

Michaela SEISS

Landschaftsökologische Untersuchungen in Johnsbach

unter der besonderen Berücksichtigung
der klimatischen Verhältnisse

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades

Magistra

an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der

Karl-Franzens-Universität Graz

Betreuung durch:

Ao. Univ. Prof. Dr. Reinhold LAZAR

Institut für Geographie und Raumforschung

2005

Eidesstattliche Erklärung

Ich, Michaela Seiss, erkläre hiermit, dass die vorliegende Diplomarbeit von mir selbst und ohne unerlaubte Beihilfe verfasst wurde. Die von mir benutzten Hilfsmittel sind im Literaturverzeichnis am Ende dieser Arbeit aufgelistet.

Graz, im Oktober 2005

Michaela SEISS

Vorwort

Bereits während meines Studiums hat mich die physische Geographie besonders interessiert, und deshalb habe ich mich dazu entschlossen meine Diplomarbeit im Bereich der Landschaftsökologie zu verfassen. Es war für mich von besonderem Interesse, als mir Herr Ao. Univ. Prof. Dr. Reinhold LAZAR das Angebot dieser Diplomarbeit machte. Da ich aus Admont komme und daher mit der Region Gesäuse verbunden bin, habe ich mich dazu entschlossen eine landschaftsökologische Untersuchung in Johnsbach, mit Schwerpunkt auf der Bestimmung der klimatischen Verhältnisse, durchzuführen. Das Klima im Gesäuse ist im Gegensatz zu den anderen Geoökofaktoren noch am wenigsten untersucht.

Ich möchte mich hiermit beim Nationalpark Gesäuse, besonders bei Herrn Mag. MSc. Daniel Kreiner, für die Unterstützung bedanken und bei Herrn Pilz Andreas für die Hilfe und Betreuung mit den Messgeräten. Des Weiteren stellte mir die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Messdaten zur Verfügung. In Johnsbach unterstützten mich Herr Mag. Wolf Ludwig und Herr Engelbert Nachbagauer, der die täglichen Ablesungen der Niederschlagsmessungen durchgeführt hat. Dank für die Unterstützung gebührt auch meinem Betreuer Univ. Prof. Reinhold Lazar. Schließlich möchte ich mich noch bei meinen Eltern, sowie allen anderen bedanken, die mich während des Schreibens der Diplomarbeit und des gesamten Studiums unterstützten und so zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit, mit dem Titel „Landschaftsökologische Untersuchungen in Johnsbach unter der besonderen Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse“, ist die Erstellung einer landschaftsökologischen Karte mit den charakteristischen Landschaftseinheiten von Johnsbach. Die Diplomarbeit ist in 3 große Abschnitte gegliedert, wobei im ersten Abschnitt die geoökologischen Grundlagen über die Geologie, Geomorphologie, Böden, Vegetation und Nutzung behandelt werden. Der zweite Teilabschnitt beinhaltet das Schwerpunktthema Klima, und das dritte Kapitel dient der Synthese der einzelnen Faktoren und der Erstellung der landschaftsökologischen Gliederung. Diese Einteilung erfolgt nach der Analyse der besprochenen Geoökofaktoren in homogene Landschaftsteilräume. Weitere Teilziele sind die Erstellung von landschaftsökologischen Profilen und einer Klimatopkarte.

Als Arbeitgrundlage dienten einerseits die bereits vorhandene, sehr umfangreiche Literatur über die Region, und andererseits klimatologische Messdaten der amtlichen Klimamessstationen Hieflau und Admont, die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik betreut werden. Des Weiteren wurden von mir zur Charakterisierung der kleinklimatischen Verhältnisse und zur Verdichtung der Daten, Messfahrten und eigene stationäre Messungen der Lufttemperatur und des Niederschlags in Johnsbach durchgeführt.

Johnsbach wird durch zwei unterschiedliche Gesteinszonen geprägt, einerseits durch die Kalke und Dolomite der Nördlichen Kalkalpen, andererseits durch die silikatischen Gesteine der Grauwackenzone. Diese differenzierten geologischen Verhältnisse beeinflussen sehr stark die Bodenbildung, die Vegetationsverhältnisse und damit auch die Nutzung. Ein großer Teil des Gemeindegebietes gehört dem Nationalpark Gesäuse an und ist somit als wertvolle Naturlandschaft geschützt. Das Klima in Johnsbach kann zusammenfassend als winterkalt bis winterstreng, sommerkühl und sehr niederschlags- und schneereich beschrieben werden.

Abstract

A landscape-ecological survey of Johnsbach

particularly focusing on the climatic situation

The purpose of this diploma thesis is to draw up a general map which indicates the typical landscape differences especially focusing on the climatic situation of the investigated area. The thesis is composed of the introduction, the three chapters and, finally, of the conclusion. The first chapter presents the findings of other authors concerning the prevailing geology, geomorphology, soil characteristics, human use and vegetation. The second chapter gives a precise picture of the climatic situation in Johnsbach and the third features the synthesis of the previously discussed factors by illustrating the physical situation in Johnsbach with maps and profiles.

This diploma thesis is based on specialized literature about the region on the one hand and meteorological data from the official weather stations situated in Admont and Hieflau on the other hand. The climate investigation includes the climate elements air temperature, precipitation, wind direction, snow conditions, wind speed, fog cover and air pollution. Additionally personal measurements of air temperature and precipitation in Johnsbach have been carried out which have then been compared to the official data in order to further investigate the special climate of the region.

The Johnsbach area is characterized by two different types of rocks - limestones and dolomites in the northern part and silicates in the southern part of the investigated area. This geology influences not only the soil properties and the vegetation but also the land use. As a consequence Johnsbach is marked by two different landscapes. Moreover, some areas of Johnsbach form part of the National Park Gesäuse and are liable to nature conservation. Finally, the climate of Johnsbach is defined by cold winters, moderate summer temperatures, a lot of precipitation and a long snow covering period.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Zusammenfassung	4
Abstract	5
Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
1. Einleitung	10
1.1 Ziel und Aufbau der Arbeit	10
1.2 Arbeitsgrundlagen und Methodik	10
1.3 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes	11
2 Geoökologische Grundlagen	13
2.1 Geologie und Formenwelt	13
2.1.1 Geologische Grundlagen	13
2.1.2 Geomorphologischer Überblick	17
2.2 Die Böden	18
2.2.1 Allgemeines	18
2.2.2 Die wichtigsten Bodentypen	21
2.3 Vegetation und Nutzung	23
2.3.1 Die Vegetation	23
2.3.1.1 Die Stufengliederung der Vegetation	23
2.3.1.2 Die Waldgrenze	25
2.3.2 Die Landnutzung	26

3	Das Klima	29
3.1	Stationsnetz und Messmethodik	29
3.2	Allgemeine klimatische Grundzüge	29
3.3	Die Klimafaktoren	31
3.4	Die Klimaelemente	33
3.4.1	Die Lufttemperatur	33
3.4.1.1	Messmethodik	33
3.4.1.2	Jahresgang und Jahresschwankung	36
3.4.1.3	Zahl der Frosttage, Sommertage und Vegetationsperiode	40
3.4.1.4	Die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur	41
3.4.1.5	Auswertungen der eigenen Messungen	43
3.4.1.5.1	Stationäre Messungen	43
3.4.1.5.2	Messfahrten	47
3.4.2	Der Niederschlag	51
3.4.2.1	Messung	51
3.4.2.2	Jahresgang und Monatsmittel der Niederschläge	51
3.4.2.3	Auswertung der eigenen Messung	55
3.4.3	Die Schneeverhältnisse	58
3.4.4	Die Windverhältnisse	59
3.4.5	Die Nebelverhältnisse	63
3.4.6	Bioklima und Luftqualität	64
3.4.7	Klimatope von Johnsbach	65
4	Landschaftsökologische Gliederung und Profile	68
4.1	Einleitung	68
4.2	Landschaftsökologische Profile	68
4.2	Landschaftsökologische Gliederung	73
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	77
	Quellenverzeichnis	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage von Johnsbach innerhalb der Steiermark	11
Abbildung 2: Übersichtskarte von Johnsbach	12
Abbildung 3: Dolomitlandschaft im unteren Johnsbachtal (Silberreitmauer)	14
Abbildung 4: Grauwackenzone in Johnsbach	15
Abbildung 5: Geologische Karte von Johnsbach	16
Abbildung 6: Blick auf die Hochtorgruppe	17
Abbildung 7: Die wichtigsten Bodentypen in Johnsbach	20
Abbildung 8: Bewirtschaftete Almen in Johnsbach 1999	27
Abbildung 9: Berufstätige nach Wirtschaftssektoren 2001 in %	28
Abbildung 10: Blick auf die Talenge im unteren Johnsbachtal	32
Abbildung 11: Oberes Johnsbachtal	33
Abbildung 12: Standorte der Lufttemperaturmessungen in Johnsbach	35
Abbildung 13: Wetterhütte in Johnsbach, Standort Kölbl	37
Abbildung 14: Jahresgang der Lufttemperatur in °C 1971-2000	38
Abbildung 15: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung 1971-2000	42
Abbildung 16: Messstreifen des Thermographen mit Tagesgang der Lufttemperatur	43
Abbildung 17: Jahresgang der Lufttemperatur in °C Nov. 2003 – Okt. 2004	46
Abbildung 18: Fahrtroute und Messpunkte der Messfahrten	48
Abbildung 19: Ergebnisse der Messfahrten (mittlere Abweichungen)	50
Abbildung 20: Jahresgang des Niederschlages in mm 1971-2000	53
Abbildung 21: Niederschlagsmengen in Johnsbach in mm Feb. 2004 - Mai 2005	56
Abbildung 22: Vergleich der Niederschlagsmengen in mm Feb. 2004- Mai 2005	57
Abbildung 23: Durchschnittliche Verteilung der Windrichtungen in Admont 1971-2000	60
Abbildung 24: Durchschnittliche Verteilung der Windrichtungen in Hieflau 1971-2000	61
Abbildung 25: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Nebel 1971-2000	64
Abbildung 26: Klimatopkarte von Johnsbach	67
Abbildung 27: Landschaftsökologisches West-Ost-Profil durch Johnsbach	69
Abbildung 28: Legende zum landschaftsökologischem West-Ost-Profil durch Johnsbach	70
Abbildung 29: Blick Richtung Stadelfeldschneid	71
Abbildung 30: Landschaftsökologisches Nord-Süd-Profil durch Johnsbach	72
Abbildung 31: Landschaftsökologische Gliederung von Johnsbach	75

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Standorte und Dauer der Lufttemperaturmessungen in Johnsbach	34
Tabelle 2: Formel zum Korrigieren von THG-Streifen mittels Extremwertthermometer	36
Tabelle 3: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C 1971-2000	39
Tabelle 4: Ergebnisse der Messungen im Hartelsgraben 1986-1988	40
Tabelle 5: Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur in °C 1971-2000	41
Tabelle 6: Monatsmittelswerte der Lufttemperatur in °C Nov. 2003 – Okt. 2004	44
Tabelle 7: Mittleres Tägl. Maximum und Minimum und Aperiodische Tageschwankung	45
Tabelle 8: Ergebnisse der Messfahrten in Kelvin	49
Tabelle 9: Monats- und Jahresmittel des Niederschlages in mm 1971-2000	52
Tabelle 10: Niederschlagsverteilung in den einzelnen Jahreszeiten in mm	54
Tabelle 11: Durchschnittliche Zahl der Niederschlagstage 1971-2000	54
Tabelle 12: Niederschlagssummen in Johnsbach in mm Feb 04 - Mai 05	55
Tabelle 13: Schneeverhältnisse von Admont und Hieflau 1971-2000	58
Tabelle 14: Mittlere Windgeschwindigkeiten in m/s 1971-2000	62

1. Einleitung

1.1 Ziel und Aufbau der Arbeit

Das Ziel dieser Arbeit ist die Betrachtung der wichtigsten landschaftsökologischen Faktoren in Johnsbach und die Erstellung einer landschaftsökologischen Karte. Die landschaftsökologische Gliederung erfolgt einerseits nach den geologischen und geomorphologischen Verhältnissen, andererseits werden auch die Bodenverhältnisse, die Vegetation und vor allem die klimatischen Verhältnisse zur Einteilung homogener Landschaftsteilräume herangezogen. Die Arbeit umfasst drei große Themenblöcke. Der erste Abschnitt beinhaltet die Beschreibung der Geoökofaktoren Geologie, Geomorphologie, Bodenkunde, Vegetation und Landnutzung. Diese Faktoren werden nur überblicksmäßig diskutiert, da diese bereits sehr gut erforscht und ausführlich in vorhergehenden Arbeiten behandelt wurden. Das zweite Kapitel behandelt detailliert das Schwerpunktthema Klima, das im Gegensatz zu den anderen landschaftsökologischen Faktoren noch am wenigsten untersucht ist. Der dritte Abschnitt dient der Synthese der einzelnen Geoökofaktoren und wird vor allem mit Hilfe von landschaftsökologischen Profilen und Karten visualisiert.

1.2 Arbeitsgrundlagen und Methodik

Als Grundlage für den ersten Abschnitt der Arbeit diente in erster Linie vorhandene Literatur über die Region Gesäuse. Für die Beschreibung der klimatischen Verhältnisse wurden eigene stationäre und mobile Messungen der Lufttemperatur, und eine Niederschlagsmessung in Johnsbach durchgeführt. Die Ergebnisse werden im Schwerpunktkapitel Klima ausführlich behandelt und ausgewertet. Außerdem stellte die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Messdaten der amtlichen Klimastationen Admont und Hieflau für die Periode 1971 bis 2000 zur Verfügung. Diese Daten werden ebenfalls ausgewertet und graphisch aufbereitet, und dienen als Vergleichswerte zu den eigenen Messdaten und zur besseren Veranschaulichung der klimatischen Situation im Projektgebiet.

1.3 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Das Johnsbachtal ist ein lang gestrecktes Hochtal, das im Osten, Norden und Westen von den südlichen Gesäusebergen und im Süden von den westlichen Eisenerzer Alpen begrenzt wird. Die Gemeinde mit 173 Einwohnern hat eine Fläche von 97,71 km² und weist damit eine Bevölkerungsdichte von knapp 2 Einwohnern pro Quadratmeter auf (STATISTIK AUSTRIA, Volkszählungsergebnisse 2001). Der Siedlungsbereich liegt auf einer Seehöhe zwischen 700 und 900 Meter. Das Landschaftsbild wird vom Hochgebirge dominiert, wobei ein bedeutendes Charakteristikum das Auftreten von hohen Reliefenergien ist. Der höchste Punkt der Gemeinde, das Hochtorn (2369 m), ist gleichzeitig der höchste Gipfel der Gesäuseberge. Weitere hohe Erhebungen sind der Große Ödstein (2335 m) und der Reichenstein (2251 m). Der niedrigste Punkt befindet sich auf 521 m Seehöhe, an der Mündung des Hartelsbaches in die Enns. Damit werden Höhenunterschiede bis zu 1850 Meter erreicht. Die Lage der Gemeinde innerhalb der Steiermark ist in Abbildung 1 ersichtlich.

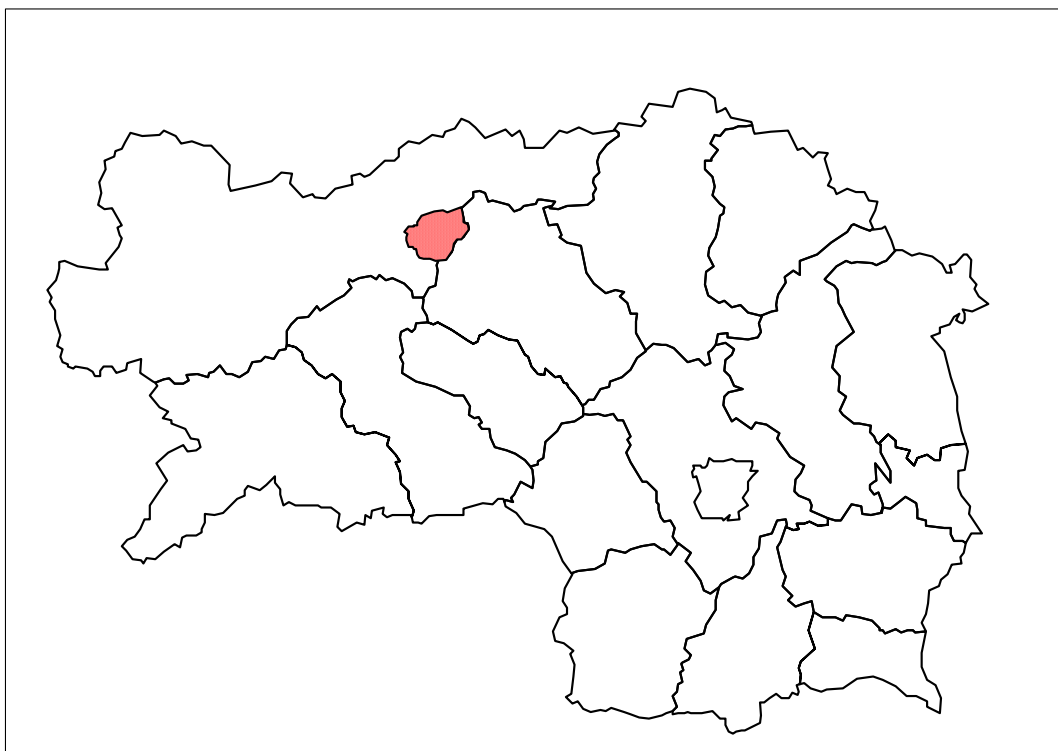


Abbildung 1: Lage von Johnsbach innerhalb der Steiermark

Quelle: GIS-Steiermark

Eine Übersichtskarte von Johnsbach zeigt Abbildung 2. Im Untersuchungsgebiet befinden sich 2 erwähnenswerte Gewässertypen. Der Johnsbach entspringt auf einer Seehöhe von rund 1500 m in den Eisenerzer Alpen und hat ein Einzugsgebiet von 65,2 km². Er ist maßgeblich für den Talverlauf des Johnsbachtales verantwortlich und mündet, nach der Überwindung von rund 900 Höhenmetern, in die Enns. Der Sulzkarsee liegt auf einer Seehöhe von 1450 Meter inmitten einer Moränenlandschaft auf der Sulzkaralm.

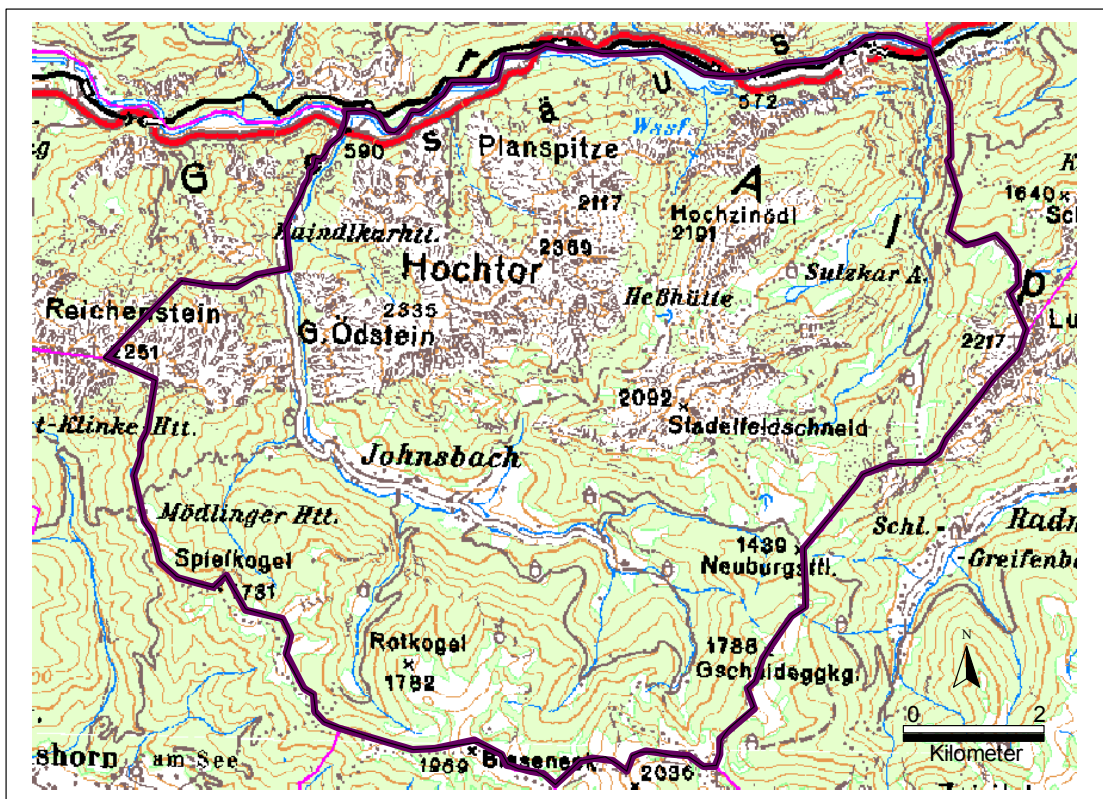


Abbildung 2: Übersichtskarte von Johnsbach

Quelle: Austrian Map

Ein wesentlicher Teil des Untersuchungsgebietes liegt im Nationalpark Gesäuse, der 2002 gegründet wurde. Diese Abschnitte beschränken sich auf die nicht anthropogen genutzten Teilbereiche in den Kalkhochalpen, während der Siedlungskern und die meisten Almen davon ausgenommen sind. Trotzdem befinden sich knapp 50% der Nationalparkfläche in der Gemeinde Johnsbach. Diese Nationalparkflächen sind besonders geschützt und sollen in ihrem natürlichen Zustand mit ihrer Artenvielfalt erhalten bleiben.

2 Geoökologische Grundlagen

2.1 Geologie und Formenwelt

2.1.1 Geologische Grundlagen

Das Gemeindegebiet von Johnsbach wird durch zwei unterschiedliche Gesteinszonen geprägt, einerseits durch die Kalke und Dolomite der Kalkhochalpen, andererseits durch die silikatischen Gesteine der Grauwackenzone. Der Kalk bildet die markanten und schroffen Felswände und Gipfel der Gesäuseberge, wobei nach O. AMPFERER, 1935, S. 9, der mächtige und gut geschichtete Dachsteinkalk maßgeblich für die Gebirgsbildung verantwortlich ist. Eine große Rolle spielt auch der Wettersteinkalk.

Die Dolomite treten insbesondere im unteren Johnsbachtal zu Tage und bilden dort eine bizarre Erosionslandschaft mit steilen Rippen und Türmen, sowie tiefen Schluchten und Klammern. Einen Überblick über diese Situation im unteren Johnsbachtal gibt Abbildung 3. Dafür ist in erster Linie der stark zerklüftete Wetterstein- oder Ramsaudolomit verantwortlich, der sehr leicht zu Schutt oder Grus verwittert und daher auch zahlreiche Schutthalden bildet (G.K. LIEB & G. SEMMELROCK, 1988, S. 258, 259). Das obere Johnsbachtal ist die Grenze zwischen den Nördlichen Kalkalpen und der Grauwackenzone.

Die kristallinen Gesteine der Grauwackenzone im Süden des Untersuchungsgebietes sind durch sanfte Formen gekennzeichnet, wie aus Abbildung 4 sehr gut hervorgeht, und bilden damit einen starken Kontrast zu den karbonatischen Gesteinen. Die häufigsten Gesteine in der Grauwackenzone sind Phyllite, Grauwackenschiefer, Quarzite und der Blasseneck-Porphyr. Das Gebiet ist jedoch auch sehr stark mit erzführenden Kalken durchzogen.



Abbildung 3: Dolomitlandschaft im unteren Johnsbachtal (Silberreitmauer)

Quelle: Eigene Aufnahme 19.06.2005, Standort: Johnsbach Kirche, Blick Richtung NE

Die Zweigeteiltheit des Gebietes ist sehr gut in der geologischen Karte in Abbildung 5 erkennbar, in der die kristallinen Gesteine mit der Farbe Rot und die Kalkhochalpen mit der Farbe Blau dargestellt werden. Diese vereinfachte Form der geologischen Karte von O. AMPFERER, 1935 soll lediglich einen Überblick über die geologischen Verhältnisse geben, ohne auf die genauen Details einzugehen.

Die starke eiszeitliche Überprägung hat viele Formen hinterlassen, die weit verbreitet sind und in der geologischen Karte als Quartär erscheinen. Dazu zählen Schwemmfächer, Niederterrassen, Moore, Moränen, Hangschutt und Schutthalden. Des Weiteren sticht die Auenzone der Enns und des Johnsbaches deutlich hervor. Vereinzelt existieren aber auch Abschnitte im gesamten Gebiet die von Sandsteinen, Mergel und Konglomeraten geprägt werden.



Abbildung 4: Grauwackenzone in Johnsbach

Quelle: Eigene Aufnahme 19.06.2005, Standort: Abzweigung Zeiringer, Blick Richtung SE

Zusammenfassend betrachtet stehen somit bewaldete Rücken und Kuppen der Grauwackenzone den schroffen, kahlen Felswänden der Nördlichen Kalkalpen gegenüber. Diese verschiedenen Gesteine mit ihren charakteristischen Erscheinungsbildern haben einen großen Einfluss auf die unterschiedlichen Landschaftsformen, die im Kapitel 2.1.2 noch genauer besprochen werden.

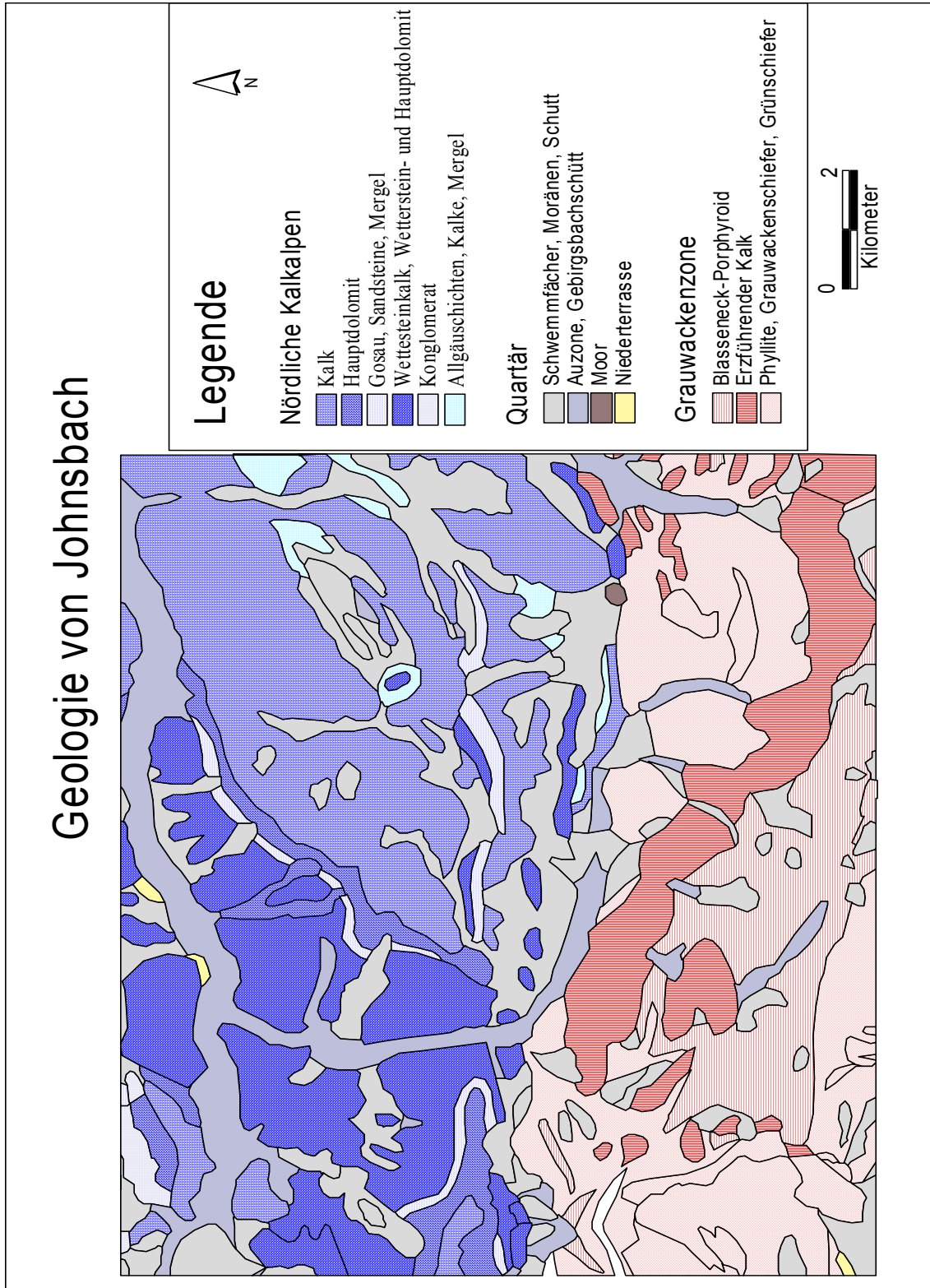


Abbildung 5: Geologische Karte von Johnsbach

Quelle: Nationalpark Gesäuse, Eigener Entwurf vereinfacht nach der geologischen Karte von O. AMPFERER, 1935

2.1.2 Geomorphologischer Überblick

Da die geomorphologischen Strukturen des Gesäuses in der Diplomarbeit von B. REMICH, 2001 bereits ausführlich beschrieben sind, werde ich mich auf eine kurze Beschreibung der wichtigsten Formen beschränken. Das morphologische Erscheinungsbild wird durch die bereits geschilderten geologischen Verhältnisse, den klimatischen Bedingungen und weiters durch die Vegetation und die Nutzung geprägt.



Abbildung 6: Blick auf die Hochtorggruppe

Quelle: Eigene Aufnahme 19.06.2005, Standort: Hinterleitner, Blick Richtung N

Die wichtigsten Formungsprozesse sind nach B. REMICH, 2001 die glaziale, die fluviatile, die gravitative und die karstische Formung. Die starke Lokalvergletscherung der Gesäuseberge in der Würmkaltzeit war für die Entstehung von Moränen,

Moränenlandschaften und Karen verantwortlich, die auch heute noch relativ gut erhalten sind. B. REMICH, 2001 findet in erster Linie die End- und Seitenmoränenwälle im Sulzkar als erwähnenswert, die unter anderem zur Entstehung des Sulzkarsees führten. Markante Kare treten vor allem in der Zinödlgruppe und in der Hochtorggruppe auf. Die Abbildung 6 zeigt die Hochtorggruppe mit dem markanten, wandbildenden Dachsteinkalk und die glaziale Überprägung in Form von Karen und Schutthalden. Die Mitte Juni 2005 entstandene Aufnahme veranschaulicht eine von Schneeresten geprägte Landschaft und dokumentiert daher sehr schön die Ausaperungsverhältnisse mit Bereichen längerer und kürzerer Schneedeckendauer. Eine sehr lange Schneedeckendauer weisen Kammmulden, Lawinenrinnen, Lawinenkegeln, Mulden und Wandfußlagen auf.

Aufgrund der hohen Reliefenergien treten auch gravitative Formungsprozesse auf, die zu Schutt- und Steinschlagrinnen, Schuttkegel, Fels oder Bergsturzarealen und Lawinenbahnen führen. Die wichtigsten Karstformen sind Karren und Dolinen, die auf Dachsteinkalk bevorzugt auftreten, sowie Höhlen. Letztlich ist noch der fluviatile Formungsprozess erwähnenswert, der durch seine einschneidende Wirkung die Aufteilung in einzelne Gebirgsstöcke verursacht hat. Vor allem die Dolomitgesteine sind aufgrund ihrer weichen, wasserstauenden Eigenschaften verstärkt für die fluviatile Erosion anfällig, die zur Entwicklung von richtigen Dolomiterosionslandschaften führte. Besonders bemerkenswert sind die Schluchtabschnitte im unteren Johnsbachtal und die Schwemm- und Murenkegel im Langgries- und Gsenggraben, die auch als Schotterentnahmestellen genutzt werden. Das Johnsbachtal selbst ist im Oberlauf als Muldental mit klammartigen Abschnitten und im Siedlungsbereich des oberen Johnsbachtales als Sohlental ausgeprägt.

2.2 Die Böden

2.2.1 Allgemeines

Die Bodenbildung und die Bodeneigenschaften sind vom Ausgangsgestein, den Standortbedingungen sowie der Entwicklungszeit abhängig. Wie in Kapitel 2.1.1 bereits erläutert wurde, besteht das Untersuchungsgebiet aus zwei unterschiedlichen geologischen Einheiten, die auch maßgeblich die Bodenbildung beeinflussen.

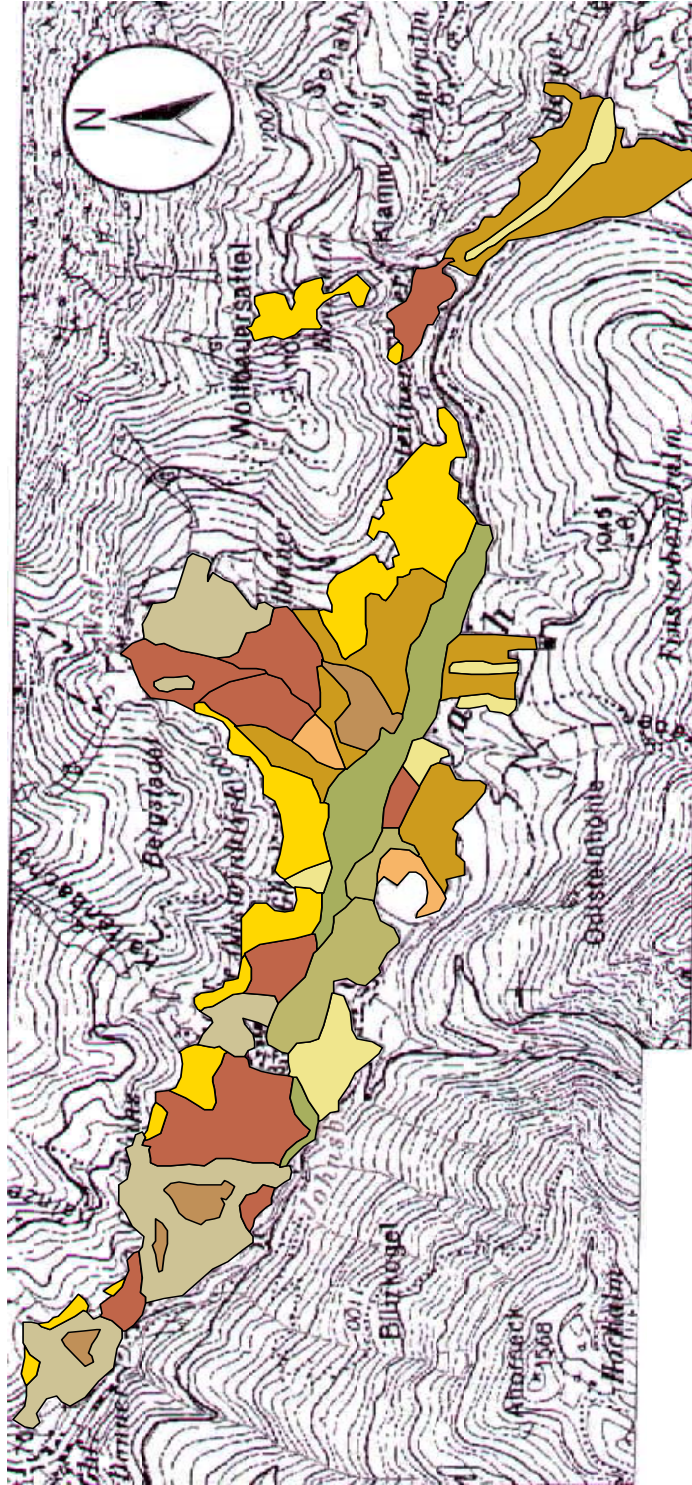
Kalk und Dolomit bedingen basische Bodenverhältnisse, während das Silikatgestein die Bildung von sauren Böden fördert.

Der Talbereich von Johnsbach ist sehr breit und beinahe eben und wird von jungem Schwemmland gebildet. Diese Ablagerungen des Johnsbaches bestehen meist aus feinsandigem, schluffigem und tonigem Material. An den Hängen sind durch die Entwässerung der Seitengräben mächtige Schwemmfächer entstanden, die je nach Einzugsgebiet aus silikatischen, bunten oder kalkhaltigen Sedimenten bestehen. Zusätzlich konnten sich Böden auf anstehendem Gestein und auch aus glazialen Sedimenten wie Moränen und fluvioglazialen Sedimenten bilden. (I. SCHAFFERHOFER, 1998)

Im Steilrelief der Kalkalpen findet man nur unreife Böden, vor allem Rohböden und flachgründige Rendsinen, die von Pioniergesellschaften besiedelt werden. Dort, wo eine intensivere Verwitterung möglich war, sind verbraunte Rendsinen und Braunerden entstanden. Bei Vernässung tritt häufig Pseudovergleyung ein, auf Verflachungen entwickelten sich auch Braunlehme. Die Silikatgesteine der Grauwackenzone verwitterten zu Ranker und zu podsoligen Braunerden. Die Eisenerzer Alpen sind mit erzführenden Kalken durchzogen, die zu einer differenzierten Bodenbildung führten. Auf engstem Raum konnten sich hier gegensätzliche Bodentypen entwickeln. (E.C.O. INSTITUT FÜR ÖKOLOGIE, 1999, S. 88, 89 und M. EISENHUT und G. EDER, 1998)

Eine genaue Beschreibung und Charakterisierung der wichtigsten in Johnsbach vorkommenden Bodentypen, die in Abbildung 7 veranschaulicht werden, folgt im anschließenden Kapitel. Als Grundlage für die Bodenkarte dienten die Diplomarbeit von I. SCHAFFERHOFER, 1998 und die Bodenerhebung vom Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft. Des Weiteren beschreibt R. GRASSER, 2004 die Bodenverhältnisse ausgewählter Standorte im Nationalpark Gesäuse, dessen Ergebnisse teilweise in die Darstellung miteinbezogen wurden.

Bodentypen Johnsbach



- Bodentypen**
- Braunlehm
 - Felsbraunerde
 - Gley
 - Moor
 - Pararendsina
 - Pseudovergleyte Braunerde und Braunlehm
 - Ranker, Braunerde, Hanggleye
 - Waid
 - Schwemmboden

Grundkarte: ÖK 50

Bearbeitung: Ingrid Schafferhofer, 1998

Grundlagen: Österreichische Bodenkartierung

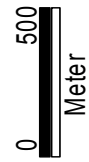


Abbildung 7: Die wichtigsten Bodentypen in Johnsbach

Quelle: I. SCHAFFERHOFER, 1998, Eigene Überarbeitung

2.2.2 Die wichtigsten Bodentypen

Moore

Als Moore bezeichnet man Ansammlungen von abgestorbenen Pflanzen, die zu Torf umgewandelt wurden. Der Abbau wird durch Sauerstoffmangel und Wasserüberschuss verhindert und führt zu nährstoffarmen, sauren Bodenverhältnissen. Im Untersuchungsgebiet befinden sich das Griesangermoos und das Neuburgermoos, die zu der Gruppe der Hochmoore gezählt werden. Sie sind zu großen Teilen aus Moosen aufgebaut, die über dem Grundwasserspiegel liegen und nur durch Regenwasser gespeist werden.

Schwemmböden

Die Schwemmböden zählen zu den Auböden und entstehen aus abgelagertem, grobem Schwemmmaterial. Sie unterliegen der Wasserdynamik des Johnsbaches und sind aufgrund der wechselnden Ablagerungsverhältnisse schichtig aufgebaut. Schwemmböden treten vor allem im Talbereich des oberen Johnsbachtals auf.

Gleye

Gleye sind durch stagnierendes oder langsam ziehendes Grundwasser beeinflusste Mineralböden. Durch Reduktion (Sauerstoffentzug) entstehen Verfärbungen in Blau- und Grüntönen, beim Absinken des Grundwassers tritt Oxidation ein und führt zu roten und rostbraunen Flecken. Hanggleye entstehen bei Wasseraustritten an Hängen, die auf den tiefer liegenden Flächen dauerhafte Vernässungen bewirken. Der im Untersuchungsgebiet vorkommende Gley ist kalkfrei und zeigt eine stark saure Bodenreaktion.

Rohböden

Rohböden sind geringmächtige unreife Böden, die in Johnsbach vor allem im Steilrelief vorkommen und daher in ihrer Entwicklung stark gehemmt wurden. Man unterscheidet Felsrohböden auf Felsflächen und Felsspalten, und Schuttröhböden auf Schuttrinnen.

Ranker und Rendsina

Bei diesen seichtgründigen Böden liegt über dem Ausgangsmaterial ein Mineralbodenhorizont. Sie treten auf Rücken, Kuppen, Buckel und Schotterlinsen auf. Ranker entsteht auf kristallinem Ausgangsgestein, Pararendsina auf silikatischem-kalkigem Material und Earendsina auf relativ reinem Kalkgestein. Durch die ständige Bodenbewegung des Ramsa dolomits und der damit verbundenen verminderten Bodenentwicklung, treten besonders im unteren Johnsbachtal Rendsinen auf.

Braunerde

Die Braunerde entwickelt sich aus silikatischem oder silikatisch-karbonatischem Locker- oder Festgestein infolge der durch einwirkende Niederschläge bedingten Verwitterung. Dadurch kann sich im Unterboden ein Verwitterungshorizont ausbilden, der durch seine braune Farbe gekennzeichnet ist. Man unterscheidet je nach Ausgangsgestein zwischen Lockersedimentbraunerde und Felsbraunerde.

Podsol

Podsole treten in kühlen Gebieten mit hohen Niederschlagsmengen auf sauren Ausgangsmaterialien auf, und entstehen durch die Auswaschung von Tonmineralien, Humus und Metallen. Dadurch entwickeln sich ein Bleichhorizont im unteren Teil des Oberbodens und darunter ein Anreicherungshorizont. Die Podsolierung bedingt sehr saure Bodenverhältnisse und tritt bevorzugt an Waldstandorten auf.

Pseudogley

Pseudogleye sind Stauwasserböden mit einem wasserundurchlässigen Horizont über dem sich Niederschlagswasser staut. Sie sind durch Wechselfeuchtigkeit gekennzeichnet. Auf Kuppen und Oberhängen tritt Hangpseudogley auf, in Mulden bildet sich Stagnogley aus.

Reliktböden

Reliktböden sind unter wesentlich anderen klimatischen Bedingungen als heute entstanden. Dazu zählen die Braunlehme, die eine braune bis ockerbraune Verfärbung aufweisen und zu Dichtschlammung, Erosion und Tagwasserstau neigen. Sie treten nur auf Verflachungen im Kalkgestein auf, sind aber aufgrund ihres hohen Alters bereits entkalkt. Braunlehme sind vermehrt im hinteren Johnsbachtal zu finden, wo sie aus glazialen Sedimenten entstanden sind.

Eine besondere Form der Reliktböden sind Speikböden. Geomorphologisch handelt es sich dabei um Verebnungen in Gipfelbereichen auf Kalkgestein, auf denen jedoch die Silikatrasen stark hervortreten. Im Gesäuse sind solche Gipfel mit Plateaubergcharakter selten ausgeprägt. Man findet diese Böden daher hauptsächlich über der Waldgrenze am Zinödl und auf Almen im Sulzkar und im Haselkar. (J. GREIMLER, 1997, S. 95, 96)

2.3 Vegetation und Nutzung

2.3.1 Die Vegetation

2.3.1.1 Die Stufengliederung der Vegetation

Die Vegetation ist besonders von den Faktoren Klima, Boden und Relief abhängig. Die unterschiedlichen Ausgangsgesteine beeinflussen die Bodenbildung und folglich auch die Vegetation. Man unterscheidet kalkliebende und kalkmeidende Pflanzenarten, wobei das Kalkgestein mehr Nährstoffe als Silikatgestein enthält und daher eine größere Artenvielfalt hervorbringt.

Der Talbereich des Johnsbaches wird von Grau-, Purpur-, Silber- sowie Lavendelweiden und von Grauerlenwäldern geprägt. In der Auenzone kommt es außerdem zur Ausbildung von Bergahorn-Eschen-Fichtenhochwäldern. Außerhalb des Einflussbereiches des Johnsbaches dominieren Buchen-Tannen-Fichtenwälder, und insbesondere entlang der Schuttrinnen der Seitengräben überwiegen Erika- und Kieferbestände, sowie Felspionierfluren. (J. PETUTSCHNIG et al., 1998, S. 25)

In den Nördlichen Kalkalpen ist nach R. SCHARFETTER, 1954, S. 145 die klimatische Stufengliederung der Vegetation, aufgrund der geologischen Gegebenheiten und den scharfen Reliefunterschieden, stark verwischt. Es können lediglich 3 annähernde Vegetationsstufen unterschieden werden, die sich jedoch nicht immer und überall klar abgrenzen lassen.

Die Montanstufe erreicht eine Seehöhe von ca. 1400 m und wird teilweise auch als Voralpenwald bezeichnet. In der unteren Bergstufe überwiegt die Rotbuche, während in höheren Lagen die Fichte und Tanne zum Hauptbildner werden. Der Fichten-Tannen-Buchenwald ist die am weitesten verbreitete Waldgesellschaft im Gesäuse, jedoch wurde dieser Mischwald oft durch Fichtenforste ersetzt. Steile und südseitige Dolomithänge sind die bevorzugten Standorte des Schneeheide-Rotföhrenwaldes. Auf karbonatischem Untergrund kommt im Unterwuchs häufig die Schneerose vor. In der Übergangsstufe zur subalpinen Stufe nimmt der Anteil des Baumbestandes rapide ab, während Zwergsträucher und Krummholzbestände vermehrt auftreten. An feuchten, kalkigen Standorten wächst die Latsche, die in Lawinenbahnen auch weit ins Tal vorstoßen kann. Aber auch Teile der subalpinen und alpinen Vegetation der Schuttfuren und Rasengesellschaften reichen stellenweise bis in das Tal. (J. GREIMLER, 1997, S. 113, 114)

Die subalpine Stufe ist mit einer Seehöhe von 1900-1950 Meter begrenzt und wird vom Latschen-Gebüsch geprägt. Man trifft im Bereich zwischen Hochtorn und Lugauer aber auch auf Lärchen, Zirben und auf Fichten. Im Bereich der Waldgrenze sind Zwergsträucher typisch, auf kalkigem Untergrund die gewimperte Alpenrose. An feuchten Stellen mit langer Schneedeckendauer und vorzugsweise auf Braunlehmen können auch Grünerlen vorkommen.

In der alpinen Stufe sind aufgrund der extremen Lebensbedingungen bezüglich Temperatur, Wind und Strahlung nur mehr wenige spezialisierte Pflanzenarten vorhanden. Die alpinen Grasheiden werden auf windgeschützten Positionen an Hängen von Blaugras-Horstseggen-Halden gebildet, während auf windexponierten Stellen, im Grat- und Kuppenbereich, Polsterseggenrasen auftreten. Daneben spielen auch Schuttfuren und Schneebodengesellschaften eine Rolle. Charakteristisch für diese Höhenstufe ist auch das Auftreten der Silberwurz. Aufgrund der schroffen Gipfel und steil abfallenden Flanken sind die Grasheiden nur an wenigen Stellen klassisch ausgeprägt. (J. GREIMLER, 1997, S. 114)

An den Felswänden und Schutthalden kommen nur noch Spezialisten vor, die unter den extremen Bedingungen überleben können. Einer der Erstbesiedler dieser Bereiche ist die Pestwurz, die aufgrund ihres tief reichenden und weit verzweigten Wurzelsystems für Stabilität sorgt.

Im kristallinen Gestein überwiegen, wie bereits in Kapitel 2.1.1 erwähnt wird, breite Rücken und Kuppen, die sehr weit nach oben bewaldet oder mit grünen Rasenflächen überzogen sind. Im Gegensatz zu den kahlen, schuttbedeckten Gipfeln der Kalkalpen kann man im kristallin geprägten Untersuchungsgebiet lediglich 2 Zonen unterscheiden. Einerseits im unteren Bereich die Fichtenstufe, andererseits eine Übergangs-Strauchstufe, die größtenteils aus Hochstrauch- und Zwergstrauchgesellschaften besteht. Es treten bevorzugt Grünerlen, Legföhren, Alpenrosengebüsche, Heidelbeersträucher und Bürstlingswiesen auf.

Einen besonderen Standort stellen die extensiv genutzten Almen mit ihren kleinflächig wechselnden Standortbedingungen dar. Charakteristische Vegetationstypen auf den Almen sind Bürstlingsrasen, Milkrautweiden und Alpenampferfluren.

Diese Beschreibung der wichtigsten Vegetationsgesellschaften soll lediglich einen groben Überblick über die Situation vermitteln und ist keineswegs als vollständig anzusehen.

2.3.1.2 Die Waldgrenze

Laut MAURER, 1981 verläuft die natürliche Waldgrenze in den Zentralalpen in einer Höhe von zirka 2000m, währenddessen sie in den Nördlichen Kalkalpen auf zirka 1800m zurückgeht. Diese Höhe wird im Gesäuse aber nur im Bereich des Reichensteins erreicht, in weiten Teilen liegt die Waldgrenze aufgrund der Reliefgestaltung lediglich auf einer Höhe von 1600m oder sogar darunter. Unterschiede ergeben sich auch durch die unterschiedlichen geologischen Bedingungen und damit der differenzierten Bodenverhältnisse, den kleinklimatischen Besonderheiten und der Exposition. So berechnete HINTENAU, 1995, S. 45 den Verlauf der aktuellen Waldgrenze in den Südhängen der Hochtorggruppe auf einer Höhe von 1440m, im Bereich der Hesshütte auf 1660m und in den Dolomitbereichen der Hochtorggruppe auf nur 1010m. Die mittlere aktuelle Waldgrenze der südlichen Gesäuseberge verläuft auf einer Höhe von knapp 1400 Meter.

2.3.2 Die Landnutzung

Die Geschichte von Johnsbach ist stark vom Bergbau geprägt. In der Bronzezeit wurde überwiegend Kupfer, später auch Eisen abgebaut. Ein weiterer wichtiger Wirtschaftszweig war die Forstwirtschaft, die auch heute noch eine tragende Rolle spielt. Früher wurde Holz hauptsächlich zur Holzkohlegewinnung für die Eisenindustrie verwendet, wobei damals enorme Kahlschläge über weite Flächen typisch waren und zu einer regelrechten Holzarmut führten. Heute sind mehr als 85 % der Wälder im Besitz der Steiermärkischen Landesforste (H. BINDAR, 1999, S. 20), und die heutige Bewirtschaftung umfasst eine nachhaltigere Nutzung des Waldes. Insbesondere die Flächen im Nationalpark sollen in ihrem natürlichen Zustand erhalten werden. Fast die Hälfte der Gemeindefläche besteht aus Wald, während die landwirtschaftliche Nutzfläche und die Almwirtschaft nur einen geringen Teil der Fläche einnehmen.

Die Almwirtschaft ist seit jeher fester Bestandteil der Geschichte von Johnsbach. Seit den Sechziger Jahren wurden aber vermehrt Almen aufgelassen. Die Gründe dafür waren Personalmangel und Unwirtschaftlichkeit, fortschreitende Verwaldung, Intensivierung und Mechanisierung der Landwirtschaft, Wassermangel und Verkarstungserscheinungen (K. HINTENAU, 1995, S.81). BINDAR, 1999 erwähnt 17 noch bewirtschaftete, vor allem extensiv genutzte Almen mit einer Gesamtfläche von 1877 ha, und 13 bereits aufgelassene Almen in Johnsbach. Die Almwirtschaft ist aber auch heute noch ein fester Bestandteil der Landwirtschaft und spielt auch im Tourismus eine Rolle. In Abbildung 8 sind die 1999 noch bewirtschafteten Almen eingezeichnet.

Die Almen in den Kalkhochalpen befinden sich ausschließlich zwischen dem Hoctor und dem Lugauer. Die schroffen Kalkblöcke sind durch die glazial entstandenen Almen in Sulzkar und im Haselkar und durch den Neuburgsattel unterbrochen. In der Grauwackenzone sind die bevorzugten Almstandorte die Gräben und höher gelegene Kare und die alpinen Rasen der Gipfelregionen (H. BINDAR, 1999, S. 11-13).

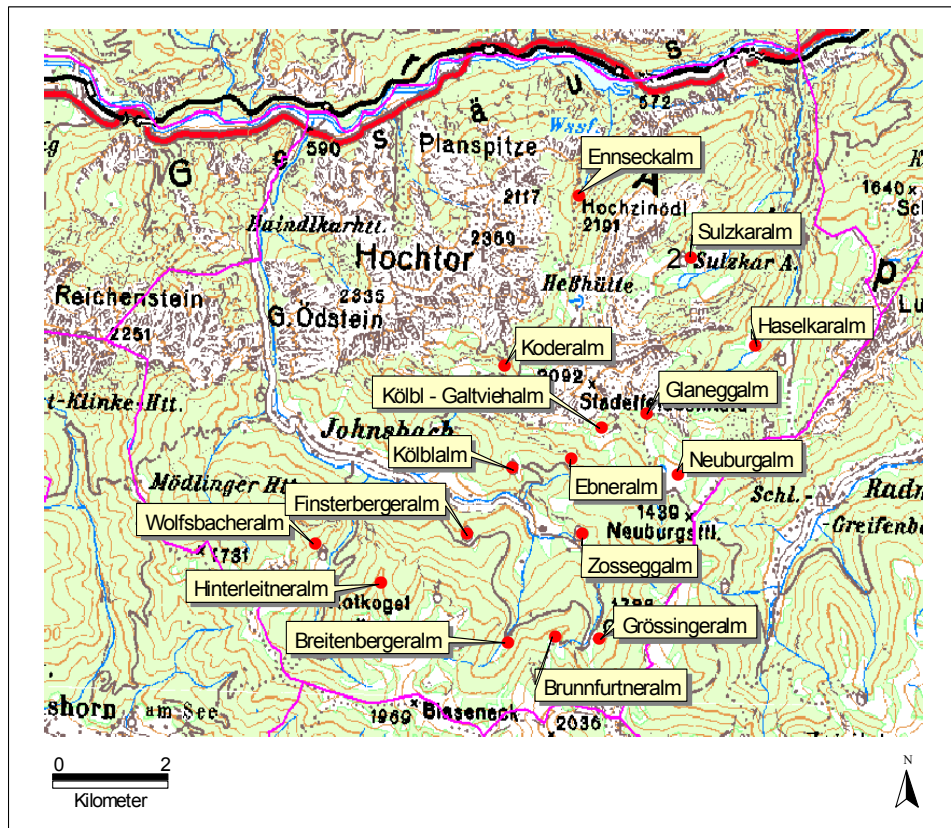


Abbildung 8: Bewirtschaftete Almen in Johnsbach 1999

Quelle: Eigene Darstellung, nach H. BINDAR, 1999

Seit der Erstbesiedelung wird in Johnsbach Landwirtschaft betrieben. Früher wurde auch Ackerbau betrieben, heute beschränkt sich die landwirtschaftliche Tätigkeit auf eine reine, extensive Grünlandwirtschaft mit hohem Maschineneinsatz (H. BINDAR, 1999, S. 26). Das landwirtschaftlich genutzte Gebiet erstreckt sich vorwiegend entlang des von West nach Ost verlaufenden Abschnittes des oberen Johnsbachtals. Viele unwirtschaftliche Flächen, zum Beispiel steile Hänge, wurden jedoch aufgegeben und mit Fichten aufgeforstet. Von den im Jahre 1999 gezählten 19 land- und forstwirtschaftlichen Betrieben sind nur noch 8 Vollerwerbslandwirte, während die Mehrheit der Betriebe die Landwirtschaft als Nebenerwerb führen (STATISTIK AUSTRIA, Gemeindestatistik 2005). Zusätzliches Einkommen wird unter anderem durch die Waldwirtschaft, die Bereitstellung von Gästezimmer, durch Almausschank und Hüttenvermietung erworben. Dadurch sind also Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Almwirtschaft und Tourismus stark miteinander verbunden.

Der primäre Sektor war bis in die Achtziger Jahre der dominierende Wirtschaftszweig in Johnsbach und ist auch heute, mit einem Anteil von knapp 22% der Berufstätigen, im Vergleich mit anderen Regionen der Steiermark noch stark vertreten. Der sekundäre Sektor spielt, wie aus der Abbildung 9 hervorgeht, eine untergeordnete Rolle, während die Anzahl der Beschäftigten im tertiären Sektor in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen hat, und nun den wichtigsten Wirtschaftszweig darstellt (LANDESSTATISTIK STEIERMARK, 2001). Große Hoffnungen werden also zunehmend in den Tourismus gesetzt. Johnsbach hat laut der Tourismusstatistik des Landes Steiermark knapp 20000 Nächtigungen pro Jahr, zusätzlich spielt aber auch der Tagestourismus eine große Rolle. Die touristische Infrastruktur und auch die Zugehörigkeit zum Nationalpark Gesäuse fördern vor allem den sanften Tourismus, in dem als Zentrum das Naturerlebnis steht.

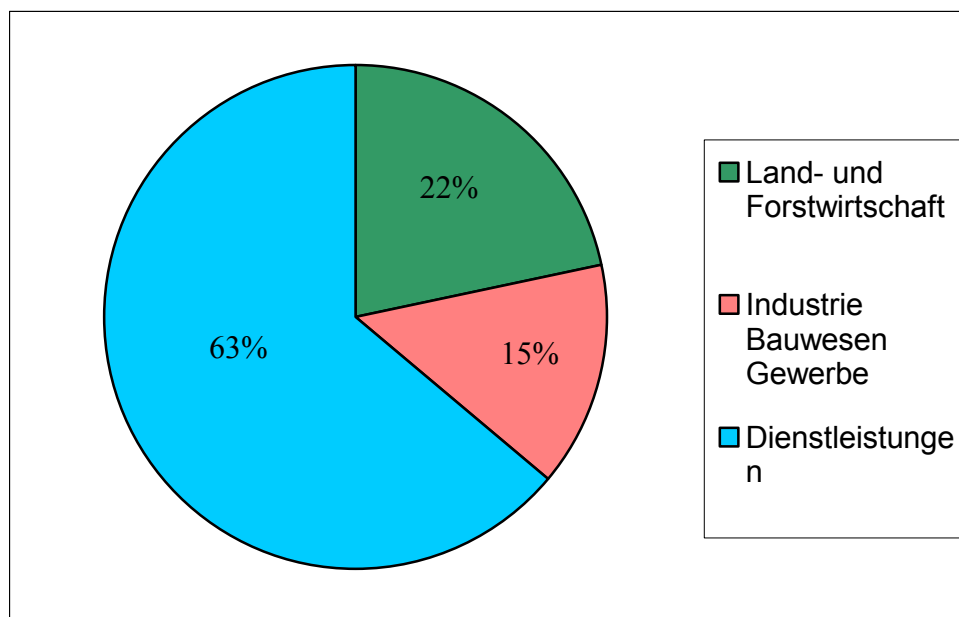


Abbildung 9: Berufstätige nach Wirtschaftssektoren in %, 2001

Quelle: Landesstatistik Steiermark, 2001, Eigener Entwurf

3 Das Klima

3.1 Stationsnetz und Messmethodik

Im Untersuchungsgebiet sind keine amtlichen Messstationen vorhanden, deshalb werden für die Bearbeitung die benachbarten meteorologischen Vollstationen Admont (646m) und Hieflau (492m) herangezogen. Die Daten wurden mir von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zur Verfügung gestellt und umfassen, falls nicht anders angegeben, den Zeitraum von 1971 bis 2000. Leider ist die Datenreihe nicht vollständig, vor allem die Daten von 1970 bis 1980 weisen in Admont Lücken auf, wobei fehlende Werte bei der Bearbeitung weggelassen wurden. Des Weiteren gibt es eine Niederschlagsmessung in Gstatterboden (580m) und eine kurze Temperaturreihe in Johnsbach selbst (773m). Für höhere Lagen gibt es derzeit keine meteorologischen Stationen. In den Jahren 1997 und 1998 wurden vom Land Steiermark mobile Luftgütemessungen im oberen Johnsbachtal durchgeführt. Erwähnenswert ist eine Niederschlagsmessung in den Achtziger Jahren im Hartelsgraben auf 1390m Seehöhe, die von der Abteilung für Hydrogeologie des Joanneum Research erhoben wurde. Außerdem existiert eine Temperaturmessung auf der Oberst-Klinke-Hütte auf 1504m Seehöhe, deren Ergebnisse diese Arbeit jedoch nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurden eigene Messungen der Lufttemperatur und des Niederschlags durchgeführt, welche aber später noch im Detail beschrieben werden.

3.2 Allgemeine klimatische Grundzüge

Johnsbach wird von den Nördlichen Kalkalpen und den Eisenerzer Alpen umrahmt und gehört damit nach H. WAKONIGG, 1978 witterungsklimatologisch zum so genannten Nordstaugebiet. Das bedeutet, dass vor allem Strömungen aus den Sektoren West bis Nord für das Niederschlagsgeschehen verantwortlich sind. Die nordalpinen Niederschlagslagen (Nordströmung, Nordwestströmung und Westströmung) bewirken die Ausbildung eines sekundären Niederschlagsmaximums im Winter.

Im Frühjahr nimmt die Sprunghaftigkeit und Häufigkeit des Wetterwechsels zu, die Niederschläge bleiben aber weiterhin ausgiebig. Winterrückfälle bis in die Täler sind keine Seltenheit und bewirken laut W. KOLLMANN, 1975, S. 104-106, eine Verzögerung des Endes der Schneebedeckung. Im Sommer sind besonders Tiefdrucklagen für lang anhaltende Niederschlagsperioden und daher für das sommerliche Niederschlagsmaximum verantwortlich. Dabei handelt es sich überwiegend um tagelange Landregen, Gewitter spielen eine untergeordnete Rolle. Stabile Schönwetterlagen treten am ehesten im Herbst auf, der durch große Beständigkeit und Niederschlagsarmut gekennzeichnet ist. Bei südlichen Strömungen können vermehrt Föhneffekte vorkommen. Des Weiteren bilden sich insbesondere in Beckenlagen im Herbst und Winter verstärkt Inversionen.

Durch die Abschirmung der vorgelagerten Kalkalpen zählt das Untersuchungsgebiet nicht zur Kernzone des Nordstaugebietes und deshalb treten diese beschriebenen klimatischen Eigenschaften nur in abgeschwächter Form auf. Ein geringeres sekundäres Niederschlagsmaximum im Winter und eine größere mittlere Jahrestemperaturschwankung, zählen zu den größten Abweichungen und bewirken einen etwas kontinentaleren Klimacharakter als in der Kernzone des Nordstaugebietes.

Nach H. WAKONIGG, 1978 kann das Untersuchungsgebiet in folgende Klimalandchaften unterteilt werden:

Das Klima von Admont entspricht dem Talbeckenklima des oberen Ennstales und kann als winterkaltes bis winterstrenges, mäßig sommerwarmes, relativ niederschlags- und schneereiches Beckenklima bezeichnet werden. Im Winter sind Inversionen sehr häufig.

Die Stationen Gstatterboden und Hieflau zählen zu den mäßig winterkalten Talklimaten der Nördlichen Kalkalpen und zeichnen sich durch mäßig kalte Winter, mäßig warme Sommer und durch Niederschlags- und Schneereichtum aus. Die Gesäuseschlucht ist ozeanisch beeinflusst und deshalb treten merkbare Unterschiede in den Klimaelementen auf. Die Nebelhäufigkeit ist im Gegensatz zum nebelanfälligen Admont relativ gering, während die Niederschlagsmengen von West nach Ost aber zunehmen. Auf diese Unterschiede wird aber im weiteren Verlauf noch näher eingegangen.

Das Johnsbachtal unterscheidet sich von den mäßig kalten Talklimaten durch die größere Strenge der Winter und wird daher der winterkalten Talklimate zugeordnet. Das Klima kann auch als kaltes bis winterstrenges, sommerkühles, niederschlags- und schneereiches Waldklima bezeichnet werden.

Die Berglandstufe umfasst die Bereiche zwischen der Siedlungsgrenze um 800/1000m und der Waldgrenze um 1600/1700m und wird als mäßig winterkaltes bis winterstrenges, sommerkühles und sehr niederschlags- und schneereiches Waldklima beschrieben. Das Klima der alpinen Stufe tritt oberhalb der Waldgrenze und auf den Gipfeln auf und ist winterstreng, sommerkalt, extrem niederschlags- und schneereich.

3.3 Die Klimafaktoren

Die wichtigsten Klimafaktoren im Untersuchungsgebiet sind die Seehöhe und das Relief. Johnsbach liegt auf 823m Seehöhe und damit höher als Admont und Hieflau. Im Allgemeinen nimmt die Temperatur mit zunehmender Seehöhe ab und daher besteht die Vermutung, dass in Johnsbach tiefere Temperaturen auftreten. Durch die Reliefunterschiede und die Vielfalt der lokalen Einflüsse und Expositionen treten auch im relativ kleinen Untersuchungsgebiet kleinklimatische Besonderheiten auf. Die Talenge im nord-süd verlaufenden unteren Johnsbachtal bewirkt die Ausbildung eines Schluchtklimas mit sehr ausgeglichenen Temperaturverhältnissen. Abbildung 10 veranschaulicht den engen und steilen Charakter des unteren Johnsbachtales mit seiner Dolomiterosionslandschaft.



Abbildung 10: Blick auf die Talenge im unteren Johnsbachtal

Quelle: Eigene Aufnahme, 19.06.2005, Standort: Bibelweg Endstation, Blick Richtung N

Die Abbildung 11 zeigt das etwas breitere obere Johnsbachtal, das durch das Gebirge nahezu abgeschlossen wird und daher beckenklimatische Eigenschaften aufweist. Es handelt sich daher um einen windschwachen Abschnitt mit tieferen Nacht- und Wintertemperaturen und häufigerem Nebel. Zusätzlich können noch Unterschiede in den Hangbereichen festgestellt werden, wobei südexponierte Hänge grundsätzlich thermisch begünstigter liegen als Nordexponierte. In den Hochgebirgslagen muss man mit extremen Bedingungen rechnen. Schlussendlich ist auch die Entfernung zum Alpenrand ein wichtiger Klimafaktor. Wie schon im Kapitel 3.2 erwähnt wurde, liegt das Untersuchungsgebiet in abgeschwächter Nordstaulage.



Abbildung 11: Oberes Johnsbachtal

Quelle: Eigene Aufnahme, 19.06.2005, Standort: Abzweigung Zeiringer, Blick Richtung E

3.4 Die Klimaelemente

3.4.1 Die Lufttemperatur

3.4.1.1 Messmethodik

Insgesamt wurden im Zeitraum zwischen November 2003 und Oktober 2004 an 4 unterschiedlichen Standorten Lufttemperaturmessungen durchgeführt. Diese erfolgten zuerst mit Hilfe eines Thermographen und mit Minimum- und Maximumthermometern, später digital mittels der batteriebetriebenen Datenlogger Testostor 175 von TESTO.

Station	Standort	Lage	Seehöhe	Messdauer Thermograph	Messdauer Datenlogger
1	Kölbl	Tallage	861m	09.11.03 - 20.02.04	20.02.04 - 18.10.04
2	Unteres Johnsbachtal	Talenge	665m	27.12.03 - 20.02.04	20.02.04 - 27.08.04
3	Ebneralm	Almbereich	1310m	.	20.12.03 - 03.07.04
4	Zeiringer	Hanglage	910m	.	27.03.04 - 27.08.04

Tabelle 1: Standorte und Dauer der Lufttemperaturmessungen in Johnsbach

Quelle: Eigene Messungen

Die genauen Angaben zu den einzelnen Standorten und der Messzeiträume können der Tabelle 1 und der Abbildung 12 entnommen werden. Abbildung 13 zeigt eine für die Messung verwendete Wetterhütte. Die Messstandorte wurden nach den in der näheren Umgebung vorhandenen Bauernhöfe Kölbl und Zeiringer benannt, die zwei anderen Stationen aufgrund ihrer jeweiligen Lage im unteren Johnsbachtal und auf der Ebneralm.

Thermographen zeichnen den Temperaturgang einer Woche auf, daher mussten anfangs wöchentliche Ablesungen durchgeführt werden. Durch den Einsatz der digitalen Messgeräte, die auch längere Messperioden aufzeichnen können, erfolgten die Ablesungen später nur mehr monatlich. Die Extremwertthermometer zeichnen den niedrigsten und höchsten erreichten Wert der Temperatur zwischen zwei Ablesungen an.

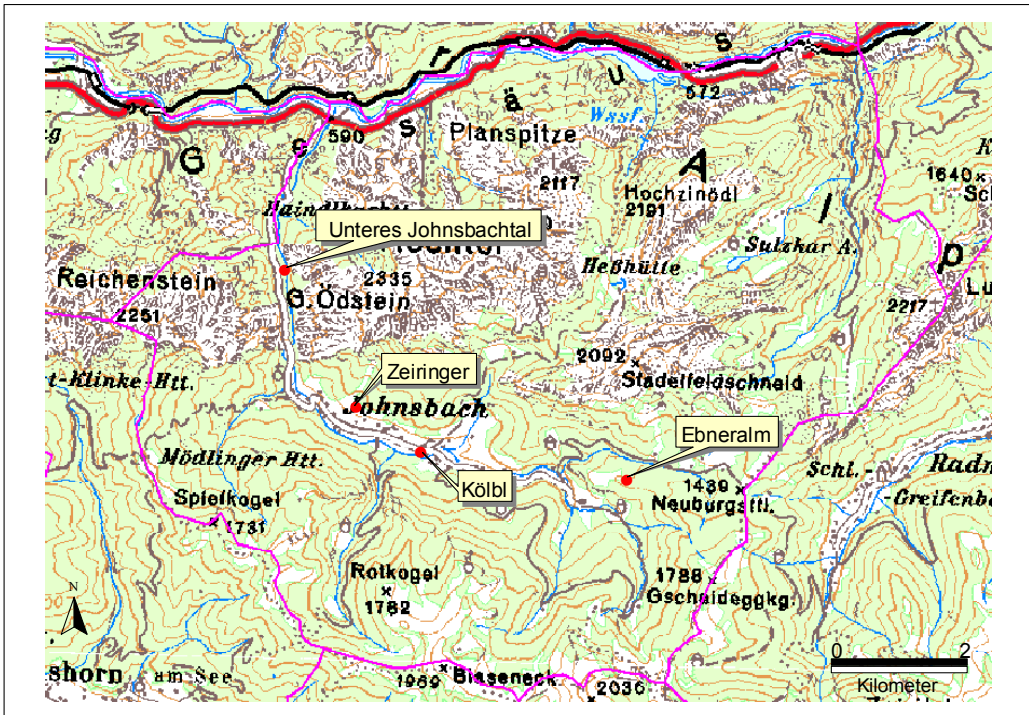


Abbildung 12: Standorte der Lufttemperaturmessungen in Johannsbach

Quelle: Austrian Map, Eigene Messungen

Es muss zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Messsysteme unterschieden werden, da die digitalen Messgeräte mit einer höheren Genauigkeit arbeiten als die analogen Messgeräte, und daher auch genauere Ergebnisse liefern. Außerdem wurden die ermittelten Werte des Thermographen und der Maximum- und Minimumthermometer mit Hilfe der Formel in der Tabelle 2 übereingestimmt. Diese korrigierten Werte wurden für die weitere Bearbeitung verwendet.

Zusätzlich zu den stationären Messungen wurden zur Verdichtung des Datenmaterials und zur Charakterisierung der kleinklimatischen Unterschiede, 3 Messfahrten mit einem Temperaturfühler durchgeführt. Diese erfolgten bei autochthonen und stabilen Hochdruckwetterlagen in den frühen Morgenstunden und bei Schneebedeckung.

$$Y=(\Delta W/\Delta S)*(X-\min S)+\min W$$

W...	Wert vom Extremwertthermometer
S...	Wert vom Streifen
ΔW ...	Differenz Maximum – Minimum Extremwertthermometer
ΔS ...	Differenz Maximum – Minimum Streifen
X ...	ausgewerteter Wert vom Streifen
Y ...	korrigierter Wert

Tabelle 2: Formel zum Korrigieren von THG-Streifen mittels Extremwertthermometer

Quelle: Umweltmesstechnik Pilz, Eigener Entwurf

Schlussendlich werden die Daten der amtlichen Messstationen in Admont und Hieflau der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik herangezogen, um die klimatische Situation in der Region zu beschreiben und um einen Vergleich mit den eigenen Messungen herzustellen.

3.4.1.2 Jahresgang und Jahresschwankung

In Abbildung 14 wird der Jahresgang der Lufttemperatur in Admont, Hieflau und Johnsbach dargestellt. Die Daten beziehen sich dabei auf den Zeitraum 1971 bis 2000. Für die Station Johnsbach liegen in den Hydrographischen Jahrbüchern lediglich Daten für 1895 bis 1918 vor. Diese wurden zur besseren Vergleichbarkeit aktualisiert.



Abbildung 13: Wetterhütte in Johnsbach, Standort Kölbl

Quelle: Eigene Aufnahme, 19.06.2005

Der Jahresgang der Temperatur folgt im Allgemeinen dem Jahresgang der Strahlung, und zeigt bei allen Stationen das Maximum im Sommer und das Minimum im Winter. Besonders auffällig ist das sehr tiefe Jännermittel der Station Admont. Nach H. WAKONIGG, 1978 ist das Admonter Becken vor allem im Herbst und Winter sehr anfällig für Inversionen und damit für die Bildung von Kaltluftseen. Es zählt daher zu den kältesten Regionen der Steiermark.

Im Gegensatz zum kontinental geprägten Beckenklima von Admont ist Hieflau ozeanisch beeinflusst. Die südwestlich exponierte Station auf 492m Seehöhe weist deutlich wärmere Monats- und Jahresmittel auf. Dabei sticht vor allem das außergewöhnlich warme Julimittel mit knapp 17°C besonders hervor (vgl. Tabelle 3). In der Regel erfolgt mit zunehmender Seehöhe eine Abnahme der Temperatur. Die Station Johnsbach, auf einer Höhe von 773 Meter, sollte daher niedrigere Monatsmittel als die Station Admont aufweisen. Dies ist jedoch nur in den Sommer- und Herbstmonaten der Fall, während im Winter in Admont aufgrund der häufigen Inversionswetterlagen deutlich niedrigere Monatsmittelwerte vorkommen.

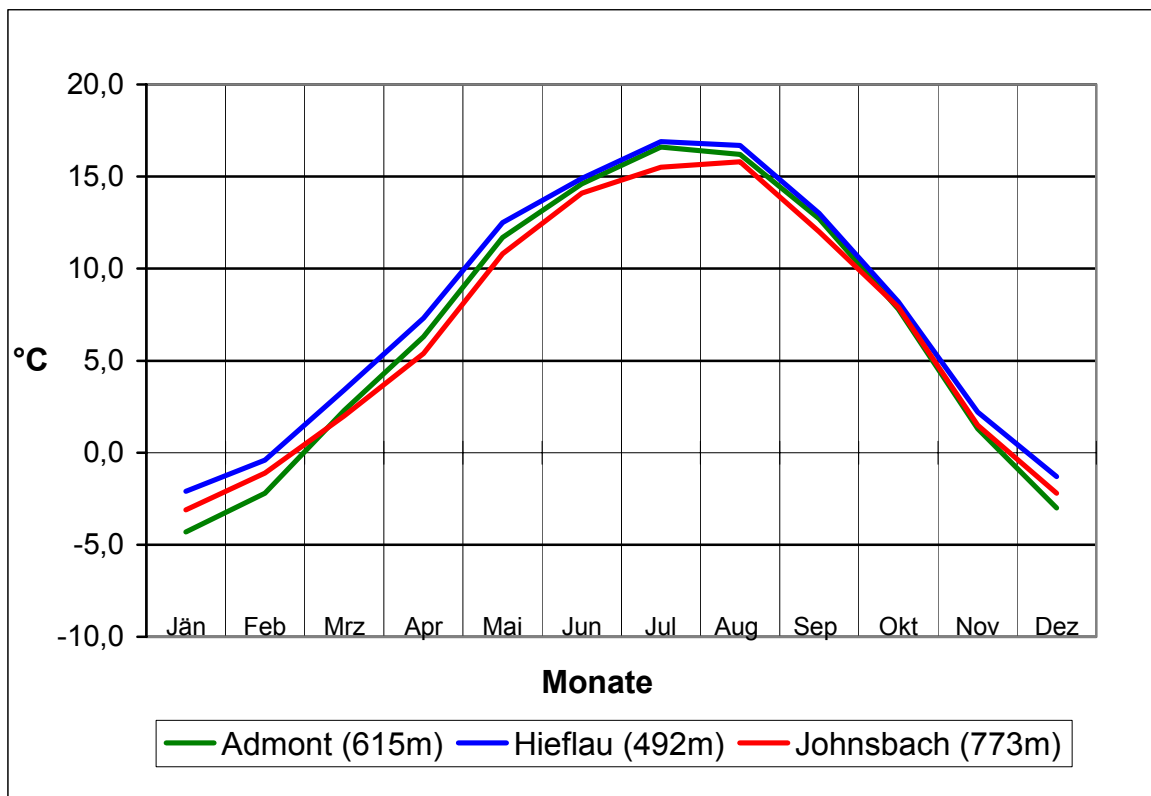


Abbildung 14: Jahrgang der Lufttemperatur in °C 1971-2000

Quelle: ZAMG, Johnsbach: aktualisierte Werte der Periode 1895-1918

Die Jahresschwankung der Lufttemperatur beträgt in Johnsbach zirka 19 K und ist damit deutlich kleiner als in Admont mit 20,8 K, während in Hieflau ebenfalls mit 19 K, aufgrund des ozeanischen Einflusses, eine geringere Jahresschwankung auftritt. Die sehr hohen Werte der Station Admont entstehen durch die sehr tiefen Jännertemperaturen und die erschwerte Luftzirkulation im abgeschlossenen Becken von Admont. Die Jahresschwankung der Temperatur ist damit sehr stark vom Einfluss des Geländes abhängig.

Das Jahresmittel der Lufttemperatur liegt in Johnsbach aufgrund der gedämpften Sommertemperaturen leicht niedriger als in Admont, während die Station Hieflau unter anderem aufgrund der geringeren Seehöhe, mit einem Jahresmittel von 7,6 °C deutlich thermisch begünstigter liegt.

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Admont (615m)	-4,3	-2,2	2,3	6,3	11,7	14,6	16,6	16,2	12,7	7,8	1,3	-3,0	6,6
Hieflau (492m)	-2,1	-0,4	3,4	7,3	12,5	14,9	16,9	16,7	13,0	8,2	2,2	-1,3	7,6
Johnsbach (773m)	-3,1	-1,1	2,0	5,4	10,8	14,1	15,5	15,8	12,0	7,9	1,5	-2,2	6,5

Tabelle 3: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C 1971-2000

Quelle: ZAMG, Johnsbach: aktualisierte Werte der Periode 1895-1918

Das absolute Minimum der Periode 1971 bis 2000 wurde in Admont und Hieflau Anfang Jänner 1985 erreicht. In Admont wurden $-26,5^{\circ}\text{C}$ und in Hieflau $-22,8^{\circ}\text{C}$ gemessen. Die absoluten Maxima dieser Periode traten am 27.07.1983 mit 35°C in Admont und $36,2^{\circ}\text{C}$ in Hieflau auf.

In den Jahren 1986 bis 1988 wurde im Hartelsgraben, auf 1390 Meter Seehöhe, von der Abteilung für Hydrogeologie des Joanneum Research Temperatur- und Niederschlagsmessungen durchgeführt. Zur Vervollständigung der Datenlage sind die aktualisierten Ergebnisse dieser Messungen in der Tabelle 4 angeführt. Aufgrund der größeren Seehöhe sind die Temperaturmittel dementsprechend tiefer und die Niederschlagsmengen höher als bei den anderen angeführten Stationen. Die Niederschlagsmessung erfolgte mit Hilfe eines Totalisators. Im Vergleich mit der Station Hieflau ist das Jahresmittel bei einem Höhenunterschied von knapp 900 m durchschnittlich um 4,9 Kelvin niedriger. Das bedeutet eine durchschnittliche Temperaturabnahme mit der Höhe von rund 0,54 Kelvin pro 100 Höhenmeter.

Hartelsgraben	1390 m
Jahresmittel	2,7 °C
Jännermittel	-6,1 °C
Julimittel	11,1 °C
Niederschlag	1988 mm

Tabelle 4: Ergebnisse der Messungen im Hartelsgraben 1986-1988

Quelle: Abteilung für Hydrogeologie, Joanneum Research, aktualisiert

3.4.1.3 Zahl der Frosttage, Sommertage und Vegetationsperiode

Des Weiteren wurden hinsichtlich der genaueren Betrachtung der Temperaturverhältnisse in der Region, die Anzahl der Frost- und Sommertage sowie die durchschnittliche Dauer der Vegetationsperiode berechnet. Als Grundlage dienten wieder Daten der Periode 1971 bis 2000.

Für die Einteilung der Frosttage werden die täglichen Minima der Lufttemperaturen herangezogen. Unterschreiten diese den Gefrierpunkt, wird der Tag als Frosttag gewertet. Zwischen Anfang Oktober und April muss mit Frost gerechnet werden, Spätfröste können aber auch noch bis Anfang Juni auftreten. Insgesamt ist Admont aufgrund der tieferen Temperaturen stärker frostgefährdet und hat daher mit durchschnittlich 135 Frosttagen deutlich mehr als Hieflau, mit nur rund 104 Tagen pro Jahr.

Als Sommertage werden Tage bezeichnet an denen das tägliche Maximum über 25° Celsius liegt. Auch hier liegt Hieflau mit 45 Sommertagen deutlich begünstigter als Admont, mit nur 29 Sommertagen pro Jahr. Besonders auffallend ist der deutlich ansteigende Trend der Zunahme an Sommertagen. Es treten vor allem in der letzten Dekade der Untersuchungsperiode überdurchschnittlich viele Sommertage auf.

Schlussendlich wurde noch die Dauer der Vegetationsperiode ermittelt, die durch eine Tagesmitteltemperatur von mindestens 5° Celsius begrenzt wird. In Admont kann man mit einer Dauer von durchschnittlich 208 Tagen zwischen April und Oktober rechnen. In Hieflau dauert die Vegetationszeit, mit rund 220 Tagen zwischen Ende März und Anfang November, deutlich länger. Für Johnsbach werden aufgrund der größeren Seehöhe eine kürzere Vegetationsperiode und eine geringere Anzahl der Sommertage, jedoch mehr Tage mit Frost erwartet.

3.4.1.4 Die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur

Die aperiodische Tagesschwankung gibt den Unterschied zwischen mittleren täglichen Maximum und mittleren täglichen Minimum der Lufttemperatur an und ist sehr stark von der jeweiligen Seehöhe, dem Gelände und der Exposition abhängig.

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Admont (615m)	7,4	9,0	10,2	11,1	12,4	11,9	12,2	12,0	11,5	10,6	7,1	6,2	10,1
Hieflau (492m)	5,6	6,9	9,5	10,6	11,5	10,8	11,5	11,4	10,4	8,8	5,7	4,9	8,9

Tabelle 5: Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur in °C 1971-2000

Quelle: ZAMG

Die Tagesschwankung der Station Admont liegt bei rund 10° und ist damit deutlich höher als in Hieflau (vgl. Tabelle 5). Dieser Unterschied entsteht aufgrund der Talbeckensituation von Admont mit häufigen Inversionen, die höhere Schwankungen bedingen. Im Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung, der in Abbildung 15 veranschaulicht wird, werden die höchsten Werte in den Sommermonaten, die niedrigsten in den Wintermonaten erreicht. Dieses Maximum entsteht durch die Abhängigkeit von der relativen Sonnenscheindauer, die im Sommer am größten ist. Bei kühlen Temperaturen, kurz vor Sonnenaufgang, und sehr starker Erwärmung, bis zum frühen Nachmittag, ergeben sich die größten Schwankungen. (H. STEINER, 1983, S. 32)

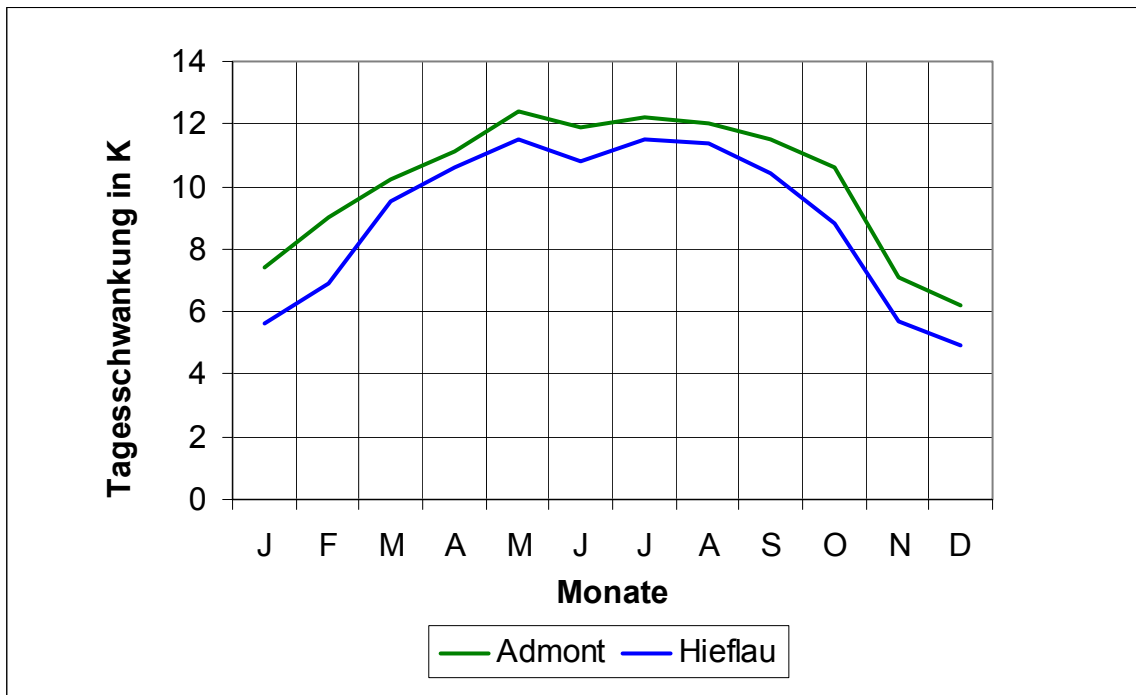


Abbildung 15: Jahrgang der aperiodischen Tagesschwankung 1971-2000

Quelle: ZAMG, Eigener Entwurf

Aufgrund des im unteren Johnsbachtal ausgebildeten Schluchtklimas mit seinen gedämpften Temperaturextremen, weist dieser Abschnitt eine geringere aperiodische Tagesschwankung auf. Im oberen Johnsbachtal hingegen dürften aufgrund des beckenklimatischen Einflusses wieder höhere Ausprägungen der aperiodischen Tagesschwankung erwartet werden.

Der Tagesgang ist die Form des Temperaturverlaufes innerhalb von 24 Stunden. Ein Beispiel für den Tagesgang der Lufttemperatur ist in der Abbildung 16 in Form eines Messstreifens abgebildet. Auffällig ist die asymmetrische Form des Tagesganges. Dabei nimmt die Erwärmung der Lufttemperatur kürzere Zeit in Anspruch als die Abkühlung, die bis zum Sonnenaufgang verzögert wird.

3.4.1.5 Auswertungen der eigenen Messungen

3.4.1.5.1 Stationäre Messungen

In diesem Kapitel werden nun die eigenen Messungen analysiert und ausgewertet. Um einen Vergleich mit der Umgebung und mit amtlichen Daten zu haben, wurden für jene Monate, in denen Messungen erfolgten, die Werte der Stationen Hieflau und Admont herangezogen. Da teilweise die Messungen mit einem Thermographen durchgeführt wurden, dessen Ergebnisse eine geringere Genauigkeit aufweisen, sind gewisse Messfehler nicht auszuschließen. Die Aufzeichnung einer durchgeführten Messung mit dem Thermographen ist in Abbildung 16 dargestellt. Alle Ergebnisse der eigens durchgeführten Messungen sind der Tabelle 6 zu entnehmen, dessen Darstellung der zeitlichen Abfolge der Messung folgt und nicht der normal üblichen Weise von Jänner bis Dezember entspricht.

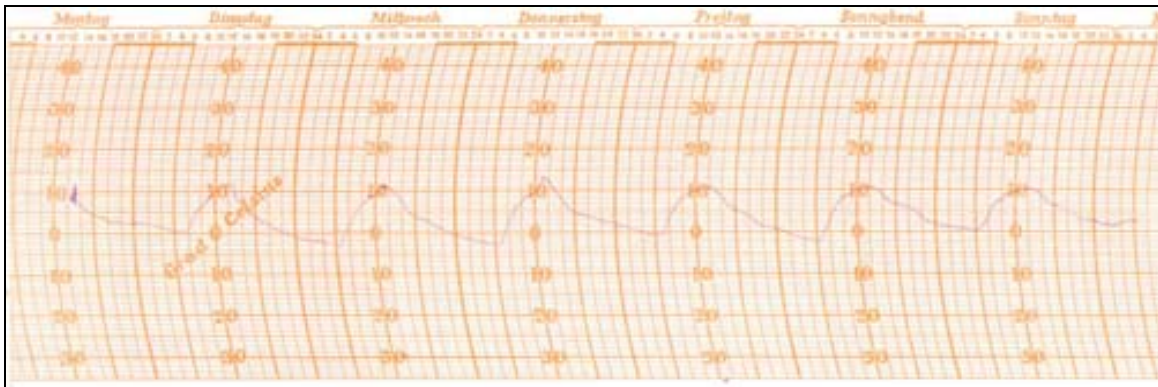


Abbildung 16: Messstreifen des Thermographen mit Tagesgang der Lufttemperatur

Quelle: Eigene Messung vom 12. bis 20 März 2004 in Johnsbach (Standort Kölbl)

Bei den mit einem digitalen Messgerät durch A. PILZ durchgeführten Aufzeichnungen auf der Ebneralm wurde der niedrigste Wert (-16,2 °C) am 24.12.2003 und der höchste Wert (23,3 °C) am 10.06.2004 gemessen. Die errechneten Monatsmittelwerte sind der Tabelle 6 zu entnehmen.

Erwähnenswert sind die, trotz der Seehöhe von ca. 1260m, relativ milden Wintertemperaturen, die wahrscheinlich durch Inversionsbedingte Temperaturzunahme mit der Höhe entstehen. Im Vergleich zu den in den vorangegangenen Kapiteln erörterten Monatsmittelwerte der Temperatur von Stationen im Gesäuse, sind die Werte in den Monaten April, Mai und Juni der Seehöhe entsprechend niedriger.

Die Ergebnisse der Messstation in der näheren Umgebung des Gasthauses Kölbl auf einer Seehöhe von ca. 860 m bestätigen die bereits im Kapitel 3.3 erwähnten Vermutungen. Aufgrund der Seehöhe und der beckenartigen Erweiterung des oberen Johnsbachtales treten in den Wintermonaten tiefe Temperaturen auf. Sogar die Werte der Station in Admont, das bereits als sehr winterstrenges Beckenklima beschrieben wurde, werden noch unterschritten. So beträgt das Jännermittel 2004 nur -5,81 °C und das Julimitte knapp 15 °C. Somit bleiben auch die Temperaturwerte in den Sommermonaten hinter jenen der andern Stationen zurück.

Monat	Hieflau	Admont	Kölbl	Ebneralm	Unteres Johnsbachtal	Zeiringer
Nov 03	5,5	4,3	2,0	.	.	.
Dez 03	-0,3	-2,9	-5,9	.	.	.
Jan 04	-3,5	-4,1	-5,8	-5,6	-3,3	.
Feb 04	0,1	-0,9	-3,7	-2,4	-0,5	.
Mrz 04	2,0	1,8	-2,2	-0,7	1,6	1,9
Apr 04	8,5	8,8	.	4,2	7,7	6,9
Mai 04	10,8	11,5	9,0	6,3	10,0	9,2
Jun 04	14,9	15,1	13,3	10,7	13,7	13,3
Jul 04	16,4	17,2	14,9	.	15,3	14,6
Aug 04	17,9	17,8	15,7	.	16,1	14,9
Sep 04	13,3	13,5	10,5	.	.	.
Okt 04	11,2	10,7	8,0	.	.	.

Tabelle 6: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur in °C Nov. 2003 – Okt. 2004

Quelle: ZAMG, Eigene Messungen

Station	mittl.tägl.max	mittl.tägl.min	ΔS	mittl.tägl.max	mittl.tägl.min	ΔS
	Juni	Juni		Jänner	Jänner	
Admont	20,4	9,8	10,6	-0,7	-7,4	6,7
Hieflau	19,6	10,1	9,5	-0,6	-6,3	5,7
Kölbl	18,6	7,9	10,7	-3,1	-9,7	6,6
Ebneralm	14,8	7,3	7,5	-2,8	-7,8	5,0
Unteres Johnsbachtal	19,1	9,4	9,7	-0,7	-6	5,3
Zeiringer	18,1	8,8	9,3	.	.	.

Tabelle 7: Mittleres Tägl. Maximum und Minimum und Aperiodische Tageschwankung

Quelle: ZAMG, Eigene Messungen, Juni und Jänner 2004

Tabelle 7 zeigt die aus den gemessenen Daten ermittelten, mittleren täglichen Minima und Maxima und die daraus errechnete aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur für die Monate Jänner und Juni 2004. Die Werte sind im Juni bedeutend größer als im Jänner und entsprechen daher dem Tagesgang der aperiodischen Tagesschwankung mit dem Maximum im Sommer und dem Minimum im Winter. Die höchsten Schwankungen treten, aufgrund der Beckenlage und der häufigen Inversionen, in Admont und im oberen Johnsbachtal auf, wobei der Wert im Juni bei der Station Kölbl noch höher ist als der in Admont. Die Messstandorte beim Zeiringer und im unteren Johnsbachtal weisen gedämpfte Temperaturextreme und damit geringere Werte der Tagesschwankung auf. Sie liegen im Bereich der Werte von Hieflau. Der Standort Ebneralm weist die niedrigsten Temperaturegensätze auf. Im Winter liegt der Standort im Gegensatz zu den Talbereichen noch im Gunstbereich der Inversionen.

Der Verlauf der gemessenen Lufttemperaturwerte ist in der Abbildung 17 ersichtlich, die leider, aufgrund der sehr unterschiedlichen zeitlichen Messperioden, nur unvollständig ausgeprägt ist und die Monate November 2003 bis Oktober 2004 umfasst.

Die höchsten Werte werden jeweils im August erreicht, währenddessen die Minima vor allem in den Monaten Dezember und Jänner auftreten. Leider gibt es für die Station Zeiringer keine Angaben zu den Temperaturverhältnissen im Winter. Durch die erhöhte Lage an einem südexponierten Hang sind wärmere Werte als bei der Station Kölbl für die Wintermonate anzunehmen. Dieser Vermutung entspricht der höhere Wert im März. Jedoch werden in den Sommermonaten, aufgrund der größeren Seehöhe, leicht tiefere Temperaturen gemessen.

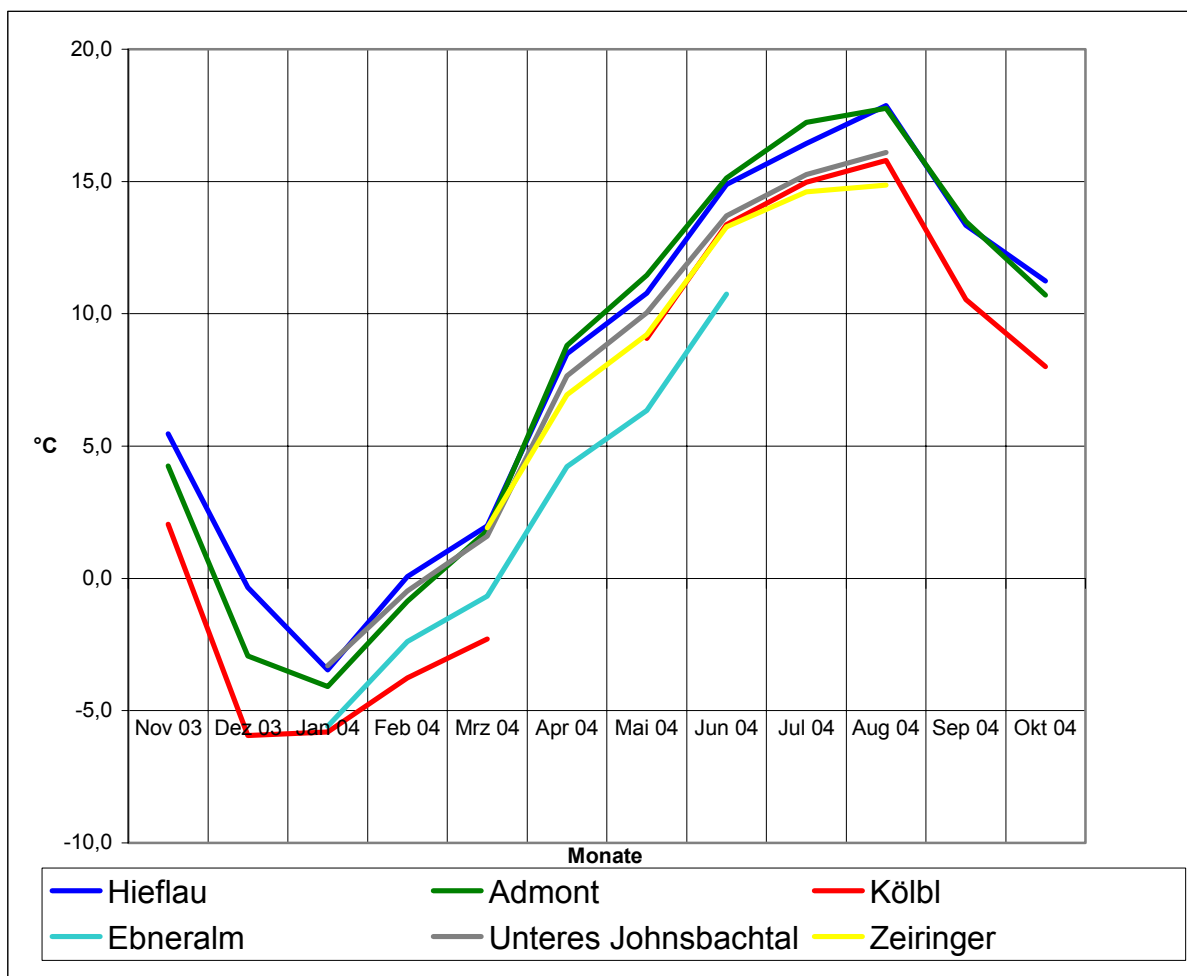


Abbildung 17: Jahresgang der Lufttemperatur in °C Nov. 2003 – Okt. 2004

Quelle: ZAMG, Eigene Messungen, Eigener Entwurf

Einen Sonderstandort bildet das untere Johnsbachtal, das aufgrund seines Schluchtcharakters ausgeglichene Temperaturverhältnisse aufweist. Das Jännermittel von $-3,3^{\circ}\text{C}$ liegt in der Größenordnung vom Jännermittel in Hieflau, und liegt damit deutlich höher als bei den anderen Stationen. Auch das Julimittel ist das höchste gemessene Mittel in Johnsbach. Admont weist insbesondere im Winter durch das häufige Auftreten von austauscharmen Inversionen sehr tiefe Temperaturen auf, in den Sommermonaten liegen die Werte im Bereich jener von Hieflau. Für den August 2004 wurde ein Monatmittel von $17,8^{\circ}\text{C}$ berechnet. Besonders auffällig ist bei allen Stationen, dass sich als der wärmste Monat nicht der Juli, sondern der August herausgestellt hat.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das untere Johnsbachtal der wärmste Abschnitt von Johnsbach ist. Die abgeschlossene Beckenlage des oberen Johnsbachtales ist sehr anfällig für tiefe Wintertemperaturen, gefolgt von den gemäßigten Werten auf der Ebneralm, die durch die Seehöhe bedingt sind. Hanglagen, vor allem die Südexponierten, sind hauptsächlich im Winter durch die Ausbildung von Inversionen thermisch begünstigt.

3.4.1.5.2 Messfahrten

Im Dezember 2003 wurden von mir 3 Messfahrten mit einem Temperaturfühler in den frühen Morgenstunden durchgeführt. Diese erfolgten bei autochthonen, stabilen Hochdruckwetterlagen, denn dann bilden sich die charakteristischen, kleinräumigen klimatischen Unterschiede aus. Die Ausstrahlung und Abkühlung der bodennahen Luftschichten führen zur Ausbildung von Inversionen und Kaltluftansammlungen, die für das Mesoklima bestimmend sind. Die Fahrtroute der Messfahrten und die einzelnen Messpunkte sind in der Abbildung 18 eingezeichnet. Es erfolgten Messungen in folgenden Abschnitten:

- Admont (640 m)
- Krumau (630m)
- Gesäuse-Eingang (630m)
- Unteres Johnsbachtal (680-750m)
- Johnsbach Ort (773m)
- Oberes Johnsbachtal (800-900m)
- Gscheidegger (1000m)

Die Ergebnisse bestätigen die im vorangegangenen Kapitel getätigten Aussagen über die Temperaturverhältnisse in der Region. Die tiefsten Werte der Temperatur wurden in der Krumau und in Admont gemessen. In diesem abgeschlossenen Becken mit der markanten Talenge bei Gesäuse-Eingang als Staukörper, können sich vor allem bei klaren Strahlungs Nächten im Winter Kaltluftseen bilden. Daher werden in diesem Bereich diese Temperaturextreme erreicht, die meistens auch mit Nebelbildung einhergehen. Bei allen Messfahrten wurde in Admont bis zum Gesäuse-Eingang starker Bodennebel gesichtet, während das Johnsachtal nebelfrei war.



Abbildung 18: Fahrtroute und Messpunkte der Messfahrten

Quelle: Austrian Map, Eigener Entwurf

In Tabelle 8 sind die gerundeten Messergebnisse der Fahrten abgebildet, und zwar in Form von Abweichungen vom durchschnittlich gemessenen Wert in Admont. Die Ergebnisse der Messfahrten werden in Abbildung 19 graphisch visualisiert. Das Gesäuse und das untere Johnsbachtal sind weniger stark von Inversionen betroffen und liegen somit thermisch günstiger. So wurden bei den Messfahrten, bei der Abzweigung nach Johnsbach auf der Höhe des Gasthauses Bachwirt, um 3 – 4 K höhere Werte als in Admont gemessen. Entlang des unteren Johnsbachtales nehmen die Temperaturen bis zur Einmündung des Langgriesgrabens zuerst wieder ab, und von da an bis zum Ortskern schließlich aber wieder zu. So wurden im Bereich der Kirche und des Gasthauses Donner zirka 4 Kelvin niedrigere Temperaturen als im Kältepol Admont gemessen. Diese niedrigeren Werte werden in den engen Tälern durch die geringere nächtliche Temperaturabstrahlung, infolge der Gegenstrahlung von den Talflanken erreicht. Außerdem entsteht durch die Talenge ein Düseneffekt, der eine stärkere Kaltluftansammlung verhindert und damit für mildere Temperaturen sorgt. Differenzen existieren auch im Bereich der Straßenkehre vom unteren zum oberen Johnsbachtal, in der mit Überwindung eines Höhenunterschiedes von nicht einmal 50 Meter, Temperaturunterschiede bis zu 2 Kelvin beobachtet wurden.

Messstandort	K	Messstandort	K
Admont - Aigen	0	Kehre unten	4
Admont Bahnhof	1	Kehre oben	6
Krumau	0	Ortstafel Johnsbach	6
Gesäuse-Eingang	0	Zeiringer	3
Johnsbach Bachwirt	4	Feuerwehr	5
Teufelsfelsen	1	Köblwirt	4
Abzweigung Gsenggraben	1	Wolfbauer	7
Silberreitmauer	4	Abzweigung Ebneralm	6
Johnsbach Kirche	4	Gscheidegger	8
Gasthaus Donnerwirt	4		

Tabelle 8: Ergebnisse der Messfahrten in Kelvin

Quelle: Eigene Messungen als mittlere Abweichungen vom kältesten Messpunkt Admont

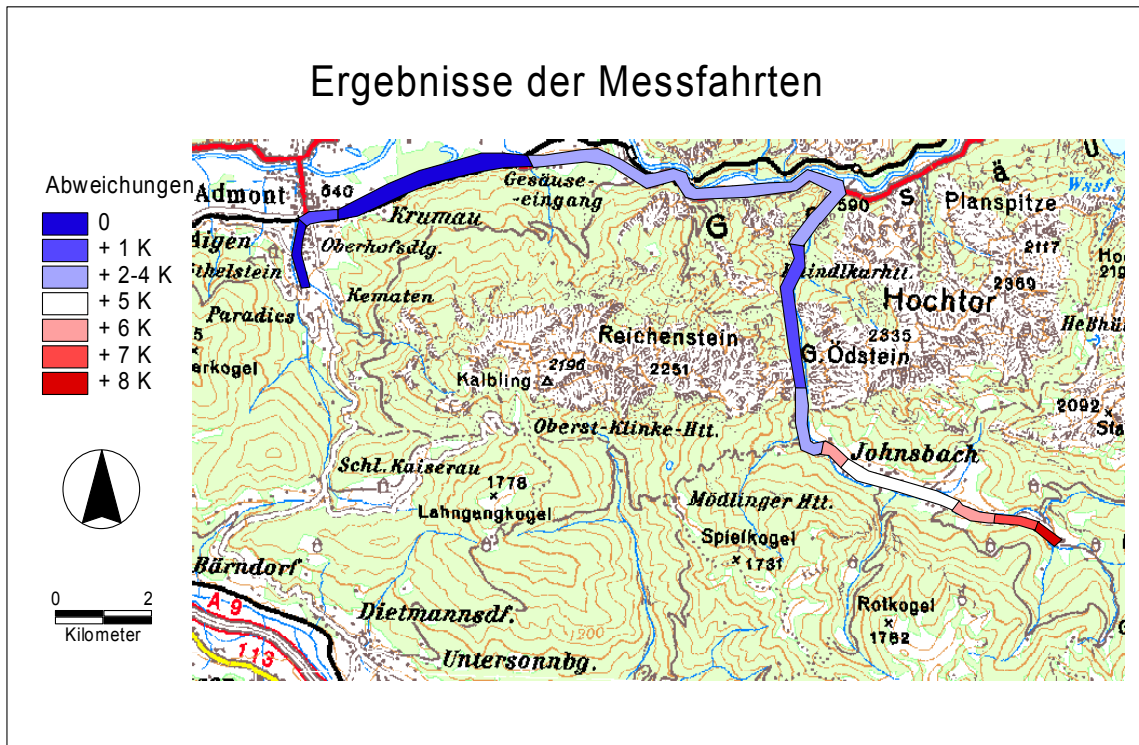


Abbildung 19: Ergebnisse der Messfahrten (mittlere Abweichungen)

Quelle: Eigene Messungen, Ausgangspunkt: Admont (kältester Messpunkt)

Im oberen Johnsbachtal wurden, mit Ausnahme einer kälteren Zone zwischen dem Gasthaus Zeiringer und dem Gasthaus Kölbl, höhere Temperaturwerte als im unteren Johnsbachtal ermittelt. Dieser kalte Bereich entsteht durch die leichte Beckenform, in der die Kaltluft der umliegenden Hänge zusammenfließt und stagniert. Durch die Inversion sind aber höhere Lagen thermisch begünstigt, daher hatte auch der höchste Punkt der Messfahrt auf zirka 1000 m Seehöhe die höchste Temperatur. Im Durchschnitt wies der Messpunkt Gscheidegger, im Vergleich mit Admont und der Krumau, um 7 bis 8 K höhere Temperaturen auf. Das Johnsbachtal zeigt eine etwas geringere Inversionsgefährdung als die Station Admont auf, aber die Inversionswahrscheinlichkeit ist dennoch höher als im Gesäuse.

3.4.2 Der Niederschlag

3.4.2.1 Messung

Die Messung des Niederschlages erfolgte mit Hilfe eines Ombrometers, der auf einer Seehöhe von ca. 860m an einer geeigneten Stelle im oberen Johnsbachtal aufgestellt wurde. Die Ablesung der jeweiligen Niederschlagsmenge fand täglich um 7 Uhr statt und wurde in mm Wasserhöhe angegeben, wobei ein Millimeter Wasserhöhe einem Liter Wasser pro Quadratmeter entspricht. Feste Niederschläge wurden dabei bei mäßiger Temperatur geschmolzen. Niederschlagsmessungen sind größeren Fehlern ausgesetzt als Temperaturmessungen. Die wichtigsten Fehlerquellen bei der Niederschlagsmessung entstehen vor allem durch Wind, Verdunstung im Gefäß und beim Schmelzen fester Niederschläge aber auch durch Ablesefehler und Benetzung des Gerätes. Die Messfehler führen zu einer Verringerung der Messwerte.

3.4.2.2 Jahrgang und Monatsmittel der Niederschläge

Für die Beschreibung der Niederschlagsverhältnisse dienten die Daten der amtlichen Klimastationen Admont, Hieflau und Gstatterboden vom Zeitraum 1971 bis 2000. Aus den Hydrographischen Jahrbüchern des Hydrographischen Dienstes in Österreich geht hervor, dass im Zeitraum von 1895 bis 1918 auch in Johnsbach eine Niederschlagsmessung durchgeführt wurde, die zum Vergleich ebenfalls in der Tabelle 8 angeführt ist. Aufgrund des hohen Alters sind die Werte jedoch nur bedingt mit den anderen Werten vergleichbar, deshalb wurden die Werte mit Hilfe der Quotientenmethode aktualisiert. Die Auswertung der eigenen Niederschlagsmessung und die genaue Betrachtung der Niederschlagsverhältnisse in Johnsbach folgen im anschließenden Kapitel.

Wie aus der Tabelle 9 ersichtlich ist, nimmt die Niederschlagsmenge von Osten nach Westen hin zu, wobei besonders die Station Hieflau mit einer Jahressumme von 1608 mm hervorsteht. Allgemein befinden sich aber alle Stationen in einer Region mit reichlich Niederschlag.

Die Station Admont weist im Vergleich mit den betrachteten Stationen die durchschnittlich geringste Jahresniederschlagsmenge von 1225 mm auf. Diese geringen Werte entstehen aufgrund der Kontinentalität und der Leelage von Admont im Ennstal.

Station	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Admont (615m)	72	67	94	82	108	140	176	136	115	76	78	89	1225
Hieflau (492m)	117	88	125	112	133	186	190	157	149	105	124	129	1608
Johnsbach (773m)	76	94	106	97	128	154	195	139	125	78	103	92	1418
Gstatterboden (560m)	77	65	85	89	122	174	192	174	121	83	86	92	1359

Tabelle 9: Monats- und Jahresmittel des Niederschlages in mm 1971-2000

Quelle: ZAMG, Johnsbach: aktualisierte Werte der Periode 1895-1918

Bezüglich des Niederschlagsanges (Abbildung 20) ist festzustellen, dass bei allen Stationen die Hauptmengen des Niederschlages in den Sommermonaten fallen, und das Minimum im Frühjahr auftritt. Der Juli ist der niederschlagsreichste Monat, in dem durchschnittlich Summen bis knapp 200 mm erreicht werden, während die Monate Jänner und Februar die geringsten Niederschläge aufweisen. Es handelt sich dabei um den Niederschlagsgang der ostalpinen Normalform, dessen Besonderheit ein sekundäres Maximum im Dezember darstellt, das aber nicht so stark ausgeprägt ist wie das Maximum im Juli. Auffallend ist das deutlich erkennbare sekundäre Maximum in Hieflau im Dezember mit 129 mm, während bei der Station Admont nur geringfügig höhere Werte durchschnittlich erreicht werden. Ein sekundäres Minimum kann man im Herbst, vor allem im Oktober und November feststellen.

In Johnsbach sind die Niederschläge nicht ganz so ergiebig wie in Hieflau, aber sie sind deutlich höher als in Admont und in etwa in derselben Größenordnung wie in Gstatterboden. Besonders auffallend sind die sehr hohen Summen in den Sommermonaten. Aus der Abbildung 20 ist der Unterschied zwischen dem ozeanisch geprägten Jahresgang der Station Hieflau und dem deutlich kontinentalerem Jahresgang in Admont erkennbar.

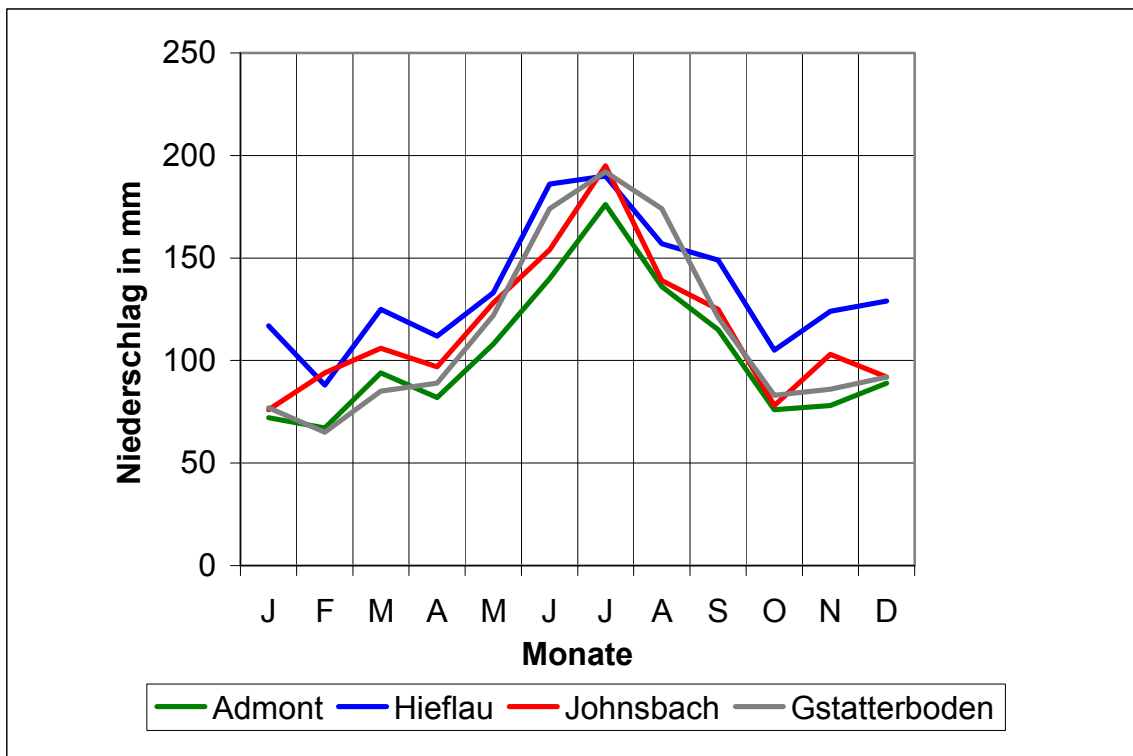


Abbildung 20: Jahressgang des Niederschlages in mm 1971-2000

Quelle: ZAMG, Eigener Entwurf, Johnsbach: aktualisierte Werte der Periode 1895-1918

Die Niederschlagsverteilung in den einzelnen Jahreszeiten ist der Tabelle 10 zu entnehmen. Die effektive Summe der Winterniederschläge in den Monaten Dezember, Jänner und Februar ist im Gegensatz zu anderen Regionen in der Steiermark sehr hoch und erreicht mehr als 50 % der Sommerniederschläge. Die höchsten Mengen werden, wie bereits erwähnt wurde, in den Sommermonaten Juni, Juli und August erzielt.

Der Niederschlag nimmt, im Gegensatz zur Lufttemperatur, mit zunehmender Seehöhe zu. Leider befinden sich im Gesäuse keine Höhenstationen, um den Verlauf mit zunehmender Höhe zu dokumentieren. Nach G.K. LIEB & G. SEMMELROCK, 1988, S. 260, werden in den höchstgelegenen Bereichen 2000 mm und mehr erreicht. Analog dazu steigen auch die Zahl der Tage mit Niederschlag mit zunehmender Höhe an.

Station	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Admont	228	284	452	269
Hieflau	334	370	533	378
Johnsbach	262	331	488	306
Gstatterboden	234	296	540	290

Tabelle 10: Niederschlagsverteilung in den einzelnen Jahreszeiten in mm

Quelle: ZAMG, Periode 1971-2000, Johnsbach: aktualisierte Werte der Periode 1895-1918

Die durchschnittliche Zahl der Niederschlagstage kann der Tabelle 11 entnommen werden und folgt dem Jahresgang der Niederschlagsmengen. So sind in den Sommermonaten die meisten Niederschlagstage zu verzeichnen, während die Minima in den Herbst- und Frühjahrsmonaten auftreten. Mehr als 50 % der Sommertage sind also als Regentage zu werten. Dabei handelt es sich aber meistens um anhaltende Landregen und weniger um Gewitter, da im gesamten Untersuchungsgebiet die Gewitterbereitschaft sehr gering ist. Für die Periode von 1971 bis 2000 wurden für die Station Hieflau durchschnittlich knapp 20 Gewittertage pro Jahr ermittelt. In Admont treten im langjährigen Mittel sogar an nur knapp 18 Tagen pro Jahr Gewitter auf. Im Vergleich mit den südlicheren Teilen der Steiermark sind die später einsetzende Erwärmung und der geringere Feuchtigkeitsgehalt für die geringere Anzahl der Gewitter verantwortlich. Bei der Zahl der Gewittertage kann ein eindeutiges Sommermaximum festgestellt werden.

Station	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Admont (615m)	10	10	13	12	13	15	15	13	11	10	11	12	143
Hieflau (492m)	11	10	13	14	14	16	16	13	13	10	13	13	156

Tabelle 11: Durchschnittliche Zahl der Niederschlagstage 1971-2000

Quelle: ZAMG, Niederschlagstag mit mind. 1mm Niederschlag

W. KOLLMANN, 1983, S. 114, berechnet nach der Kreps'schen Formel eine Höhenabhängigkeit von 37 mm pro 100m Höhenzunahme. Dieser auffällig niedrige Gradient zwischen Tal und Gebirgsbereichen entsteht aufgrund der außerordentlich feuchten Verhältnisse im Gesäuse. Diesem Wert entspricht auch die Berechnung der Niederschlagszunahme mit der Höhe zwischen der Station Hieflau (492m) und der Messung im Hartelsgraben (1390m). Dabei wurde eine Höhenzunahme von 42 mm pro 100 Höhemeter ermittelt.

Zusammenfassend für das Kapitel Niederschlag kann man sagen, dass in den Talbereichen mit rund 140-160 Niederschlagstagen mit Summen zwischen 1200 und 1700 mm gerechnet werden kann. Die Hauptmengen des Niederschlags entstehen im Sommer, währenddessen die Minima in den Monaten Jänner, Februar und März auftreten. Der Niederschlag fällt dabei als anhaltender Landregen, Gewitter spielen eine untergeordnete Rolle.

3.4.2.3 Auswertung der eigenen Messung

Im oberen Johnsbachtal wurde im Zeitraum zwischen Februar 2004 und Mai 2005 auf einer Seehöhe von 860 m eine Niederschlagsmessung mit Hilfe eines Ombrometers durchgeführt. Die Ablesung der Niederschlagsmengen erfolgte täglich um 7 Uhr. Die Ergebnisse der Messung sind in Abbildung 21 und Tabelle 12 dargestellt.

Monat	NS in mm	Monat	NS in mm
Feb 04	125	Okt 04	58
Mrz 04	57	Nov 04	95
Apr 04	43	Dez 04	30
Mai 04	149	Jan 05	158
Jun 04	166	Feb 05	122
Jul 04	173	Mrz 05	89
Aug 04	192	Apr 05	124
Sep 04	136	Mai 05	138

Tabelle 12: Niederschlagssummen in Johnsbach in mm Feb 04 - Mai 05

Quelle: Eigene Messungen

Der niederschlagsreichste Monat im Messzeitraum war der August 2004 mit einer Monatssumme von 192 mm, und der niederschlagsärmste der Dezember 2004 mit nur 30 mm. Dieser Wert kann auch im langjährigen Vergleich als extrem niedrig eingestuft werden, umso mehr als im Dezember eigentlich das sekundäre Maximum des Niederschlags auftritt. Insgesamt wurde eine Jahressumme von 1391 mm ermittelt.

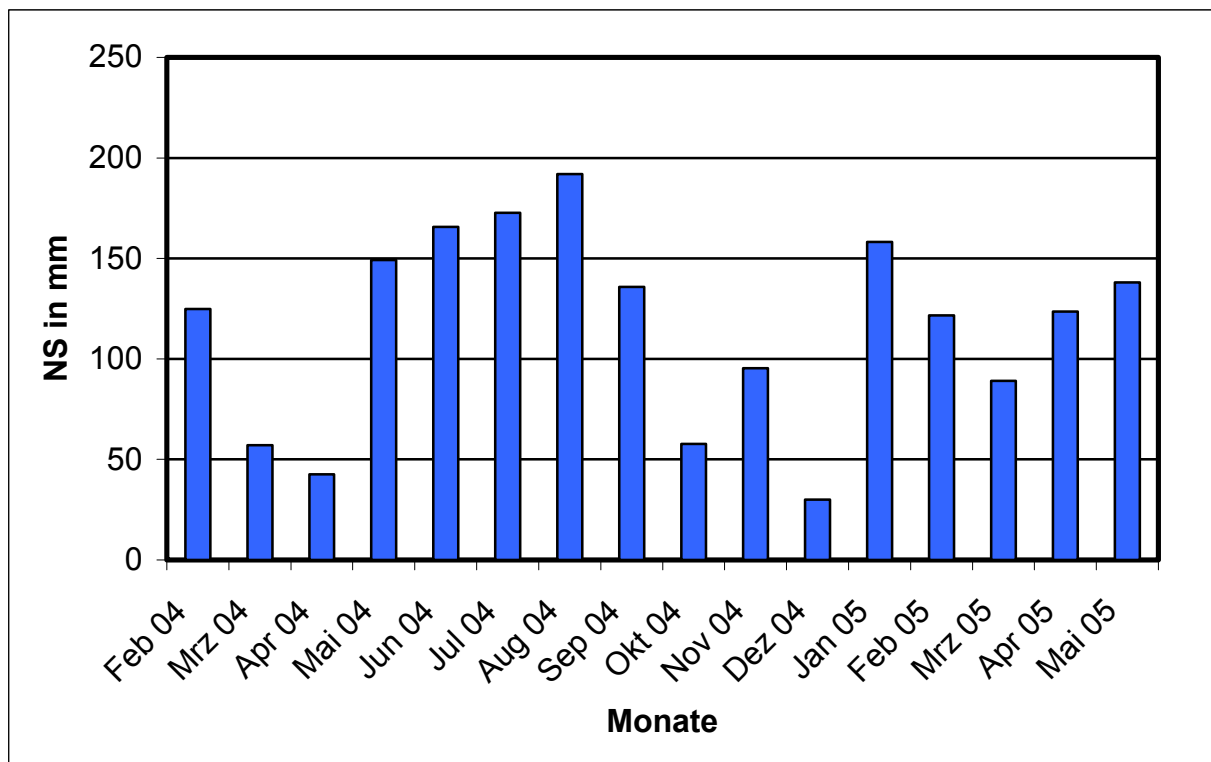


Abbildung 21: Niederschlagsmengen in Johnsbach in mm Feb. 2004 - Mai 2005

Quelle: Eigene Messungen

In Abbildung 22 werden die Messwerte von Johnsbach mit den Werten vom selbem Zeitraum in Admont und Hieflau verglichen. Hierzu muss erwähnt werden, dass die Messgenauigkeiten nur bedingt übereinstimmen, da die eigenen Messungen nicht mit dem standardisierten Verfahren der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik erfolgten.

Grundsätzlich bestätigen die Ergebnisse die in Kapitel 3.4.2.2 beschriebene Niederschlagszunahme von Westen nach Osten. Die Werte in Johnsbach erreichen nicht die großen Mengen von Hieflau, sie überschreiten aber größtenteils jene von Admont. Besonders auffällig ist der hohe Wert im Februar, in dem im langjährigen Durchschnitt die niedrigsten Werte auftreten. Auch das sekundäre Niederschlagsmaximum im Dezember ist im Jahr 2004 nicht aufgetreten.

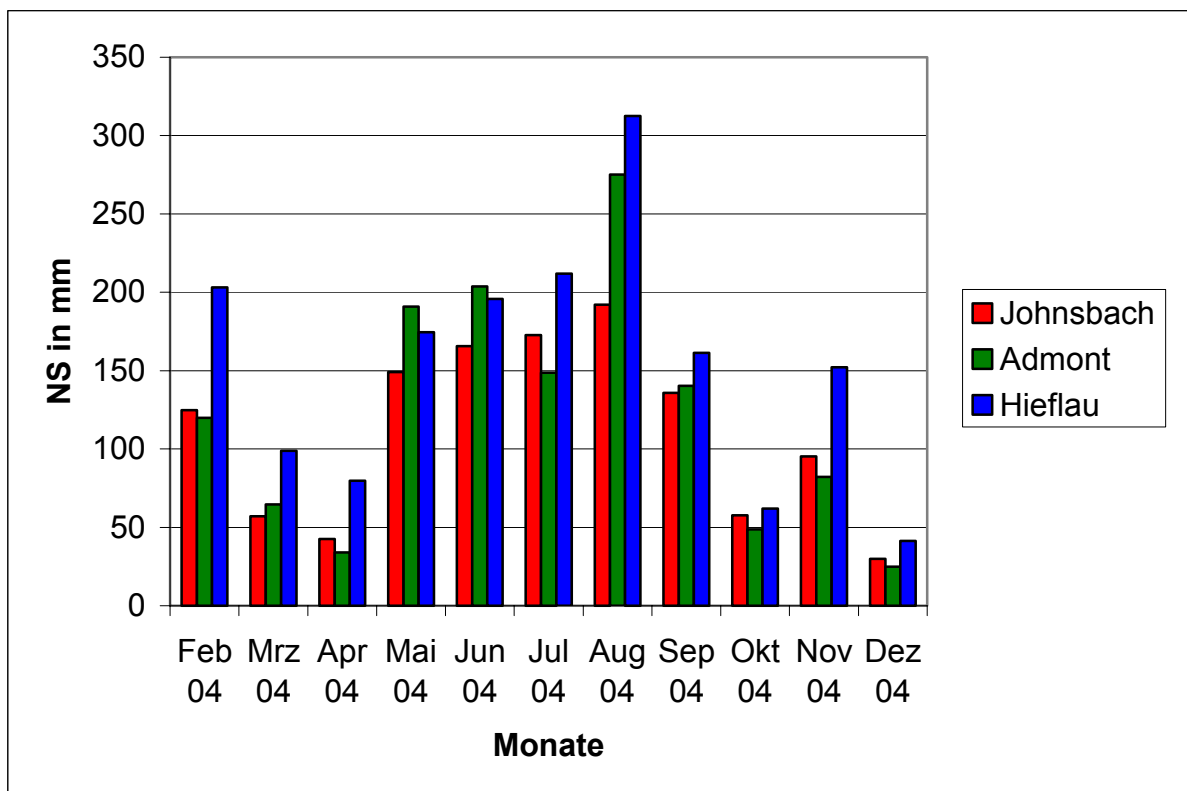


Abbildung 22: Vergleich der Niederschlagsmengen in mm Feb. 2004- Mai 2005

Quelle: ZAMG, Eigene Messungen, Eigener Entwurf

3.4.3 Die Schneeverhältnisse

Für die Bestimmung der Schneeverhältnisse, die in der Tabelle 13 ersichtlich sind, wurden wieder die Daten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik der Periode 1971 bis 2000 herangezogen. Die durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneedecke beträgt in Admont 112 Tage, während die Station Hieflau mit 103 Tagen pro Jahr knapp darunter liegt. In Admont ist die Winterdeckendauer am längsten, bedingt durch die Beckenlage und die damit verbundenen, extrem tiefen Temperaturen. Man muss mit zirka 80 bis 90 Tagen von Mitte Dezember bis Anfang März rechnen. Die temporäre Schneebedeckung dauert, ebenfalls mit nur geringfügigen Unterschieden, von Mitte November bis Mitte April. Einige Ausreißer belegen aber auch die Existenz von kurzzeitigen Schneedecken im Oktober und Mai, die aus frühzeitigen Wintereinbrüchen und verspäteten Frühjahrsschneefällen resultieren.

Station	Beginn Winterdecke	Ende Winterdecke	Beginn Schneedecke	Ende Schneedecke	Tage mit Winterdecke	Tage mit Schneedecke
Admont	12. Dez.	19. Mrz.	10. Nov	21. Apr	97	112
Hieflau	21. Dez.	15. Mrz.	15. Nov	15. Apr	84	103

Tabelle 13: Schneeverhältnisse von Admont und Hieflau 1971-2000

Quelle: ZAMG

M. PÖGL, 1976 gibt für die Station Johnsbach für den Zeitraum 1900 – 1920 112 Tage mit Schneebedeckung an. Die Werte der Station Johnsbach beschränken sich aber lediglich auf 2 Jahrzehnte zu Beginn der 20. Jahrhunderts und können daher nur bedingt mit den anderen, aktuelleren Werten verglichen werden. Im Gegensatz zu den anderen Stationen, muss in Johnsbach aufgrund der Seehöhe mit einem früheren Beginn und einer längeren Dauer der Schneebedeckung gerechnet werden. Auch das Ende der Schneebedeckung und der Winterdecke verzögert sich mit zunehmender Seehöhe weiter ins Frühjahr.

Die dargestellten Werte gelten nur in den Niederungen. Nach H. WAKONIGG, 1978 beträgt die durchschnittliche Winterdeckenzzeit in einer Seehöhe von 1500 m ungefähr 185 bis 190 Tage und auf 1800 m Seehöhe bereits 220 Tage. Diese Werte sind aber stark von der Exposition und der Geländeform abhängig. So weisen Hohlformen, wie zum Beispiel Dolinen, eine längere Schneedeckendauer auf wie Vollformen. Durch die enge Tallage im unteren Johnsbachtal werden bestimmte Abschnitte stärker beschattet und weisen daher ebenso wie Nordexponierte, und daher schattseitige Hanglagen eine längere Schneedeckendauer auf. Das überaus steile Relief im Gesäuse ruft in Verbindung mit den oft sehr ergiebigen Schneefällen eine sehr große Gefährdung der Talbereiche durch Lawinen hervor.

3.4.4 Die Windverhältnisse

In Abbildung 23 und 24 werden die durchschnittliche Verteilung der Windrichtungen für die Stationen Admont und Hieflau zu den Terminen um 7, 14 und 19 Uhr dargestellt. Die Windgeschwindigkeitswerte, die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zur Verfügung gestellt wurden, sind in der Beaufort Skala angegeben. Als Kalmen wurden Windgeschwindigkeiten der Klasse 0 definiert. Dieser Stufe entsprechen Geschwindigkeiten unter 1 km/h. Normalerweise werden Werte bis 0,8 m pro Sekunde als Kalmen bewertet, daher sind die hier ermittelten Anteile an Kalmen zu gering, und somit nicht mit anderen Statistiken vergleichbar.

Admont ist aufgrund seiner inneralpinen Beckenlage durch geringere Windgeschwindigkeiten und das häufige Auftreten von Kalmen geprägt. Die Hauptwindrichtungen entsprechen dem Talverlauf von Osten nach Westen, zusätzlich treten auch häufig Strömungen aus den Sektoren Südwest und Nordwest auf. Winde aus Nordosten über den Buchauer Sattel in das Becken von Admont sind ebenfalls keine Seltenheit. Bei der Angabe der Windverteilung an der Station Admont gibt es aufgrund der lückenhaften Datenreihe Probleme bei der Auswertung. Die Mittelbildung erfolgte ohne die fehlenden Daten der Jahre 1973 bis 1976. Die Ergebnisse der eigenen Auswertung zeigen verstärkt eine östliche und südöstliche Komponente der Windrichtung, die jedoch unglaubwürdig erscheinen.

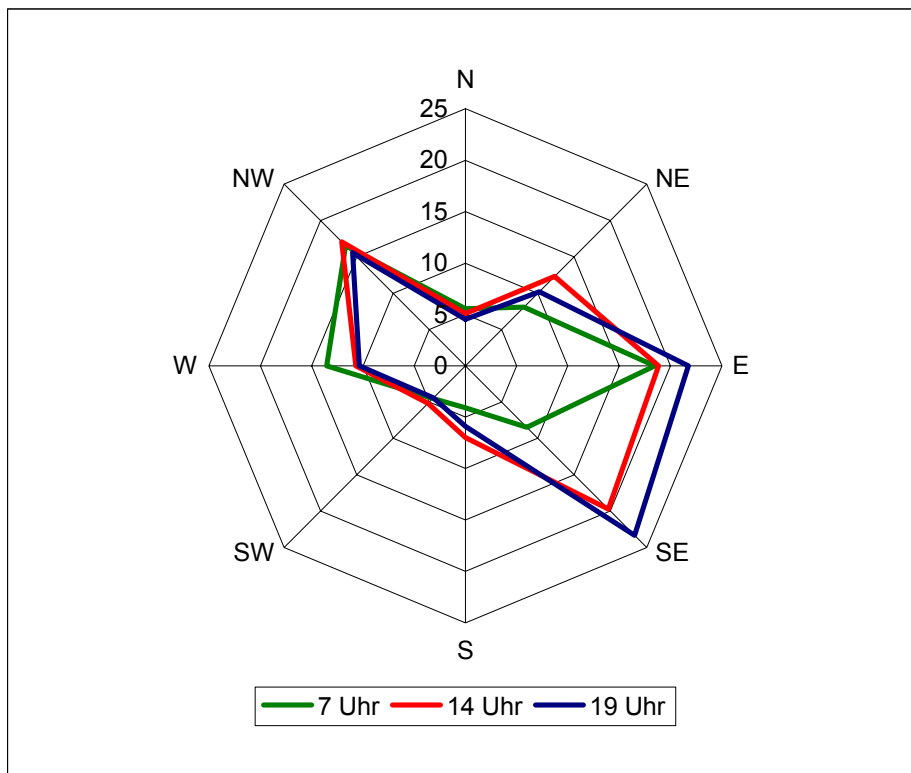


Abbildung 23: Durchschnittliche Verteilung der Windrichtungen in Admont 1971-2000

Quelle: ZAMG, Eigener Entwurf

Der Anteil der Kalmen ist um 7 Uhr mit über 20% am größten, nimmt aber im Laufe des Tages ab. So werden um 19 Uhr nur noch knapp 5 % Kalmenanteil gemessen. Diese Ergebnisse entsprechen sehr gut dem Tagesgang der Windwirkung in inneralpinen Beckenlagen. Aufgrund der Stabilisierung der Atmosphäre und den damit verbundenem Auftreten von Inversionen treten Windstillen besonders häufig am Morgen und in der Nacht auf. Durch diese Isolation der bodennahen Luftschicht werden in diesen Perioden die geringsten Windgeschwindigkeiten gemessen, währenddessen tagsüber die Maxima der Windwirkung erreicht werden. Durch die einstrahlungsbedingte Labilisierung der Atmosphäre kommt es tagsüber zur konvektiven Durchmischung der bodennahen Schichten mit der freien Atmosphäre. Daher kann sich der Gradientwind bis zum Boden durchsetzen und diese Maxima der Windgeschwindigkeiten erwirken. Verstärkt wird dieser Effekt durch die auflebenden Lokalwinde.

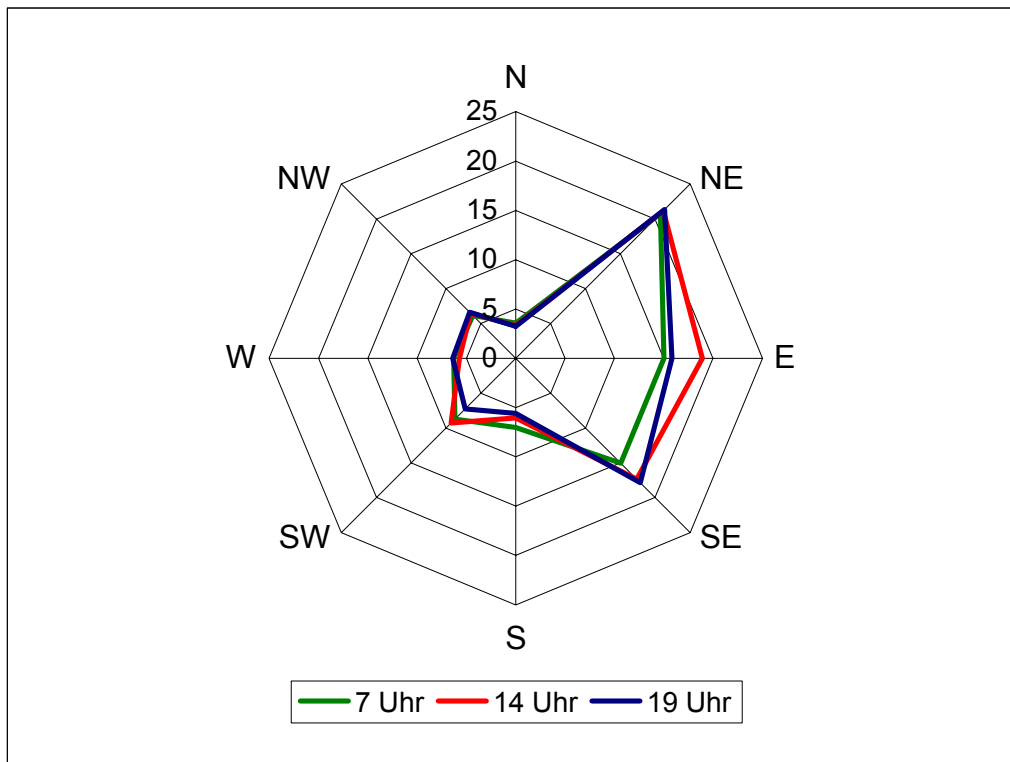


Abbildung 24: Durchschnittliche Verteilung der Windrichtungen in Hieflau 1971-2000

Quelle: ZAMG, Eigener Entwurf

Wegen der Einmündung des Erzbaches ist Hieflau besser durchlüftet und weist damit auch häufig Strömungskomponenten aus Südost auf. Die weiteren dominanten Windrichtungen der Station Hieflau stammen aus den Sektoren West und Nordost. Nördliche und südliche Strömungen treten dagegen aber kaum auf. Die mittleren Windgeschwindigkeiten betragen 1,7 m/s (vgl. Tabelle 14). Der Anteil an Kalmen ist in Hieflau mit knapp 18% zum 7 Uhr Termin geringer als in Admont, nimmt aber tagsüber weniger stark ab. So werden um 14 Uhr durchschnittlich 12% und um 19 Uhr 16% der Aufzeichnungen als Kalmen eingestuft. Diese Ergebnisse entsprechen wieder sehr gut dem bereits besprochenen Tagesverlauf der Windwirkung, der das Minimum am Morgen und das Maximum tagsüber erreicht.

Die durchschnittliche errechnete Windgeschwindigkeit für die Periode 1971-2000, für die Station Admont, beträgt 2,1 m pro Sekunde. Dieser Wert ist im Vergleich zu der von H. WAKONIGG, 1978 für die Periode 1951-1970 ermittelten mittleren Windgeschwindigkeit von 1,3 m pro Sekunde sehr hoch. Aufgrund der inneralpinen Beckenlage erwarteten geringen Windgeschwindigkeiten und im Vergleich mit der Station Hieflau sind die Ergebnisse daher, ebenso wie die Windrichtungsverteilung, als sehr fragwürdig anzusehen.

Station	Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Admont (615m)	2,0	2,0	2,3	2,5	2,6	2,4	2,3	2,0	2,0	2,0	1,8	1,9	2,1
Hieflau (492m)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,7	1,5	1,6	1,8	1,8	1,6	1,5	1,7

Tabelle 14: Mittlere Windgeschwindigkeiten in m/s 1971-2000

Quelle: ZAMG

Die Jahrgänge der Windgeschwindigkeiten sind ebenso der Tabelle 14 zu entnehmen und zeigen ein Minimum im Winter und ein Maximum im Frühsommer. Auch der Jahresgang ist von der vertikalen Durchmischung der Atmosphäre abhängig. Die windstärksten Monate sind der Mai, der Juni und der April, da hier die vertikale Durchmischung der Atmosphäre ihren Höhepunkt erreicht. Im Winter treten, wie bereits des Öfteren erwähnt wurde, häufig Inversionen auf. Diese stabilen Verhältnisse beeinflussen den Luftaustausch negativ und verursachen daher diese Minima der Windgeschwindigkeiten.

Die Ventilation nimmt von Westen nach Osten hin ab, da das Gesäuse als Strömungshindernis wirkt. Das Gesäuse und das untere Johnsbachtal sind daher auch aufgrund der engen Tallage schlechter durchlüftet. Die Durchlüftungsverhältnisse werden durch den Talverlauf bestimmt. Das obere Johnsbachtal wird durch die Talenge nahezu völlig abgeschlossen und besitzt deshalb, wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits besprochen wurde, beckenklimatische Eigenschaften.

Für die Windverhältnisse bedeutet dies eine geringere Ventilation und windschwache Abschnitte durch die größere Luftruhe in Becken und Mulden. Die mittleren Windgeschwindigkeiten bleiben also unter 2 Meter pro Sekunde. Die Hauptwindrichtung ist Südwest bis Nordwest, die Winde aus dem westlichen Sektor überwiegen zu allen Jahreszeiten.

Ein autochthones Talwindsystem existiert zwar, es ist aber nur gering ausgeprägt und erst in größeren Höhen deutlich spürbar. Im Winter ist der Taleinwind schwächer ausgebildet oder kann teilweise auch ganz unterbleiben, was ganztägiges Ausfließen inneralpiner Kaltluft bedeutet (E.C.O. INST. F. ÖKOLOGIE, 1999, S.85).

3.4.5 Die Nebelverhältnisse

Nebel entstehen vor allem nachts durch die Abkühlung der bodennahen Luftschicht unter den Taupunkt. Aus der Abbildung 25 geht die unterschiedliche Nebelhäufigkeit in Admont und Hieflau hervor. In Admont muss man an rund 75 bis 80 Tagen pro Jahr mit Nebel rechnen, währenddessen dazu Hieflau, mit nur rund 18 Tagen im Jahr mit Nebel, sehr gegensätzliche Nebelverhältnisse aufweist. Die Nebelobergrenze liegt in Admont bei 780 Meter, einzelne Nebelschleier können jedoch auch bis 825 Meter hinaufreichen. Bei Betrachtung des Jahresganges fällt einerseits der große Unterschied zwischen den beiden Orten auf, andererseits die sehr stark differenzierte jahreszeitliche Verteilung. Da Nebel häufig in Verbindung mit Inversionen auftritt, und Admont häufiger von Inversionen betroffen ist als Hieflau, erklärt sich der gravierende Unterschied der Jahressummen. Außerdem spielen in Admont die beckenartige Geländeform und die größere tagesperiodische Feuchtigkeitsanreicherung durch feuchte oder versumpfte Geländeteile eine Rolle. Hieflau ist dagegen gut durchlüftet und die Lage des Ortes fördert den Kaltluftabfluss, damit wird die Talnebelbildung unterbunden (H. STEINER, 1983, S. 29, 84-87). Jedoch muss bemerkt werden, dass Hieflau wahrscheinlich, häufig in Verbindung mit freien Inversionen, eine große Anzahl an Hochnebeltagen besitzt, die aber in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden.

Bezüglich des Jahresganges sind, aufgrund der häufigen Inversionswetterlagen, die nebelreichsten Jahreszeiten der Herbst und Winter, während im Sommer kaum Nebel auftritt. Im Tagesverlauf treten, durch die einstrahlungsbedingte Auflösung des Nebels, das Maximum der Nebelhäufigkeit am Morgen und das Minimum am Nachmittag auf.

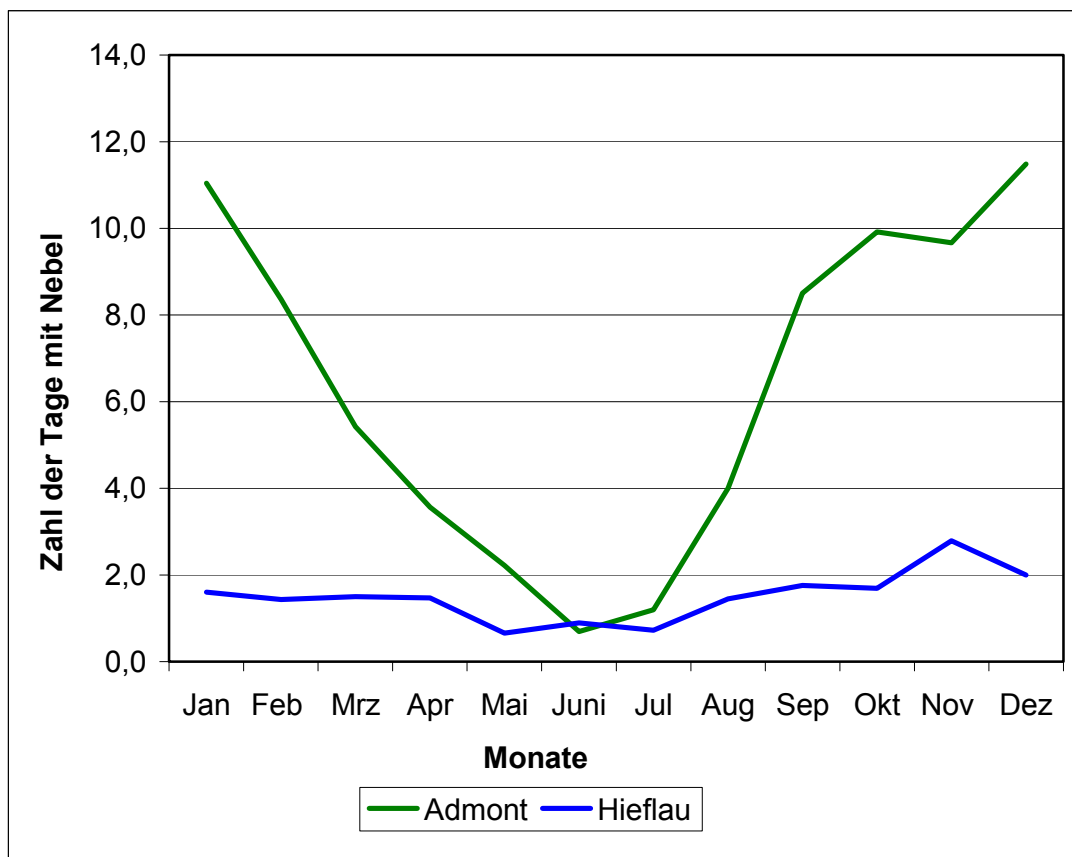


Abbildung 25: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Nebel 1971-2000

Quelle: ZAMG, Eigener Entwurf

3.4.6 Bioklima und Luftqualität

Die Steiermärkische Landesregierung hat im Zeitraum vom 11. August bis 2. Oktober 1997 und vom 24. März bis 27. Mai 1998, Luftgütemessungen mit Hilfe eines mobilen Messcontainers in Johnsbach durchgeführt. Die mobile Messstation sollte die damalige

Immissionssituation am ausgewählten Standort im oberen Johnsbachtal, nahe dem Gasthaus Kölbl, in einer Seehöhe von rund 870 m erheben.

Dabei wurde der Anteil von Schwefeldioxid (SO₂), Schwebstaub, Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Ozon in der Luft gemessen. Die Messungen beziehen sich nur auf den Nahbereich der Station, daher sind flächenhafte Interpretationen nicht möglich. Es zeigte sich, dass während beider Messperioden die Spitzenkonzentrationen deutlich unter den vorgegebenen Grenzwerten, durch die Immissionsgrenzwerteverordnung der Steiermärkischen Landesregierung, liegen. Lediglich bei Stickstoffdioxid wurde in der ersten Messperiode ein einzelner Spitzenwert gemessen, der nur knapp unter dem vorgegeben Grenzwert liegt. Trotzdem ordnet das Gutachten dem Messstandort Johnsbach gemäß dem Luftbelastungsindex den niedrigsten Belastungsbereich zu. (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (FA 1a), 1998)

Diese geringe Schadstoffbelastung wirkt sich positiv auf die bioklimatische Situation in Johnsbach aus. Zusätzlich ist, aufgrund der Seehöhe und der Ausbildung eines schwachen Talwindsystems, eine verminderte Belastung durch übermäßige Wärme, Schwüle und Nebel gegeben. Lediglich im Winter können durch die Ausbildung von Inversionen und den tiefen Temperaturen ungünstige bioklimatische Bedingungen entstehen. Der Herbst weist, aufgrund der größten Schönwetterbeständigkeit, die höchste Sonnenscheindauer auf und beeinflusst daher das Bioklima des Menschen deutlich positiv.

3.4.7 Klimatope von Johnsbach

Ein Teilziel dieser Arbeit ist die Erstellung einer Klimatopkarte von Johnsbach. Diese Gliederung ist in Abbildung 26 ersichtlich. Unter einem Klimatop versteht man ein Gebiet mit einheitlichen klimatischen Zügen, die sich aus dem Zusammenwirken der einzelnen Klimaelemente ergeben. Die Klimaelemente Lufttemperatur, Niederschlagsverhältnisse, Schneeverhältnisse, Wind und Nebel wurden in den vorangegangenen Kapiteln bereits analysiert. Zusätzlich werden für die Einteilung der Klimatope noch die Geländeformen berücksichtigt.

Zusammenfassend kann man das Klima in Johnsbach nach H. WAKONIGG, 1978 als winterkaltes bis winterstrenges, sommerkühles, niederschlagsreiches- und schneereiches Waldklima beschreiben. Dabei kann Johnsbach, aufgrund der durchgeführten Messungen und Untersuchungen, in mehrere unterschiedliche Klimatope eingeteilt werden. Einerseits stellt das untere Johnsbachtal, mit seinem Schluchtcharakter und damit ausgeglichenen Verhältnissen, einen Sonderstandort dar, andererseits besitzt das obere Johnsbachtal beckenklimatische Eigenschaften mit tieferen Wintertemperaturen, vor allem bei Inversionswetterlagen. Der mittlere Bereich und das hintere Johnsbachtal sind dagegen nur mäßig kalt und besser durchlüftet. Des Weiteren können die thermisch begünstigten, südexponierten Hanglagen und die etwas kälteren nordexponierten Hanglagen unterschieden werden.

Schlussendlich sind, aufgrund des hohen Gebirgsanteiles und der Abwandlung der Klimaelemente mit zunehmender Seehöhe, auch die Gebirgs- und Hochgebirgsklimate mit extremen Verhältnissen weit verbreitet. Einen weiteren kleinen Sonderstandort stellen die Almen dar, die aufgrund der für die Almen typischen Muldenlage, leichte beckenklimatische Eigenschaften bezüglich der Klimaelemente aufweisen.

Im Detail treten in Johnsbach im Talbereich Jahresdurchschnittstemperaturen zwischen 5,5 und 6,5° Celsius auf. Dabei bewegen sich die Jännertemperaturen zwischen -4 und -5 °C und die Julitemperaturen zwischen 14,5 und 16 °C. Die Jahresschwankung beträgt 19 K und die jährliche mittlere Niederschlagssumme beläuft sich auf 1400 mm, die an ungefähr 140 bis 150 Tagen fallen. Das untere Johnsbachtal weist ausgeglichene Verhältnisse auf und liegt daher thermisch begünstigter als das obere Johnsbachtal. Der Bereich bis in eine Seehöhe von 1000 Meter ist von beständigen Inversionen geprägt, ab zirka 1500 Meter gibt es keinen Einfluss von Inversionen mehr und daher nimmt die Temperatur mit zunehmender Seehöhe ab, während der Niederschlag und die Schneebedeckung zunehmen.

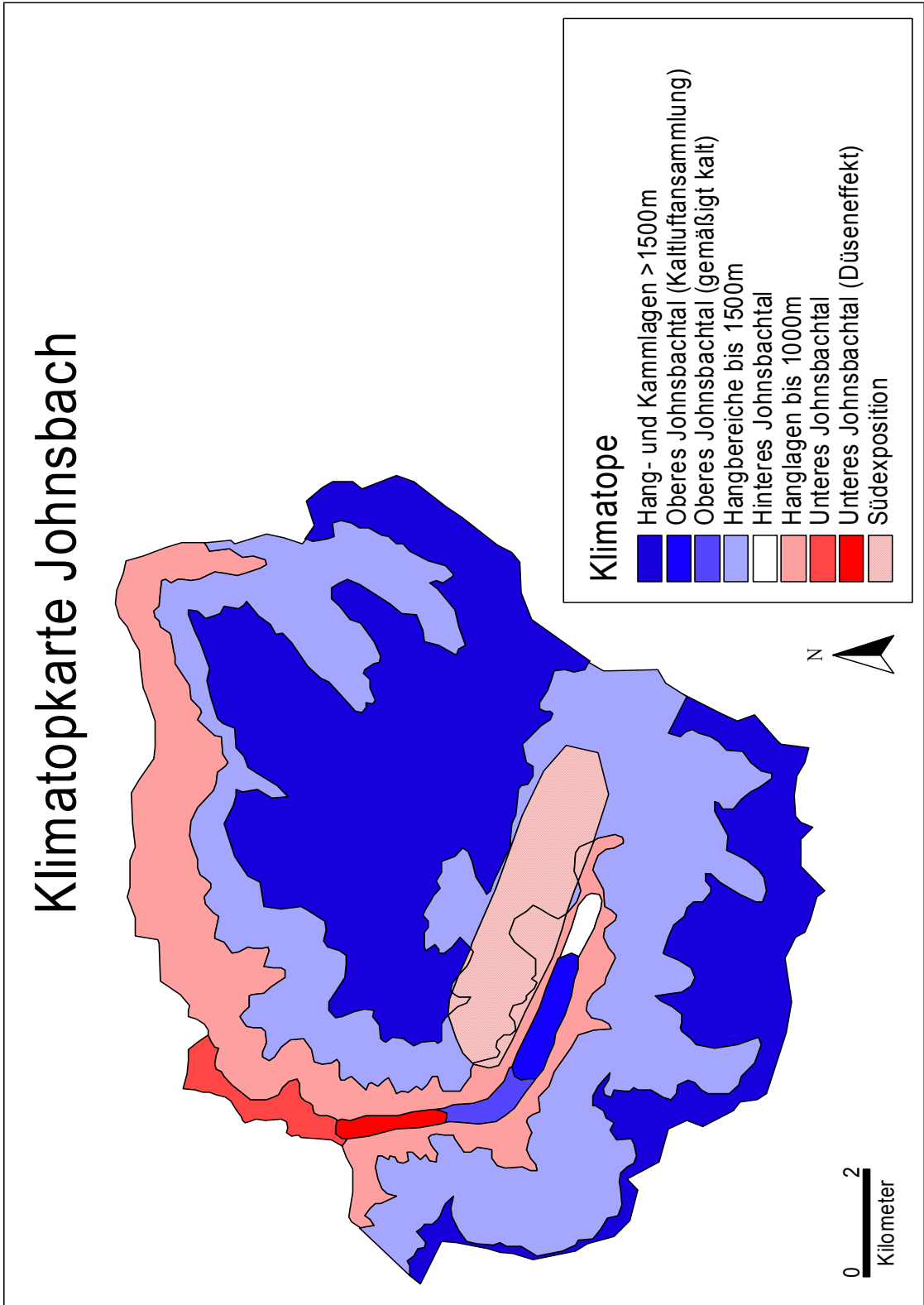


Abbildung 26: Klimatopkarte von Johnsbach

Quelle: Eigener Entwurf basierend auf den eigenen Messungen

4 Landschaftsökologische Gliederung und Profile

4.1 Einleitung

Das Ziel einer landschaftsökologischen Gliederung ist die Einteilung des Untersuchungsgebietes in verschiedene homogene Landschaftsteilräume, um einen Gesamtüberblick über die naturräumlichen Gegebenheiten zu erhalten. Dabei wird das Zusammenwirken der abiotischen und biotischen Faktoren, die bereits in den vorangegangenen Kapiteln analysiert wurden, zur Bestimmung der Gliederung herangezogen. Dieser Abschnitt dient somit der Synthese der Einzelparameter und die Ergebnisse werden mit Hilfe von landschaftsökologischen Profilen und Karten visualisiert.

4.2 Landschaftsökologische Profile

Das erste landschaftsökologische Profil in Abbildung 27 ist ein West-Ost-Profil, ausgehend vom Reichenstein durch das untere Johnsbachtal bis zum Lugauer. Dabei werden die Parameter Gestein, Relief, Vegetation, Klima, Boden und Nutzung berücksichtigt. Die vegetationsgeographischen Aspekte sind an J. GREIMLER, 1991 angelehnt, die klimatische Einteilung erfolgte nach den in Kapitel 3.4.7 ermittelten Klimatopen und die geologischen Grundlagen stammen aus O. AMPFERER, 1935. Dabei bestehen der Reichenstein und der Ödstein von unten nach oben aus mehreren typischen Schichtfolgen. Dem Sockel aus Ramsadolomit folgt eine Trennlinie mit den Raiblerschichten, schließlich der Dachsteindolomit und als Gipfelbildner der Dachsteinkalk. Die aufgrund des Platzmangels verwendeten Abkürzungen werden in der Legende in Abbildung 28 erklärt.

Landschaftsökologisches Profil

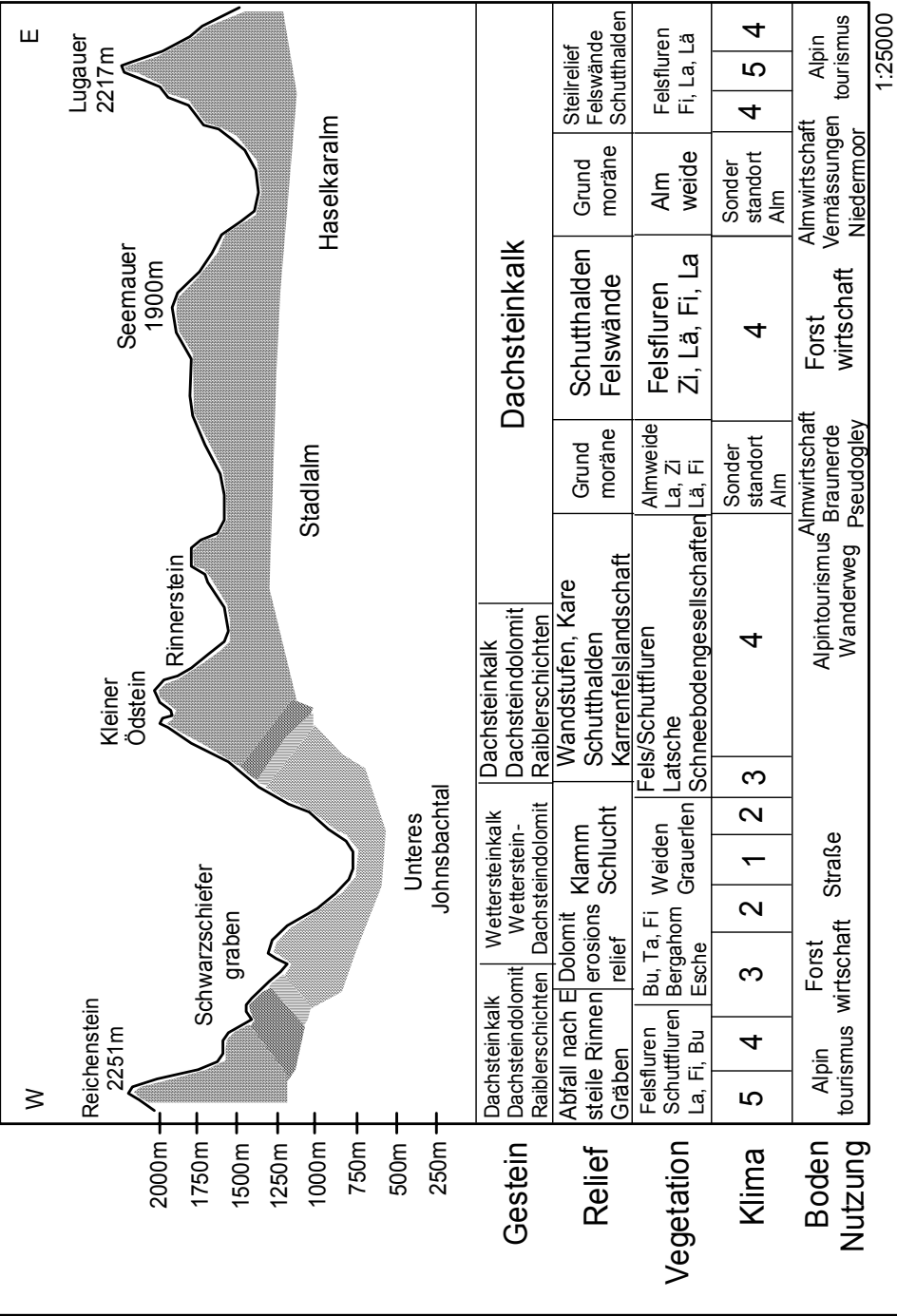


Abbildung 27: Landschaftsökologisches West-Ost-Profil durch Johnsbach
 Quelle: Eigener Entwurf

Legende:

Vegetation:

La..... Latsche

Ta..... Tanne

Zi..... Zirbe

Lä..... Lärche

Fi..... Fichte

Bu..... Buche

Klima:

- 1 Klima Unteres Johnsbachtal
- 2 Klima der Hanglagen bis ca. 1000m
- 3 Klima der oberen Hangbereiche bis ca. 1500m
- 4 Klima der Berglandstufe bis ca. 2000m
- 5 Klima der alpine Stufe >2000m

Abbildung 28: Legende zum landschaftsökologischem West-Ost-Profil durch Johnsbach

Quelle: Eigener Entwurf

Das zweite landschaftsökologische Profil in Abbildung 30 zeigt einen Querschnitt durch das obere Johnsbachtal von Süden nach Nordosten. Dabei wird besonders die geologische Zweigeteiltheit von Johnsbach sichtbar. Einerseits wird der südliche Abschnitt durch Gesteine der Grauwackenzone geprägt, andererseits besteht der nördliche Bereich überwiegend aus Kalken und Dolomiten der Nördlichen Kalkalpen. Dabei bildet das obere Johnsbachtal die Grenzlinie zwischen den unterschiedlichen Gesteinszonen. Die auftretenden Lunzer Schichten bestehen aus Sandsteinen, Dolomiten und Kalkschiefer, die Allgäuschichten besitzen auch Anteile an Fleckenmergel und Kalken.

Die vegetationsgeographischen Aspekte sind an J. THUM, 1980 angelehnt. Das hintere Johnsbachtal ist im Bereich der Grauwackenzone vollkommen buchenfrei, es dominiert vor allem der subalpine Silikat-Fichtenwald, der auf Kalkeinstreuungen durch einen Hochstauden-Fichtenwald mit Strichfarn abgelöst wird.

Bei etwa 1350 m Seehöhe wechselt die Vegetation zu einem Fichten-Tannenwald mit Heidelbeeren im Unterwuchs, der sich bis in die Talzone des Johnsbaches erstreckt. In diesem Kerbtalabschnitt des Johnsbaches findet man als Bodentyp überwiegend Braunerde und Braunlehm. Die Vegetation in den Kalkalpen setzt sich aus einem Fichten-Tannen-Buchenwald und Farnkraut, Pestwurz und Schneerosen im Unterwuchs zusammen. In den höchsten Regionen findet man nur noch Pioniere. Das Photo in Abbildung 29 wendet, in Ahnlehnung an das landschaftsökologische Profil, den Blick Richtung Norden zum Stadelfeldschneid und zeigt einen Überblick über die dortige Vegetation.



Abbildung 29: Blick Richtung Stadelfeldschneid

Quelle: Eigene Aufnahme, 19.06.2005, Standort: Zosseggalm, Blick Richtung N

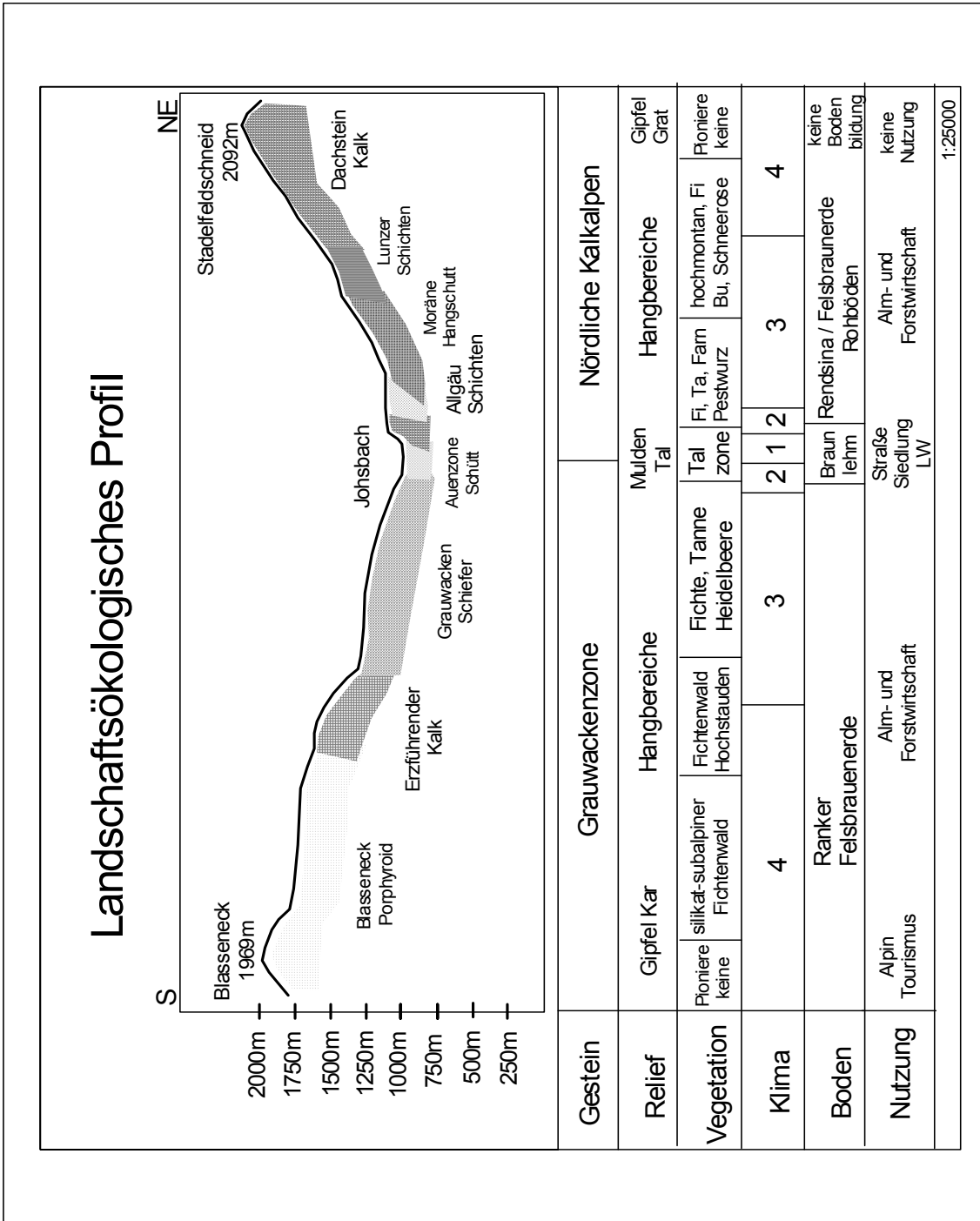


Abbildung 30: Landschaftsökologisches Nord-Süd-Profil durch Johsbach

Quelle: Eigener Entwurf

4.2 Landschaftsökologische Gliederung

Eine landschaftsökologische Gliederung ermöglicht einen Überblick über die naturräumlichen Gegebenheiten eines bestimmten Gebietes. In diesem Fall wurden für die landschaftsökologische Gliederung in der Abbildung 30, die in den Kapitel 2 und 3 besprochenen Grundcharakteristika der Geoökofaktoren herangezogen. Die Einteilung der Teilräume erfolgte als allererstes nach der Seehöhe in die Bereiche Hochgebirge, Mittelgebirge, Hanglagen und die Tallagen. Als zweites Unterscheidungskriterium dienten die geologischen Verhältnisse, also die Differenzierung zwischen Nördlichen Kalkalpen und Grauwackenzone und die daraus abgeleiteten Faktoren Böden und Vegetation. Des Weiteren wurden auch die Reliefunterschiede, wie Steilrelief, Becken, Schluchtabschnitte und Hangbereiche berücksichtigt. So sind etwa die südexponierten Hanglagen auf Kalk, aufgrund der Besonnungsgunst, deutlich thermisch begünstigter als die nordexponierten Hanglagen in der Grauwackenzone und die nordexponierten Hangbereiche in den Kalkalpen, die Richtung Enns abfallen. Ein weiteres Charakteristikum sind die klimatischen Verhältnisse und die Abwandlung der Klimatelemente mit der Höhe, die zur Einteilung der Landschaftsteilräume Hochgebirgs- und Mittelgebirgsklima, Klimate im oberen und unteren Johnsbachtal und die Hangbereiche führten.

Erläuterungen zur landschaftsökologischen Gliederung

Talbereiche

Der Talbereich von Johnsbach wird in das untere und obere Johnsbachtal eingeteilt und wird vom Johnsbach durchflossen. Das Klima im unteren Johnsbachtal kann als Schluchtklima mit ausgeglichenen Temperaturverhältnissen bezeichnet werden, während im oberen Johnsbachtal beckenklimatische Züge, mit höherer Kaltluftgefährdung und vermehrt Nebel, auftreten. Man muss mit durchschnittlich 1400 mm Niederschlag an 140 bis 150 Tagen rechnen. Landwirtschaftliche Nutzflächen und Besiedelung beschränken sich auf den oberen Talabschnitt. Der Talbereich stellt den Übergang zwischen Grauwackenzone und Nördliche Kalkalpen dar.

Bezüglich der Bodenverhältnisse wird das obere Johnsbachtal durch Schwemmland gebildet, und je nach geologischer Grundlage trifft man auch auf Ranker oder Rendsinen. Des Weiteren treten Braunerden, Podsole, Moore, Gleye und Pseudogleye auf. Im Einflussbereich des Johnsbaches bilden bevorzugt Weiden und Grauerlen die Vegetation, auf den Schuttrinnen findet man vor allem Felspioniere, sonst überwiegt der Buchen-Tannen-Fichtenwald.

Hangbereiche

Das Klima der Hangzonen ist durch thermische Gunst gekennzeichnet, wobei die südexponierten Hänge durch günstigere Besonnungsverhältnisse merklich wärmer als die Nordhänge sind. Bei Inversionslagen treten daher in diesem Abschnitt höhere Temperaturen als im Tal auf. Diese Zone reicht bis in eine Seehöhe von 1000 Meter, in diesem Bereich liegt auch die obere Siedlungsgrenze. In den Hanglagen wird ebenfalls noch Land- und Forstwirtschaft betrieben.

Mittelgebirge

In dieser Zone bis in eine Höhe von zirka 1500 Meter muss unbedingt zwischen den unterschiedlichen Gesteinszonen unterschieden werden. So treten in der Grauwackenzone bevorzugt sanfte Formen mit sehr hochreichender Bewaldung auf. In den Nördlichen Kalkalpen überwiegen schroffe Formen und Schuttablagerungen. In beiden Abschnitten wird jedoch Almwirtschaft betrieben. Die typische Vegetation wird von einem Mischwald gebildet mit überwiegend Fichten, aber auch mit Buchen und Tannen. Dieser Mischwald wird unter anderem als Voralpenwald bezeichnet. Auf schattigen und steilen Hängen ziehen oft Latschengebüsche bis ins Tal. Die Temperaturwerte nehmen hier erwartungsgemäß mit zunehmender Seehöhe ab, während die Niederschlagswerte und Schneemengen zunehmen. Im Steilrelief können sich lediglich unreife Böden entwickeln, bei besseren Bedingungen entwickelt sich auf Kalk und Dolomit Rendsina, in der Grauwackenzone Ranker. Podsolierung und Vergleyung spielen eine große Rolle.

Landschaftsökologische Gliederung von Johnsbach

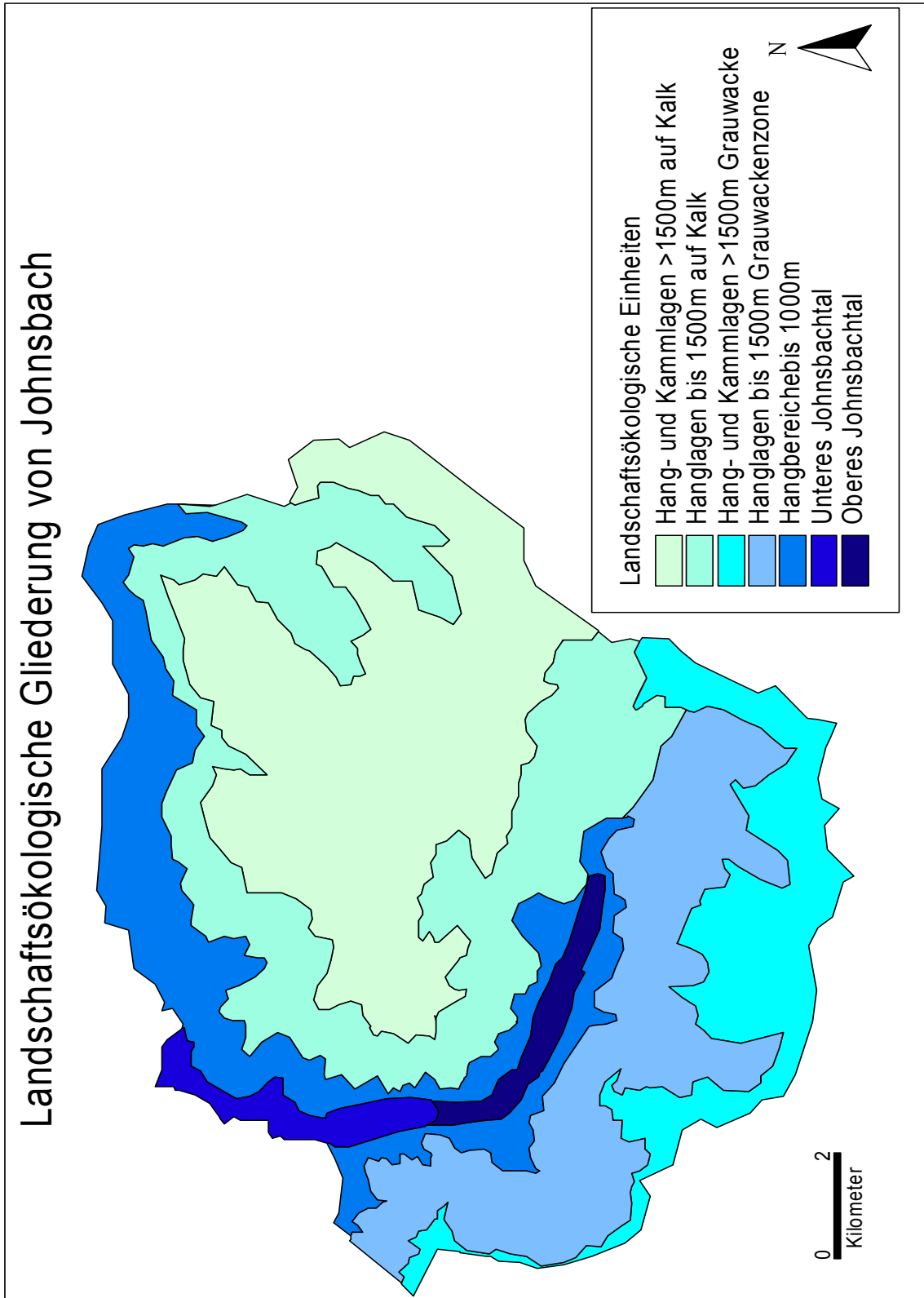


Abbildung 31: Landschaftsökologische Gliederung von Johnsbach

Quelle: Eigener Entwurf

Hochgebirge

Diese Zone wird vor allem vom Hochgebirgsrelief mit großen Hangneigungen und hohen Reliefenergien geprägt. Dabei stehen die sehr schroffen und vegetationsarmen Gipfel der Kalkalpen den sanften und bewaldeten Formen in der Grauwackenzone gegenüber. Die maximal erreichten Höhen sind in den Kalkalpen auch mit 2369 Meter durchaus höher als im südlichen Teil des Untersuchungsgebietes, wo lediglich knapp 2000 Meter erreicht werden. Almen stellen zusammen mit den Karen einen windschwachen und kaltluftgefährdeten Sonderstandort dar. Im Gegensatz dazu stehen die exponierten Kämme und Gipfel. Allgemein muss hier mit sehr extremen klimatischen Bedingungen gerechnet werden, wobei in dieser höchstgelegenen Zone 200 Niederschlagstage mit insgesamt über 2000 mm Niederschlag keine Seltenheit sind. Zusätzlich steigt, bevorzugt in kleinen Senken und Mulden unterhalb der Gipfel, auch die Zahl der Tage mit Schneebedeckung, während besonders exponierte Gipfel eine relativ kurze Schneedeckendauer aufweisen. Das Hochgebirge bietet der Bodenbildung sehr schlechte Bedingungen, daher können sich nur unreife Böden entwickeln oder die Bodenbildung wird vollständig unterbunden. Auch bezüglich der Vegetation können sich in den Hochregionen nur noch Pioniere durchsetzen. Es dominieren Fels- und Schuttfluren und alpine Rasen, an der Waldgrenze können sich jedoch auch noch Lärchen, Zirben, Fichten und Latschen durchsetzen.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Johnsbach besitzt ein sehr reich gegliedertes Relief und daher einen sehr vielfältigen Naturraum. Er reicht von der Enns bis zum höchsten Gipfel, dem Hochtor in 2369 Meter, und weist eine vielfältige Formenwelt auf. Leider gibt es in Johnsbach keine amtliche Klimastation, deshalb wurden eigene Messungen in den Talbereichen durchgeführt. Trotzdem kann diese Arbeit eine Höhenabwandlung der Klimaelemente nicht vollständig durchführen, deshalb wären weitere Höhenstationen sinnvoll. Die Reliefbedingungen und großen Höhenunterschiede bedingen sehr differenzierte klimatische Verhältnisse innerhalb enger Bereiche, daher sind großräumige oder flächige Aussagen nicht möglich. Im Vergleich mit den anderen Stationen ergeben sich aber für Johnsbach günstigere Bedingungen als in Admont, das durch häufige Inversionslagen mit tiefen Temperaturen und viel Nebel gekennzeichnet ist. Hieflau weist, aufgrund der stärkeren Durchlüftung, in dieser Hinsicht bessere Bedingungen auf, jedoch ist Hieflau durch sehr große Niederschlagsmengen geprägt. Bezüglich des Niederschlagsgeschehens liegt Johnsbach deutlich abgeschirmter als Hieflau. Diese klimatischen Bedingungen sind daher keinesfalls als ungünstig einzustufen, besonders hinsichtlich der Hoffnungen, die in den Tourismus gesetzt werden und der, aufgrund der Hochgebirgskulisse, stark vom Wetter abhängig ist.

Quellenverzeichnis

Literatur:

AMPFERER, O., 1935: Geologischer Führer für die Gesäuseberge. – Geologische Bundesanstalt, Wien, 177 S.

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (Fachabteilung 1a), 1998: Mobile Luftgütemessungen Johnsbach (11.08.1997 – 02.10.1997 und 24.03.1998 – 27.05.1998). – Bericht 8/98, Graz, 33 S.

BINDAR, H., 1999: Almen – ein charakteristischer Teil der bergbäuerlichen Kulturlandschaft. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der BOKU Wien, 122 S.

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, 1999: Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25000, Kartierungsbereich 144 (Liezen/Steiermark). – Herausgegeben vom BM für Land- und Forstwirtschaft, 182 S.

BÜCHNER, K.H., 1970: Geologie der nördlichen und südwestlichen Gesäuseberge (Obersteiermark, Österreich). – Publ. Diss. Univ. Marburg, 118 S.

DUTTER, C., 1984: Morphometrische Analyse des Johnsbach-Einzugsgebietes. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Universität Graz, 144 S.

E.C.O. INST. F. ÖKOLOGIE, 1999: Machbarkeitsstudie Nationalpark Gesäuse. – Endbericht im Auftrag vom Land Steiermark und BMUJF, Klagenfurt, 322 S.

EISENHUT, M., EDER, G., 1998: Bodenkundliche Charakterisierung der Standorte des Höhenprofils Johnsbach. – In zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden, Bericht über das 4. Alpenländische Expertenforum, S. 45-50

ERNET, D., 1985: Gebirgsflora der Steiermark (erkundet im Alpengarten Rannach – erlebt in Natur). – Graz, 64 S.

GERAMB, V.v., 1918: Zur Volkskunde des Gesäusegebietes. – Jb.d.D.u.Ö.A.V. Bd.49, S. 33-66

GEYER, G., 1918: Zur Morphologie der Gesäuseberge. Begleitworte zur Karte der Gesäuseberge. – Jb.d.D.u.Ö.A.V. Bd.49, S. 1-33

GRASSER, R., 2004: Bodenverhältnisse ausgewählter Standorte im Nationalpark Gesäuse. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 79 S.

GREIMLER, J., 1991: Pflanzengesellschaften und Vegetationsstrukturen in den südlichen Gesäusebergen (Nordöstliche Kalkalpen, Steiermark). – Diss. Uni Wien, 200 S.

GREIMLER, J., 1992: Steirische Biotopkartierung Ennstaler Alpen Gesäuseberge (Südteil). – Bericht an die Steiermärkische Landesregierung, Graz, 131 S.

HEITZMANN, W., 1989: Gesäuse: Streifzüge durch die Ennstaler und Eisenerzer Alpen. – Landesverlag, Linz, 191 S.

HINTENAU, K., 1995: Länderkundliche Darstellung des Hochgebirgsraumes der Gesäuseberge. – Unpubl. Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 107 S.

HUSEN, D.v., 1968: Ein Beitrag zur Talgeschichte des Ennstales im Quartär. – Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., Bd. 18, S. 249-286

KLEIN, R., 1909: Klimatographie der Steiermark. – Herausgegeben von der Direktion d.K.K. ZA für Meteorologie und Geodynamik, Wien, 194 S.

KOLLMANN, W., 1975: Hydrologie der nördlichen Gesäuseberge. – Phil. Diss. Universität Graz, 300 S.

KRIMBERGER, K., 1998: Die klimatischen Bedingungen der Standorte des Höhenprofils Johnsbach. – In zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden, Bericht über das 4. Alpenländische Expertenforum, S. 39-43

LAZAR, R., LAZAR, W., 1998: Geländeklimatische Züge des geplanten Nationalparks Gesäuse. – Projektbericht, Graz

LIEB, G.K., SEMMELROCK, G., 1988: Das Gesäuse – ein geographischer Überblick. – Alpenvereinsjahrbuch 112, S. 255-264

MAURER, W., 1981: Die Pflanzenwelt der Steiermark und angrenzender Gebiete am Alpenostrand. – Verlag für Sammler, Graz, 147 S.

ÖH-SKRIPTUM, 1999: Bodenkunde I. – Graz, 112 S.

ÖH-SKRIPTUM, 1990: Landschaftsökologie. – Graz, 132 S.

PETUTSCHNIG, J., EGGER, G., KUCHER, T., MOSER, M., 1998: Ökologische Fachplanung zum Verbauungsprojekt Johnsbach 1999. – Institut für Ökologie und Umweltplanung, Klagenfurt, 93 S.

PÖGL, M., 1976: Sozioökonomische Strukturanalyse der Gemeinden Altenmarkt, Weißenbach, St. Gallen, Landl, Hieflau und Johnsbach im Bereich des mittleren Ennstales. – Unveröffentlichte Diss. Universität Graz, 350 S.

RAINER, M., 1996: Länderkundliche Darstellung des steirischen Ennstales und seiner Nebentäler unterhalb des Gesäuses. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 128 S.

REMICH, B., 2001: Geomorphologische Grundlagenerhebung und Bewertung im Projektgebiet Nationalpark Gesäuse. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 84 S.

RIEDL, W., 1993: Bibliographie der Regionen Totes Gebirge, Gesäuse und Haller Mauern als Beitrag zur Entwicklung eines Nationalpark Kalkalpen in der Steiermark. Teil 2: Geologie. – Wissenschaftsladen Graz, Arbeitspapier 8b, 68 S.

SCHAFFERHOFER, I., 1998: Wandel der Kulturlandschaft im Johnsbachtal. – Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Karl-Franzens Universität Graz, 100 S.

SCHARFETTER, R., 1954: Erläuterungen zur Vegetationskarte der Steiermark. – Mitt. Naturwiss. Ver. Steiermark 84, S. 121-158

SCHOPPER, A., 1992: Bibliographie der Regionen Totes Gebirge, Gesäuse und Haller Mauern als Beitrag zur Entwicklung eines Nationalpark Kalkalpen in der Steiermark. Teil 1: Geographie. – Wissenschaftsladen Graz, Arbeitspapier 8a, 53 S.

SOBOTIK, M., 1998: Die Pflanzenbestände der Versuchsflächen des Höhenprofils Johnsbach. – In zeitgemäße Almbewirtschaftung sowie Bewertung von Almflächen und Waldweiden, Bericht über das 4. Alpenländische Expertenforum, S. 51-61

SÖLCH, J., 1928: Die Landformung der Steiermark (Grundzüge einer Morphologie). – Verlag d. Naturwissenschaftlichen Vereins f. Steiermark, Graz, 221 S.

STEINER, H., 1983: Die klimatologischen Besonderheiten des Ennstales im Bereich zwischen Liezen und Hieflau (Zeitraum 1951-1980). – HA Uni Graz, 112 S.

THUM, J., 1980: Analysen und waldbauliche Beurteilung in den Ennstaler Alpen. – Dissertation der Universität für Bodenkultur in Wien, 106 S.

WAKONIGG, H., 1978: Witterung und Klima in der Steiermark. – Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, 473 S.

Tabellenwerke:

HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH: Hydrographische Jahrbücher von Österreich 1895-1918, Wien

Internet:

Statistik Austria, Gemeindestatistiken und Volkszählungsergebnisse, Jänner 2005

<http://www.statistik.at>

Nationalpark Gesäuse, Jänner 2005

<http://www.nationapark.co.at>

Land Steiermark, Tourismusstatistik, Jänner 2005: Nächtigungen

<http://www.verwaltung.steiermark.at>

Karten:

AMPFERER, O., 1935: Geologische Karte der Gesäuseberge 1:25000, Wien

BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (Hrsg.), 1991: Österreichische Karte 1:50000, Kartenblatt 99 Rottenmann, 100 Hieflau, Wien

BUNDESAMT UND FORSCHUNGSZENTRUM FÜR LANDWIRTSCHAFT (Hrsg.), 1999: Österreichische Bodenkarte 1: 25000, Kartenblatt 144, Wien