCOTT 2000), dass Löss bevorzugt im Lee abgelagert wird, also differenzieren. In Abhängigkeit von der Hangneigung, der Wölbung, dem Vegetationsvorkommen und der Korngrößenverteilung kann der Flugstaub genauso im Luv wie auch im Lee abgelagert werden. Die vorliegende Arbeit belegt, dass die Ablagerung rezent äolischen Flugstaubs in Abhängigkeit von der Mikrotopographie, der Hangneigung, Hangwölbung, Exposition, Vegetationsbedeckungsgrad, Vegetationshöhenstufe, Geologie und Geomorphologie erfolgt. Dies geschieht in Zusammenwirkung mit folgenden meteorologischen Parametern: Windrichtung, Trockenphasen und Niederschlagsereignisse.

Im Untersuchungsgebiet sind der der Leeseite der Nordhänge im Oberbodenhorizont der Terrae fuscae grober Schluff (52%) und feiner Sand (27%) festgestellt worden (Profil 06-EWL). Das Mineralspektrum zeigt einen außerordentlich hohen Zirkonanteil im Oberbodenhorizont sowie silikatisches Material. Eine Analyse der untersuchten Trajektorien im Luv und im Lee zeigt, dass sowohl an der Luv- wie an der Leeseite Material rezent äolisch abgelagert worden ist bzw. wird. Am Edelweißlahnerkopf ist mehr Material im Jahr 2005 in Abhängigkeit von der hypometrischen Verteilung an der Luvseite abgelagert worden als 2004. Auch an der Leeseite ist im Jahr 2005 viel Material rezent abgelagert worden. Am Schrecksattel ist mehr Material an einer exponierten Luvseite gemessen worden. Die Trajektorie Guggenbühelalm zeigt ebenfalls eine Tendenz zu Ablagerung rezenten äolischen Flugstaubs an der Luv- sowie an der Leeseite. Ähnliche Ablagerungstendenzen lieferte KÜFMANN (2008) aus Untersuchungen in den Nördlichen Kalkalpen.

Der Bolus, ein reliktsicher Boden

Die Dolinen der Reiteralpe zwischen dem Reitertritt und der Schwegelalm sind gut erhalten geblieben und nach RATHJENS (1939) als präglazial einzuordnen. Die Roterde in diesen Dolinen spricht für ihr hohes Alter (RATHJENS, 1939). Ebenfalls postulierte AMPFERER (1922), dass die Rot- und Braunerden auf den Kalkhochflächen der Ostalpen zu den tertiären Böden gehören. Viele Terrae fuscae sind zum größten Teil reliktsicher und in Interglazialperioden oder sogar im Tertiär gebildet worden (REHFUESS 1981, RATHJENS 1939, SOLAR 1964). Diese Arbeit liefert dazu folgende Ergebnisse:

Eine Differenzierung zur Entstehung des Rotlehms der B- und T-Horizonte des Mineralbodens der untersuchten Terrae fuscae und vergesellschafteten Terrae fuscae (Rendzina-Terra fusca) kann unterteilt werden in:

1. Rotlehm, der aus **Lösungsrückstandverwitterung** im Kontakt zum anstehenden Ausgangsgestein entsteht;
2. Rotlehm, der im Boden entlang **geologischer Störungszonen** entsteht;
3. Rotlehmreste aus **Karstfüllungen**, die lateritischer Verwitterung unterworfen waren;
4. Rotlehm, der als Verwitterungsdecke der **lateritisch-bauxitischen Ablagerung** der Tiefen Gosau entsteht:

Zu 1) Der Rotlehm entsteht aus den Lösungsrückständen der Verwitterungsreste des Ausgangsgesteins rosa Dachsteinkalk sowie aus der Gosaukreide. In den untersuchten Bodenprofilen entstehen mächtige, rot gefärbte B- und T-Horizonte in unmittelbarer Nähe zum verwitterten Ausgangsgestein. Ein Beispiel dafür liefern die Bodenprofile 04-WSK (Foto 39). Das Foto 40 (S. 166, Profil 04-EWL) dokumentiert den Verwitterungsvorgang des Dachsteinkalkes mit fein zersplittertem Grus, der als Verwitterungsprodukt entsteht (vgl. KÜFMANN 2008).



Foto 39 : Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk Profil 04-WSK,

Die untere Gosau, die aus der Mikrobrekzie mit kleinen dunklen und hellroten, gelben und weißen Kalkstücken und Crinoidenstielgliedern besteht, zeigt oft eine tiefrote Tupfung mit tonigem Eisenoxydhydrat und erzeugt als Ausgangsgestein einen rotgefärbten Boden (Foto 40, S. 166).



Foto 40: Verwitterung und Bodenbildung Profil: 04-EWL Edelweißlahnersteig

Zu 2) Die zweite Unterteilung zur Entstehung von rotgefärbten Böden bezieht sich auf die tektonische Umwandlung des Dachsteinkalks entlang tektonischer Störungszonen. Die linear gerichteten Störungszonen sind in der geologisch-tektonischen Karte (Abb. 82) erkennbar. Die rote Färbung des Bodens und des veränderten Ausgangsgesteins ist im Gelände räumlich abzugrenzen. Die rot markierten Kreise in Abb. 75 weisen auf die Fundorte dieser Böden hin. Besonders geeignete Stellen lassen sich im Untersuchungsgebiet entlang der Rossgasse, der Saugasse und der Schrecksattelgasse erkennen.



Abb. 75: Geologische Karte der Reiteralpe mit Störungen. Geologische Karte des Nationalparks Berchtesgaden. (LANGENSCHIEDT & OTHOLT 1998) 1:25 000

Die vergesellschafteten Bodenformen von Terraefuscae und Braunerden und das tektonisch geprägte Ausgangsgestein Dachsteinkalk weisen einen leicht zu erkennenden Farbunterschied des Ausgangsgestein gegenüber dem weißen und rosa nDk auf. Die Farbe der Böden der B/T-Horizonte spiegeln diese Erkenntnis wider. In Anlehnung an RATHJENS (1939) bezeichnen wir diese Böden (Profil 05-SG), dargestellt in Foto 39, als Bolus. Die Farbe des Bodens und des Ausgangsgesteins, das tektonisch geprägt ist, weist eine deutliche andere, helle bis besonders dunkelrote Färbung auf.



Foto 41: Rendzina-Terra fusca über Residuallehm aus Dachsteinkalk Profil 06-SG

ZU 3 und 4) Rotlehm, der entsteht als Verwitterungsprodukt der Karstfüllungen und der lateritisch-bauxitischen Ablagerung der Tiefen Gosau. Eine weitere Analyse der Bodenprofile am Großen Bruder-Sattel (04-GBS) um 1830m ü. NN zeigt ebenfalls eine Diskordanz zwischen den Bv- und Cn-Horizonten in einer Bodentiefe zwischen 20cm und 40cm. Der prozentuale Titanoxidanteil steigt von 0,51% auf 1,13% an, der prozentuale Anteil des Siliziumoxids ebenso von 19,15% auf 55,54%. Die Diskordanz stellt sich als Evidenz für die Anwesenheit einer eindeutigen Verwitterungsdecke der Gosau dar.

Das Fazit der vorliegende Arbeit besagt, dass die Böden der Gosau-Decke als reliktsche Böden einzustufen sind, wobei reliktsch auf die präglaziale Entstehung verweist (DUFFY, 2003) sogar auch (prä-)tertiär Entstehung verweist bezüglich der Entstehung der Bolus und den rot gefärbten Böden der Reiteralpe und liefert die Erklärung für die mächtigen Bodentiefen im Osten der Reiteralpe. Diese Ergebnisse bestätigt ebenso die Annahme von RATHJENS (1939) und GÜMBEL (1861), dass der Bolus als reliktscher Boden eingestuft werden kann.

13.3 Glazialogie und Glazialformenschatz

Die Plateauvergletscherung und der Eisstrom über den Wachterlsteig, Schrecksattel und Alpaalmsteig

Ob die Gosau-Decke das ganze Gebiet der Reiteralpe flächenhaft bedeckte, kann derzeit nicht bestätigt werden. Es existieren unterschiedliche Theorien dazu.

Die Gosau-Decke befindet sich im Mineralspektrum der Mineralbodenhorizonte der Terrae fuscae, Braunerden und Lössbraunerden an diversen Fundstellen der Reiteralpe: im Norden am Schrecksattel, im Osten am Wachterlsteig sowie im Süden am Alpaalmsteig. Diese Stellen korrelieren jedoch bezüglich des Transportweges des Plateaugletschers im Würmglazial. Für den Plateaugletscher gab es an mindestens drei Stellen eine Abflussmöglichkeit: über die Alpaalpe in das Donnersbachtal zum Saalacheis hin, über die Schwegelalpe zur Schwarzbachwacht und über den Böselsteig hinunter zur Halsgrube (GILLITZER, 1912, RATHJENS, 1939, FISCHER, 1988). Es ist durchaus möglich, dass es hier zu einer Umlagerung der Gosau-Decke aus dem Reitertrittgebiet bis hin zum Wachterlsteig und zum Schrecksattelsteig gekommen ist.



Abb. 76: Plateauvergletscherung und die Hauptbewegungsrichtungen

Die Schwegelalmrandsenke bietet am Nordrand der Reiteralpe eine hervorragende Sammelokalität für die Eismasse. Die Braunerden der Dolinen an der Schwegelalm erwiesen sich als mächtige Böden (20-60cm) in der unteren subalpinen Stufe. Sie können durchaus als Lössbraunerden eingeordnet werden.



Foto 42 : Blick vom Weitschartenkopf nach Nordosten zum Schwegelalm (08-2010)

Die Annahme von GILLITZER (1912), dass die sich die Plateauvergletscherung an der untersten Sohle nicht bewegt habe, hat sich als falsch erwiesen. Möglich ist allerdings, dass der Plateaugletscher vom Reitertritt und Guggenbühelalm die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Gosau nach Süden, nach Norden und nach Osten mittransportierte. Die Verwitterungsreste der lateritisch-bauxitischen Ablagerung der Gosau sind im mineralogischen Spektrum des Bodens gut erhalten und nachweisbar. Das Reitertritt, der Weitschartenkopfgang, die Hiefelwand und die Guggenbühelalm stellen die Hauptkonzentrationszonen der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau dar. Die Ablagerungen sind an hier in fester Form erhalten geblieben.

Das Reitertritt wird sowohl von FISCHER (1988) als auch von GILLITZER (1912) als Hauptsammelbecken des Plateauweises angesehen. Weitere Beweise für eine Gletscherbewegung an der Sohle des Gletschers ist an den Rundhöcker-Verformungen des Gosaus und der Dachsteinkalkflächen an der Alten und Neuen Traunsteiner Hütte zu identifizieren Foto 13, 16 (vgl. DUFFY 2003) sowie das Konglomerat-Vorkommen (vgl. Profile 04-GrD, 04-Dolinenfeld2) besteht aus eckigen, großen und kleinen Stücken von Dachsteinkalk, seltener Hierlatzstücke, welches als Bindemittel für die Gesteinsmasse funktionierte und von GILLITZER (1912) als Grundmoräne bezeichnet wird.

Die vorliegenden Ergebnisse belegen, dass die Plateauvergletscherung den damals entstandenen Boden nicht vollständig erodiert hat. Der oberste Horizont des Bodens ist selbstverständlich aufgrund der erosiven, abrasiven und korrosiven Wirkung der Gletscherbewegung erodiert und mittransportiert worden, jedoch ist ein Anteil des Bodens erhalten geblieben. Viele Böden der Reitalpe sind daher als reliktsche Böden zu betrachten.

Glazialformenschatz: Weitschartenkopfkar

Am steilen Südhang zwischen den Großen Brüdern und dem Weitschartenkopf ist eine sesselförmige Felswanne in einem steilen Berghang zu erkennen, die einen flach gewölbten Boden und einen anschließenden Anstieg zur Karschwelle aufweist (Foto 43, 44), also ein Kar. Dieses wurde weder von RATHJENS (1939) und FISCHER (1988) noch von GILLITZER (1912) als Kar identifiziert.



Foto 43: Weitschartenkopfkar, ein Kar mit Karschwelle. Blick nach Süden vom Weitschartenkopf, Drei Brüder (rechts im Bild)



Abb. 77: Weitschartenkopfkar mit interpolierten potenzielle Oberflächen Eismasse gezeichnet



Foto 44: Weitschartenkopfkar und eine Karschwelle.

Die lange Karschwelle, die gut im Foto 41 erkennbar ist, beinhaltet einen Kolluvisol mit einer Mächtigkeit von 78-125cm, in dem in >125cm mächtige lateritisch-bauxitische Ablagerungen in fester Form zu finden sind. Das Lockermaterial der C-Horizonte an diversen Bodenprofilen der Nixlochprofil(04-Nix)-Reihe ist ebenso durch die Auswertung der Georadar-Untersuchungen bestätigt worden (Abb. 31, S.95). Das Kar wird hiermit als „Weitschartenkopfkar“ benannt. Abb. 77, (S. 170) zeigt die potentielle Eisoberflächenwölbung.



Foto 45: Weitschartenkophang
Blick von der Neue Traunsteiner Hütte nach Westen zum Weitschartenkopf

13.4 Zur Quantifizierung rezenter Flugstäube in den Nördlichen Kalkalpen

Die Ergebnisse dieser Arbeit liefern neue Erkenntnisse zur Quantifizierung rezenter Flugstaubeinträge in ihrer temporalen sowie räumlichen Abhängigkeit. Die Ergebnisse zur temporalen Analyse rezent äolischer Flugstaubsedimentation wurden in dieser Arbeit nicht vorgestellt. Sie liegen bereits vor, werden aber erst zu einem späteren Zeitpunkt veröffentlicht. Es sind beträchtliche Mengen an organischem, karbonatischem sowie silikatischem Material in die alpinen sowie subalpinen Stufen des Hochkarsts der Nördlichen Kalkalpen transportiert und abgelagert worden.

Mit Ausnahme von KÜFMANN (2008, 2003, 2004, 2006) liegen kaum Untersuchungen in den Nördlichen Kalkalpen bezüglich der Ablagerungstendenzen nassen äolischen Flugstaubs vor. Während in Neuseeland (HAMISCH et.al, 1995), auf Kreta (NIHLEN v. HERMADEN, 1945) und in dem Wind River Range (DAHMS & RAWLINS, 1996) Regen und Schneestaub untersucht worden sind, wurde im Alpenbereich v.a. Sarahastaub (WAGENBACH & GEIS, 1989) und Schneestaub (GRUBER, 1975) untersucht, was für diese Arbeit keinen Vergleich der Werte ermöglicht.

KÜFMANN (2008) stellte in den Messjahren 2002 und 2003 im Hochkarst auf der Reiteralpe fest, dass das Flugstaubmaterial überwiegend aus dem silikatischen Anteil bestand. Dieser war deutlich höher als der organische und karbonatische Anteil. Die Ergebnisse aus den Messjahren 2004 und 2005 zeigten jedoch eine Dominanz des organischen Anteils gegenüber dem silikatischen Anteil. Die Ergebnisse der Sommer-Nassflugstaubmessungen sind aus Tab.69 zu entnehmen. Während in den Jahren 2004 und 2005 mehr rezent äolisches Flugstaubmaterial auf der Reiteralpe gemessen worden ist, sind die Werte gut vergleichbar mit den Messungen von KÜFMANN (2008) in den Nördlichen Kalkalpen.

Tab. 69: Ergebnisse der Sommer-Flugstaubuntersuchungen in den Nördlichen Kalkalpen. Mittelwerte gemessen in $\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$

Author	Nördlichen Kalkalpen	Sommer	$\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$	Org. ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$)	Ccarb ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$)	Silikat ($\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{d}$)
KÜFMANN 2003,2008	Zugspitzplatt	2002	20,50	9,50	0,70	10,10
		2003	10,50	4,10	0,10	6,20
KÜFMANN 2006,2008	Karwendelgrube	2002	9,20	4,60	0,30	4,40
		2003	12,60	3,70	0,20	8,80
KÜFMANN 2008	Reiteralpe	2002	8,50	4,00	0,10	4,30
		2003	6,10	1,90	0,10	4,10
DUFFY 2011	Reiteralpe	2004	13,35	7,37	2,08	3,90
		2005	16,06	11,91	1,37	2,79

Ein großer Unterschied zu den Ergebnissen von KÜFMANN (2008) liegt in der unterschiedlichen Zusammensetzung des Flugstaubes. In den Untersuchungen des Hochkarstes auf dem Zugspitzplatt in den Nördlichen Kalkalpen von KÜFMANN (2003) dominiert der silikatische Anteil (56%) an der Gesamtflugstaubzusammensetzung, gefolgt vom organischen Anteil (41%). Der Kalkanteil (3%) war besonders niedrig.

Die vorliegenden Messungen zeigten hingegen eine Dominanz des organischen Anteils, gefolgt vom silikatischen und karbonatischen Anteil. Eine bedeutende Beobachtung lässt sich anhand des organischen Anteils am Flugstaubmaterial feststellen. Die gewonnenen Daten weisen im Jahr 2004 sowie im Jahr 2005 auf einen hohen organischen Materialanteil hin. Der prozentuale Anteil überschreitet in fast allen Messzeitperioden die 50%-Marke. Im Jahr 2004 wurde ein prozentualer

Anteil von 38-70% und im Jahr 2005 ein Anteil von 49-85%, jeweils in den Sommer- und Herbstmonaten gemessen. Der prozentuale karbonatische Anteil ist dagegen niedrig, jedoch bei unseren Messungen viel höher als die Werte von KÜFMANN (2003, 2006, 2008). Die gewonnenen karbonatischen Daten zeigen eine prozentuale Verteilung von 13-21% im Jahr 2004 und von 5-18% im Jahr 2005. Der silikatische Anteil des Flugstaubmaterials erweist sich im Untersuchungsgebiet als überraschend hoch im Vergleich zu den gewonnenen Daten des organischen und karbonatischen Anteils am Flugstaubmaterial. Im Jahr 2004 ist eine prozentuale Verteilung von 16,5-49%, im Jahr 2005 eine prozentuelle Verteilung von 10-33% festzustellen.

Die Schwankungen der organischen, karbonatischen sowie silikatischen Anteile weisen keinen positiven temporalen oder räumlichen Zusammenhang auf (*Anhang, S. 128-129*).

Der Grund dafür liegt an den komplexen meteorologischen Parametern:

- den Niederschlagsmengen,
- der Niederschlagshäufigkeit,
- der Anzahl der Trockentage,
- dem Temperaturverlauf,
- der Windgeschwindigkeit und
- Windrichtung sowie an
- der komplexen Natur der Korngrößenverteilung der Flugstäube und
- der räumlichen Verteilung des Flugstaubmaterials im Untersuchungsgebiet.

Bei größeren Niederschlagsmengen mit hoher Niederschlagshäufigkeit sowie in Gebirgsregionen mit schneebedeckten Flächen wird das Aufwirbeln von Flugstaub im Abtragungsgebiet verhindert. Stärkere Winde, Trockentage, hohe Temperaturen wirken im Abtragungsgebiet jedoch als weitgehend fördernd bei der Aufwirbelung der Flugstäube. Im Ablagerungsgebiet sind aber die **Niederschlagsmengen, Niederschlagshäufigkeit, Windrichtung und Windstärke** eher von Bedeutung.

Es besteht kein Zusammenhang zwischen der sedimentierten Gesamtflugstaubmenge und den einzelnen Messperioden. Über einer Fläche von 1cm² pro Tag ergibt sich für das Jahr 2004 eine mittlere Flugstaubeintragsrate von 0,85 µg/cm²/d bis 37,45 µg/cm²/d. Im Jahr 2005 wurde eine mittlere Flugstaubeintragsrate von 2,38 µg/cm²/d bis 8,35 µg/cm²/d gemessen. Während die mittleren Eintragsraten im Jahr relativ niedrig aber konstant geblieben sind, kann man zu den Ergebnissen im Jahr 2004 keine Aussage machen. Sie weisen eher einen heterogenen Charakter auf.

Lokales Herkunftsgebiet während langanhaltender Trockenphasen

Herausragend ist das Vorkommen und der Anteil von Chromspinell in der Schwermineralanalyse des rezent äolisch abgelagerten Flugstaubs. In Intervallzeiten mit längeren Trockenphasen war ein Chromspinell-Anteil von 20% mit der Korngrößenfraktion „feiner Sand bis mittlerer Sand“ des Korngrößenspektrums zu messen. Die räumliche Ablagerungstendenz von Chromspinell zeigt im Untersuchungsgebiet eine Übereinstimmung mit dem in Oberbodenhorizonten und in B- und T-Horizonten gemessenen Chromspinell aus der Schwermineralanalyse. Das Ergebnis belegt das Potential für ein lokales Abtragungsgebiet.

Bei heftigen Gewittern auf 1600m kann man beobachten, wie riesige Hagelkörner den Boden mit einer gewaltigen Geschwindigkeit treffen. Diese Einschläge aus der Luft auf den Boden und die Gesteinsoberfläche führen meines Erachtens dazu, dass die Minerale des Oberbodenhorizontes sowie anstehendes Gestein in die Auffangbehälter gelangen. Daraus kann man auf ein lokales Herkunftsgebiet des Minerals Chromspinell schliessen.

Die Identifikation von Getreidekörnern und Spelzen in den Niederschlagsproben des rezent abgelagerten Flugstaubmaterials weist ebenfalls auf lokale Herkunftsgebiete hin.

14. Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit

Die **Substratdecke der Reiteralpe** weist autochthone und rezent allochthone Böden auf sowie Böden auf der Lössdecke und Gosaudecke.

Die **Rendzinen, Braunerden und Terraes fuscae** der Reiteralpe sind als in situ entstandene, autochthone Böden der Gosau- und spätglazialen Lössdecke zu kennzeichnen, die im Holozän teils äolisch geprägt und durch eine rezente allochthone Decke polygenetisch überformt worden sind.

Die **Gosau-Decke** ist eine autochthone entstandene Decke einer terrigenen, klastischen Abfolge, die im Zusammenhang mit einer verwitterten lateritischen Gosauablagerung entstand. Das Material gelangte in den sedimentären Kreislauf und bildete eine Bodendecke auf der Reiteralpe, die die Bodenbildung von Terra fusca und Braunerde-Podsolen unterstützt.

Die lateritisch-bauxitische Ablagerungen der Tiefen Gosau: Die mineralogischen Ergebnisse der lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Reiteralpe stimmen mit anderen Bauxitvorkommen in den Nördlichen Kalkalpen überein (CINCURA 1989, SCHULZ & HEISSEL 1997, SCHROLL&SAUER 1964 und 1968). Kennzeichnend für Karstbauxit ist der hohe Anteil von Fe und Ti und der hohe Anteil der Spurenelemente der Ferridengruppe: Ni, Co, Cr, V.

Im Untersuchungsgebiet weisen die Böden der Gosau nur wenige dieser Spurenelemente auf. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen auf der Reiteralpe weisen dagegen hohe Werte der Spurenelemente: La, Cr, Pb, Sr, V und Z auf. Die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen sind in umgelagerter Form in den Böden des Untersuchungsgebiets gut erhalten geblieben. Die vorliegende Arbeit erweitert die bisherigen Veröffentlichungen der geologischen Kartierungen des Nationalparks Berchtesgaden, Bayerns und Österreichs, um neue Aspekte der Stratigraphie der Reiteralpe.

Am steilen Südhang zwischen den Großen Brüdern und dem Weitschartenkopf ist eine sesselförmige Felswanne in einem steilen Berghang zu erkennen, die eine flach gewölbte Vertiefung und einen anschließenden Anstieg zur Karschwelle aufweist, also ein Kar. Dieses wurde weder von RATHJENS (1939) und FISCHER (1988) noch von GILLITZER (1912) als Kar identifiziert. Das Lockermaterial der C-Horizonte an diversen Bodenprofilen der Nixlochprofil (04-Nix)-Reihe ist ebenso durch die Auswertung der Georadar-Untersuchungen bestätigt worden. Das Kar wird hiermit als „**Weitschartenkopfkarr**“ benannt.

Zusammenfassung der Ergebnisse der Vegetationskartierung

In den großen und kleinen Dolinen der unteren und mittleren subalpinen Höhenstufe kommt kein Baumwachstum vor, obwohl die klimatologischen Gegebenheiten dies ermöglichen würden. Der Grund ist darin zu sehen, dass die Dolinen als Kaltluftsammler dienen und daher für den Baumwuchs nicht geeignet sind.

Die Verbreitung der *Pinus mugo* in der unteren und mittleren subalpinen Stufe ist mikrotopographisch betrachtet reliefbedingt. Sie besiedelt die Flächen der Karren in der Karrendolinenlandschaft. Die nahezu flächendeckende Verbreitung der *Pinus mugo* auf der Plateauebene der mittleren subalpinen Höhenstufe zwischen Saugasse Schrecksattel belegt diese Feststellung nachdrücklich. Die Lärchen-Zirben-Wälder *Larici-Pinetum cembrae* besiedeln die Flächen zwischen den Karren.

Das zweite Ziel der Vegetationskartierung war die Identifizierung von kalkfremden Arten im Untersuchungsgebiet. Es war außerordentlich schwer, Indizien für kalkfremde Arten auszumachen. In einer Höhe von 1830m sind die Landkartenflechten *Rhizocarpon geographicum* identifiziert worden. Sie gelten als silikatische Felsvegetationsanzeiger.

Zusammenfassung der Ergebnisse der mikrotopographisch bedingten Ablagerungsräume von rezentem äolischem Flugstaubmaterial

Es werden beträchtliche Mengen an organischem, karbonatischem sowie silikatischem Material in die alpinen sowie subalpinen Höhenstufen transportiert und dort abgelagert.

Der A/O-Horizont der Rendzinen zeigt, dass der rezente Flugstaub einen wesentlichen Einfluss auf die Bodenbildung in der alpinen und oberen subalpinen Stufe ausübt.

Im Jahr 2004 sowie im Jahr 2005 stellten sich die vegetationsarmen Almflächen mit ihren Matten und Rasengesellschaften als besonders geeigneter Ablagerungsraum für rezente äolische Flugstäube heraus. Eine mittlere Eintragsrate von 0,009 mg/cm²/d oder 7,31 mg/d ist im Jahr 2004 gemessen worden. Dies entspricht 79% der Gesamtsumme des Flugstaubmaterials im Jahr 2004 und 74% im folgenden Jahr. Es wurde ferner doppelt so viel organischen wie silikatisches Material im Jahr 2004 abgelagert.

An den Messstellen der vegetationsdichten (vd) sowie vegetationsarmen Flächen (va) ist mehr rezent äolisches Material abgelagert worden als an Flächen, die frei von Vegetation sind. Das Fazit: Flächen mit Vegetation dienen als bevorzugte Standorte für die Akkumulation von Flugstaubmaterial.

Sowohl an der Luv- als auch an der Leeseite ist rezent abgelagertes Material gemessen worden. Während am Edelweißlahnerkopf mehr Material in Abhängigkeit von der hypometrischen Verteilung an der Leeseite abgelagert wurde, ist am Schrecksattel mehr Material an der exponierten Luvsee gemessen worden. Die Trajektorie Guggenbühelalm zeigt eine Tendenz zur Ablagerung an der Luvseite sowie eine Tendenz zur Ablagerung an der Leeseite von rezentem äolischem Flugstaub.

Im Jahr 2004 ist insgesamt 0,003mg/cm²/d an Flugstaubmaterial im Bereich der Schwegelalm in der unteren subalpinen Vegetationshöhenstufe abgelagert bzw. gemessen worden, während im Jahr 2005 die Eintragsrate auf 0,002 mg/cm²/d zurückgegangen ist. Dies entspricht einem prozentualen Anteil von nur 3% gegenüber dem prozentualen Anteil von 11% im Jahr 2004.

Anhand dieser ausgewählten Beispiele ist das Zusammenspiel von starken, Niederschlagbringenden und trockenen Nordwinden im Jahr 2005 sowie der trockenen Südostwinde im Jahr 2004 interpretierbar.

Am meisten rezentes Flugstaubmaterial ist im Jahr 2005 an den Messstellen der nach Norden gerichteten Hänge abgelagert worden. Der prozentuale Anteil an der Gesamtflugstaubmenge lag bei 35%. Dieser Fakt ist von Bedeutung. Während die Böden einen geringen Anteil von nicht-karbonatischem Material im Oberbodenhorizont aufweisen, wird eine beträchtliche Menge an rezentem äolischem Material allochthoner Art abgelagert.

Eine Abhängigkeit zwischen dem Parameter „Hangneigung“ und dem rezent äolischen Flugstaubeintrag konnte nicht festgestellt werden. An steilen sowie nicht geneigten Hängen wurden 4mg/d im Jahr 2005 rezent gemessen.

Wichtig ist die Theorie der Dolinen und ihrer Funktion als Kaltluftsammler (SWEETING, 1972), die von einem „inversen zonalen Vegetationsvorkommen“ in den tieferen Dolinen ausgeht. Dies ist die Erklärung dafür, dass es in den Dolinen überhaupt einen hohen Eintrag an Flugstaubmaterial gibt. Aufgrund der höheren Dichte der Kaltluft wird das Flugstaubmaterial in der Dolinenform bevorzugt abgelagert. Die Vegetationsbedeckungsdichte ist daher entscheidend für die Wahl der Ablagerungsräume. Diese Tatsache wird deutlich an den Messungen an den Dolinen des Reitertretts und der Schwegelalm.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Abhängigkeit der Bodenentwicklung von der Mikrotopographie

Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Geologie:

- Es besteht dabei ein direkter Zusammenhang zwischen der Geologie und dem Stand der Bodenentwicklung.
- Die Rendzinen und Braunerden bilden sich häufig auf Flächen über norischem Dachsteinkalk. Die Mineralbodenhorizonte sind karbonatreich, der Chloritanteil der Tonfraktion ist erhöht und auch der Gesamteisenteil des Mineralspektrums ist erhöht, was die Bildung der Braunerden fördert.
- Ähnlich lässt sich der Entwicklungszustand der autochthonen und allochthonen Böden über den Gosau-Schichten und über der Gosaudecke charakterisieren. Hier bilden sich vor allem die Braunerden und *Terrae fuscae*. Bei Zufuhr des nicht karbonatischen Anteils entstehen, unterstützt durch den Podsolierungsprozess, Bodentypen wie Braunerden und *Terra fusca*.
- Auf Flächen über den Glanecker Schichten entsteht die Bodentyp *Pseudogley*. Mit Zufuhr des karbonatischen Anteils der anstehenden Glanecker Schichten entstehen komplexe Böden: Humuspodsol-Pseudogley und Braunerde Podsol-Kalkpseudogley.

Raummuster von Boden in Abhängigkeit der Vegetationshöhenstufen

- Die Böden der mittleren subalpinen Stufe sind am besten über die Geologie zu differenzieren. Gut zu erkennen ist der autochthone Charakter der Böden im Liegend, während im Hangenden eine allochthone Bodendifferenzierung nachgewiesen werden kann. Eine besonders hohe Bodenmächtigkeit >3m existiert in den Dolinen über den Glanecker Schichten, Humuspodsol Pseudogley, Braunerde-Podsol über Kalkpseudogley.
- Darüber hinaus ist an gestreckten Südhängen, gebunden an die Gosaudecke, eine Konzentration von mäßigen podsoligen Braunerden festzustellen, während sich Braunerde-Terra fusca in unmittelbarer Nähe an steilen, konvexen Südhängen befinden.
- Der Parameter Höhenlage erlaubt hier eine differenzierte Beschreibung der Bodenentwicklung.
- in der unteren subalpinen Stufe befinden sich die Dolinen an der Schwegelalm die ebenfalls große Bodenmächtigkeiten besitzen. Nachzuweisen sind Braunerden und Parabraunerden, vergesellschaftet mit pseudovergleyten Erscheinungen über Dachsteinkalk. Die allochthonen Braunerden füllen die Dolinen des Dachsteinkalks aus.
- In allen Höhenstufen auf der Reiteralpe sind allochthone Böden weit verbreitet.
- Die Dolinen und muldenförmigen Depressionen bieten sich als Akkumulationslagen mächtiger Böden an.
- Die exponierten Gipffluren und -bereiche des Hochgebirges sind aus mikrotopographischer Sicht weniger betroffen von rezenten äolischen Einträgen als die niedriger gelegenen Flächen.
- Autochthone Böden erweisen sich als weniger mächtige Böden. Sie befinden und entwickeln sich am häufigsten in der alpinen Vegetationshöhenstufe.

Raummuster von Boden in Abhängigkeit der Vegetationsdichte

- Der Grad der Vegetationsbedeckung zeigt uns, dass die Vegetation der Oberbodenhorizonte als Staubbänger äolischen Materials fungiert.
- Standorte mit einer Vegetationsbedeckung aus Matten und Rasengesellschaften fangen etwas mehr äolische Mineralen im Ah-Horizont auf als Standorte mit dichtem Waldbestand oder Kleingewächs.
- Wenn man beide Vegetationsräume zusammen betrachtet, so dienen dennoch beide als äolische Staubbängerräume.

- Bodenraummuster von vegetationsbedeckten Flächen zeigen sich als optimale Standorte für eine allochthone und polygenetische Bodenbildung.
- Die Bodenraummuster von vegetationsfreien Flächen sind dagegen durch eine überwiegend autochthone Bodenbildung gekennzeichnet. Auf diesen vegetationsfreien Flächen ist anhand der Korngrößenanalyse ein prozentual erhöhter Sandanteil festzustellen. Die charakteristischen Böden, die sich auf diesen Flächen bilden, sind die Rendzinen und O/C-Böden.
- An steilen Nordhangfelsen sind in der oberen subalpinen und alpinen Stufe ist das Vegetationsvorkommen arm, die Bodenmächtigkeit ist gering, es herrscht eine Rendzinen-Vielfalt vor: Mullrendzina, Pechrendzina, Polsterrendzina autochthoner Art, die im Ah-Horizont einen besonders hohen Illit-Anteil besitzen, wie die Tonmineralanalyse ergeben hat. Die Korngrößenanalyse belegt einen erhöhten Fein- bis Grobsandanteil.

Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Hangmorphologie

- An steilen Hängen mit einer Neigung von 20-30° wurden genauso viele Schwerminerale, Karbonat- und Silikatanteile gemessen wie an den nicht geneigten Flächen. Die statistische Analyse zeigte wenige Anhaltspunkte um signifikante Unterschiede feststellen zu können.
- Festzuhalten ist jedoch, dass nach der Korngrößenanalyse an den nicht geneigten Flächen, hier: den Dolinenböden, ein hoher Sand- sowie Tongehalt gemessen worden ist. Es lässt sich gut zeigen, dass der Sandanteil einen erheblichen Anteil im großen Korngrößenspektrum ausmacht: Us/Ut2 Ut3 Uls.
- Man kann ferner einen Zusammenhang herstellen zwischen rezenten Mineralen mit den Korngrößen 63-2000µm, die im rezenten Niederschlag in den Dolinenböden nachgewiesen worden sind und dem Sandanteil der Bodenanalyse.
- Allochthone Böden befinden sich überwiegend an **gestreckten Flächen und Hängen**, weniger an konvexen oder konkaven Hängen. Die Oberbodenhorizonte sind durch einen erhöhten Sandanteil gekennzeichnet als sandiger Schluff, mittellehmiger Sand oder sandig-lehmiger Schluff.
- Die Böden, die sich an **konkaven (Cv) und konvexen (Cx) Hangwölbungen** befinden, sind im Kontrast dazu als schluffige Böden Uu/Ut2, reine Schluff- Böden oder schwachtonige Schluff-Böden zu kennzeichnen.
- Die Böden auf **gestreckten Flächen** oder **Hängen** enthalten einen großen Anteil an nicht-karbonatischem Material und Schwermineralen. Darüber hinaus ist der prozentuale Anteil des Chlorits in der Tonfraktion des Oberbodenhorizontes deutlich höher als in den Böden, die sich an konvexen oder konkaven Hängen befinden. Der erhöhte Chlorit-Anteil tritt zusammen mit einem hohen Gesamteisenanteil in den allochthonen Böden auf. Das spricht für die Bildung und Entwicklung der Braunerden auf gestreckten Wölbungen.
- Ferner muss auch zwischen Böden auf konvexen und konkaven Hangwölbungen unterschieden werden. Die Böden an **konvexen Hangwölbungen** befinden sich im frühen Bildungsstadium verglichen mit den Böden im entwickelten Zustand an konkaven Hangwölbungen.
- An **konvexen Hangwölbungen** kommen nicht nur die autochthonen Böden im frühen Entwicklungsstadium vor, d.h. Rendzinen (Tangel-,Pech, Mull) bis Braunerden (schwach podsolige Braunerde über Gosau), sondern auch die komplexen sowie allochthonen Bodentypen.
- An **konkaven Hangwölbungen** befinden sich mächtigere Böden mit einem ermittelten Mittelwert der Mächtigkeit von 60cm verglichen mit den Böden der konvexen Hängen (Mittelwert der Mächtigkeit: 29,7cm). Darunter befinden sich die Rendzinen und Braunerden. Sie sind Vertreter der autochthonen Bodenbildung. Dazu kommen die Kolluvisole. Sie sind Vertreter der mächtigeren Böden. Ebenso treten eine Reihe von Böden in komplexen Entwicklungsstadien auf: Braunerden über autochthoner Terra fusca, Braunerden über Gosaudecke, Braunerde-Podsol über Kalkpseudogley über Glanecker Schichten, Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten.

- **Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Exposition**
- Am Nordhang tritt überwiegend autochthones, karbonatreiches Material im Oberbodenhorizont auf. Hier sind OC- sowie Rendzina-Bildungen anzutreffen.
- Am Nordhang kommen eindeutig überwiegend mehr autochthone Böden vor als auf Hängen mit der Exposition Süd, Ost oder auf der Plateauebene. Darüber hinaus ist der Illitanteil im Oberbodenhorizont dementsprechend hoch: 58-67%. Diese Böden sind als Rendzina und OC-Böden anzusprechen (Pech-Tangel-Polster, Braunerde-Rendzina) und sind geringmächtig (2-40cm).
- Die allochthonen Böden am Nordhang sind ebenso geringmächtig und entwickeln sich langsam aus der Rendzina in einer polygenetischen Entwicklung zur allochthonen Terra fusca-Braunerde und Braunerde-Rendzina.
- Die Südhänge sowie die Plateauebene bieten sich als optimale Ablagerungsstandorte für nicht-karbonatisches Material an. Daraus entsteht eine Vielfalt von allochthonen Böden mit mächtigen Substraten.
- Die Südhänge hingegen sind nach dem Grad der Vegetationsbedeckung mit Matten und Rasengesellschaften gut bedeckt. Die Hänge sind ebenso steil. Es kommen autochthone Böden und komplexe Bodenbildungen vor: Tangelrendzina, Kolluvium, Pechrendzina, schwach entwickelte Braunerden, Terra fusca-Braunerde sowie massige podsolige Braunerden, Terra fusca über autochthoner Braunerde. Der prozentuale Anteil des Karbonatgehaltes im Oberbodenhorizont ist deutlich geringer, während der silikatische Anteil des Südhanges einem Mittelwert von 29,74% entspricht. Dies ist auf die Lithologie am Weitschartenkopfgang zurückzuführen.

Raummuster von Böden in Abhängigkeit der Karstmorphologie

Entlang von Karst-Topossequenzen entstehen

- in den Dolinen die Braunerde vergesellschaftet mit Pseudogley-Erscheinungen.
- Die Terrae fuscae bilden sich entlang der Karstgassen
- während sich die Rendzinen an den anstehenden Rundkarren herausbilden.

Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Bodenmächtigkeit

- Im Untersuchungsgebiet ist eine maximale Bodenmächtigkeit bei den Humuspodsol-Pseudogley sowie Kalkpseudogleyen von >400cm gemessen worden. Ferner wird ein Kolluvisol von >220cm sowie die Braunerde-Terra fusca von 125cm am sehr geneigten, konvexen Hang am Südhang gemessen.
- Solche **mächtigen Substratdecken** sind mit einer Häufigkeitsverteilung von 15% im Untersuchungsgebiet vertreten. Sie kommen weniger in der alpinen Stufe vor, sind jedoch in der mittleren und oberen subalpinen Stufe gleichermaßen vertreten.
- In der mittleren subalpinen Stufe finden sich die mächtigen Böden an schwachgeneigten konkaven Hängen und an gestreckten Hängen, verbreitet mit Matten und Rasengesellschaften.
- Die mächtigen Böden der oberen subalpinen Stufe sind ebenfalls an konkaven und gestreckten Hängen zu finden. Diese Hänge sind nach der Hangmorphologie mittel geneigt bis steil.
- **Geringmächtige Substratdecken** mit einer Mächtigkeit von 0-20cm kommen dagegen fast doppel so oft vor wie die sehr mächtigen Böden und das mit einer Häufigkeitsverteilung von 27%.
- Diese Böden entsprechen den OC-Böden, Rendzinen sowie auch den Podsolen und Braunerden.
- Sie verteilen sich annähernd gleichmäßig über alle Stufen.

- Die alpine Höhenstufe weist statistisch betrachtet häufiger vegetationsfreie, geneigte Hänge auf.
- Im Untersuchungsgebiet ist die Bodenmächtigkeit 20-60cm am häufigsten mit einer Häufigkeit mit 58%.
- Flächen und Hänge mit einer **mittleren Substrat Mächtigkeit** befinden sich überall. Mikrotopographisch, finden sich die o.g. Bodenmächtigkeiten bevorzugt auf gestreckten Flächen und Hängen aller Höhenstufen, die Matten und eine dichte Vegetationsbedeckung besitzen.
- Der Schulterbereich am Weitschartenkopf liefert Indizien für eine mächtige Bodendecke, die teils von Schutt gefüllt ist. Die geomorphologische Form am Schulterbereich ist als *Kar* zu bezeichnen. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen sowie der Georadarmessungen haben also einen neuen Befund hervorgebracht.

Das Raummuster von Böden in Abhängigkeit von der Korngrößenverteilung

- Mit einem Gesamt-Mittelwert von 13% ist der **Sandanteil** mit einer Korngrößenfraktion von 63-2000µm hauptsächlich in den steilen und sehr steilen, vegetationsfreien Hängen der alpinen Höhenstufen sowie auf den mit Matten und Rasengesellschaften bedeckten, gestreckten Flächen der Plateauebene der mittleren subalpinen Höhenstufe gemessen worden. Diese räumliche Verteilung lässt sich optimal im Untersuchungsgebiet eingrenzen.
- Die Bodenartengruppe entspricht Sandschluffen (su) bzw. bei höherem Sandanteil lu.
- Dagegen ist der **Tonanteil** mit einem statistischen Gesamt-Mittelwert von nur 7% berechnet worden.
- Die Haupttonkonzentrationszonen befinden sich an die geraden Flächen in den Matten und Rasengesellschaften der Plateauebene der mittleren subalpinen Stufe sowie an den sehr geneigten konvexen und konkaven, nach Süden geneigten Hängen der oberen subalpinen Stufen. Die Bodenartengruppe entspricht Lehmschluffe lu, gekennzeichnet unter anderem durch einen Tongehalt von 8-12% (Ut2).
- Die Konzentration der Lehmschluffe liegt eindeutig im Bereich der mikrotopographischen Grenze des Tiefenbereichs zum konkaven Hangbereich.
- Der Hauptanteil der Korngrößenfraktion 2-63µm ist im Untersuchungsgebiet mit einem Gesamt-Mittelwert von 80% berechnet worden.
- Der hohe **Schluffanteil** lässt sich mikrotopographisch überall im Untersuchungsraum finden.
- Einen besonders hohen Anteil von hat sich an den nach Süden gerichteten, konkaven, konvexen und gestreckten Hängen der oberen subalpinen Stufen konzentriert (Mittelwert bei 88-95%). Ferner sind die nach Norden gerichteten Hänge mit einem gemessenen Schluffanteil von 85-90% auch eine wichtige Akkumulationslage für Schluff.
- Die Plateauebene fungiert ebenfalls als Akkumulationsfläche, erkennbar am hohen Schluffanteil von 81-90%.
- Als reinen Schluff Uu bezeichnet man den Schluffgehalt an die mikrotopographisch bedingten Ablagerungsräume den sehr geneigten, konkaven, konvexen oder gestreckten Hängen der oberen subalpinen Stufen.
- Der Zusammenhang zwischen Bodenmächtigkeit und Schluffgehalt des Bodens, ergibt dass dort, wo der Substrate sehr schluffig ist, der Prozess der Lessivierung, Verbraunung, Verlehmung und Rubifizierung bedeutend ist und die Bodenbildung von Braunerden, Terrae fuscae und Kollivisole beeinflusst.
- In Böden, in denen der Schluffgehalt höher ist, ist die Bodenmächtigkeit in der Regel etwas niedriger. Beispiel dafür ist die massige, podsolige Braunerde (Profil 04-Nix D) mit einem Schluffanteil von 95% und einer Mächtigkeit von 40cm.

- In Böden, in denen der Schluffgehalt niedriger ist, ist die Bodenmächtigkeit etwas höher. Beispiele dafür sind das einer Terra fusca entsprechende Profil 06-EWL mit einem Schluffgehalt von 71% und einer Mächtigkeit von 60cm sowie das ebenfalls einer Terra fusca entsprechende Profil 04-ATH über einer schwach podsoligen Braunerde mit einem Schluffanteil von 81% und einer Mächtigkeit von 45cm. Die Mächtigkeiten diese Böden sind etwas größer als die der Braunerden mit weniger Schluff. Allerdings lassen sich in Böden mit weniger Schluffgehalt auch niedrige Mächtigkeiten feststellen. In manchen Böden, in denen der Schluffanteil hoch ist, ist der Bodenmächtigkeit ebenfalls groß, zum Beispiel Pseudogleygesellschaften und die Kolluvisole.

Summary

The current study presents a unique and intensified interdisciplinary geo-ecological study in the Karst of the Northern Calcareous Alps. This is a study focussing on fundamental research. The investigation area in question focusses on the Reiteralpe in the Berchtesgadener Alps, in which a range of research methods, which in their choice and

range have not been used to this extent before, are optimal for further adaptation in silmiliar ecological systems and environments.

The results of the study are elementary and moreover profound to the extent that mappings of outcrops have been identified which however have not been identified before by the scientists involved in researching this area over the past hundred years. It was possible to map outcrops of pleistocene loess deposits, holocene aeolian dust deposits and moreover laterite bauxite outcrops of the Gosau Formation thereby resulting in the production of new soil and diverse outcrop maps as well as presenting a new geological stratigraphy for the Berchtesgadener Alps. A combination of soil mapping techniques in combination with using geo-radar technology made it possible to identify a pleistocene glacial cirque and cirque threshold at 1800m NN on a south slope which likewise had not been identified in the past.

An extensive soil mapping programme taking microtopographical elements of mountain terrains into consideration were extensively investigated mainly focussing on geology, aspect, slope morphology, vegetational cover and elevation. Loess derived soils and (pre-) tertiary soils and holocene soils have been identified in association with mineralogical anaysis as a result of the mappings. Functions relating to soil depth, grain size distribution of soil horizons, clay formation and spatial distribution in a high altitude mountain karst geo system have been undertaken. The intensely enriched aluminium and iron content of the soils associated with the Gosau Formations were mineralogically analysed and the intensively weathered terra fusca soil formations investigated.

Precipitation sampling during summer months were analysed respective recent holocene aeolian dust deposits in quantity, quality, spatial distribution, silica grain size distribution and mineralogical composition. The results of which were transferred with a focus on the spatial micro topographical and gemorphological distribution. With this data, a correlation was made to organic horizons of polygentetcial soil formations.

15. Literaturverzeichnis

AG BODEN, (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. Hannover, 1994.

AN, Z., KUKLA, G., PORTER, P., XIAO, X. (1991): Late Quarternary dust flow on the chinese loess plateau. Catena, 18, 125-132.

- AMPFERER, O. (1927): Über den Westrand der Berchtesgadener Decke. Jb. Geol. B.A. 77, 205-232.
- ATALAY, I. (1997): Red mediterranean soils in some karstic regions of Taurus mountains, Turkey, Catena 28 247-260.
- BAUER, F. (1964): Kalkabtragmessungen in den österreichischen Kalkhochalpen. Erdkunde XVIII, 95-102.
- BARDOSSY, G. (1961): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen einiger Bauxite aus den niederösterreichischen Kalkvoralpen. JB. Geol. B. A. Wien, 104, 405-414.
- BARDOSSY, G. & KARDOS, L.(1989): Paleokarst of Hungary. In BOSAK, P. Paleokarst a systematic and regional overview, Academia, Prague 137-153.
- BERICHT ÜBER STAUBNIEDERSCHLAGSMESSUNGEN im Land Hessen von 1985-1992. Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt. Heft Nr. 175, Wiesbaden 1994.
- BIERMANN, M. (1983): Zur Mineralogie, Geochemie und Genese des Karstbauxites an der Grenze unter Ober-Oberkreide in Mittelgriechenland. Dissertation im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Hamburg.
- BIS BodenInformations-Systeme (2010): Landesamt für Umwelt Bayern. „Geodaten © Bayerische Vermessungsverwaltung“.
- BOCHTER, R. (1984) Böden naturnaher Bergwaldstandorte auf carbonatreichem Substraten. Nationalpark Berchtesgaden-Forschungsberichte 6/1984.
- BÖGEL, H. (1971): Beitrag zum Aufbau der Reiteralmdedecke und ihrer Umrandung. Dissertation an der TU-München, 1971.
- BÖGLI, A. (1960): Karstlösung und Karrenbildung. Zeitschrift für Geomorphologie, Suppl.Band 2, 1960:4-22.
- BRAUN-BLANQUET, J. & JENNY, H (1926): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse im schweizerischen Nationalpark. Denkschriften der Schweiz. Naturforschenden Ges., 63 (29) I-IX, 183-349.
- BRAUN-BLANQUET, J. & JENNY, H (1936): Vegetationsentwicklung und Bodenbildung in der alpinen Stufe der Zentralalpen. Denkschriften der Schweiz. Naturforschenden Ges.13 (2).
- BURGER, R. & FRANZ, H. (1969): Die Bodenbildung in der Pasterzenlandschaft. Neue Forschungen im Umkreis der Glocknergruppe. Wissensch. Alpenvereinshefte 21, 253-263.
- CEGLA, J. (1972): Loess sedimentation in Poland. Acta Univ Wratislav Stud Geogr. 17:53-71.
- CINCURA, J. (1997): Herkunft und Entstehung vorgosauischer Rotlehme im Nordteil der Kleinen Karpaten (Slowakei). Zentralbl. Geol. Paläon., I, 5/6 387-395.
- CINCURA, J. (1998): Main features of the pre-Gosau paleokarst in the Brezovské Karpathy Mts (Western Carpathians, Slovakia). Geol Carpath., 49, 4, 297-300.
- CINCURA, J. (2000): Der Bauxit von Brezova pod Bradlom (Kleine Karpaten Slowakei) im Licht der vorgosauischen Paläographie. Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Band 142, Wien 2000.
- CLEMENS, T., JANTSCHKE, H., SCHÄFFLER, M. (1995): Zur Herkunft der Eisen-Mangan-Erze in Höhlensedimenten der Horizontalhöhlen in der Reiteralmdedecke. Die Höhle- Zeitschrift für Karst- und Höhlenkunde. Heft 3, 46 Jg.1995:66-73.
- CLEMENS, T. (1988): Karstkundliche Studien im Bereich des Roßkars. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH S) 7, 1988:27-29.

- COUDE-GAUSSEN, G. & LOBIN, N. (1997): Contrasting origin and character of Plesitocene and Holocene dust falls in NW Morocco. *Catena* 28, 1997:279-295.
- CREDNER, B, HÜTTL C, RÖGNER K (1998): The formation and distribution of soils and vegetation at the Zugspitzplatt (Bavaria, Germany) related to climate, aspect and Georphylogy. *Ecologie* 29 63:65.
- DECKER, K. FAUPL, P. & MÜLLER, A. (1987): Synorogenic sedimentation in the Northern calcareous alps during the Early Cretaceous. FLÜGEL, H.W. & FAUPL, P.: *Geodynamics of the Eastern Alps* 126-141 Wien, 1987.
- DAHMS, D.E. & RAWLINS, C.L. (1996): A two year record of eolian sedimentation in the Wind River Range, Wyoming, USA. *Arctic and Alpine research*, 28, S.210-216.
- DANIN, A. & GANOR, E. (1991): Trapping of airborne dust by mosses in the Negev Desert, Israel. *Earth surface processes and Landforms*, 16, 153-162.
- DANNOWSKI, G. (1998): Abschätzung hydrologisch relevanter gesteinsphysikalischer Merkmale durch kombinierte Radar- und Geoelektrikerkundung. Diplomarbeit. Institut für Angewandte Geowissenschaften II, Fachgebiet Angewandte Geophysik, Technische Universität Berlin, August 1998.
- DERCOURT, J., RICOU L.E. ADAMIA S, CSASZAR, G., FUNK H., LEFELD J., RAKUS M., SANDULESCU M., TOLLMANN A. & TCHOUMACHENKO P. (1990): Anisian to Oligocene a paleogeography of the European margin of Tethys (Geneva to BAKu). In: M. RAKUS, J. DERCOURT: *Evolution of the northern margin of Tethys*, IGCP Project 98, GUDS, Bratislava 159-190.
- DIJKMANS, J.W.A. (1989): Niveo-aeolian sedimentation of loess and sand. An experimental and micromorphological approach. *Earth Surface & Landforms*, 16, 153-162.
- DIN 19 683: Physikalische Laboruntersuchungen – Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung nach Vorbehandlung mit Natriumpyrophosphat 1973.
- DUFFY, L. (2003): Karstmorphologische Untersuchungen auf der Reiteralpe (Berchtesgadener Alpen) unter besonderer Berücksichtigung der Bodenbildung. Unveröffentlichte Diplomarbeit Ludwig-Maximilians-Universität-München.
- EBERT, M. (2006): Dicke Luft -Staub in unserer Atmosphäre. *Staub-Spiegel der Umwelt*. Oekom verlag, München 2006. SOENTGEN, J. & VÖLZKE, K. (Hrsg.) 2006.
- EFFENBERGER, E. (1959): Untersuchungen über die Messgenauigkeit der Staubbiederschlagsmessung durch Haftfolien. *Staub*, Bd. 19, Düsseldorf, S. 313-319.
- EGLI, M., MIRABELLA, A., SARTORI, G., ZANELLI R., BISCHOF, S. (2006): Effect of north and south exposure on weathering rates and clay mineral formation in Alpine soils. *Catena* Vol 76, Issue 3, 145-204.
- ENDERS, G. (1979): Theoretische Topoklimatologie, Nationalpark Berchtesgaden-Forschungsberichte 1/1979.
- FAUPL, P. & TOLLMANN, A. (1979): Die Roßfeldschichten: Ein Beispiel für Sedimentation im Bereich einer tektonisch aktiven Tiefseerinne aus der kalkalpinen Unterkreide. *Geol. Rdsch.*, 68, 93–120, Stuttgart.
- FERNECK, F.A. (1962): Stratigraphie und Fazies im Gebiet der mittleren Saalach und des Reiteralms Gebirges. Ein Beitrag zur Deckenfrage in den Berchtesgadener Alpen. Karte: 1:25 000 Unv. Diss. TH München.
- FISCHER, K. (1984): Erläuterungen zur Geomorphologischen Karten 1:25 000 Blatt 16, 8443 Königsee.
- FISCHER, K. (1988): Die würmeiszeitliche und stadiale Vergletscherung der Berchtesgadener Alpen. *Berliner Geographische Abhandlungen*, Heft 47, Berlin 1998: 207-225.

- FISCHER, K. (1990): Höhlenniveaus und Altreliefgenerationen in der Berchtesgadener Alpen. Mitt. Geog. Ges Mün, 75, 47-59.
- FORD, D. & WILLIAMS, P.(1989): Karst Geomorphology and Hydrology. London, 1989.
- FRANZ, H. (1961): Das Glocknergebiet. Exkursionen durch Österreich anlässlich der Tagung der deutschen Bodenkundliche Gesellschaft., 6 102-120.
- FRANZ, H. (1980): Untersuchungen an alpinen Böden in den Hohen Tauern 1974-1978. Veröff. Österreich MaB-Hochgebirgsprogramm Hohen Tauern (Österr. Akad. Wiss.) 3.
- FREYER, K., LANGENSCHIEDT, E., STEINMETZER K., KONNERT V., (1996): Karte zu Bodentypen im Nationalpark Berchtesgaden 1:50 000/ Ausgabe 2001, Nationalparkplan 1996.
- FRIEDEL, H. (1936): Ein bodenkundlicher Ausflug in die Sandsteppe der Gamsgrube. Mittl. Dt. Österr. Alpenver. 9, 220-222.
- FRISCH, W. (1979): Tectonic Progradation and Plate Tectonic Evolution of the Alps. Technophysics 60 121-139.
- FRISCH,W., KUHLEMANN,J. DUNKL,I., SZEKELY,B. (2001): The Dachstein paleosurface and the Augenstein Formation in the Northern Calcareous Alps. A Mosaic stone in the geomorphological evolution of the Eastern Alps. International Journal of Earth Sciences (Geological Rundschau) 2001, 90:500-518.
- FRÖH, H.-J. (1976): Untersuchungen zur Rhythmik, Fazies und Geochemie des Dachsteinkalks der Berchtesgadener Alpen. Dissertation der Technischen Universität München.
- FRÜH, J. (1903): Das Karrenproblem. Sonderabdruck-Geographische Zeitschrift, Heft 4, 1903:60 64, Leipzig.
- FUCHS, W. (1985): Geotektonische Neuorientierung in den Ostalpen und Westkarpaten unter Einbeziehung plattentektonischer Gesichtspunkte. JB der Geologischen Bundesanstalt 127 Heft 4 S. 541-631 Wien 1985.
- GARDNER, R.A.M, & RENDELL, H.M. (1994): Loess, climate and orogenesis: implications on South Asian loess. Z. Geom. N. F., 38 (2) 169-184.
- GILLITZER, G. (1912): Geologischer Aufbau der Reiteralpgebirges im Berchtesgadener Land, München, 1912.
- GLAWION, H. (1939): Staub- und Staubfälle in Arosa. Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, 25, 1-43.
- GOLDIE, H., & COX, N. (2000): Comparative morphometry of limestone pavements in Switzerland, Britain and Ireland. Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 122:85-112.
- GOOSSENS, D. (1981): De dikte van het loessdek ten S.W. von Leuven. Werkstukken Nationaal Centrum voor Geomorf. Onderzoek, 20 122-139.
- GOOSSENS, D. (1998a): The effects of surface curvature on the deposition of loess: a physical model. Catena 15, 179-194.
- GOOSSENS, D. (1998b): Scale model simulation of the deposition of loess in hilly terrain. Earth surface processes and landforms. 13 533-544.
- GOOSSENS, D. (1998c): Sedimentation characteristics of natural dust in the wake of symmetrical hills. Z. Geomorphologie 32, 499-502.
- GOOSSENS, D. (1989): Height distortion and the sedimentation of dust on topographic scale models, considerations and simulations. Earth surface processes and landforms, 14, 655-667.
- GOOSSENS, D. (1994a): Effect of rock fragments on eolian deposition of atmospheric dust. Catena 23, 1994:167-189.

- GOOSSENS, D. (1994): Effect of rock fragment eccentricity on eolian deposition of atmospheric dust. *Catena* 23, 1994: 227-251.
- GOOSSENS, D. (1995): Long term aeolian loess accumulation modeled in the wind tunnel. The Molenberg case. *Z. Geomorphologie*, 39, 112:119.
- GOLDBERGER, J. (1953): Die Karstentwicklung und Felsbruchfähigkeit am Hochkönig. *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde* 93 (1953).
- GÖTZ, F.W.P.(1940): Sarahastaub in Raureif. *Z. angewandte Meteorologie* 57 (11) 360-361.
- GÖTZINGER, G. (1931): Das Drachenhöhlenflusssystem und sein Alter. In: O. Abele & G. KRYLE *Speläolog. Monographien*, Band VII/VIII 109-132 Wien.
- GROTTENTHALER, W. (1982): Alpine Böden aus aus Carbonatgestein. *Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges.* 34 105-108.
- GRÜBER, F. (1975): Untersuchungen über die Verstaubung von Hochgebirgsböden im Glocknergebiet. Unver. Diplomarbeit Wien.
- GÜMBEL, C.W. (1861): *Geogostische Beschreibung des bayerischen Alpengebirges und seines Vorlandes*. Gotha.
- GÜNTHER, W. & TICHY, G. (1979): Bauxitbergbau in Salzburg. *Mitt. Ges. Salzburg* 119.
- HAMISCH,A.M., McGOWAN, A., STURMANN, P., OWENS, I.F. (1996): Aeolian dust transport and deposition by foehn winds in an alpine environment, Lake Tekapo, New Zealand. *Geomorphology* 15, 135-146.
- HANNOSCHÖCK, E., HÖKE, S. BURGHARDT, W. (1999): Erprobung eines neu entwickelten Kunstrassen-Skelletfängers. Ermittlung des Staubeintrages in den Boden. *Mittl. Dt. Bodenkundl. Ges.*91 (2):1009-1012.
- HASERODT, K. (1965): Untersuchungen zur Höhen- und Altersgliederung der Karstformen in den Nördlichen Kalkalpen. *Münchener Geographische Hefte* 27, München, 1965.
- HEIMSATH, A.M., WILLIAM, E.D., NISHIIZUMI KUNIIHIKO, FINKEL, R.C. (1999): Cosmogenic nuclides, topography and spatial variation of soil depth. *Geomorphology*, 27 (1-2) 151-172.
- HELLMANN, G. & MEINARDIUS, W. (1901): Der grosse Staubfall vom9-12 März 1901 in Nordafrika. Süd- und Mitteleuropa. *Abh. des königreichen preußischen Meteorolog. Instituts* II (1).
- HERRN, D. (1962): Die Schichten der Oberkreide (Untere, Mittlere und Obere Gosau) im Becken von Reichenhall (Bayerische/Salzburger Alpen), *Z. dtsh.geol. Ges.*, 113 (2/3), 320—338, Hannover.
- HERM, D. (1962): Stratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen der Oberkreide im Lattengebirge und im Nierental (Gosaubecken von Reichenhall und Salzburg). *Bayerische Akademie der Wissenschaften Heft* 104.
- HILLEBRANDT, A. v. (1961): Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25.000, Blatt Untersberg 822- 16 S., unpubliziertes Manuskript.
- HÖRSCH, B. (2001): Zusammenhang zwischen Vegetation und Relief in alpinen Einzugsgebieten der Wallis (Schweiz). Ein multiskaliger GIS- und Fernerkundungsansatz. *Dissertation Universität Bonn* 2001.
- HÜTTL, C., RÖGNER, K. & SASS, O. (1995): Erste Ergebnisse von Studien zu Verwitterungsprozessen in den Kalkhochalpen (Wetterstein- und Karwendelgebirge) unter Berücksichtigung der Karbonatlösung und der klastischen Schuttbildung. *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*, 137: 1-25. 1-25. München, Article in Book, published.

- HÜTTL, C. (1997): Der Einfluss unterschiedlicher Böden- und Vegetationstypen auf die Karbonatlösung in einem hochalpinen Relief (Zugspitzplatt, Wettersteingebirge, Deutschland). Stuttgarter Geographische Studien, Band 126, 65-77.
- HÜTTL, C. (1999): Steuerungsfaktoren und Quantifizierung der chemischen Verwitterung auf dem Zugspitzplatt (Wettersteingebirge, Deutschland). Münchner Geographische Abhandlungen, Reihe B, Band 30., 198, München., *Book published.*
- HÜTTL, C. (1998): The formation and distribution of soils and vegetation at the Zugspitzplatt (Bavaria, Germany) related to climate, aspect and geomorphology. *Ecologie, 29 (1-2): 63-65., 63-65*, Grenoble, Article in Book, published.
- HÜTTL, C., RÖGNER, K. und SASS, O. (2000): Die Verwitterung in den Nördlichen Kalkalpen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, 84: 111-148, 111-148, München, Article in Book, published.
- IMMISSIONSBERICHT HESSEN (1996): Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt. Heft Nr. 210, Wiesbaden 1997.
- ITAGI, K., & KOEUNUMA, A. (1962): Allitude distribution of fallout contained in rain and snow. *J. Geophys. Res. 67,3927-3933.*
- JAHN R. (1995): Ausmaß äolischer Einträge in circumсарahischen Böden und ihre Auswirkung auf Bodenentwicklung und Standorteigenschaften. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Heft 23, Universität Hohenheim.
- JANTSCHKE, H. (1988): Chemische Beiträge zur Reiteralms-Forschung. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH-S) 7, 1988:13-20.
- JANTSCHKE, H. (1990a): Die Landschaft der Reiteralms. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH) 9, 1990:3-11
- JANTSCHKE, H. (1990b): Die Geschichte der Höhlenforschung auf der Reiteralms. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH) 9, 1990:25-39.
- JANTSCHKE, H. & SPERNER, B. (1990): Zu den Niveaus horizontaler Höhlengänge auf der Reiteralms. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH) 9, 1990:98-102.
- KITTEL, E. (1990): Höhlensagen-Volkssagen-Wildschützen. In Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde. Band 9, Heidenheim.
- KLIMOWIECZ, Z. UZAIK S. (1996): Artic soil properties associated with micro relief forms in the Bellsund region (Spitzbergen) *Catena 28 135-149.*
- KNAPCZYK-HASEKE, H. (1989): Der Untersberg bei Salzburg. Die ober- und unterirdische Karst Entwicklung und ihre Zusammenhänge. Ein Beitrag zur Trinkwasserforschung. Universitätsverlag Wagner, Innsbruck.
- KNIGHT, A., McTAINISH, G., SIMPSON, R. (1995): Sediment loads in an Australian dust storm: implications for present and past dust processes. *Catena, 24, 1995:195-213.*
- KÖSTER, E., CASTEL I. & NAP, R. (1993): Genesis and sedimentary structures of late Holocene aeolian drift sands in northwest Europe. In: *PYE (1993) 247-267.*
- KRALL, F. (1991) Ein pollenanalytischer Beitrag zur natürlichen und Anthropogenen Waldentwicklung un den Berchtesgadener Alpen. Forschungsbericht 20 Nationalpark Berchtesgaden Wälder, Geschichte, Zustand, Planung 1991, Berchtesgaden.
- KREUTZER, K. & GROTTENTHALER, W. (1991): Terrestrische organische Bodenbildung auf Fels- und Skelettsubstraten (O/C-Böden). *Mitt. Deut Bodenk. Ges., 66/ 815:818.*

- KRONBERG, B.I. & NESBITT, H.W. (1981): Quantification of weathering, soil geochemistry and soil fertility. *Journal of Soil Science*, 32 453-459, Oxford.
- KUBIENA, W. (1944): Beiträge zur Bodenentwicklungslehre. Der Kalksteinbraunlehm (Terra fusca) als Glied der Entwicklungsserie der mitteleuropäischen Rendsina. *Bodenkunde und Pflanzenernährung*, Vol. 35, Issue 1-4 22-45.
- KUBIENA, W. (1953): *Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas*. Stuttgart.
- KUBILAY, N., SAYDAM, A., YEMENICCOGLU, S., KELLING, G., KAPUR, S., KARAMAN, C., AKCA, E. (1997): Seasonal chemical and mineralogical variability of atmospheric particles in the coastal region of the Northeast Mediterranean. *Catena* 28, 1997:313-328.
- KÜFMANN, C. (2003a): Erste Ergebnisse zur qualitativen Untersuchung und Quantifizierung rezenter Flugstäube in den Nördlichen Kalkalpen (Wettersteingebirge): *Mittl. Geogr. Ges. München*, 86, 59-84.
- KÜFMANN, C. (2003b): Soil types and eolian dust in high mountainous karst of the Northern Calcareous Alps (Zugspitzplatt, Wetterstein Mountains, Germany). *Catena*, 53, 211-227.
- KÜFMANN, C. (2006): Quantifizierung und klimatische Steuerung von rezenten Flugstaubeinträgen auf Schneeoberflächen in den Nördlichen Kalkalpen (Wetterstein-, Karwendelgebirge, Berchtesgadener Alpen, Deutschland). *Zeitschrift für Geomorphologie, N.F.*, 50 (2): 245-268., Berlin, 245-268.
- KÜFMANN, C. (2008): Flugstaubeintrag und Bodenbildung im Karst der Nördlichen Kalkalpen. *Forschungsberichte des Nationalparks Berchtesgaden* 54. Berchtesgaden, 189, Berchtesgaden.
- KUHLEMANN, J., TAUBALD, H., DUNKL, I. FRISCH, W. (1999): Geochemistry of red clays in the eastern Alps: remnants of late miocene Soils. *Tübinger Geowiss. Arb., Reihe A* 52: 166.
- LANGENSCHIEDT, E. (1986): Höhlen und ihre Sedimente in den Berchtesgadener Alpen. *Dokumente der Landschaftsentwicklung in den nördlichen Kalkalpen. Nationalpark Berchtesgaden-Forschungsberichte* 10/1986.
- LANGENSCHIEDT, E. (1991): Geologische Forschung im Nationalpark Berchtesgaden: Forschung im Nationalpark Berchtesgaden von 1978 bis 2001. *Forschungsbericht* 46, 57-65.
- LANGENSCHIEDT, E. & OTHOLT, D. (1998): *Geologische Karte des Nationalparks Berchtesgaden. 1:25000*.
- LANGENSCHIEDT, E. (2001): *Geologie der Berchtesgadener Berge. Eine Einführung in Stratigraphie, Fazies und Tektonik*. Berchtesgadener Anzeige, Berchtesgaden, 2001.
- LANGENSCHIEDT, E. (2005): Die Geologie der Berchtesgadener Alpen. *Karst & Höhle* 2004/2005. Berchtesgadener Alpen. *Verband der deutschen Höhlen und Karstforscher e.v. München* 2005, 10-18.
- LEHMANN, O. (1927): Das Tote Gebirge als Hochkarst. *Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft in Wien*. Band 70, 1927:201-242.
- LEHMKUHL, F. (1997): The spatial distribution of loess and loess-like sediments in the mountain areas of Central and High Asia. *Zeitschrift Geomorph. N.E. Suppl.-Bd.* 111, Oktober 1997:97-116.
- LEISS, O. (1988a): Die Stellung der Gosau (Coniac-Santon) im großtektonischen Rahmen (Lechtaler Alpen bis Salzkammergut, Österreich). *Jahrbuch Geologische Bundesanstalt* Band 131 Heft 4 609.636, Wien 1988.
- LEISS, O. (1988): Die Kontrolle des Sedimentationsgeschehens und der Bio-Fazies durch evolutive orogentische Prozesse in den Nördlichen Kalkalpen am Beispiel von Gosauvorkommen (Coniac-Santon). *Dokumenta Naturae* 43 1-95.

- LEISS, O. (1989): Der Bauxit und die lateritisch-bauxitischen Ablagerungen der Tiefen Gosau (Turon/Coniac) in den Nördlichen Kalkalpen. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Band 140 137-150.
- LICHTENECKER, N. (1923): Der Kalkalpensüdrand zwischen Saalach und Großache. Diss. Inst. Geogr. Uni. Wien.
- LICHTENECKER, N. (1926): Die Rax, Geograph. Jahresbericht aus Österreich XIII,150-170.
- LICHTENECKER, N. (1938): Beiträge zur morphologischen Entwicklungsgeschichte des Ostalpen I. Teil die nordöstlichen Alpen. Geograph. Jahresbericht aus Österreich 1938.
- LITAOR, M. I. (1987): The influence of eolian dust on the genesis of alpine soils in the Front Range, Colorado, Soil science Society of American journal, 51, 141-146.
- LOGIE, M. (1983): Influence of roughness elements and soil moisture on the resistance of sand to wind erosion. Catena Suppl., 1 161-173.
- LUFTHYGIENISCHER Jahresbericht 2004, Hesseisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Luftreinhaltung, Wiesbaden 2005.
- MASON, J.A., NATER, E.A., ZANNER, C.W., BELL, J.C. (1999): A new model of topographic effects on the distribution of loess. Geomorphology, 28 (3-4), 223-236.
- MACHATSCHEK, F. (1922): Morphologische Untersuchungen in den Salzburger Kalkalpen, Ostalpine Formenstudien 1922.
- McTAINISCH, G. H. & LYNCH, A.W. (1996): Quantitativ estimates of the effect of climatic change on dust storm activity in Australia during the Last Glacial Maximum. Special Issue: Response of Aeolian Processes to global change. Geomorphology 17, (1-3) 263-271.
- McTAINISH, G., NICKLING, W., & LYNCH, A. (1997): Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. Catena 29, 1997:307-322.
- MINDSZENTY, A., OTTNER, F., & LOBITZER, H., (2005): The bauxite occurrence of Russbach-Almweg near Strobl Upper Austria. 13. Jahrestag der Österreichischen Paläontologischen Gesellschaft, Bad Mitterndorf 2007.
- MOLL, W. (1970): Beiträge zur Genese und systematischen Stellung rubefizierter Parabraunerden aus alpinen Schotter und Geschieben. Freiburger Bodenkundlicher Abhandlungen Heft 3.
- MOTTERSHEAD, D. (1996): A Study of solution flutes (Rillenkarren) at Lluc, Mallorca. Zeitschrift für Geomorphologie, Band 103:215-241, April 1996, Berlin, Stuttgart.
- MUCHER, H.J., & DePLOEY, J. (1977): Experimental and micromorphological investigation and redeposition of loess by water. Earth surface processes and landforms, 2, 117-124.
- MÜCKENHAUSEN, E., BECKMANN, H., SCHRÖDER D., & STEPHAN, S. (1975): Relikte von Paläoböden, Spalten- und Dolinen-Füllungen in carbonatischen Gesteinen der Nördlichen Eifel. Catena, Vol. 2, 95-106.
- MUNSELL (2000): MUNSELL Soil Color Charts. New York, 2000.
- NEUWINGER, I. (1970): Böden der subalpinen und alpinen Stufe in den Tiroler Alpen. Mitt. Ostalp.-dinarische Ges. für Vegetationskunde, 11, 135-150.
- NICOLAS, J. (1968): Nouvelles donnees sur la genese des bauxites a mut karstique du Sud-Est de la France. Mineral. Deposita, 3:18-33.
- OFFER, Z. & GOOSSENS, D. (1994): The use of topographic scale models in predicting eolian dust erosion in hilly areas: field verification of a wind tunnel experiment. Catena 22, 1994:249-263.

- OFFER, Z. & GOOSSENS, D. (1995): Wind tunnel experiments and field measurements of Aeolian dust deposition on conical hills. *Geomorphology* 14, 43-56.
- OFFER, Z.Y., GOOSSENS D. (2001): Airborne particle accumulation and composition at different locations in the Negev desert. *Zeitschrift für Geomorphologie* 45, 101-120.
- OFFER, Z.Y., GOOSSENS, D. (2001): Ten years of aeolian dust dynamics in a desert region (Negev desert, Israel): analysis of airborne dust concentration, dust accumulation and the high-magnitude dust events *Journal of Arid Environments* 47, 211-249.
- ORTNER, H. (2007): Styles of soft sediment deformation in top of a growing fold system in the Gosau Group at Muttekopf, Northern Calcareous Alps, Austria: Slumping versus tectonic deformation. *Sedimentary Geology* 196, 99-118 Elsevier 2007.
- ORTNER, H., USTASZEWSKI, M., RITTNER, M. (2008): Late Jurassic tectonics and sedimentation: breccias in the Unken syncline Northern Calcareous Alps. *Swiss Journal Geosciences*, Birkhäuser Verlag Basel 2008.
- OZENDA, P. (1998): Die Vegetation der Alpen im europäischen Gebirgsraum. 1998.
- PECSI, M. & RICHTER, G. (1996): Löss. Herkunft-Gliederung-Landschaften. *Zeitschrift Geomorph. NF. Suppl Bd. 98*.
- PENCK, A. (1884): Geographische Wirkung der Eiszeit-Verh. 4. Dt. Geographentag, 66-84, München.
- PFEFFER, K-H. (1969): Charakter der Verwitterungsresiduen im tropischen Kegelkarst und ihre Beziehung zum Formenschatz. Sonderausdruck aus der Geologischen Rundschau Band 58, 1969.
- PFEFFER, K-H. (1976): Probleme der Genese von Oberflächenformen auf Kalkgestein. *Zeitschrift für Geomorphologie, Supplementband 26*, 1976:6-34.
- PICHLER, C. (1983): Waldgrenzstudien an der Südflanken des Tennengebirges mit besonderen Berücksichtigung der Dendroökologie und der anthropogen gesteuerten Dynamik. Dissertation Universität Salzburg 1983.
- PLÖCHINGER, B. PREY, S. (1964): Wienerwald Flysch, Kalkalpen Gosau Exkursion II/5. *Mitteilungen der Geologischen Gesellschaft in Wien*, Band 1964 Heft 1, 181-192.
- POBER, E. & FAUPL, P. (1988): The chemistry of detrital chromian spinel and its implications for the geodynamic evolution of the Eastern Alps. *Geol. Rdsch.*, 77, 641-670, Stuttgart.
- PYE, K. (1990): *Aeolian Dust & Dust Deposits*. Unwin Hyman, London.
- PYE, K. & TSOAR, H. (1990): *Aeolian Sand and Sand Dunes*. Unwin Hyman, London.
- PYE, K. (1992): Aeolian dust transport over Crete and adjacent parts of the Mediterranean Sea. *Earth Surface processes and landforms*, 17, 271-288.
- PYE, K. (1993): *The Dynamics and Environmental Context of Aeolian Sedimentary Systems*. Published by the Geological Society London Special Publication No. 72.
- PYE, K. (1984): Loess. *Progress. Physical Geog.* 8. 176-217.
- PYE, K. (1987): *Aeolian Dust & Dust Deposits*. Academic Press London.
- RAPP, A. (1984): Are terra rossa soils in Europa eolian deposits from Africa? *Geol. Foren. Stock Forehand* 105, 161-168.
- RAPP, A. & NIHLÉN T. (1986): *Dust storms and eolian deposits in North Africa and the mediterranean*.

Geoökodynamik 7,41-62.

RAST, U. (1991): Sedimentpetrographisches Untersuchungsverfahren am Bayerischen Geologischen Landesamt. Teil I: Schwermineralanalyse. *Geologica Bavarica*–96, München 1991:223-228.

RAST, U. (1993): Sedimentpetrographisches Arbeitsverfahren am Bayerischen Geologischen Landesamt. Teil II: Tonmineralanalyse. *Geologica Bavarica*–97, München 1993:117-192.

RAST, U. (1995): Sedimentpetrographisches Arbeitsverfahren am Bayerischen Geologischen Landesamt. Teil III: Röntgen-Pulver-Diffraktometrie in der Karbonatbestimmung. *Geologica Bavarica* 99, Mün. 1995, 437-447.

RATHJENS, C. (1939): Geomorphologische Untersuchungen in der Reiteralp und im Lattengebirge im Berchtesgadener Land. In: *Mitteilung der geographischen Gesellschaft München*, 32, 1939:15:89.

RATHJENS, C. (1951): Der Hochkarst im System der Klimatischen Morphologie. *Erdkunde*, Band V, Heft 1-4, 1951.

RATHJENS, C. (1982): *Geographie des Hochgebirge*. 1 Der Naturraum. Stuttgart, 1982.

REHFUESS, K. (1981): *Waldböden. Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung*. 1981.

REHEIS, M.C. & KIHLE, R. (1995): deposition in southern Nevada and California, 1984-1989: relations to climate, source Dust area and source lithology. *Journal of Geophy. Res.*100 (D5), 8893:8918.

RISCH, H. (1993): Geologische Karte von Bayern 1:25 000 Erläuterungen zum Blatt 8343 Berchtesgaden West, Bayerische Geologisches Landesamt.

ROGNON P. (1993): on the Canary Islands and southern Morocco: genetic and climatic significance. In: *PYE* (1993: 277-291).

ROST, K.T. (1997): Observations on distribution and age of loess-like sediments in the high-mountain ranges of Central China. *Zeitschrift Geomorph. N.E. Suppl.-Bd.* 111, Oktober 1997:117-129.

RÖDER D (1976): Die Alpen aus plattentektonischer Sicht. *Zeitschrift deutscher Geologische Gesellschaft Wien* 127 87-103, Wien 1976.

RUHE, R.V.(1984): Loess derived soils, Mississippi Valley region. *Soil science Soc. Am J.*, 48. 859-863.

RUTTNER, A., WOLETZ, G. (1955): Die Gosau von Weisswasser bei Unterlaussa. *Festschrift der Geolog. Gesellschaft in Wien Band 48* 1955.

SCHÄFFLER, M. & JANTSCHKE, H. (1990): Chemische Untersuchungen an Proben aus Höhlen der Reiteralp. *Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH)* 9, 1990:103-113.

SCHEFFER, F., SCHACHTSCHNABEL, P. (1992): *Lehrbuch der Bodenkunde*; Enke Verlag, Stuttgart.

SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P., STAHR, K. (1995): *Bodenkundliches Praktikum*, Wien.

SCHMITHÜSER, J. (1968): *Allgemeine Vegetationsgeographie*, 1968.

SCHMIDTLEIN, S. (2000): Aufnahme von Vegetationsmustern auf Landschaftsebene. *Nationalpark Berchtesgaden-Forschungsberichte* 44/2000.

SCHÖNHALS, E. (1957): Späteiszeitliche Windablagerungen in den Nördlichen Kalkalpen und die Entstehung von Buckelwiesen. *Natur und Volk*, 87: 317-328.

SCHÖNHALS, E. & POETSCH, T. (1976): Körnung und Schwermineralbestand als Kriterien für eine Deckschicht in der Umgebung von Seefeld und Leutasch (Tirol). *Eiszeitalter u. Gegenwart*, Bd. 27,134-142.

- SCHRÖDER, D. (2002): Die räumliche und zeitliche Variabilität der Temperatur im Hochgebirge am Beispiel des Nationalparks Berchtesgaden. Diplomarbeit Johannes Gutenberg-Universität Mainz 06/2002.
- SCHROLL, E. & SAUER, D. (1964): Ein Beitrag zur Geochemie der Seltenen Elementen in Bauxiten. Acad. Yougl. Sciences et Arts (Symposium sur les Bauxites, Oxydes et Hydroxydes d'Aluminium,) Zagreb 1963 I 205-224.
- SCHRÖTER, C. (1926): Das Pflanzenleben der Alpen, 1926.
- SCHULZ, O. & HEISSEL, W. (1997): Bauxit auf der Widschwenner Alm bei Kufstein (Tirol). Archiv für Lagerstättenforschung der geologischen Bundesanstalt Band 20 S.53-63, Wien.
- SCHUNKE, E. (1976): Zum Problem des Schichtflächenkarstes im Nord-Pindos, Griechenland. Zeitschrift der Geomorphologie, Band 26, November 1976:65-78.
- SCOTT, W. (1995): Measuring the erosivity of the wind. Catena 24, 1995:163-175.
- SCOTT, S R. (2000): The Cantor dust model for discontinuity in geomorphic process rates. Geomorphology, 5(1-2):185-194.
- SEEFELDNER, E. (1926): Zur Morphologie der Salzburger Alpen. Geogr. Jahresbericht aus Österreich, XVIII 107-109, Wien.
- SMALLEY, I. & SMALLEY, V. (1983): Loess material and Loess deposits: Formation, distribution and consequences. Eolian Sediments and Processes, BROOKFIELD & AHLBRANDT 1983:51-68.
- SOLAR, F. (1964): Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 8, 1964:1-51.
- SPERNER, B. (1990): Einführung in die Geologie der Reiteralp. Materialhefte zur Karst- und Höhlenkunde (MKH) 9, 1990:12-24.
- STATTEGGER, K. (1986): Multivariate statistische Auswertung von Schwermineraldaten der alpine Gosau und Bezüge zur planntektonischen Entwicklung der Ostalpen während der Oberkreide. Geolog. Rundschau Vol 75.
- STICHER, H., BACH, R., BRUGGER, H. & VÖKT, U. (1975): Flugstaub in vier Böden aus Kalk.Dolomit und Serpentine (Schweizer Jura und Schweizer Alpen). Catena, Vol.2, 1975:11-22.
- STORCH, M. (1983): Zur floristischen Struktur der Pflanzengesellschaften in der Waldstufe des Nationalparks Berchtesgaden und ihrer Abhängigkeit vom Standort und der Einwirkung des Menschen. Dissertation LMU.
- STORCH, M. & SEIDENSCHWARZ (1996): Vegetations Nr. 6 des Nationalparkplans 2001, Berchtesgaden.
- STÜTZER, A. (1998): Early stages of podzolisation in young aeolian sediments, western Jutland. Catena 32, 115-129.
- SWEETING, M.M. (1972): Karst Landforms. Oxford 1972.
- TSOAR, H.,PYE, K. (1987): Dust transport and the question of desert loess formation: Sedimentology,34 139-153.
- TRIDL, R. (2001): die Konzeptbodenkarte von Bayern. TK 25 Blatt 8342 (2005) Geologische Landesamt in München.
- VALENTIN, J. (1902): Der Staubfall vom 09. Bis 12. März 1901. Sitzungsbericht der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft in Wien. Classe CXI, Abt. IIA.

- WEINGARTNER, H. (1983): Geomorphologische Studien im Tennengebirge. Universitäts-Verlag, Salzburg, 1983.
- WEISCHET, W. (1995): Einführung in die Allgemeine Klimatologie. Teubner Verlag, Stuttgart.
- YAALON, D. & DAN, J. (1974): Accumulation and distribution of loess derived deposits in the semi-desert and desert fringe areas of Israel. Z. Geomorphologie Suppl. 20 91-105, 1974.
- YAALON, D. H. & GANOR, E. (1979): East Mediterranean trajectories of dust carrying storms from the Sarah and Sinai. In MORALES, C.: Saharan Dust Chichester 187-193.
- VALETON, I. (1972): Bauxites. Development in Soil Science 1, 226 S., 119 Amsterdam, London, New York.
- VASÍCEK, Z. & FAUPL, P. (1996): Die Cephalopoden aus den Rossfeldschichten der Reichraminger Decke (Obervallangium; oberösterreichische Kalkalpen). Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Österreich Band 139 Heft 1 s 101 – 125.
- VANMAERCKE-GOTTIGNY, M.C. (1981): Some geomorphological implications of the cryoaeolian deposits in Western Belgium. Biuletyn Peryglacjalny, 28, 103-114.
- VDI-Richtlinie 2119: Messung partikelförmiger Niederschläge Blatt 2, Ausgabe 9.96: Bestimmung des Staubbiederschlags mit Auffanggefäßen aus Glas (Bergerhoff-Verfahren) oder Kunststoff.
- VÖLKELE J. & RAAB, T. (1999): Zur Differenzierung periglazialer, glazigener und kolluvialer Sedimente im Hangrelief von Mittel- und Hochgebirgen. Zbl. Geol. Paläont Teil I Heft 5-6 305-318 1999.
- von LEININGEN, W. (1915): Über die Einflüsse von äolischer Zufuhr auf die Bodenbildung. Mitt. Geol. Ges. Wien Heft 8.
- WAGENBACH, D. & GEIS, K. (1989): The mineral dust record in a high altitude alpine glacier (Colle Gnifetti, Swiss Alps) In: LEINEN, M. & SARNTHEIM, M.: Paleoclimatology and Paleometeorology, modern and past patterns of global atmospheric transport 543-564.
- WILLIAMS, P. W. (1966): Morphometric analysis of temperate karst landforms. Irish Speleology 1, 23-31
- WILLIAMS, P.W. (1972): Morphometric analysis of polygonal karst in New Guinea. Geol. Soc. Am. Bull. 83: 796-791.
- WILLIAMS, P. W. & FORD D. (1989): Karstgeomorphology and hydrology, London.
- WINKLER v. HERMADEN, A. (1945): Geologische Kräftespiel und Bodenwirtschaft in den deutschen Alpen, Sonderausdruck aus dem Neues Jb für Mineralogie, Bd 89 45-100.
- WEINGARTNER, H. (1983): Geomorphologische Studien im Tennengebirge. Universitäts-Verlag Salzburg, 1983.
- WEISCHET, W. (1995): Einführung in die Allgemeine Klimatologie. Teubner Verlag, Stuttgart.
- ZECH, W. & VOELKL, W. (1979): Beitrag zur bodensystematischen Stellung kalkalpiner Verwitterungslehme Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 29, 661-668.
- ZECH, W. & NEUWINGER, I. (1974): Podsolbildung aus kalkreichem Substrat. Sonderausdruck aus Forstwissenschaftliches Centralblatt, 93 Jahrgang, H.4 1974:179-191.
- ZECH, W. WILKE, B.M., KÖGEL, I., HAIDER K., SCHULTEN, H.-R. (1986): Tangelrendzina und Moderrendzina. Mitt. Dt. Bodenkdl. Ges. 46, 23-34.
- ZECH, W. & HINTERMAIER-ERHARD, G. (2002): Böden der Welt. Ein Bildatlas. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin.

ZELLER, M & SCHÖNER, H. (1990): Berchtesgadener Alpen. Alpenvereinsführer. Bergverlag Rudolf Rother, München.

Academic CV

Name: Lorraine Duffy
Adresse: Josef-Schauer-Str. 48
82178 Puchheim
Tel: 089 – 500 283 04 (privat)
Email: duffyl_@hotmail.com
Geburtsdatum: 22.06.1972 (in London)
Nationalität: Irisch



Schule / Ausbildung

1976 – 1982 St. Edmunds Primary School, Edmonton, London N9, England
1982 – 1985 Holy Family Primary School, Ennis, Co. Clare, Irland.

1985 – 1990 Colaiste Muire Secondary School, Ennis, Co. Clare, Irland.
1990 Leaving Certificate (Abitur)

1990 – 1994 University of Limerick, Limerick, Irland.
BA Hons. Degree in European Studies and Insurance. (1994)

1997 - 2003 Ludwig-Maximilians-Universität München
Diplom in Physischer Geographie. Note 1.3
Nebenfächer: Geologie, Physik und Fernerkundung

Diplomarbeit: Karstmorphologische Untersuchungen auf der Reiteralpe (Berchtesgadener Alpen) unter Berücksichtigung der Bodenbildung

München, den 01.03.2011

Anhang

Gesteinsanalytik Bodenprofilen Flugstaub aus Niederschlagsproben

Lorraine Duffy, 2011 Mikroreliefbedingte Raummuster von Böden, äolischen Substraten und Flugstäuben im Hochgebirgskarst der Nördlichen Kalkalpen (Reiteralpe, Berchtesgadener Alpen)

Inhaltsverzeichnis

Anhang Seite

Gesteinsanalytik		1
Bodenprofile		3
Profil	Bodentyp	
06-SG	Rendzina-Terra fusca über Dachsteinkalk brekziert	3
05-SG	Braunerde über Rendzina-Terra fusca	5
06-EWL	Allochthone Braunerde Terra fusca über Dachsteinkalk	7
05-WSK-NTH	Braunerde über Terra fusca	9
05-NTH-PLK	Braunerde über Terra fusca	11
05-PLK A	Tangelrendzina	13
05-PLK B	Tangelrendzina	14
05-KASER	Braunerde über Gosau	15
05-Jodelbauer	silikatreiches Kollivsol über Glanecker Schichten	17
06-Reitertrett	Braunerde-Podsol über autochthonem Kalkpseudogley über Glanecker Schichten	19
06-DolPon & 06 ZKD	Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten	23
02-GrD2-A	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk	27
02-GrD2-B	Lössbraunerde über Dachsteinkalk	29
02-GrD2-C	Lössbraunerde über Dachsteinkalk	31
02-GrD2-F	Lössbraunerde über Dachsteinkalk	32
02-GrD2-Mää	Mäanderkarrenfüllung	32
02-GrD2-D	Pechrendzina über Moräne	33
02-GrD2-E	Lössbraunerde über Dachsteinkalk	35
02-GrD2-G	Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk	37
02-GrD2-1	Pseudogley-Braunerde über Dachsteinkalk	39
02-GrD2	Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme	43
02-Dolinenfeld 1	podsolige Braunerde	45
02-Dolinenfeld 2	allochthone Braunerde-Podsol über Dachsteinkalk	47
02-Dolfeld 2/Rend	Tangelrendzina	49
04-GBA 1	Braunerde über Redzina über Dachsteinkalk	50
04-GRBSAT	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk	51
04-GBA 2	Mull-Rendzina über Dachsteinkalk	53
04-GBA 3	Polsterrendzina über Dachsteinkalk	55
04-GBA 4	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk	56
04-GBA 5	Braunerde über Dachsteinkalk	57
04-GBA 6	Kolluvisol über Dachsteinkalk	59
04-GBA 7	Kolluvisol über Dachsteinkalk	63
04-NIX A	Tangelrendzina über Dachsteinkalk	69
04-NIX C	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke	71
04-NIX D	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke	73
04-NIX E	Pechrendzina	75
04-NIX F	Braunerde-Terra fusca über Gosau	76
04-WS2b	Pechrendzina	79
04-NIX I	Braunerde-Terra fusca über Gosau	81
04-NIX J	Braunerde-Terra fusca über Gosau	83
04-NIX KL	Braunerde-Terra fusca/Kolluvisol über Gosau	85
04-NIX M	schwach Podsol über Braunerde über Dachsteinkalk	89
04-ATH	Terra fusca über s. podsolige Braunerde über Gosau	91
04-HALM	Braunerde über Gosau	95
04-Penmann	Braunerde über Gosau	97
04-RG 1a	Braunerde über Dachsteinkalk	99
04-RG H4	Braunerde-Rendzina	102

Profil	Bodentyp	Seite
11-SSW	Terra Fusca	103
04-RG H2	Allochthone Pechredzina über Dachsteinkalk	105
04-RG H2b	Braunerde-Rendzina	107
04-RG Ac	Polsterrendzina im Stürzhalde	109
04-RG K3	Klüftfüllung	110
04-RG AA	Mullrendzina über Blockhalde	111
04-RG AB	Pechrendzina über Dachsteinkalk	112
04-WK2	Braunerde-Terra fusca über Kolluvisol über Gosau	113
 Flugstaub aus Niederschlagsproben		117
30.06-20.07.2004		117
20.07-20.08.2004		118
17.08-09.09.2004		120
02.09-03.10.2004		122
07.09-24.10.2004		123
14.07-14.08.2005		124
14.08-24.09.2005		125
02.09-03.10.2005		126
14.08-25.10.2005		127
Station Reiteralpe Meteorologische Messzeitraum 30.06-24.10.2004		128
Station Reiteralpe Meteorologische Messzeitraum 14.07-25.10.2005		129
Station Watzmannhaus & Funtenseetauern Winddata 2004, 2005		130
Trajektorien für die Flugstaubuntersuchungen		131

Gesteinsanalytik	Proben	Eisen (%)			Tonmineralanalyse (%)						RFA (%)											
		FeO	FeIII	Fe ₂ O ₃	Vt	Sm	ML _{II}	III	Kt	Ct	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅		
Glanecker Schichten	GLANECKER SCHICHTEN	1,52	1,28	2,8									20,34	5,9	2,8	0,05	6,66	29,88	0,2	1,48	0,29	0,06
Gosaukalk	GOSAU	0	0,61	0,61									1,1	0,56	0,61	0,01	0,57	53,34	0,03	0,08	0,03	0,01
Dachsteinkalk	HINTERE ALM	0	0,29	0,29									1,92	1,03	0,29	0,01	0,52	53,09	0,04	0,15	0,06	0,02
Dachsteinkalk (?)	REITER-STEINBERGEN	0,24	0,27	0,51	-	-	-	74 ^{qu}	13	13			4,17	1,11	0,51	0,01	0,54	51,42	0,12	0,2	0,06	0,03
Dachsteinkalk	ROSSGASSE	0,05	0,07	0,12	-	-	v	-	-	-			0,85	0,26	0,12	0	0,33	54,57	0,03	0,05	0,02	0,01
Dachsteinkalk	SAUGASSE A	0,1	1,32	1,42									3,2	2,22	1,42	0,01	0,3	50,88	0,02	0,08	0,16	0,03
Dachsteinkalk	SAUGASSE B	0,01	0,25	0,26									0,72	0,47	0,26	0	0,11	54,57	0,02	0,02	0,04	0,02
Dachsteinkalk	SCHRECKSATTEL WEG	0,08	1,25	1,33	38	-	12	50 ^{qu}	-	-			5,15	3,43	1,33	0	1,08	48,04	0,04	0,43	0,2	0,01
Dachsteinkalk	WK WEG VI	0	0,04	0,04	-	V	-	v	-	-			0,19	0,1	0,04	0	0,33	54,78	0,01	0,02	0,01	0,01
Dachsteinkalk	WS 2B (Gest)	0	0,08	0,08									0,65	0,16	0,08	0,01	0,35	54,67	0,03	0,04	0,01	0,01
Lat. Baux. Ablagerungen	LAT-BAUX GBScherben	0,33	16,54	16,87									2,02	51,02	16,87	0,1	0,07	0,16	0,04	0,05	1,96	0,13

Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) Hauptelementgehalte [%]

Gesteinsanalytik	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr	
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
GLANECKER SCHICHTEN	115,50	27,20	5,10	52,20	10,70	7,80	19,50	6,80	11,50	28,00	5,40	67,10	0,28	445,50	5,90	0,50	70,80	9,70	48,70	63,80	
GOSAU	3,30	7,80	0,60	1,30	1,60	1,10	0,30	2,70	6,40	1,20	0,10	6,60	0,06	190,70	4,20	0,50	13,30	0,60	13,00	9,00	
HINTERE ALM	15,20	0,90	1,10	5,90	2,90	1,80	0,20	3,70	7,60	1,40	1,60	10,50	0,02	307,10	1,40	1,70	12,10	2,80	11,00	19,50	
REITER-STEINBERGEN	33,30	0,40	2,10	20,20	50,90	1,40	3,00	3,30	7,50	7,20	2,50	13,10	0,03	164,20	1,60	0,00	8,40	2,10	29,90	16,60	
ROSSGASSE	13,40	7,60	1,50	2,60	2,50	0,60	1,60	3,10	6,60	4,10	1,10	6,20	0,02	102,10	2,20	0,10	8,20	1,90	6,50	8,20	
SAUGASSE A	20,70	3,30	2,50	3,50	7,50	1,70	1,40	4,70	7,60	11,40	2,60	6,70	0,01	75,80	1,70	2,10	15,50	19,60	24,10	29,10	
SAUGASSE B	3,60	2,20	0,70	3,30	5,20	1,00	0,20	3,10	6,90	0,70	1,20	2,20	0,00	25,80	0,90	3,20	3,00	27,60	26,80	9,60	
SCHRECKSATTEL WEG	51,80	17,00	0,80	20,50	3,20	3,30	11,80	6,60	10,20	21,40	3,20	22,40	0,03	178,50	0,30	1,60	23,30	4,50	12,90	45,30	
WK WEG VI	4,20	3,20	0,00	3,50	0,10	0,10	3,80	1,80	8,50	6,00	0,50	4,00	0,01	81,10	1,60	0,30	10,50	2,30	3,50	4,70	
WS 2B (Gest)	4,10	5,10	2,40	3,60	3,10	0,60	0,00	1,50	7,10	4,70	1,10	3,70	0,01	118,20	3,90	0,80	5,10	0,90	6,90	6,20	
LAT-BAUX GBScherben	35,00	187,40	14,10	213,40	12,10	57,00	110,30	41,80	79,50	75,50	105,30	4,30	0,03	114,60	33,80	10,10	167,40	68,90	59,40	483,90	

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) Spurenelementgehalte [ppm]

Gesteinsanalytik	Gesteinsanalytik	Schwermineralanalyse (%)												Kornzahl	
		G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti		Anatas
Glanecker Schichten	GLANECKER SCHICHTEN	6	19	32	9	1	1	-	-	7	13	11			154
Gosaukalk	GOSAU	1	3	1	-	-	-	-	-	1	1				8
Dachsteinkalk	HINTERE ALM	-	-	4	-	-	-	-	-	-	2				6
Lias Kalk	Lias Kalk	6	26	22	6	3	3	-	-	5	23	3	1		77
Dachsteinkalk (?)	REITER-STEINBERGEN	1	4	4	2	<1	-	-	-	21	67		1		300
Dachsteinkalk	SCHRECKSATTEL WEG	2	3	3	2	-	-	-	-	-	8				18
Dachsteinkalk	WK WEG VI	6	17	12	10	1	<1	<1	-	26	27		1		300
Dachsteinkalk	WS 2B (Gest)	6	17	12	10	1	<1	<1	-	26	27		1		300
Gosaukalk	Gestein & Schnecke	1	3	-	-	-	-	-	-	1	1				6
Dachsteinkalk	Gelber Kalk Rossgasse	11	18	11	16	4	5	-	-	2	34				56

Prozentuale Darstellung des Gesamtspektrums. Korngrößenfraktion 0,1-0,25mm

Präparation, Messung und Auswertung nach RAST (1991).

Abkürzungen:

G=Granat; Z=Zirkon(+Monazit+Zenotim); T=Turmalin; R=Rutil; Ap=Apatit; St=Staurolith; Di=Disthen, And=Andalusit; Hbl=Hornblende; Ep+Zo=Epidot (+Zoisit + Klinozoisit + evtl. feinkörnige Aggregate von Pumpellyit); CrSpi=Chromspinel; Glp=Glaukophan; So=Sonstige

Bodenprofilen

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Rendzina-Terra fusca über Dachsteinkalk brekziert										
Horizontabfolge	Ah/ Bt (T)/ Bv/ Cv /Cn										
Probenname	06-SG										
Lage	12.80964 47.63565										
Geomorphologie	Karstgasse										
Geologie	nDk brek	Höhe [m. ü. N. N.]	1570	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	08/2006	Mächtigkeit [cm]	25						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
06-SG I	5	O Ah	pechschwarzer A-Horizont, Mull, gut durchwurzelt, silik. Material mit dem Auge erkennbar, wellige Lagerung								
06-SG II	25	Bt Bv	braunrot 5YR 5/6, ton- und schluffhaltig, knirscht leicht, niedriger Sandgehalt, plastisch und rollbar, polyedrisch bis subpolyedrisch, rote bis schwarze Fe-Konkretionen, dicht, Kalksplitter Ø mm erst am unteren Horizont, sehr feucht, oberste 10cm,silikatreich								
06-SG II	>25	Cv Cn	Verwitterungshorizont, karbonatreich und kein silik. Material, Kalksplitter Ømm, brekziert nDk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Fell	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
06-SG II	1,4	5,3	6,7	1,40	5,45	7,04	1,4	5,3	6,7		
06-SG III	89,2	0,8	90,0			1,74	89,2	0,8	90,0		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
06-SG II		27,4	28,3	25	16,1	2,3	0	0	27,4	69,4	2,3
06-SG III		25,3	28,3	19	10	9,4	7,8		25,3	57,3	17,2
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
06-SG II				23	28	18	31				
Präparation, Messung und Auswertung nach RAST (1993).											
Abkürzungen: Sm = Smektit; ML III/Sm = unregelmäßige Wechsellagerungsminerale aus Illit und Smektit, die Indexzahlen geben die Gehalte quellfähiger Schichten, i.e. des Smektit in Rel.% an; MLIII = unregelmäßige, illitreiche Wechsellagerungsminerale; III = Illit, Index zeigt randliche Aufweitbarkeit der Schichten an; Kt = Kaolinit, Ct= Chlorit											

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
06-SG II	59,00	17,88	7,04	0,14	2,53	0,77	0,89	2,72	1,15	0,11										
06-SG III	1,40	4,90	1,74	0,05	0,40	50,11	0,22	0,05	0,21	0,04										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
06-SG II	387	102	23	135	27	20	49	23	44	79	30	117	1	119	15	5	140	39	106	302
06-SG III	50	50	10	15	10	5	15	6	10	13	15	15	1	194	10	5	30	5	17	40
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
06-SG II	9	3	1	3	4	2	1	0	25	45	5	3		300						
Präparation, Messung und Auswertung nach RAST (1991). Abkürzungen: G=Granat; Z=Zirkon (+Monazit+Zenotim); T=Turmalin; R=Rutil; Ap=Apatit; St=Staurolith; Di=Disthen, And=Andalusit; Hbl=Hornblende; Ep+Zo=Epidot (+Zoisit +Klinozoisit + evtl. feinkörnige Aggregate von Pumpellyit); CrSpi=Chromspinel; Glp=Glaukophan; So=Sonstige Prozentuale Darstellung des Gesamtspektrums. Korngrößenfraktion 0,1 - 0,25mm																				
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
06-SG II	2,37	80	0,0	0,8	3,1	0,2	2,4	3,3	0,2	2,37										
06-SG III	0,21	9	0,0	1,0	0,2	0,0	0,2	0,3	10,3	0,21										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Rendzina-Terra fusca										
Horizontabfolge	OAh/ Bt (T)/Bu/ Bv/Cv										
Probenname	05-SG										
Lage	12.80964 47.63565										
Geomorphologie	Karstgasse										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1570	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	09/2005	Mächtigkeit [cm]	45						
Profilabfolge											
Probe [cm]	Mächtigkeit	Horizontbeschreibung									
05-SG I	3	O Ah	pechschwarzer A-Horizont, Moder, gut durchwurzelt, silik. Material mit dem Auge erkennbar, horizontale Lagerung								
05-SG II	13	Bt (Bu)	braunrot 5YR 5/6, ton-, schluffhaltig, knirscht = sandhaltig, plastisch und rollbar, polyedrisch, dicht, Kalksplitter Θ mm, sehr feucht, oberste 10cm, Glimmer führend								
05-SG II	45	Bv Cv	Verwitterungshorizont karbonatreich und kein silik. Material, Kalksplitter Θ mm, brekziert nDk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
05-SG I	6,1	2,1	8,2	5,60	1,39	6,99					
05-SG II	8,1	4,1	12,2	1,10	6,71	7,81					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in μ m in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
05-SG I	0,72	3,75	7,91	26,97	44,91	15,35	0,39	0	4,47	79,79	15,74
05-SG II	0,69	3,89	8,55	28,13	46,26	12,48	0	0	4,58	82,94	12,48
05-SG III	0,73	4,1	8,72	29,39	50,29	6,77	0	0	4,83	88,4	6,77
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
05-SG I				23	34 ^{qu}	30	13				
05-SG II		-	-	20	37 ^{qu}	35	8				
05-SG III		5	-	1	35 ^{qu}	58	1				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-SG I	31,94	14,37	6,99	0,22	1,02	3,42	0,34	1,20	0,85	0,27										
05-SG II	46,56	20,24	7,81	0,19	1,97	4,54	0,25	2,20	1,01	0,24										
05-SG III	3,68	1,57	0,64	0,02	0,43	43,13	0,01	0,20	0,09	0,03										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-SG II	286	168	29	135	32	22	81	23	64	100	41	116	0	192	19	4	123	91	176	273
05-SG III	20	8	3	2	3	1	8	3	7	6	4	14	0	99	3	2	11	9	32	26
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Korn-zahl						
05-SG I	3	16	4	6	1				6	64				300						
05-SG II	3	26	2	7	2	2	-	-	12	44	<1	-		300						
05-SG III	3	48	4	9	<1	-	-	-	4	30	1	-		300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
05-SG I	1,50	74	0,0	0,4	3,5	0,1	1,4	2,2	0,3	0,8										
05-SG II	1,66	74	0,0	0,2	8,8	0,1	2,2	2,3	0,3											
05-SG III	1,67	3	0,0	-0,1	-20,0	0,1	2,2	2,3	27,6											

Allg. Kenngrößen											
Bodenklasse	Allochthone Braunerde-Terra fusca über Dachsteinkalk										
Probenname	06-EWL Horizontabfolge Ah/Bu/Cv/ Cn										
Lage	12.83189 47.61651										
Geomorphologie	Lee Seite Edelweisslahnerkopf										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1925		Vegetations-Höhenstufe	alpine					
Neigung	Steil	Exposition	N		Vegetations-Bedeckungsgrad	vd					
Hangwölbung	CV Hang	Datum	09/2006		Mächtigkeit [cm]	60					
Profilabfolge											
Probe [cm]	Mächtigkeit	Horizontbeschreibung									
06-EWL-Ah	6	Ah	Krümelgefüge, silik. Material mit dem Auge erkennbar, v. dusty red 2,5YR 5/2, Ut4, gut durchwurzelt								
06 EWL Bu	21		feines Polyederggefüge, Tu3 mittel schluffiger Ton, karbonatarm								
06 EWL Bu Cv	49	Bu Cvi	Tu2, 2.5 Y 4/4 redish brown bei 21cm; bei 49cm 5YR 5/8 yellowisch red kohärent bis Polyederggefüge Tu3-Tu2, tonhaltig, silik. Material vorhanden, karbonatarm								
06 EWL C	60	Cvii Cn	7.5 RR 5/6 strong brown, karbonatarm, Cn nDK Rinnenkarst-Paleokarst(?) jedoch silik. Material im Paleokarst in 60cm Tiefe								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
06-EWL-Ah	3,3	4,6	7,9	2,8932	6,48	9,37	5,087	0,481	11		
06 EWL Bu	2,7	5,5	8,2	1,2445	9,78	11,02					
06 EWL BuCv	1,9	2,9	4,8	0,1243	4,64	4,76					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
06-EWL-Ah	0,31	1,41	2,58	16,09	52,41	27,2	0	0	1,72	71,08	27,2
06 EWL Bu	0,56	2,79	5,76	21,72	50,05	19,12	0	0	3,35	77,53	19,12
06 EWL BuCv	0,66	3,27	6,7	25,01	47,35	17,01	0	0	3,93	79,06	17,01
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
06-EWL-Ah	-	6	31 ^{qu}	34	29	-	6				
06 EWL Bu	-	5	44 ^{qu}	32	19	-	5				
06 EWL BuCv	-	41	19 ^{qu}	22	18	-	41				
06 EWLC	45/75	-	15 ^{qu}	22	18	45/75	-				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
06-EWL-Ah	44,7	13,08	9,37	0,198	2,2	1,87	0,87	2,39	1,46	0,25				
06 EWL Bu	36,73	18,56	11,02	0,19	2,65	1,52	0,74	3,12	1,69	0,17				
06 EWL BuCv	46,55	16,1	4,76	0,115	1,37	1,07	0,23	1,98	1,24	0,06				
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
06-EWL-Ah	5	10	4	4	-	-	-	-	7	70				300
06 EWL Bu	1	46	3	11	-	<1	-	-	4	35				300
06 EWL BuCv	-	72	4	20	-	-	-	-	-	4				300
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
06-EWL-Ah	1,99	72	0,1	0,6	2,7	0,2	1,6	3,4	0,4	1,0				
06 EWL Bu	1,24	78	0,0	0,4	4,2	0,2	1,8	2,0	0,3	1,0				
06 EWL BuCv	2,23	83	0,0	0,2	8,6	0,1	1,6	2,9	0,2					

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde über Terra fusca aus Dachsteinkalk								
Horizontabfolge	Ah/ Bt/ IIBu/ Cn								
Probenname	05-WSK-NTH								
Lage	12.79969 47.62875								
Geomorphologie	Dolinen Landschaft								
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1565m	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	Mg	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	G-Hang	Datum	08/2005	Mächtigkeit [cm]	75				
Profilabfolge									
Probe [cm]	Mächtigkeit	Horizontbeschreibung							
05-WSK NTH-I	15	Ah	humoser Org. Horizont, braun bis dunkelbraun, horizontale Lagerung, etwas silik. Material vorhanden						
05-WSK NTH-II	75	Bt/Bu	s. mächtiger, verbraunter Horizont, braun-rötlich 2,56/4, schluffreich, aber auch sehr tonreich, polyderische Eisenkonkretionen						
05-WSK NTH-III	>75	Cn	liegt auf nDk						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Fell	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
05-WSK NTH-I				4,90		4,15			
05-WSK NTH-II	2,4	2,3	4,7	2,07	3,52	5,59			
05-WSK NTH-III	19,4	4,1	23,5						
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
05-WSK NTH-I			-	5	68	10	17		
05-WSK NTH-II			22/60	-	51 ^{qu}	8	19		
05-WSK NTH-III			25/55	-	44	10	21		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-WSK NTH-I	35,80	9,81	4,15	0,16	1,09	1,37	0,30	1,73	0,56	0,35										
05-WSK NTH-II	46,28	13,96	5,59	0,14	1,94	10,91	0,30	2,63	0,68	0,14										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-WSK NTH-I	196	65	11	106	13	13	29	10	26	25	193	143	0	77	11	0	93	25	221	158
05-WSK NTH-II	267	85	15	139	17	17	39	15	30	78	29	139	0	115	12	0	142	38	111	166
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
05-WSK NTH-I	2	13	4	3	-	<1	<1	-	22	55	1	-	2	13						
05-WSK NTH-II	5	13	6	7	1	<1	-	-	13	50	12		5	13						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
05-WSK NTH-I	2,56	74	0,0	0,5	5,8	0,2	3,1	3,6	0,3	2,56										
05-WSK NTH-II	2,37	50	0,0	0,4	8,8	0,2	3,9	3,3	1,0	2,37										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde über Terra fusca								
Horizontabfolge	Ah /Bt /II Bu/ Cn								
Probenname	05-NTH-PLK-I-III								
Lage	12.80112 47.62685								
Geomorphologie	Dolinen Landschaft								
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1570	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	schg	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CV-Fläche	Datum	08/2005	Mächtigkeit [cm]	26				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
05-NTH PLK I	5	Ah	dunkelbraun-schwarz in der Farbe, sehr humos, gut durchwurzelt, horizontale Lagerung grenzt roten B-Horizont scharf ab;						
05-NTH PLK II	24,5	Bh	Rotbrauner Horizont 2,5YR 6/4, knetbar, plastisch, dicht, polyedrisch, sehr nasser Zustand, Bh-Horizont führt humose Partikel, schwarze Konkretionen, Bt-Horizont tonhaltig, lehmig und silikatreich						
		Bt							
		Bu	Bu-Horizont tonhaltig, dicht, Übergangzone rosa in der Farbe - nDk Verwitterungsreste, karbonatreich, Einfluss nDk						
05-NTH PLK III	26	Cn							
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
05-NTH PLK I				4,5163		3,67	25,47	1,864	14
05-NTH PLK II	3,0	1,9	4,9	2,3637	3,43	5,79			
05-NTH PLK III	1,8	3,4	5,2						
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
05-NTH PLK II			10	23 ^{qu}	38	29	10		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-NTH PLK I	28,75	8,82	3,67	0,17	0,90	1,70	0,33	1,14	0,58	0,35										
05-NTH PLK II	46,20	14,40	5,79	0,12	1,64	1,01	0,70	1,99	0,88	0,14										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-NTH PLK I	191	58	10	60	11	11	28	17	24	12	183	76	0	85	15	-3	70	32	206	175
05-NTH PLK II	331	96	21	97	18	17	47	18	39	42	44	108	0	109	15	3	109	42	152	272
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
05-NTH PLK I	2	8	4	3	<1	<1	-	-	19	63				308						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
05-NTH PLK I	2,30	74	0,0	0,6	3,5	0,1	2,0	3,3	0,4											
05-NTH PLK II	2,29	80	0,0	0,8	2,8	0,1	2,3	3,2	0,3	0,2										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	autochthone Tangelrendzina über Dachsteinkalk								
Horizontabfolge	L/Of/Oh/Cn								
Probenname	05-PLK A								
Lage	12.82005 47.62051								
Geomorphologie	Plattenkarst								
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1742	Vegetations-Höhenstufe	osa				
Neigung	mg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	G-Hang	Datum	09/2005	Mächtigkeit [cm]	50				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
05-PLK A-I	2	L/Of	Nadelstreu, Blätter, Förna						
05-PLK A-II	30-50	Oh	pechscharzer Org. Horizont, sehr mächtig, fein, karbonatreich						
05-PLK A-III	>50	Cn	Plattenkarst anstehend. nDk						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
05-PLK A-I	97,5	1,0	98,5	0,07	0,14	0,21	3,828	0,02	na
05-PLK A-II				3,47					
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{II}	III	Kt	Ct		
05-PLK A-I			3/65	-	63 ^{qu}	18	17		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
05-PLK A-I	1,11	0,45	0,21	0,02	0,48	54,76	0,01	0,09	0,03	1,11				
Spurenelementgehalte [ppm]														
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl
05-PLK A-I	2	13	4	3	1	<1	-	-	14	62	<1			300
Verwitterungsindizes (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
05-PLK A-I	1,68	1	0,0	-0,3	-9,0	0,2	3,0	2,5	121,9					

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	autochthone Tangelrendzina über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	L/Of/Oh/Cn										
Probenname	05-PLK B										
Lage	12.82005 47.62051										
Geomorphologie	Plattenkarst										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1742	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	mg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	09/2005	Mächtigkeit [cm]	10						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
05-PLK-B-I	10	L/Of	pechschwarzer Org. fein Horizont in der Füllung der Rinnenkarren, karbonatreich								
		Oh									
05-PLK-B-II	>10	Cn	Rinnenkarstfüllung im Plattenkarst anstehend. nDk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
05-PLK-B-I	23,3	4,8	28,1		1,94	1,94	24,06	1,87	13		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-PLK-B-I	11,18	4,67	1,94	0,10	2,29	13,07	0,12	0,53	0,27	0,26										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-PLK-B-I	83	31	8	57	9	5	16	3	13	4	204	44	0	67	4	-1	45	-4	221	62
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	Fell/Fe ₂ O ₃										
05-PLK-B-I	1,69	25	0,0	0,4	4,4	0,1	2,0	2,4	2,9	0,2										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde über Gosau								
Horizontabfolge	Ah /Bt/Bv/ Cv								
Probenname	05-Kaser								
Lage	12.79807 47.63173								
Geomorphologie	Dolinen Landschaft								
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1565	Vegetations-Höhenstufe			msa		
Neigung	mg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad			va		
Hangwölbung	CV Fläche	Datum	09/2005	Mächtigkeit [cm]			40		
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
05-KASER-I	5	Ah	brauner bis dunkelbrauner, etwas sandiger aber schluffreicher Org Horizont, horizontale Lagerung, gut durchwurzelt						
05-KASER-II	8	B	verbr. Horizont in horizontaler Lagerung, schmierig, Karbonatanteil, braun, Krümelgefüge						
05-KASER-IV	20	Bv	schluffreicher und sandiger, verbr. verw. Horizont, Skelett Ømm-cm						
05-KASER-V	40	Cv	Verwitterung nDk und Gosau						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
05-KASER-I	0,6	1,7	2,3			0,07	7,561	0,785	10
05-KASER-II	1,4	2,7	4,0			0,13	1,268	0,131	10
05-KASER-IV	0,7	1,2	1,9			0,09	1,119	0,102	11
05-KASER-V	0,2	73,9	74,1			0,03			
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
05-KASER-I			-	11	63	9	17		
05-KASER-II			37/55	-	52 ^{qu}	3	8		
05-KASER-IV			15/55	-	68	5	12		
05-KASER-V			10/50	-	66	10	14		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-KASER-I	11,95	4,90	0,07	1,48	0,82	0,33	2,37	0,70	0,31	11,95										
05-KASER-II	22,85	9,50	0,13	2,10	1,28	0,76	3,59	1,51	0,84	22,85										
05-KASER-IV	15,90	5,81	0,09	2,23	0,58	0,39	3,81	0,88	0,13	15,90										
05-KASER-V	4,17	1,84	0,03	0,73	35,34	0,13	0,87	0,23	0,05	4,17										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-KASER-I	68	11	189	10	15	33	16	28	51	69	130	0	94	13	1	140	38	132	214	
05-KASER-II	128	20	313	29	34	68	31	51	74	301	211	0	172	17	5	238	54	319	447	
05-KASER-IV	81	17	201	18	21	42	18	33	88	25	178	0	120	13	0	167	37	119	201	
05-KASER-V	26	5	38	8	4	22	6	10	13	83	45	0	88	0	1	50	7	45	61	
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
05-KASER-I	-	8	8	9	-	-	-	-	16	56	4			300						
05-KASER-II	2	22	5	7	1	2	-	-	16	40	6			300						
05-KASER-V	9	31	3	9	<1	-	-	-	5	36	21			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
05-KASER-I	2,40	59	0,5	7,6	0,3	0,1	2,3	2,4	0,7	2,40										
05-KASER-II	2,37	62	0,4	4,3	0,4	0,2	1,8	2,4	0,6	2,37										
05-KASER-IV	2,70	53	0,7	29,3	0,2	0,2	6,8	2,7	0,9	2,70										
05-KASER-V	2,23	60	0,5	17,4	0,3	0,1	4,6	2,3	0,7	2,23										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	silikatreiches Kolluvisol über Glanecker Schichten								
Horizontabfolge	Ah/Bv/ Cv/Cn								
Probenname	05-JODELBAUER								
Lage	12.79658 47.62148								
Geomorphologie	Doline Hangbereich								
Geologie	Gosau/Glanecker	Höhe [m. ü. N. N.]	1580	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CV Fläche	Datum	09/2005	Mächtigkeit [cm]	30				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
05-JODEL-I	10	Ah	hellbrauner 10YR 7/4, org. Horizont, durchwurzelt, plattig, horizontale Lagerung, silikatreich, karbonatarm, Eisenkonkretionen						
05-JODEL-II	30	Bv/Cv	hellgrau verb. Horizont u. Verwitterungshorizont, wirkt sehr tonig, schmierig, hoher silik. Anteil, leicht durchwurzelt, Karbonatanteil steigt						
05-JB-III	>30	Cn	Glanecker Schichten anstehend, nass, karbonatreich						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Fell	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
05-JODEL-I	6,6	5,3	11,9	2,49	3,76	6,25	3,323	0,182	18
05-JODEL-II	42,2	9,7	51,9	1,18	2,54	3,72			
05-JB-III	53,2	13,9	67,1		2,80	2,80			
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
05-JODEL-I			19/75	-	62	4	15		
05-JODEL-II			10/70	-	74 ^{qu}	2	14		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
05-JODEL-I	54,12	15,32	6,25	0,11	2,53	3,73	0,39	3,38	0,84	0,13										
05-JODEL-II	29,93	9,46	3,72	0,05	4,65	23,70	0,24	2,28	0,48	0,09										
05-JB-III	20,34	5,90	2,80	0,05	6,66	29,88	0,20	1,48	0,29	0,06										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
05-JODEL-I	349,30	87,00	18,10	147,00	16,80	21,40	44,70	17,90	33,90	68,50	40,50	159,80	0,10	145,90	14,60	0,00	174,40	44,40	122,60	203,30
05-JODEL-II	215,80	54,10	11,20	67,00	20,80	12,00	22,80	10,10	17,90	36,60	14,50	97,20	0,08	405,60	6,40	0,70	109,60	16,30	81,30	97,20
05-JB-III	115,50	27,20	5,10	52,20	10,70	7,80	19,50	6,80	11,50	28,00	5,40	67,10	0,28	445,50	5,90	0,50	70,80	9,70	48,70	63,80
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
05-JODEL-I	<1	19	7	4	1	-	-	-	11	52	6			300						
05-JODEL-II	2	34	2	16	-	-	-	-	6	33	8			316						
05-JB-III	6	19	32	9	1	1	-	-	7	13	11			154						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
05-JODEL-I	2,51	67	0,0	0,5	8,7	0,2	4,0	3,5	0,5	1,0										
05-JODEL-II	2,27	27	0,0	0,5	9,5	0,2	4,8	3,2	2,8											
05-JB-III	2,34	16	0,0	0,7	7,4	0,3	5,1	3,4	5,3	1,0										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde-Podsol über autochthone Kalkpseudogley über Glanecker Schichten								
Horizontabfolge	Of/Ah/ Ahe/ Bv/Bs/ IISw/Scw/ ISd/ IICv/ Cn								
Probenname	06 Reitertritt								
Lage	12.79643 47.62450								
Geomorphologie	Doline								
Geologie	Gosau/Glanecker Sch.	Höhe [m. ü. N. N.]	1540	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	Schg	Exposition	PI	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CV-Fläche	Datum	08/2006	Mächtigkeit [cm]	>4m				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
06 Reitertritt I	6	Of Ah	humos, gut durchwurzelt, reiner Schluff (Uu),						
06 Reitertritt II	6-11	Ahe	ungleichmäßig humos, gut durchwurzelt, mäßig podsolig bis podsoliert, violettstichig, mit diffusen bis wolkigen Bleichflecken, reiner Schluff (Uu), Kohärentgefüge, homogen						
06 Reitertritt III-IV	12-17	Bv Bw	gut durchwurzelt, lehmiger Verwitterungshorizont, inhomogen, reiner Schluff (Uu), wenige Eisenkonkretionen						
06 Reitertritt V	18-19	Bs	Eisenhaltiges, welliges Band						
06 Reitertritt VI	20-52	II Sw Scw	stauwasserleitender Horizont, >80% Fläche Nassbleichungsmerkmale, Oxidationsmerkmale, orange bis rötliche Rostflecken sowie orangefarbige Konkretionen, reiner Schluff (Uu), (Labor 10 YR 7/6 – yellow), lehmig; Scw: karbonathaltiger, stauwasserleitender Horizont						
06 Reitertritt VII	52-120	Sd	wasserstauer Horizont mit blau-grau farbigen Reduktionsmerkmalen Mn Fe-Konkretionen, Us sandiger Schluff						
06 Reitertritt VIII	120-380	Cv	lehmiger Rückstandshorizont, sandiger Schluff (Us), karbonatreich, Cn Glanecker Schichten karbonatreich						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
06 Reitertritt I	1,0	3,6	4,5	2,7277	0,80	3,53	19,03	1,865	10
06 Reitertritt II	0,4	4,3	4,8	2,046	2,28	4,33			
06 Reitertritt III-IV	0,3	4,8	5,2	1,3879	4,73	6,12			
06 Reitertritt V	54,8	9,4	64,2	1,0663	1,78	2,85			

	CaCo ₃	Dol	Karbonat	Fell	FellI	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
06 Reitertritt VI	0,5	4,6	5,1	1,0638	5,94	7			
06 Reitertritt VII	0,6	4,8	5,3	1,0872	5,20	6,29			
06 Reitertritt VIII	58,4	10,1	68,5	0,9206	2,14	3,06			

Probe Nr.	Relative Tonmineralegehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
06 RT I				15	80 ^{qu}	4	1
06 RT II				32	60	2	6
06 RT III-IV				12	70	4	14
06 RT VI				24	64 ^{qu}	5	7
06 RT VII				7	75 ^{qu}	3	15
06 RT VIII				14	73 ^{qu}	4	9

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Hauptelementgehalte [%]

Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
06 Reitertritt I	49,11	14,28	3,53	0,019	1,71	0,54	0,75	3,74	1,16	1,24
06 Reitertritt II	51,41	20,28	4,33	0,012	2,08	0,23	0,59	3,98	1,14	0,34
06 Reitertritt III-IV	55,68	21,63	6,12	0,027	2,31	0,19	0,56	4,3	1,2	0,3
06 Reitertritt V	25,07	7,45	2,85	0,061	4,51	30,78	0,52	1,78	0,39	0,07
06 Reitertritt VI	52,21	19,93	7	0,041	2,2	0,27	0,74	4,14	1,16	0,35
06 Reitertritt VII	50,54	19,4	6,29	0,021	2,28	0,32	0,58	4,16	1,1	0,27
06 Reitertritt VIII	16,86	8,04	3,06	0,064	4,85	32,81	0,6	1,82	0,42	0,08

Schwermineralanalyse

Schwerminerale [%]

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
06 Reitertritt I	2	11	3	3	-	-	-	-	16	62		1	1	304
06 Reitertritt II	6	5	1	4	<1	<1	-	-	5	75				300
06 Reitertritt III-IV	-	10	4	5	-	-	-	-	16	59				300
06 Reitertritt V	3	11	3	4	-	-	-	-	12	62		1		300
06 Reitertritt VI	2	7	6	6	-	-	-	-	9	64				306
06 Reitertritt VII	1	11	6	7	-	-	-	-	15	54				300
06 Reitertritt VIII	1	9	1	4	-	-	-	-	2	14			1	35

Verwitterungsindices (CIA)

Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃
06 Reitertritt	2,76	74	0,1	0,6	5,0	0,3	3,2	3,4	0,4	0,8
06 Reitertritt II	2,09	81	0,0	0,5	6,7	0,2	3,5	2,5	0,2	0,6
06 Reitertritt III-IV	2,01	81	0,0	0,5	7,7	0,2	3,6	2,6	0,2	0,8
06 Reitertritt V	2,43	18	0,1	1,3	3,4	0,2	4,6	3,4	4,4	0,8
06 Reitertritt VI	1,94	79	0,0	0,6	5,6	0,2	3,6	2,6	0,3	0,7
06 Reitertritt VII	1,97	79	0,0	0,5	7,2	0,2	3,8	2,6	0,3	
06 Reitertritt VIII	1,52	19	0,1	1,4	3,0	0,2	4,3	2,1	4,4	0,4

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Humuspodsol-Pseudogley über Glanecker Schichten				
Horizontabfolge	Of/Aih/ Ae/ Bh/ Sw/ Sd/ II Cv/ Cn				
Probenname	06-Dol Pon, 06-ZKD				
Lage	12.79779 47.62660				
Geomorphologie	Doline mit Ponor				
Geologie	Gosau/Glanecker Sch.	Höhe [m. ü. N. N.]	1547	Vegetations-Höhenstufe	msa
Neigung	schg	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va
Hangwölbung	CV-Fläche	Datum	08/2006	Mächtigkeit [cm]	>4m

Profilabfolge

Probe Mächtigkeit [cm]		Horizontbeschreibung	
06 Dol Pon OfAih/4	4	Of Aih	org. Substanz, vorw. Pflanzenreste
06 Dol PON fAh-Sw/20	20	fAh Sw	in horizontaler Lagerung vermodert, org. Horizont geht in stauwasserleitenden Horizont über, >80% Fläche Nassbleichungsmerkmale, Oxidationsmerkmale, orange bis rötliche Rostflecken sowie orangefarbige Konkretionen, reiner Schluff (Uu), 10 YR 7/6 gelb, lehmig,
06 Dol PON fAih/30	30	fAih	Diskordante, schiefe Lagerung, vergrustetes org. Material, reliktsicher Ah-Horizont, Plattengefüge,
06 Dol PON Sw/45	45	Sw	Diskordante, schiefe Lagerung, grauer, stauwasserleitender und stauwasserführender Horizont, sehr schluffhaltig, sehr sandig, hoher Anteil an silik. Material, karbonatarm
06 Dol PON Sw Sd/115	115	Sw Sd	S-Horizont wasserstauend, führt Gang Ponor Doline, exponiert, bislang unbekannt, schluffreich und sandig, reiches silik. Material
06 Dol PON eCv/130	130	eCv	nasser dunkel- grauer 7,5 YR4/1 karbonatreicher Vwitterungshorizont, z.T. schwarze Konkretionen FeMn, karbonathaltig, schluffig, tonhaltig, feucht, Kohärentgefüge
06 ZKD 2-2,2	200-220	Cv	leichte orange Bänderung, karbonathaltig KU4, Pflanzenreste und Samen erkennbar
06 ZKD 2,2-2,4	220-240	Cv	trockene Linsen eingeschlossen, siik. Material vorhanden, mehr Ton vorhanden, aber weniger Fe
06 ZKD 3,0-3,2	300-320	Cv	Feuchtgehalt nimmt ab, Fe nimmt ab;
06 ZKD 3,4-3,6	340-360	Cv	
06 ZKD 3,6-3,8	360-380	Cv	Krümelfgefüge, hart, trocken, Kohärentgefüge

Bodenchemische Werte

Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
06 Dol Pon OfAih/4	1,4	3,8	5,2	3,4809	2,10	5,58	25,41	2,007	13
06 Dol PON fAh-Sw/20	0,2	5,3	5,5	1,8272	5,54	7,37			
06 Dol PON fAih/30	0,4	4,1	4,5	1,3141	2,22	3,53	5,272	0,428	12

	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
06 Dol PON Sw/45	0,5	6,4	6,9	1,1723	10,01	11,18			
06 Dol PON Sw Sd/115	1,1	6,3	7,4	0,9252	7,88	8,81			
06 Dol PON eCv/130	52,8	11,7	64,5	0,5662	1,98	2,55			
06 ZKD 2-2,2				0,9987					
06 ZKD 2,2-2,4	33,1	8,5	41,6	0,8324	4,84	5,67			
06 ZKD 3,0-3,2	45,6	10,3	55,9	0,8227	3,16	3,98			
06 ZKD 3,4-3,6	46,1	10,3	56,4	0,8414	3,33	4,17			
06 ZKD 3,6-3,8	46,8	10,5	57,3		4,05	4,05			

Korngrößenverteilung

Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
06 Dol Pon OfAih/4	0,98	3,85	8,72	29,39	50,29	6,77	0	0	4,83	88,4	6,77
06 Dol PON fAh-Sw/20	0,79	4,69	10,01	27,79	46,83	9,89	0	0	5,48	84,63	9,89
06 Dol PON fAih/30	0,67	3,89	8	26,32	46,78	14,34	0	0	4,56	81,1	14,34
06 Dol PON Sw/45	0,48	2,51	5,21	17,64	50,54	23,62	0	0	2,99	73,39	23,62
06 Dol PON Sw Sd/115	0,62	2,84	5,46	23,54	51,78	15,76	0	0	3,46	80,78	15,76

Tonmineralanalyse

Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
06 Dol Pon OfAih/4			-	15	65	7	13
06 Dol PON fAh-Sw/20			-	13	57 ^{qu}	3	27
06 Dol PON fAih/30			7/75	-	75	3	15
06Sw			-	-	83 ^{qu}	1	16
06 Dol PON Sw Sd/115			-	55	38 ^{qu}	7	-
06 Dol PON eCv/130			11/65	-	74	1	14
06 ZKD 2,2-2,4			7/75	1	70	5	17
06 ZKD 3,0-3,2			-	5	85	2	8
06 ZKD 3,4-3,6			-	2	68	4	26
06 ZKD 3,6-3,8			-	3	86	2	9

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Hauptelementgehalte [%]

Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
06 Dol Pon OfAih/4	47,93	15,45	5,58	0,041	1,82	0,79	0,57	3,31	1,01	1,03
06 Dol PON fAh-Sw/20	57,51	17,23	7,37	0,032	2,53	0,12	0,43	4,09	1,03	0,19
06 Dol PON fAih/30	51	16	3,53	0,005	1,95	0,23	0,83	4,04	1,29	0,34
06 Dol PON Sw/45	47,7	15,5	11,18	0,032	3,06	0,28	0,8	5,05	1,06	0,11
06 Dol PON Sw Sd/115 ⁺	50,53	14,76	8,81	0,149	3,03	0,62	0,78	4,79	0,91	0,12
06 Dol PON eCv/130 ⁺	22,79	11,33	2,55	0,046	5,62	29,66	0,19	1,58	0,3	0,07
06 ZKD 2,2-2,4	27,52	10,27	5,67	0,07	4,07	18,6	0,5	3,11	0,74	0,14
06 ZKD 3,0-3,2	24,12	10,27	3,98	0,066	4,95	25,6	0,31	2,27	0,5	0,1
06 ZKD 3,4-3,6	25,43	10,26	4,17	0,076	4,91	25,9	0,26	2,38	0,52	0,1
06 ZKD 3,6-3,8	22,96	9,74	4,05	0,064	5,03	26,28	0,27	2,27	0,49	0,1

Schwermineralanalyse

Schwerminerale [%]

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
06 Dol Pon OfAih/4	2	3	2	2	-	<1	-	-	18	71	4			300
06 Dol PON fAh-Sw/20	4	15	7	3	-	1	<1	-	11	53	15			300
06 Dol PON fAih/30	<1	17	5	5	-	-	1	-	11	58	8			248
06 Dol PON Sw/45	5	38	11	13	-	-	-	-	5	23	13	1		331
06 Dol PON Sw Sd/115 ⁺	9	33	11	2	1	1	-	-	10	16	21			244
06 Dol PON eCv/130 ⁺	6	13	7	6	1	-	-	-	5	26	50	1		114

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl
06 ZKD 2,2-2,4	3	18	7	7	-	<1	-	-	9	48				300
06 ZKD 3,0-3,2	5	47	1	12	-	-	-	-	1	20	39			304
06 ZKD 3,4-3,6	5	30	5	14	-	-	-	-	2	34	32			300
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
06 Dol Pon OfAih/4	2,28	77	0,0	0,6	5,8	0,2	3,3	3,1	0,3	0,6				
06 Dol PON fAh- Sw/20	2,34	79	0,0	0,4	9,5	0,2	4,0	3,3	0,3	0,9				
06 Dol PON fAih/30	2,61	76	0,1	0,6	4,9	0,3	3,1	3,2	0,3	0,9				
06 Dol PON Sw/45	1,79	72	0,1	0,8	6,3	0,3	4,8	3,1	0,4	0,8				
06 Dol PON Sw Sd/115 ⁺	2,14	70	0,1	0,9	6,1	0,3	5,3	3,4	0,4					
06 Dol PON eCv/130 ⁺	1,64	26	0,0	0,6	8,3	0,1	5,3	2,0	2,8	0,9				
06 ZKD 3,0-3,2	1,69	27	0,0	0,6	7,3	0,2	4,5	2,3	2,7	1,0				
06 ZKD 3,4-3,6	1,76	26	0,0	0,5	9,2	0,2	4,6	2,5	2,8					
06 ZKD 3,6-3,8	1,66	25	0,0	0,6	8,4	0,2	4,6	2,4	3,0	0,7				

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Oh/IIAh/ Bv/Cv										
Probenname	04-GrD2-A										
Lage	12.82523 47.64102										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1480			Vegetations-Höhenstufe	usa				
Neigung	schg	Exposition	N			Vegetations-Bedeckungsgrad	vd				
Hangwölbung	CX-Hang	Datum	03.08.2004			Mächtigkeit [cm]	28				
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GRD2 A -I	7	Oh									
		Ah	dunkelbrauner, humoser org. Horizont, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, horizontale Lagerung								
04-GRD2 A -II/12	12	Bv	lehmiger Boden, sehr sandig (knirscht), hellbraun 7,5 RR 6/4, mit unsortiertem Geschiebe, gerundet Ø 2cm auch kantengerundet und eckig Ø 6cm								
04-GRD2 A II/20	22	Cvi									
04-GRD2 A-III	>28	Cvii	feines Geschiebematerial, hell, Ø mm-cm, sandig								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FellI	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GRD2 A -I	9,9	1,0	10,9	3,9314		2,15	30,95	2,335	13		
04-GRD2 A -II/12	72,2	1,0	73,3	0,1402	0,68	0,82	40,14	2,596	15		
04-GRD2 A II/20	77,0	0,9	77,9	0,5659	0,06	0,63					
04-GRD2 A-III	96,4	1,4	97,7	1,57		0,22					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRD2 A -II/12	0,25	1,28	2,51	7,1	17,38	12,99	26,26	32,23	1,53	26,99	71,48
04-GRD2 A II/20	0,26	0,96	1,77	1,48	23,44	5,63	32,07	37,35	1,22	23,73	75,05
04-GRD2 A-III	0,37	1,29	2,47	7,95	8,03	5,15	44,44	30,3	1,66	18,45	79,89
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-GRD2 A -I			-	9	51 ^{qu}	29	11				
04-GRD2 A -II/12			85 ^{qu}	8	7						
04-GRD2 A II/20			-	-	46	23	31				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GRD2 A-I	12,70	5,12	2,15	0,08	0,47	5,55	0,25	0,55	0,31	0,32										
04-GRD2 A-II/12	4,97	2,19	0,82	0,03	0,50	40,57	0,01	0,31	0,12	0,08										
04-GRD2 A II/20	2,89	1,36	0,63	0,02	0,42	43,25	0,01	0,15	0,08	0,06										
04-GRD2 A-III	0,92	0,57	0,22	0,01	0,65	54,15	0,00	0,06	0,03	0,02										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GRD2 A - II/12	31,70	9,00	2,60	10,30	7,80	1,60	12,30	3,10	7,50	3,30	23,20	33,20	0,09	98,70	0,50	0,70	6,60	18,50	119,40	32,30
04-GRD2 A II/20	25,40	12,80	1,60	12,30	2,80	0,70	8,80	4,10	8,10	5,50	8,60	14,60	0,09	105,0	1,20	1,90	14,90	10,10	52,40	24,70
04-GRD2 A-III	5,20	7,40	3,10	4,10	4,60	1,20	3,10	2,50	7,40	6,30	3,30	6,50	0,07	148,40	0,60	1,40	8,40	4,00	20,90	9,40
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl						
04-GRD2 A -II/12	1	4	2	2	-	-	-	-	16	75				300						
04-GRD2 A II/20	19	19	3	3	-	<1	-	-	3	52				300						
04-GRD2 A-III	4	13	3	4	1	1	-	-	11	63			1	300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-GRD2 A -I	1,75	45	0,0	0,8	2,2	0,1	1,8	2,5	1,2	0,1										
04-GRD2 A -II/12	1,65	5	0,0	0,1	31,0	0,1	2,6	2,3	18,7	0,0										
04-GRD2 A II/20	1,45	3	0,0	0,1	15,0	0,1	1,9	2,1	31,9											
04-GRD2 A-III	1,16	1	0,0	0,0		0,1	2,0	1,6	95,1											

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Lößbraunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/Bv/Cn										
Probenname	04-GRD2-B										
Lage	12.82556 47.64134										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1466		Vegetations-Höhenstufe	usa					
Neigung	schg	Exposition	N		Vegetations-Bedeckungsgrad	vd					
Hangwölbung	CX-Hang	Datum	08/2004		Mächtigkeit [cm]	40					
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GRD2 B-I	10	Ah	schwarzer, humoser org.Horizont, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, sandig, karbonatreich								
04-GRD2 B-II	10-14	Ah	Übergangshorizont, silik. Material vorhanden								
04-GRD2 B-III	14-20	Bv	verbraunter Horizont, leicht durchwurzelt, feucht, ton- und schluffhaltig, lehmig, hellbraun 7,5YR 6/4, Kohärentgefüge								
04-GRD2 B-V	20-35	Cvi	Kalk-Moräne Ø20cm grob, verwittert								
04-GRD2 B-VI	>40	Cvii	Moräne, feinkörnig								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO₃	Dol	Karbonat	Fell	FellI	Fe₂O₃	C	N	C/N		
04-GRD2 B-II	1,6	3,1	4,7	2,9837	3,38	6,36	5,612	0,598	9		
04-GRD2 B-III	0,6	3,5	4,1	1,4773	3,60	5,08	1,353	0,149	9		
04-GRD2 B-V	95,8	1,1	96,9	0,0701	0,10	0,17					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRD2 B-I	0,64	4,13	10,34	28,92	46,5	9,47	0	0	4,77	85,76	9,47
04-GRD2 B-III	1,25	5,97	11,57	30,73	48,89	1,59	0	0	7,22	91,19	1,59
04-GRD2 B-V	0,83	3,73	8,2	33,11	49,32	4,81	0	0	4,56	90,63	4,81
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML_{III/Sm}	ML_{III}	III	Kt	Ct				
I				4	29	39	24				
II			-	15	44 ^{qu}	26	15				
III	21		-	-	28 ^{qu}	28	23				
V			10/75	-	73	8	9				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GRD2 B-II	49,25	16,11	6,36	0,11	1,47	0,90	0,81	1,84	1,09	0,40										
04-GRD2 B-III	61,14	15,98	5,08	0,03	1,67	0,34	0,62	2,80	1,13	0,19										
04-GRD2 B-V	0,94	0,35	0,17	0,01	0,52	53,82	0,03	0,06	0,03	0,01										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GRD2 B-V	2,00	8,70	0,80	5,90	3,90	0,10	1,70	1,60	7,70	9,80	40,20	5,10	0,01	127,90	2,10	1,90	0,60	6,90	7,90	8,30
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl						
04-GRD2 B-I	6	4	3	5		1			18	64	1			300						
04-GRD2 B-II	6	18	6	7	<1	3	-	-	11	50				300						
04-GRD2 B-III	5	7	1	8	-	-	-	-	21	58	1			300						
04-GRD2 B-V	6	8	3	6	-	<1	<1	-	10	67	1			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-GRD2 B-II	2,19	82	0,1	0,7	2,3	0,1	1,7	3,1	0,2	0,6										
04-GRD2 B-III	2,90	81	0,0	0,5	4,5	0,2	2,5	3,8	0,2											
04-GRD2 B-V	1,81	1	-0,1	-1,0	-2,0	0,2	2,0	2,7	153,9	0,0										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Lössbraunerde über Dachsteinkalk								
Horizontabfolge	Ah/Bv/Cv								
Probenname	04-GrD2-C								
Lage	12.82630 47.64192								
Geomorphologie	Doline								
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1454	Vegetations-Höhenstufe	usa				
Neigung	Schg	Exposition	E	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CX-Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	8				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-GRD2 C-I	8	Ah	schwarzer, humoser Org. Horizont, Krümelgefüge, schwarze Konkretionen (Fe-Mn), silik. Material erkennbar mit dem Auge, gut durchwurzelt						
04-GRD2 C-II	>8	Bv Cv	nicht sortierte Moräne, kantengerundete Ø 7cm, 2cm, 20cm nDk, mit dunkel-braunem, humosen Boden dazwischen						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-GRD2 C-I	3,8	2,3	6,1	5,32		4,43	11,95	1,061	11
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
04-GRD2 C-I	12	-	-	-	51 ^{qu}	21	16		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)										
Hauptelementgehalte [%]										
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-GRD2 C-I	32,30	10,95	4,43	0,09	1,11	2,14	0,58	1,26	677,00	0,35
Verwitterungsindizes (CIA)										
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃
04-GRD2 C-I	2,10	73	0,1	0,0	2,2	0,1	0,0	2,9	0,4	1,0

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Lössbraunerde über Dachsteinkalk				
Horizontabfolge	Ah/Bv/Cn				
Probenname	02-GrD2 F				
Lage	12.82617 47.64196				
Geomorphologie	Doline				
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1454	Vegetations-Höhenstufe	usa
Neigung	Ng	Exposition	E	Vegetations-Bedeckungsgrad	va
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	20
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung				
04-GRD2 F-I	6	Ah	dunkelbrauner, humoser Org. Horizont, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, skelettreich nDk, horizontale Lagerung, silik. Material vorhanden		
04-GRD2 F-II	20	Bv	verbraunter Horizont 7,5 YR 5/4, ton- und schluffreich, rollbar, auch Sandanteil, silik. Material vorhanden		
04-GRD2 F-III	>20	Cn	ansteh. nDk in flachen Rillenkarren		

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Mäanderkarrenfüllung				
Horizontabfolge	L				
Probenname	04-GrD2 Mäa				
Lage	12.82630 47.64192				
Geomorphologie	Mäanderkarren				
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1454	Vegetations-Höhenstufe	
Neigung	steil	Exposition	E	Vegetations-Bedeckungsgrad	vf
Hangwölbung	CV-Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	6
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung				
04-GrD2-MäK	1-6	L	Mäanderkarrenfüllung, pechschwarzer org. Horizont, Tangelhumus, fein, feucht		

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Pechrenzina über Moräne										
Horizontabfolge	Ah/ IICv										
Probenname	04-GrD2-D										
Lage	12.82657 47.64178										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDK&Geschiebe	Höhe [m. ü. N. N.]	1454	Vegetations-Höhenstufe	usa						
Neigung	schg	Exposition	E	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	CX Hang Kulminationsgrenze	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	22						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GRD2 D-I	6	Ah	dunkelbrauner, humoser Org. Horizont, Krümelgefüge, silik. Material erkennbar mit dem Auge, gut durchwurzelt, horizontale Lagerung								
04-GRD2 D-II/13	13	Cvi	Kalksplitter, feins und gerundetes Geschiebe Ø mm-cm, sortiert								
04-GRD2 D-III/22	>22	Cvii	Geschiebe wird größer Ø 2cm, sortiert, rote und weiße Kalke								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GRD2 D-I	15,5	0,5	16,0		2,08	2,08	29,16	2,344	12		
04-GRD2 D-II	93,7	0,9	94,6	0,20	0,08	0,28					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRD2 D-II/13	0,16	0,68	1,37	4,44	4,88	1,77	36,5	50,2	0,84	10,69	88,47
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
I			-	63	24	13	-				
II			-	68 ^{qu}	13	19	-				
III			26	25 ^{qu}	34	15	26				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
04-GRD2 D-I	12,40	5,06	2,08	0,08	0,25	8,69	0,34	0,56	0,30	0,46				
04-GRD2 D-II/13	1,30	0,69	0,28	0,01	0,42	52,63	0,06	0,08	0,05	0,04				
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
04-GRD2 D-I	2	7	3	1	1	1			45	41				300
04-GRD2 D-II/13	3	9	4	3	1	2	<1	-	25	52				300
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
04-GRD2 D-I	1,74	35	0,1	1,1	1,6	0,1	1,9	2,5	1,9	1,74				
04-GRD2 D-II/13	1,34	1	0,1	1,2	1,3	0,1	1,6	1,9	76,5	1,34				

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Lössbraunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/ IIBv/Cv										
Probenname	04-GrD2 E										
Lage	12.82664 47.64187										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1454			Vegetations-Höhenstufe	usa				
Neigung	Schg	Exposition	E			Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CX Hang Kulminationsgrenze	Datum	08/2004			Mächtigkeit [cm]	50				
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GRD2 E-I	5	Ah	Dunkel-schwarzer Org. Horizont, feucht, ausserord. tonreich, schluffhaltig, dehalb sehr feucht, karbonatarm, silik. Material vorhanden								
		Bt	dunkler verbraunter Horizont, feucht, ausserord. tonreich, schluffhaltig, dehalb sehr feucht, karbonatarm, silik. Material vorhanden, Skelett kantengerundet nDk Ø 5cm								
04-GRD2 E-II/Kohlenrest	20	Bh	verkohlte Holzreste in rotlich-braunem 2,5 YR 6/4 verw. Bodenhorizont, schwarze Anteile (Konkretionen ?)								
04-GRD2 E-III	25-39	Bv	Geschiebe grob, Ø 20 eckig bis kantengerundet, Krümelgefüge, nass, tonhaltig, silik. Material noch vorhanden, jedoch auch karbonatreich								
04-GRD2 E-III/25	25	Cvi	karbonatarm , Moräne jedoch deutlich kleiner Ø 1-5cm, hell mit feinen Splintern								
04-GRD2 E-IV	>50	Cvii	karbonatreich, Moräne kleiner Ø 1-5cm, hell mit feinen Splintern								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GRD2 E-I	5,3	2,3	7,5								
04-GRD2 E-II/Kohlenrest	5,6	0,2	5,8	5,09		5,01	17,24	1,93	9		
04-GRD2 E-III	65,8	1,2	67,0	4,17	0,64	4,81	16,69	1,236	14		
04-GRD2 E-III/25	9,8	5,7	15,6	3,84		1,81					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRD2 E-I	0,74	5,55	12,23	25,98	41,5	14	0	0	6,29	79,71	14
04-GRD2 E-IV	0,64	3,43	6,11	14,15	25,5	14,01	14,42	21,74	4,07	45,76	50,17

Tonmineralanalyse							
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
I	17	-	-	-	56 ^{qu}	19	8
III	-	-	2/80	-	49 ^{qu}	34	15
IV	-	-	-	-	63 ^{qu}	20	17

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)										
Hauptelementgehalte [%]										
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-GRD2 E-I	33,71	12,48	5,01	0,23	1,08	2,97	0,42	1,48	0,79	0,68
04-GRD2 E-II/Kohlenrest	31,45	12,15	4,81	0,15	0,10	3,12	0,44	1,43	0,76	0,63
04-GRD2 E-III	9,10	4,22	1,81	0,04	0,58	36,98	0,07	0,46	0,23	0,18
04-GRD2 E-III/25	50,24	32,69	13,71	0,13	2,75	5,51	0,83	3,79	2,11	1,36

Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GRD2 E-I	247	100	13	95	12	16	53	17	38	21	353	101	0	92	10	-1	92	35	343	212
04-GRD2 E-III	74	26	3	31	9	4	13	5	10	2	39	37	0	84	1	1	28	-7	93	54
04-GRD2 E-III/25	552	169	25	312	45	47	86	39	63	107	227	220	0	216	24	1	240	59	563	483

Schwermineralanalyse															
Schwerminerale [%]															
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl	
04-GRD2 E-I	1	11	7	5	-	-	-	-	29	47	<1	<1		322	
04-GRD2 E-II/Kohlenrest	2	2	8	3	1	<1	-	-	17	66	1	1		310	
04-GRD2 E-III	5	5	2	3	1	<1	-	-	18	66	1	1	1	300	
04-GRD2 E-IV	14	17	3	5	2	1	<1	-	6	52	-	-		297	

Verwitterungsindizes (CIA)											
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃	
04-GRD2 E-I	1,93	72	0,0	0,5	3,5	0,1	1,9	2,7	0,4	0,0	
04-GRD2 E-II/Kohlenrest	1,85	71	0,0	0,6	3,3	0,1	1,9	2,6	0,4	1,0	
04-GRD2 E-III	1,51	10	0,0	0,3	6,6	0,1	2,0	2,2	8,9		
04-GRD2 E-III/25	1,08	76	0,0	0,4	4,6	0,1	1,8	1,5	0,3		

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Rendzina über Kalkverwitterungslehme aus Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	L /Of /Oh/Bv/Cn										
Probenname	04-GrD2 G										
Lage	12.82664 47.64178										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDK	Höhe [m. ü. N. N.]	1454	Vegetations-Höhenstufe	usa						
Neigung	ng	Exposition	W	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	CV-Hang	Datum		Mächtigkeit [cm]	45						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GRD2 G-I	9	L Of	Waldböden, Streureste, verholztes, filziges Moos								
04-GRD2 G-II	14	Oh	pechschwarzer org. Horizont, Klumpen, silik. Material vorhanden, ton- und schluffreich, rollbar, gut durchwurzelt								
04-GRD2 G-III	35	Bv	Sandiger (knirscht), hellbrauner 10YR 7/4, trockener verbraunter Horizont, trockener Lehm, mit Konkretionen - wie an der GBAIm!								
04-GRD2 G-IV	>45	Cn	lehmig, hellbraun 10YR 7/4 auf nDk anstehend								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GRD2 G-I							48,06	1,852	26		
04-GRD2 G-II							39,53	2,28	17		
04-GRD2 G-IV	2,4	3,8	6,2	3,5666	3,04	6,61					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRD2 G-III	0,75	4,42	9,53	27,6	44,38	13,32	0	0	5,17	81,51	13,32
04-GRD2 G-IV	0,73	3,95	8,27	29,31	46,22	11,52	0	0	4,68	83,8	11,52
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
II	-	-	-	-	55	45					
III	23	-	-	5	68 ^{qu}	25	7				
					38 ^{qu}	20	14				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GRD2 G-IV	47,29	17,57	6,61	0,07	1,82	1,36	0,81	2,04	0,99	0,19										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GRD2 G-IV	296,40	127,40	23,30	153,20	10,30	18,70	55,60	20,20	50,20	61,50	42,20	108,20	0,10	106,80	14,30	0,10	117,10	48,70	232,50	291,80
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-GRD2 G-I	1	8	3	3	<1	-	-	-	33	51	<1	<1		300						
04-GRD2 G-III	4	6	2	4	-	<1	-	-	14	70	1	1		300						
04-GRD2 G-IV	2	6	2	3	<1	<1	<1	-	16	71	-	-		299						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-GRD2 G-IV	1,96	81	0,0	0,8	2,5	0,1	2,1	2,7	0,2	0,6										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Pseudogley über autochthoner Braunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/Bsv/Sw/Sd/ IIBv/Cv										
Probenname	02-GrD2 1										
Lage	12.82802 47.64123										
Geomorphologie	Doline										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1439			Vegetations-Höhenstufe	usa				
Neigung	ng	Exposition	Pl			Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	09/2002			Mächtigkeit [cm]	52				
Profilabfolge											
Probe	Horizontbeschreibung										
Mächtigkeit [cm]											
02-GrD1-I	5	Ah	humos, Glimmerschüppchen, schwachtoniger Schluff (Ut2), 2,5 YR 6/3 – light yellowish brown;								
02-GrD1-II	9	Bsv	lehmiger Verwitterungshorizont, horizontale Lagerung, etwas toniger, aber auch Sandanteil, silik. Material vorhanden								
02-GrD1-III	16	Sw	stauwasserleitender Horizont, >80% Fläche Nassbleichungsmerkmale, Oxidationsmerkmale, orange bis rötliche Rostflecken, sowie orangefarbige Konkretionen, reiner Schluff (Uu), 10 YR 7/6 – yellow, lehmig;								
02-GrD1-IV	38	IISd	schwachtoniger Schluff Ut2, 10YR 6/4 light yellowish brown, wasserstauender Horizont 50% Rostbleichflecken, marmoriert, hell;								
02-GrD1-V	58	IIBv	lehmiger Rückstandshorizont, stark schluffiger Sand Su4, karbonatreich, 10YR 8/4, very pale brown								
02-GrD1-VI	>58	Cv	(Geschiebe?), Moränenmaterial, sandig und karbonatreich, very pale brown 10YR 8/3								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
02-GrD1-I	1,2	3,5	4,8	3,61	1,76	5,37					
02-GrD1-II	1,8	4,2	5,9	2,09	7,11	9,2					
02-GrD1-III	1,3	4,3	5,6	1,95	5,31	7,26					
02-GrD1-IV	2,5	4,3	6,8	2,01	5,50	7,51					
02-GrD1-V	59,3	2,5	61,9	0,8	2,24	3,04					
02-GrD1-VI	95,7	1,1	96,8	0	0,38	0,38					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
02-GrD1-I		6,9	12,1	32,3	28,3	14,6	0,6	0,5	6,9	72,7	15,7
02-GrD1-II		14	19,8	37,5	19,4	4,4	0,1	0,2	14	76,7	4,7
02-GrD1-III		8,3	16,9	40,8	24,3	5,9	0,1	0,1	8,3	82	6,1
02-GrD1-IV		10,2	9,9	32,6	29,8	15,4	0,3	0,2	10,2	72,3	15,9
02-GrD1-VI		6,7	11	16,5	15,4	13,8	15,7	21,1	6,7	42,9	50,6

Tonmineralanalyse																										
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %																									
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}			ML _{III}	III	Kt	Ct																	
II							55	8	37																	
III							50	14	36																	
IV						<1	48	15	37																	
V							59	5	36																	
V							59	11	30																	
Schwermineralanalyse																										
Schwerminerale [%]																										
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl												
02-GrD1-I	1	1	<1	.	1	Hauptelementgehalte [%]			49	45			3	310												
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅																
02-GrD1-II	3	1	<1	.	.	<1	.	.	33	62			.	300												
02-GrD1-III	60,82	14,59	.	5,37	3	0,041	.	1,68	0,7	18	169	2,56	106	108												
02-GrD1-IV	4	3	<1	1	.	2	.	26	61				3	300												
02-GrD1-II	59,51	15,4		9,2	0,168			0,99	1,12		2,74		101	0,15												
02-GrD1-VI	55	1		2	3	4		1		3	30			300												
02-GrD1-III	61,34	16,48		7,26	0,228		2,05	0,72	1,12		2,88		104	0,16												
Verwitterungsindices (CIA)																										
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃																
02-GrD1-I	3,05	77	0,1	0,9	2,6	0,2	2,4	4,2	0,3	0,7																
02-GrD1-V	24,76	6,77	3,04	0,085	1,21	33,34	0,53	1,13	0,45	0,1																
02-GrD1-II	2,42	76	0,1	1,1	2,4	0,2	2,7	3,9	0,3	0,7																
02-GrD1-III	12,58	0,57	78,38	0,1	0,017	1,1	0,52	2,6	53,79	0,2	0,07	2,8	0,08	0,3	0,01	0,7										
02-GrD1-IV	2,44	76	0,1	Spurenelementgehalte [ppm]			0,2	2,6	3,5	0,3	1,0															
Probe Nr.	B ₂ O ₃	Ce	Co	Cr	16	Cu	Ga	1	La	Nb	2	Nd	2,1	Pb	0,2	Pb	SO ₃	2,5	Th	3,7	U	V	5,2	Zn	Zr	
02-GrD1-V	2,52																									
02-GrD1-VI	389	1,33	91	13	109	17	18	0,1	35	22	1,8	39	37,1	49	12,1		<0,1	2,5	108	12	2,2	<5	134	9,4	137	327
02-GrD1-II	461	94	22	116	27	18	46	20	42	52	23	121	<0,1	107	19	7	108	43	123	304						
02-GrD1-III	434	117	26	126	36	17	52	17	46	68	28	125	<0,1	112	19	5	126	47	122	312						
02-GrD1-IV	421	115	26	130	29	17	69	19	58	72	32	118	<0,1	115	23	7	117	59	117	307						
02-GrD1-V	172	<50	<10	53	13	7	29	8	20	25	<10	50	<0,1	120	<10	<5	48	34	52	132						
02-GrD1-VI	<50	<50	<10	<15	<10	<5	<15	<5	<10	<10	<10	<15	<0,1	116	<10	<5	16	<5	<10	13						

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Parabraunerde über Kalkverwitterungslehme				
Horizontabfolge	Ah/Al/Btv/Bv /IIbt/ IIIAh /IIIBt/ Bv/ Cn				
Probenname	02-GrD2				
Lage	12.82658 47.64232				
Geomorphologie	Doline				
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1466	Vegetations-Höhenstufe	usa
Neigung	ng	Exposition	Pl.	Vegetations-Bedeckungsgrad	va
Hangwölbung	CX Hang	Datum	09/2002	Mächtigkeit [cm]	60
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung				
02-GrD2-I/13o	5	Ah	humos, 10YR 4/2 dark greyish brown, silik. Material erkennbar, horizontaler Verlauf, schluffig-lehmiger Sand Slu		
02-GrD2-II/13u	8	Al	hell, 10YR 5/3 braun, lessivierter A-Horizont, durch Tonverlagerung geprägt, silikatreich		
02-GrD2-III	21	Btv	Tonanreicherung erkennbar, schluffig und tonig, verlehmt, dicht		
02-GrD2-IV	23	Bv	verbraunt, verlehmt, dicht, Lösungsrückstandshorizont, schluffig-tonig		
02-GrD2-V	26	Bv			
02-GrD2-VI	28	Ah	pechschwarzer Horizont , verläuft gerade, sandig lehmiger Schluff Uls		
02-GrD2-VII	30	Bt	braun 10YR 5/4 yellowish brown, lehmig, schluffig bis tonig		
02-GrD2-VIII	59	Bv Cn	verbraunt, verlehmt, Lösungsrückstände, karbonatreich, Sandanteil steigt		

Bodenchemische Werte																						
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N															
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N													
02-GrD2-II/13u	1,1	1,9	3,0		3,48	3,48	1,1	1,9	3,0													
02-GrD2-III	1,5	3,2	4,7		5,84	5,84	1,5	3,2	4,7													
02-GrD2-IV	2,5	4,5	7,0		7,15	7,15	2,5	4,5	7,0													
02-GrD2-VI	0,8	2,9	3,8				0,8	2,9	3,8													
02-GrD2-VII	1,1	4,0	5,1				1,1	4,0	5,1													
02-GrD2-VIII	1,0	4,5	5,5				1,0	4,5	5,5													
02-GrD2-I/13o	62,7	2,3	65,0				62,7	2,3	65,0													
Korngrößenverteilung																						
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%																					
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000											
02-GrD2 III		11,4	10	22	21	35	0,6	0,1	11,4	53	35,7											
Tonmineralanalyse																						
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %																					
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}		ML _{III}	III	Kt	Ct														
II					<1	58	7	35														
III					2	61	7	30														
IV					<1	42	28	30														
02-GrD2 IV	419	116	22	130	27	15	6	1	5	6	2	116	<0,1	131	19	7	116	75	101	377		
Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																						
Hauptelementgehalte [%]																						
Schwermineralanalyse																						
Schwerminerale [%]																						
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl								
02-GrD2 III	54,96	14,68	<1	5,84	1	0,157	<1	1,52	0,86	39	1	58	2,08	107	306							
02-GrD2 III	7	2				3			23		64	1			121							
02-GrD2 IV	61,98	15,77	<1	7,15	2	0,277	2	2,15	1,39	29	1,46	2,6	108	1	340							
Verwitterungsindices (CIA)																						
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	Fell/Fe ₂ O ₃												
02-GrD2 II	2,92	79	0,1	0,8	2,4	1	0,1	1,9	3,9	0,3												
02-GrD2 III	376	2,68	14	111	79	19	0,1	53	19	0,9	35	35,1	153	126	<0,1	118	16	3,7	115	38	254	321
02-GrD2 IV	2,70		74	0,1	1,3	1,8	0,2	2,4	3,9	0,3	0,0											

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	podsolige Braunerde										
Horizontabfolge	Ahe/Ae/Bsv/Cv										
Probenname	02-Dolinenfeld 1										
Lage	12.80467 47.63285										
Geomorphologie	Dolinenfeld										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1560	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	09/2002	Mächtigkeit [cm]	40						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
02-Dolfeld1-I/1	4	Ahe	humos, diffus-wolkige Bleichflecken, zapfenförmiger Horizontverlauf, podsoliert, schwach lehmiger Sand SI2, silikatreich, 5YR 4/1 grau bis yellow brown 10YR 5/4								
02-Dolfeld1-II/3	12	Ae	Diffus-wolkige Bleichflecken, zapfenförmiger Horizontverlauf, podsoliert, schwach lehmiger Schluff Ut2, auch sandig, 10YR 6/6 brownish yellow								
02-Dolfeld1-III/2	40	Bsv	karbonatarm, mitteltoniger Schluff Ut3, Illuvialhorizont 10YR 7/4 very pale brown, silikatreich								
02-Dolfeld1-IV/4a	>40	Cv	karbonatreich, Moränenmaterial, schluffreich 10YR 8/4 very pale brown								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
I				5,7	0,27	5,97					
3	1,6	2,0	3,7	1,95	9,40	11,35					
2	1,6	10,9	12,5	2,03	5,22	7,25					
4a	1,0	39,3	40,3	0,87	1,90	2,77					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
I	6,9	0	3,8	6,4	37,7	38,4	0,9	6,9	10,2	77	6,9
3	11,4	16,3	34,3	19,4	10,4	0,4	0,5	11,4	70	11,3	11,4
4a	13,7	20,3	30,1	16,7	17,2	0,7	0,4	13,7	67,1	18,3	13,7
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{II}	III	Kt	Ct				
I				4	63	6	27				

3				3	54	4	39
---	--	--	--	---	----	---	----

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
1	48,61	14,35	5,97	0,037	1,41	0,47	0,6	1,88	0,98	0,33										
3	58,92	15,45	11,35	0,193	1,91	0,6	0,97	2,8	1,01	0,13										
2	58,68	17,59	7,25	0,168	2,14	0,57	0,8	2,82	1,05	0,14										
4a	22,15	6,15	2,77	0,082	1,1	35,21	0,46	1,03	0,4	0,08										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
1	319	73	<10	105	10	17	31	20	33	37	134	100	0,15	124	14	5	118	29	117	271
3	453	104	24	114	26	18	55	18	39	49	30	129	<0,1	101	16	<5	122	37	132	291
2	418	110	28	121	28	21	56	20	41	73	32	131	<0,1	113	18	5	131	45	150	264
4a	179	28	<10	46	14	8	28	9	17	23	12	49	<0,1	115	<10	<5	46	12	47	116
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
1	2	1	1	1	1	<1			38	56				315						
3	6	1	.	5	.	1			26	61				300						
2	3	2	.	1	.	1			26	61				300						
Verwitterungsindizes (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
1	2,39	83	0,0	0,6	3,1	0,1	1,9	3,4	0,2	0,7										
3	2,20	78	0,1	1,0	2,9	0,2	2,8	3,8	0,3	0,7										
2	2,36	81	0,0	0,8	3,5	0,2	2,7	3,3	0,2											
4a	2,48	14	0,1	1,2	2,2	0,2	2,6	3,6	6,0											
2					<1		51		9	40										
4a					4		60		4	32										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	allochthone Braunerde-Podsol über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/Ahe/Bhs/Bhsv/ IICv										
Probenname	02-Dolinenfeld 2										
Lage	12.81453 47.63800										
Geomorphologie	Dolinenfeld										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1505	Vegetations-Höhenstufe	usa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum		Mächtigkeit [cm]	18						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
02-Dolfeld2-I/5	2	Ah	schwarz, stark humos, feinkrümelig, schmierig, sandig								
02-Dolfeld2-I	5	Ahe	podsoliert, zapfenförmiger Horizontverlauf, grau 5Y 4/1, sandig								
02-Dolfeld2-II/6	11	Bhs	Rötlich-schwarzer 2YR 2/1, Illuvialhorizont, schwachtoniger Sand St2, karbonatarm								
02-Dolfeld2-III/7	18	Bhsv	dunkelbraun-rötlich 7,5 YR 3/3, sandig lehmiger Schluff Uls, karbonatarm								
02-Dolfeld2-IV/7a	>18	Cv	Moränenmaterial, stark schluffiger Sand, karbonatreich, leicht braun 10YR 7/4								
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
6		11,7	16,6	25,3	19,4	24,1	0,7	2,2	11,7	61,3	27
5		9,30	0	1,9	3	15,9	36,3	31,5	9,3	5	83,5
7		7,3	11,6	18,9	17,8	31,6	4,4	8,5	7,3	48,2	44,5
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML_{III/Sm}	ML_{III}	III	Kt	Ct				
6	.	.	.	48	13	39	.				
7	.	.	6	48	10	36	.				
7a	1	.	4	63	6	27	1				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
6	64	20	8	00	2	0,92	1	3	1	0										
7	60	19	8	0	2	6	1	3	1	0										
7a	47	16,2	7	0,59	2,00	24	1	2	1	0										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
6	441	120	25	144	22	18	56	24	60	86	35	121	<0.1	123	20	5	125	75	132	316
7	408	109	27	117	21	17	77	20	52	85	30	113	<0.1	120	21	6	105	66	140	288
7a	322	73	15	90	23	14	58	14	39	58	22	94	<0.1	127	14	<5	81	62	93	209
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl						
5	<1	1	1	1	.				57	39				300						
6	13	3	1	1	4				26	48		1(1Leukoxen, 1Sillimanit)		300						
7	3	2	1	1	4				36	52				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
6	2,43	61	0,4	10,0	0,4	0,2	4,3	2,5	0,6	0,0										
7	2,51	61	0,4	9,5	0,4	0,2	4,1	2,6	0,6											
7a	2,35	63	0,3	9,4	0,4	0,1	3,9	2,4	0,6	1,0										

Allg. Kenngrößen																				
Bodentyp	Tangelrendzina																			
Horizontabfolge	L/Of/Oh/Cn																			
Probenname	02-Dolfeld2Rend																			
Lage	12.80527 47.63258																			
Geomorphologie	Dolinenfeld																			
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]			1568			Vegetations-Höhenstufe			msa									
Neigung	ng	Exposition			Pl			Vegetations-Bedeckungsgrad			va									
Hangwölbung	G-Fläche	Datum			09/2002			Mächtigkeit [cm]			9									
Profilabfolge																				
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung																			
02-Dolfeld2Rend-I	0-4	L	lose verwinz. Rhododendronblätter aber überw. Latschenkeifernadeln, frisch, unversetzt, Förna																	
02-Dolfeld2Rend-II	5	Of	Streu, leicht bis mäßig zersetzt, krümelig, durchwurzelt																	
02-Dolfeld2Rend-III/4	5-9	Oh	extrem humos, Moder, feucht, dicht gelagert, schwarz 10YR 2/2, Kalksplitter nDk, Skelettreich																	
02-Dolfeld2Rend-IV	>9	Cn	liegt auf Karrenfluren nDk																	
Korngrößenverteilung																				
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%																			
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000									
02-Dolfeld2R III/4		5,7	0,4	4,5	14,4	17,4	60		5,7	19,3	77,4									
Tonmineralanalyse																				
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %																			
	Vt	Sm	ML_{III/Sm}			ML_{III}		III		Kt		Ct								
4								35 qu		65										
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
02-Dolfeld2Rend-III/4	36	7		3		1			30	22				214						
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
02-Dolfeld2Rend-III/4	53,5	14,5	3,5	0,1	0,6	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1										
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100		Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃									
02-Dolfeld2Rend-III/4	53,5	14,5	3,5	0,1	0,6	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1										
02-Dolfeld2Rend-III/4	<50	<50	<10	21	<10	<5	<15	5	<10	19	163	53	0,1	38	15	<5	38	5	226	32
Allg. Kenngrößen																				

Bodentyp	Braunerde über Rendzina über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/ Bv/ IIBv/Cv										
Probenname	04-GBA 1										
Lage	12.77966 47.62389										
Geomorphologie	Hang										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1650	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	sg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	CX Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	50						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GBA 1-I	10	Ah	dunkelbrauner, humoser Org. Horizont, gut durchwurzelt, kleine rötliche bis dunkelfarbige Konkretionen Ø mm bis cm gross, Eisen-Mangan-Konkretionen (?), silik. Material mit dem Auge erkennbar, Krümelgefüge, horizontale Lagerung								
04-GBA 1-II	25	Bv	verw. Horizont hellbraun 7,5 YR 6/4, Konkretionen dunkelrot bis hellrot werden größer Ø cm - auffällig - Eisenkonkretionen- durchwurzelt								
04-GBA 1-III	35	Bv- Cv	nDk gelb weiss, verw. Material Ø 10-25cm weit verbreitet, auch Kalksplitter Ø1cm								
04-GBA 1-IV	42	Cv	es überwiegt der nDk Kalksplitter Ø <cm Größe, karbonatreich, keine Konkretionen, kein silik. Material								
04-GBA 1-V	50	Cv	es überwiegt der nDk Kalksplitter Ø < 3cm Größe, karbonatreich, keine Konkretionen, kein silik. Material								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GBA 1-I	3,3	1,8	5,1	6,51	0,69	7,20	16,14	1,29	13		
04-GBA 1-II	3,6	1,7	5,2	4,03	3,30	7,33	9,339	0,693	13		
04-GBA 1-III	95,3	0,8	96,1	0,12	0,14	0,26					
04-GBA 1-IV	97,4	0,9	98,3		0,09	0,09					
04-GBA 1-V	97,3	0,9	98,2	0,00	0,09	0,09					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GBA 1-V	0,54	2,36	3,93	8,26	10,91	4,61	33,47	35,92	2,9	23,1	74
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-GBA 1-I	-	-	-	-	-	24 ^{qu}	48				
04-GBA 1-II	-	-	-	-	11	18 ^{qu}	55				
04-GBA 1-IV	-	6	-	-	-	46	31				

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Tangelrendzina über Residuallehm aus Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	L / Oh / Ah / (Bv) / ICn										
Probenname	04-GRBSAT										
Lage	12.77702 47.62567										
Geomorphologie	exponierter Hang										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1890	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Hang	Datum		Mächtigkeit [cm]	40						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GBRSAT-I	2	L	lose, vereinz. Latschenkiefernadeln, frisch, unzersetzt (Förna)								
04-GBRSAT-II	15	Of	pechschwarz, humos, stark durchwurzelt, karbonatarm, trocken und sehr fein, schluff- und sandhaltig								
04-GRBSAT-III	19	Oh	pechschwarz, humos, gut durchwurzelt, leicht sandig, silik. Material erkennbar, feines Material								
04-GRBSAT-IV	19-40	Bv Cn	rotbraun 2,5 YR 6/4, Lehm, plastisch, dicht, karbonatarm, verw. Reste, schönes Beispiel, ansteh. Kalk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe₂O₃	C	N	C/N		
04-GBRSAT-I				1,13		1,13	47,57	1,497	32		
04-GBRSAT-II	8,2	0,1	8,3	1,18		0,60	30,56	0,943	32		
04-GRBSAT-III	6,7	1,3	8,0	3,76		2,89					
04-GRBSAT-IV	3,5	4,2	7,6	2,17	5,50	7,67					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GRBSAT-IV	1,16	7,6	15,48	32,35	33,5	9,62	0,22	0,07	8,76	81,33	9,91
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML_{II/Sm}		ML_{III}	III	Kt	Ct			
04-GBRSAT-I					-	48 ^{qu}	36	16			
04-GBRSAT-II					10	38 ^{qu}	52	-			
04-GRBSAT-III					5	27	32	37			
04-GRBSAT-IV					18	25	25	32			

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GBRSAT-II	3,30	1,59	0,60	0,00	0,07	4,60	0,00	0,10	0,10	0,10										
04-GRBSAT-III	19,15	7,78	2,89	0,02	0,60	3,77	0,30	0,56	0,51	0,12										
04-GRBSAT-IV	55,54	18,20	7,67	0,09	1,99	1,95	0,79	1,71	1,13	0,09										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GBRSAT-II	15	8	1	4	-3	-1	12	4	7	-19	41	17	0	30	31	3	12	7	29	23
04-GRBSAT-IV	285	126	19	161	21	21	61	23	50	79	38	88	0	136	16	1	132	51	105	360
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-GBRSAT-I	4	7	2	2	1	1	1		18	65				305						
04-GBRSAT-II	3	4	2	3	-	-	-	-	21	64				300						
04-GRBSAT-III	6	11	2	5	-	-	-	-	14	60		1		300						
04-GRBSAT-IV	5	7	1	5	-	-	-	-	15	67				300						
Verwitterungsindizes (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-GBRSAT-II	1,51	25	0,0	0,0		0,1	1,0	2,1	3,0	0,7										
04-GRBSAT-III	1,79	63	0,0	0,6	1,9	0,1	1,1	2,5	0,6											
04-GRBSAT-IV	2,15	80	0,0	0,7	2,2	0,1	1,5	3,1	0,2	0,1										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Mull-Rendzina über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/ IIcV/Cn										
Probenname	04-GBA 2										
Lage	12.77959 47.62394 / Guggenbühelalm										
Geomorphologie	Hang										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1670	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	sg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	15						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GBA 2-I	15	Ah	org. Horizont, schwarz bis dunkelbraun, humos, gut durchwurzelt, Konkretionen Fe-Mg (?) ,lang nadelförmig - ungewöhnlich ! Silik. Material erkennbar mit dem Auge, Lagerung wellig, geht in feinen Horizont über, bräunlich								
04-GBA 2-II	>15	Cv- Cn	Konkretionen weiterhin erkennbar, jedoch kleinere Partikel und fein, ein leicht verbraunter Horizont, jedoch mit handgroßen rötlichen Scherben, ist aber nicht nDk und nicht Gosau ! und weißen nDk, liegt auf Rundkarren nDk anstehend								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO₃	Dol	Karbonat	FelI	FelII	Fe₂O₃	C	N	C/N		
04-GBA 2-I	5,6	1,3	7,0	5,68		4,35	24,59	1,911	13		
04-GBA 2-II	96,0	0,6	96,7	0,10	0,07	0,17					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GBA 2-II	0,46	2,27	3,35	7,48	34,21	27,23	12,85	12,15	2,73	45,04	52,23
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML_{II/Sm}	ML_{III}	III	Kt	Ct				
04-GBA 2-I	18	-	-	-	28 ^{qu}	39	15				
04-GBA 2-II	-	-	-	4	43 ^{qu}	31	22				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
04-GBA 2-I	18,52	10,530	4,35	0,21	,64	3,16	,27	,7	,611	,322				
04-GBA 2-II	0,64	0,39	0,17	0,01	0,31	53,94	0,01	0,04	0,02	0,01				
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
04-GBA 2-I	3	8		4	1	1			24	58			1	300
04-GBA 2-II	4	4	3	2	<1	-	<1	-	19	68				308
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
04-GBA 2-I		72	0,0	0,4	2,6	0,1	1,1	1,8	0,0					
04-GBA 2-II	1,14	1	0,0	-0,5	-4,0	0,1	2,0	1,6	138,4	0,0				

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Polsterrendzina über Dachsteinkalk				
Horizontabfolge	Ah/Cn				
Probenname	04-GBA 3				
Lage	12.77959 47.62394 / Guggenbühelalm				
Geomorphologie	Hang				
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1670	Vegetations-Höhenstufe	Msa
Neigung	sg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	Vd
Hangwölbung	Cv Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	6
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung				
04-GBA 3-I	1	Ah	Rinnenkarren-Karstfüllung, oberste 1cm humos, gut durchwurzelt		
04-GBA 3-II	6	Ah	dunkelrot bis rote Konkretionen (Fe-Mangan), feines Material, subpolyedrisch, braun 7,5 5/4 und dunkelbraun/dunkelrot 2,5 YR 6/4- B-Horizont		
04-GBA 3-II	>6	Cn	anst. nDk		

Allg. Kenngrößen					
Bodentyp	Braunerde-Rendzina über Dachsteinkalk				
Horizontabfolge	Ah/Bv/Cv/Cn				
Probenname	04-GBA 4				
Lage	12.77959 47.62394 / Guggenbühelalm				
Geomorphologie	Hang				
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1700	Vegetations-Höhenstufe	msa
Neigung	sg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd
Hangwölbung	Cv Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	6
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung				
04-GBA 4-I	2	Ah			
04-GBA 4-II	10	Ah	Humos, dunkelbraun Org. Horizont, mächtig, Krümelgefüge, Lagerung schief		
04-GBA 4-III	13	(Bv) / Cv	verbr. verwitt. B- Horizont sehr gering, hellbraun 10YR 6/4 bis rotbraun an der untersten Grenze 2,5 YR 6/4 in der Farbe, Konkretionen Fe durchgehend verbreitet		
04-GBA 4-IV	16	(Bv) /Cv	verw. Horizont rötlich-braun 2,5YR 6/4, horizontale Lagerung, Ø Kalksplitter 5cm überwiegt Horizont, karbonatreich		
04-GBA 4-V	18	Cv	verw. Horizont rötlich-braun 2,5YR 6/4, horizontale Lagerung, Ø Kalksplitter grob, jedoch > 5cm überwiegt Horizont, karbonatreich		

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/ Btv/ IIcV/Cn										
Probenname	04-GBA 5										
Lage	12.78012 47.62349										
Geomorphologie	Hang										
Geologie	Gosau & nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1625	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	mg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	CV Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	20						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-GBA 5-I	6	Ah	schwarze in der Farbe, Org. Horizont, humos, durchwurzelt, kleine Konkretionen (Fe-Mn) Ø mm, Krümelgefüge								
04-GBA 5-II	20	Btv	sehr toniges Material, schluffreich, kleine Konkretionen Fe-Mn deutlich erkennbar, gut durchwurzelt bis 10cm, hellbraun 10YR 6/4								
		Cv									
04-GBA 5-III	>20	Cn	Kalksplitter Ø 2-3cm und gemischt mit gröberen Ø 5-10cm n Dk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GBA 5-I	1,2	2,1	3,3	4,38		4,09	14,99	1,373	11		
04-GBA 5-II	1,9	4,5	6,4	1,73	5,25	6,98					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GBA 5-II	1,58	9,66	18,57	35,15	33,82	1,22	0	0	11,24	87,54	1,22
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-GBA 5-II			20/65	-	21 ^{qu}	24	35				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GBA 5-I	41,10	10,86	4,09	0,09	1,00	0,70	0,55	1,53	0,77	0,30										
04-GBA 5-II	59,26	17,30	6,98	0,12	2,13	1,09	0,74	2,54	0,99	0,17										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GBA 5-II	397,20	115,00	21,00	138,00	21,00	20,70	60,70	21,10	46,20	73,00	32,90	120,30	0,07	117,20	15,00	1,10	138,80	59,80	138,50	279,80
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-GBA 5-I	1	2	4	1					25	68										
04-GBA 5-II	3	3	3	3	1	-	-	-	27	61										
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-GBA 5-I	2,75	80	0,1	0,7	2,8	0,1	2,0	3,8	0,3											
04-GBA 5-II	2,44	80	0,0	0,7	3,4	0,1	2,6	3,4	0,3	0,0										

Allg. Kenngrößen										
Bodentyp	Kolluvisol über Dachsteinkalk									
Horizontabfolge	Ah /Bt(M)/ Bu(M)/Bv/Cv									
Probenname	04-GBA 6									
Lage	12.78004 47.62277									
Geomorphologie	HangFuß mit Doline									
Geologie	nDk & Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1610	Vegetations-Höhenstufe	msa					
Neigung	schg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	va					
Hangwölbung	CV Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	130					
Profilabfolge										
Probe	Horizontbeschreibung									
Mächtigkeit [cm]										
04-GBA 6-I	6	Ah	dunkelschwarz, humoser Org. Horizont, horizontale Lagung							
04-GBA 6-II	20	Bt-M	Beginn eines mächtigen Lehpakets, braun 7,5 4/4, Kohärentgefüge, silik. Material erkennbar, karbonatfrei, plastisch, feucht, rollbar, ausserordentl. tonreich und schluffreich, plastisch verformbar							
04-GBA 6-III_25	33		27cm Tiefe gelbrot 5YR 6/6, dann ab 27cm sehr rötlich 5YR 5/6, Klumpen, feucht, Lehm, sehr tonhaltig, kann Keramikschüssel daraus machen							
04-GBA 6-IV	33-40									
04-GBA 6 IV/50	40									
04-GBA 6-IV/55	50									
04-GBA 6-IV/55	55		ganz feine, schwarze Kügelchen, feine Konkretionen Fe-Mn, feucht, Klumpengefüge, silikatreich, tonreich, schluffhaltig, karbonatfrei							
04-GBA 6-V	58									
04-GBA-6-V/61	61	Bu-M	Lehm, Tongehalt deutlich höher, hellbraunes Lehpaket 10YR 7/4, mit Fe-Mn Konkretionen							
04-GBA 6-V_70	70	Bv-M	Lehm, Tongehalt deutlich höher, hellbraunes Lehpaket 10YR 7/4, mit Fe-Mn Konkretionen, karbonatfrei							
Bodenchemische Werte										
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N			
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FellI	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N	
04-GBA 6-I	0,7	1,4	2,0	1,91	6,95	8,86	1,173	0,094	12	
04-GBA 6-II	0,5	4,2	4,7	1,49	6,49	7,98	4,624	0,449	10	
04-GBA 6-III_25	0,6	3,4	4,0		6,45	6,45	1,396	0,114	12	
04-GBA 6-IV	0,6	4,5	5,1	1,42	4,91	6,33				
04-GBA 6 IV/50	0,7	4,3	5,0	1,42	5,27	6,69	0,649	0,036	18	
04-GBA 6-IV/55	0,7	4,5	5,2		6,12	6,12	0,706	0,029	24	
04-GBA 6-V	0,6	4,3	4,9	1,39	3,86	5,25				
04-GBA-6-V/61	0,6	3,6	4,2		6,45	6,45				
04-GBA 6-V_70	0,6	4,5	5,1							
Korngrößenverteilung										

Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GBA 6-I	1,49	9,33	20,74	42,81	25,63	0	0	0	10,82	89,1 8	0
04-GBA 6-II	1,61	10,13	21,02	42,46	24,78	0	0	0	11,74	88,2 6	0
04-GBA 6-III_25	1,73	10,79	21,39	37,68	28,17	0,24	0	0	12,52	87,2 4	0,24
04-GBA 6-IV	1,16	8,22	19,11	43,14	28,25	0,12	0	0	9,38	90,5	0,12
04-GBA 6 IV/50	1,74	10,87	21,71	39,86	25,82	0	0	0	12,61	87,3 9	0
04-GBA 6-IV/55	4,55	31,18	54,58	9,69	0	0	0	0	35,73	64,2 7	0
04-GBA 6-V	1,83	11,13	21,37	39,37	26,3	0	0	0	12,96	87,0 4	0

Tonmineralanalyse

Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{II}	III	Kt	Ct
04-GBA 6-I			-	17	55 ^{qu}	21	7
04-GBA 6-II			-	5	54	14	56
04-GBA 6-III_25			-	-	66 ^{qu}	12	22
04-GBA 6 IV/50			-	9	56 ^{qu}	11	24
04-GBA 6-V			9/65	-	52 ^{qu}	13	26
04-GBA-6-V/61			-	17	55 ^{qu}	21	7

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Probe Nr.	Hauptelementgehalte [%]									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-GBA 6-I	53,64	18,54	8,86	0,08	1,99	0,28	0,43	2,76	1,07	0,13
04-GBA 6-II	59,73	17,67	7,98	0,04	1,61	0,34	0,46	2,74	1,21	0,18
04-GBA 6-III_25	63,61	16,21	6,45	0,11	2,14	0,35	0,76	3,21	1,01	0,09
04-GBA 6-IV	61,91	15,82	6,33	0,11	2,08	0,37	0,73	3,13	0,97	0,08

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-GBA 6 IV/50	64,29	16,64	6,69	0,12	2,15	0,38	0,74	3,22	1,01	0,10										
04-GBA 6-IV/55	63,44	15,41	6,12	0,11	2,05	0,32	0,71	3,35	0,97	0,10										
04-GBA 6-V	52,85	13,20	5,25	0,09	1,74	0,32	0,63	2,67	0,81	0,08										
04-GBA-6-V/61	66,20	16,14	6,45	0,11	2,13	0,35	0,73	3,49	1,03	0,10										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GBA 6-III_25	391	81	13	127	13	26	45	26	33	34	56	164	0	138	12	3	161	43	122	302
04-GBA 6-IV	405	95	22	134	27	20	41	21	38	70	26	134	0	116	11	1	141	48	117	281
04-GBA 6 IV/50	378	87	20	137	27	20	41	20	35	72	31	138	0	107	13	0	143	28	134	263
04-GBA 6-IV/55	399	99	24	141	33	22	45	20	40	73	36	144	0	114	14	1	135	31	135	277
04-GBA 6-V	385	87	16	131	25	20	47	21	35	57	25	141	0	106	13	4	136	36	100	263
04-GBA-6-V/61	331	81	17	113	22	17	36	17	33	50	28	120	0	92	11	1	114	23	105	231
04-GBA 6-V_70	409	97	20	146	28	22	48	22	39	63	26	144	0	114	13	0	139	44	123	274
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-GBA 6-I	2	4	3	4	<1	-	-	-	15	71				300						
04-GBA 6-II	3	2	6	2	-	1	-	-	22	64				311						
04-GBA 6-III_25	5	2	-	2	-	<1	-	-	21	69	1			300						
04-GBA 6-IV																				
04-GBA 6 IV/50	5	4	3	3	<1	-	-	-	21	62	1			300						
04-GBA 6-IV/55	3	8	2	3	-	<1	-	-	18	65	2			300						
04-GBA 6-V	5	6	3	5	<1	<1	-	-	15	64	1	1		311						
04-GBA-6-V/61	3	5	3	7	<1	-	-	-	21	61				300						

Verwitterungsindices (CIA)

Probe Nr.	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} * 100$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2$	$\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2$	$\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{FeIII}/\text{Fe}_2\text{O}_3$
04-GBA 6-I	1,96	84	0,0	0,4	6,4	0,1	2,6	2,9	0,2	1,0
04-GBA 6-II	2,33	83	0,0	0,4	6,0	0,2	2,3	3,4	0,2	0,8
04-GBA 6-III_25	2,81	79	0,0	0,8	4,2	0,2	3,2	3,9	0,3	0,8
04-GBA 6-IV	2,80	79	0,0	0,8	4,3	0,2	3,2	3,9	0,3	1,0
04-GBA 6 IV/50	2,76	79	0,0	0,7	4,4	0,2	3,2	3,9	0,3	0,7
04-GBA 6-IV/55	2,95	78	0,0	0,7	4,7	0,2	3,5	4,1	0,3	1,0
04-GBA 6-V	2,86	78	0,0	0,8	4,2	0,2	3,3	4,0	0,3	
04-GBA-6-V/61	2,93	78	0,0	0,7	4,8	0,2	3,4	4,1	0,3	0,0

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Kolluvisol über Dachsteinkalk								
Horizontabfolge	Ah /Bt(M)/Bu(M)/Bv(M)/Cv								
Probenname	04-GBA 7								
Lage	12.78004 47.62277								
Geomorphologie	HangFuß Doline								
Geologie	nN Dk&Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1610	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	schg	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CV Hang	Datum		Mächtigkeit [cm]	130				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]		Horizontbeschreibung							
04-GBA 7- I	8	Ah	schwarz in der Farbe, Org. Horizont, humos, durchwurzelt, kleine Konkretionen (Fe-Mn) Ø mm, Krümelgefüge, karbonatreich						
04-GBA 7- I/9	9	Bt- M	Beginn eines mächtigen Lehmepakets, braun 7,5 4/4, Kohärentgefüge, silik. Material erkennbar, karbonatfrei, plastisch, feucht, rollbar, ausserordentl. ton- und schluffreich, plastisch verformbar						
04-GBA7 II_45	45								
04-GBA 7-II_65	65								
04-GBA 7-II_100	100								
04-GBA 7 II-125	125								
04-GBA 7 II/145	145								
04-GBA 7-II_160	160		ganz feine schwarze Kügelchen, feine Konkretionen Fe-Mn, feucht, Klumpen, silikatreich, tonreich, schluffhaltig, Lehm, karbonatfrei						
04-GBA 7-II_195	195		s.o						
04-GBA 7-II_200	200								
04 GBA 7B-II/210	210	Bv- M	s.o						
04-GBA 7-V	>22 0	Cv- M							
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-GBA 7- I	73,0	2,1	75,1	3,55		2,75	13,34	1,108	12
04-GBA 7- I/9	0,9	2,5	3,4		3,24	3,24			
04-GBA7 II_45	0,4	2,2	2,5	1,5428	4,20	5,74	0,836	0,068	12
04-GBA 7-II_65	0,6	3,8	4,5	1,3598	5,96	7,32	0,334	0,018	19
04-GBA 7-II_100	0,8	4,5	5,3	1,6131	4,93	6,54	1,236	0,088	14
04-GBA 7 II-125	0,9	4,3	5,2	1,5033	4,69	6,19	1,216	0,082	15
04-GBA 7 II/145	0,8	4,4	5,2	1,3454	4,91	6,26			

	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-GBA 7-II_160	0,8	4,4	5,2	1,1671	4,89	6,06					
04-GBA 7-II_195	0,8	4,2	5,0	1,5143	4,96	6,47					
04-GBA 7-II_200	0,9	4,2	5,0		6,36	6,36					
04 GBA 7B-II/210	1,2	4,2	5,5		6,25	6,25					
04-GBA 7-V	0,7	4,2	4,9	1,2778	5,32	6,60	0,593	0,029	20		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-GBA 7- I											
04-GBA 7- I/9	1,49	9,33	20,74	42,81	25,63	0	0	0	10,82	89,18	0
04-GBA7 II_45	1,5	9,4	20,18	41,76	27,08	0,08	0	0	10,9	89,02	0,08
04-GBA 7-II_65	1,41	9,01	20,78	43,4	25,27	0,13	0	0	10,42	89,45	0,13
04-GBA 7 II/145	1,56	9,92	18,29	39,79	29,48	0,96	0	0	11,48	87,56	0,96
04-GBA 7-II_160	1,67	10,73	20,39	41,1	26,11	0	0	0	12,4	87,6	0
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-GBA 7- I											
04-GBA 7- I/9			-	8	55	22	15				
04-GBA7 II_45			-	-	59 ^{qu}	15	26				
04-GBA 7-II_65			-	9	37	23	31				
04-GBA 7-II_100			-	-	68 ^{qu}	12	20				
04-GBA 7 II-125			18/75	-	53 ^{qu}	8	21				
04-GBA 7 II/145			5/80	-	75 ^{qu}	7	13				
04-GBA 7-II_160			9/65	-	66	8	17				
04 GBA 7B-II/210			17/70	-	62 ^{qu}	8	13				
04-GBA 7-V			-	25	45	11	19				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Hauptelementgehalte [%]

Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-GBA 7- I	44,53	10,71	2,75	0,19	1,00	41,00	5,00	1,84	0,78	0,41
04-GBA 7- I/9	50,64	12,17	3,24	0,02	1,21	0,48	0,50	2,09	0,87	0,43
04-GBA7 II_45	38,92	9,77	5,74	0,17	1,03	0,20	0,36	1,68	0,68	0,12
04-GBA 7-II_65	60,01	15,92	7,32	0,07	1,84	0,34	0,61	2,65	1,02	0,13
04-GBA 7-II_100	65,79	16,09	6,54	0,10	2,16	0,43	0,84	3,27	0,98	0,11
04-GBA 7 II-125	65,31	15,41	6,19	0,12	2,07	0,50	0,88	3,20	0,95	0,12
04-GBA 7 II/145	65,74	15,65	6,26	0,14	2,10	0,45	0,86	3,49	0,95	0,15
04-GBA 7-II_160	67,65	15,74	6,06	0,14	2,11	0,47	0,87	3,59	0,97	0,12
04-GBA 7-II_195	63,18	16,38	6,47	0,12	1,99	0,45	0,77	3,08	1,00	0,15
04-GBA 7-II_200	62,44	15,92	6,36	0,15	1,99	0,49	0,81	3,12	0,97	0,13
04 GBA 7B-II/210	63,07	15,53	6,25	0,14	2,02	0,69	0,84	3,17	0,96	0,14
04-GBA 7-V	60,86	16,10	6,60	0,09	2,02	0,39	0,76	2,92	0,99	0,12

Spurenelementgehalte [ppm]

Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GBA 7- I/9	302	68	5	100	12	18	36	18	28	17	147	134	0	98	14	3	105	20	105	236
04-GBA7 II_45	228	51	16	75	10	13	27	15	21	13	23	115	0	72	9	1	88	10	68	192
04-GBA 7-II_65	373	75	15	132	18	20	40	21	30	45	31	135	0	111	15	3	135	21	127	267
04-GBA 7-II_100	395	89	20	145	28	19	44	21	36	68	28	138	0	112	16	2	140	43	133	280
04-GBA 7 II-125	388	84	22	147	25	19	39	19	33	61	27	139	0	108	15	1	133	39	123	282
04-GBA 7 II/145	403	100	20	152	23	19	41	20	40	75	27	146	0	110	16	0	137	49	134	275

	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-GBA 7-II_160	401	96	19	145	24	19	53	19	39	75	26	145	0	113	15		133	54	122	277
04-GBA 7-II_195	381	93	21	136	26	20	46	21	37	60	35	144	0	113	13		136	35	124	279
04-GBA 7-II_200	398	102	20	134	27	20	45	21	41	66	28	142	0	115	14		134	51	140	278
04 GBA 7B-II/210	411	115	20	140	27	19	56	20	47	70	27	144	0	113	9		128	65	118	273

Schwermineralanalyse

Schwerminerale [%]

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
04-GBA 7-I	1	6	2	3	<1				20	67			1	300
04-GBA 7-II_45	2	8	2	7	1	-	<1	-	16	63	3	1		300
04-GBA 7-II_65	2	8	2	3	-	<1	-	-	12	73				307
04-GBA 7-II_100	3	10	5	9	-	-	1	-	16	54	7			317
04-GBA 7 II-125	1	5	2	5	-	-	-	-	22	64	4			300
04-GBA 7-II_160	1	6	<1	8	<1	-	-	-	14	69	2			300
04-GBA 7-II_195	4	8	2	5	-	-	-	-	11	70				300
04-GBA 7-200	4	4	1	5	1	-	<1	-	23	61	3			308
04 GBA 7B-II/210	4	5	3	3	1	-	-	-	16	67	2			300
04-GBA 7-V	5	4	2	5	-	-	-	-	15	69	1			300

Verwitterungsindizes (CIA)

Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃
04-GBA 7-I	3,31	18	0,5	6,4	0,4	0,2	2,3	4,2	4,5	0,7
04-GBA 7-I/9	3,29	80	0,0	0,6	4,2	0,2	2,4	4,2	0,3	0,8
04-GBA 7-II_45	2,51	81	0,0	0,5	4,7	0,2	2,5	4,0	0,2	0,8
04-GBA 7-II_65	2,58	82	0,0	0,6	4,3	0,2	2,6	3,8	0,2	0,8
04-GBA 7-II_100	2,91	78	0,1	0,9	3,9	0,2	3,3	4,1	0,3	0,8

	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃
04-GBA 7 II- 125	3,02	77	0,1	0,9	3,6	0,2	3,4	4,2	0,3	0,8
04-GBA 7 II/145	3,00	77	0,1	0,9	4,1	0,2	3,7	4,2	0,3	0,8
04-GBA 7- II_160	3,10	76	0,1	0,9	4,1	0,2	3,7	4,3	0,3	1,0
04-GBA 7- II_195	2,76	79	0,0	0,8	4,0	0,2	3,1	3,9	0,3	1,0
04-GBA 7- II_200	2,80	78	0,1	0,8	3,9	0,2	3,2	3,9	0,3	0,8
04 GBA 7B- II/210	2,90	77	0,1	0,9	3,8	0,2	3,3	4,1	0,3	
04-GBA 7- V	2,68	80	0,0	0,8	3,8	0,2	3,0	3,8	0,3	0,0

Allg. Kenngrößen										
Bodentyp	Tangelrendzina über Dachsteinkalk									
Horizontabfolge	L/ Of/Oh/ IICv									
Probenname	04-NIX A									
Lage	12.78493 47.62966									
Geomorphologie	Kar-Wand									
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1880	Vegetations-Höhenstufe	osa					
Neigung	Steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd					
Hangwölbung	CX Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	30					
Profilabfolge										
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung									
04-NIX A-I	2	L	Lose, vereinz. Latschenkiefernadeln, frisch, unzersetzt (Förna), trocken							
04 NIX A-II	4	Of	pechschwarzer, gut durchwurzelter Übergangshorizont mit Tangel, hoher Skelettanteil nDk, fein, silik. Material erkennbar							
04-NIX A-III	6-30	Oh	pechschwarz, gut durchwurzelt, höherer Org. Anteil, Wurzelreste und Holz eingeschlossen, hoher Skelettanteil, eckig und nDk, fein, silik. Material erkennbar							
04-NIX A-IV	30	Cv	verw. Material, eckig Ø 5-10cm, silik. Material, karbonatfrei							
Bodenchemische Werte										
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N			
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N	
04 NIX A-II	1,6	0,1	1,7	1,43	1,66	3,09	23,07	0,737	31	
04-NIX A-III	0,6	0,0	0,7	0	4,34	4,34	30,44	1,201	25	
04-NIX A-IV	1,5	0,1	1,5	2,99	7,28	10,27	13,41	0,383	35	
Tonmineralanalyse										
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %									
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct			
04-NIX A-III				-	15 ^{qu}	35	50			
04-NIX A-IV				17	10	55	18			

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX A-I	42,06	5,87	3,09	1,27	0,03	0,92	30,14	0,05	0,24	0,17										
04 NIX A-II	30,62	7,80	4,34	1,70	0,02	0,35	15,39	0,07	0,24	0,23										
04-NIX A-III	59,65	15,99	10,27	4,18	0,04	0,82	26,99	0,10	0,39	0,57										
04-NIX A-IV	42,06	5,87	3,09	1,27	0,03	0,92	30,14	0,05	0,24	0,17										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX A-I	0	33	-3	4	17	7	3	12	6	5	1	134	24	0	86	1	2	22	9	38
04 NIX A-II	0	42	3	5	27	4	4	16	6	10	5	164	19	0	69	5	1	26	6	48
04-NIX A-III	0	75	46	8	64	13	10	25	13	17	35	33	24	0	149	7	-4	66	22	117
04-NIX A-IV	0	33	-3	4	17	7	3	12	6	5	1	134	24	0	86	1	2	22	9	38
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-NIX A-I	3	6	2	3	-	-	-	-	26	60	1	1		300						
04 NIX A-II	3	13	4	3	1	<1	-	-	15	62				300						
04-NIX A-III	2	15	3	1	<1	1	<1	-	20	57	-	-		300						
04-NIX A-IV																				
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX A-I	4,69	16	5,1	125,6	0,0	0,0	0,2	7,2	5,3	0,7										
04 NIX A-II	2,52	33	2,0	64,1	0,0	0,0	0,3	3,9	2,0											
04-NIX A-III	2,27	36	1,7	69,2	0,0	0,0	0,3	3,7	1,7	0,0										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke										
Horizontabfolge	Ah /Ahe /Bv /Cn										
Probenname	04-NIX C										
Lage	12.78500 47.62952										
Geomorphologie	Kar-Wand										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1870	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	27						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-NIX C-I	6	Ah	schwarzer org. Horizont, durchwurzelt, keilförmige Lagerung								
	8	Ahe	leicht grau 2,5 YR 6/2 in einer keilförmigen Lagerung, podsolierter bis hellbrauner Horizont 10YR 5/2, sandig, keilförmige Lagerung im oberen Bereich								
04-NIX C-II	17	Bv	etwas Tonsnteil, schluffig, aber auch sandig, hellbrauner verw. Horizont 10YR 7/4, locker, leicht Krümelgefüge								
04-NIX C-III	>27	Cn	silik. Material vorhanden ,sandig, liegt auf anstehend. nDk, sehr karbonatarm								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-NIX C-I	2,7	1,7	4,4	4,61		3,57	25,63	2,21	11,62		
04-NIX C-III	3,0	2,6	5,5	3,34	3,68	7,02					
Kongrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX C-I	1,02	4,58	9,64	30,04	48,1	6,62	0	0	5,6	87,78	6,62
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{II}	III	Kt	Ct				
04-NIX C-I	-	-	-	21	20 ^{qu}	38	21				
04-NIX C-II	-	-	-	15	34	35	16				
04-NIX C-III	21	-	-	-	33 ^{qu}	32	14				
04 NIX IV	-	-	-	21	20 ^{qu}	38	21				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX C-I	26,70	8,17	3,57	0,23	0,79	1,54	0,36	26,70	8,17	3,57										
04-NIX C-III	46,04	15,34	7,02	0,20	1,24	1,66	0,67	46,04	15,34	7,02										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX C-I	180	62	8	57	13	10	29	18	26	6	176	93	0	80	9	-4	65	21	251	208
04-NIX C-III	271	129	15	178	12	17	60	24	51	51	82	109	0	133	18	8	117	47	174	380
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-NIX C-I	3	8	3	6	-	-	-	-	15	65				300						
04-NIX C-II	5	9	3	7	-	-	-	-	10	66		2		300						
04-NIX C-III	14	6	3	3	-	-	-	-	8	67				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX C-I	2,27	74	0,0	0,6	2,6	0,1	1,5	3,3	0,3	0,5										
04-NIX C-III	2,06	80	0,0	0,6	2,2	0,1	1,4	3,0	0,2	0,1										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	m. podsolige Braunerde über Gosaudecke										
Horizontabfolge	Of/Oh/Ah/ Ahe/Bv/Cn										
Probenname	04-NIX D										
Lage	12.78499 47.62943										
Geomorphologie	Kar-Wand										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1862			Vegetations-Höhenstufe	osa				
Neigung	steil	Exposition	S			Vegetations-Bedeckungsgrad	vd				
Hangwölbung	G-Hang	Datum	09/2004			Mächtigkeit [cm]	40				
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]		Horizontbeschreibung									
04-NIX D-I	3	Of	brauner verwurzelter Org. Horizont mit Übergangshorizont, horizontale Lagerung, knirscht - sandig und schluffig								
04-NIX D-II	21	Ahe	org. Anteil pechschwarzer Oh, sehr schluffreich, fein								
04-NIX D-III	22	Bv	gelbbrauner 10YR 6/4 verw. Horizont, höherer Tonanteil, leicht lehmig, silik. Material, Skelett grob unregelmäßig								
04-NIX D-IV	40	Bv-Cn	gelbbrauner 10YR 6/4 verw. Horizont, höherer Tonanteil, leicht lehmig, höherer Skelettanteil, Material um Skelett ist sehr plattenförmig (sieht aus wie Ton im GBA), Fe reich (?), liegt auf ansteh. verkarsteten Rinnenkarren								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-NIX D-I	4,5	0,6	5,1	0,4	0,07	0,47	43,06	3,272	13		
04-NIX D-II	8,9	0,9	9,7	1,13		1,11	43,4	1,773	24		
04-NIX D-III	6,2	1,4	7,6	2,92	1,01	3,93	24,45	1,113	22		
04-NIX D-IV	4,0	2,5	6,5	3,26	3,08	6,34	7,575	0,538	14		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX D-I	1,02	4,58	9,64	30,04	48,1	6,62	0	0	5,6	87,78	6,62
04-NIX D-IV	1,36	7,74	12,9	25,46	39,64	12,9	0	0	9,1	78	12,9
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralegehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-NIX D-I				10	41	49					
04-NIX D-II	-	-	-	-	52 ^{qu}	48	-				
04-NIX D-III	-	-	-	26	25 ^{qu}	34	15				

04-NIX D-IV	-	-	30/55	-	11	35	24
-------------	---	---	-------	---	----	----	----

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX D-I	3,07	1,00	0,47	0,14	0,28	2,54	0,03	0,26	0,07	0,42										
04-NIX D-II	8,75	2,71	1,11	0,01	0,41	4,98	0,06	0,38	0,17	0,52										
04-NIX D-III	24,60	10,11	3,93	0,05	0,67	3,51	0,28	0,80	0,70	0,23										
04-NIX D-IV	35,35	16,12	6,34	0,19	1,20	2,26	0,40	1,24	0,94	0,27										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX D-I	51	27	1	5	16	1	3	3	4	13	45	27	0	26	1	5	8	5	273	17
04-NIX D-II	75	18	2	11	7	2	12	7	10	7	125	28	0	50	30	1	29	11	155	41
04-NIX D-III	114	48	10	63	9	12	32	17	24	21	103	70	0	143	10	1	79	16	215	158
04-NIX D-IV	51	27	1	5	16	1	3	3	4	13	45	27	0	26	1	5	8	5	273	17
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-NIX D-I	1	11	2	1	<1	<1	-	-	38	46				289						
04-NIX D-II	1	5	3	2	-	-	-	-	28	61				305						
04-NIX D-III	2	7	3	2	<1	1	-	-	11	73	1			300						
04-NIX D-IV	4	6	4	3	-	-	-	-	15	68				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX D-I	2,09	26	0,0	0,4	8,7	0,3	3,7	3,1	2,8	0,3										
04-NIX D-II	2,29	33	0,0	0,4	6,3	0,1	2,2	3,2	2,0	0,5										
04-NIX D-III	1,75	69	0,0	0,4	2,9	0,1	1,1	2,4	0,5											
04-NIX D-IV	1,57	81	0,0	0,4	3,1	0,1	1,3	2,2	0,2	0,0										

Allg. Kenngrößen														
Bodentyp	Pechrendzina													
Horizontabfolge	Of/Ah/Cn													
Probenname	04.NIX E													
Lage	12.78519 47.62894													
Geomorphologie	Kar-Wand													
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]			Vegetations-Höhenstufe			osa						
Neigung	Steil	Exposition		S	Vegetations-Bedeckungsgrad			va						
Hangwölbung	CV Hang	Datum		09/2004	Mächtigkeit [cm]			30						
Profilabfolge														
Probe Mächtigkeit [cm]		Horizontbeschreibung												
04-NIX E-I	2,5	Of	pechschwarzer Org. Horizont, karbonatarm, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, kompakt											
04-NIX E-II	15	Ah												
04-NIX E-III	15-30	Cn	loses pechschwarzes Material, schluffig, silik arm, liegt auf ansteh. Rinnenkarren											
Bodenchemische Werte														
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N							
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N					
04-NIX E-I	7,2	0,4	7,6				44,09	2,767	16					
04-NIX E-II							40,91	1,981	21					
04-NIX E-III	17,5	0,6	18,1											
Tonmineralanalyse														
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %													
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct							
04-NIX E-I	-	-	-	-	52 ^{qu}	34	14							
04-NIX E-II	-	-	-	-	44 ^{qu}	56	-							
04-NIX E-III	8	-	-	4	35 ^{qu}	50	3							
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	A n d	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl
04-NIX E-I	1	4	3	2					29	61		1		300
04-NIX E-II	2	4	1	<1	1	-	<1	-	31	61				300
04-NIX E-III	1	8	4	3	-	-	-	-	32	53				300
Verwitterungsindizes (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
04-NIX EI	1,79	22	0,0	0,0		0,3	4,0	2,6	3,5	0,0				
04-NIXE-III	1,48	26	0,0	0,1		0,1	1,6	2,0	2,8	0,0				

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde-Terra fusca über Gosau								
Horizontabfolge	Of/Ah/ Bv /(Bt)/ Cn								
Probenname	04-NIX F								
Lage	12.78511 47.62849								
Geomorphologie	Kar-Wand								
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1833	Vegetations-Höhenstufe	osa				
Neigung	Steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung	CV Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	50				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-NIX F-I	4	Ah	pechschwarzer Org. Horizont, fein, trocken, horizontale Lagerung, gut durchwurzelt, silikatreich						
04-NIX F-II	5	Btv	gut durchwurzelt, Krümelgefüge, trocken, silikatreich, eisenreiche, schwarze Konkretionen, rötlicher Horizont,						
04-NIX F-III	25		untere Grenze: sehr sandig, grau 7,5YR 4/1, wellige Lagerung, podsoliert, silikatreich, oberer Bereich: Linsen mit sehr rotem Material wie GBA, lateritisches Material, tonreich, eisenreich						
04-NIX F-IV	33-45		gut durchwurzelt, Krümelgefüge, trocken, silikatreich, eisenreiche, schwarze Konkretionen, Linsen aus grünlichem Material, aber auch rötlicher Horizont, ton – und schluffreich						
04-NIX F-V	50								
04-NIX F-VA	52								
04-NIX F-VIA	50-55	Bt	Übergangshorizont sehr rötlich 5YR 5/6, eisenhaltig, auch extr. tonhaltig, lehmig, dicht, führt silik. Material, karbonatarm						
04-NIX F-nDk	>55	Cn	ansteh. nDk(?) / Gosau						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeII	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-NIX F-I				3,47		3,47			
04-NIX F-II	1,7	1,7	3,4	3,35		3,25	22,53	1,50	15,02
04-NIX F-III	2,3	3,4	5,8	1,64	5,72	7,36	2,30	0,14	16,41
04-NIX F-IV	1,6	3,1	4,7	2,01	6,48	8,49	3,19	0,26	12,49
04-NIX F-V	2,5	4,1	6,6		8,22	8,22	2,60	0,21	12,26
04-NIX F-VA	2,4	3,7	6,1	1,97	5,43	7,40			
04-NIX F-VIA	2,4	3,7	6,1	1,66	5,77	7,43			
04-NIX F-nDk	2,8	4,2	7,0	1,87	7,16	9,03			

Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200- 630	gS 630- 2000	T <2	U 2-63	S 63- 2000
04-NIX F-IV			7,929	7,4	9,329	5,543	55,52	2,432	13,17	7,929	22,27

Tonmineralanalyse							
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
04-NIX F-I				20	48	13	18
04-NIX F-II				12	59	9	20
04-NIX F-III				32	15 ^{qu}	39	14
04-NIX F-IV				10	43 ^{qu}	26	21
04-NIX F-V				12	28 ^{qu}	33	27

Röntgenfluoreszenzanalyse										
Hauptelementgehalte [%]										
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-NIX F-II	32,51	9,07	3,25	0,04	0,82	0,93	0,54	0,94	0,75	0,27
04-NIX F-III	57,31	17,31	7,36	0,09	1,64	1,31	1,06	1,65	1,41	0,14
04-NIX F-IV	51,93	18,87	8,49	0,15	1,50	0,88	0,46	1,92	1,29	0,18
04-NIX F-V	49,83	20,98	8,22	0,21	1,94	1,42	0,81	1,85	1,21	0,21
04-NIX F-VA	58,06	17,37	7,40	0,10	1,77	1,35	1,12	1,79	1,41	0,12
04-NIX F-VIA	58,09	17,45	7,43	0,10	1,77	1,34	1,12	1,80	1,41	0,12
04-NIX F-nDk	44,56	22,68	9,03	0,26	2,01	1,57	0,58	1,81	1,10	0,27

Spurenelemente ppm																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX F-II	153	45	7	73	10	11	33	17	24	16	125	72	0	2	10	3	82	17	128	271
04-NIX F-III	278	119	16	130	15	22	53	28	46	46	56	88	0	178	19	7	153	34	132	529
04-NIX F-IV	323	107	24	134	31	22	55	27	41	60	57	112	0	163	17	4	144	30	129	398
04-NIX F-V	267	177	38	151	26	22	78	25	67	110	42	107	0	167	19	1	144	51	163	415
04-NIX F-VA	295	139	25	132	15	21	69	28	51	57	40	95	0	178	20	6	150	38	124	553
04-NIX F-VIA	294	135	19	135	17	21	59	28	52	55	37	97	0	178	22	2	146	35	123	552
04-NIX F-nDk	271	175	36	168	28	23	88	24	75	128	44	108	0	166	21	2	138	67	173	312
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-NIX F-I	1	16	1	3	-	1	-	-	17	61	-	-	-	300						
04-NIX F-II	11	11	<1	10	-	-	-	-	3	65				300						
04-NIX F-III	4	23	1	9	-	-	-	-	3	59				300						
04-NIX F-IV	10	27	1	9	-	-	-	-	2	50	<1	1	<1	298						
04-NIX F-V	12	21	2	10	1	<1	-	-	4	50	1	-	1	302						
04-NIX F-VA	2	32	2	12	-	-	-	-	2	49	1		1	300						
04-NIX F-VIA	6	9	5	2	1	-	-	-	16	64				300						
Verwitterungsindizes (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX F-I	2,64	79	0,1	0,7	1,7	0,1	1,3	3,6	0,3	0,8										
04-NIX F-II	2,32	81	0,1	0,8	1,6	0,1	1,2	3,3	0,2	1,0										
04-NIX F-III	1,90	85	0,0	0,4	4,2	0,1	1,5	2,8	0,2	0,7										
04-NIX F-IV	1,71	84	0,0	0,7	2,3	0,1	1,5	2,4	0,2	0,8										
04-NIX F-V	2,34	80	0,1	0,8	1,6	0,1	1,3	3,3	0,2	0,8										
04-NIX F-VA	2,33	80	0,1	0,8	1,6	0,1	1,3	3,3	0,2											
04-NIX F-VIA	1,41	85	0,0	0,5	3,1	0,1	1,6	2,0	0,2	0,8										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Pechrendzina								
Horizontabfolge	Of/IIAh/Cv/Cn								
Probenname	04-WS2b-I-III								
Lage	12.78838 47.62919								
Geomorphologie	Hang								
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1780			Vegetations-Höhenstufe	osa		
Neigung	Steil	Exposition	S			Vegetations-Bedeckungsgrad	va		
Hangwölbung	G-Hang	Datum	07/2004			Mächtigkeit [cm]	15		
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-Ws2B-I	2	Oh	schwarz, gut durchwurzelt, humos, skelettfrei, Krümelgefüge, horizontale Lagerung kaum zu erkennen						
04-WS 2B I-II	2-15	Ah	gut durchwurzelt, humos, locker, Krümelgefüge, Humuspartikel, silikatreich, skelettfrei, karbonatfrei						
04-WS2B-III	15	C	gut durchwurzelt, silikatreich, karbonatreich, Geschiebematerial kantig, eckig Ø 5-10cm, auch grus Ø <cm im Boden, nicht lehmig, locker, eingeknittert, nDk						
04-WS2B-Gestein		C	karbonatreich, Material kantig, eckig Ø 5-10cm, auch grus Ø <cm im Boden						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCo ₃	Dol	Karbonat	FeI	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-Ws2B-I	0,9	4,1	5,0				30,22	2,446	12
04-WS 2B I-II	69,8	2,4	72,2	3,60	5,04	8,64	19,36	1,471	13
04-WS2B-III	97,3	0,7	98,0	2,77	0,23	3,00	8,159	0,219	37
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
04-Ws2B-I					54	21	25		
04-WS2B-III			14/55		38	20	25		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-WS 2B I-II	49,59	24,42	8,64	0,21	1,96	0,51	0,15	2,75	1,03	0,29										
04-WS2B-III	24,72	7,16	3,00	0,07	1,14	39,20	0,33	1,05	0,43	0,12										
04-WS2B-IV	0,65	0,16	0,08	0,01	0,35	54,67	0,03	0,04	0,01	0,01										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-WS 2B I-II	309	161	38	163	35	23	62	22	63	213	42	165	0	182	17	3	173	73	308	252
04-WS2B-III	165	48	10	48	19	9	24	10	15	32	24	59	0	128	6	1	65	17	66	133
04-WS2B-IV	4	0	2	0	3	1	0	2	7	0	0	4	0	118	0	0	5	1	7	6
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-WS 2B I-II	8	20	4	11	<1	-	-	-	5	52	1									
04-WS2B-III	7	18	3	9	1	1			6	55										
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-WS2B- II	1,50	88	0,0	0,1	18,3	0,1	2,7	2,0	0,1	0,0										
04-WS 2B III	2,43	15	0,0	0,8	3,2	0,1	2,4	3,5	5,7											
04- WS2B-IV	2,71	0	0,2	3,0	1,3	0,3	4,0	4,1	342,1	0,0										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde-Terra fusca über Gosau										
Horizontabfolge	L Of/Oh/ T/Bu/Bv/Cv/Cn										
Probenname	04-NIX I-I-IV										
Lage	12.78510 47.62754										
Geomorphologie											
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1811	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	CV Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	40						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-NIX I-I	4	L	schwarze verfilz. Lage								
04-NIX I-II	8	Of	pechschwarzer org. Horizont, moderartig, gut durchwurzelt, silikatreich, humos, schluffhaltig								
04-NIX I-III	18	T/ Bu	höherer Tonanteil, hellbraun 10YR 7/4, sehr locker, gut durchwurzelt, horizontale Lagerung, kl. schwarze Kokretionen Fe-Mn, Bt oder Bu-Horizont, aber auch sehr sandig, ein Festgestein enthalten								
04-NIX I-IV	20- 40	Bv	Texturänderung in horizontaler Lagerung, hellbraun 10YR 7/4, jedoch sehr lehmig, subpolydrisch, und skelettreich, silikatreich;								
	>40	Cv	eckig verw. Material Ø 5-15cm, rötlich braun verw. Horizont, trotzdem silikatreich und karbonatarm								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FelI	FelII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-NIX I-I	2,9	1,0	3,9	2,91		1,17	38,41	2,73	14,05		
04-NIX I-II	2,7	2,7	5,5	2,21	5,34	7,55	29,10	1,69	17,19		
04-NIX I-III	1,1	3,2	4,3	1,97	4,94	6,91	3,06	0,24	12,58		
04-NIX I-IV	1,0	3,3	4,3	1,74	4,87	6,61	2,80	0,16	17,09		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX I-III		17,08	16,82	24,83	19,07	9,17	6,91	2,41	17,08	60,72	18,49
04-NIX I-IV		17,40	15,72	19,47	20,93	9,86	5,90	3,20	17,4	56,12	18,96
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-NIX I-I			-	-	78	8	14				
04-NIX I-III			-	50	15	15	20				
04-NIX I-IV			50/50	-	14 ^{qu}	20	16				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX I-I	12,21	2,75	1,17	0,11	0,49	1,61	0,04	0,57	0,18	0,31										
04-NIX I-II	49,52	16,33	7,55	0,21	1,31	1,54	0,73	1,61	1,24	0,34										
04-NIX I-III	57,00	15,88	6,91	0,07	1,53	0,60	0,61	1,83	0,90	0,13										
04-NIX I-IV	57,82	17,05	6,61	0,11	1,58	0,57	0,59	1,87	0,88	0,12										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX I-I	91	21	6	21	9	2	17	8	11	-9	57	42	0	33	19	-1	31	13	190	53
04-NIX I-II	280	132	24	124	18	19	75	25	54	43	116	116	0	140	16	5	128	44	187	430
04-NIX I-III	292	97	26	115	21	18	37	19	37	63	47	92	0	95	15	5	122	26	176	255
04-NIX I-IV	303	127	40	129	22	17	49	19	49	89	32	93	0	94	12	1	126	37	207	256
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-NIX I-I	7	6	3	4	-	-	-	-	34	46	1			300						
04-NIX I-II	5	7	3	4	-	-	-	-	21	59				317						
04-NIX I-III	7	15	3	10	-	<1	-	-	10	54	2			304						
04-NIX I-IV	4	15	2	8	<1	2	-	-	3	63	2			312						
Verwitterungsindizes (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX I-I	3,11	55	0,0	0,2	14,3	0,2	3,2	4,4	0,8											
04-NIX I-II	2,07	81	0,0	0,6	2,2	0,1	1,3	3,0	0,2	0,7										
04-NIX I-III	2,50	84	0,0	0,7	3,0	0,1	2,0	3,6	0,2	0,7										
04-NIX I-IV	2,44	85	0,0	0,7	3,2	0,1	2,1	3,4	0,2	0,7										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde- Terra fusca über Gosau										
Horizontabfolge	L/Oh/Ah/Bt(Bu)/Bv/Cvi										
Probenname	04-NIX J-I-IV										
Lage	12.78522 47.62642										
Geomorphologie	Kar										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1780	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	26						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-NIX J-I	4	L	schwarze verfilz.Lage								
04 NIX J-II	13	Oh									
		Ah	pechschwarz org. Horizont, Wurzelreste, gut durchwurzelt, silikatreich, humos, schluffhaltig								
04-NIX J-III	15	Bu-	brauner Horizont 7.5YR 5/4, tonig, Krümelgefüge mit schwarzen Konkretionen Fe-Mn, sandig, silikatreich, durchwurzelt								
		T									
04 NIX J-IV	25	Bv	durchwurzelt, skelettreich, kantengerundet Skelett Ø 7cm, Karbonat vorhanden, rotbrauner Lehm, trocken								
		Cvi									
04 NIX J-V	>25	Cvii	skelettreich, verw. Horizont, grob Skelett Ø 20cm, Karbonat vorhanden, rotbrauner Lehm, trocken								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-NIX J-I	4,1	0,6	4,7	3,22	5,40	8,62	4,519	0,285	16		
04 NIX J-II	2,0	2,3	4,3								
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX J-III	1,09	5,78	11,43	30,38	36,38	8,13	2,06	4,75	6,87	78,19	14,94
04 NIX J-IV	0,82	3,87	7,58	22,84	32,96	8,09	10,19	13,65	4,69	63,38	31,93
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-NIX J-III				10	36	43	11				
04 NIX J-IV				19	21 ^{qu}	58	2				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX J-I	12,80	5,54	2,01	0,01	0,29	2,28	0,17	0,42	0,39	0,20										
04 NIX J-II	39,14	21,28	8,62	0,09	1,11	1,12	0,51	1,21	1,31	0,17										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX J-I	75	9	4	34	10	5	22	12	14	2	166	31	0	59	6	-3	41	18	148	109
04 NIX J-II	199	137	26	127	16	23	66	28	53	75	107	70	0	150	20	6	141	43	136	383
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-NIX J-I	4	6	2	2	1	1	1	-	33	50	1			300						
04 NIX J-II	1	8	1	4	-	1	-	-	28	57				300						
04-NIX J-III	6	6	2	7	<1	-	-	-	18	60				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX J-I	1,70	66	0,0	0,4	2,5	0,1	1,1	2,3	0,5	1,0										
04 NIX J-II	1,31	88	0,0	0,4	2,4	0,1	0,9	1,8	0,1	0,6										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Braunerde-TerraFusca/Kolluvisol über Gosau								
Horizontabfolge	Ah /Bu(T)/Bsv/ Ah/Bv/Cv								
Probenname	04-NIX KL								
Lage	12.78514 47.62570								
Geomorphologie									
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1740	Vegetations-Höhenstufe	osa				
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	Vd				
Hangwölbung	CV Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	30				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-NIX ZWKL-I	7	Ah	pechschwarzer org. Horizont, Wurzelreste, gut durchwurzelt, silikatreich, humos, schluffhaltig						
04-NIX-ZWKL-II	35	Bu-T	Mächtiger (!) rotbrauner 2,5YR 6/4 verbr. Horizont, lateritische Scherben (wie GBA) eingeschlossen NB, schwarze Konkretionen Fe, sandig und sehr tonig Bu-T, trocken						
04-NIX-ZWKL-III	50		rot-brauner 2,5YR 6/4 Horizont-lateritische Scherben (wie GBA) eingeschlossen, schwarze Konkretionen Fe, sandiger und sehr toniger Bu-T, feucht, rote knetbare Masse, alte Nadelreste erkennbar						
04-NIX-ZWKL-IIIa	60	Bsv	grauer und grau-grüner Übergangshorizont, 7,5 YR 4/1 feucht, lehmig und sandig, dicht, silik. Material, schwarze Konkretionen Fe						
04-NIX-ZWKL-IV	60 - 62	Ah	2cm dunkelbrauner -dunkelgraubraun er10YR YR4/2 alt org. Horizont, silikatreich, schwarze Konkretion, Pflanzenreste enthalten						
04-NIX-ZWKL-V	70	Bv							
04-NIX-ZWKL-VA	70								
04-NIX-ZWKL-VIA	10 0		nicht knetbare Masse, hellbraun 10YR 7/4 sehr feucht, lehmig, ton- und tisenreich , Tonscherben eingeschlossen						
04-NIX-ZWKL-VI	12 5	Cv	hellbrauner 10YR 7/4 Lehm geht in verw. Horizont über, Tonscherben eingeschlossen mm-cm, immer noch schwarze Konkretionen Fe						
04-NIX-ZWKL-VIB	>1 25		sehr mächtige Böden in dieser Höhe, karbonatarm (!)						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCo ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-NIX ZWKL-I	1,1	2,1	3,2		5,18	5,18	15,77	1,203	13
04-NIX-ZWKL-II	0,8	2,8	3,6		9,23	9,23	1,544	0,104	15
04-NIX-ZWKL-III	1,1	3,6	4,6	2,4	6,46	8,86	1,619	0,123	13
04-NIX-ZWKL-IIIa	1,1	3,3	4,3	1,14	8,58	9,72	1,711	0,145	12
04-NIX-ZWKL-IV	1,3	3,0	4,2	0,78	7,13	7,91	2,415	0,211	11
04-NIX-ZWKL-V	1,3	2,9	4,2	0	7,87	7,87	3,944	0,379	10

	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-NIX-ZWKL-VA	1,5	2,7	4,2	1,92	5,43	7,35			
04-NIX-ZWKL-VIA	2,6	3,2	5,8	0	6,23	6,23	7,44	0,648	11
04-NIX-ZWKL-VI	1,7	3,1	4,8	1,24	6,60	7,84	5,01	0,38	13
04-NIX-ZWKL-VIB	1,3	3,1	4,4	1,8	6,69	8,49	3,496	0,267	13

Korngrößenverteilung

Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX-ZWKL-II		17,95	20,25	27,30	21,82	4,68	1,75	3,70	17,95	69,38	10,14
04-NIX-ZWKL-III		17,60	15,80	27,98	29,72	9,66	2,43	2,85	17,6	73,5	14,94
04-NIX-ZWKL-VIA		21,32	16,98	28,05	19,52	6,64	3,50	2,74	21,32	64,55	12,88
04-NIX-ZWKL-VI		15,63	16,45	27,68	24,15	7,99	4,19	5,03	15,63	68,27	17,22

Tonmineralanalyse

Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
04-NIX ZWKL-I				19	13	68	
04-NIX-ZWKL-II			-	13	39 ^{qu}	34	14
04-NIX-ZWKL-III			16/45	-	26 ^{qu}	33	25
04-NIX-ZWKL-IIIa			-	10	38 ^{qu}	31	21
04-NIX-ZWKL-IV			-	17	26 ^{qu}	35	22
04-NIX-ZWKL-V			-	16	28 ^{qu}	35	21
04-NIX-ZWKL-VA			-	5	38 ^{qu}	25	32
04-NIX-ZWKL-VIA				16	25 ^{qu}	35	24
04-NIX-ZWKL-VI			-	16	37 ^{qu}	26	21
04-NIX-ZWKL-VIB			-	14	25 ^{qu}	35	26

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Probe Nr.	Hauptelementgehalte [%]									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-NIX ZWKL-I	38,07	12,85	5,18	0,09	1,01	0,61	0,43	1,03	0,63	0,26

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-NIX-ZWKL-II	54,03	19,33	9,23	0,10	1,34	0,47	0,59	2,04	1,45	0,14
04-NIX-ZWKL-III	54,80	18,98	8,86	0,13	1,70	0,59	0,54	2,18	1,29	0,14
04-NIX-ZWKL-IIIa	51,16	20,58	9,72	0,17	1,56	0,60	0,37	1,98	1,30	0,16
04-NIX-ZWKL-IV	54,02	19,05	7,91	0,13	1,42	0,71	0,50	1,96	1,34	0,18
04-NIX-ZWKL-V	50,16	18,57	7,87	0,11	1,39	0,75	0,46	1,74	1,27	0,22
04-NIX-ZWKL-VA	47,34	16,78	7,35	0,12	1,28	0,83	0,44	1,65	1,16	0,26
04-NIX-ZWKL-VIA	63,64	16,20	6,23	0,06	1,51	1,47	1,27	2,05	1,52	0,08
04-NIX-ZWKL-VI	50,43	17,70	7,84	0,12	1,47	0,98	0,47	1,81	1,21	0,21
04-NIX-ZWKL-VIB	51,84	18,33	8,49	0,12	1,47	0,74	0,47	1,89	1,28	0,19

Spurenelementgehalte [ppm]

Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX-ZWKL-I	197	53	13	82	17	15	42	19	24	6	115	89	0	129	16	-3	114	44	144	279
04-NIX-ZWKL-II	316	119	16	140	23	25	58	31	43	43	44	121	0	146	21	4	165	30	87	428
04-NIX-ZWKL-III	339	108	22	134	29	23	52	27	40	59	49	126	0	160	22	6	148	26	120	395
04-NIX-ZWKL-IIIa	319	121	31	143	36	25	59	28	47	87	50	119	0	182	20	6	146	43	141	403
04-NIX-ZWKL-IV	316	111	21	131	27	23	55	28	43	58	51	114	0	168	19	6	140	31	118	410
04-NIX-ZWKL-V	290	98	21	131	35	22	51	27	42	53	86	102	0	158	18	8	136	31	130	393
04-NIX-ZWKL-VA	276	89	19	119	26	22	50	25	37	50	107	103	0	152	15	3	131	30	132	357
04-NIX-ZWKL-VIA	335	130	12	129	12	20	69	31	54	30	26	122	0	186	17	8	152	36	65	608
04-NIX-ZWKL-VI	297	99	24	126	28	22	56	26	40	57	80	110	0	160	18	7	139	29	135	379
04-NIX-ZWKL-VIB	305	111	23	130	29	22	57	27	42	59	63	113	0	165	18	5	146	31	126	398

Schwermineralanalyse

Schwerminerale [%]

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl
04-NIX-ZWKL-I	7	5	3	3	-	-	-	-	7	75				300
04-NIX-ZWKL-II	1	12	4	5	-	-	<1	-	14	64	1		1	300
04-NIX-ZWKL-III	6	15	1	6	-	-	-	-	2	70				300
04-NIX-ZWKL-IIIa	5	16	2	5	-	-	-	-	1	70	1			300
04-NIX-ZWKL-IV	2	12	4	10	-	-	-	-	6	67				307
04-NIX-ZWKL-V	2	4	2	2	-	-	-	-	10	79				300
04-NIX-ZWKL-VI	3	9	3	7	-	<1	-	-	4	72				300
04-NIX-ZWKL-VIB	9	52	1	12	<1	3	-	-	2	23	<1	-		294
04-NIX-ZWKL-I	7	5	3	3	-	-	-	-	7	75				300

Verwitterungsindices (CIA)

Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃
04-NIX-ZWKL-I	2,11	86	0,0	0,7	2,4	0,1	1,6	3,0	0,2	1,0
04-NIX-ZWKL-II	1,89	86	0,0	0,4	3,5	0,1	1,4	2,8	0,2	1,0
04-NIX-ZWKL-III	1,97	85	0,0	0,4	4,0	0,1	1,7	2,9	0,2	0,7
04-NIX-ZWKL-IIIa	1,69	87	0,0	0,3	5,4	0,1	1,5	2,5	0,1	0,9
04-NIX-ZWKL-IV	2,00	86	0,0	0,4	3,9	0,1	1,5	2,8	0,2	0,9
04-NIX-ZWKL-V	1,90	86	0,0	0,4	3,8	0,1	1,4	2,7	0,2	1,0
04-NIX-ZWKL-VA	1,96	85	0,0	0,4	3,8	0,1	1,4	2,8	0,2	0,7
04-NIX-ZWKL-VIA	2,84	77	0,1	0,8	1,6	0,1	1,3	3,9	0,3	1,0
04-NIX-ZWKL-VI	1,97	84	0,0	0,4	3,9	0,1	1,5	2,8	0,2	0,8
04-NIX-ZWKL-VIB	1,93	86	0,0	0,4	4,0	0,1	1,5	2,8	0,2	0,8

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	schwach Podsol über Braunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Aeh/Bv/IICv										
Probenname	04-NIX M										
Lage	12.78514 47.62570										
Geomorphologie											
Geologie		Höhe [m. ü. N. N.]	1740	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	Steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	CV Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	30						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-NIX M-I	6	Aeh	humos, dunkel-grau-braun 10YR 4/2, schwach podsolig, skelettfrei, leichter Violetstich, wellige Lagerung, sandig, silikatreich, auch tonhaltig								
04-NIX M-II	19	Bv	tonreicher verbr. Horizont, braun-rötlich 5YR 5/6, schluffig, knirscht aber auch, Sandanteil, schwarze Konkretionen Fe;								
04-NIX M-III	23	Cvi	skelettreich verw. Horizont, grobes Material eckig, kantengerundet unregelmäßig Ø 15cm, sehr sandig, silikatreich, Karbonat vorhanden								
04-NIX M-IV	30	Cvii	skelettreich verw. Horizont, versplittertes Material Ø mm-cm mit 5cm rund Splitter, karbonatreich								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-NIX M-I	2,2	2,1	4,3	5,33		4,71	15,96	1,487	11		
04-NIX M-II	1,8	2,3	4,1	2,39	3,08	5,47	4,95	0,519	10		
04-NIX M-III	30,3	2,6	32,9	1,60	3,46	5,06					
04-NIX M-IV	73,2	2,0	75,2	2,38		1,97	6,974	0,079	88		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-NIX M-I	0,86	5,02	10,81	31,36	46,05	5,9	0	0	5,88	88,22	5,9
04-NIX M-II	0,98	5,44	11,19	32,5	44,7	5,19	0	0	6,42	88,39	5,19
04-NIX M-III	0,51	3,32	7,64	16,86	29,26	19,64	9,83	12,94	3,83	53,76	42,41
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-NIX M-I				32	32	24	12				
04-NIX M-II	42			-	21 ^{qu}	21	16				
04-NIX M-III	22			-	35 ^{qu}	24	19				
04-NIX M-IV			-	6	41	27	26				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-NIX M-I	42,21	11,42	4,71	0,09	1,01	1,23	0,41	1,38	0,75	0,31										
04-NIX M-II	48,94	13,47	5,47	0,06	1,09	1,00	0,53	1,53	0,91	0,20										
04-NIX M-III	37,22	11,86	5,06	0,07	1,25	17,04	0,35	1,37	0,66	0,14										
04-NIX M-IV	14,35	4,49	1,97	0,04	0,94	41,12	0,15	0,61	0,27	0,07										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-NIX M-I	234	73	12	93	18	15	36	17	30	23	139	92	0	93	11	0	95	38	222	234
04-NIX M-III	195	84	19	94	14	13	37	13	27	41	36	75	0	117	9	0	91	37	148	201
04-NIX M-IV	88	18	7	39	8	5	11	6	9	17	10	35	0	109	6	3	42	10	47	77
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl						
04-NIX M-I	4	3	2	1	1				39	51		1		300						
04-NIX M-II	8	18	4	5	1	1	-	-	7	54	6			300						
04-NIX M-III	5	15	4	10	<1	-	<1	-	11	53	2	1		300						
04-NIX M-IV	12	20	2	5	1	<1	-	-	9	51	1	-		296						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-NIX M-I	2,62	79	0,0	0,5	3,4	0,1	1,8	3,7	0,3	0,0										
04-NIX M-II	2,58	81	0,0	0,6	2,9	0,1	1,7	3,6	0,2	0,6										
04-NIX M-III	2,20	39	0,0	0,5	3,9	0,1	2,1	3,1	1,6	0,7										
04-NIX M-IV	2,22	10	0,0	0,6	4,1	0,1	2,3	3,2	9,3	0,0										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	Terra fusca über einer s. podsoligen Braunerde über Gosau								
Horizontabfolge	Ah/Ae/Bu/Bv/Cn								
Probenname	04-ATH								
Lage	12.79292 47.62578								
Geomorphologie	Rundhöcker								
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1583	Vegetations-Höhenstufe	msa				
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va				
Hangwölbung		Datum		Mächtigkeit [cm]	45				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-ATH-I	2	Ah	dunkel-brauner org. Horizont, Krümelgefüge, silik. Material erkennbar, sandig und schluffig						
04-ATH-I	8	Ah							
04 ATH-I/II	9-11	Ae	Übergangshorizont grau, podsoliert, zapfenförmige Lagerung, sandig, aber auch extrem tonig !, silikatreich, Horizont Zapfen geht bis 14cm						
04-ATH-II	25	Bu	Hellbrauner, lehmiger, etwas gelblich verbraunter Horizont 10YR 6/4, extrem tonig, etwas Sand dabei, sonst schluffreich, silikatreich						
04-ATH II_40	40		bei 37cm rötlich - eingeschlossene Linsen						
04-ATH-III	42	Bv	Übergangshorizont Mineral verw. Horizont, sehr lehmig, rötlich-gelbliche Verfärbung						
04-ATH-IV	45	Cv	karbonatreicher verw. Horizont, Gosau, grau, lehmig, rötlich und gelblich verw. Material						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FelI	FelII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-ATH-I	1,0	1,9	2,9						
04-ATH-I	0,7	2,2	2,9	2,59	0,95	3,54	9,957	0,736	14
04 ATH-I/II	3,7	4,9	8,6	1,11	2,35	3,46	1,955	0,13	15
04-ATH-II	4,1	4,9	9,0		6,43	6,43	1,666	0,087	19
04-ATH II_40				0,40	6,23	6,63			
04-ATH-III	61,4	2,4	63,9						
04-ATH-IV					2,68	2,68			

Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-ATH-I	0,8	5,32	11,86	28,07	41,52	12,43	0	0	6,12	81,45	12,43
04-ATH-I		20,67	22,48	26,60	13,92	5,09	5,09	3,80	20,67	63	13,98
04 ATH-I/II		35,85	19,17	21,37	12,38	3,08	2,87	1,36	35,85	52,93	7,309
04-ATH-II	2,35								2,35	0	0
04-ATH II_40		17,63	30,84	34,38	14,8	0	0	0	17,63	80,02	0
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III ^{qu}	Kt	Ct				
04-ATH-I			9/75	7	67 ^{qu}	13	4				
04-ATH-I			-	30	56 ^{qu}	11	4				
04 ATH-I/II			19/65	-	61 ^{qu}	5	15				
04-ATH-II			-	-	73 ^{qu}	10	17				
04-ATH II_40			9/75	7	67 ^{qu}	13	4				
04-ATH-III			-	30	56 ^{qu}	11	4				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)										
Hauptelementgehalte [%]										
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04-ATH-I	49,36	11,70	3,54	0,02	0,93	0,54	0,26	1,88	0,91	0,34
04-ATH-I	67,92	14,14	3,46	0,01	1,06	0,37	0,34	2,65	1,32	0,13
04 ATH-I/II	57,01	17,35	6,43	0,13	2,34	2,08	0,36	3,66	0,81	0,09
04-ATH-II	58,66	17,43	6,63	0,11	2,36	2,30	0,37	3,85	0,84	0,11
04-ATH-III	23,32	6,62	2,68	0,04	1,16	34,52	0,17	1,54	0,35	0,06

Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-ATH-I	309	70	5	117	13	18	32	16	29	8	154	116	0	113	13	3	117	25	116	224
04-ATH-I	374	87	8	152	9	23	44	27	34	16	41	166	0	139	13	2	167	23	57	325
04 ATH-I/II	317	121	27	169	21	21	59	18	47	121	26	171	0	118	11	-2	173	67	130	199
04-ATH-II	322	105	22	167	23	23	51	18	41	108	33	179	0	119	15	0	179	51	123	209
04-ATH-III	139	33	8	68	13	9	17	8	11	39	11	70	0	208	8	3	68	18	46	85
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-ATH-I	4	15	5	11	-	-	-	-	4	57	14	1		300						
04-ATH-I	2	56	2	16	<1	<1	-	-	1	19	3			299						
04 ATH-I/II	9	25	2	4	1	<1	-	-	11	45	1			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-ATH-I	3,24	81	0,0	0,3	7,2	0,2	2,1	4,2	0,2	0,3										
04-ATH-I	3,86	81	0,0	0,3	7,8	0,2	2,0	4,8	0,2	0,7										
04 ATH-I/II	2,40	74	0,0	0,4	10,2	0,2	4,5	3,3	0,4	1,0										
04-ATH-II	2,44	73	0,0	0,4	10,4	0,2	4,6	3,4	0,4	0,9										
04-ATH-III	2,51	15	0,0	0,5	9,1	0,2	4,4	3,5	5,5	1,0										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Gosau										
Horizontabfolge	Ah/Bv/Cv										
Probenname	04-HALM										
Lage	12.78936 47.61920										
Geomorphologie											
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1560	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]							
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-HALM-I	6	Ah	stark humos, dunkelbraun 10YR 4/3, schwach skeletthaltig, schluffhaltig, stark durchwurzelt, Krümelgefüge horizontale Lagerung								
04-HALM-II	22	Bt	braun-rötlich, 5 YR5/6, ton-, schluff- und sandhaltiger Lehm, Subpolyederggefüge,								
04-HALM-II UFR	26	Bv	braun-rötlich, 5 YR5/6, ton-, schluff- und sandhaltiger Lehm, Subpolyederggefüge, karbonathaltig, nDk 16cm kantengerundet								
04-HALM-III	44	Cv	hellrot in der Farbe, Brocken-Material Ø 5-20cm, eckig und kantig, stark karbonathaltig								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FelI	FelII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-HALM-I	4,5	3,3	7,8								
04-HALM-II	43,8	2,8	46,6	1,35	6,42	7,77	6,382	0,597	11		
04-HALM-II UFR					4,73	4,73	7,003	0,254	28		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-HALM-II UFR	0,98	5,95	14,23	39,79	38,69	0,36	0	0	6,93	92,71	0,36
04-HALM-III	0,99	5,88	13,53	28,92	21,94	2,11	13,86	12,77	6,87	64,39	28,74
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-HALM-II			38/70	-	15 ^{qu}	26	17				
04-HALM-III			12/50	-	11 ^{qu}	64	13				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-HALM-I	36,27	21,51	7,77	0,24	1,59	2,53	0,25	1,12	0,29	36,27										
04-HALM-II	25,97	12,75	4,73	0,12	1,35	24,62	0,26	1,02	0,73	25,97										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-HALM-II	0,18	154	60	11	94	13	13	43	18	21	56	28	57	0	153	8	3	87	36	81
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-HALM-I	2	30	2	7	1	-	-	-	13	45				300						
04-HALM-II	14	16	2	10	2	-	<1	-	10	46	<1			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-HALM-II	1,24	85	0,0	0,9	4,5	0,1	3,9	1,7	0,2	0,8										
04-HALM-II UFR	1,49	33	0,0	0,4	3,9	0,1	1,4	2,0	2,0	1,0										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Gosau										
Horizontabfolge	Ah/Bv/ Cv										
Probenname	04-Penmann										
Lage	12.78752 47.62047										
Geomorphologie	Rundhöcker										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1580	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	ng	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Fläche	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	51						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-Penmann-I	2	A	schwarz, humos horizontale Lagerung, gut durchwurzelt, Krümelgefüge								
04-Penmann-I/II	8,5	Ah	hellbraun 10YR 6/4, plastisch und rollbar, dicht, polyedrisch, ton- und schluffhaltig, silikatreich, karbonatarm, Bs-Horizont ist lehmig, Material Ø 20cm kantengerundet, Kohärentgefüge								
04-Penmann-II	20	Bv									
04-Penmann-II/24	24										
04-Penmann-II/50	51	Cv	Gröberes, kantengerundete Blockmaterial, nDk Herkunft ?RG Lawinenbahn/Felsstürzblöcke								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Fell	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-Penmann-I	1,0	2,5	3,5	4,36	0,51	4,87	12,53	1,305	10		
04-Penmann-I/II				2,34			4,949	0,521	9		
04-Penmann-II	1,7	4,6	6,3	1,3498	6,20	7,55					
04-Penmann-II/24							2,49	0,267	9		
04-Penmann-II/50							0,946	0,123	8		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-Penmann-I/II	1,01	5,8	12,68	35,65	41,55	3,31	0	0	6,81	89,88	3,31
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-Penmann-I				13	46	25	16				
04-Penmann-II				10	37	25	28				
04-Penmann-II/24				7	47 ^{qu}	27	19				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
04-Penmann-I	41,98	13,18	4,87	0,06	1,18	0,56	0,44	1,86	0,87	0,47				
04-Penmann-II	53,37	19,26	7,55	0,17	2,20	0,93	0,45	3,05	1,09	0,22				
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl
04-Penmann-I	1	8	4	2		<1			19	66	1			300
04-Penmann-II/24	5	6	1	1	1	<1	-	-	13	71	1			300
04-Penmann-II/50	2	16	3	5	-	-	-	-	14	60				300
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃				
04-Penmann-I	2,33	82	0,0	0,5	4,2	0,1	2,1	3,2	0,2	0,1				
04-Penmann-II	1,99	81	0,0	0,4	6,8	0,2	2,8	2,8	0,2	0,8				

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Ah/Bt /Btv /Bv /IICv										
Probenname	04-RG 1a-I-V										
Lage	12.78962 47.61856										
Geomorphologie											
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1560	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	mg	Exposition	PI	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung		Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	32						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-RG 1A-I	7	Ah	stark humos, schwarz in der Farbe, mittelmäßig durchwurzelt, skelettarm, etwas sandig, karbonatarm, ausserordentl. glimmerartig in der Erscheinung, horizontale Lagerung								
04-RG 1A-II	16	Bt	humos, mittelmäßig durchwurzelt, rötlich-braun, leicht lehmig, Krümelgefüge, schwarze Humusanteile Ø mm-cm, mäßig locker, skelettfrei, karbonatarm, ausserordentl. glimmerartig in der Erscheinung, schluffhaltig, tonhaltig, horizontale Lagerung								
04-RG 1A-III	17	Btv	Übergangshorizont, karbonatarm								
04-RG 1A-IV	25	Bv	Lehmig, hell-rötlich, ton- und schluffhaltig, Gechiebe kantengerundet Ø 5-10cm und 20cm, locker, Krümelgefüge, karbonatarm								
04-RG 1A-V	37	Bv Cv	locker, Krümelgefüge, karbonatreich, 7.5R 5/6, hell-ötlich, sandig, Gechiebe kantengerundet Ø 1-10cm, nDk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCo ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-RG 1A-I	2,0	2,1	4,1	4,79		4,49	15,47	1,517	10		
04-RG 1A-II	1,7	3,0	4,6	2,39	6,03	8,42					
04-RG 1A-III	2,3	3,3	5,6	3,02	5,17	8,19					
04-RG 1A-IV	2,2	3,6	5,8	3,73	3,29	7,02	4,205	0,301	14		
04-RG 1A-V	89,7	1,1	90,7	0,16	0,47	0,63					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-RG 1A-I	0,77	3,66	7,59	30,23	50,35	7,4	0	0	4,43	88,17	7,4
04-RG 1A-II	0,88	5,32	12,41	38,01	40,26	3,12	0	0	6,2	90,68	3,12
04-RG 1A-III	0,92	5,1	11,64	36,09	42,58	3,67	0	0	6,02	90,31	3,67
04-RG 1A-IV	1,04	6,11	14,39	39,8	38,25	0,41	0	0	7,15	92,44	0,41
04-RG 1A-V	1,08	5,92	13,36	36,31	37,55	5,78	0	0	7	87,22	5,78

Tonmineralanalyse							
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %						
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct
04-RG 1A-I				29	38 ^{qu}	22	11
04-RG 1A-II	30	-	-	-	35 ^{qu}	23	12
04-RG 1A-III	25	-	-	-	31 ^{qu}	27	17
04-RG 1A-IV	-	-	-	-	21 ^{qu}	40	25
04-RG 1A-V	-	-	-	4	37 ^{qu}	41	18

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-RG 1A-I	36,40	12,21	4,49	0,03	1,00	1,13	0,44	1,37	0,77	0,35										
04-RG 1A-II	47,79	17,05	8,42	0,04	1,42	0,93	0,59	1,82	1,05	0,23										
04-RG 1A-III	47,94	18,45	8,19	0,11	1,59	1,29	0,62	2,00	1,03	0,28										
04-RG 1A-IV	49,63	16,92	7,02	0,06	1,72	1,22	0,83	1,98	1,05	0,15										
04-RG 1A-V	3,60	1,49	0,63	0,02	0,51	50,37	0,01	0,17	0,08	0,03										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-RG 1A-I	226	73	10	90	15	16	33	19	30	20	156	80	0	95	12	-1	101	27	215	214
04-RG 1A-II	284	82	12	118	12	22	45	23	33	30	47	101	0	117	12	6	141	21	212	273
04-RG 1A-III	321	130	24	135	19	21	60	22	51	59	48	111	0	122	14	-2	131	66	233	281
04-RG 1A-IV	282	112	21	133	11	20	51	21	44	49	59	100	0	106	13	-1	127	43	234	316
04-RG 1A-V	25	13	3	1	8	1	9	3	8	-6	4	12	0	108	0	2	12	-1	20	21

Schwermineralanalyse

Schwerminerale [%]

Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl
04-RG 1A-I	3	8	3	5	-	<1	-	-	10	70				300
04-RG 1A-II	6	8	2	6	-	<1	-	-	11	67	1	1		300
04-RG 1A-III	4	6	4	5	<1	<1	-	-	12	67		1		300
04-RG 1A-IV	6	6	2	3	1	-	-	-	18	64				300
04-RG 1A-V	9	8	3	3	1	-	-	-	13	62				300

Verwitterungsindices (CIA)

Probe Nr.	$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}{3}$	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} * 100}{100}$	$\frac{\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3}{100}$	$\frac{\text{Na}_2\text{O}/\text{TiO}_2}{100}$	$\frac{\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}}{100}$	$\frac{\text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3}{100}$	$\frac{\text{K}_2\text{O}/\text{TiO}_2}{100}$	$\frac{\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3}{100}$	$\frac{\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3}{100}$	$\frac{\text{FeIII}/\text{Fe}_2\text{O}_3}{100}$
04-RG 1A-I	2,18	81	0,0	0,6	3,1	0,1	1,8	3,0	0,2	0,0
04-RG 1A-II	1,88	84	0,0	0,6	3,1	0,1	1,7	2,8	0,2	0,7
04-RG 1A-III	1,80	83	0,0	0,6	3,2	0,1	1,9	2,6	0,2	0,6
04-RG 1A-IV	2,07	81	0,0	0,8	2,4	0,1	1,9	2,9	0,2	0,5
04-RG 1A-V	1,70	3	0,0	0,1	17,0	0,1	2,1	2,4	33,9	0,7

Allg. Kenngrößen					
Horizontabfolge	Ah/ T/Btv/Cv		Bodentyp: Terra fusca		
Probenname	11-SSW				
Lage	N47°37.580 EO 12°48.051				
Geomorphologie	Karstgasse				
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1562	Vegetations-Höhenstufe	msa
Neigung	nG	Exposition	Pl	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd
Hangwölbung		Datum	08/2011	Mächtigkeit [cm]	>110
Profilabfolge					
Probe Mächtigkeit [cm]		Horizontbeschreibung			
11-SSW-I	20	Ah	Braun Org. Horizont, Krümelgefüge, horizontale Lagerung, gut durchwurzelt, silikatreich, schluffreich		
11-SSW-II	75	T	Sehr mächtige Horizont, Polyederggefüge, Intensive strahlend rot orange Farbe, lehmig, Schluffreich, plastisch rollbar, horizontale Lagerung		
11-SSW-III			Btv	Sandlinse, helle Sandlinse, umgeben von sandiger verw. Horizont, orange rot und gelb in Farbe	
11-SSW-IV		>110	Cv	Manganeisen erkennbar, schwarze Konkretionen, gelb und orange Verfärbungen, sandhaltig	

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde-Rendzina										
Horizontabfolge	L/Oh/Ah Bv/Cv										
Probenname	04-RG H4										
Lage	12.79004 47.61541										
Geomorphologie	Sturzbahn										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1640	Vegetations-Höhenstufe	msa						
Neigung	sg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	CV Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	28						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-RG H 4-I	1,5	L/O	Moos/ Waldböden								
04-RG H 4-II	7,5	Oh	pechschwarzer humoser Horizont, schluffhaltig, sehr schmierig, karbonatreich und sandig								
04-RG H 4-III	11	Bvi	braun 7,5 5/4, Skelett vorhanden $\Theta < 3\text{cm}$								
04-RG H 4-IV	>28	Bvii /Cv	hellbrauner/gelbbrauner 2,5 Y 6/3 Horizont, skelettreiches Blockmaterial Θ eckig 30cm mit verwitt. eckig- und kantiges- Material Θ mm								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-RG H 4-I				4,10		4,10	31,72	1,663	19		
04-RG H 4-II	37,0	1,4	38,4	3,27		3,12					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in μm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-RG H 4-II	0,91	4,03	9,38	28,91	46,53	10,24	0	0	4,94	84,82	10,24
04-RG H 4-III	0,96	5,42	9,79	20,71	31,18	9,62	9,33	12,99	6,38	61,68	31,94
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{II/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-RG H 4-I					5	24 ^{qu}	48				
04-RG H 4-II					-	23 ^{qu}	57				
04-RG H 4-III					5	24 ^{qu}	48				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-RG H 4-II	14,23	7,61	3,12	0,10	0,65	20,81	0,11	0,53	0,39	0,19										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-RG H 4-II	90	51	10	41	17	8	29	10	17	20	101	37	0	101	6	0	47	19	186	88
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-RG H 4-I	1	7	3	1					26	62				300						
04-RG H 4-II	8	3	3	5	1	-	-	-	18	64				300						
04-RG H 4-III	7	11	1	4	1	<1	-	-	9	67				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-RG H 4-II	1,33	26	0,0	0,3	4,8	0,1	1,4	1,9	2,8	0,0										

Allg. Kenngrößen									
Bodentyp	allochthone Pechrendina über Dachsteinkalk								
Horizontabfolge	Of/Oh/Ah/IICv								
Probenname	04-RG H2								
Lage	12.78988 47.61348								
Geomorphologie									
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1750	Vegetations-Höhenstufe	osa				
Neigung	sg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd				
Hangwölbung	G Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	13				
Profilabfolge									
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung								
04-RG H2-I	3	Of Oh	schwarz, humos, schluffhaltig, gut durchwurzelt, karbonatfrei, Krümelgefüge, sandhaltig, extrem silikatreich						
04-RG H2 II	10	Ah	dunkelbraun bis schwarz und pechschwarz, humos, Krümelgefüge, schluffhaltig, gut durchwurzelt, karbonatfrei, sandhaltig						
04-RG H2 III	13	Cv	Gehiebe nDk kantengerundet Ø5cm						
Bodenchemische Werte									
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N		
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	FeI	FeII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N
04-RG H2-I	4,4	2,9	7,3	5,01	0,14	5,15	14,06	1,363	10
04-RG H2 II	11,8	0,9	12,7	5,01		1,33	37,62	2,09	18
Tonmineralanalyse									
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %								
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct		
04-RG H2-I				5	61 ^{qu}	23	11		
04-RG H2 II				-	61	18	21		

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-RG H2-I	36,92	12,60	5,15	0,18	1,41	2,45	0,70	1,79	0,79	0,48										
04-RG H2 II	8,75	3,78	1,33	0,06	0,45	6,62	0,02	0,60	0,19	0,23										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-RG H2 II	62	18	4	21	10	4	13	9	10	-3	148	56	0	45	5	-5	29	2	236	47
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-RG H2-I	3	5	3	3	-	-	-	-	19	68	1			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-RG H2-I	2,08	72	0,1	0,9	2,6	0,1	2,3	2,9	0,4	0,0										
04-RG H2 II	1,71	34	0,0	0,1	30,0	0,2	3,2	2,3	1,9	0,0										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Braunerde über Rendzina aus Dachsteinkalk										
Horizontabfolge	Oh/Ah/Bv/ IICv										
Probenname											
Lage	12.78908 47.61358										
Geomorphologie	Karstgasse										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1750	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	sg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vd						
Hangwölbung	G Hang	Datum	09/204	Mächtigkeit [cm]	35						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-RG H2B-I	5	Of	pechschwarz, O-Lage: humos, Heidekraut-Vegetation, silikatreich, karbonatarm, sandig, skelettfrei								
04-RG H2B-II		Bv	verbraun.-Horizont, karbonatarm, skelettreich, Blockmaterial nDk kantengerundet Ø 10cm, silikatreich, hellbraune Farbe 7.5 YR 5/7, sehr feucht								
04-RG H2B-III	15-20	Cvi	verwitt. Horizont, hellbraun-rötlich 5YR 5/5, karbonatreich, skelettreich, Blockmaterial nDk kantengerundet Ø mm-cm, silik. arm, sandig, feucht								
04-RG H2B-IV	>35	Cvii	verwitt. Horizont, hellbraun-rötlich 5YR 5/5, karbonatreich, skelettreich, Blockmaterial nDk kantengerundet Ø mm-cm, silikatarm, sandig, feucht								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-RG H2B-I	5,2	2,4	7,6	5,49		4,20	43,42	2,312	19		
04-RG H2B-II	10,6	3,7	14,3	4,35	1,69	6,04	9,16	0,768	12		
04-RG H2B-III	85,4	1,5	86,9	0,37	0,84	1,21					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-RG H2B-I	0,7	2,78	6,48	31,12	50,77	8,15	0	0	3,48	88,37	8,15
04-RG H2B-II	0,63	2,32	5,01	25,94	52,78	13,32	0	0	2,95	83,73	13,32
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-RG H2B-I			-	5	55	25	15				
04-RG H2B-II			-	5	54	26	15				
04-RG H2B-III			5/55	-	51	29	15				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-RG H2B-I	27,57	10,17	4,20	0,13	1,15	2,93	0,50	1,44	0,60	0,36										
04-RG H2B-II	38,12	14,56	6,04	0,22	1,75	5,96	0,65	2,04	0,85	0,40										
04-RG H2B-III	8,04	2,81	1,21	0,03	0,72	47,98	0,10	0,45	0,18	0,05										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-RG H2B-III	70	18	5	10	10	4	10	5	9	3	10	28	0	133	-2	0	28	3	42	45
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04-RG H2B-I	1	5	5	1					32	57				305						
04-RG H2B-II	6	8	4	3	1	-	-	-	9	69			1	300						
04-RG H2B-III	16	11	1	3	-	-	-	-	13	56	1	1		307						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-RG H2B-I	1,92	68	0,0	0,8	2,9	0,1	2,4	2,7	0,5	0,0										
04-RG H2B-II	1,85	63	0,0	0,8	3,1	0,1	2,4	2,6	0,6	0,3										
04-RG H2B-III	2,00	5	0,0	0,6	4,5	0,2	2,5	2,9	17,3	0,7										

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Polsterrendzina										
Horizontabfolge	Of/Oh/Ah/Cn										
Probenname	04 RG Ac										
Lage	12.78998 47.61150										
Geomorphologie	Stürzhalde										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1870	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	mg	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vf						
Hangwölbung	CV Hang	Datum		Mächtigkeit [cm]	30						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-RG AC I	0-19	Of Oh Ah	I: stark durchwurzelt, ältere Wurzeln erkennbar, Material sehr fein, trocken, pechschwarz, stark humos								
	19-30	Ah	II: pechschwarz, feucht, schluffhaltig, karbonatreich								
		Cv	III: Cv verwittert, rotliche Verwitterungslehme wegen nDk								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-RG AC I	97,4	2,2	99,6	0,764		0,10					
Tonmineralanalyse											
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %										
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}	ML _{III}	III	Kt	Ct				
04-RG AC I				6	58 ^{qu}	23	13				

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)																				
Hauptelementgehalte [%]																				
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅										
04-RG AC I	0,51	0,23	0,10	0,00	1,05	54,74	0,00	0,05	0,02	0,01										
Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04-RG AC I	4	5	1	6	0	0	2	1	7	11	2	2	0	236	3	5	6	1	22	7
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl						
04-RG AC I	2	4	4	2	1				23	65				300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04-RG AC I	1,55	0	0,0	0,0		0,2	2,5	2,2	238,2											

Allg. Kenngrößen											
Bodentyp	Kluftfüllung										
Horizontabfolge	Bv										
Probenname	04-RG K3										
Lage	12.78964 47.61128										
Geomorphologie	Kluft/Störung										
Geologie	nDk	Höhe [m. ü. N. N.]	1830	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	Steil	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vf						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	08/2004	Mächtigkeit [cm]	2						
Profilabfolge											
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung										
04-RG-K3	2	Bv	Spaltenfüllung, rot-lehmige Masse in der Spaltenfüllung anst. nDk, sandig, karbonathaltig, vereinz. silik. Anreicherung zu erkennen								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	Felll	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04-RG-K3	53,6	1,4	55,0	2,38	0,11	2,49	14,76	0,591	25		
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fs 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04-RG-K3	0,64	2,99	6,38	24,4	37,4	6,27	9,02	12,9	3,63	68,18	28,19

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)														
Hauptelementgehalte [%]														
Probe Nr.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅				
04-RG-K3	11,07	7,19	2,49	0,07	0,65	30,12	0,10	0,75	0,36	0,21				
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit-oide	Kornzahl
04-RG-K3	3	32	8	8	1				9	40		1		
Verwitterungsindices (CIA)														
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO+Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+K ₂ O/Al ₂ O ₃	Fell/Fe ₂ O ₃				
04-RG-K3	1,14	19	0,0	0,3	7,5	0,1	2,1	1,5	4,3					

Allg. Kenngrößen														
Bodentyp	Mullrendzina über Blockhalde aus Dachsteinkalk													
Horizontabfolge	L/Oh/Ah/Cv													
Probenname	04-RG AA													
Lage	12.78940 47.60831													
Geomorphologie	Blockhalde im Stürzbahn													
Geologie	nDK	Höhe [m. ü. N. N.]	1920	Vegetations-Höhenstufe	a									
Neigung	steil	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vf									
Hangwölbung	CX Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	21									
Profilabfolge														
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung													
04-RG AA-I	3	L	lose vereinz. Rhododendronblätter, auch Latschenkiefernadeln, frisch, unzersetzt (Förna)											
04-RG AA-II	15	Oh Ah	pechschwarz, ext. humos, Streu leicht versetzt, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, schluffhaltig, sehr feucht											
04-RG AA-III	>21	Cvi/ Cvii	schluffhaltig und sandig, karbonatreich, Boden pechschwarz zwischen den Kalksplitter und Kies Ø 2-5cm, nahe Blockhalde											
Tonmineralanalyse														
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %													
	Vt	Sm	ML_{III/Sm}	ML_{III}	III	Kt	Ct							
04-RG AA-II				-	67	12	21							
04-RG AA-III				2	58	30	10							
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Korn zahl
04-RG AA-II	1	5	2	2	-	-	-	-	54	36				300
04-RG AA-III	<1	4	5	2	-	-	-	-	26	63				300

Allg. Kenngrößen														
Bodentyp	Pechrendzina über Dachsteinkalk													
Horizontabfolge	L/Oh/Ah/Cv													
Probenname	04-RG AB													
Lage	12.78940 47.60831													
Geomorphologie	04-RG AB													
Geologie	Karstgasse	Höhe [m. ü. N. N.]	1920	Vegetations-Höhenstufe	a									
Neigung	Steil	Exposition	N	Vegetations-Bedeckungsgrad	vf									
Hangwölbung	CX Hang	Datum	07/2004	Mächtigkeit [cm]	13									
Profilabfolge														
Probe Mächtigkeit [cm]	Horizontbeschreibung													
04-RG AB-I	2	L	lose vereinz. Rhododendronblätter, auch Latschenkiefernädel, frisch, unzersetzt (Förna)											
04-RG AB-II	9	Oh Ah	pechschwarz, ext. humos, Streu leicht versetzt, Krümelgefüge, gut durchwurzelt, schluffhaltig											
04-RG AB-III	>13	Cv	verw. Kalksplitter Ø 2-5cm, sandig, horizontale Lagung, subpolyeder auch sehr schluffhaltig im oberen Bereich											
Tonmineralanalyse														
Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %													
	Vt	Sm	ML_{III/Sm}	ML_{III}	III	Kt	Ct							
04-RG AB-II	-	-	-	-	67 ^{qu}	33	-							
04-RG AB-III	3	-	-	-	41 ^{qu}	47	9							
Schwermineralanalyse														
Schwerminerale [%]														
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit- oide	Kornzahl
04-RG AB-II	4	3	1	1	-	-	-	-	46	45				300
04-RG AB-III	1	5	5	4	1	-	-	-	31	54				300

Allg. Kenngrößen											
Horizontabfolge	Ah/IIbu(T)/IIIbv/Cv			Bodentyp: Braunerde-Terra fusca über Kolluvium							
Probenname	04-NIX H-I-VII (04-WS 2)										
Lage	12.78478 47.62818										
Geomorphologie	Karschwelle										
Geologie	Gosau	Höhe [m. ü. N. N.]	1818	Vegetations-Höhenstufe	osa						
Neigung	steil	Exposition	S	Vegetations-Bedeckungsgrad	va						
Hangwölbung	G-Hang	Datum	09/2004	Mächtigkeit [cm]	78						
Profilabfolge											
Probe		Horizontbeschreibung									
Mächtigkeit [cm]											
04 WK 2-I	5	Ah	pechschwarz org. Horizont, Krümelgefüge, horizontale Lagerung, gut durchwurzelt, silikatreich								
	5-40	Bu-T	mächtiger extrem tonreicher und eisenreicher braunroter 5YR 5/6 Horizont , eingeschlossene Tonscherben , lateritisch Ø 1cm, Krümelgefüge ab 45cm graue intensive Tonschicht, sehr plastisch und verformbar, keine Material eingeschlossen								
04 WK 2-II	40-45 45-55	T	Übergangshorizont schmierig (weniger Ton?) sehr lehmig, rot und graulich in der Farbe								
04-WK 2-III	60 65	Bv	oberer Bereich hellgrau 10YR 8/3, dann helle 10 YR 5/4 lehmige Matrix u. Horizont mit kleinen weißen Kügelchen (??), Skelett Ø 10cm, Masse umhüllt größeres Skelett, tonreich, schluffig								
04-WK 2-IV			helle 10 YR 5/4 lehmige Matrix u. Horizont , Skelett Ø >10cm, Masse umhüllt größeres Skelett, tonreich, schluffig								
04-WK2-V		Cvi									
04-WK 2-VI	75	Cvii	größeres Skelett in Lehm eingebettet, sehr hell und plastisch								
04-WK 2-VII	>78		hell rund, eckiges, kleines Splittermaterial, karbonatreich								
Bodenchemische Werte											
Probe Nr.	Karbonat [%]			Eisen [%]			C/N				
	CaCO ₃	Dol	Karbonat	Fell	FeIII	Fe ₂ O ₃	C	N	C/N		
04 WK 2-I	6,6	5,0	11,6	1,24	6,76	8,00	0,66	0,09	7,55		
04 WK 2-II	3,0	5,1	8,1	0,75	5,50	6,25	1,02	0,04	29,17		
04-WK 2-III	56,5	6,6	63,0	0,76	5,44	6,20	0,57	0,02	25,68		
04-WK 2-IV	45,9	4,5	50,3	0,42	2,22	2,64					
04-WK2-V	67,0	15,1	82,1	0,64	2,57	3,21					
04-WK 2-VI	57,4	17,2	74,5	0,31	1,91	2,22					
04 WK 2-I				0,31	1,46	1,77					
Korngrößenverteilung											
Probe Nr.	Korngröße in µm in Gew.-%										
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-2000
04 WK 2-I		21,30	9,35	13,17	28,50	12,47	9,60	2,45	21,3	51,03	24,52
	mT 0,2-0,6	gT 0,6-2	fU 2-6,3	mU 6,3-20	gU 20-63	fS 63-200	mS 200-630	gS 630-2000	T <2	U 2-63	S 63-

							630	2000			2000
04 WK 2-II		18,13	12,05	16,72	29,28	11,44	5,17	3,76	18,13	58,05	20,38
04-WK 2-III		28,60	18,25	26,22	20,95	5,81	1,89	1,31	28,6	65,43	9,001
04-WK 2-IV		17,50	23,95	23,27	17,78	11,13	2,85	2,18	17,5	65	16,16
04-WK2-V	3,12	15,12	27,42	31,16	18,02	5,08	0,08	0,00	18,24	76,6	5,16
04-WK 2-VI	1,62	8,53	14,69	19,26	17,92	13,16	13,89	10,93	10,15	51,87	37,98

Tonmineralanalyse

Probe Nr.	Relative Tonmineralgehalte in der Korngrößenfraktion <0,002 mm in Rel. %											
	Vt	Sm	ML _{III/Sm}			ML _{II}			III	Kt		Ct
04 WK 2-I			61/90						14	12		13
04 WK 2-II			51/85						27	8		15
04-WK 2-III			64/80						22	5		9
04-WK 2-IV												
04-WK2-V			56/90						29	6		9
04-WK 2-VI			45/80						42qu	3		10

Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA)

Probe Nr.	Hauptelementgehalte [%]									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅
04 WK 2-I	55,58	19,36	8,00	0,15	2,01	1,11	0,71	2,29	1,05	0,11
04 WK 2-II	57,59	16,18	6,25	0,15	2,40	3,68	0,35	2,71	0,83	0,10
04-WK 2-III	62,17	16,68	6,20	0,13	2,46	1,66	0,24	3,30	0,86	0,09
04-WK 2-IV	24,95	6,42	2,64	0,06	3,15	31,72	0,14	1,33	0,34	0,07
04-WK2-V	33,35	8,51	3,21	0,06	2,13	25,77	0,09	1,87	0,45	0,07
04-WK 2-VI	21,26	5,34	2,22	0,06	7,21	37,65	0,09	1,06	0,28	0,06
04-WK 2-VII	17,42	4,27	1,77	0,05	8,21	32,22	0,03	0,86	0,22	0,05

Spurenelementgehalte [ppm]																				
Probe Nr.	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	La	Nb	Nd	Ni	Pb	Rb	SO ₃	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr
04 WK 2-I	313	112	26	142	31	22	53	22	42	74	34	105	0	125	18	4	157	33	100	309
04 WK 2-II	314	93	22	130	30	20	39	17	37	74	26	120	0	135	15	3	141	47	97	224
04-WK 2-III	337	95	19	139	33	21	55	18	40	75	26	145	0	122	13	4	165	42	105	208
04-WK 2-IV	160	33	8	45	23	9	24	9	13	24	13	60	0	306	2	2	72	14	46	81
04-WK2-V	211	39	10	67	15	12	22	11	14	30	13	79	0	335	5	-1	90	24	56	114
04-WK 2-VI	125	28	8	34	24	6	13	7	11	21	10	47	0	301	5	3	55	14	38	70
04-WK 2-VII	105	24	6	23	19	5	9	7	10	8	10	41	0	245	1	-1	43	5	47	52
Schwermineralanalyse																				
Schwerminerale [%]																				
Probe Nr.	G	Z	T	R	Ap	St	Di	And	Hbl	Ep+Zo	CrSpi	Ti	Chlorit -oide	Kornzahl						
04 WK 2-I	7	10	2	8	-	<1	-	-	13	59				300						
04 WK 2-II	7	11	4	6		1			27	44				108						
04-WK 2-III	30	26	2	11		7			15	9				46						
04-WK 2-IV	44	8	8			12			4	24				25						
04-WK2-V	17	24	7	12	-	-	-	-	7	30	10			300						
04-WK 2-VI	36	36				7				14				14						
04-WK 2-VII	21	44	2	19	<1	-	-	-	3	9	5			300						
Verwitterungsindices (CIA)																				
Probe Nr.	SiO ₂ /Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃ /Al ₂ O ₃ +CaO +Na ₂ O+K ₂ O*100	Na ₂ O/Al ₂ O ₃	Na ₂ O/TiO ₂	K ₂ O/Na ₂ O	K ₂ O/Al ₂ O ₃	K ₂ O/TiO ₂	SiO ₂ /Al ₂ O ₃	CaO+Na ₂ O+ K ₂ O/Al ₂ O ₃	FeIII/Fe ₂ O ₃										
04 WK 2-I	2,03	82	0,0	0,7	3,2	0,1	2,2	2,9	0,2	0,9										
04 WK 2-II	2,57	71	0,0	0,4	7,7	0,2	3,3	3,6	0,4	0,9										
04-WK 2-III	2,72	76	0,0	0,3	13,8	0,2	3,8	3,7	0,3	0,8										
04-WK 2-IV	2,75	16	0,0	0,4	9,5	0,2	3,9	3,9	5,2	0,8										
04-WK2-V	2,85	23	0,0	0,2	20,8	0,2	4,2	3,9	3,3	0,9										
04-WK 2-VI	2,81	12	0,0	0,3	11,8	0,2	3,8	4,0	7,3	0,8										
04-WK 2-VII	2,88	11	0,0	0,1	28,7	0,2	3,9	4,1	7,8											

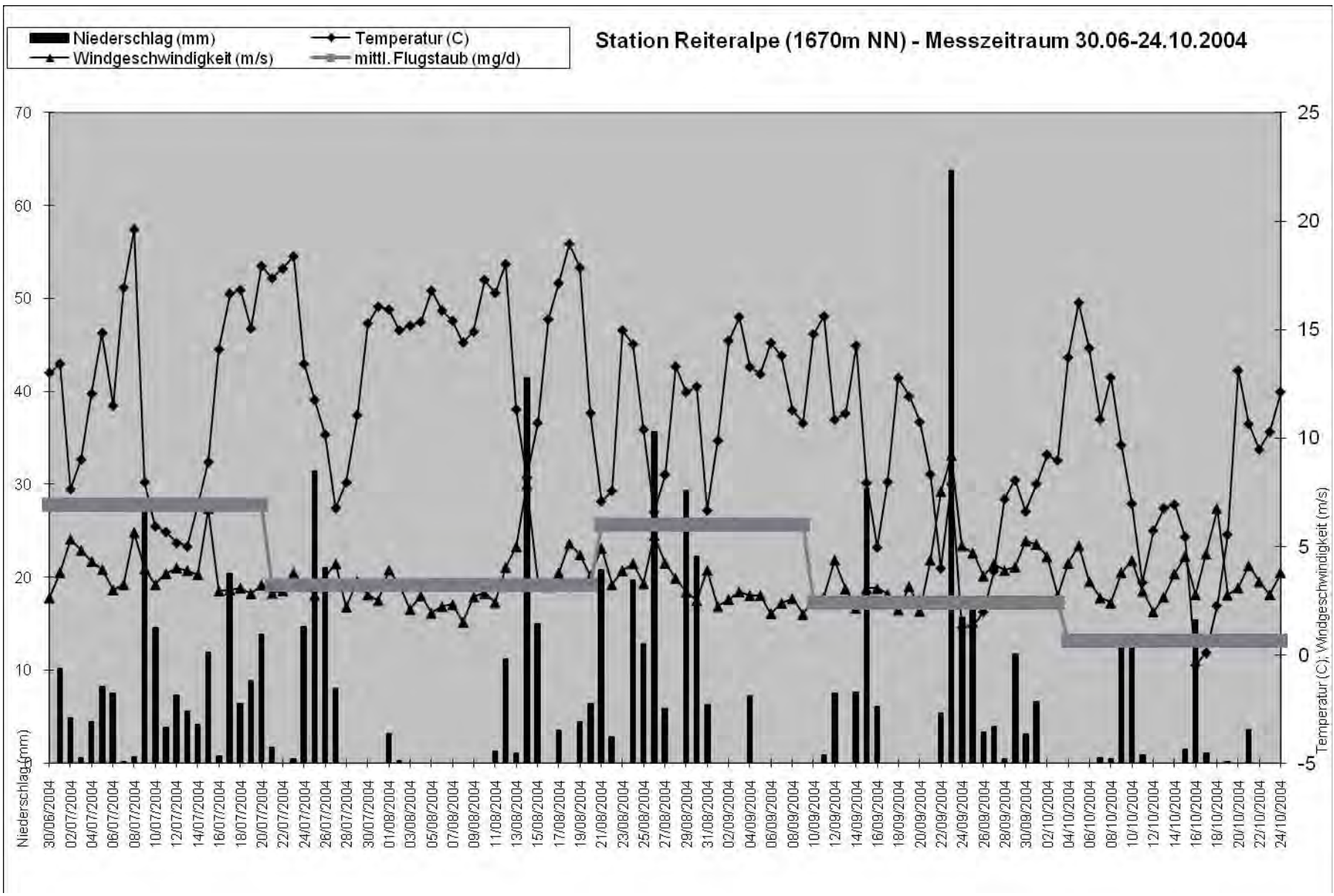
Flugstaub aus Niederschlagsproben

Eine temporale Analyse

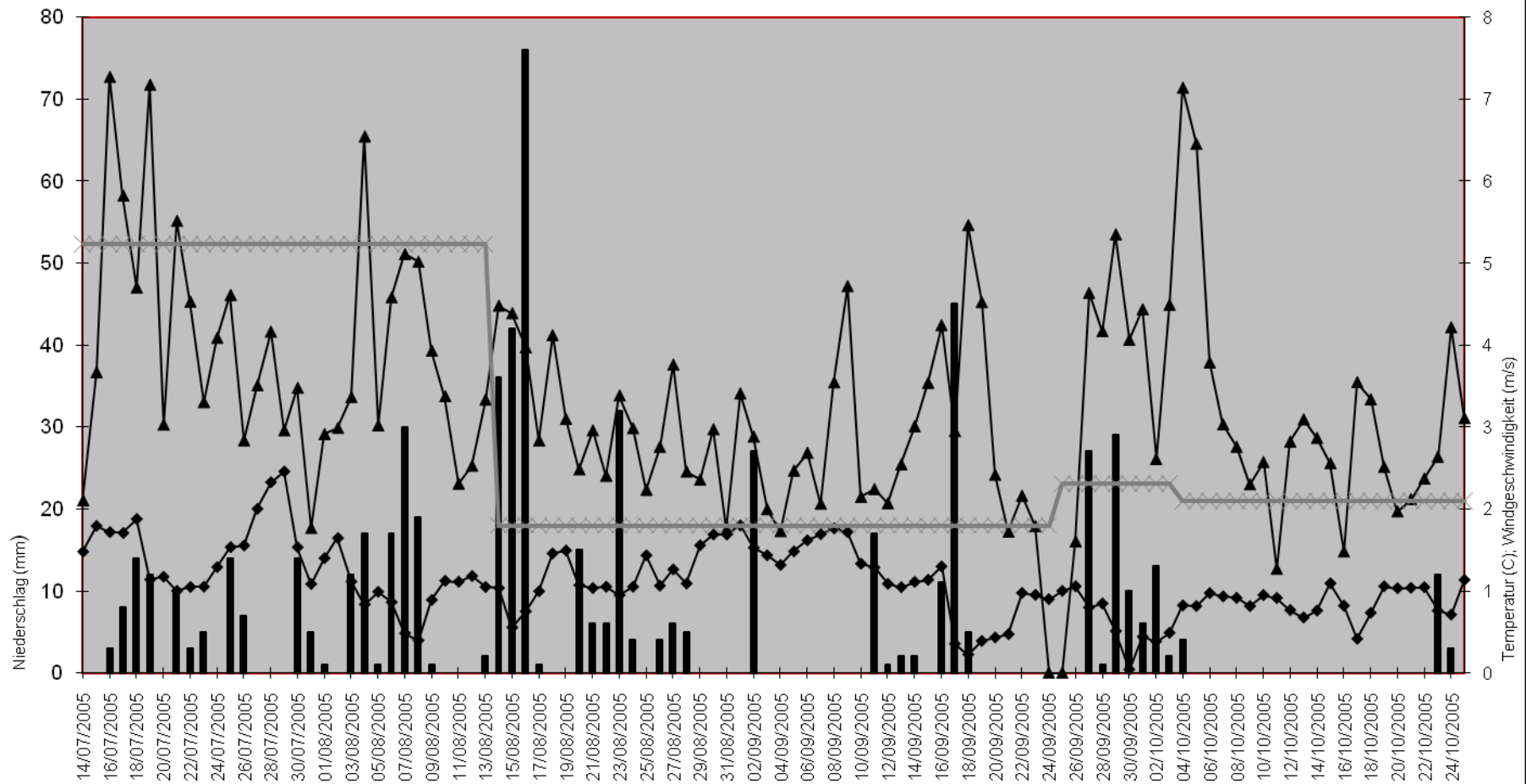
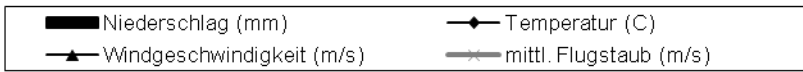
Meistelle	Measurement	Days	Area cm ²	[mg]				[%]				Qz colourless																	
				Material Kasten	Org	Ccarb	Silikat	Material	Org	CCarb	Silikat	mg/d	mg/cm ² /d	µg/cm ² /d	round [µm]					elongated [µm]					angular [µm]				
															<20	50	100	150	200	<20	50	100	150	200	<20	50	100	150	200
Alpaalmsteig	01.10.2005	46	1127	22,0	15,0	3,0	4,0	22,0	68,18	13,64	18,18	0,48	0,00042	0,42															
Rossgasse/u	01.10.2005	30	1127	131,5	23,6	32,0	75,9	131,5	17,95	24,33	57,72	4,38	0,00389	3,89															
NTH	02.10.2005	19	555	46,4	26,4	10,0	10,0	46,4	56,90	21,55	21,55	2,44	0,00440	4,40															
ATH	02.10.2005	9	555	8,0	6,0	0,0	2,0	8,0	75,00	0,00	25,00	0,89	0,00160	1,60															
WSK/Panorama-weg	03.10.2005	30	1127	110,0	85,0	10,0	15,0	110,0	77,27	9,09	13,64	3,67	0,00325	3,25															
Gesamtstaub Summe	02.09-03.10.05	30		317,9	156,0	55,0	106,9	317,9	49	18	33	11,86	0,01357	13,57															
Gesamtstaub Mittelwert				63,6	31,2	11,0	21,4	63,6	49	18	33	2,35	0,00236	2,67															

Meistelle	Qz coloured															Epidot/Hbl/Turmalin				Chspinell/Glaukophan			Illmenurutil			Magnetit			Biotit			Muskovit		
	round [µm]					elongated [µm]					angular [µm]					round [µm]				[µm]			[µm]			[µm]			[µm]					
	<20	50	100	150	200	<20	50	100	150	200	<20	50	100	150	200	<20	50	100	<200	50	100	200	50	100	200	50	100	200	50	150	200			
Alpaalmsteig																																		
Rossgasse/u								30					30																					
NTH																																		
ATH																			20															
WSK/Panorama-weg			20																															
Gesamtstaub Summe			20					30					30																					

02.09
-
03.10.
05



Station Reiteralpe (1670 m NN) - Messzeitraum 14.07-25.10.2005

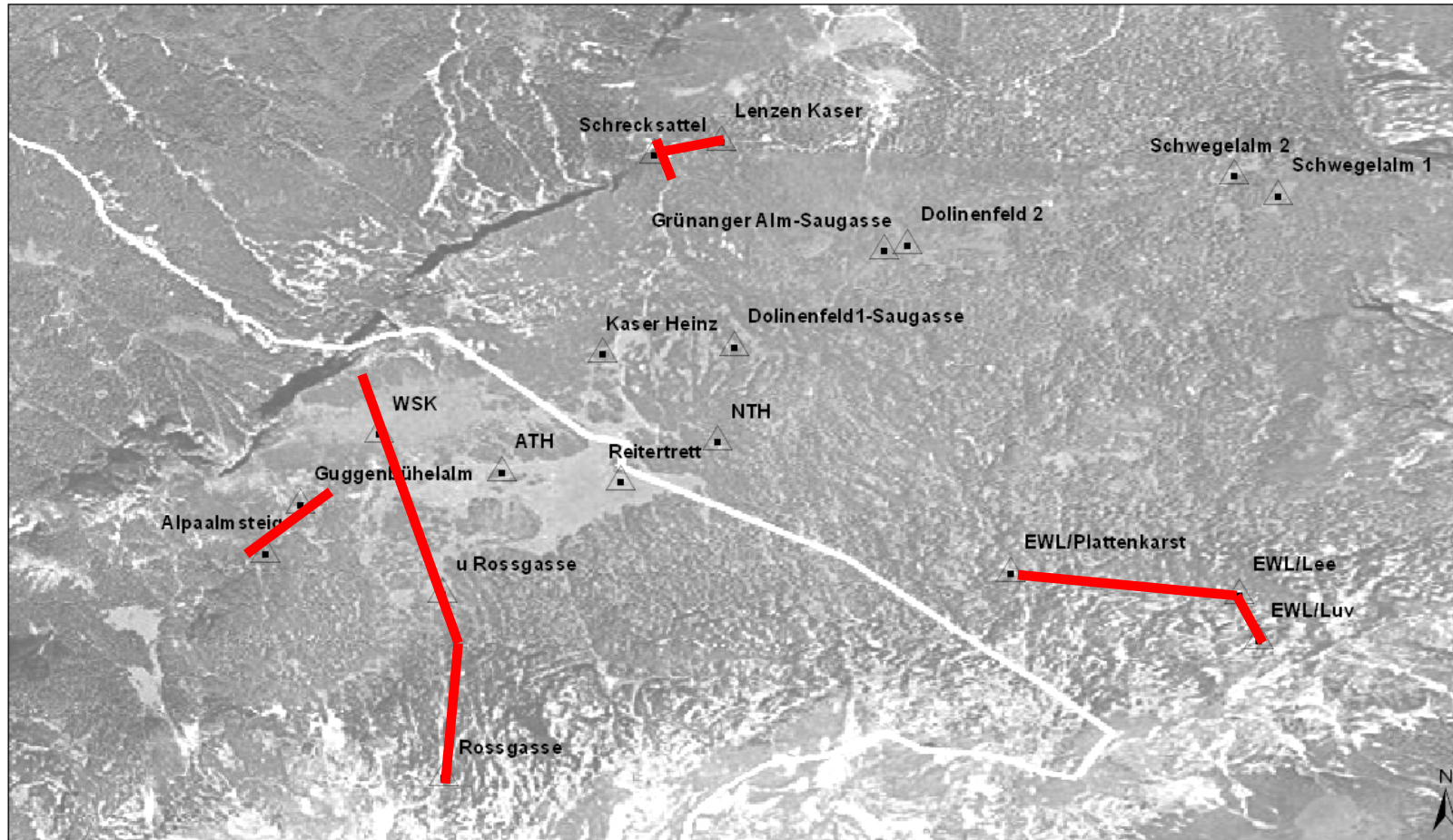


Trockenwinde %		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
		337-								
		22	67	112	157	202	247	292	337	%
30.06-20.07.2004	Watzmann	71	0	0	4	0	0	17	8	100
20.07-20.08.2004	Watzmann	43	3	8	13	9	1	21	3	100
17.08-09.09.2004	Watzmann	27	7	8	19	16	3	13	7	100
02.09.-03.10.2004	Watzmann	29	5	6	18	12	4	16	10	100
07.09-24.10.2004	Watzmann	19	4	6	17	23	4	15	12	100
14.07-14.08.2005	Funtenseetauern	1	0	3	4	13	24	40	15	100
15.08-24.09.2005	Funtenseetauern	10	6	9	3	11	29	17	14	100
02.09-03.10.2005	Funtenseetauern	10	7	11	4	12	31	16	10	100
14.08-25.10.2005	Funtenseetauern	7	4	8	4	16	25	16	19	100
Naßwinde %		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
		337-								
		22	67	112	157	202	247	292	337	
30.06-20.07.2004	Watzmann	47	5	2	7	11	3	20	5	100
20.07-20.08.2004	Watzmann	43	2	6	7	6	4	22	10	100
17.08-09.09.2004	Watzmann	7	2	9	12	10	4	44	11	100
02.09.-03.10.2004	Watzmann	36	1	4	7	5	2	34	11	100
07.09-24.10.2004	Watzmann	30	3	4	13	8	3	29	10	100
14.07-14.08.2005	Funtenseetauern	6	2	3	1	6	9	31	42	100
15.08-24.09.2005	Funtenseetauern	20	5	13	4	6	11	12	27	100
02.09-03.10.2005	Funtenseetauern	14	4	8	4	7	13	26	24	100
14.08-25.10.2005	Funtenseetauern	14	4	13	4	6	14	19	25	100

Für den Parameter Windrichtung sind die 10-minütigen Werte der Klimastationen Blaueshütte (1700m) und Watzmann (1930m) im Nationalpark Berchtesgaden für das Jahr 2004 herangezogen und von der Autorin bearbeitet worden, ebenso die Klimastationen Kühroint (1420m) und Funtenseetauern (2520m) für das Jahr 2005. Die Daten wurden nach der statistischen Häufigkeit verarbeitet und in Himmelsrichtungsektoren (0-360°) unterteilt. In Verbindung mit den stündlichen Niederschlagsdaten, konnten die Trocken- und Niederschlag bringenden Winde ermittelt werden. Die Auswahl der Klimastationen entspricht einer simulierten Situation mit ähnlicher Topographie, wie sie auf der Reiteralpe vorzufinden ist.

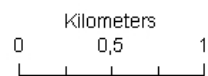
12°48'0"E

12°50'0"E



47°38'0"N

47°36'0"N



Trajektorie am Schrecksattel, Weitschartenkopf (WSK)-Rossgasse, Guggenbühel-Alpaalmsteig, Edelweisslahner Lee/Luv-Plattenkarst