

# **Das Klimastationsmessnetz im Johnsbachtal und eine erste Auswertung der Daten**

Magisterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Magisters der Naturwissenschaften

an der Karl-Franzens-Universität Graz

vorgelegt von

**Thomas GRÜNWALD**

am Institut für Geographie und Raumforschung

Begutachter: Univ. Prof. Dr. Oliver Sass

Graz, 2014



## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt, und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen inländischen oder ausländischen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht. Die vorliegende Fassung entspricht der eingereichten elektronischen Version.

Graz, August 2014

Thomas Grünwald

*Für Gottfried, Hildegard und Petra*

## **Danksagung**

Mein Dank gilt meinem Betreuer Univ. Prof. Dr. Oliver Sass, der mir während der Arbeit jederzeit mit Rat und Tat zur Seite stand.

Für die fachliche Unterstützung gebührt mein Dank den Herren Univ. Prof. Dr. Reinhold Lazar und Univ. Prof. Dr. Gerhard Lieb. Für die Zusammenarbeit möchte ich mich bei den Fachleuten am Wegener Zentrum bedanken, im Besonderen bei Herrn Dipl. Ing. Jürgen Fuchsberger und Herrn Univ.-Prof. Dr. Gottfried Kirchengast. Weiterer Dank gilt auch Herrn Andreas Pilz, der mich mit Informationen zu den Messeinrichtungen versorgt hat, Herrn Mag. Daniel Kreiner und Frau Magistra Tamara Hörbinger vom Nationalpark Gesäuse für die Bereitstellung der Stationsdaten, den Damen und Herren des Lawinenwarndienstes und der ZAMG für die Datenbereitstellung, Herrn Mag. Ludwig Wolf und allen, die in irgendeiner Art und Weise an der Fertigstellung dieser Arbeit beteiligt waren. Ebenso möchte ich mich bei Herrn Univ. Prof. Dr. Ulrich Strasser bedanken, durch den ich erst auf das Thema aufmerksam geworden bin.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie, speziell meinen Eltern, die mich während der gesamten Zeit in jeglicher Art und Weise unterstützt haben. Und „last but not least“ danke ich Petra, die mich auf diesem Weg begleitet und mir stets Rückhalt geboten hat.

## **Zusammenfassung**

Das Projekt „Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal“ dient der Umweltbeobachtung im Hochgebirge. Als Grundlage dient ein Messnetz aus meteorologischen Stationen. Die Ziele dieser Arbeit sind einerseits die Mithilfe bei der Integration der Daten in das System des Wegener Zentrums, andererseits eine erste Auswertung der Lufttemperatur und der Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet. Dafür wurden erstmal die Messdaten und alle relevanten Informationen zu den Mess-Stationen gesammelt, und in Zusammenarbeit mit dem Wegener Zentrum in deren System integriert. Wegen schwierigen Messbedingungen im Hochgebirge weisen die Daten Ausfälle und Messfehler auf. Deshalb mussten die Daten vom Autor aufwendig überprüft und korrigiert werden. Die Ausfallsquoten lagen in einem akzeptablen Rahmen. Analysen der Lufttemperatur wurden über mehrere Beobachtungszeiträume durchgeführt und die Ergebnisse für alle Stationen dargestellt. Es wurde festgestellt, dass die Lufttemperatur im Untersuchungsgebiet hauptsächlich von den Faktoren Seehöhe, Gelände und Exposition abhängt. Ebenso wurden die Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für alle Standorte dargestellt. Es hat sich gezeigt, dass in den Hochlagen eine Windrichtung vorherrscht, während in tieferen Lagen zwei Hauptwindrichtungen zu finden sind. Zurückzuführen ist dies auf thermische Windsysteme, die einem tageszeitlichen Verlauf folgen. Jahreszeitliche Unterschiede finden sich nur bei den Windgeschwindigkeiten, die das Maximum im Winter erreichen. Die verwendeten Stationsdaten lieferten gute Ergebnisse für die Auswertungen und wurden als plausibel eingestuft. Ausnahme dazu stellt die Station Blaseneck dar. In allen Auswertungen zeigt diese Station zu hohe Temperaturwerte. Dies lässt auf einen systematischen Fehler schließen und wurde den zuständigen Fachleuten mitgeteilt.

## **Abstract**

### **The climate monitoring network in Johnsbachtal and a first evaluation of the data**

The „Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal“ project is used for environmental monitoring in high mountain regions. It is based on a monitoring network of meteorological stations. The main objectives of this work are assisting in the integration of the data into the Wegener Center database and providing a first evaluation of the air temperature and the wind conditions in the study area. First, all measurement data and relevant information to the monitoring stations were collected and integrated, in cooperation with the Wegener Center, into their system. Due to difficult conditions in the high mountain areas, the data showed failures and measurement errors. Therefore, all had to be extensively checked and corrected by the author. The failure rates were within acceptable limits. Analyses of the air temperature were carried out over several observation periods and the results were provided for all monitoring sites. It was concluded that the air temperature in the studied area mainly depends on the sea level, terrain and exposure. Similarly, the wind directions and wind speed were shown for all sites. The analysis showed that in high altitudes only one wind direction is prevailing, whereas two main wind directions can be found at lower altitudes. This is caused by thermal wind systems that follow a diurnal course. Seasonal differences are found only within the wind speeds that reach their maximum during winter. The used station data yielded good results for the analysis and was classified as plausible. An exception to this is the station Blaseneck. In all analyzes, this station shows too high temperature values. This suggests a systematic error and was communicated to the professionals in charge.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Gemeinde Johnsbach innerhalb der Steiermark (Quelle: GIS-Steiermark 2014).....	20
Abbildung 2: Übersichtskarte der Gemeinde Johnsbach (Kartengrundlage: GIS-Steiermark 2014) .....	22
Abbildung 3: Geologische Übersichtskarte des Einzugsgebietes Johnsbach (Quelle: Lieb/Premm 2008, nach Ampferer 1935) .....	23
Abbildung 4: Übersicht der Klimastationen (Kartengrundlage: ÖK200, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) .....	28
Abbildung 5: Rohdatei der Station Schröckalm vom 01.01.2014 um 01:00 Uhr .....	33
Abbildung 6: Ausfall der Messstation gekennzeichnet durch den Fehlwert „-99“, versehen mit der Quality Control Marke 1 (Station Blaseneck) .....	37
Abbildung 7: Die Werte der Gesamtstrahlungsbilanz (nrlite) liegen hier deutlich außerhalb der sensorspezifischen Angaben des Herstellers (Station Zinödl).....	38
Abbildung 8: Beginn eines Messfehlers der Windsensoren mit Quality Control Marke 4 (Station Blaseneck) .....	39
Abbildung 9: Darstellung der Datenausfälle der Temperatur der Stationen Blaseneck und Zinödl im Jahr 2012 (1...Datenausfall, 0...Daten vorhanden) .....	40
Abbildung 10: Ersetzen der Fehlwerte unter Zuhilfenahme anderer Stationen und deren Monatsmittelwerten .....	41
Abbildung 11: Abweichungen in der Temperaturreihe der Station Oberkainz, Temperatur in °C .....	47
Abbildung 12: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Weidendom, 2011-2013 .....	50
Abbildung 13: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Weidendom, 2011-2013 .....	51
Abbildung 14: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Oberkainz, 2011-2013 .....	52
Abbildung 15: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Oberkainz, 2011-2013 .....	53
Abbildung 16: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Schröckalm, 2011-2013 .....	54
Abbildung 17: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Schröckalm, 2011-2013 .....	55
Abbildung 18: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Gscheidegg, 2011-2013 .....	56
Abbildung 19: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Gscheidegg, 2011-2013 .....	57
Abbildung 20: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Blaseneck, 01.05.2011 – 30.04.2014.....	58
Abbildung 21: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Blaseneck, 01.05.2011 – 30.04.2014.....	59
Abbildung 22: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Zinödl, 2011-2013 .....	60
Abbildung 23: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Zinödl, 2011-2013 .....	61
Abbildung 24: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, 2011-2013 .....	62
Abbildung 25: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung, 2011-2013 .....	65
Abbildung 26: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, 2011-2013 .....	66
Abbildung 27: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen, 2011-2013 .....	67
Abbildung 28: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, 2012.....	68
Abbildung 29: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung, 2012 .....	70
Abbildung 30: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, 2012 .....	71
Abbildung 31: Verlauf des Temperaturgradienten der Jahresmitteltemperaturen, 2012.....	72
Abbildung 32: Verlauf des Temperaturgradienten der Jahresmitteltemperaturen, ausgewählte Stationen, 2012 ....	73
Abbildung 33: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Kölblwiese, 21.03.2013 bis 12.03.2014 .....	76

Abbildung 34: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Kölblwiese und Admont, April 2013 bis Februar 2014 .....	77
Abbildung 35: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Kölbl und Admont, November 2003 bis Oktober 2004 (Datengrundlage: Seiss 2005, S.44).....	78
Abbildung 36: Mittleres tägliches Maximum, das mittlere tägliches Minimum und die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur, Kölblwiese, April 2013 bis Februar 2014 .....	79
Abbildung 37: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, Kölblwiese und Admont, 21.03.2013 bis 01.05.2013 .....	80
Abbildung 38: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Oberkainz, 2012- 2013 .....	82
Abbildung 39: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Schröckalm, 2012-2013 .....	83
Abbildung 40: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Gscheidegg, 2012-2013 .....	84
Abbildung 41: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Blaseneck, 2012- 2013 .....	85
Abbildung 42: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Zinödl, 2012- 2013 .....	86
Abbildung 43: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Tamischbachturm 1, 2012-2013 .....	87
Abbildung 44: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Tamischbachturm 2, 2012-2013 .....	88
Abbildung 45: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Kölblwiese, 21.03.2013-12.03.2014 .....	89
Abbildung 46: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Oberkainz, 2012-2013 .....	90
Abbildung 47: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Schröckalm, 2012-2013 .....	91
Abbildung 48: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Gscheidegg, 2012-2013 .....	92
Abbildung 49: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Blaseneck, 2012-2013 .....	93
Abbildung 50: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Zinödl, 2012-2013 .....	94
Abbildung 51: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Tamischbachturm 1, 2012-2013 .....	95
Abbildung 52: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Tamischbachturm 2, 2012-2013 .....	96
Abbildung 53: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Kölblwiese, 21.03.2013-12.03.2014 .....	97
Abbildung 54: Jahresverteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten, 2012-2013 .....	98

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Klimastationen.....	27
Tabelle 2: Übersicht der Infrastruktur im Johnsbachtalgebiet .....	30
Tabelle 3: Struktur des Quality Control Systems mit Kontrollschichten; QC-Layer und Kontrollmarken (QC-Flag) (nach Kabas, 2011).....	34
Tabelle 4: Ablauf bei der Suche nach Fehlwerten in den Messdaten.....	37
Tabelle 5: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C, 2011-2013.....	63
Tabelle 6: Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur in Kelvin, 2011-2013.....	64
Tabelle 7: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen zwischen den Stationen, 2011-2013 .....	67
Tabelle 8: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C, 2012.....	69
Tabelle 9: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen zwischen den Stationen, 2012 .....	72
Tabelle 10: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen, ausgewählte Stationen, 2012 .....	73
Tabelle 11: Besondere Tage und Dauer der Vegetationsperiode in Tagen, 2012 .....	74
Tabelle 12: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur, Kölblwiese und Admont, April 2013 bis Februar 2014 .....	77
Tabelle 13: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur, Kölbl und Admont, November 2003 bis Oktober 2004 (Datengrundlage: Seiss 2005, S.44).....	79
Tabelle 14: Mittlere Windgeschwindigkeit der Lufttemperatur in m/s, 2012-2013.....	99



# Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	3
Zusammenfassung.....	4
Abstract.....	5
Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	8
Inhaltsverzeichnis.....	9
1. Einleitung.....	12
2. Grundlagen.....	14
2.1 Lufttemperatur.....	14
2.2 Luftfeuchtigkeit.....	16
2.3 Globalstrahlung.....	16
2.4 Windverhältnisse.....	17
2.5 Niederschlag.....	18
3. Das Untersuchungsgebiet.....	20
3.1 Lage und Beschreibung.....	20
3.2 Geologische Übersicht.....	23
3.3 Das Klima.....	24
3.3.1 Allgemeiner Charakter.....	24
3.3.2 Klimaregion Johnsbachtal.....	24
3.4 Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal.....	26
3.5 Das Stationsnetz.....	28
4. Methodik.....	31
4.1 Eingliederung der Daten in das WegenerNet.....	31
4.1.1 Hintergrund.....	31
4.1.2 Arbeitsablauf.....	32
4.2 Datenprozessierung.....	33
4.2.1 WegenerNet Processing System.....	33
4.2.2 Suche von Fehlwerten in den Daten (Quality Control).....	36
4.2.3 Korrektur der fehlerhaften Messwerte.....	39
5. Ergebnisse.....	43
5.1 Datenqualität.....	43
5.1.1 Ausfallsquote der Stationen während des untersuchten Zeitraumes.....	43
5.1.1.1 Oberkainz.....	43

5.1.1.2	Kölblwiese.....	43
5.1.1.3	Schröckalm.....	44
5.1.1.4	Blaseneck.....	44
5.1.1.5	Zinödl.....	44
5.1.1.6	Weidendom.....	45
5.1.1.7	Gscheidegg.....	45
5.1.1.8	Tamischbachturm 1 (Schneemessfeld).....	45
5.1.1.9	Tamischbachturm 2 (Windmessfeld).....	45
5.1.2	Auffälligkeiten in den Datensätzen.....	47
5.1.2.1	Oberkainz.....	47
5.1.2.2	Kölblwiese.....	48
5.1.2.3	Schröckalm.....	48
5.1.2.4	Zinödl.....	48
5.2	Lufttemperatur.....	49
5.2.1	Weidendom (590m).....	50
5.2.2	Oberkainz (920m).....	52
5.2.3	Schröckalm (1344m).....	54
5.2.4	Gscheidegg (1690 m).....	56
5.2.5	Blaseneck (1969 m).....	58
5.2.6	Zinödl (2191 m).....	60
5.2.7	Vergleich der Stationen im Johnsbachtal (Untersuchungszeitraum 2011-2013).....	62
5.2.7.1	Jahresgang der Lufttemperatur.....	62
5.2.7.2	Jahresschwankung der Lufttemperatur.....	64
5.2.7.3	Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur.....	64
5.2.7.4	Tagesgang der Lufttemperatur.....	66
5.2.7.5	Temperaturgradient.....	67
5.2.8	Vergleich der Stationen im gesamten Untersuchungsgebiet (Untersuchungszeitraum 2012) ...	68
5.2.8.1	Jahresgang der Lufttemperatur.....	68
5.2.8.2	Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur.....	70
5.2.8.3	Tagesgang der Lufttemperatur.....	71
5.2.8.4	Temperaturgradient.....	72
5.2.8.5	Besondere Tage und Vegetationsperiode.....	74
5.2.9	Kölblwiese.....	76
5.3	Windverhältnisse.....	81
5.3.1	Gesamtjahresverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit.....	82
5.3.1.1	Oberkainz.....	82
5.3.1.2	Schröckalm.....	83
5.3.1.3	Gscheidegg.....	84
5.3.1.4	Blaseneck.....	85
5.3.1.5	Zinödl.....	86
5.3.1.6	Tamischbachturm 1.....	87

5.3.1.7	Tamischbachturm 2 .....	88
5.3.1.8	Köblwiese .....	89
5.3.2	Jahreszeitliche Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit .....	90
5.3.2.1	Oberkainz .....	90
5.3.2.2	Schröckalm .....	91
5.3.2.3	Gscheidegg .....	92
5.3.2.4	Blaseneck .....	93
5.3.2.5	Zinödl .....	94
5.3.2.6	Tamischbachturm 1 .....	95
5.3.2.7	Tamischbachturm 2 .....	96
5.3.2.8	Köblwiese .....	97
5.3.3	Vergleich der mittleren Windgeschwindigkeit .....	98
6.	Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse .....	100
6.1	Datenbeschaffung und Datenvorbereitung .....	100
6.2	Lufttemperatur .....	101
6.3	Windverhältnisse .....	103
6.4	Ausblick .....	105
	Quellenverzeichnis .....	106
	Anhang .....	109

# 1. Einleitung

*„Das Johnsbachtal ist aus der Sicht des Formenschatzes und seiner Dynamik ein außerordentlich vielgestaltiger und in Hinblick auf Naturgefahren sensibler Raum.“*  
(Lieb/Premm 2008, S.12)

Mit der Integrativen Kooperationsplattform Johnsbachtal wurde ein Projekt ins Leben gerufen, mit dem ein langfristiges Umweltmonitoring im Untersuchungsgebiet ermöglicht wird. Realisiert wurde dies mit der Installation von Mess-Stationen, die verschiedenste Klimaelemente aufzeichnen. Bisher sind dort sieben Klimamess-Stationen und eine Pegelmess-Station beim Johnsbach in Betrieb. Drei weitere Stationen mit einer gewissen Nähe sind im Ennstal installiert und zählen auch zum Stationsmessnetz des Projektes. Aufgrund der Vielfältigkeit des Johnsbachtales ist es mittlerweile zu einem beliebten Forschungsgebiet in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen geworden. Für die Darstellung und Erforschung von klimatischen, geologischen oder hydrologischen Prozessen sind vor Ort aufgenommene Messdaten wichtig, die als Grundlage für die jeweiligen Forschungsprojekte dienen. Deshalb sollen alle Messdaten den Projektpartnern und Interessierten auf einfachem Wege zur Verfügung gestellt werden. Zu diesem Zweck wird gerade ein Datenportal eingerichtet, das den Zugriff auf die Messwerte ermöglichen soll. Da die Stationen von verschiedenen Institutionen betrieben werden, müssen die Daten zuerst an einem zentralen Ort, dem Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel in Graz, verwaltet werden.

Diese Arbeit besteht aus zwei Teilen. Der erste Teil beschäftigt sich mit der Integration der Daten in die Datenbank des Wegener Zentrums. Dazu werden die Daten beschafft und alle relevanten Zusatzinformationen der Stationen eruiert. Es soll auch eine Aussage über die Datenqualität getroffen werden. Dafür wird der Datensatz visuell geprüft und korrigiert. Etwaige Fehler und Auffälligkeiten in der Konsistenz des Datensatzes werden aufgezeigt.

Der zweite Teil der Arbeit ist witterungsklimatologischer Natur und beschäftigt sich mit der ersten Auswertung der Daten. Ziel ist es die vorherrschenden Temperaturen und die Windverhältnisse aufzuzeigen und die Plausibilität der Daten zu prüfen. Dazu werden die Klimaelemente Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung für jede Station dargestellt und ausgewertet. Dazu ist zu erwähnen, dass der Niederschlag vom Kollegen Gernot Fruhwirth in einer separaten Masterarbeit, welche die Niederschlags- und Abflussbeziehungen im Johnsbachtal untersucht, behandelt wird. Somit wird auf die Niederschlagsverteilung in dieser Arbeit nicht genauer eingegangen. Zusätzlich soll diese Arbeit als

Informationssammlung zu den Mess-Stationen im Johnsbachtal dienen und jedem, der mit den Klimadaten arbeitet, Hintergrundinformationen zu den Messdaten und den Stationen geben.

Im Folgenden eine Zusammenfassung der Ziele:

- Beschaffung der Messdaten und Metadaten der Stationen
- Mithilfe bei der Integration der Daten in die Datenbank des Wegener Zentrums
- Darstellung der Lufttemperatur an den Stationen
- Eruierung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung an den Stationen
- Beurteilung der Datenqualität und Plausibilität

## **2. Grundlagen**

Ein zentraler Punkt dieser Arbeit ist die Auswertung der meteorologischen Parameter. Diese beschreiben die Witterung und das Klima im Hochgebirge und sind von mehreren Faktoren abhängig. Dieses Kapitel erläutert den Zusammenhang der geographischen Einflussfaktoren auf die meteorologischen Elemente. Dieser Zusammenhang wird für die spätere Auswertung der Messwerte benötigt, um auf die Ergebnisse eingehen zu können und die Daten auf Plausibilität zu prüfen. Für detaillierte Grundlagen der Klimaparameter selbst, wie genaue Definitionen, Auswertungsmethoden oder Messverfahren und deren Traditionen, wird auf einschlägige Literatur verwiesen (z.B. Wakonigg 1978, Malberg 2007, Pretenthaler et. al. 2010, usw.).

Der Schwerpunkt der Auswertung liegt bei den meteorologischen Parametern Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Der Vollständigkeit halber werden in den Grundlagen auch die Parameter Luftfeuchtigkeit, Globalstrahlung und Niederschlag behandelt, da in der Sichtung und Ausarbeitung der Daten auch diese Elemente vorgekommen sind.

Im Folgenden werden die wichtigsten meteorologischen Parameter und deren Einflussfaktoren dargestellt.

### **2.1 Lufttemperatur**

Die Temperatur ist physikalisch eine Maßzahl für den Wärmezustand eines Körpers. Sie beschreibt die fühlbare Wärmeenergie und hängt physikalisch mit der Bewegungsenergie der Moleküle zusammen. Somit steigt bei einer Zunahme der Bewegungsenergie der Luftmoleküle die Lufttemperatur an. Gemessen wird die Lufttemperatur in Grad Celsius (°C), Temperaturdifferenzen werden in Kelvin (K) angegeben. (nach Malberg 2007, S.9 und Wakonigg 2010a, S.4)

Die räumliche Verteilung der Lufttemperatur ist von mehreren Faktoren abhängig, die im Folgenden aufgezeigt werden und hauptsächlich nach Wakonigg 2010a, Pretenthaler 2010 und Barry 2008 abgeleitet sind.

## **Seehöhe**

Die Lufttemperatur nimmt in der Troposphäre im Allgemeinen mit der Höhe ab. Zurückzuführen ist dies auf die positive Strahlungsbilanz der Erdoberfläche und die negative Strahlungsbilanz der Atmosphäre, sowie dem adiabatischen Temperaturgradienten. Dieser besagt die Abkühlung vertikal bewegter Luft beim Aufsteigen und Erwärmung beim Absinken. Angegeben wird der vertikale Temperaturgradient in Kelvin pro Hektometer. Für die Alpen wird ein angenäherter Jahresdurchschnitt von  $0,5 \text{ K}\cdot\text{hm}^{-1}$  angegeben. Es darf jedoch kein allgemein gültiger Wert angegeben werden, da die Faktoren der Strahlungsbilanz und Luftbewegung räumlich und zeitlich variieren.

## **Gelände**

Die Reliefgestaltung mit Becken und Hohlformen kann zu einer Ausbildung von „Kaltluftseen“ führen. Dies spiegelt sich in Nacht- und Wintertemperaturen und kalten Extremwerten bei der Lufttemperatur wieder. Oft sind dann Temperaturinversionen zu beobachten, bei denen die Temperatur mit der Höhe, über die Mächtigkeit der Inversion zunimmt.

## **Zentral-peripherer Formenwandel**

Durch diesen Faktor kommt es zu einer Abnahme der Nacht-, Winter- und Tiefsttemperaturen und einer Zunahme der Tages-, Sommer- und Höchsttemperaturen im Gebirgsinnern, im Vergleich zu Lagen am Gebirgsrand, bei gleichen geographischen Gegebenheiten. Es kann auch mit einem kontinentaleren Klima im Gebirgsinneren beschrieben werden, wobei die Randbereiche mehr ozeanisch beeinflusst sind.

## **Geographische Breite**

Die Änderung der Lufttemperatur mit der geographischen Breite beschreibt die Abnahme der Temperatur vom Äquator zum Nordpol hin (im Jahresmittel etwa  $49\text{K}$ ). Bei der geringen Ausdehnung des Untersuchungsgebietes im Johnsbachtal kann dies aber vernachlässigt werden.

## **Luftmassen**

Durch sogenannte „Fremdwitterung“ (allochthone Witterung) stoßen Luftströmungen aus anderen Regionen in das Ankunftsgebiet vor und führen so zu ähnlichen Verhältnissen der Witterung und Temperatur, wie im Herkunftsgebiet. So wirken zum Beispiel atlantisch-maritime Luftmassen ausgleichend, d.h. im Winter bringen sie eine Erwärmung und im

Sommer eine Abkühlung. Zusätzlich können noch Föhn- und Staueffekte auftreten, die zu regional unterschiedlichen Temperaturverteilungen führen.

### **Exposition und Untergrund**

Die Exposition und die Eigenschaften des Untergrundes (Bodenfeuchte, Bewuchs, Schneedecke, usw.) sind Faktoren, die hauptsächlich auf lokaler Skala eine Rolle spielen. Die Exposition spielt eine wichtige Rolle im Hochgebirge, da südexponierte Hänge mehr Sonne abbekommen als nordexponierte und daher auch die Temperaturverteilungen unterschiedlich ausfallen.

## **2.2 Luftfeuchtigkeit**

Die Luftfeuchte ist das Maß für die Menge an Wasserdampf in der Atmosphäre. Es gibt verschiedene Maßzahlen für die Luftfeuchte. Eine davon ist die relative Feuchte oder relative Luftfeuchtigkeit. Sie gibt das Verhältnis zwischen der Masse an Wasserdampf, die tatsächlich in der Luft enthalten ist und der Masse an Wasserdampf, die maximal enthalten sein kann, bei einer bestimmten Temperatur an. Die Angabe erfolgt in Prozent. Erreicht die relative Feuchte einen Wert von 100%, so ist der Sättigungsdampfdruck erreicht und es tritt in der Regel Kondensation ein. Die Luftfeuchtigkeit nimmt im Allgemeinen mit der Seehöhe zu. (Podesser 2010b, S.4-5)

## **2.3 Globalstrahlung**

Die Sonne gilt als Hauptenergiequelle für das Wettergeschehen auf der Erde. Die auf der Erdoberfläche ankommende Strahlung setzt sich zusammen aus der direkten Sonnenstrahlung und der diffusen Himmelsstrahlung (durch Streuung und Reflexion ankommende, indirekte Strahlung). Die aus beiden Komponenten zusammengesetzte Gesamtstrahlung wird als Globalstrahlung bezeichnet. Ihr Betrag ( $\text{W/m}^2$  bzw.  $\text{Wh/m}^2$ ) gibt an, welche Strahlungsenergie von einer Fläche auf der Erde empfangen und in Wärme umgewandelt werden kann. Dies spielt eine wichtige Rolle bei der Planung und dem Einsatz von Sonnenkollektoren und Solaranlagen zur Energiegewinnung. In unserer Klimazone liegen die absoluten Höchstwerte für die Tagessumme der Globalstrahlung bei ca.  $8700 \text{ Wh/m}^2$ . (Malberg 2007, S.45)



Durch die Atmosphäre kommt es zu einer Abschwächung der Strahlung, die vom Einfallswinkel und der Länge des zurückgelegten Weges abhängig ist. Somit ist die Strahlungsintensität an einem Punkt der Erdoberfläche von der geographischen Breite, der Seehöhe und dem Jahresgang der Sonne abhängig. Für die Unterscheidung auf kleinem Raum, wie im Untersuchungsgebiet Johnsbachtal, sind jedoch die folgenden Klimafaktoren ausschlaggebend. (Podesser 2010a, S.4-5)

### **Relief**

Bei niedrigen Sonnenständen führt eine Abschattung durch Horizontüberhöhung (Horizontabschattung) zu Strahlungsverlusten bei der direkten Sonneneinstrahlung. Auch die Einschränkung des umgebenden Sichtfeldes führt zu einer Verringerung der diffusen Himmelsstrahlung.

### **Exposition und Untergrund**

Hangausrichtung (Exposition) und Hangneigung (Inklination) sind wichtige Faktoren und wirken sich direkt auf die Strahlungswerte an diesen Positionen aus. In Verbindung mit dem Tages- und Jahresgang der Sonne lassen sich so beispielsweise Sonnen- und Schattenhänge differenzieren.

Die Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst über deren Albedo den Nettostrahlungsgewinn einer Fläche. Die Oberflächenbedeckung ist wiederum abhängig von der Exposition, Inklination und der Sonneneinstrahlung. In sonnenexponierten Lagen ist zum Beispiel anderer Bewuchs zu finden, als in weniger günstigeren Expositionen.

## **2.4 Windverhältnisse**

Unter Wind versteht man bewegte Luftmassen. Ausschlaggebend für die Entstehung von Wind sind Luftdruck- und Dichteunterschiede. Der Wind ist eine dreidimensionale, vektorielle Größe, die aus zwei horizontalen und einer vertikalen Komponente besteht. In Bodennähe, wo die Messungen der Windgeschwindigkeit und Windrichtung erfolgen, ist die vertikale Komponente relativ gering, deshalb werden Windverhältnisse in der Regel nur durch den Horizontalanteil dargestellt. Beispiel für eine solche Darstellung wäre eine Windrose. Durch unterschiedliche Erwärmung der Erdoberfläche entstehen Druckunterschiede in der Atmosphäre, die zur Bildung von Hoch- und Tiefdruckgebieten führen (Antizyklonen und

Zyklonen), die in der Folge über den Druckausgleich zur Entstehung von Wind führen. Das Windfeld wird in bodennahen Schichten modifiziert. So haben die Rauigkeit der Erdoberfläche und die vertikale thermische Schichtung Einfluss auf die Windströmungen. Auf kleinerer Skala kann es zu Überlagerungen mit regionalen und lokalen Windsystemen kommen. Hier sind thermische Winde und Berg- und Talwindsysteme zu erwähnen, deren Ausprägungen stark von den Tageszeiten abhängig sind. Regionale Systeme unterscheiden sich von Lokalen insofern, dass sie größere Gebiete umfassen und in der Regel durch Druckunterschiede entstehen. Lokale Systeme, wie zum Beispiel Hangauf- oder Abwinde, sind hauptsächlich auf Dichteunterschiede zurückzuführen. (Podesser 1996, S.36-48)

Es bleibt zu erwähnen, dass bei der Messung des Windes die Lage der Mess-Station entscheidend ist, da Oberflächenobjekte in der Nähe das Windfeld durch die Oberflächenreibung beeinflussen bzw. ablenken können.

Vereinfacht lässt sich folgende Aussage treffen: Durch die Reibungskraft in Bodennähe wird der Wind am stärksten abgebremst. Mit der Höhe nimmt die Windgeschwindigkeit bis zur atmosphärischen Grenzschicht zu.

## **2.5 Niederschlag**

Nach Auer et. al. 2003, S.61 wird der Niederschlag wie folgt definiert:

*„Als Niederschlag bezeichnet man das aus der Atmosphäre ausfallende Wasser, das sich aus dem in der Luft vorhandenen Wasserdampf durch Kondensation bzw. Sublimation bildet. Prinzipiell unterscheidet man zwischen fallenden (Regen, Schnee, Niesel, Eiskörner, Griesel, Reifgraupel, Frostgraupel, Hagel, etc.), abgesetzten (Tau, Reif, Raureif, etc.) und abgelagerten Niederschlagsformen (Schneedecke, Glatteis, etc.).“*

Der fallende Niederschlag tritt am häufigsten auf und ist messtechnisch relativ leicht zu erfassen. Eine weitere Unterteilung erfolgt in flüssigen (Regen) und festen (Schnee) Niederschlag. Die Messung wird aber zunehmend schwieriger, je weiter in das Hochgebirge vorgedrungen wird, hauptsächlich aufgrund erhöhter Windgeschwindigkeiten. In solchen Fällen muss entschieden werden, ob bei „extremen“ Standorten eine Messung überhaupt noch sinnvoll ist. Wie bei den anderen Klimatelementen hängt die räumliche Verteilung des

Niederschlags von einigen Faktoren ab. Die wichtigsten Abhängigkeiten werden im Folgenden aufgezeigt.

### **Seehöhe**

Mit zunehmender Seehöhe und damit zunehmender Windgeschwindigkeit kann mehr feuchte Luft transportiert werden als bei Verhältnissen mit geringeren Windgeschwindigkeiten. Durch den erhöhten Transport an feuchter Luft nach oben, führt dies zu häufigeren bzw. intensiveren Niederschlagsereignissen. Der Niederschlag nimmt also mit der Seehöhe zu.

### **Zentral-peripherer Formenwandel**

Der zunehmende kontinentale Klimaaspekt zum Innern der Gebirgszüge hin, bewirkt auch eine Abnahme des Niederschlages bei gleichen geographischen Gegebenheiten.

### **Relief**

Das Relief hat durch die Entstehung von Stauniederschlägen Einfluss auf die Menge des Niederschlages. Die Steiermark hat einen großen Anteil am Nordstaugebiet (vgl. Kapitel 3.3), was sich durch das Auftreten der Nordstauniederschläge äußert. Somit ergibt sich für die Steiermark eine generelle Abnahme des Niederschlages von Nord nach Süd. In der südlichen Steiermark jedoch lässt sich der maritime Einfluss des Mittelmeers erkennen und kann sich wieder in erhöhten Niederschlagsmengen äußern.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass für die Witterung und das Klima des Hochgebirges im Untersuchungsgebiet die Faktoren Seehöhe, Gelände und Exposition eine wesentliche Rolle spielen. Während die Lufttemperatur und der Luftdruck mit zunehmender Seehöhe abnehmen, ist eine Zunahme bei Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit und Niederschlag zu beobachten.

### 3. Das Untersuchungsgebiet

#### 3.1 Lage und Beschreibung

Das Johnsbachtal ist ein lang gestrecktes Hochtal und es liegt in den Ennstaler Alpen (Gesäuse, Steiermark). Begrenzt wird es im Süden von den Eisenerzer Alpen und in den anderen Himmelsrichtungen von den südlichen Gesäusebergen. Geprägt ist der Verlauf des Seitentales durch den Johnsbach, der südlich des Durchbruchstaes der Enns fließt. Das Johnsbachtal liegt zum größten Teil innerhalb des Gemeindegebietes Johnsbach.

Die Gemeinde Johnsbach gehört zum politischen Bezirk Liezen in der Obersteiermark. Mit 141 Einwohnern und einer Fläche von 97,71 km<sup>2</sup> zählt die Gemeinde zu den am dünnsten besiedelten Gebieten der Steiermark, mit einer Bevölkerungsdichte von unter zwei Einwohnern pro Quadratkilometer. (Stand: 2013, Statistik Austria 2014). Ab 1. Jänner 2015 soll die Gemeinde, im Zuge der steiermärkischen Gemeindefeststrukturreform, mit Hall, Admont und Weng im Gesäuse zusammengeschlossen werden. Abbildung 1 zeigt die Lage der Gemeinde innerhalb der Steiermark.

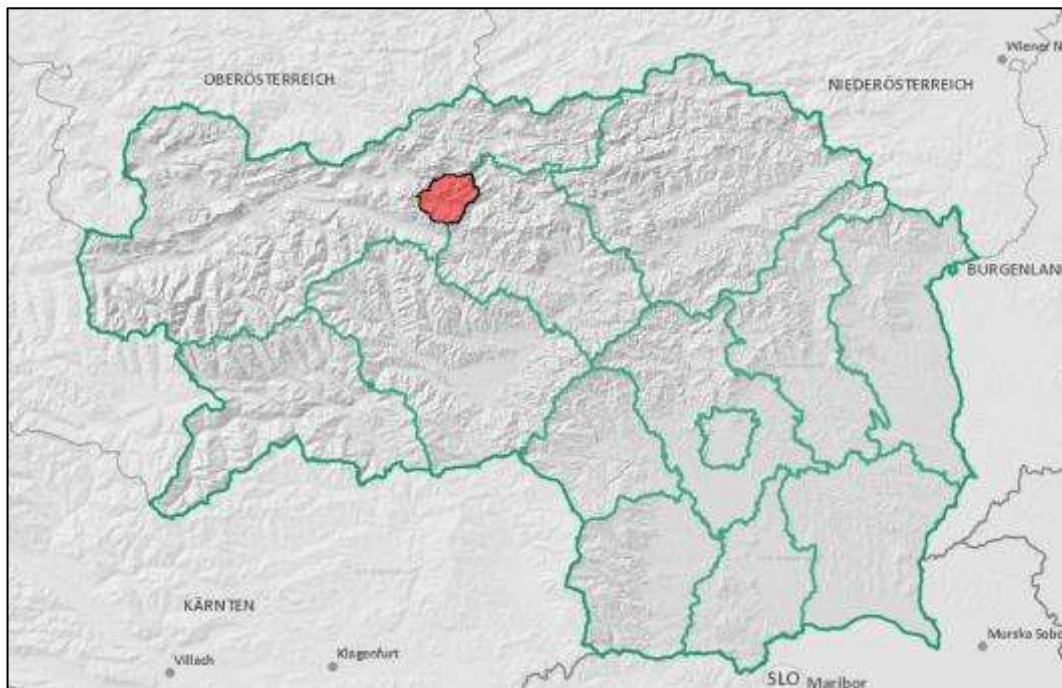


Abbildung 1: Lage der Gemeinde Johnsbach innerhalb der Steiermark (Quelle: GIS-Steiermark 2014)

Der tiefste Punkt liegt auf 521 m Seehöhe und befindet sich bei der Hartelsgrabenbrücke, an der Mündung des Hartelsbaches in die Enns. Die höchste Erhebung in der Gemeinde ist das Hochtorn mit 2369 m Seehöhe, das gleichzeitig der höchste Gipfel der Gesäuseberge ist. Der Nordabsturz des Hochtornstockes weist eine der größten Reliefenergien in den Ostalpen auf und das Landschaftsbild wird vom Hochgebirge dominiert. (Hasitschka 2010, S.9)

Das Johnsbachtal ist in mehrerer Hinsicht ein außerordentlich vielfältiges Gebiet. Zu nennen sind zum Beispiel der geologische Formenschatz, die Reliefenergie, die morphologischen und hydrologischen Prozesse oder die Gradienten der klimatischen Bedingungen. Diese außerordentliche Vielfalt an Formen und Prozessen macht das Tal zu einem geomorphologisch und klimatisch interessanten Forschungsgebiet. Zusätzlich sind auch die sozioökonomischen Faktoren vielfältig: Wald- und Forstwirtschaft, Almwirtschaft, Wasserwirtschaft und Tourismus (Wandern, Skitouren), um einige zu nennen. (Strasser 2011, S.12, nach: Lieb/Premm 2008)

Johnsbach hat mit etwa 50%, einen erheblichen Anteil am Nationalpark Gesäuse. Dieser wurde 2002 gegründet und die Nationalparkflächen sind besonders geschützt und sollen in ihrem natürlichen Zustand verbleiben.

Abbildung 2 zeigt eine Übersichtskarte der Gemeinde, in der sich zwei erwähnenswerte Gewässer befinden. Zum einen ist dies der Johnsbach, der für den Talverlauf verantwortlich ist. Er entspringt auf einer Seehöhe von 1500 m in den Eisenerzer Alpen und hat ein Einzugsgebiet von 65,2 km<sup>2</sup>. Bei einer Lauflänge von 13,5 km und der überwundenen Höhendifferenz von 920 Metern mündet er in die Enns. Das einzige stille Gewässer des Nationalparks ist der Sulzkarsee. Er liegt auf einer Höhe von 1450 Meter in der Moränenlandschaft und wird durch unterirdische Quellen gespeist. (Seiss 2005, S.12)



Abbildung 2: Übersichtskarte der Gemeinde Johnsbach (Kartengrundlage: GIS-Steiermark 2014)

### 3.2 Geologische Übersicht

Geologisch hat die Gemeinde Anteil an zwei großen Gebirgsformationen. Im Norden finden sich die Kalke und Dolomiten der nördlichen Kalkalpen während im Süden die silikatischen Gesteine der Grauwackenzone zu finden sind. Die Dolomite treten vor allem im unteren Johnsbachtal auf und geben der Landschaft eine schroffe Form mit Schluchten und Klammen. Im Gegensatz dazu geben die Gesteine der Grauwackenzone im Süden dem oberen Johnsbachtal eine sanfte Form und stehen im Kontrast zu den karbonatischen Gesteinen. Das obere bzw. innere Johnsbachtal bildet die Grenze der beiden Formationen, wie es in der Abbildung 3 gut erkennbar ist.

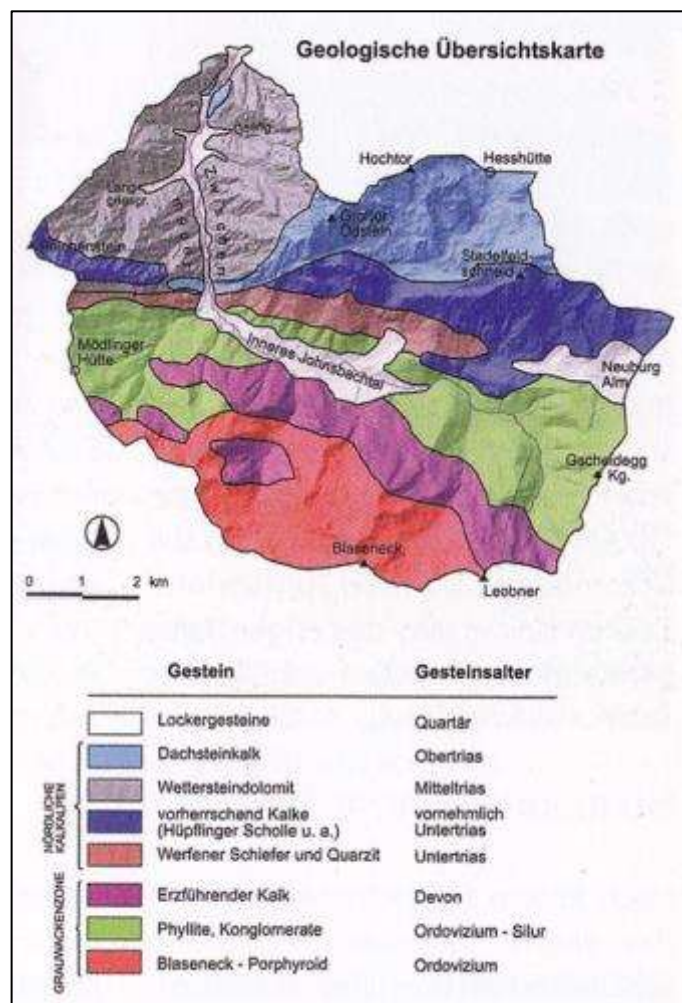


Abbildung 3: Geologische Übersichtskarte des Einzugsgebietes Johnsbach (Quelle: Lieb/Premm 2008, nach Ampferer 1935)

Die geologischen Rahmenbedingungen und die klimatischen Bedingungen führen zu einer aktiven Morphodynamik, die besonders in Hinblick auf Naturgefahren, einen sensiblen Raum darstellt. (Lieb/Premm 2008, S.12)

## **3.3 Das Klima**

### **3.3.1 Allgemeiner Charakter**

Aufgrund der Lage von Johnsbachtales, kann es witterungsklimatologisch nach Wakonigg 1978 zum Nordstaugebiet zugeordnet werden. Dieses kennzeichnet sich dadurch, dass vor allem Strömungen aus westlichen bis nördlichen Richtungen für das Niederschlagsgeschehen verantwortlich sind. Die Luftmassen sind in der Regel feuchte Luftmassen atlantischer Herkunft (Nordströmung, Nordwestströmung, Westströmung), die vorher nicht durch Gebirgsketten abgeschwächt wurden. Die Hochlagen klassifizieren sich damit zu einem niederschlags- und schneereichen Gebirgsklima. Die Ausbildung eines sekundären Niederschlagsmaximums im Winter führt zu einer langen Periode mit Schneebedeckung, die auch in den Tallagen durch anhaltende Niederschläge im Frühjahr verlängert werden kann. Generell gelten auch die Täler als niederschlagsreich und unterscheiden sich von den Hochlagen hauptsächlich durch höhere Temperaturen aufgrund des Höhenunterschiedes. Im Sommer sorgen lang anhaltende Tiefdrucklagen für Niederschlagsreichtum. Es lässt sich ein sommerliches Niederschlagsmaximum beobachten. Schönwetterlagen treten am ehesten im Herbst auf, und sind durch Beständigkeit und wenig Niederschlag gekennzeichnet. In den Beckenlagen bilden sich im Herbst und Winter häufig „Kaltluftseen“ durch Temperaturinversion (Temperaturumkehr) aus.

Die vorgelagerten Kalkalpen bieten dem Untersuchungsgebiet eine gewisse Abschirmung, weswegen es nicht der Kernzone des Nordstaugebietes zuzuordnen ist. Die oben genannten Eigenschaften für das Nordstaugebiet treten abgeschwächt auf, was sich zwar nicht über die Niederschlagshäufigkeit, jedoch über eine geringere Niederschlagsmenge äußert. Generell lässt sich dem Klima ein etwas kontinentalerer Charakter zuordnen.

### **3.3.2 Klimaregion Johnsbachtal**

In Admont und Hieflau gibt es amtliche Mess-Stationen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Durch langjährige Klimamittelwerte und der Einteilung in Klimalandchaften nach Wakonigg 1978, lässt sich das Klima der Region wie folgt einteilen:

Admont, gelegen in der Region des oberen Ennstals zeichnet sich durch ein winterkaltes und wenig sommerwarmes Talbecken-Klima aus. Die Niederschlagshäufigkeit ist gegenüber dem Nordstaugebiet wenig verringert, die Niederschlagsmengen sind jedoch geringer. Die Nebelhäufigkeit ist groß, und nimmt von Westen nach Osten zu. Im Winter treten häufig Inversionen auf. (vgl. Wakonigg 2012a)



Hieflau zählt zu den mäßig winterkalten Talklimaten der nördlichen Kalkalpen. Es treten mäßig warme Sommer und mäßig kalte Winter auf und es herrscht Niederschlags- und Schneereichtum.

Hieflau ist ozeanisch beeinflusst, und thermisch begünstigter als Admont, was sich in der Jahresmitteltemperatur widerspiegelt: Hieflau: 7,6°C, Admont: 6,6°C. In Hieflau treten auch weniger Frosttage im Jahr auf. In diesem Gebiet ist eine Zunahme der Niederschläge von Ost nach West typisch. Aus den 30-jährigen Messungen ergeben sich in Admont Jahresmittelwerte von 1400 mm und in Hieflau 1567 mm pro Jahr. (ZAMG 2014)

Wegen der Lage des Johnsbachtales treten einige Unterschiede in den Klimaelementen auf, die vor allem auf die Seehöhe und das Relief zurückzuführen sind. Wegen der höheren Lage des Talbodens (600 bis 700 m Seehöhe) sollten auch tiefere Temperaturen als in Admont vorherrschen, da die Temperatur im Allgemeinen mit der Höhe abnimmt. In den Hochgebirgslagen liegen die Jahresmitteltemperaturen unter 0°C, bei „harschen“ Klimabedingungen. Im Gesäuse selbst herrscht, durch die markante Abschirmung und die hohe Reliefenergie, ein Schluchtenklima vor. Dies wirkt sich in ausgeglichenen Temperaturverhältnissen, gedämpften Temperaturextremen, scharfen Kontrasten in der Besonnung (durch die Beschattung von Abschnitten) und der Dauer der Schneedecke aus. Dabei ist das obere Johnsbachtal, im Gegensatz zum Unteren, etwas breiter und gleicht eher einem Talbeckenklima. Die tageszeitlichen Gegensätze sind stärker und es tritt häufiger Nebel auf. Die Inversionsgefährdung ist ebenfalls höher, jedoch nicht so oft wie im zentralen Ennstal. (vgl. Land Steiermark 2014 und Seiss 2005)

### **3.4 Integrative Kooperationsplattform Johnsachtal**

Das Projekt „Integrative Kooperationsplattform Johnsachtal“ wurde initiativ im Jahre 2009 vom Institut für Geographie und Raumforschung der Universität Graz ins Leben gerufen. Unter der Leitung von Univ. Prof. Dr. Ulrich Strasser wurde ein interdisziplinäres Projekt entwickelt, aus dem nicht nur universitär, sondern auch regional Nutzen gezogen werden sollte. Neben der natur- und geisteswissenschaftlichen, raumbezogenen Forschung des Institutes wurden andere Forschungsgruppen eingeladen sich zu beteiligen, um mit einer integrativen Herangehensweise einen Mehrwert zu erreichen. Durch Networking und Lobbying wurden Partner aus verschiedenen Fachrichtungen für das Projekt gewonnen, welches in diesem Zuge „Integrative Kooperationsplattform Johnsachtal“ genannt wurde. (Strasser 2011, S.13)

Folgende Institutionen stehen bei dem Projekt in Kooperation und helfen, mit ihrer gegenseitigen Unterstützung, es ständig voranzubringen:

- Universität Graz
- Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel
- Technische Universität Graz
- Verwaltung des Landes Steiermark (FA 17A, 17C und 19), Graz
- Wasserwirtschaft Land Steiermark
- LTER Austria (Austrian Long-Term Ecosystem Research Network)
- ZAMG und Lawinenwarndienst Steiermark, Graz
- WLW Wildbach- und Lawinenverbauung, Liezen
- Joanneum Research (Forschungsgruppe Wasserressourcen-Management), Graz
- Nationalparkverwaltung Gesäuse, Weng
- Nationalparkverwaltung Berchtesgaden
- Bergsteigerdörfer
- Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-Gumpenstein
- Regionales Fachdidaktikzentrum Geographie und Wirtschaftskunde
- Umweltbildungszentrum Steiermark
- Gemeinde Johnsachtal
- ENVESTA GmbH, Admont
- Umweltmesstechnik Pils, Graz

Voraussetzung für die fachliche Auseinandersetzung mit dem Naturraum Johnsbachtal ist ein langjähriges Umweltmonitoringprogramm. So wurde im Zuge des Projektes eine Infrastruktur zur Messung von Klimadaten errichtet. Im Gebiet Johnsbach und Umfeld befanden sich bereits meteorologische Mess-Stationen der ZAMG, Nationalparkverwaltung und des Lawinenwarndienstes. Um einer möglichst repräsentativen Abdeckung der klimatischen Verhältnisse im Johnsbachtal gerecht zu werden, wurden mittlerweile fünf weitere Klimastationen und eine Pegelmessung beim Johnsbach errichtet, deren Daten seitdem aufgezeichnet werden und verschiedenen Arbeitsprojekten mit unterschiedlichen Forschungsfragen zu Verfügung stehen (Stationsübersicht in Tabelle 1 ersichtlich).

*Tabelle 1: Übersicht der Klimastationen*

<b>Bezeichnung</b>	<b>Betreiber</b>	<b>Seehöhe</b>
Oberkainz	Universität Graz	920
Kölblwiese	Universität Graz	860
Schröckalm	Universität Graz	1344
Blaseneck	Universität Graz	1969
Zinödl	Universität Graz	2191
Weidendom	Nationalpark Gesäuse	590
Gscheidegg	Nationalpark Gesäuse	1690
Tamischbachturm 1	Lawinenwarndienst	1431
Tamischbachturm 2	Lawinenwarndienst	1952
Admont	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik	637

Auch die Aufgabenverteilung über das Infrastrukturnetz ist interdisziplinär und kooperativ. Für die Errichtung und Wartung der Stationen der Universität Graz ist die Firma Umweltmesstechnik Pilz zuständig, die ZAMG bzw. der Lawinenwarndienst geben Hilfestellung bei den Wartungsarbeiten (z.B. das Befreien der Messgeräte von Eis im Winter) und um das Datenmanagement kümmert sich das Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel. Ansprechpartner für das Projekt sind Univ. Prof. Dr. Oliver Sass am Institut für Geographie und Raumforschung und Univ.-Prof. Dr. Gottfried Kirchengast für das Wegener Zentrum. Obwohl die Daten bereits in diversen Projekten verwendet werden, ist es notwendig den Projektpartnern einen leichten Zugang zu ermöglichen. Eine Internetplattform zur Dateneinsicht ist derzeit in Bearbeitung. Dafür müssen die Messwerte zuerst in der Datenbank des Wegener Zentrums gesammelt werden. Die Mithilfe dabei kann als ein Schwerpunkt dieser Arbeit angesehen werden und dient als Grundstein für die Errichtung des Datenportals.

### 3.5 Das Stationsnetz

Bisher wurden in Europa schon verschiedene Gebiete mit Mess-Stationen für Umweltmonitoring ausgestattet. Beispiele dafür sind Forschungsprogramme wie TERENO (Terrestrial Environmental Observatory) in Deutschland oder HOBE (Hydrological Observatory) in Dänemark. Solche Untersuchungsgebiete sind wegen ihrer geografischen Lage oft in niederen Seehöhen zu finden. Das Besondere bei dem Projekt im Johnsbachtal ist, dass es als Monitoringprogramm im Hochgebirge angesehen werden kann, da sich momentan 67% der meteorologischen Stationen in einer Seehöhe von über 1300 m befinden. Bevor die Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal ins Leben gerufen wurde, gab es bereits Klimamess-Stationen im Untersuchungsgebiet, die von der ZAMG, dem Lawinenwarndienst und der Nationalparkverwaltung Gesäuse betrieben werden. Dies sind zum Beispiel die Hochgebirgsstationen am Gscheideggkogel (1690 m) und Tamischbachturm 2 (1952 m). Im Zuge des Projektes wurden weitere Stationen errichtet, um ein räumlich möglichst gutes und dichtes Mess-Netz zu erhalten. In Abbildung 4 ist die Lage der Klimastationen im Untersuchungsgebiet ersichtlich.

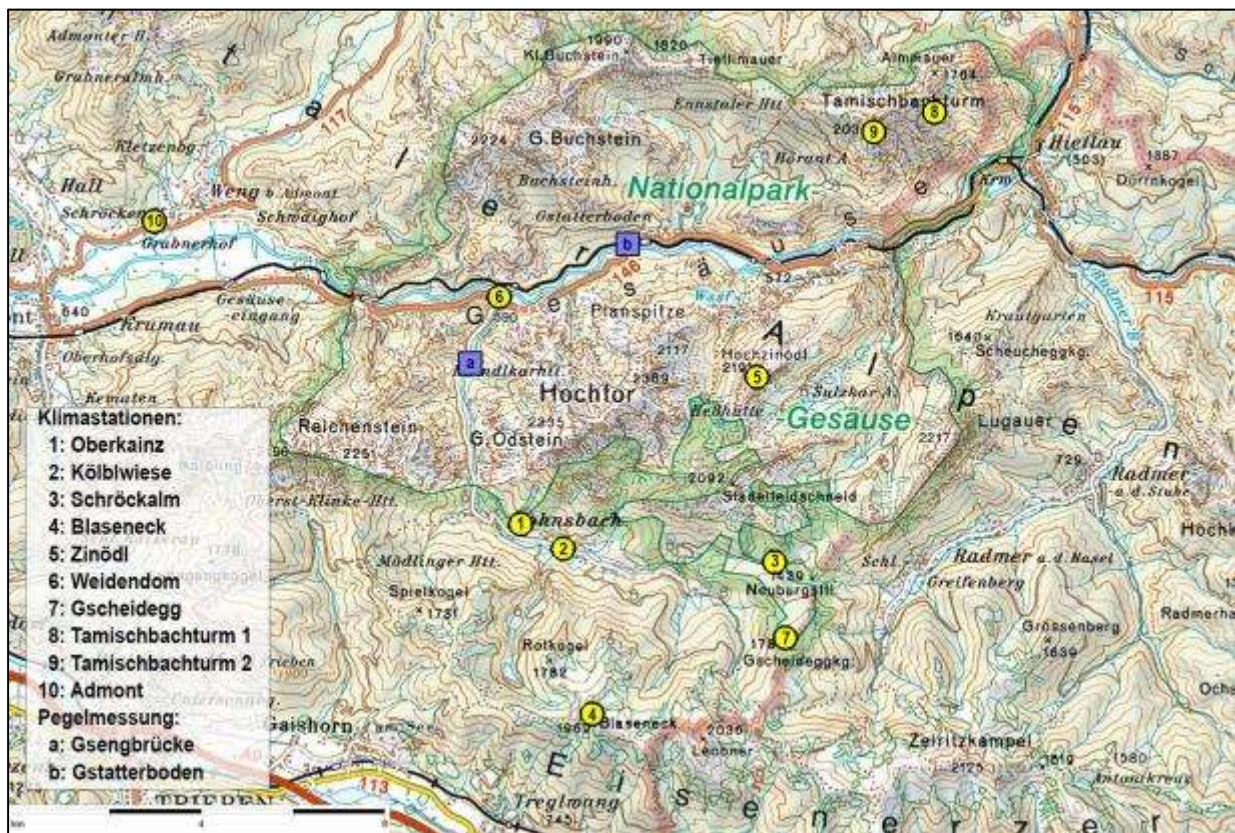


Abbildung 4: Übersicht der Klimastationen (Kartengrundlage: ÖK200, Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen)

Bei der Planung und Errichtung von Stationen in diesem Gebiet gelten die Höhenlage, die sich in den harschen Klimaten des Hochgebirges widerspiegelt, und die schwere Zugänglichkeit zur Infrastruktur als limitierende Faktoren. Dies ist immer mit höheren Kosten verbunden als bei vergleichsweise leicht erreichbaren Standorten im Talgebiet. So wurde ein Kompromiss zwischen der Anzahl der Mess-Stationen und dem zu erwartenden Aufwand für die Betreuung und Wartung gefunden. Tabelle 2 zeigt eine Übersicht aller Stationen des Projektes mit den zugehörigen aufgezeichneten Messparametern.

Die Station am Gipfel des Hochzinödl (2191 m) wurde im Sommer 2009 in Kooperation der Universität Graz, der Nationalparkverwaltung, dem Lawinenwarndienst Steiermark und der Firma Umweltmesstechnik Pilz errichtet. Die Station wird über ein Solarpaneel mit Strom versorgt und zeichnet die Messparameter Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Globalstrahlung und Gesamtstrahlungsbilanz, in einer zeitlichen Auflösung von 10 min, auf. Die Daten werden über einen GPRS Modem gesendet.

Eine zweite Gipfelstation wurde 2011 am Blaseneck (1969 m) errichtet. Es werden die gleichen Messparameter aufgezeichnet, wie am Hochzinödl. Aufgrund der „extrem“ exponierten Lage der beiden Stationen Zinödl und Blaseneck, in Bezug auf die hohen Windgeschwindigkeiten, wurde auf eine Niederschlagsmessung verzichtet.

Die Station in Oberkainz (920 m) wurde Mitte 2010 errichtet und verfügt über eine 230 Volt Stromversorgung. Deshalb konnte hier eine beheizte Lösung der Niederschlagsmessung installiert werden. Zusätzlich wird die Schneehöhe gemessen.

Ebenfalls 2010 wurde auf der Schröckalm (1344 m) eine Klimamess-Station errichtet. Auch hier gibt es eine Niederschlagsmessung, die jedoch unbeheizt ist, da auch diese Station über Solar betrieben wird.

Die derzeit letzte meteorologische Station wurde Ende 2012 auf der Kölblwiese (860 m) aufgestellt. Es handelt sich um eine mobile Station, die zuvor im Probebetrieb an der Universität Graz stand. Die Stromversorgung erfolgt ebenso über ein Solarpaneel.

Eine Pegelmessung wurde 2011 an der Gsengbrücke errichtet, um die Wasserhöhe des Johnsbaches zu messen. An diesem Standort gibt es keine Möglichkeit zur Datenübertragung, da dort kein Empfang zustande kommt. Deshalb werden die Daten von der Firma Messtechnik Pilz regelmäßig abgeholt und an das Wegener Zentrum übermittelt.

Tabelle 2: Übersicht der Infrastruktur im Johnsbachtalgebiet

Station	Betreiber	Koordinaten		Höhe	seit	Messparameter										zeitl. Aufl.	Datenverfügbarkeit	
		RW	HW			T	F	Wg	Wr	N	G	Lw	weitere					
Oberkainz	Universität Graz	469745	5264853	920	2010	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Sh, Swe	10 min	Wegener Zentrum
Kölblwiese	Universität Graz	470666	5264323	860	2012	■	■	■	■	■	■	■	■	■	x		10 min	Wegener Zentrum
Schröckalm	Universität Graz	475260	5264030	1344	2010	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Sh		10 min	Wegener Zentrum
Blaseneck	Universität Graz	471294	5260729	1969	2011	■	■	■	■	■	x	■	■	■	x		10 min	Wegener Zentrum
Zinödl	Universität Graz	474880	5268052	2191	2009	■	■	■	■	■	x	■	■	■	x		10 min	Wegener Zentrum
Weidendom	Nationalparkverwaltung Gesäuse	469280	5269795	590	2006	■	■	■	■	■	x	■	■	■	Wh, Wt		1 h *	NP Gesäuse
Gscheidegg	Nationalparkverwaltung Gesäuse	475493	5262387	1690	2008	■	■	■	■	■	■	■	■	■	Sh, Sd		1 h *	NP Gesäuse
Tamischbachturm 1	Lawinenwarndienst Stmk.	478733	5273808	1431	2006	■	■	■	■	■	x	■	■	x	To, Sh, St0, St20, St40, St60	10 min	Lawinenwarndienst und Wegener Zentrum (seit 2013)	
Tamischbachturm 2	Lawinenwarndienst Stmk.	477416	5273381	1952	2006	■	■	■	■	■	x	■	■	x	x		10 min	Lawinenwarndienst und Wegener Zentrum (seit 2013)
Admont	ZAMG	461722	5271382	637	2007	■	■	■	■	■	■	■	■	x	x		10 min	ZAMG
Gstatterboden	Hydrographischer Dienst	472077	5270943	580	2005	x	x	x	x	■	■	■	■	x	Wh, Wt		10 min	Hydrogr. Dienst
Gsengbrücke	Universität Graz	468513	5268285	633	2011	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Wh			Wegener Zentrum

Koordinaten in UTM 33N (WGS 84)

T = Lufttemperatur  
 To = Oberflächentemperatur  
 F = rel. Feuchte  
 N = Niederschlag  
 Wg = Windgeschwindigkeit

Wr = Windrichtung  
 G = Globalstrahlung  
 Lw = Gesamtstrahlungsbilanz  
 Sh = Schneehöhe  
 Swe = Schneewasseräquivalent

Stx = Schneetemperatur  
 Wh = Wasserstand  
 Wt = Wassertemperatur

\*) 10 min Werte als Grundlage für die Stundenmittelwerte

## **4. Methodik**

Diese Arbeit beschäftigt sich vorwiegend mit den Daten der meteorologischen Stationen im Johnsbachtal. Unter Berücksichtigung der Ziele ergibt sich ein Arbeitsablauf, der sich grob zweiteilen lässt.

Der erste Teil beschäftigt sich mit der Eingliederung der Daten in die Datenbank des Wegener Zentrums. Dies beinhaltet die Beschaffung der Daten mit genauen Zusatzinformationen zu den Mess-Stationen und die Mithilfe beim Errichten eines Interfaces zwischen dem Server und der Datenbank des Wegener Zentrums.

Der zweite Teil hat die witterungsklimatologische Auswertung der Messwerte zum Ziel. Es wurden für die Auswertung die Klimaelemente Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung gewählt. Dazu werden die Daten begutachtet, bereinigt und aufbereitet, um eine möglichst genaue Analyse der Klimaelemente zu ermöglichen. Es wird ein Beobachtungszeitraum gewählt, der auf der verfügbaren Datengrundlage basiert. Schließlich sollen an allen Stationen die Ergebnisse dargestellt werden und diese untereinander verglichen werden. Zur Prüfung der Plausibilität der Messwerte dient ein Vergleich der Stationen untereinander. Zusätzlich wird die amtliche Mess-Station der ZAMG in Admont für den Vergleich herangezogen.

In einer abschließenden Diskussion werden die Ergebnisse und die Datenqualität diskutiert. In den folgenden Unterkapiteln wird die genaue Methodik und der Ablauf erklärt.

### **4.1 Eingliederung der Daten in das WegenerNet**

#### **4.1.1 Hintergrund**

Nach Errichtung der Mess-Stationen durch die Universität Graz wurden die Daten vorerst an den Lawinenwarndienst Steiermark gesendet. Die Gipfelstationen Zinödl und Blaseneck waren von besonderem Interesse und wurden in das Lawinenwarnsystem integriert. Die anderen Stationen wurden zwischengespeichert.

Um die Daten den Projektpartnern zugänglich zu machen, mussten diese an einem zentralen Ort zusammengefasst werden. In diversen Gesprächen mit den beteiligten Partnern wurde festgelegt das Datenmanagement am Wegener Zentrum für globalen Wandel einzurichten. Im

Hinblick auf das bereits sehr erfolgreiche meteorologische Messnetz des Wegener Zentrums in der Süd-Ost Steiermark, war dies eine effiziente Lösung. So sollte das Hochgebirgsmessnetz im Johnsbachtal als Gegenstück zum Untersuchungsgebiet in der Süd-Ost Steiermark dienen.

Über das Jahr 2013 wurden zu diesem Zwecke die Mess-Stationen im Johnsbachtal konfiguriert, sodass die aktuellen Daten an das Wegener Zentrum und an den Lawinenwarndienst gesendet werden. Ebenfalls werden jetzt die Daten der beiden Stationen am Tamischbachturm (Schnee- und Windmessfeld) vom Lawinenwarndienst an das Wegener Zentrum weitergeleitet, um auch die aktuellen Messwerte dieser Stationen zur Verfügung zu haben.

Die Stationen des Nationalparks Gesäuse (Weidendom und Gscheidegg) waren zu diesem Zeitpunkt bereits in ein Datenportal integriert, das von der Firma Bogner & Lehner Messtechnik gemanagt wird. Deshalb wurden diese beiden Stationen vorerst nicht für die Datenbankintegration am Wegener Zentrum berücksichtigt.

#### **4.1.2 Arbeitsablauf**

Nach der Umstellung der Datensendung zum Wegener Zentrum wurden alle historischen Daten seit Beginn der Messungen erhoben. Die Daten liegen im Rohformat vor und wurden an das Wegener Zentrum weitergeleitet. Zusätzlich zu den Daten mussten die relevanten Metadaten zu den Stationen und Sensoren recherchiert werden. Dies beinhaltet Informationen wie Koordinaten, installierte Sensoren und deren Spezifikationen, Installationshöhen der Sensoren oder Grundstücksbesitzer. Die Informationen müssen so genau wie möglich sein, um die Integration in das Wegener Processing System zu gewährleisten (vgl. Kapitel 4.2.1). Die daraus entstehenden Stationsdatenblätter sind im Anhang zu finden.

Für die Integration in die Datenbank musste ein Interface geschrieben werden, welches die Werte aus den Rohdateien am Server liest und in die Datenbank abspeichert. Dafür wurde eng mit Herrn Dipl. Ing Fuchsberger, dem zuständigen Techniker am Wegener Zentrum, zusammengearbeitet. Für jede Station landet alle zehn Minuten eine Datei mit den aktuellen Messwerten am Server des Wegener Zentrums. Abbildung 5 zeigt ein Beispiel einer solchen Datei von der Station Schröckalm.



```
05100418_2014-01-01T01:02:28.csv
1 #05 35 000 00 0000 13 0 2014-01-01 01:02:33
2 DS:05100418
3 CF:11213141516171819101112
4 CI:Temperatur HW:Feuchte HK:CM&E oben KK:CM&E unten NN:OR Lite NN:Schnee WW:Wind WJ_HW:Wind WJ_NN:Wind WJ_MAX:Wind WJ_MIN:Niederschlag SUN:Ubat TW
5 CU:°C:° -F:W/m2:W/m2:cm:sr:Grad:m:s:Grad:cm:V
6 2014-01-01 01:00:00:2.8;15.4;-2;0;-4;0.2;0.31;888;0.84;842;0.0;13.0
7 #B1.C188968F
8
```

Abbildung 5: Rohdatei der Station Schröckalm vom 01.01.2014 um 01:00 Uhr

Das Interface wird mit der Programmiersprache Python in Heimarbeit erstellt und von Herrn Fuchsberger an das System des Wegener Zentrums adaptiert und anschließend werden die Daten in die Datenbank eingelesen.

## 4.2 Datenprozessierung

Die Daten liegen zum größten Teil im Rohformat vor und weisen somit Messausfälle und Fehlwerte auf. Speziell im harschen Klima des Hochgebirges kommt es des Öfteren zu Datenausfällen. So können zum Beispiel eingefrorene Sensoren im Winter oder Probleme mit den Sensoren und der Stromversorgung, wegen der schlechten Zugänglichkeit des Geländes, nicht sofort behoben werden. Um die Messdaten für die Analysen heranziehen zu können, müssen die Daten auf Fehlmessungen geprüft und korrigiert werden. Institutionen wie die ZAMG und das Wegener Zentrum haben für die Datenverarbeitung komplexe Programme, welche die Daten über mehrere Ebenen auf Fehler prüfen und korrigieren. Für diese Arbeit werden die Daten visuell vom Autor geprüft. Eine Einbindung in das automatisierte System des Wegener Zentrums, das WegenerNet Processing System, ist später geplant. Im Folgenden wird kurz auf das dieses System der Datenprüfung eingegangen, auf dessen Grundlage die visuelle Datenkorrektur in stark vereinfachter Form angewendet wird.

### 4.2.1 WegenerNet Processing System

Im Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel wird die Prozessierung von erhobenen Messwerten bis hin zu aufbereiteten Datenprodukten durch ein automatisiertes System, dem WegenerNet Processing System, übernommen. Ein integrativer Bestandteil des mehrschichtig aufgebauten WegenerNet Processing System ist die Prüfung der erhobenen Messwerte auf Plausibilität. Dies geschieht über das Quality Control System. Das System besteht aus sieben Kontrollschichten (Quality Control Layers) welche jeweils eine Qualitätskontrollmarke (Quality Control Flag) generieren. Durch diese QC-Flags wird die Plausibilität eines

Messwertes verdeutlicht, und in Folge kann die Qualität des gesamten Datensatzes abgeschätzt werden. (vgl. Kabas 2011, S.73 f)

Wie bereits erwähnt, umfasst das QCS sieben Kontrollschichten mit diversen Prüfalgorithmen. Die Prüfung erfolgt automatisch nach Überführung der Messdaten in die Datenbank. Tabelle 3 zeigt die Struktur der Prüfschichten, gefolgt von einer kurzen Erklärung.

*Tabelle 3: Struktur des Quality Control Systems mit Kontrollschichten; QC-Layer und Kontrollmarken (QC-Flag) (nach Kabas, 2011)*

Layer ID	QC-Layer
0	Prüfung auf Messbetrieb
1	Prüfung auf Datenverfügbarkeit
2	Prüfung der technisch sensorspezifischen Plausibilität
3	Prüfung der klimatologischen Plausibilität
4	Prüfung der zeitlichen Variabilität
5	Prüfung der Intra-Stations-Konsistenz
6	Prüfung der Inter-Stations-Konsistenz
7	Prüfung gegen externe Referenz

### **QC-Layer 0: Prüfung auf Messbetrieb**

Die Sensoren können für z.B. Wartungsarbeiten gezielt außer Betrieb gesetzt werden und müssen somit nicht weiter überprüft werden. Auf dieser Ebene werden die Betriebszeiten überprüft. (vgl. Kabas 2011, S.81)

### **QC-Layer 1: Prüfung auf Datenverfügbarkeit**

Liegen im Datensatz trotz Betrieb keine Aufzeichnungen vor, werden diese mit einem hohen Fehlwert von „-9999“ aufgezeigt. Diese Daten werden gekennzeichnet und nicht für die weitere Prüfung verwendet. (vgl. ebd., S.81)

### **QC-Layer 2: Prüfung der technisch sensorspezifischen Plausibilität**

Jeder Sensor hat laut Sensorspezifikation einen Grenzwertbereich für die gemessenen Werte. Liegt der Messwert außerhalb dieses Bereiches liegen technische Probleme vor. Es könnte der Sensor defekt sein oder es gibt Kontaktprobleme bei Kabeln oder Anschlussstellen. In dieser

Kontrollebene werden eindeutig fehlerhafte Werte markiert und in den nächsten Prüfschichten nicht weiter verwendet. (vgl. ebd., S.82)

### **QC-Layer 3: Prüfung der klimatologischen Plausibilität**

Hier werden die Messwerte auf klimatologische Plausibilität geprüft. Dies geschieht über Grenzwerte, die durch Mittelwerte und Extremwerte von mehrjährigen Klimadaten errechnet werden. Diese werden über einen Sicherheitsfaktor, der sich aus der Standardabweichung errechnet, erhöht. Verwendet werden langjährige Datenreihen von Mess-Stationen der ZAMG. Die betreffenden Messwerte werden markiert, aber für die weiteren Tests verwendet, da Messwerte außerhalb der Grenzwerte nicht eindeutig als Fehlmessungen zu bezeichnen sind. Weiteres werden nicht alle Parameter dieser Prüfung unterzogen, so wäre es z.B. für die Windrichtung nicht sinnvoll, da bei lokalen Windsystemen von Station zu Station unterschiedliche Verhältnisse herrschen. (vgl. ebd., S.82)

### **QC-Layer 4: Prüfung der zeitlichen Variabilität**

Dieser Layer besteht aus zwei Prüfungen über die zeitliche Veränderung der Messwerte. Die dafür festgelegten Grenzwerte beruhen wieder auf langjährigen Datensätzen. Das Grundprinzip dieser Prüfung, mit unterschiedlichen Zeitintervallen und verschieden festgelegten Grenzwerten ist wie folgt: Sollte ein Messwert eine zu hohe Veränderung zum vorangehenden Messwert in einem bestimmten Zeitintervall aufweisen, so liegt wahrscheinlich eine Störung vor. Wird über einen Zeitraum keine oder zu wenig Veränderung festgestellt, kann es sich auch um Fehlmessungen handeln. Es ist auch hier nicht sinnvoll die Prüfung auf alle Parameter anzuwenden. (vgl. ebd., S.83)

### **QC-Layer 5: Prüfung der Intra-Stations-Konsistenz**

Hier werden ausgewählte Messparameter der Station selbst miteinander verglichen. Es wird zum Beispiel geprüft ob die maximale Windgeschwindigkeit zu einem Zeitpunkt höher ist als die mittlere Windgeschwindigkeit. Sollte das nicht der Fall sein, sind die beiden Werte und deren zugehörige Windrichtungen als fehlerhaft anzusehen. Auf dieser Ebene gibt es mehrere Abfragen für die verschiedenen Parameter und deren Zusammenhänge. (vgl. ebd., S.85)

## **QC-Layer 6: Prüfung der Inter-Stations-Konsistenz**

Die Prüfung der Inter-Stations-Konsistenz beschreibt den Vergleich der Messwerte mit benachbarten Stationen im selben Messnetz. Die Auswahl der Vergleichsstationen ist Parameterabhängig und variiert in Entfernung, Höhendifferenz und Lage, es werden jedoch nur ähnliche und vergleichbare Standorte verwendet. Auch hier werden wieder Grenzwerte festgelegt und zutreffende Messwerte markiert. (vgl. ebd., S.86)

## **QC-Layer 7: Prüfung gegen externe Referenz**

Dieser Layer besteht vorrangig für die Luftdruckmessung. Es werden die Messwerte mit zwei externen ZAMG-Stationen im Messgebiet verglichen und dürfen (nach Korrektur der Messwerte auf die gleiche Seehöhe) eine gewisse Differenz nicht überschreiten. (vgl. ebd., S.88)

Nach erfolgreichem Durchlauf der Datenprüfung werden die Datenlücken mit verschiedenen Interpolationen gefüllt und die Daten weiter zu fertigen Datenprodukten aufbereitet. Ein Ausgabeprodukt wäre in diesem Fall das Datenportal des WegenerNet ([www.wegenernet.org](http://www.wegenernet.org)). Auf der Internetseite lassen sich die Messdaten des Untersuchungsgebietes in der Süd-Ost Steiermark in Tabellenform oder grafisch aufbereitet ausgeben.

### **4.2.2 Suche von Fehlwerten in den Daten (Quality Control)**

Für diese Arbeit werden die Daten visuell untersucht und aufbereitet. Dafür wird ein vereinfachtes Verfahren verwendet, welches als Grundlage das Quality Control System des WegenerNet verwendet.

Zuerst werden die Rohdaten, wenn nicht schon vorhanden, in Tabellenformat gebracht. Danach werden, die in Tabelle 4 dargestellten Arbeitsschritte angewandt, um Fehler in den Messwerten zu finden. Diese werden mit einer Marke (Flag) versehen, um später nachvollziehen zu können, bei welchem Prozessierungsschritt ein Messwert ausgeschieden wurde.

Tabelle 4: Ablauf bei der Suche nach Fehlwerten in den Messdaten

QC-Flag	Arbeitsschritt
1	Prüfung auf Datenverfügbarkeit
2	Prüfung der technisch sensorspezifischen Plausibilität
3	Prüfung der klimatologischen Plausibilität
4	Prüfung der zeitlichen Variabilität

### Arbeitsschritt 1: Prüfung auf Datenverfügbarkeit

Die Prüfung auf Datenverfügbarkeit beinhaltet zwei Schritte. Zuerst wird auf zeitliche Konsistenz überprüft. Über den gesamten Messzeitraum müssen alle Messzeitpunkte vorhanden sein (z.B. bei 10 min Mess-Schritten muss auch alle 10 min ein Wert vorhanden sein). Sind fehlende Werte über den gesamten Messzeitraum vorhanden, so werden diese markiert. Danach werden Messausfälle ausfindig gemacht. Diese werden meist durch einen sehr hohen oder sehr niedrigen Wert dargestellt. In diesem Fall ist dieser Fehlwert meist „-99“, wie in der Abbildung 6 ersichtlich ist.

DATUM	ZEIT	Temp1	FF km/h	DD	FFX km/h	DDX	QC
15.02.2014	08:30:00	5,8	19	177	23	173	
15.02.2014	08:40:00	5,6	20	173	24	176	
15.02.2014	08:50:00	5,5	22	175	27	180	
15.02.2014	09:00:00	5,4	24	165	30	152	
15.02.2014	09:10:00	5,7	25	149	38	147	
15.02.2014	09:20:00	-99	-99	-99	-99	-99	1
15.02.2014	09:30:00	-99	-99	-99	-99	-99	1
15.02.2014	09:40:00	-99	-99	-99	-99	-99	1
15.02.2014	09:50:00	-99	-99	-99	-99	-99	1

Abbildung 6: Ausfall der Messstation gekennzeichnet durch den Fehlwert „-99“, versehen mit der Quality Control Marke 1 (Station Blaseneck)

### Arbeitsschritt 2: Prüfung der technisch sensorspezifischen Plausibilität

Dieser Arbeitsschritt beschäftigt sich mit den technischen Spezifikationen des Sensorherstellers. Der Hersteller gibt für die Messgeräte einen möglichen Messbereich an. Es wird überprüft, ob die Messwerte innerhalb dieser Spezifikationen liegen. Trifft dies nicht zu, muss es sich um einen Fehlwert handeln. Abbildung 7 zeigt Fehlmessungen bei der

Gesamtstrahlungsbilanz der Station Zinödl. Die Werte liegen deutlich außerhalb der Spezifikation des Herstellers. Es handelt sich wahrscheinlich um einen defekten Sensor, oder um kaputte Kabelverbindungen. Die Werte werden mit der Quality Control Marke 2 versehen.

DATUM	ZEIT	Temp1	Feuchte1	CMA	nrlite
19.06.2012	15:50:00	16,2	72,8	702	-19394
19.06.2012	16:00:00	16,5	71,8	788	-19506
19.06.2012	16:10:00	16,4	71,5	707	-19194
19.06.2012	16:20:00	16,3	73,8	547	-19094
19.06.2012	16:30:00	17,3	71,8	637	-18960
19.06.2012	16:40:00	16,7	73,1	582	-18785
19.06.2012	16:50:00	16,1	75,1	561	-18601
19.06.2012	17:00:00	16,3	76,5	519	-18642
19.06.2012	17:10:00	16,1	76,7	478	-18638

Abbildung 7: Die Werte der Gesamtstrahlungsbilanz (nrlite) liegen hier deutlich außerhalb der sensorspezifischen Angaben des Herstellers (Station Zinödl)

### Arbeitsschritt 3: Prüfung der klimatologischen Plausibilität

In diesem Punkt sind die klimatologische Plausibilität und die Intra-Stationen-Konsistenz zusammengefasst. Zuerst werden alle Klimatelemente einzeln überprüft, und auffällige Werte markiert. Dies können sehr hohe oder sehr niedrige Werte sein, die erfahrungsgemäß nicht im Untersuchungsgebiet vorkommen können. Auch der Wert „0“ kann ein Indiz für fehlerhafte Werte sein und sollte auch betrachtet werden. Dann werden Klimatelemente untereinander verglichen. Ist z.B. die mittlere Windgeschwindigkeit für einen Messwert größer als die Windböe (maximale Windgeschwindigkeit), so handelt es sich um Fehlwerte.

### Arbeitsschritt 4: Prüfung der zeitlichen Variabilität

Die Prüfung auf die zeitliche Variabilität beschränkt sich hier auf die Kontrolle von zu großer Veränderung von einem Messwert zum nächsten, sowie das Auftreten von gleichen Werten über einen längeren Zeitraum. Das Beispiel in Abbildung 8 zeigt die Messwerte zu den Winddaten, die sich über einen längeren Zeitraum nicht ändern. Es wird eine Fehlmessung angenommen, die wahrscheinlich durch das Einfrieren der Sensoren aufgetreten ist. Die

Temperatur zu diesem Zeitpunkt betrug um die  $-5^{\circ}\text{C}$ . Die Daten werden mit der Quality Control Flag Nr. 4 markiert und müssen später bereinigt werden.

DATUM	ZEIT	FF km/h	DD	FFX km/h	DDX	FF_Delta	QC_FF
22.02.2014	11:50:00	4	20	10	2	6	
22.02.2014	12:00:00	4	28	10	3	6	
22.02.2014	12:10:00	4	33	10	21	6	
22.02.2014	12:20:00	5	30	10	13	5	
22.02.2014	12:30:00	1	26	7	9	6	
22.02.2014	12:40:00	0	26	0	0	0	4
22.02.2014	12:50:00	0	26	0	0	0	4
22.02.2014	13:00:00	0	26	0	0	0	4
22.02.2014	13:10:00	0	26	0	0	0	4

Abbildung 8: Beginn eines Messfehlers der Windsensoren mit Quality Control Marke 4 (Station Blaseneck)

Alle vier Arbeitsschritte werden für alle Stationen über den gesamten Beobachtungszeitraum durchgeführt.

Die Überprüfungen aus dem WegenerNet Quality Control System sechs und sieben (Prüfung der Inter-Stations-Konsistenz und Prüfung gegen externe Referenz) werden für diese Arbeit nicht angewandt, da einerseits das Messnetz im Johnsbachtal zu wenige Stationen aufweist und andererseits keine Referenzstationen im Gebiet vorhanden sind. Eine Überprüfung auf Plausibilität erfolgt später in der Auswertung durch einen Vergleich untereinander und mit weiteren ausgewählten Stationen.

#### 4.2.3 Korrektur der fehlerhaften Messwerte

Nachdem die Überprüfung der Daten abgeschlossen ist, müssen die Datenlücken, die durch die fehlerhaften Messwerte entstanden sind, aufgefüllt werden. Handelt es sich um Ausfälle einzelner Werte, so werden diese interpoliert, mithilfe des vorangehenden und darauffolgenden Wertes, sofern diese Werte plausibel erscheinen. Handelt es sich um eine Serie von Fehlern, so werden diese, unter Zuhilfenahme der anderen Stationen im gleichen Messnetz, ersetzt. Soweit möglich werden Stationen mit ähnlichen geografischen Voraussetzungen in ähnlicher Lage, Exposition und geringer räumlicher Entfernung verwendet. Aufgrund der Limitation an Stationen ist dies jedoch oft schwierig. Weiteres ist zu beachten, dass Stationen in geringer

Entfernung oft zur selben Zeit ausgefallen sind. Sollten bei der Vergleichsstation zeitgleich Ausfälle auftreten, wird für die fehlenden Daten eine dritte Station herangezogen.

### Ablauf beim Ersetzen der Datenlücken

Die festgestellten Fehlwerte aus Kapitel 4.2.2 werden mit der Zahl „1“ markiert, fehlerfreie Messungen werden mit „0“ markiert. Dadurch lassen sich die Messausfälle der Stationen visuell miteinander vergleichen. Das erleichtert die Suche nach einer geeigneten Vergleichsstation, da Messausfälle zu gleichen Zeitpunkten relativ schnell identifiziert werden können. Abbildung 9 zeigt die Datenlücken der beiden Gipfelstationen Blaseneck und Zinödl über das Jahr 2012. Sind beide Stationen zur gleichen Zeit ausgefallen, wird eine dritte Vergleichsstation für die Korrektur herangezogen.

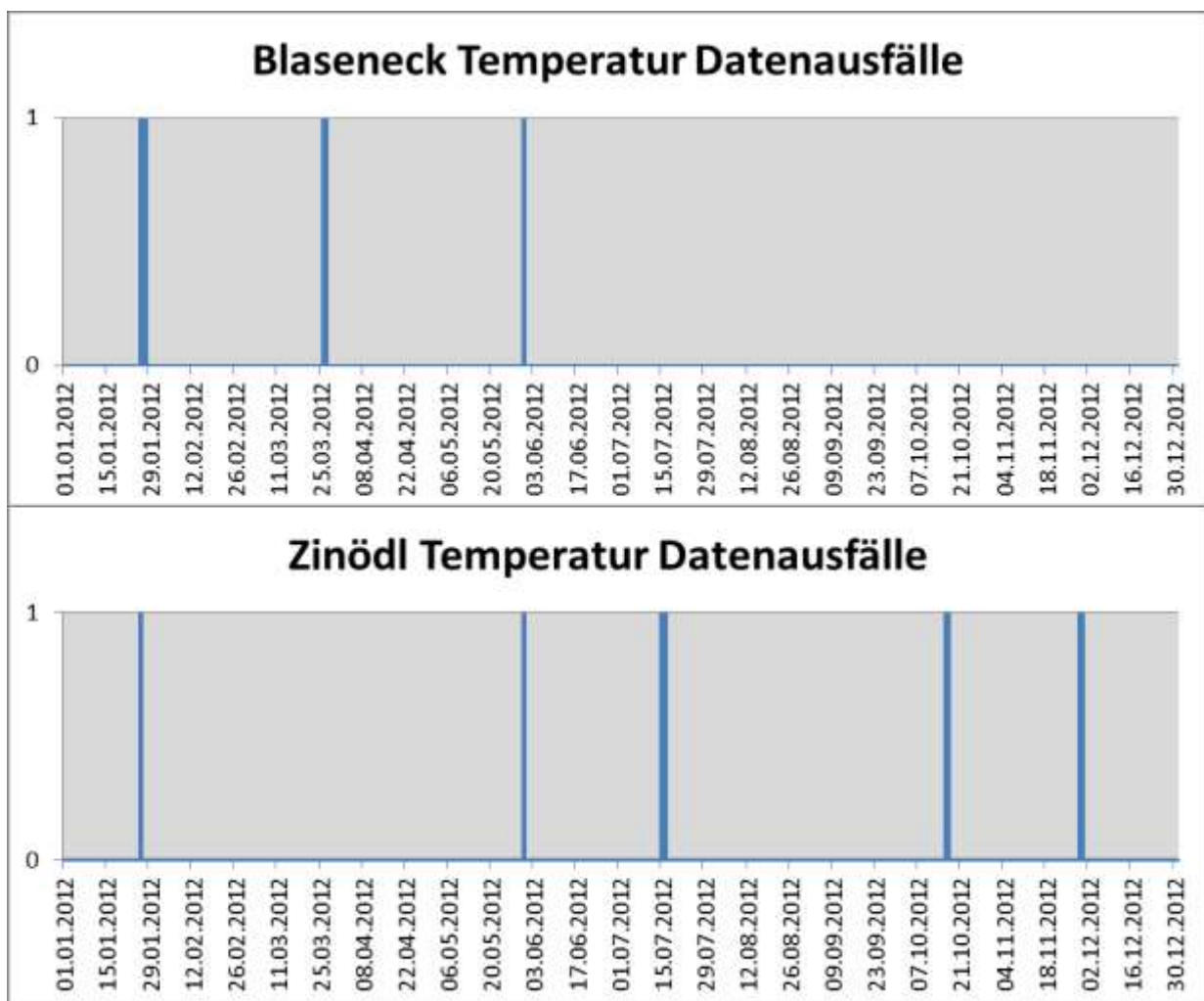


Abbildung 9: Darstellung der Datenausfälle der Temperatur der Stationen Blaseneck und Zinödl im Jahr 2012 (1...Datenausfall, 0...Daten vorhanden)



Um die Korrektur durchführen zu können, ist es zuerst notwendig, die Monatsmittelwerte (MMW) der Stationen zu errechnen. Die Monatsmittelwerte werden über den Beobachtungszeitraum gemittelt. Die jeweilige Differenz der Monatsmittelwerte wird zum gemessenen Wert der zweiten Station addiert und ergibt den neuen Wert der ersten Station, der den Fehlwert ersetzt. Das Beispiel in Abbildung 10 veranschaulicht den Vorgang. In den Messwerten an der Station Oberkainz findet sich eine Lücke zwischen 22:50 Uhr und 23:50 Uhr. Es wird der Messwert der Station Schröckalm herangezogen (23:00 Uhr = 15,2°C), dazu wird die Differenz der Monatsmittelwerte vom August der beiden Stationen addiert (2,44°C). Es ergibt sich ein neuer Wert für die Station Oberkainz (17,6°C). Dies deckt sich relativ gut mit den vorangehenden und nachfolgenden Werten der Station Oberkainz.

DATUM	ZEIT	Oberkainz [°C]	QC [Temp]	Schroeckalm [°C]	QC [Temp]	Diff.S-O	Oberkainz korr	Monat	MMW Oberkainz	MMW Schroeckalm	Diff.MMW
17.08.2011	21:40	18,0	0	15,9	0	2,435745107	18,0	1	-0,14	-1,93	1,79
17.08.2011	21:50	17,3	0	15,9	0	2,435745107	17,3	2	-0,94	-2,75	1,81
17.08.2011	22:00	17,4	0	15,2	0	2,435745107	17,4	3	5,01	2,11	2,89
17.08.2011	22:10	17,7	0	15,5	0	2,435745107	17,7	4	8,58	5,35	3,23
17.08.2011	22:20	17,2	0	15,3	0	2,435745107	17,2	5	12,12	8,51	3,61
17.08.2011	22:30	17,4	0	15,5	0	2,435745107	17,4	6	15,62	12,95	2,67
17.08.2011	22:40	17,2	0	15,7	0	2,435745107	17,2	7	17,14	15,13	2,01
17.08.2011	22:50	17,3	0	15,1	0	2,435745107	17,3	8	18,02	15,59	2,44
17.08.2011	23:00		1	15,2	0	2,435745107	17,6	9	13,61	11,09	2,52
17.08.2011	23:10		1	15,0	0	2,435745107	17,4	10	8,54	7,07	1,47
17.08.2011	23:20		1	16,1	0	2,435745107	18,5	11	4,24	3,43	0,82
17.08.2011	23:30		1	15,7	0	2,435745107	18,1	12	-0,08	-1,70	1,62
17.08.2011	23:40		1	15,2	0	2,435745107	17,6				
17.08.2011	23:50		1	14,8	0	2,435745107	17,2				
18.08.2011	00:00	16,6	0	15,3	0	2,435745107	16,6				
18.08.2011	00:10	16,6	0	15,4	0	2,435745107	16,6				
18.08.2011	00:20	16,7	0	14,8	0	2,435745107	16,7				
18.08.2011	00:30	16,6	0	14,9	0	2,435745107	16,6				
18.08.2011	00:40	16,2	0	15,0	0	2,435745107	16,2				
18.08.2011	00:50	16,3	0	14,4	0	2,435745107	16,3				
18.08.2011	01:00	16,5	0	14,9	0	2,435745107	16,5				

Abbildung 10: Ersetzen der Fehlwerte unter Zuhilfenahme anderer Stationen und deren Monatsmittelwerten

Dieses System des Korrigierens der Messfehler funktioniert besser bei Stationen die sich geografisch nahe liegen, einen ähnlichen Standort und eine geringe Höhendifferenz aufweisen. Limitiert durch die Dichte und Größe des Stationsnetzes ist dies nicht immer der Fall, somit treten auch zeitweise Abweichungen zu den tatsächlich vorhandenen Werten auf. Im Gegensatz zum „nicht ersetzen“ der Datenlücken trägt das Verfahren jedoch zu einer Homogenisierung des Datensatzes bei, und die errechneten Mittelwerte repräsentieren die tatsächlichen Werte besser.

Es ist auch zu bedenken, dass bei Inversionswetterlagen, wenn die Temperatur mit der Höhe zunimmt, die Werte nicht korrekt ersetzt werden. Die Zeitpunkte, bei denen es Messausfälle gibt und zugleich eine Temperaturinversion stattfindet, sind über den gesamten Datensatz jedoch gering und können vernachlässigt werden, da sich der weitere Kontrollaufwand bei einer manuellen Korrektur nicht lohnen würde. Dies ist mit komplexen automatisierten Verfahren relativ einfach zu erzielen.

Sind alle Vergleichsstationen zugleich ausgefallen, werden die Lücken freigelassen und fließen nicht in die weitere Berechnung ein. Praktisch kam dieser Fall jedoch sehr selten vor und dadurch entstehende Auswirkungen auf die Gesamtergebnisse können vernachlässigt werden.

Das Heranziehen von Ersatzwerten über andere Stationen ist nicht immer sinnvoll. Durch die unterschiedliche Lage der Stationen sind zum Beispiel die Windrichtungen unterschiedlich verteilt. Es macht somit nicht immer Sinn die Windrichtung einer anderen Station zu übernehmen. Es muss geprüft werden, ob die Windrichtungsverteilungen an der Vergleichsstation ähnlich sind. Ist dies der Fall, werden die Windrichtungen der Vergleichsstation direkt übernommen. Im Zweifelsfall werden die Lücken nicht ersetzt und für die weitere Berechnung nicht herangezogen.

## 5. Ergebnisse

Dieses Kapitel stellt die Ergebnisse aus der Datenaufbereitung und der Auswertung der Klimaelemente dar. Zuerst werden wichtige Erkenntnisse zu den vorhandenen Datensätzen aufgezeigt. Danach werden die Auswertungen zu den meteorologischen Parametern (Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und Windrichtung) in Diagramm- und Tabellenform dargestellt.

### 5.1 Datenqualität

#### 5.1.1 Ausfallsquote der Stationen während des untersuchten Zeitraumes

Folgend wird die Ausfallsquote der Stationen aufgezeigt, die sich nach der Fehlersuche in den Werten ergeben hat. Es wird unterteilt nach den Sensoren der relevanten meteorologischen Parameter.

##### 5.1.1.1 Oberkainz

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **5,1%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **7,8%**

##### 5.1.1.2 Kölblwiese

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 21.03.2013 bis 12.03.2014, 356 Tage
  - Ausfallsquote: **0,1%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 21.03.2013 bis 12.03.2014, 356 Tage
  - Ausfallsquote: **28,0%**

### 5.1.1.3 Schröckalm

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **3,8%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **10,8%**

### 5.1.1.4 Blaseneck

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.05.2011 bis 30.04.2014, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **0,2%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **19,7%**

### 5.1.1.5 Zinödl

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **8,5%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **19,4%**

#### **5.1.1.6 Weidendom**

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **1,9%**

#### **5.1.1.7 Gscheidegg**

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2011 bis 31.12.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **0,5%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **2,4%**

#### **5.1.1.8 Tamischbachturm 1 (Schneemessfeld)**

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.07.2010 bis 31.06.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **2,9%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **6,9%**

#### **5.1.1.9 Tamischbachturm 2 (Windmessfeld)**

- Lufttemperatur, relative Feuchte
  - Untersuchungszeitraum: 01.07.2010 bis 31.06.2013, 1095 Tage
  - Ausfallsquote: **1,3%**
- Windgeschwindigkeit, Windrichtung
  - Untersuchungszeitraum: 01.01.2012 bis 31.12.2013, 730 Tage
  - Ausfallsquote: **18,0%**

Die Fehlquoten bei den Temperaturwerten halten sich in Grenzen. Sie liegen bei den meisten Stationen unter 4%. Lediglich an der Station Oberkainz und Zinödl liegen die Werte etwas höher mit 5,1% und 8,5%. Diese Fehlquoten sind zum größten Teil auf fehlende Werte zurückzuführen und betreffen alle gemessenen Parameter an der jeweiligen Station. Der Anteil von tatsächlichen „Fehlmessungen des Sensors“ ist relativ gering. Somit ist der größte Teil der Temperaturfehlmessungen auf Probleme in der Datenübertragung oder Abschaltungen durch Wartungsarbeiten zurückzuführen. Es ist auch zu bedenken, dass die historischen Daten einiger Stationen (Oberkainz, Schröckalm, Blaseneck und Zinödl), bis etwa Mitte 2013 beim Lawinenwarndienst gespeichert wurden. Mögliche Speicher- oder Auslesefehler dieser Daten könnten eine weitere Fehlerquelle darstellen.

Bei den Winddaten reicht die Fehlerquote von 1,9% bis 28%. Es ist generell eine ansteigende Ausfallsquote mit steigender Seehöhe zu beobachten. So haben die höchsten Stationen Tamischbachturm 2 und Zinödl Fehlwertanteile von jeweils 18% und 19,4%. Dies ist keineswegs unüblich, da tiefe Temperaturen und hohe Windgeschwindigkeiten im Gebirge des Öfteren zu Ausfällen der Sensoren führen. Einzig die Station Kölblwiese sticht mit sehr hohen Ausfallsquoten von 28% heraus.

Beim direkten Vergleich der Fehlwerte der einzelnen Stationen muss noch darauf hingewiesen werden, dass bei den Stationen Weidendom und Gscheidegg nicht die Rohdaten bearbeitet wurden, somit wurden die Daten schon vorprozessiert. Außerdem handelt es sich dabei um Stundenmittelwerte und nicht, wie bei den anderen Stationen um 10 min Werte. Deshalb sind die Ausfallsquoten dieser Stationen relativ gering und nicht direkt mit den anderen vergleichbar.

## 5.1.2 Auffälligkeiten in den Datensätzen

Im Zuge der Datensichtung und Bearbeitung kamen gewisse Auffälligkeiten zum Vorschein, deren Ursachen einerseits eruiert und behoben wurden, andererseits noch untersucht werden müssen. Die Ergebnisse wurden in jedem Fall an das zuständige Fachpersonal weitergeleitet. Im Folgenden werden diese Erkenntnisse festgehalten.

### 5.1.2.1 Oberkainz

An der Station Oberkainz wurde ein neuer Sensor für Temperatur und Feuchte im Jänner 2011 montiert, da der alte defekt war. Im Logger sind mit Kanal 1 und 2 noch die Werte des alten Sensors vorhanden und werden an das Wegener Zentrum gesendet, da sich sonst die Spalten bzw. Messkanäle verschieben würden. Die aktuellen Messwerte für Temperatur und Feuchte sind in Kanal 3 und 4 zu finden. Daher beginnt die durchgehende Temperatur und Feuchtemessung erst mit 04. Jänner 2011.

In der Temperaturreihe der Station Oberkainz sind des Öfteren Abweichungen über den Zeitraum von einer Stunde zu finden. Dies zieht sich über den gesamten Beobachtungszeitraum. Ein solches Beispiel ist in Abbildung 11 zu sehen. Da aus den Daten vorerst kein Grund dafür ersichtlich ist, sollte eventuell der Sensor überprüft werden bzw. die aktuellen Daten gesichtet werden, um zu eruieren, ob der Fehler weiterhin besteht.

12.09.2012	12	09	2012	22:20	5,7	0
12.09.2012	12	09	2012	22:30	5,5	0
12.09.2012	12	09	2012	22:40	5,4	0
12.09.2012	12	09	2012	22:50	5,2	0
12.09.2012	12	09	2012	23:00	14,3	1
12.09.2012	12	09	2012	23:10	14,1	1
12.09.2012	12	09	2012	23:20	13,6	1
12.09.2012	12	09	2012	23:30	13,6	1
12.09.2012	12	09	2012	23:40	14,1	1
12.09.2012	12	09	2012	23:50	14,9	1
13.09.2012	13	09	2012	00:00	4,2	0
13.09.2012	13	09	2012	00:10	4,2	0
13.09.2012	13	09	2012	00:20	3,9	0
13.09.2012	13	09	2012	00:30	3,5	0
13.09.2012	13	09	2012	00:40	3,2	0

Abbildung 11: Abweichungen in der Temperaturreihe der Station Oberkainz, Temperatur in °C

### **5.1.2.2 Kölblwiese**

Die Ausfallsquote der Winddaten auf der Kölblwiese ist mit 28,0% recht hoch. Von September 2013 bis März 2014 beträgt die Ausfallsquote sogar 49%. Dieser Wert lässt sich an diesem Standort nicht allein mit dem Einfrieren des Sensors erklären. Die Messeinrichtung sollte überprüft werden. Es ist jedoch zu bedenken, dass es sich hierbei um einen Kombinationssensor (Vaisala WXT520) handelt, der mehrere meteorologische Parameter aufzeichnet. Da dem Autor die Funktionsweise dieses Sensors nicht gänzlich bekannt ist, könnte die Fehlerquote auch geringer ausfallen, da eventuell Windstillen mitbereinigt wurden. Dies scheint aber eher unwahrscheinlich. In jedem Fall muss die Messeinrichtung untersucht werden.

Die Daten der Globalstrahlung und Gesamtstrahlungsbilanz werden in der Einheit  $W/m^2$  angegeben. Dies ist aber nicht möglich, da die Werte über den Beobachtungszeitraum zwischen 0,6 und 2 bzw. -6 und 11 liegen. Der Wertebereich für die Globalstrahlung liegt normalerweise etwa zwischen 0 und  $1000 W/m^2$ .

### **5.1.2.3 Schröckalm**

Die Messwerte des meteorologischen Parameters der maximalen Windgeschwindigkeit (Böe) haben immer wieder einzelne Ausreißer, die um eine oder zwei Größenordnungen über den Normalwerten liegen. Diese Fehlwerte ziehen sich scheinbar zufällig über den gesamten Datensatz, haben jedoch nur einen Anteil von etwa 0,65%.

### **5.1.2.4 Zinödl**

Bei der Station Zinödl wurden Fehlmessungen des Sensors für die Gesamtstrahlungsbilanz gefunden (vgl. Abbildung 7). Der Sensor ist defekt und muss ausgetauscht werden.



## 5.2 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur wird zuerst für die einzelnen Mess-Stationen, die geographisch direkt im Johnsbachtal gelegen sind, über einen Zeitraum von drei Jahren (01.01.2011 bis 31.12.2013) dargestellt. Danach erfolgt ein Vergleich dieser Stationen (Weidendom, Oberkainz, Schröckalm, Gscheidegg und Zinödl), ebenfalls über denselben Zeitraum. Es sind nicht alle Stationsdaten über diese Beobachtungsperiode verfügbar, wie es zum Beispiel bei der Station Blaseneck (seit Mai 2011) und Tamischbachturm 2 (Fehlwerte der Temperaturdaten ab Juli 2013) der Fall ist. Deshalb werden danach alle Stationen über das Jahr 2012 miteinander verglichen, da für dieses Jahr alle Werte für diese Arbeit vorhanden waren.

Dieser Ansatz wurde gewählt, um einerseits die Werte über einen relativ längeren Zeitraum von drei Jahren zu eruieren und andererseits alle Stationswerte miteinander vergleichen zu können.

Zusätzlich wird auf den Temperaturgradient, der die Änderung der Lufttemperatur mit der Seehöhe darstellt, eingegangen.

Die meteorologische Station Kölblwiese wird in einem eigenen Kapitel behandelt, da die Aufzeichnungen erst für ein knappes Jahr zur Verfügung standen.

Die TAWES (Teilautomatisches-Wetter-Erfassungs-System) Station der ZAMG in Admont dient als Referenzstation und wird zum Vergleich herangezogen.

Bei der Analyse und Interpretation der folgenden Darstellungen ist zu bedenken, dass die Achsenbeschriftungen unterschiedliche Anfangs- und Endwerte haben.

### 5.2.1 Weidendom (590m)

Über den Zeitraum von drei Jahren (2011-2013) ergibt sich ein Temperaturmittel von 7,3°C am Standort Weidendom.

Das Temperaturmaximum im Untersuchungszeitraum wurde am 28.07.2013 mit 36,2°C gemessen. Das absolute Minimum trat am 08.02.2012 mit -19,4°C auf.

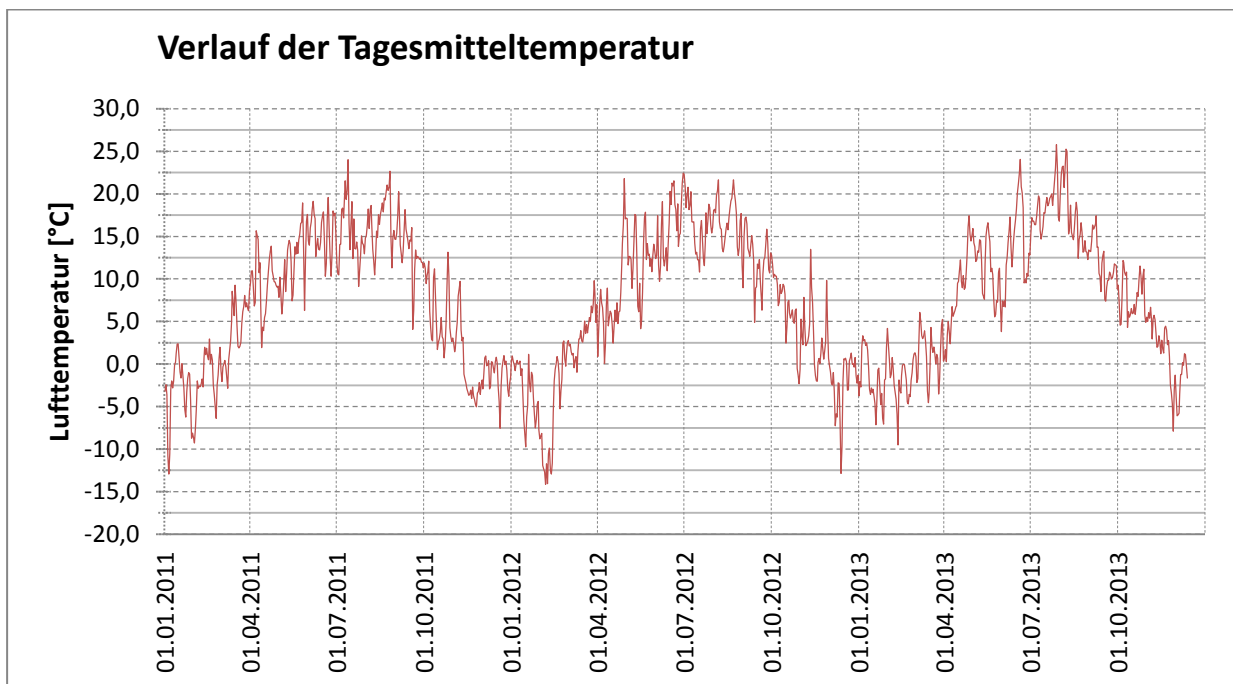


Abbildung 12: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Weidendom, 2011-2013

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen über den Zeitraum ist aus Abbildung 12 ersichtlich. Für die einzelnen Jahre ergeben sich Jahresmitteltemperaturen von 7,2°C (2011), 7,0°C (2012) und 7,8°C (2013).

Aus der Abbildung 13, die den Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen darstellt, ergibt sich eine Monatsmitteltemperatur von -3,1°C im Februar und 17°C im August.

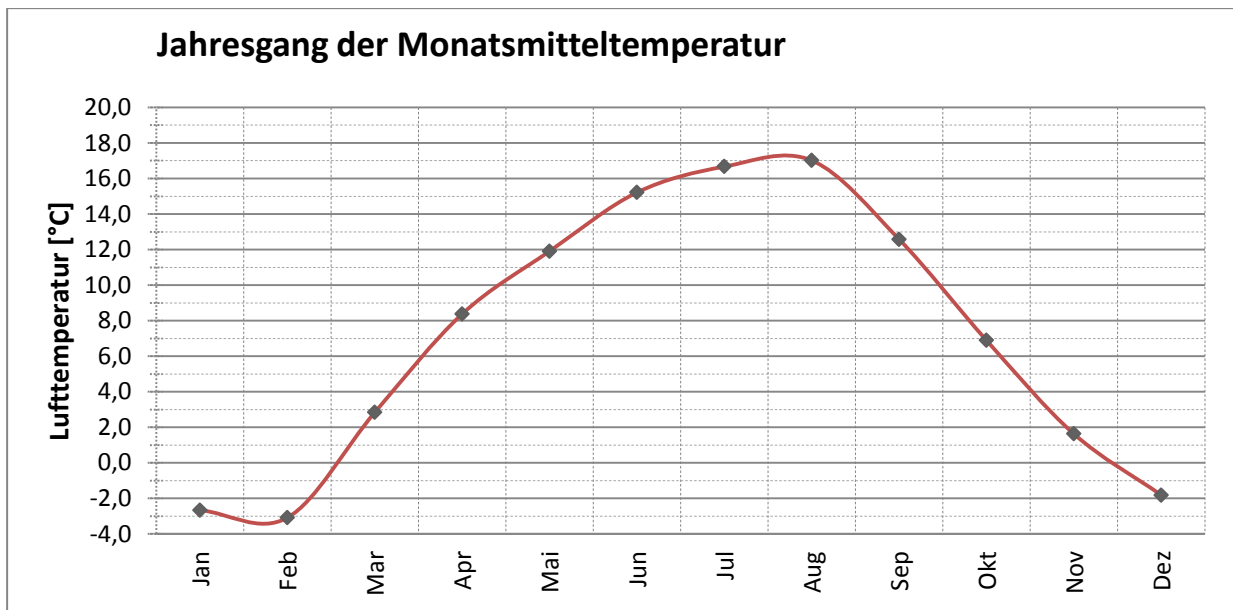


Abbildung 13: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Weidendom, 2011-2013

## 5.2.2 Oberkainz (920m)

Bei der Mess-Station Oberkainz wird eine Jahresmitteltemperatur von 8,3°C für den Zeitraum 2011-2013 festgestellt.

Die absolute Maximaltemperatur von 36,1°C wurde am 28.07.2013 gemessen. Das absolute Minimum der Temperatur trat am 06.02.2012 mit -18,3°C auf.

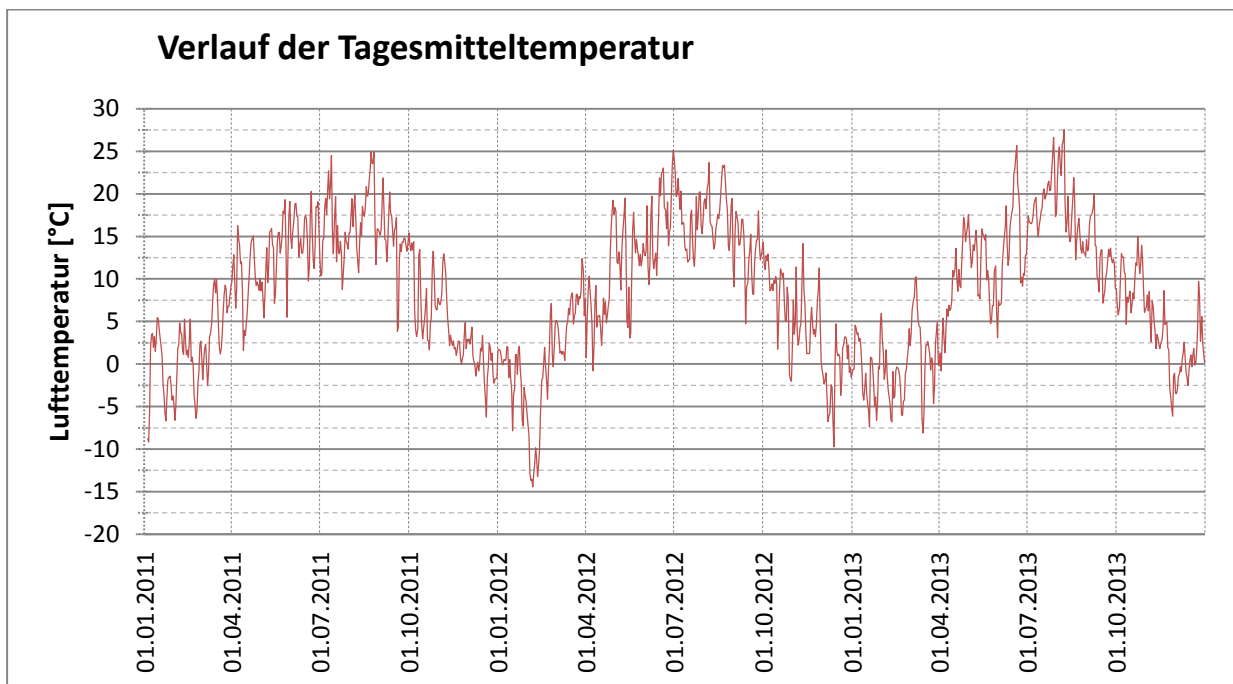


Abbildung 14: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Oberkainz, 2011-2013

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen über den Zeitraum ist in Abbildung 13 ersichtlich. Für die einzelnen Jahre ergeben sich Jahresmitteltemperaturen von 8,7°C (2011), 8,1°C (2012) und 8,1°C (2013).

Der Jahrgang der Monatsmitteltemperaturen zeigt ein Minimum im Februar mit -2,3°C und ein Maximum mit 18°C im August und ist in Abbildung 15 ersichtlich.

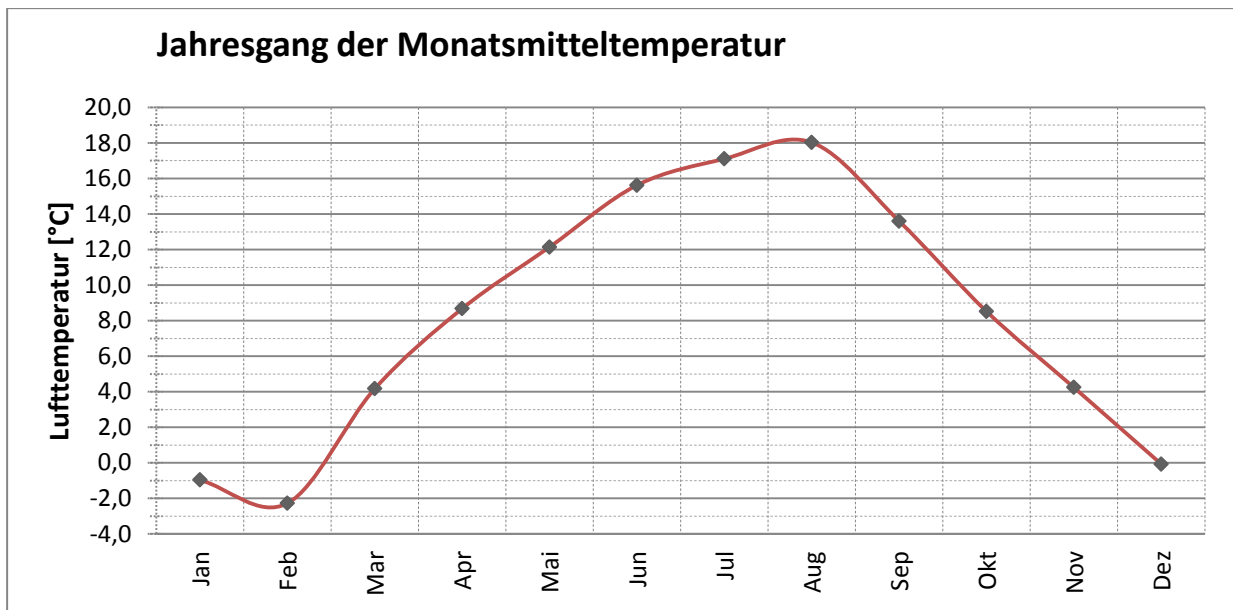


Abbildung 15: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Oberkainz, 2011-2013

### 5.2.3 Schröckalm (1344m)

Die Jahresmitteltemperatur der Station Schröckalm beträgt  $5,9^{\circ}\text{C}$  über den Zeitraum 2011-2013.

Die absolute Maximaltemperatur von  $30,1^{\circ}\text{C}$  wurde am 28.07.2013 gemessen. Das absolute Minimum der Temperatur trat am 05.02.2012 mit  $-19,3^{\circ}\text{C}$  auf.

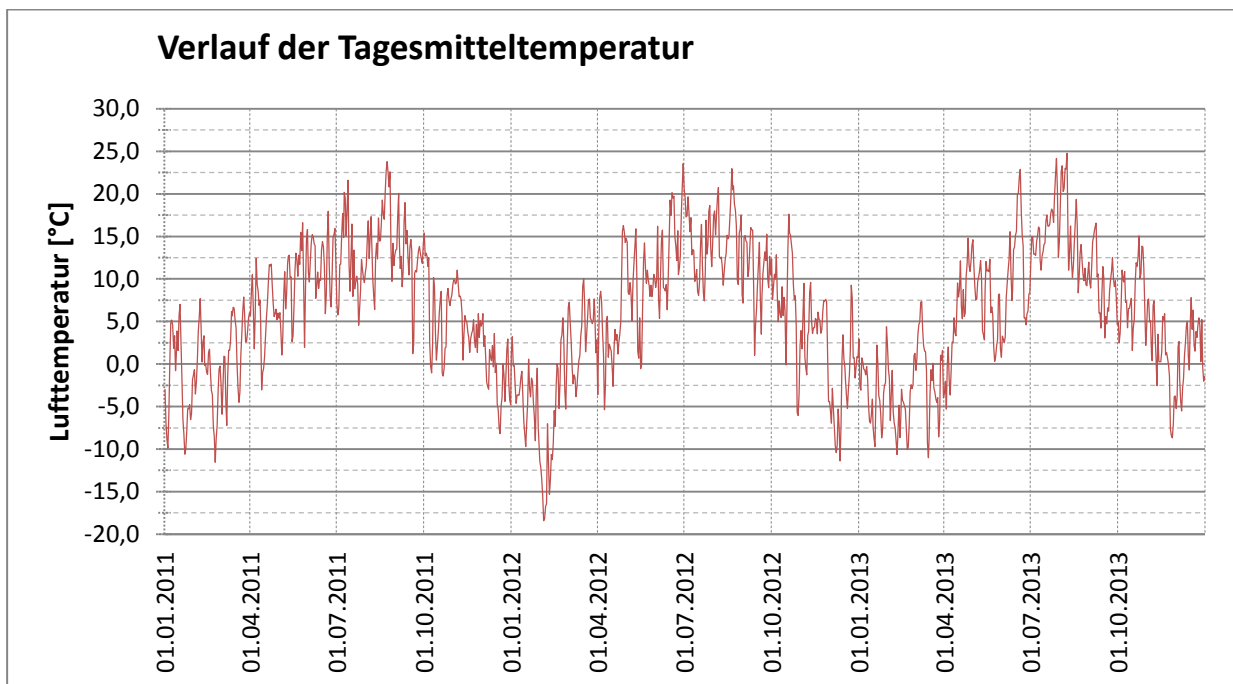


Abbildung 16: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Schröckalm, 2011-2013

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen über den Zeitraum ist aus Abbildung 14 ersichtlich. Für die einzelnen Jahre ergeben sich Jahresmitteltemperaturen von  $6,4^{\circ}\text{C}$  (2011),  $5,8^{\circ}\text{C}$  (2012) und  $5,5^{\circ}\text{C}$  (2013).

Der Jahrgang der Monatsmitteltemperaturen zeigt ein Minimum im Februar mit  $-4,5^{\circ}\text{C}$  und ein Maximum im August mit  $15,2^{\circ}\text{C}$  und ist in Abbildung 17 ersichtlich.

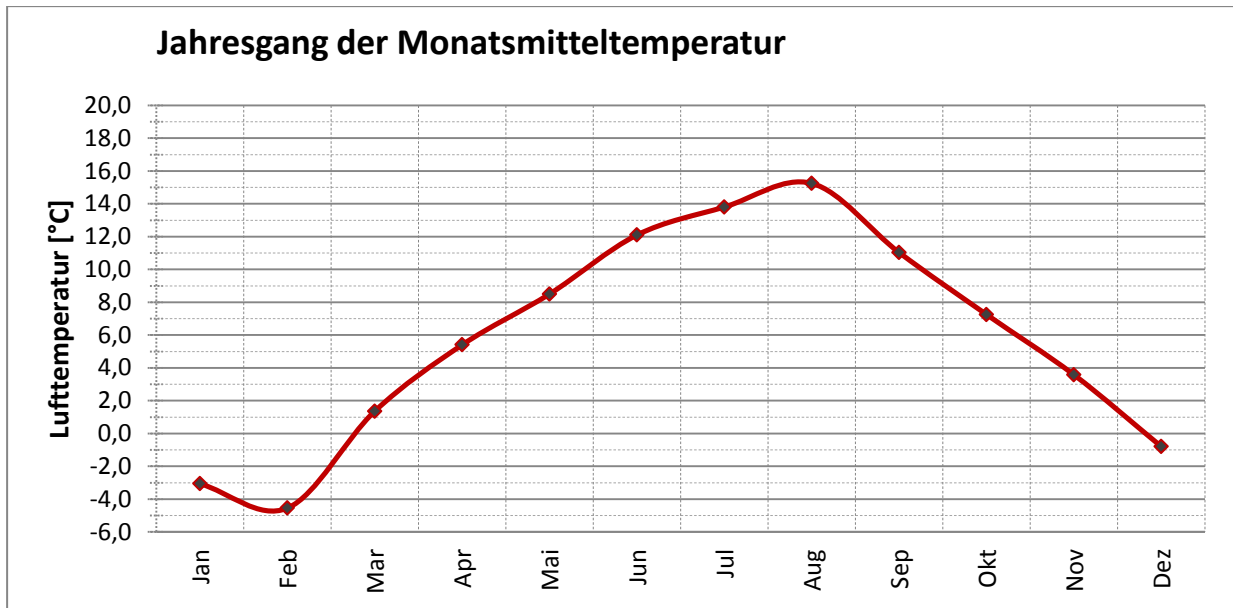


Abbildung 17: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Schröckalm, 2011-2013

#### 5.2.4 Gscheidegg (1690 m)

Die Jahresmitteltemperatur der Station Gscheidegg beträgt 3,7°C über den Zeitraum 2011-2013.

Die absolute Maximaltemperatur von 27,1°C wurde am 28.07.2013 gemessen. Das absolute Minimum der Temperatur trat am 06.02.2012 mit -22,6°C auf.

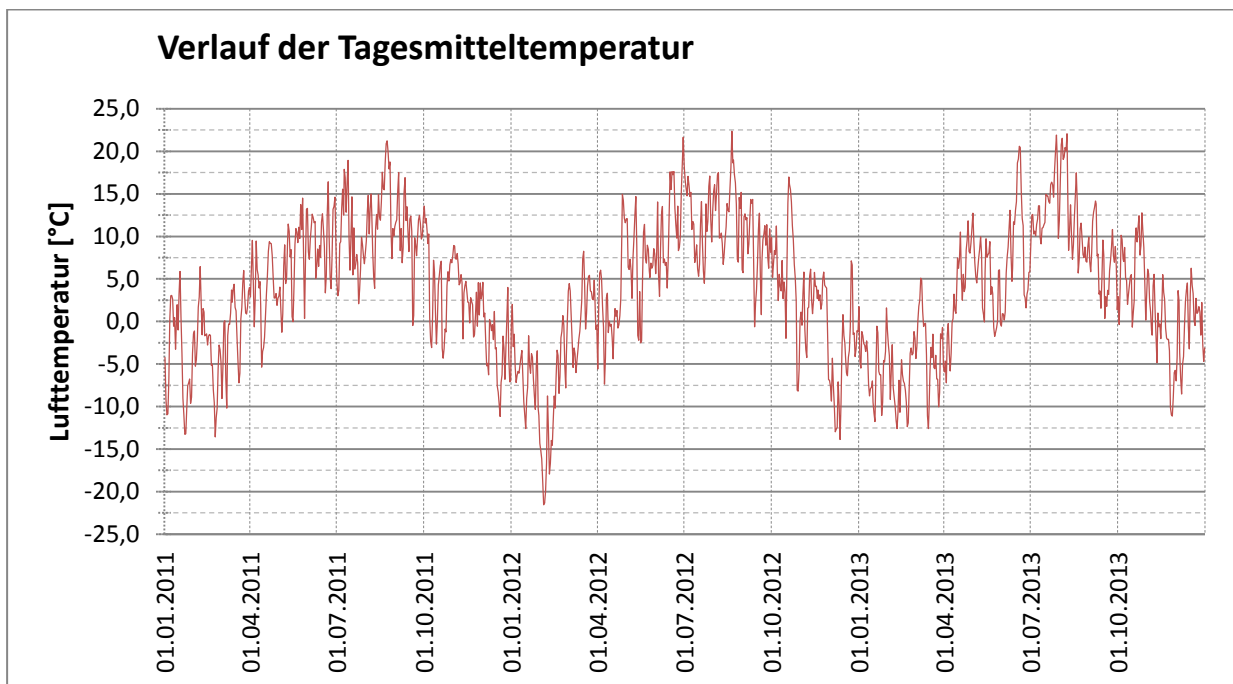


Abbildung 18: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Gscheidegg, 2011-2013

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen ist in der Abbildung 18 ersichtlich. Die Jahresmitteltemperaturen für 2011, 2012 und 2013 sind respektive 4,3°C, 3,5°C und 3,3°C.

Der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen zeigt ein Minimum im Februar mit -6,8°C und ein Maximum im August mit 13,1°C und ist in Abbildung 19 ersichtlich.



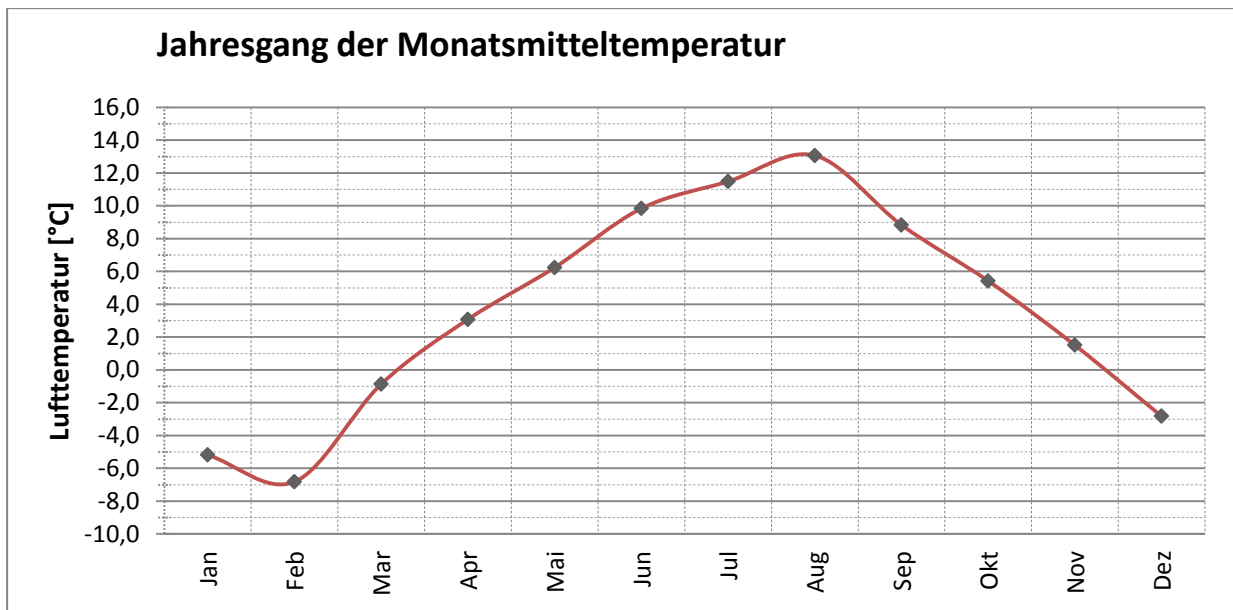


Abbildung 19: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Gscheidegg, 2011-2013

### 5.2.5 Blaseneck (1969 m)

Die Jahresmitteltemperatur der Station Blaseneck beträgt  $3,4^{\circ}\text{C}$ . Der Beobachtungszeitraum ist hier vom 01.05.2011 bis 30.04.2014, da die ersten Messdaten erst ab diesem Zeitpunkt vorhanden sind.

Die absolute Maximaltemperatur von  $26,2^{\circ}\text{C}$  wurde am 02.08.2013 gemessen. Das absolute Minimum der Temperatur trat am 05.02.2012 mit  $-23,4^{\circ}\text{C}$  auf.

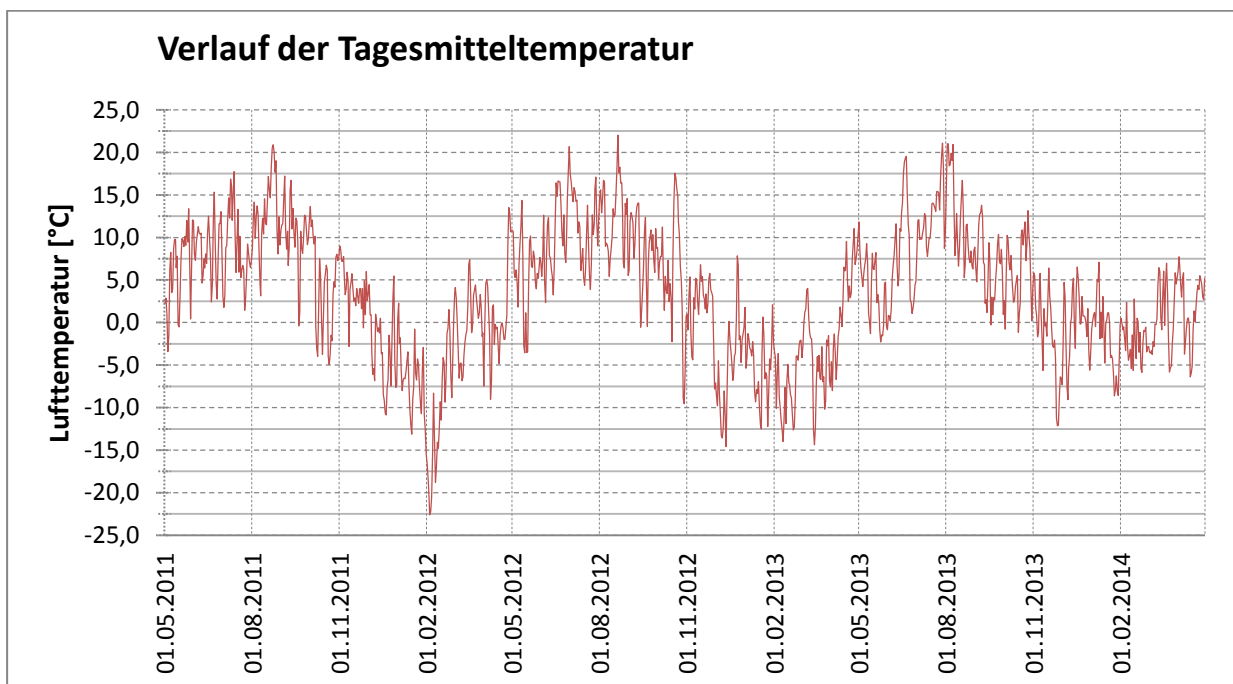


Abbildung 20: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Blaseneck, 01.05.2011 – 30.04.2014

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen ist in der Abbildung 20 ersichtlich. Die Jahresmitteltemperaturen für 2012 und 2013 sind respektive  $3,0^{\circ}\text{C}$  und  $3,8^{\circ}\text{C}$ .

Der Jahrgang der Monatsmitteltemperaturen zeigt ein Minimum im Februar mit  $-6,9^{\circ}\text{C}$  und ein Maximum im August mit  $12,6^{\circ}\text{C}$  und ist in Abbildung 21 ersichtlich.

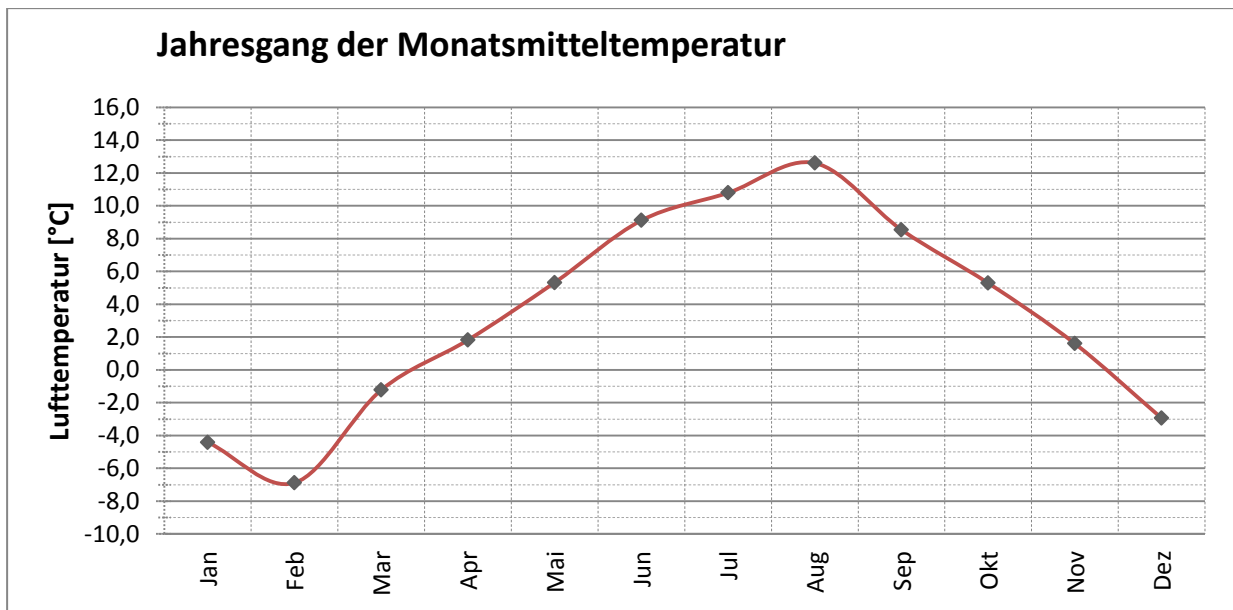


Abbildung 21: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Blaseneck, 01.05.2011 – 30.04.2014

### 5.2.6 Zinödl (2191 m)

Die Jahresmitteltemperatur der Station Zinödl beträgt  $1,0^{\circ}\text{C}$  über den Zeitraum 2011-2013.

Die absolute Maximaltemperatur von  $23,8^{\circ}\text{C}$  wurde am 28.07.2013 gemessen. Das absolute Minimum der Temperatur trat am 04.02.2012 mit  $-27^{\circ}\text{C}$  auf.

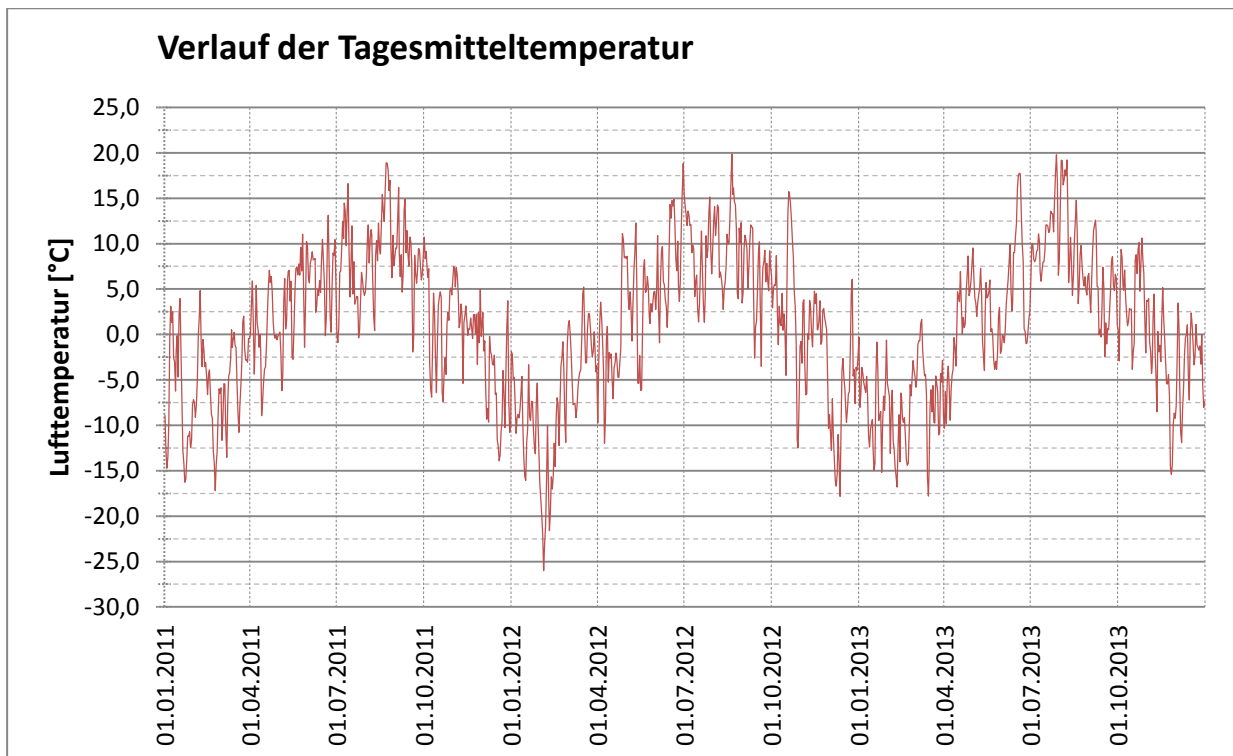


Abbildung 22: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Zinödl, 2011-2013

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen über den Zeitraum ist aus Abbildung 22 ersichtlich. Für die einzelnen Jahre ergeben sich Jahresmitteltemperaturen von  $1,4^{\circ}\text{C}$  (2011),  $0,7^{\circ}\text{C}$  (2012) und  $0,7^{\circ}\text{C}$  (2013).

Der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen zeigt ein Minimum im Februar mit  $-9,7^{\circ}\text{C}$  und ein Maximum im August mit  $10,5^{\circ}\text{C}$  und ist in Abbildung 23 ersichtlich.

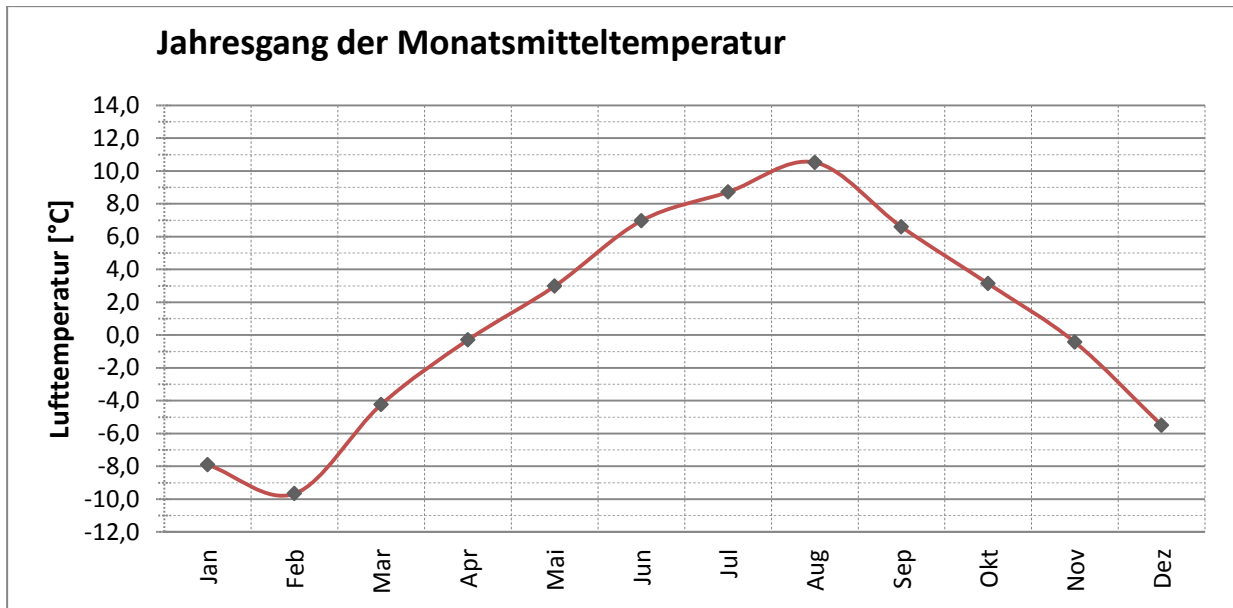


Abbildung 23: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Zinödl, 2011-2013

## 5.2.7 Vergleich der Stationen im Johnsbachtal (Untersuchungszeitraum 2011-2013)

### 5.2.7.1 Jahrgang der Lufttemperatur

Im Allgemeinen folgt der Jahrgang der Temperatur dem Jahrgang der Strahlung. Das Maximum tritt bei allen Stationen im Sommer auf und das Minimum im Winter. Auffällig sind vor allem die tiefen Monatsmittelwerte im Winter der Stationen Admont und Weidendom (vgl. Abbildung 24). Die tiefen Monatsmittel sind dadurch zu erklären, dass das Admonter Becken im Herbst und Winter sehr anfällig für Inversionen ist, und eine Ausbildung von Kaltluftseen erfolgt (vgl. Wakonigg 1978). Generell zählt es zu den kältesten Regionen in der Steiermark. Das Klima in Admont ist eher kontinental beeinflusst im Gegensatz dazu ist Hieflau eher ozeanisch beeinflusst. Dies spiegelt sich in einer Abnahme dieser Inversionslagen in Richtung Hieflau hin wieder. Zu erkennen ist dies an der Mitteltemperatur im Februar. Dort sinkt die Lufttemperatur in Admont mit  $-3,2^{\circ}\text{C}$  unter jener von  $-3,1^{\circ}\text{C}$ , die an der Station Weidendom gemessen wurde. Der Standort Weidendom liegt genau an der Abzweigung vom Ennstal in das Johnsbachtal.

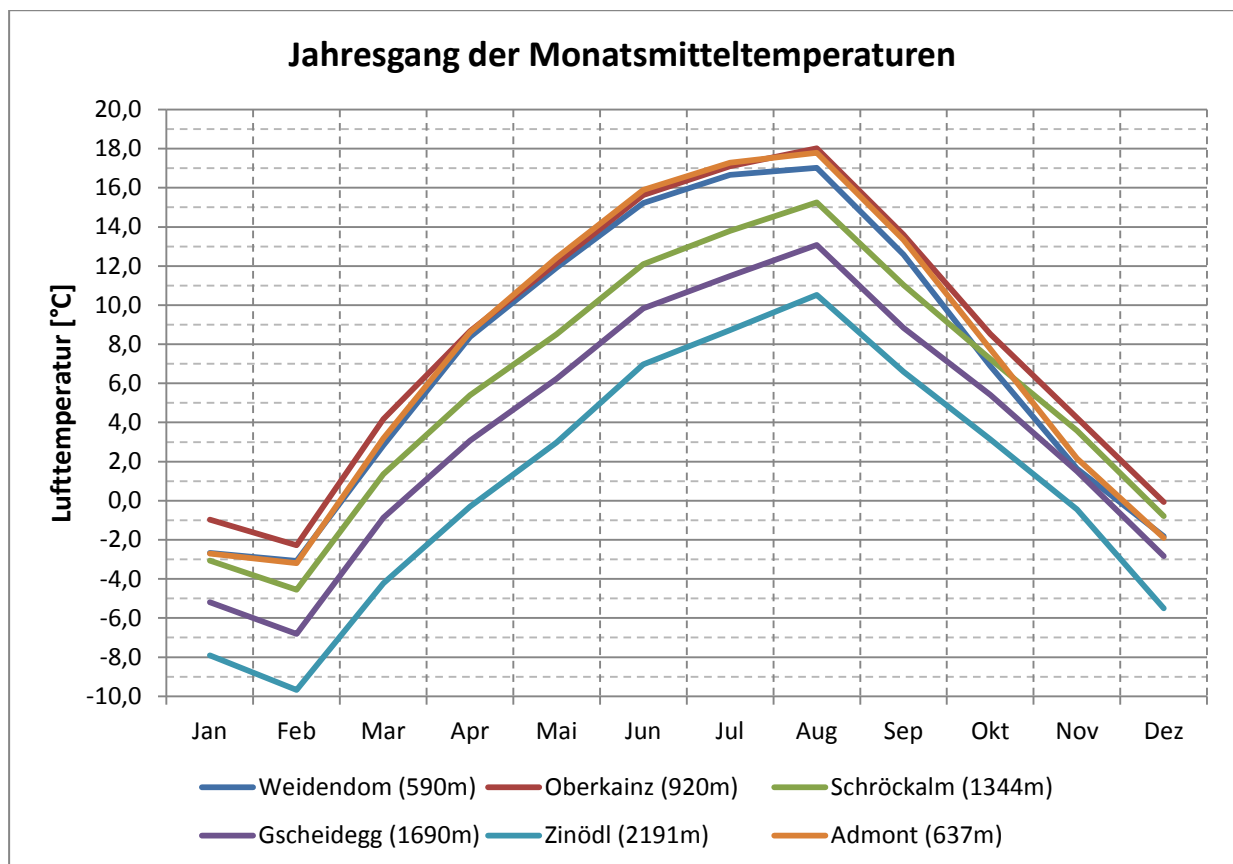


Abbildung 24: Jahrgang der Monatsmitteltemperaturen, 2011-2013

Die Stationen im oberen Johnsbachtal haben einen ähnlichen Verlauf über das gesamte Jahr von der wärmsten Station Oberkainz, über Schröckalm und Gscheidegg, bis zum höchsten und

somit kältesten Standort am Hochzinödl. Diese Ausprägung lässt eine ähnliche Temperaturabnahme mit der Höhe erahnen.

*Tabelle 5: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C, 2011-2013*

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>Weidendom (590m)</b>	-2,7	-3,1	2,8	8,4	11,9	15,2	16,7	17,0	12,6	6,9	1,6	-1,8	7,3
<b>Oberkainz (920m)</b>	-1,0	-2,3	4,2	8,7	12,1	15,6	17,1	18,0	13,6	8,5	4,2	-0,1	8,3
<b>Schröckalm (1344m)</b>	-3,1	-4,5	1,4	5,4	8,5	12,1	13,8	15,2	11,0	7,3	3,6	-0,8	5,9
<b>Gscheidegg (1690m)</b>	-5,2	-6,8	-0,9	3,1	6,2	9,8	11,5	13,1	8,8	5,4	1,5	-2,8	3,7
<b>Zinödl (2191m)</b>	-7,9	-9,7	-4,2	-0,3	3,0	7,0	8,7	10,5	6,6	3,1	-0,4	-5,5	1,0
<b>Admont (637m)</b>	-2,7	-3,2	3,2	8,6	12,4	15,9	17,3	17,8	13,3	7,8	2,2	-1,9	7,6

Sehr auffällig sind auf den ersten Blick die hohen Werte in Oberkainz. Diese liegen im Jahresmittel (8,3°C) um 1 Kelvin über denen der Station Weidendom und um 0,7 Kelvin über dem Mittelwert von Admont, ersichtlich in Tabelle 5. Dies verhält sich entgegen der Annahme, dass die Lufttemperatur generell mit der Höhe abnimmt. Sehr wahrscheinlich sind diese Werte auf die Lage der Station Oberkainz zurückzuführen. Diese steht auf einem Sonnenhang und ist nach Süden exponiert. Dies kann zu den höheren Temperaturen führen und verstärkt sich im Sommer über den längeren Strahlungsgang und eine erhöhte Intensität der Einstrahlung. Der Standort fällt auch nicht mehr in die mächtige Kaltluftschicht des Ennstals, und ist auch hoch genug gelegen, um den Einflussbereich der wenig mächtigeren Inversionsschicht des Johnsbachtales zu entgehen. Damit können in jedem Fall die höheren Temperaturen in den Wintermonaten erklärt werden.

### 5.2.7.2 Jahresschwankung der Lufttemperatur

Die Jahresschwankung der Lufttemperatur ist die Differenz zwischen dem kältesten und wärmsten Monat im Jahr. In der Regel liegt die Jahresschwankung in der Steiermark, im langjährigen Mittel, zwischen Jänner und Juli. In dieser Untersuchung liegt die Jahresschwankung zwischen Februar und August, und ist auf mildere Jänner- und Julitemperaturen zurückzuführen. Im Hochgebirge kann es durch eine Verzögerung des Strahlungsganges, generell zu einer Verzögerung des wärmsten und kältesten Monats kommen. Im langjährigen Mittel sollte sich dies jedoch ausgleichen.

Die Jahresschwankung der Lufttemperatur ist in Admont relativ hoch mit 21 Kelvin. Die anderen Standorte weisen Jahresschwankungen zwischen 19,8 und 20,2 Kelvin auf, dies ist rund 1 Kelvin weniger als in Admont. Ursache dafür ist eine bessere Luftzirkulation an diesen Stationsstandorten, als es im Becken Admont der Fall ist. Ausschlaggebend ist das niedrige Februarmittel bei der Station in Admont.

### 5.2.7.3 Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur

Die aperiodische Tagesschwankung ist die Differenz zwischen dem mittleren täglichen Maximum und dem mittleren täglichen Minimum der Lufttemperatur und ist von der Seehöhe, dem Gelände, der Witterung und der Jahreszeit abhängig.

Tabelle 6: Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur in Kelvin, 2011-2013

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Weidendom (590m)	4,5	6,6	10,5	11,7	12,0	11,2	11,0	13,0	10,4	9,0	6,2	3,4	9,1
Oberkainz (920m)	5,3	7,1	8,6	10,6	10,2	10,9	11,0	12,9	11,0	10,1	7,2	5,2	9,2
Schröckalm (1344m)	5,9	6,4	7,0	8,1	8,3	7,9	8,2	9,5	8,3	8,0	6,9	6,5	7,6
Gscheidegg (1690m)	5,2	5,9	7,0	7,2	7,5	7,0	7,3	8,4	7,2	6,4	5,1	5,1	6,6
Zinödl (2191m)	5,7	6,2	5,9	6,1	6,3	5,8	6,0	6,9	6,1	5,9	5,2	6,1	6,0
Admont (637m)	6,1	8,3	12,4	13,4	13,4	12,3	12,3	14,3	11,9	11,4	9,3	5,3	10,9



Die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur liegt in Admont bei 10,9 Kelvin und ist höher als bei den anderen Stationen (vgl. Tabelle 6). Dies ist wieder durch die Talbeckenlage mit den häufig auftretenden Inversionen und der Bildung von Kaltluftseen, zu erklären.

Abgesehen von diesem Effekt kann eine Abnahme der Tagesschwankung mit der Seehöhe erkannt werden. Aus Abbildung 25 ist der jahreszeitliche Verlauf zu erkennen. Die höheren Werte im Sommer sind darauf zurückzuführen, dass die erhöhte Strahlungsintensität nach den kühlen Temperaturen in der Nacht und in der Früh, zu einer schnelleren Erwärmung und damit zu einer höheren Schwankung der Lufttemperaturen führt. Im Hochgebirge werden die Temperaturgegensätze weniger durch die Strahlungsgänge beeinflusst, sondern mehr durch die Witterung und den Luftmassenaustausch (vgl. Wakonigg 2010a). Dies lässt sich gut erkennen, da die jahreszeitlichen Gegensätze mit der Höhe abnehmen. Am Gipfel des Hochzinödl ist die aperiodische Tagesschwankung weitestgehend ausgeglichen über das Jahr.

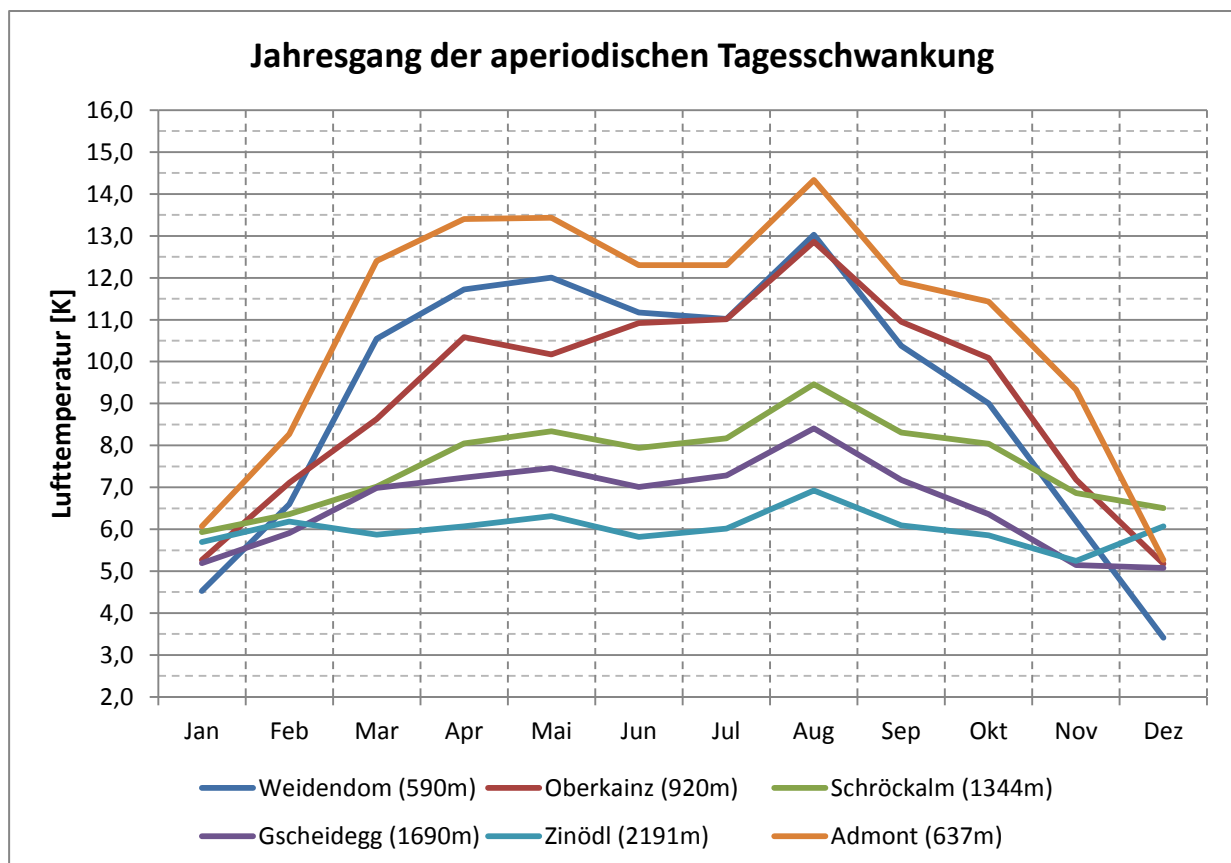


Abbildung 25: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung, 2011-2013

### 5.2.7.4 Tagesgang der Lufttemperatur

Der Tagesgang der Lufttemperatur folgt ebenso dem Strahlungsgang. Die Erwärmung geht grundsätzlich schneller vonstatten als die Abkühlung, die sich bis zu den ersten Sonnenstrahlen verzögert. Abbildung 26 zeigt den Tagesgang der Stationen im Vergleich. Die höchsten Temperaturen treten in Admont auf, deren Werte in den frühen Morgenstunden noch unter jenen der Stationen Weidendom und Oberkainz fallen. An den Stationen Oberkainz, Schröckalm, Gscheidegg und Zinödl ist der Verlauf des Tagesganges nahezu parallel, die Temperaturabnahme mit der Höhe ist deutlich zu erkennen. Die Erwärmung am Standort Weidendom erfolgt verzögert, dies ist auf die Lage zurückzuführen. Das untere Johnsbachtal mit seinen Schluchten führt zu einer Verzögerung der ersten Sonnenstrahlen, was auch eine Verzögerung der Erwärmung nach sich zieht. Es ist auch ersichtlich, dass die tageszeitlichen Unterschiede mit der Seehöhe geringer werden, und der Gegensatz zwischen Tag und Nacht im Hochgebirge ausgeglichener verläuft.

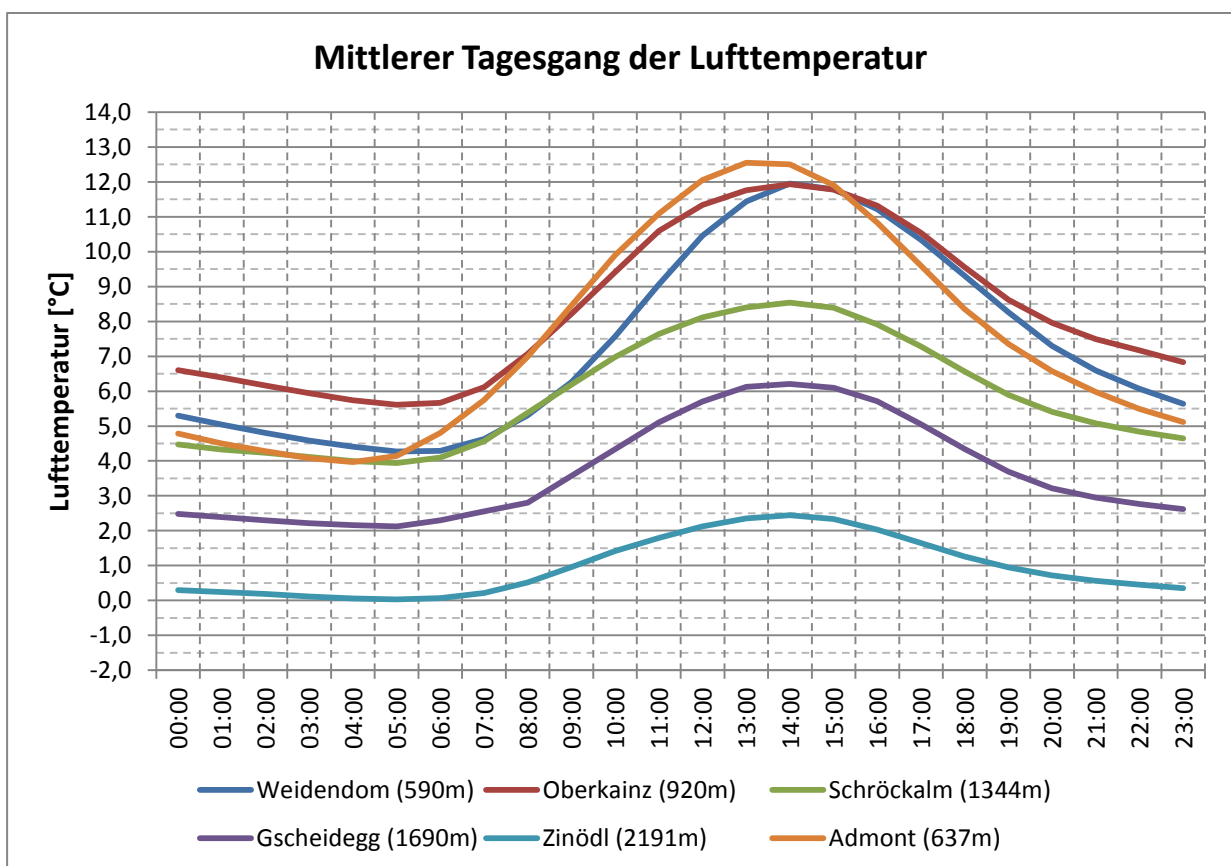


Abbildung 26: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, 2011-2013

### 5.2.7.5 Temperaturgradient

Der Temperaturgradient gibt die Änderung der Lufttemperatur mit der Seehöhe an.

Tabelle 7: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen zwischen den Stationen, 2011-2013

Station	LT [°C]	Höhe [m]	Gradient [K/hm]
Weidendom (590m)	7,3	590	0,31
Oberkainz (920m)	8,3	920	
Schröckalm (1344m)	5,9	1344	-0,57
Gscheidegg (1690m)	3,7	1690	-0,64
Zinödl (2191m)	1,0	2191	-0,54

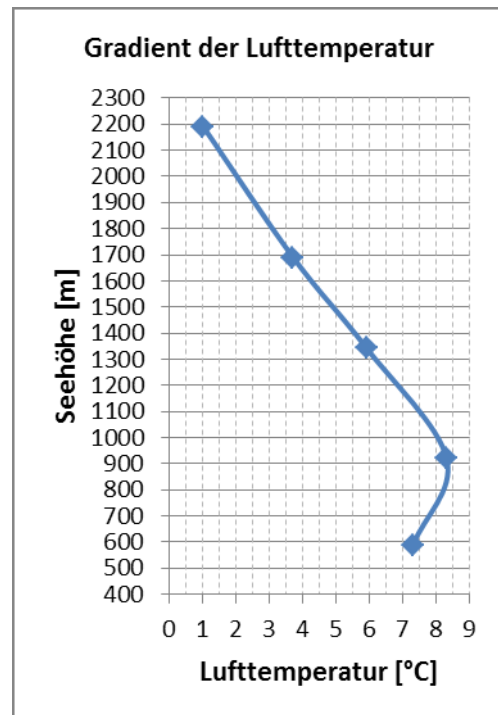


Abbildung 27: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen, 2011-2013

Er zeigt eine Zunahme der mittleren Lufttemperatur zwischen der Station Weidendom und Oberkainz mit 0,31 Kelvin pro Hektometer (vgl. Tabelle 7). Danach ist eine annähernd gleiche Temperaturabnahme vom Standort Oberkainz bis zum Standort am Zinödl erkennbar. Der Verlauf ist in Abbildung 27 ersichtlich. Zwischen den Stationen Oberkainz bis Zinödl ist der Temperaturgradient ähnlich und ergibt im Mittel eine Abnahme von 0,58 Kelvin pro 100 Höhenmeter. Die Zunahme der Temperatur vom Standort Weidendom auf Oberkainz ergibt sich wieder aus der Lage der Station Weidendom, die sich durch den Strahlungsgang weniger erwärmt und zusätzlich im Einflussbereich der Ennstaler Kaltluftschicht liegt.

## 5.2.8 Vergleich der Stationen im gesamten Untersuchungsgebiet (Untersuchungszeitraum 2012)

Nach dem Vergleich der Stationen im Johnsbachtal erfolgt eine Gegenüberstellung aller Stationen des Projektes inklusive Blaseneck, Tamischbachturm (Wind- und Schneemessfeld) und Admont. Verglichen werden die Werte über das Jahr 2012, da in diesem Jahr von allen Stationen vollständige Messwerte vorliegen. Der Vergleich soll einerseits der Prüfung der Plausibilität der Stationsmesswerte dienen, andererseits sollen etwaige unterschiedliche Temperaturverhältnisse aufgezeigt werden.

### 5.2.8.1 Jahrgang der Lufttemperatur

Der Jahrgang der Lufttemperatur folgt im Allgemeinen dem Jahrgang der Strahlung. Für das Untersuchungsjahr 2012 tritt das Minimum bei allen Stationen im Februar auf und das Maximum im August.

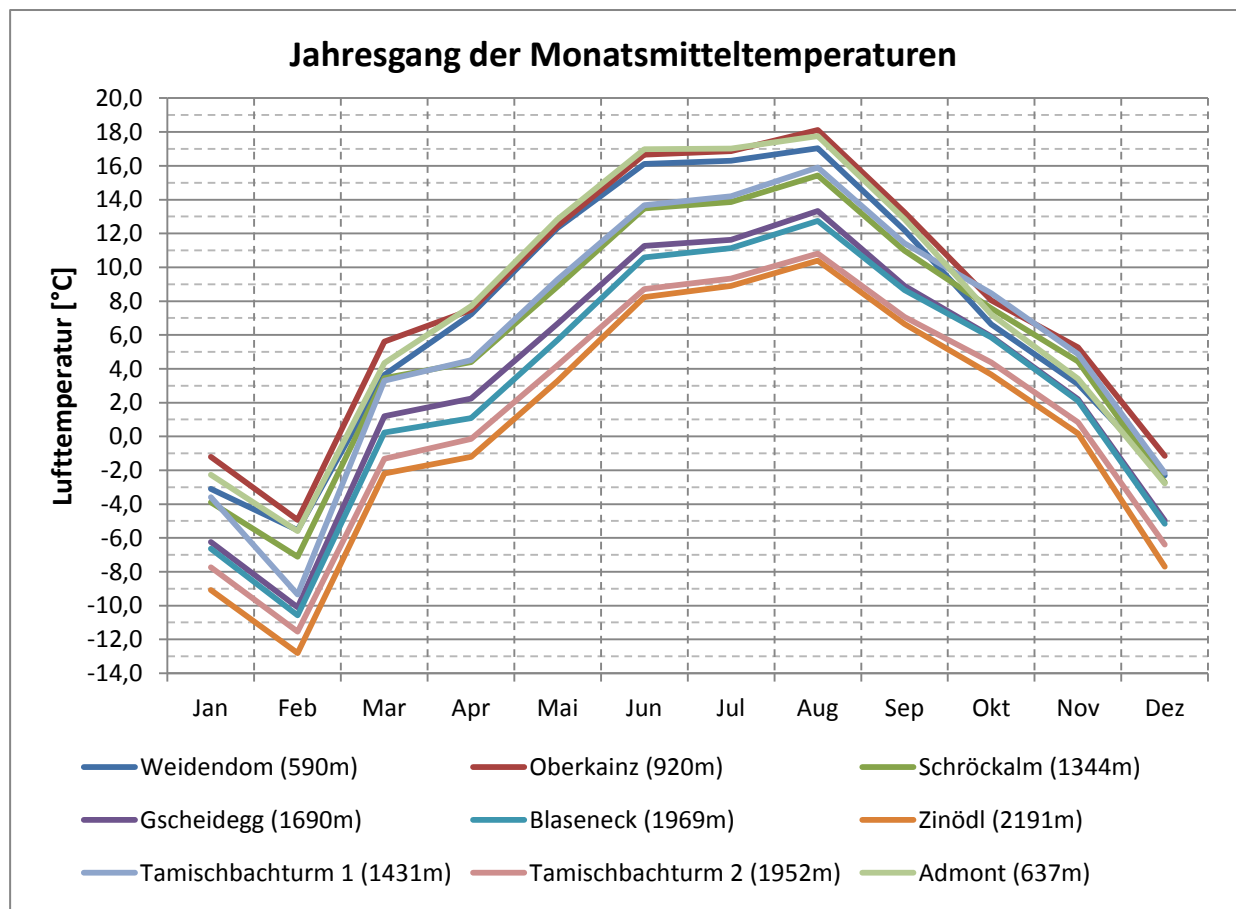


Abbildung 28: Jahrgang der Monatsmitteltemperaturen, 2012

Im Allgemeinen ist wieder eine Temperaturabnahme mit der Seehöhe zu erkennen (vgl. Abbildung 28). Ausnahme dazu bilden zwei Standorte.

Die Station Oberkainz liegt mit einem Jahrestemperaturmittel von 8,1°C deutlich über denen von Admont (7,5°C) und Weidendom (7,0°C). Wie bereits in Kapitel 5.2.7.1 angesprochen, liegt dies vermutlich am sonnenexponierten Standort von Oberkainz. Hinzu kommen die tiefen Monatsmittelwerte der Herbst- und Wintermonate an den Stationen Weidendom und Admont.

Beim Standort am Tamischbachturm 1 liegt das Jahresmittel mit 6,3°C über dem der Station Schröckalm (5,8°C), obwohl die Schröckalm um 87 Meter tiefer liegt, wie in Tabelle 8 erkennbar. Auffällig sind die hohen Werte der Station im Oktober und November. Für das Jahr 2011 sind die Mittelwerte für diese Monate ebenso vergleichbar hoch ausgeprägt.

*Tabelle 8: Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C, 2012*

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>Weidendom (590m)</b>	-3,1	-5,5	3,6	7,2	12,3	16,1	16,3	17,0	12,2	6,6	3,1	-2,3	7,0
<b>Oberkainz (920m)</b>	-1,2	-4,9	5,6	7,5	12,5	16,7	16,9	18,1	13,3	8,0	5,3	-1,2	8,1
<b>Schröckalm (1344m)</b>	-3,9	-7,1	3,4	4,4	8,9	13,5	13,9	15,4	11,0	7,6	4,4	-2,7	5,8
<b>Gscheidegg (1690m)</b>	-6,2	-10,1	1,2	2,2	6,7	11,3	11,6	13,3	8,9	5,9	2,2	-5,0	3,5
<b>Blaseneck (1969m)</b>	-6,6	-10,6	0,2	1,1	5,7	10,6	11,1	12,7	8,6	5,9	2,1	-5,2	3,0
<b>Zinödl (2191m)</b>	-9,1	-12,8	-2,2	-1,2	3,3	8,2	8,9	10,4	6,7	3,7	0,2	-7,7	0,7
<b>Tamischbachturm 1 (1431m)</b>	-3,6	-9,3	3,3	4,5	9,3	13,7	14,2	15,9	11,4	8,5	4,9	-2,2	6,3
<b>Tamischbachturm 2 (1952m)</b>	-7,7	-11,5	-1,3	-0,2	4,2	8,7	9,3	10,8	7,1	4,4	0,8	-6,4	1,6
<b>Admont (637m)</b>	-2,3	-5,6	4,3	7,7	12,8	17,0	17,0	17,8	12,8	7,2	3,4	-2,8	7,5

Ebenso auffällig ist der Jahresgang der Station Blaseneck, der sehr nah am Jahresgang von Gscheidegg liegt, und damit für diese Seehöhe zu warm scheint. Auch bei der Betrachtung des Temperaturgradienten zwischen den Stationen Oberkainz, Schröckalm, Gscheidegg und Blaseneck scheinen die Werte des Blasenecks um etwa 1 bis 1,5 Kelvin zu hoch zu sein. Da es sich um eine Gipfelstation handelt, die eine gute Luftzirkulation aufweist, lässt sich die Überwärmung nicht durch den Standort und die Exposition erklären.

### 5.2.8.2 Aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur

Der Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung ist in Abbildung 29 ersichtlich. Es zeigen sich ähnliche Schwankungen wie in der vorhergehenden Untersuchungsperiode von 2011 bis 2013. Der Einbruch im Juli 2012 lässt sich durch die vorherrschenden Witterungsverhältnisse erklären.

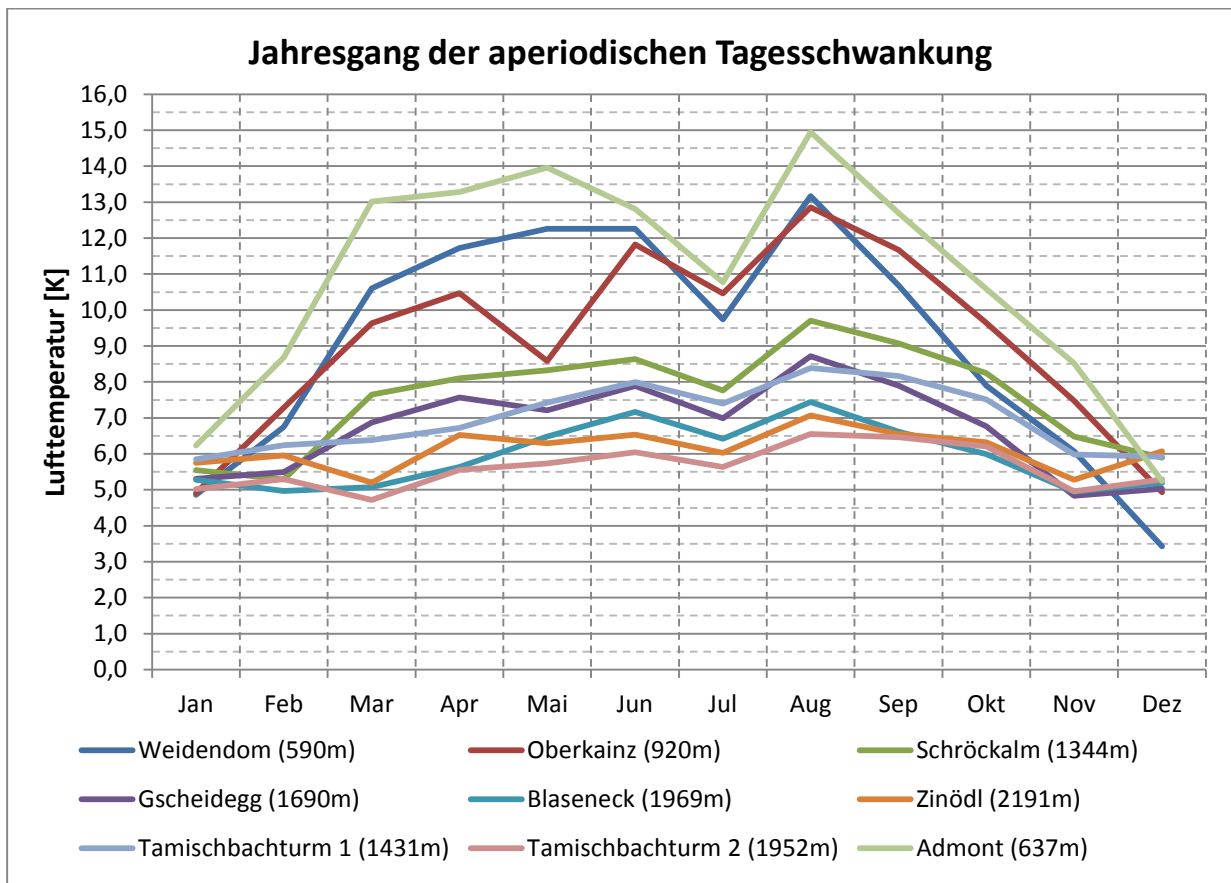


Abbildung 29: Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung, 2012

Wie erwartet ist die jahreszeitliche Tagesschwankung in den Sommermonaten höher als in den Wintermonaten und nimmt mit der Seehöhe ab.

### 5.2.8.3 Tagesgang der Lufttemperatur

Abbildung 30 zeigt den mittleren Tagesgang der Lufttemperatur über das Jahr 2012. Die Tagesschwankung nimmt generell mit der Seehöhe ab. Wie auch schon beim Jahresgang stechen hier die Tagesgänge der Stationen Blaseneck und Tamischbachturm 1 hervor. Das Blaseneck zeigt wieder höhere Temperaturen als erwartet.

Die Werte am Schneemessfeld des Tamischbachturms liegen in den frühen Morgenstunden sogar über denen von Admont und Weidendom, obwohl die Station etwa 800 Meter höher liegt. Es ist zu beachten, dass diese Station einen südexponierten Standort aufweist.

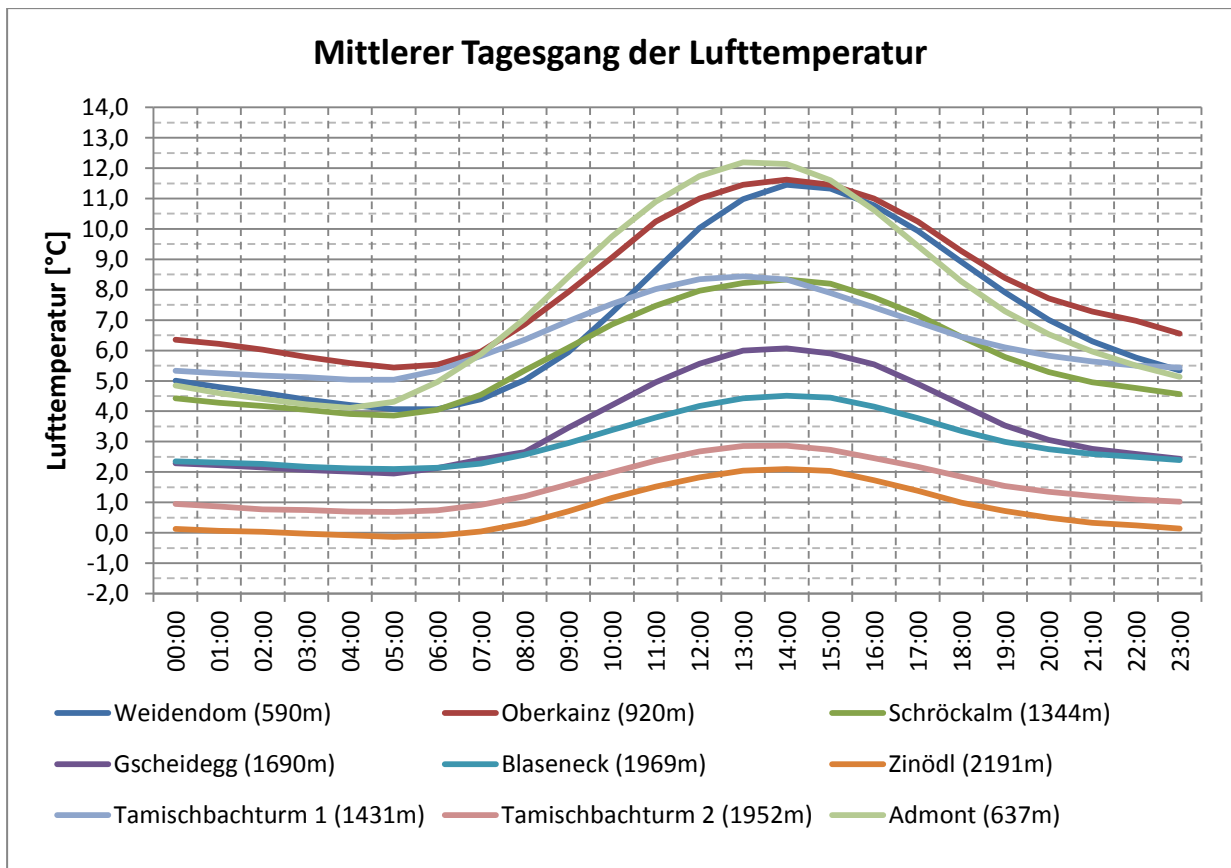


Abbildung 30: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, 2012

### 5.2.8.4 Temperaturgradient

Wie zuvor in der Beobachtungsperiode 2011 bis 2013 lässt sich eine Temperaturzunahme mit der Höhe zwischen den Standorten Weidendom, Admont und Oberkainz erkennen (vgl. Tabelle 9). Der weitere Verlauf zeigt eine generelle Temperaturabnahme mit der Höhe zum Standort Zinödl hin. Auffällig sind dabei wieder die Werte der Standorte Tamischbachturm 1 und Blaseneck, die in der Darstellung des Temperaturgradienten eine Zunahme mit der Höhe zeigen (vgl. Abbildung 31).

Tabelle 9: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen zwischen den Stationen, 2012

Station	LT [°C]	Höhe [m]	Gradient [K/hm]
Weidendom (590m)	7,0	590	1,06
Admont (637m)	7,5	637	
Oberkainz (920m)	8,1	920	-0,54
Schröckalm (1344m)	5,8	1344	0,57
Tamischbachturm 1 (1431m)	6,3	1431	
Gscheidegg (1690m)	3,5	1690	-1,08
Tamischbachturm 2 (1952m)	1,6	1952	-0,73
Blaseneck (1969m)	3,0	1969	8,24
Zinödl (2191m)	0,7	2191	-1,04

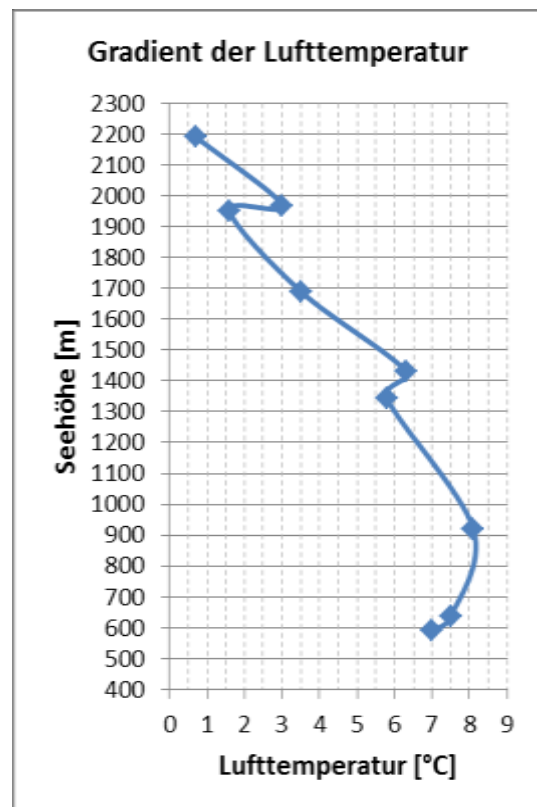


Abbildung 31: Verlauf des Temperaturgradienten der Jahresmitteltemperaturen, 2012

Werden diese beiden Stationen aus der Darstellung genommen, ergibt sich ein erwarteter Verlauf des Höhengradienten mit einer Zunahme der Temperatur bis zur Station Oberkainz und einer mittleren Temperaturabnahme von 0,58 Kelvin pro Hektometer, vom Standort Oberkainz bis hin zum Hochzinödl. Diese Darstellung ist in der Tabelle 10 und aus Abbildung 32 ersichtlich.



Tabelle 10: Temperaturgradient der Jahresmitteltemperaturen, ausgewählte Stationen, 2012

Station	LT [°C]	Höhe [m]	Gradient [K/hm]
Weidendom (590m)	7,0	590	1,06
Admont (637m)	7,5	637	
Oberkainz (920m)	8,1	920	0,21
Schröckalm (1344m)	5,8	1344	-0,54
Gscheidegg (1690m)	3,5	1690	-0,66
Tamischbachturm 2 (1952m)	1,6	1952	-0,73
Zinödl (2191m)	0,7	2191	-0,38

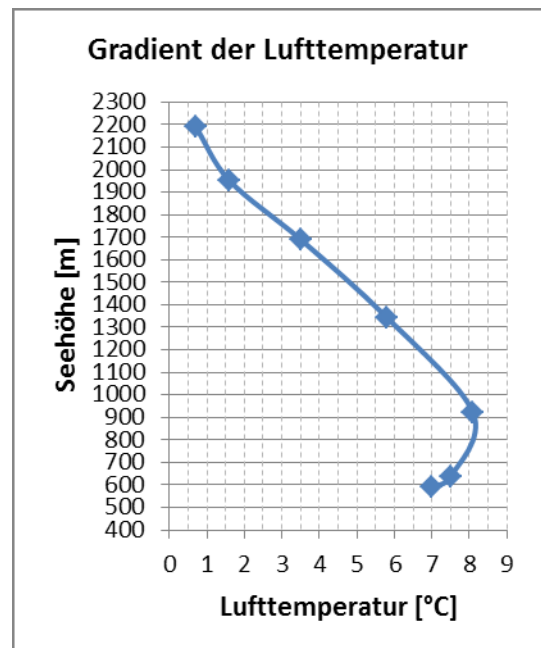


Abbildung 32: Verlauf des Temperaturgradienten der Jahresmitteltemperaturen, ausgewählte Stationen, 2012

Unter diesen Gesichtspunkten erscheinen die Messwerte am Blaseneck im Vergleich zu den anderen Stationen zu hoch. Weitere Untersuchungen über den gesamten Aufzeichnungszeitraum der Station Blaseneck lieferten ähnliche Ergebnisse. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass die Messwerte am Blaseneck etwa um 1 bis 1,5 Kelvin zu hoch liegen. Auch der Standort am Tamischbachturm 1 weist höhere Temperaturen auf. Bei erneuter Kontrolle und Durchsicht der Daten wurden keine Unauffälligkeit gefunden. Am Schneemessfeld des Tamischbachturm könnte sich eine Überwärmung eventuell durch den Standort erklären lassen, dies ist aber beim Blaseneck nicht der Fall.

### 5.2.8.5 Besondere Tage und Vegetationsperiode

Zur weiteren genaueren Untersuchung der Temperaturverhältnisse wurden die Anzahl der Eistage, Frosttage, Sommertage und die Dauer der Vegetationsperiode für das Jahr 2012 berechnet. Tabelle 11 zeigt die Verteilung dieser Tage nach Stationen.

Ein Frosttag wird dadurch definiert, dass die Temperatur mindestens einmal am Tag unter den Gefrierpunkt fällt. Berechnet wird dies über die täglichen Minimaltemperaturen.

Eistage sind Tage, an denen die Lufttemperatur nie über den Gefrierpunkt steigt und sie werden über die täglichen Minimumtemperaturen berechnet.

Wird zumindest einmal am Tag die Temperatur von 25 °C überschritten, so spricht man von einem Sommertag. Die Berechnung erfolgt über das tägliche Maximum.

Die Vegetationsperiode wird durch eine Tagesmitteltemperatur von mindestens 5°C begrenzt.

Wie ersichtlich hat die Kaltluftschicht des Ennstales auch Einfluss auf die Frost- und Eistage, die in Admont und am Weidendom öfter vorkommen als in den tieferen Lagen des Johnsbachtales. Interessant ist, dass am Weidendom öfter Eistage auftreten als in Admont. Die Anzahl der Eistage steigt generell mit der Seehöhe, jedoch sind am Blaseneck weniger Eistage als am Tamischbachturm 2 zu erkennen.

Tabelle 11: Besondere Tage und Dauer der Vegetationsperiode in Tagen, 2012

Station	Eistage	Frosttage	Sommertage	Dauer der Vegetationsperiode
Admont (637m)	34	136	62	218
Weidendom (590m)	41	130	52	208
Oberkainz (920m)	33	102	50	225
Schröckalm (1344m)	59	137	13	212
Tamischbachturm 1 (1431m)	61	128	15	213
Gscheidegg (1690m)	84	161	2	178
Tamischbachturm 2 (1952m)	111	180	0	135
Blaseneck (1969m)	95	164	1	169
Zinödl (2191m)	117	198	0	121

Eine ähnliche Verteilung ist bei den Frosttagen zu erkennen, wobei hier wieder das Blaseneck und der Tamischbachturm 1 mit wenigen Frosttagen herausstechen.

Die Sommertage zeigen eine deutliche Abnahme mit der Seehöhe. Der einzelne Sommertag am Blaseneck, der am 20.08.2012 aufgezeichnet wurde, sticht hervor, könnte aber durchaus möglich sein.

Auch die Dauer der Vegetationsperiode zeigt eine ähnliche Verteilung, wobei diese mit 169 Tagen am Blaseneck scheinbar zu lang ausfällt.

### 5.2.9 Kölblwiese

Die letzte errichtete Mess-Station steht auf der Kölblwiese. Die Daten standen von 21.03.2013 bis 12.03.2014 zur Verfügung. Die Ergebnisse der Temperatursauswertung werden hier untersucht und der Referenzstation Admont gegenübergestellt.

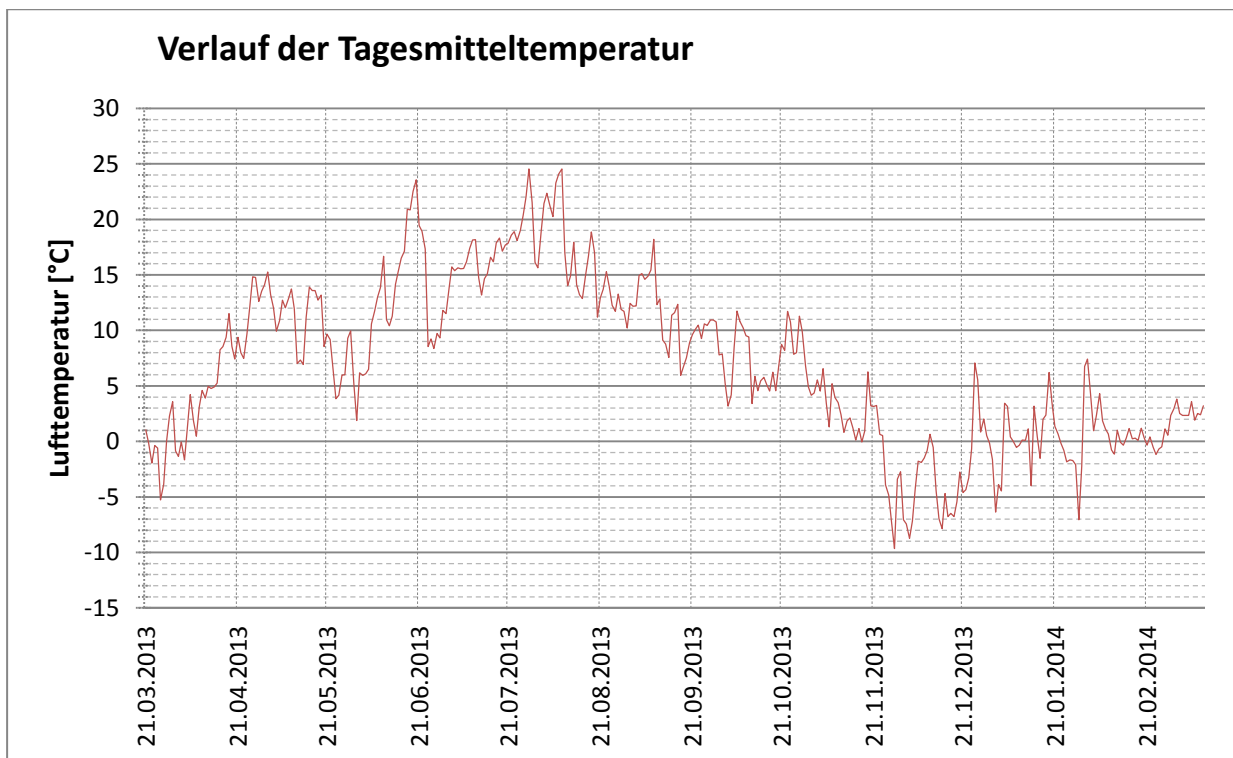


Abbildung 33: Verlauf der Tagesmitteltemperaturen, Kölblwiese, 21.03.2013 bis 12.03.2014

Der Verlauf der Tagesmitteltemperaturen ist in der Abbildung 33 dargestellt. Wie in dieser Darstellung erkennbar, werden die absoluten Maximalwerte der Lufttemperatur am 28.07.2013 mit über 34°C erreicht. Am 28.11.2013 sinkt die Temperatur auf ein Minimum von -15,7°C.

Bei der Gegenüberstellung mit der amtlichen Station in Admont ergibt sich ein ähnliches Bild der beiden Temperaturverläufe von April bis Dezember des Jahres 2013.

Abbildung 34 zeigt den Verlauf der Monatsmitteltemperaturen und lässt ein Maximum der Werte im Juli erkennen. Das Minimum tritt im Dezember auf.

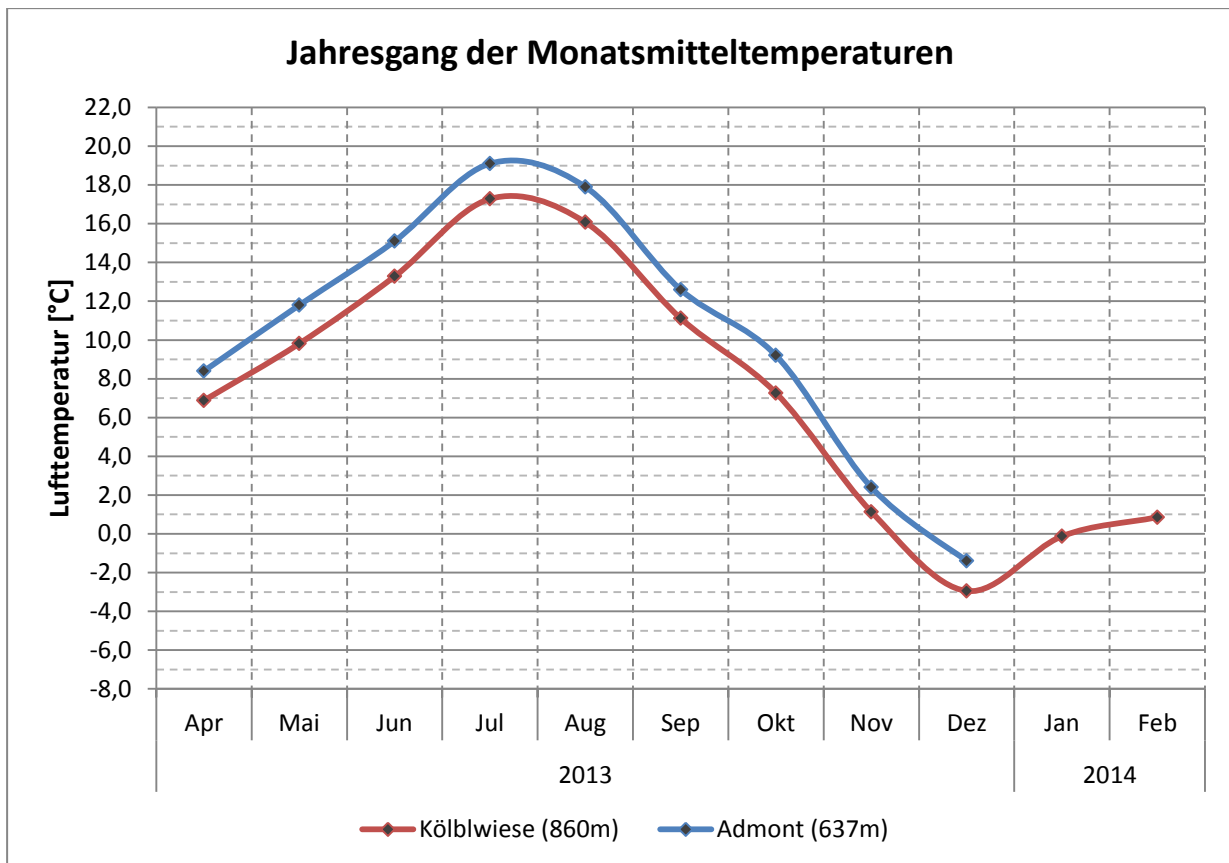


Abbildung 34: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Kölblwiese und Admont, April 2013 bis Februar 2014

Die Monatsmittelwerte der Station Kölblwiese sind niedriger als jene der Station Admont, dies ergibt eine deutliche Temperaturabnahme mit der Höhe über den Beobachtungszeitraum. Die Unterschiede reichen hier von 1,3 bis 2,0 Kelvin und somit ergibt sich eine Temperaturabnahme mit der Höhe zwischen 0,58 und 0,89 Kelvin je 100 Höhenmeter. Die Monatsmittelwerte sind auch in Tabelle 12 dargestellt.

Tabelle 12: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur, Kölblwiese und Admont, April 2013 bis Februar 2014

Station	2013									2014	
	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb
<b>Kölblwiese (860m)</b>	6,9	9,8	13,3	17,3	16,1	11,1	7,3	1,1	-2,9	-0,1	0,9
<b>Admont/Weng (637m)</b>	8,4	11,8	15,1	19,1	17,9	12,6	9,2	2,4	-1,4	-	-

Im Zuge der Diplomarbeit von Seiss Michaela wurden 2003 bis 2004 Temperaturmessungen an verschiedenen Standorten im Johnsbachtal durchgeführt. Es gab einen ähnlichen Standort in der Nähe des Gasthof Kölbl, deren Ergebnisse im Folgenden mit den neuen Aufzeichnungen verglichen werden.

Der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen aus diesen Temperaturmessungen ist in Abbildung 35 ersichtlich. Der Jahresverlauf ist ähnlich zu den derzeitigen Auswertungen am Standort Kölblwiese.

Generell scheinen die Lufttemperaturen, sowohl in den Sommermonaten als auch in den Wintermonaten, in der Untersuchungsperiode milder zu sein als in der Vergleichsperiode von 2003 bis 2004.

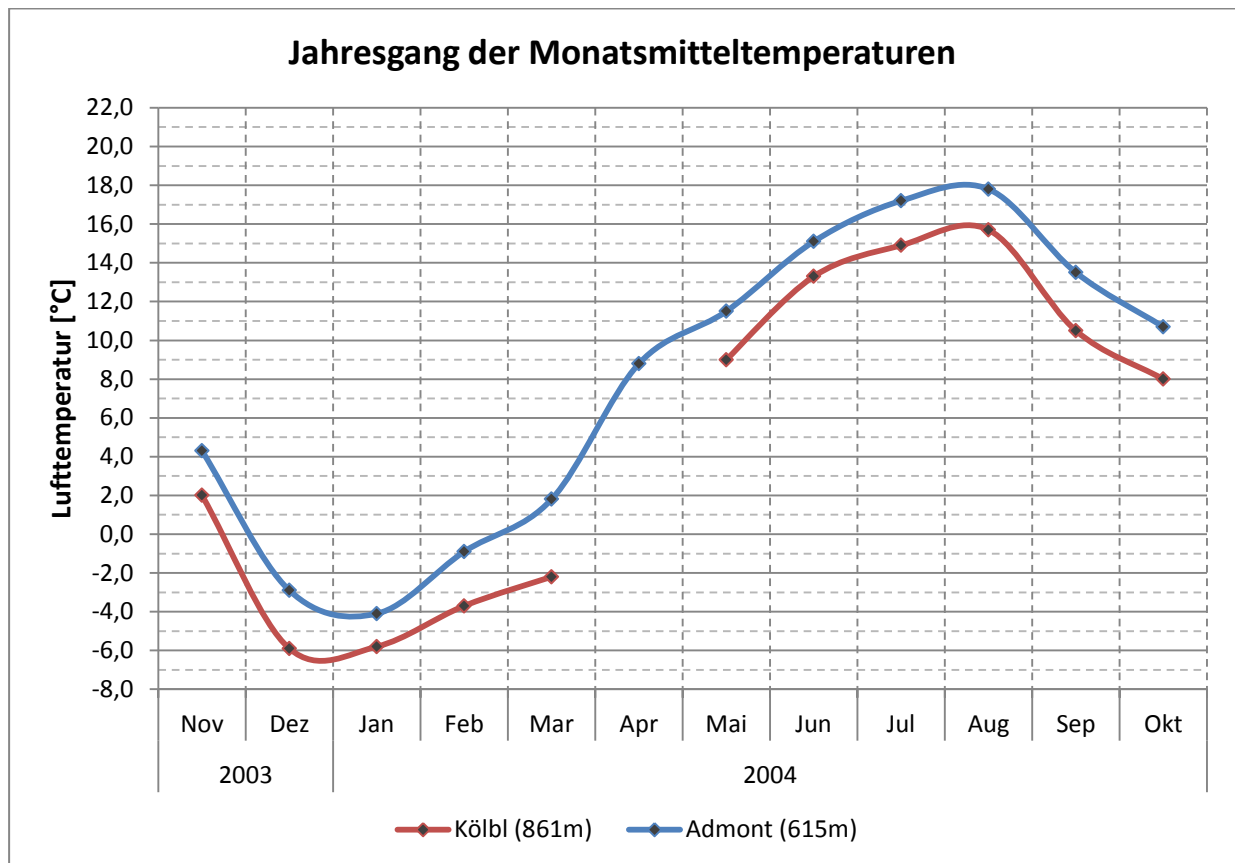


Abbildung 35: Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen, Kölbl und Admont, November 2003 bis Oktober 2004 (Datengrundlage: Seiss 2005, S.44)

Zusätzlich ist eine größere Temperaturdifferenz zwischen den beiden Stationen zu verzeichnen (vgl. Tabelle 13). Es ist jedoch zu bedenken, dass die Vergleichsstation Admont in der Arbeit von Seiss auf einer Seehöhe von 615m und somit etwas tiefer liegt, als die derzeitige Referenzstation.

Tabelle 13: Monatsmittelwerte der Lufttemperatur, Kölbl und Admont, November 2003 bis Oktober 2004 (Datengrundlage: Seiss 2005, S.44)

Station	2003		2004									
	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
Kölbl (861m)	2,0	-5,9	-5,8	-3,7	-2,2	-	9,0	13,3	14,9	15,7	10,5	8,0
Admont (615m)	4,3	-2,9	-4,1	-0,9	1,8	8,8	11,5	15,1	17,2	17,8	13,5	10,7

Die nächste Temperatúrauswertung zeigt das mittlere tägliche Maximum, das mittlere tägliche Minimum und die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur an der Station Kölblwiese über den Untersuchungszeitraum und wird in der Abbildung 36 dargestellt.

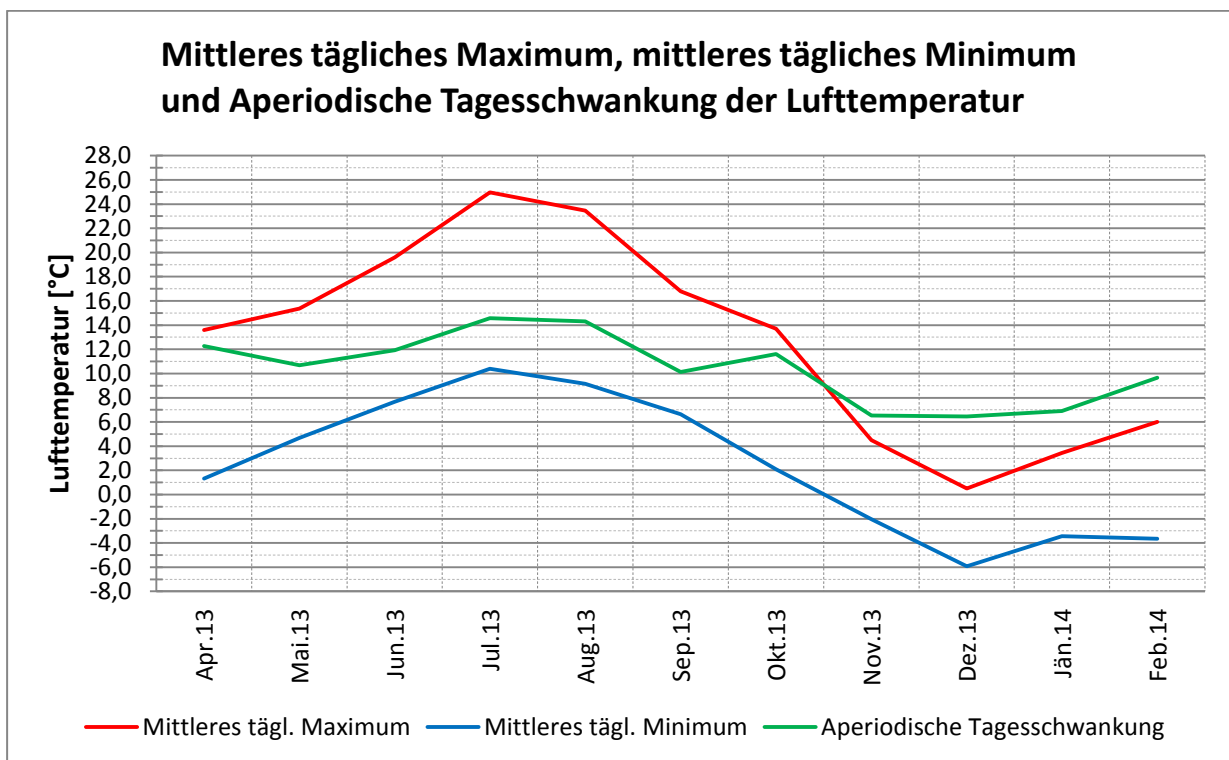


Abbildung 36: Mittleres tägliches Maximum, das mittlere tägliches Minimum und die aperiodische Tagesschwankung der Lufttemperatur, Kölblwiese, April 2013 bis Februar 2014

Die aperiodische Tagesschwankung beträgt bei der Mess-Station Kölblwiese 8,2 Kelvin und liegt damit unter dem Wert von Admont, der generell um einen Bereich von 10 Kelvin liegt. Dies war auch anzunehmen, da die Tagesschwankung mit der Seehöhe abnimmt.

Den Abschluss der Temperaturlauswertungen bildet ein Vergleich des Tagesganges an den Stationen Kölblwiese und Admont. Die hochauflösenden Daten von Admont standen zum Zeitpunkt der Auswertung nur bis zum 01.05.2013 zur Verfügung. Deshalb ist der Tagesgang der Lufttemperatur in Abbildung 37 über den Zeitraum von 21.03.2013 bis 01.05.2013 gemittelt.

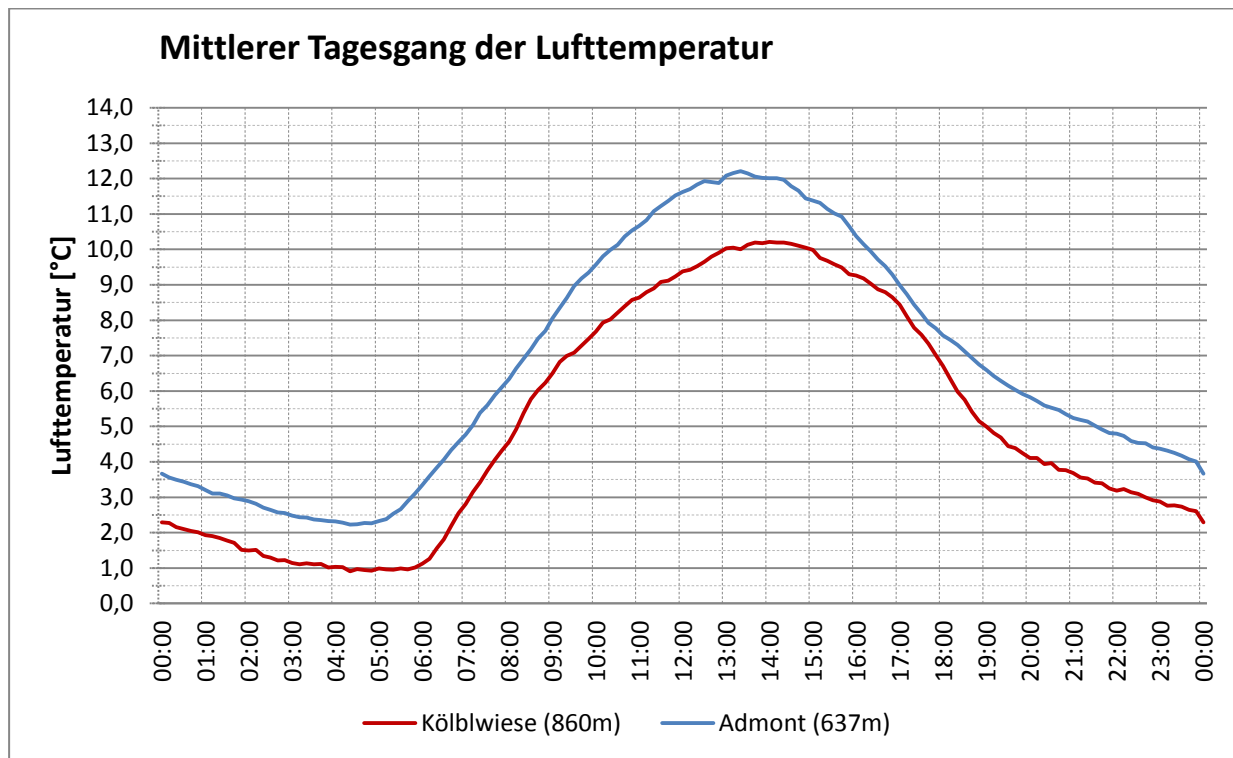


Abbildung 37: Mittlerer Tagesgang der Lufttemperatur, Kölblwiese und Admont, 21.03.2013 bis 01.05.2013

Der Tagesgang zeigt wieder die deutlich kühleren Temperaturen der Station Kölblwiese. Die Erwärmung am Morgen erfolgt später als in Admont. Die Abkühlung am Abend tritt ebenfalls später auf, jedoch mit erhöhter Intensität. Die beiden Kurven verlaufen ähnlich und folgen dem Strahlungsgang. Auch diese Auswertung stützt die bisherigen Erkenntnisse und lässt die Daten der Kölblwiese plausibel erscheinen. Für allgemein gültige Aussagen ist der Untersuchungszeitraum jedoch zu gering und könnte vor allem in den Wintermonaten differenzierte Verläufe aufweisen.



### 5.3 Windverhältnisse

Mit den korrigierten und bereinigten Messwerten, werden in diesem Kapitel die auftretenden Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen an den Stationen dargestellt. Um mit den verfügbaren Daten einen größtmöglichen Vergleichszeitraum zu erhalten, wurde die Dauer der Beobachtungsperiode mit zwei Jahren festgelegt. Sie beginnt mit 01.01.2012 und endet am 31.12.2013. Mit Ausnahme der Station Kölblwiese, deren Daten über den Zeitraum von etwa einem Jahr zur Verfügung standen.

Zur Darstellung der vorherrschenden Windrichtungen an allen Stations-Standorten werden die Gesamtjahresverteilungen der Windrichtung und Windgeschwindigkeit aufgezeigt.

Zusätzlich zur Gesamtjahresverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit werden auch die jahreszeitlichen Unterschiede der Windverteilung ausgewertet. Es werden für alle Stationen Diagramme für die Jahreszeiten Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter dargestellt. Der Untersuchungszeitraum bleibt derselbe für die Jahre 2012 bis 2013, mit Ausnahme des Standortes Kölblwiese.

Die Darstellung erfolgt mit Windrosendiagrammen. Es ist dabei zu beachten, dass die verschiedenen Diagramme über eine unterschiedliche Skalierung der prozentuellen Häufigkeit verfügen.

Für die direkte Vergleichbarkeit der Stationsergebnisse, ist ein weiterer wichtiger Punkt zu bedenken. Aufgrund der Bodenrauigkeit und der thermischen Schichtung der Atmosphäre ändert sich die Windgeschwindigkeit mit der Höhe (vgl. Kapitel 2.4). Die Höhe der Messung der Windgeschwindigkeit über Grund hat also einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis. Prinzipiell wird versucht, die Windmeseinrichtungen auf gleicher Höhe zu installieren. Dies ist nicht immer möglich und bei den untersuchten Stationen nicht der Fall. Die Sensorhöhen der Windmessung reichen bei den Stationen von 5 bis 10 m über Grund. Bei der mobilen Station auf der Kölblwiese ist der Sensor 3 m über Grund installiert. Die Genauigkeit eines direkten Vergleiches der Windgeschwindigkeiten ist in diesem Fall beeinträchtigt.

## 5.3.1 Gesamtjahresverteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit

### 5.3.1.1 Oberkainz

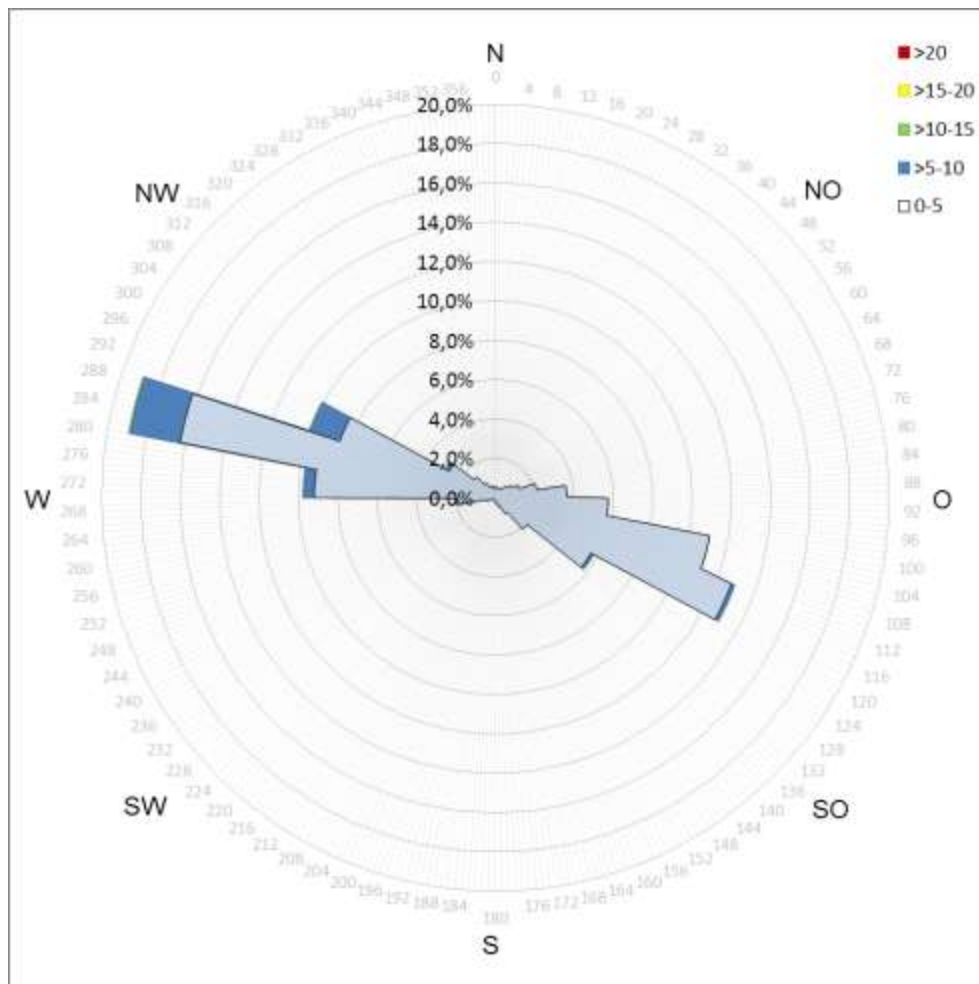


Abbildung 38: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Oberkainz, 2012-2013

Die Abbildung 38 zeigt die Gesamtjahresverteilung der Windgeschwindigkeit und Windrichtung über einen Zeitraum von 2012 bis 2013. Es ist erkennbar, dass die Hauptwindrichtungen aus West-Nordwest dominieren, als auch die höheren Windgeschwindigkeiten bis zu 14 m/s aufweisen. Die Maximalgeschwindigkeiten aus dieser Richtung werden am 15.02.2012 mit 26 m/s erreicht. Ein sekundäres Maximum in Bezug auf die Windrichtung ist aus dem Sektor Ost-Südost erkennbar, die Windgeschwindigkeiten liegen dort hauptsächlich im Bereich 0-5 m/s.

### 5.3.1.2 Schröckalm

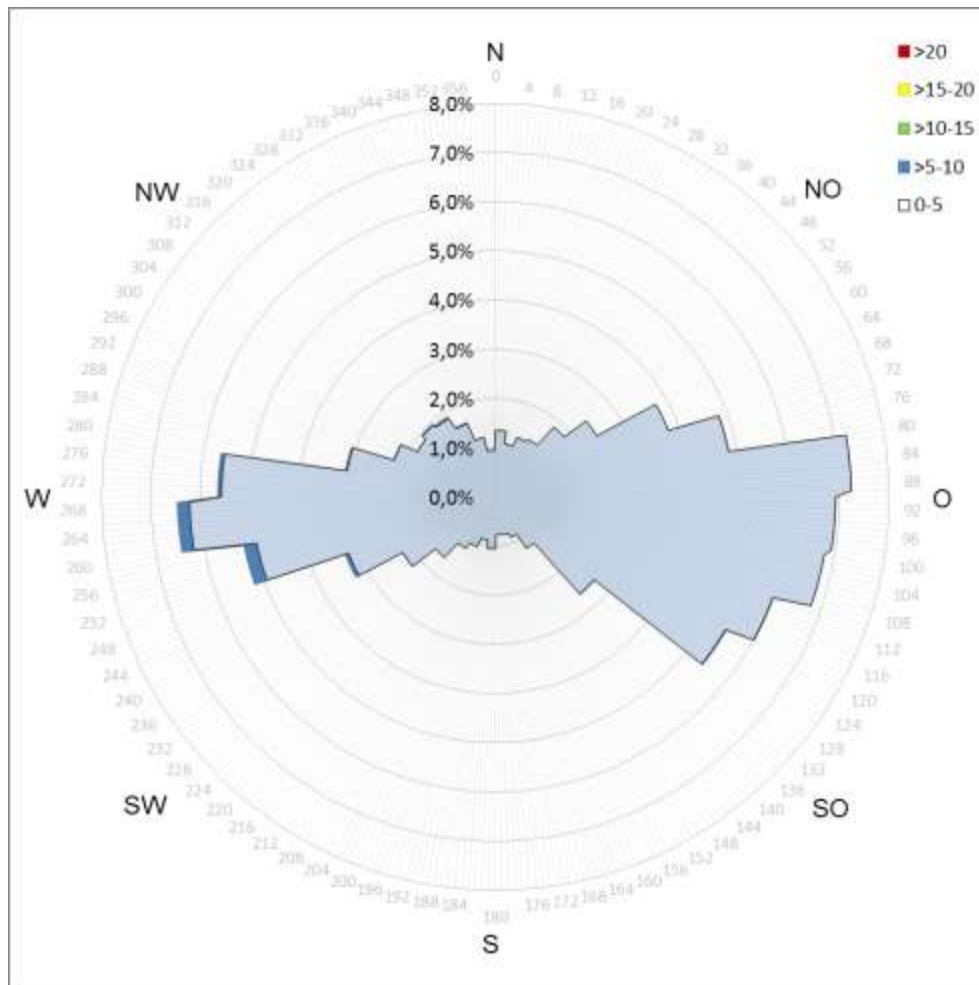


Abbildung 39: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Schröckalm, 2012-2013

Auf der Schröckalm dominieren Winde aus der Richtung Südost bis Ost, die im Bereich von 0-5 m/s liegen. Die zweite Hauptwindrichtung kommt aus dem Bereich West mit Windgeschwindigkeiten bis knapp über 10 m/s. Insgesamt dominieren Windgeschwindigkeiten im Bereich von 0 bis 5 m/s mit einer Häufigkeit von 99%. Die Maximalgeschwindigkeit wurde am 31.01.2013 mit knapp 25 m/s gemessen.

### 5.3.1.3 Gscheidegg

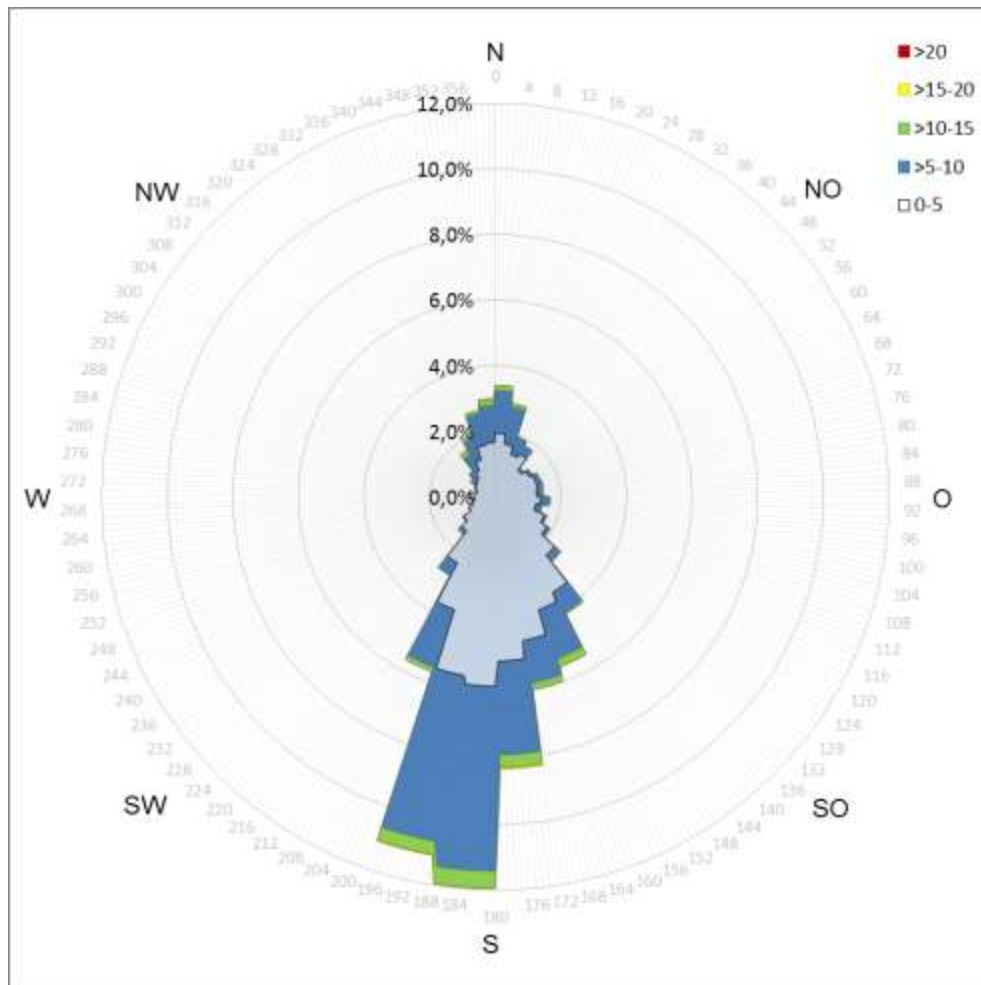


Abbildung 40: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen ( $^{\circ}$ ), Gscheidegg, 2012-2013

Die Station Gscheidegg zeigt eine Ausprägung der Hauptwindrichtungsverteilung aus Süden. Windrichtungen aus der Richtung Nord sind weniger oft zu finden, jedoch mit ähnlicher Intensität der Windgeschwindigkeiten. Diese reichen bis 20 m/s. Die maximalen Böen wurden am 15.02.2012 erreicht. Die Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 10 m/s haben eine Häufigkeit von 28,6%.

### 5.3.1.4 Blaseneck

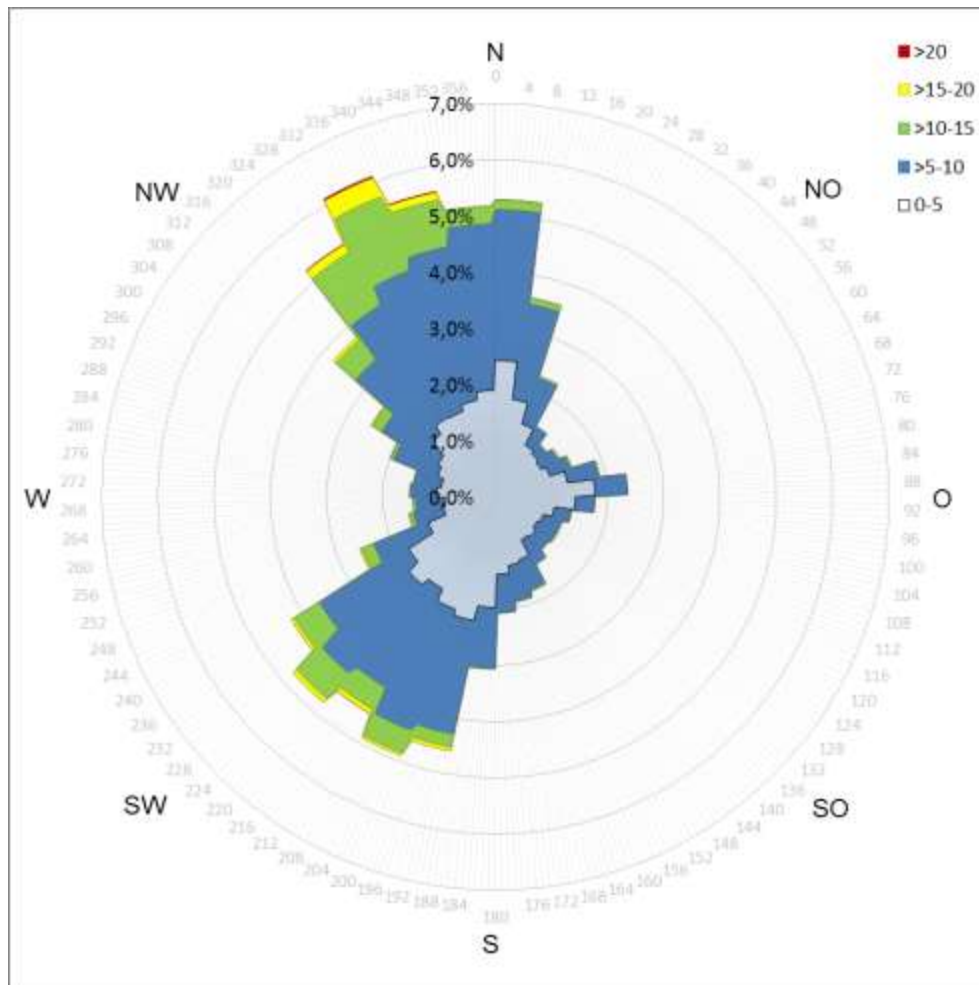


Abbildung 41: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Blaseneck, 2012-2013

Am Blaseneck dominieren Winde aus dem Sektor Nordwest bis Nord. Hier werden auch die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten bis zu 27 m/s erreicht. Die maximalen Windgeschwindigkeiten kommen ebenfalls aus dieser Richtung und erreichen 39 m/s am 25.12.2013 und 37,5 m/s am 15.02.2012. Ein zweites Maximum ist aus der Richtung Süd-Südwest bis Südwest zu verzeichnen. Die Häufigkeiten sind etwas geringer, als die Strömungen aus Nord-Nordwest, jedoch von ähnlicher Intensität. Die Maximalgeschwindigkeiten kommen jedoch nicht aus dieser Richtung. Von geringer Häufigkeit, mit Geschwindigkeiten bis 10 m/s treten auch Winde aus östlicher Richtung auf. Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 10 m/s treten mit einer Häufigkeit von 41% auf.

### 5.3.1.5 Zinödl

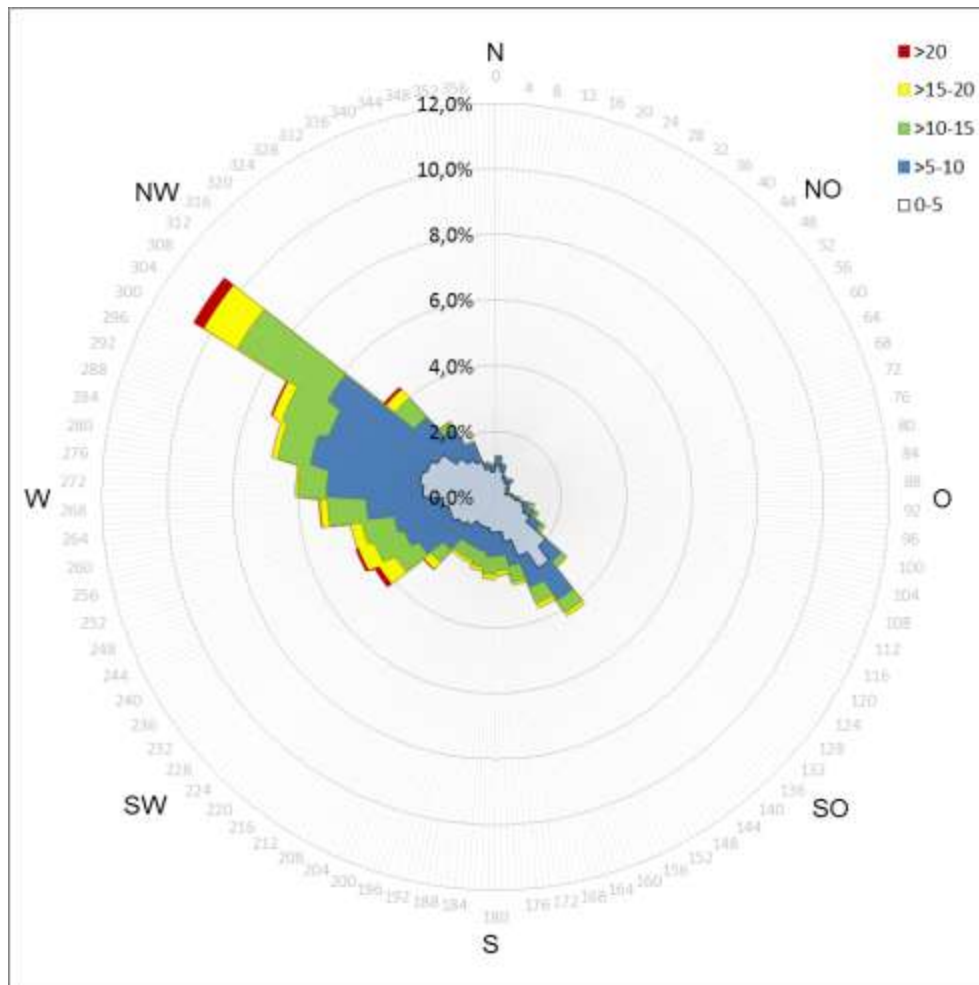


Abbildung 42: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Zinödl, 2012-2013

An der Station Zinödl kommen die Hauptströmungen aus der Richtung West bis Nordwest mit einer größer werdenden Häufigkeit zum Sektor Nordwest hin. Die Windgeschwindigkeit steigt auf bis zu 35 m/s an, wobei Windgeschwindigkeiten über 20 m/s mit einer Häufigkeit von 1% auftreten. Die maximalen Böen werden am 15.02.2012 mit über 50 m/s erreicht. Eine zweite Strömung, jedoch vergleichsweise gering, sowohl in Häufigkeit als auch Geschwindigkeit, kommt aus dem Sektor Süd-Südost bis Südost.

### 5.3.1.6 Tamischbachturm 1

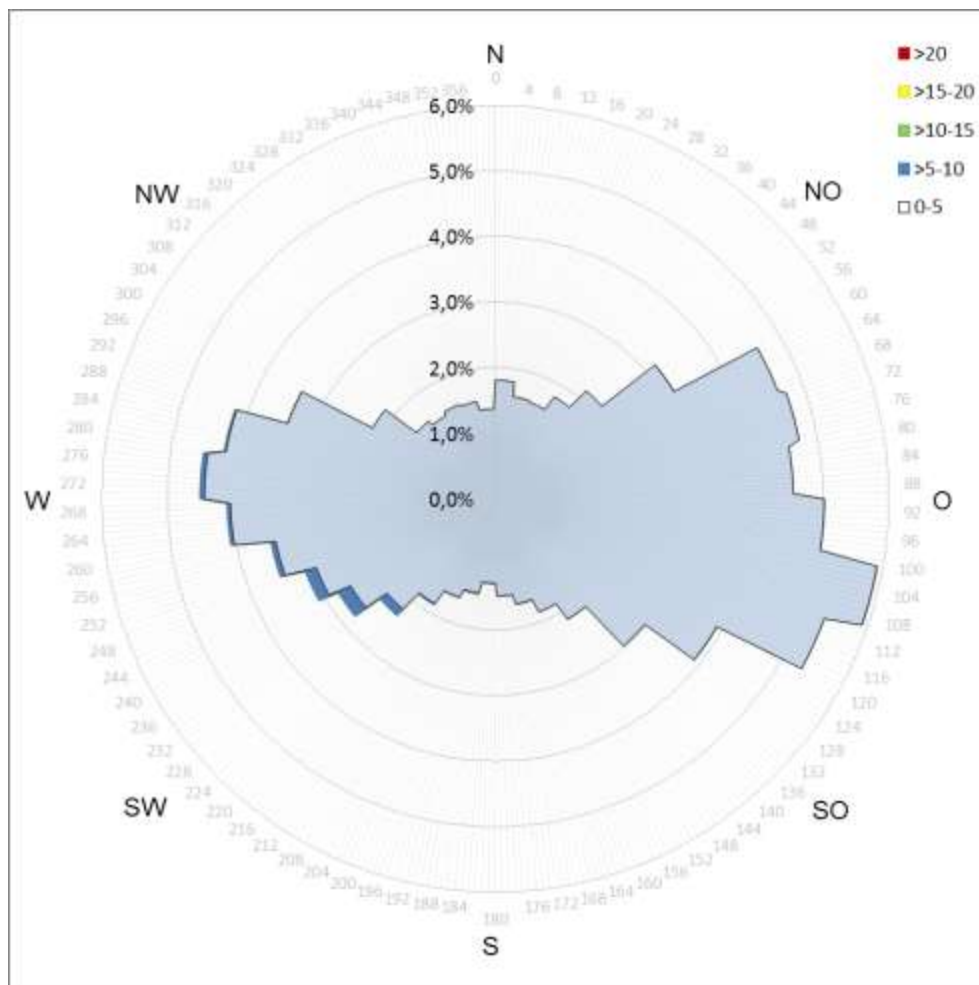


Abbildung 43: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Tamischbachturm 1, 2012-2013

Das Schneemessfeld der Station Tamischbachturm zeigt im Vergleich zu den anderen Standorten eine breitere Verteilung der Windrichtungen. So finden sich die dominierenden Windrichtungen aus dem Bereich Südost bis Nordost kommend. Die Windgeschwindigkeiten reichen bis 5 m/s. Von der Häufigkeit weniger ausgeprägt sind die Strömungen aus Westen. Diese weisen aber die höheren Windgeschwindigkeiten bis 11 m/s auf. Maximalgeschwindigkeiten sind am 28.07.2012 aufgetreten und erreichten knapp 25 m/s.

### 5.3.1.7 Tamischbachturm 2

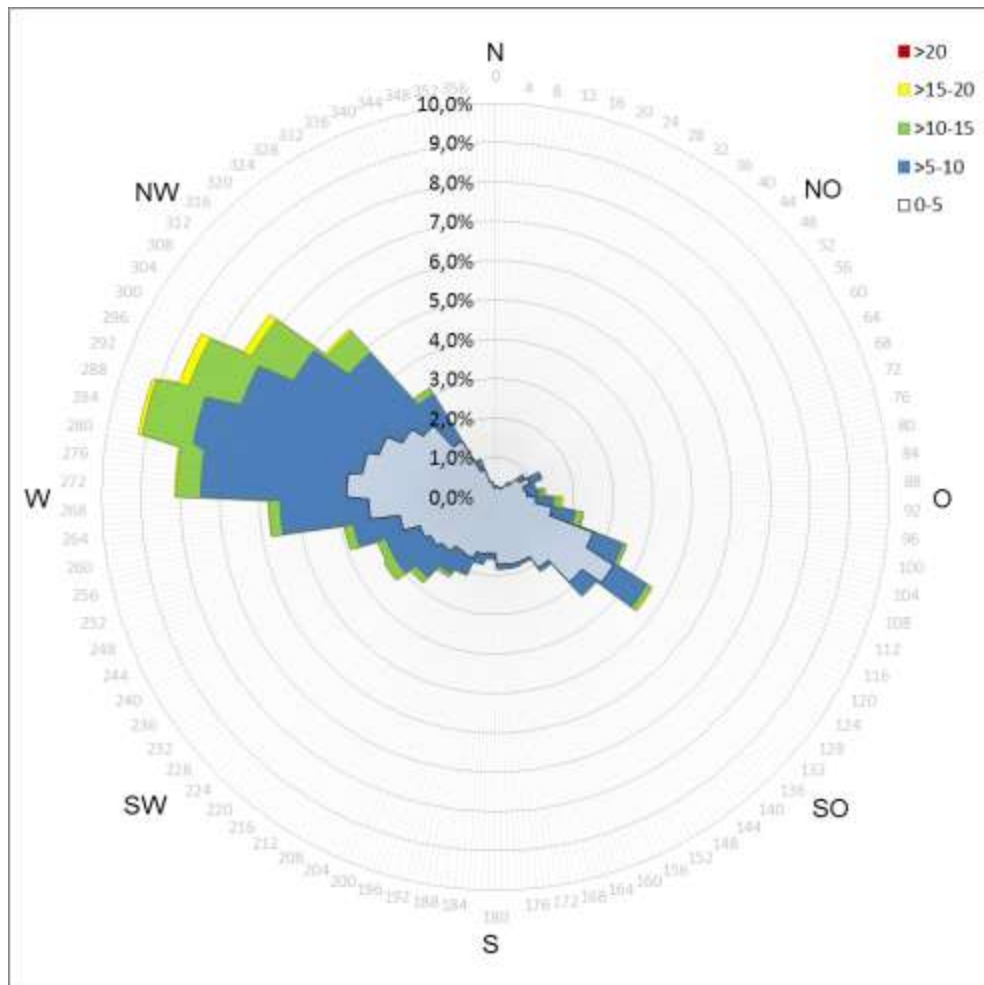


Abbildung 44: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Tamischbachturm 2, 2012-2013

Am Windmessfeld der Station Tamischbachturm dominieren die Windrichtungen West bis Nordwest. Sekundäre Maxima der Windrichtung sind aus Richtung Südost erkennbar, die höheren Windgeschwindigkeiten sind jedoch bei den Strömungen aus West bis Nordwest zu finden. Die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten erreichen hier 26 m/s. Die höchste Böe wurde mit über 34 m/s am 15.02.2012 aufgezeichnet.



### 5.3.1.8 Kölblwiese

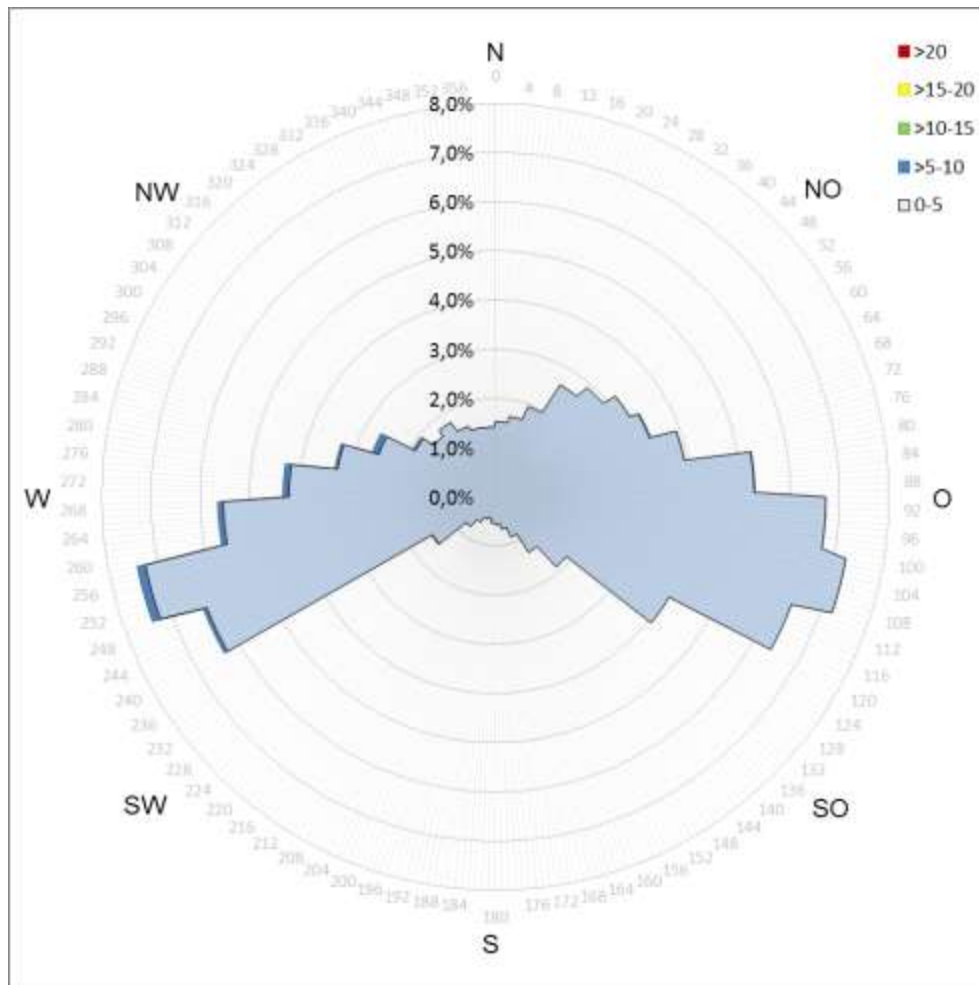


Abbildung 45: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°), Kölblwiese, 21.03.2013-12.03.2014

Auf der Kölblwiese ist der größte Anteil der auftretenden Strömungen aus der Richtung Ost-Südost erkennbar. Etwas weniger oft treten Winde aus dem Bereich West-Südwest auf. Bei den Windgeschwindigkeiten verhält es sich entgegengesetzt. Die Strömungen von Südwest bis West weisen Geschwindigkeiten bis über 10 m/s auf, während die Windgeschwindigkeiten aus dem Sektor Ost-Südost im Bereich von 0 bis 5 m/s liegen. Maximalgeschwindigkeiten von über 20 m/s werden am 07.12.2013 erreicht.

## 5.3.2 Jahreszeitliche Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit

### 5.3.2.1 Oberkainz

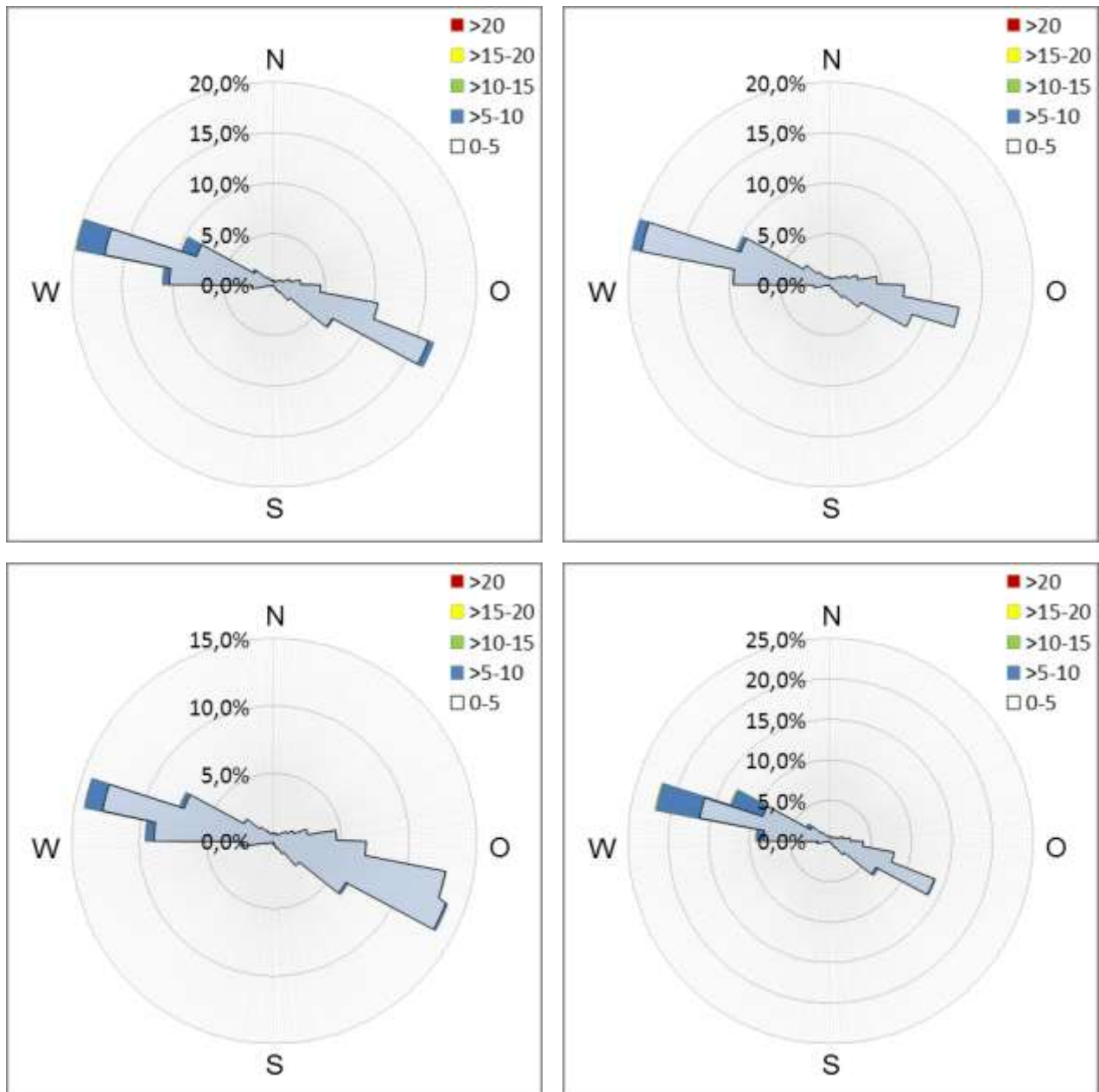


Abbildung 46: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen ( $^{\circ}$ ) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Oberkainz, 2012-2013

Am Standpunkt Oberkainz sehen die jahreszeitlichen Verteilungen ähnlich der Gesamtjahresverteilung aus. Die dominante Windrichtung ist weiterhin aus West-Nordwest erkennbar und weist auch die höheren Windgeschwindigkeiten zwischen 5 und 10 m/s auf. Lediglich im Herbst treten Strömungen aus Ost bis Südost öfter auf, jedoch in der Geschwindigkeit weniger ausgeprägt. Die Höchstgeschwindigkeiten treten im Winter und im Frühjahr auf.

### 5.3.2.2 Schröckalm

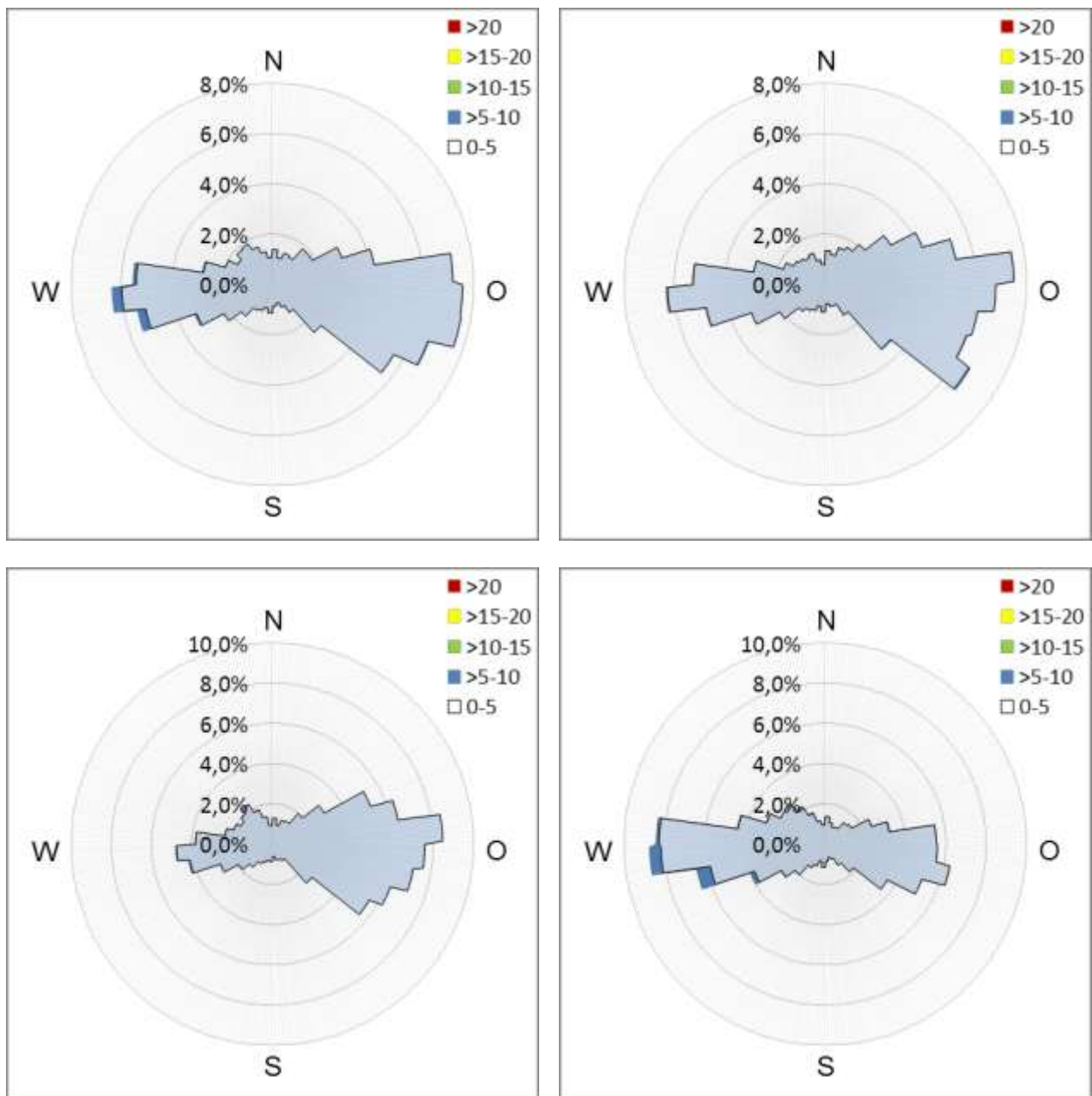


Abbildung 47: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Schröckalm, 2012-2013

Die jahreszeitliche Verteilung der Winde auf der Schröckalm zeigt grundsätzlich eine ähnliche Verteilung, wie jene des Gesamtjahres. Lediglich im Winter dominieren Strömungen aus West, im Vergleich zu den häufiger vorkommenden Ostströmungen in den anderen Jahreszeiten. Die höheren Windgeschwindigkeiten (5-10 m/s) kommen grundsätzlich nur bei Winden aus dem Sektor West vor.

### 5.3.2.3 Gscheidegg

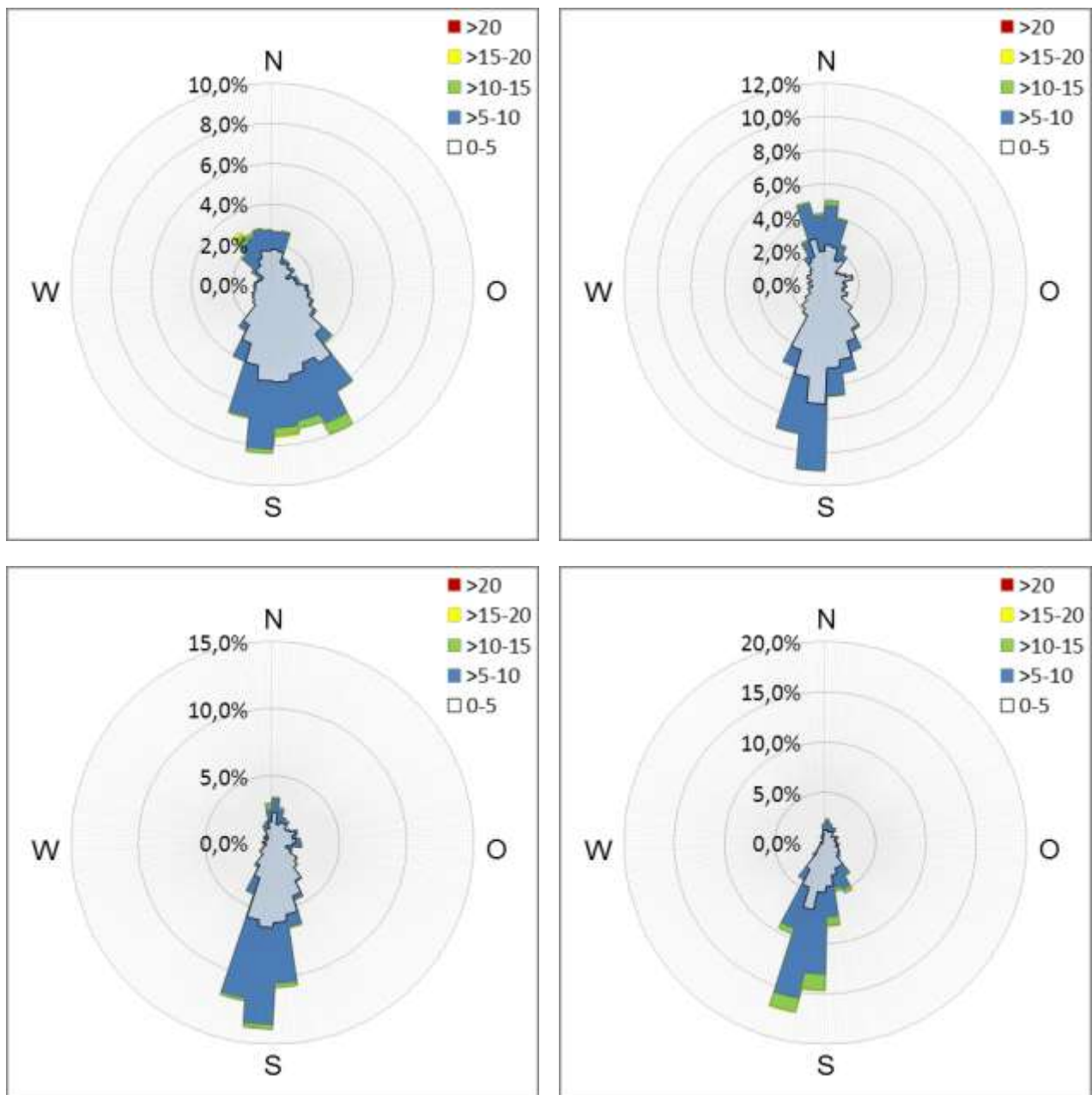


Abbildung 48: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen ( $^{\circ}$ ) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Gscheidegg, 2012-2013

Am Gscheideggkogel ist die Gesamtjahresverteilung prinzipiell in den Jahreszeiten wieder zu erkennen und wird von Südwinden dominiert. Einzig im Frühjahr ist eine größere Streuung zu Winden aus Südost erkennbar. Die höheren Geschwindigkeiten mit 10 bis 15 m/s sind hauptsächlich im Winter zu finden.

### 5.3.2.4 Blaseneck

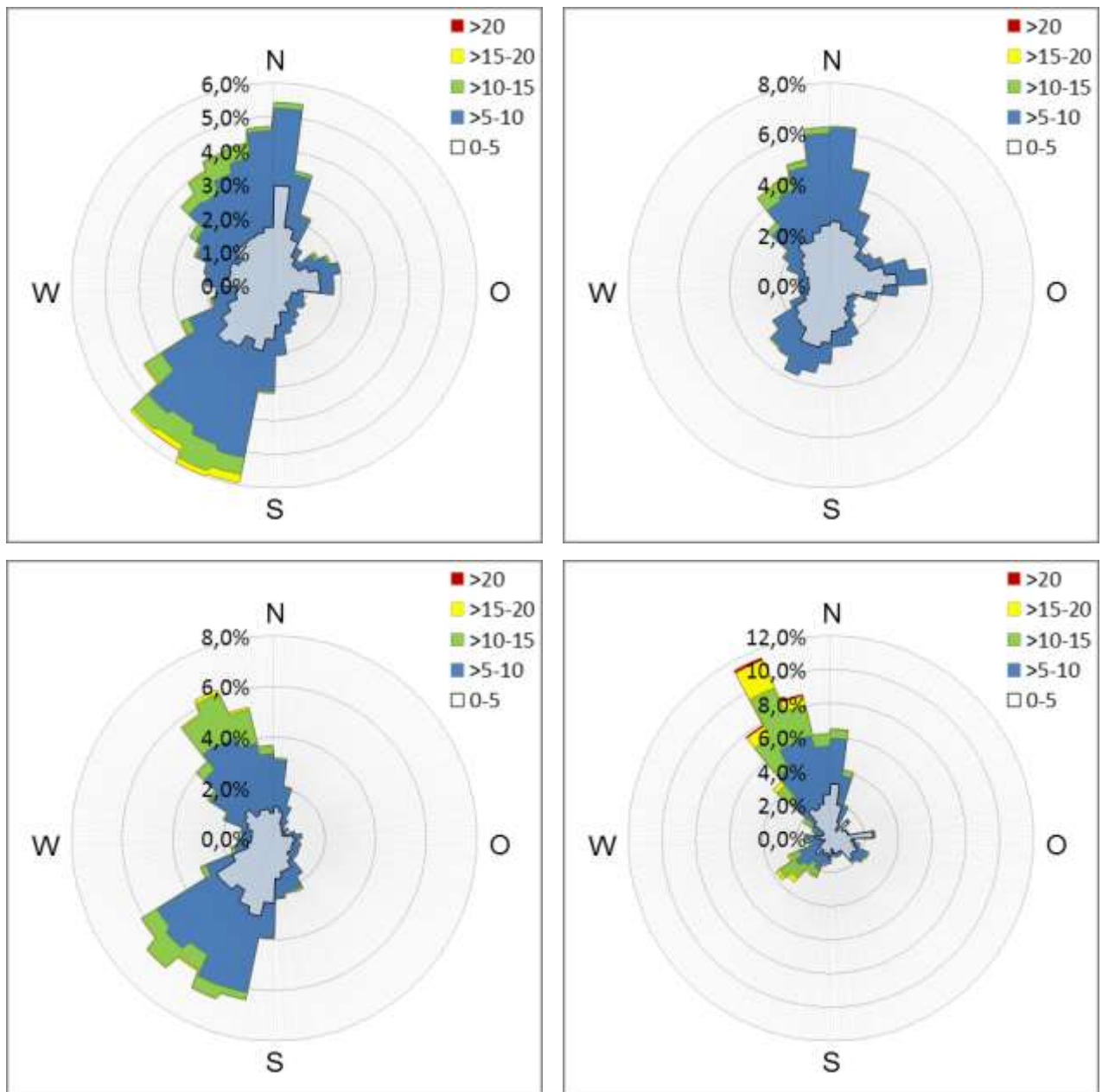


Abbildung 49: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Blaseneck, 2012-2013

Am Blaseneck gibt es einen deutlichen jahreszeitlichen Verlauf der Windrichtungen. Im Sommer und Winter sind Strömungen aus Nordwest bis Nord vorherrschend, während im Frühjahr und Herbst zusätzlich Winde aus dem Sektor Süd bis Südost zu erkennen sind, welche die anderen Strömungen in der Häufigkeit des Auftretens sogar noch übertreffen. Die Höchstgeschwindigkeiten mit über 20 m/s sind im Winter zu finden.

### 5.3.2.5 Zinödl

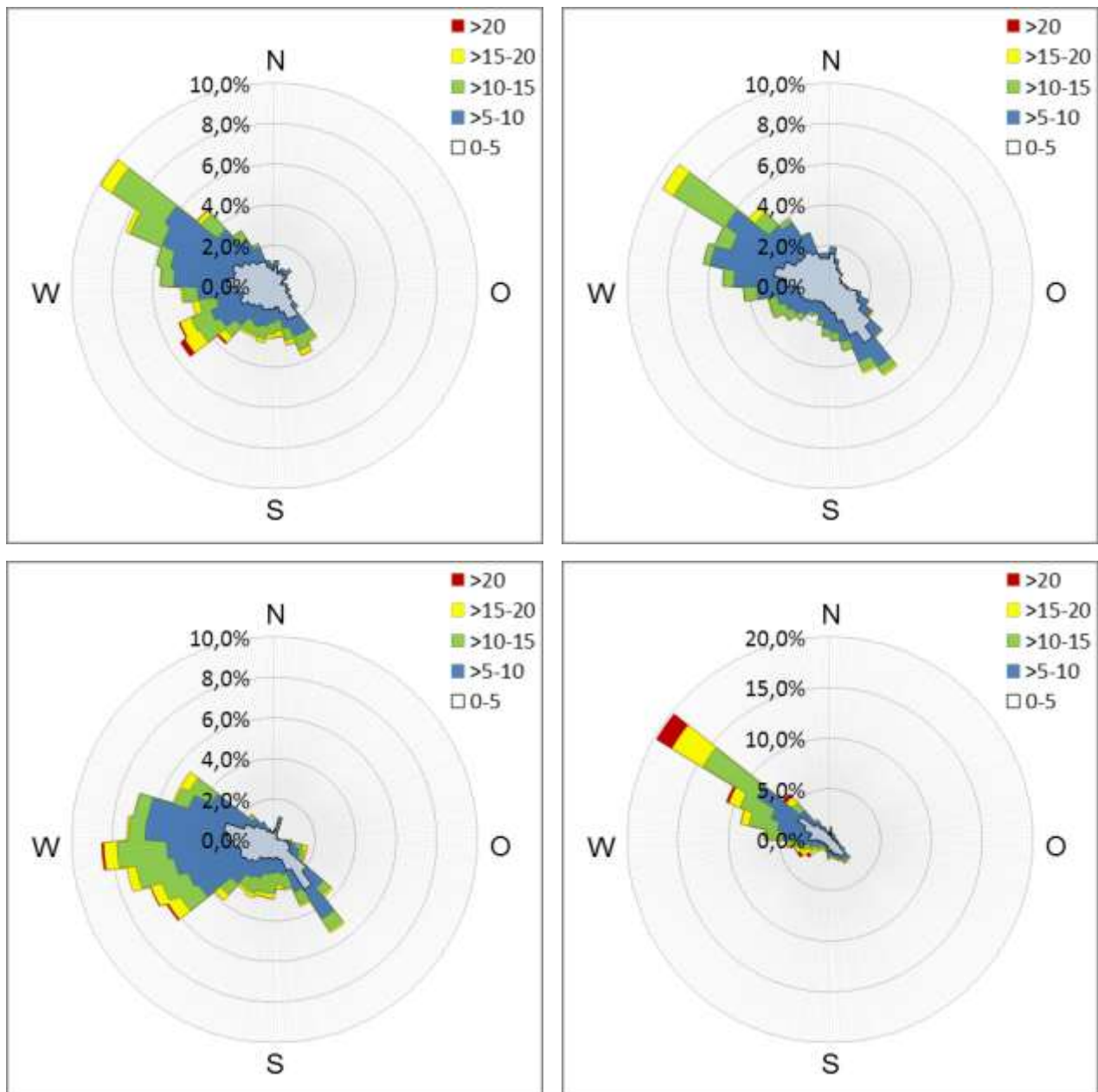


Abbildung 50: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Zinödl, 2012-2013

Am Zinödl dominieren Strömungen aus Nordwest, die sich im Herbst mit einer größeren Streuung nach Westen hin verlagern. Die höchsten Windgeschwindigkeiten sind im Winter zu finden, und kommen fast ausschließlich aus Nordwesten. Ein zweites Maximum der Windgeschwindigkeiten findet sich im Frühjahr aus Richtung Südwest, ist aber in der Häufigkeit deutlich weniger ausgeprägt.

### 5.3.2.6 Tamischbachturm 1

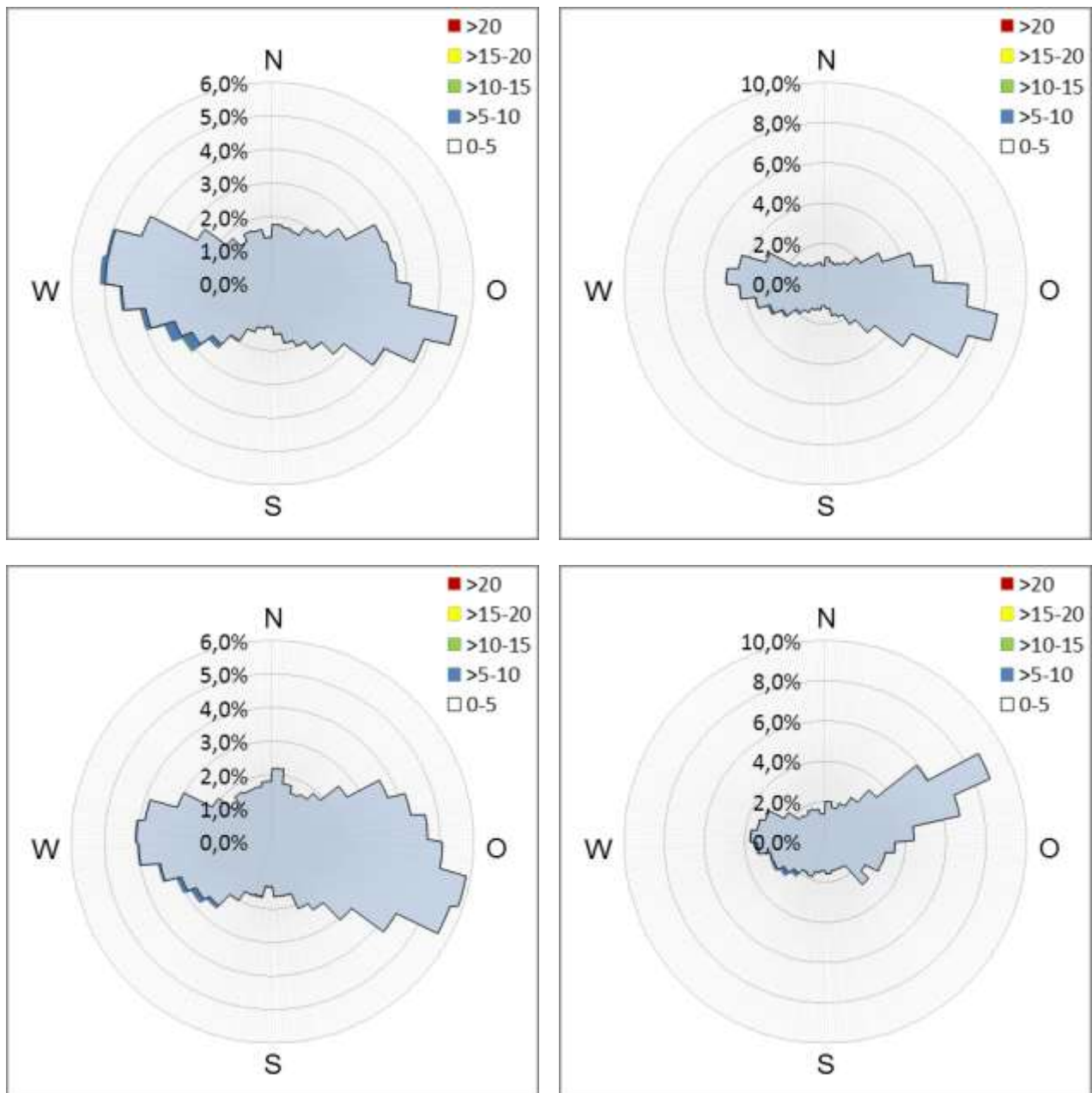


Abbildung 51: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Tamischbachturm 1, 2012-2013

Beim Schneemessfeld am Tamischbachturm treten im Sommer und Winter die Strömungen aus Osten häufiger auf. Im Frühjahr und Herbst sind die Windrichtungsverteilungen etwas ausgeglichener bei einem Maximum aus Ost und einem Sekundärmaximum aus dem Sektor West. Höhere Windgeschwindigkeiten treten bei den Winden aus Westen auf.

### 5.3.2.7 Tamischbachturm 2

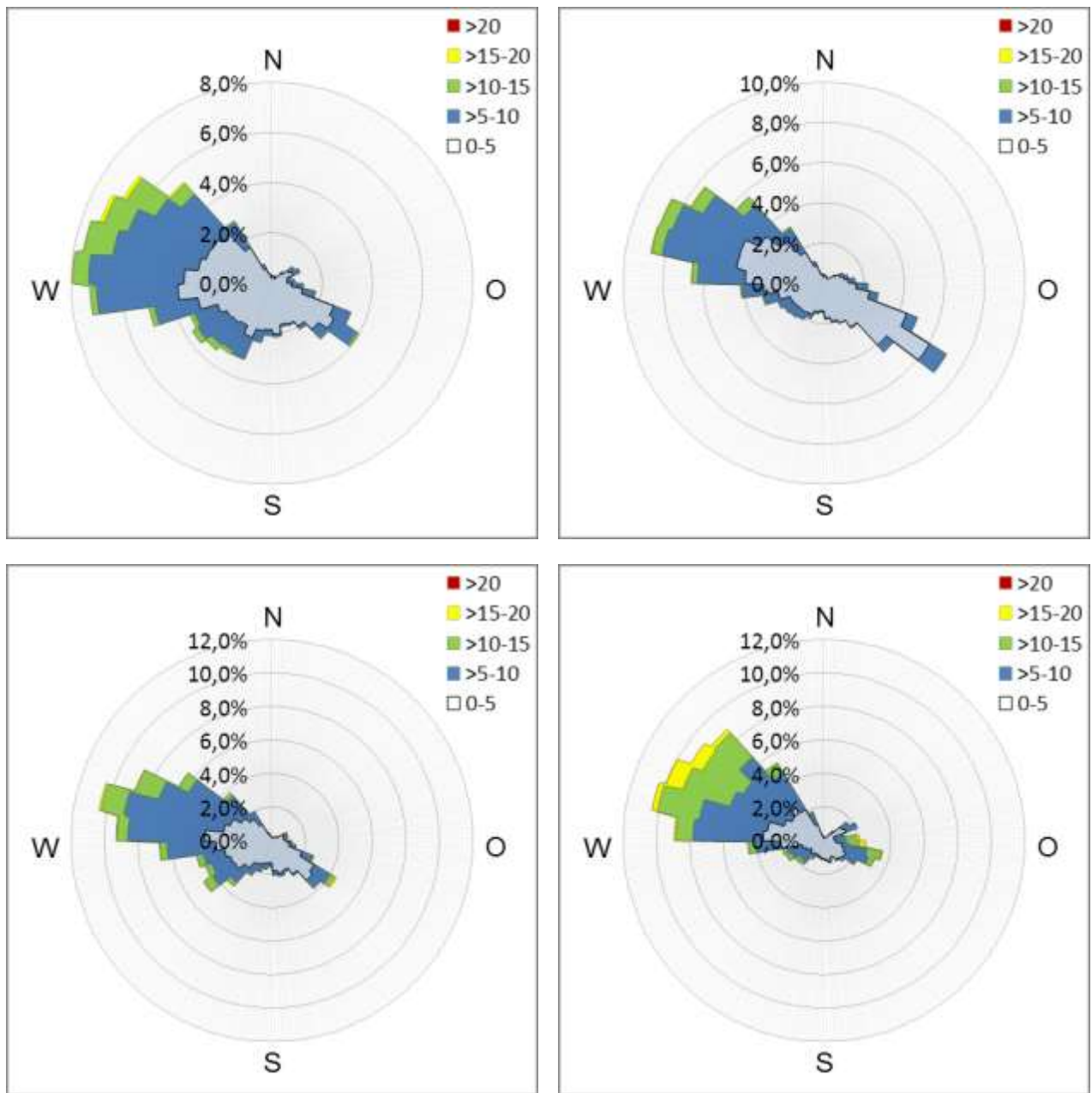


Abbildung 52: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen (°) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Tamischbachturm 2, 2012-2013

Die jahreszeitliche Verteilung der Winde am Tamischbachturm 2 zeigt keine wesentlichen Unterschiede zur jener des Gesamtjahres. Strömungen aus West-Nordwest dominieren mit einer Tendenz zu häufigeren Höchstgeschwindigkeiten im Winter. Von Frühjahr bis Herbst sind noch weitere Strömungen aus der Richtung Südost erkennbar, die in der Häufigkeit zum Winterhalbjahr hin wieder abnehmen, jedoch in der Windgeschwindigkeit zunehmen.



### 5.3.2.8 Kölblwiese

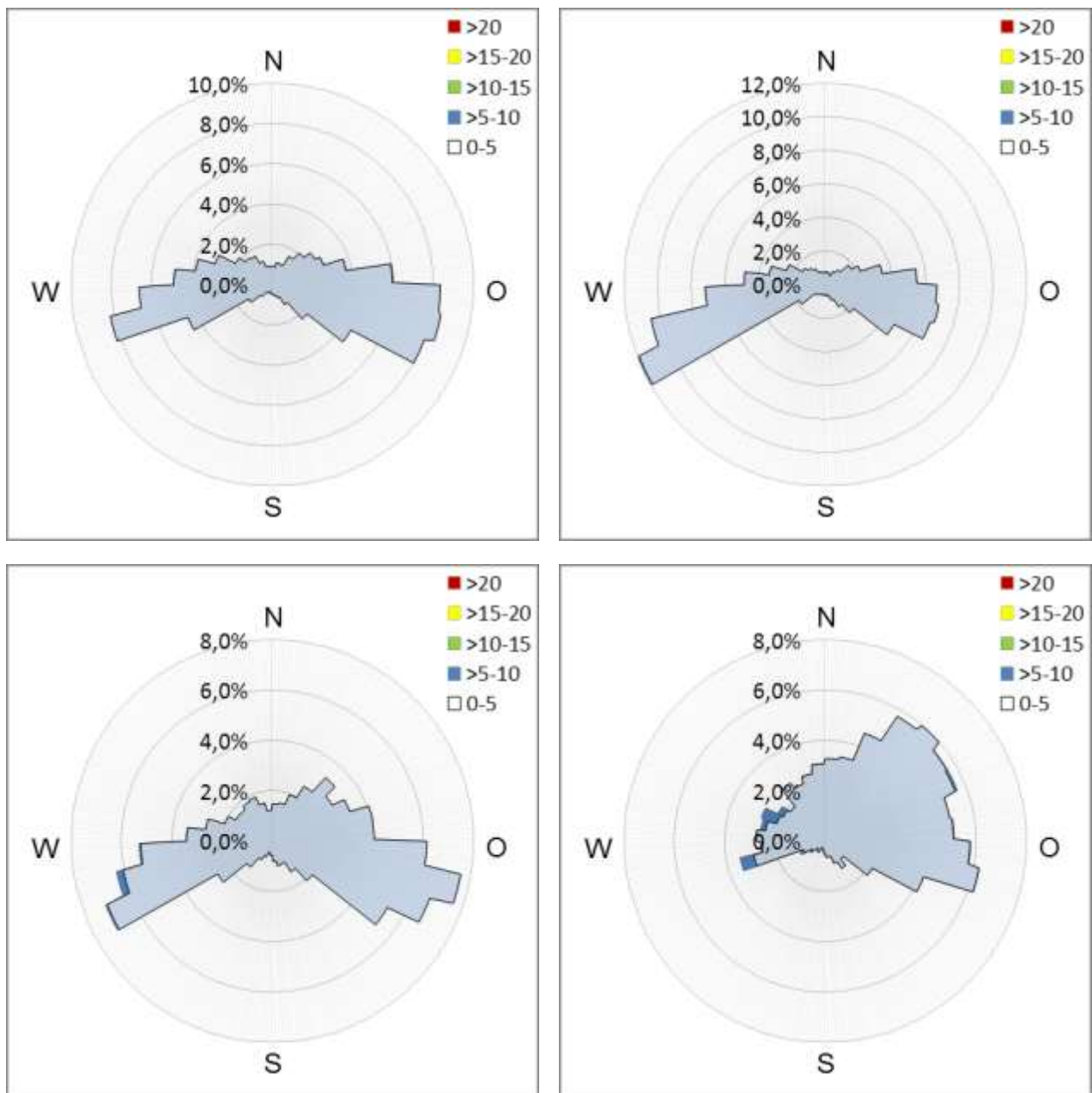


Abbildung 53: Verteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten (m/s) nach Windrichtungen ( $^{\circ}$ ) und Jahreszeiten (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter), Kölblwiese, 21.03.2013-12.03.2014

Von Frühjahr bis Herbst ist eine Ausprägung von zwei Hauptwindrichtungen, ähnlich der Gesamtjahresverteilung, zu erkennen. Zum Winter hin, nehmen Strömungen aus Westen deutlich ab und jene aus Ost bis Nordost zu. Die höheren Windgeschwindigkeiten sind jedoch bei Strömungen aus dem Sektor West zu finden.

### 5.3.3 Vergleich der mittleren Windgeschwindigkeit

Um die Windauswertung abzuschließen werden die mittleren Windgeschwindigkeiten der Stationen über den Zeitraum von 2012 bis 2013 dargestellt. In den höheren Lagen ab 1500 m Seehöhe steigt die Windgeschwindigkeit mit der Seehöhe an, wie im folgenden Diagramm ersichtlich.

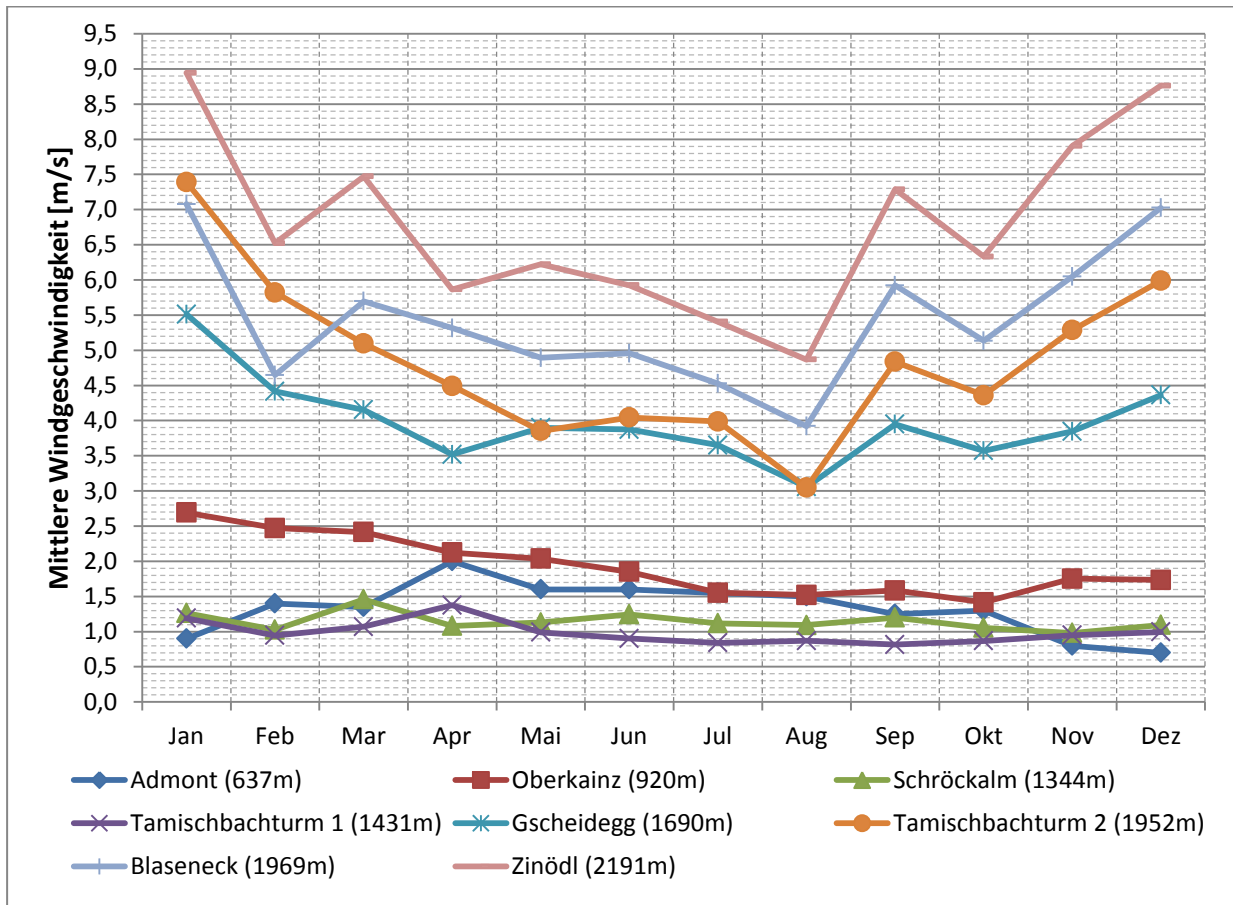


Abbildung 54: Jahresverteilung der mittleren Windgeschwindigkeiten, 2012-2013

In den tieferen Lagen sind die Windverhältnisse zum größten Teil durch regionale und lokale Windsysteme beeinflusst. Dadurch zeigt sich auch ein anderes Bild bei der Windgeschwindigkeit.

Die höheren Windgeschwindigkeiten treten meist in den Wintermonaten auf. Auf der Schröckalm und am Tamischbachturm 1 zeigt sich ein recht homogen verteiltes Bild über das Jahr gesehen. Die Station in Admont zeigt im Winter sogar eine Abschwächung der

Windgeschwindigkeit. Dies ist auf die schlechte Belüftung des Admonter Beckens zurückzuführen. So lassen sich bei den häufigen Inversionslagen in den Wintermonaten geringe Windgeschwindigkeiten oder Calmen (Windstillen) verzeichnen.

Tabelle 14 zeigt die Monats- und Jahresmittelwerte der Windgeschwindigkeit an den Stationsstandorten. Im Jahresmittel zeigt die Station Oberkainz höhere Werte als Admont, was auf eine gute Belüftung dieses Standortes hinweist. Schröckalm und Tamischbachturm 1 weisen ähnliche Werte auf und lassen sich auf ihre Lage zurückführen. Es wirken sich die Oberflächenbeschaffenheit der Umgebung bzw. die Abschirmung der Stationen auf die Windgeschwindigkeiten und deren jahreszeitliche Verteilung aus.

*Tabelle 14: Mittlere Windgeschwindigkeit der Lufttemperatur in m/s, 2012-2013*

Station	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
<b>Admont (637m)</b>	0,9	1,4	1,4	2,0	1,6	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	0,8	0,7	1,3
<b>Oberkainz (920m)</b>	2,7	2,5	2,4	2,1	2,0	1,9	1,6	1,5	1,6	1,4	1,8	1,7	1,9
<b>Schröckalm (1344m)</b>	1,3	1,0	1,5	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1
<b>Tamischbachturm 1 (1431m)</b>	1,2	0,9	1,1	1,4	1,0	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0	1,0	1,0
<b>Gscheidegg (1690m)</b>	5,5	4,4	4,2	3,5	3,9	3,9	3,7	3,1	3,9	3,6	3,8	4,4	4,0
<b>Tamischbachturm 2 (1952m)</b>	7,4	5,8	5,1	4,5	3,9	4,0	4,0	3,0	4,8	4,4	5,3	6,0	4,7
<b>Blaseneck (1969m)</b>	7,1	4,6	5,7	5,3	4,9	5,0	4,5	3,9	5,9	5,1	6,0	7,0	5,3
<b>Zinödl (2191m)</b>	8,9	6,5	7,5	5,9	6,2	5,9	5,4	4,9	7,3	6,3	7,9	8,8	6,6

Ab der Höhe des Gscheideggkogel treten höhere Windgeschwindigkeiten auf, die dann mit der Seehöhe zunehmen. Die höchsten Geschwindigkeiten werden am Gipfel des Hochzinödl verzeichnet.

Es muss noch erwähnt werden, dass der direkte Vergleich der Windgeschwindigkeiten mit Vorsicht zu beobachten ist, da die Messungen in unterschiedlichen Höhen durchgeführt werden und somit Abweichungen aufweisen.

## **6. Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse**

### **6.1 Datenbeschaffung und Datenvorbereitung**

Seit 2013 werden die aktuellen Messdaten der meteorologischen Stationen im Johnsbachtal im 10-Minuten-Takt an das Wegener Zentrum gesendet. Alle historischen und für das Projekt relevanten Daten mussten erstmal zusammengesammelt werden. In diesem Zuge wurden die Messdaten der Stationen beim Lawinenwarndienst Steiermark abgeholt und an das Wegener Zentrum weitergeleitet. Zusätzlich wurden alle Metadaten zu den Stationen in Erfahrung gebracht. Diese werden benötigt, um die spätere Einbindung in das automatisierte Verarbeitungssystem am Wegener Zentrum (WegenerNet Processing System) zu ermöglichen. Die Metadaten sind größtenteils in Stationsdatenblättern zusammengefasst, die sich im Anhang dieser Arbeit wiederfinden. Es sind derzeit folgende Stationsdaten am Wegener Zentrum gesammelt: Oberkainz, Kölblwiese, Schröckalm, Blaseneck, Zinödl, Tamischbachturm 1, Tamischbachturm 2 und die Pegelmessung an der Gsengbrücke. Die Stationen Weidendom und Gscheidegg werden durch die Institution des Nationalpark Gesäuse verwaltet. Es wird derzeit an einem Datenportal gearbeitet, das die Stationsdaten zur Verfügung stellen soll.

Für die Auswertung mussten erstmal die Daten in ein einheitliches, bearbeitbares Format gebracht werden. Danach wurden alle vorhandenen Stationsdaten gesichtet. Fehlwerte und Fehlmessungen wurden manuell bereinigt, was sich als sehr zeitintensiv und aufwendig herausstellte. Mit der Einbindung in ein automatisiertes System könnte dieser Prozess relativ einfach erledigt werden, jedoch müssen die Verfahrensschritte und Algorithmen eines solchen bestehenden Systems zuerst an das Messnetz im Johnsbachtal angepasst werden. Dies stellt ebenso einen aufwendigen Prozess dar.

Es wurde festgestellt, dass die Fehlerquoten an den Stationen unterschiedlich sind. Bei den Temperaturdaten sind die Ausfallsquoten relativ gering und hauptsächlich auf Probleme der technischen Infrastruktur oder Übertragungsfehler zurückzuführen. Bei der Windmessung wurde erkannt, dass die Ausfallsquote generell mit der Seehöhe ansteigt. Dies ist auf die Witterungsverhältnisse zurückzuführen. Als Hauptgrund ist das Einfrieren der Sensoren zu nennen.

Bei der Durchsicht wurden Auffälligkeiten in den Datenreihen erkannt, die bereits geklärt und behoben wurden. Als Beispiel sind die Messwerte der Gesamtstrahlungsbilanz am Zinödl zu nennen. In den Daten wurden Fehlwerte über einen längeren Zeitraum gefunden. Es stellte sich

ein Defekt des Sensors heraus. Dieser wird demnächst ausgetauscht. Weitere Auffälligkeiten wurden an das zuständige Fachpersonal weitergeleitet.

Die Erkenntnisse aus der Datenbereinigung decken sich auch mit früheren Auswertungen. In Becker 2010 wurden die Windverhältnisse an verschiedenen Gebirgsstationen untersucht. Dort wurden ähnlich hohe Ausfallsquoten der Winddaten bei den Gebirgsstationen festgestellt. Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Messung im Hochgebirge generell als schwierig gestaltet. Die Fehlerquoten bewegen sich jedoch im normalen Rahmen. Um die Ausfallsquoten zu senken, wäre es nötig verbesserte Technik zu verwenden (wie z.B. beheizte Sensoren) oder das Wartungsintervall zu erhöhen.

## **6.2 Lufttemperatur**

Die Auswertung der Lufttemperatur zeigt sowohl über den Beobachtungszeitraum 2011 bis 2013, als auch im Vergleichsjahr 2012 ähnliche Ergebnisse. Es lassen sich Jahresmitteltemperaturen von  $0,7^{\circ}\text{C}$  (Zinödl) bis  $8,1^{\circ}\text{C}$  (Oberkainz) im Jahr 2012 beobachten.

Die Lufttemperatur hängt stark von der Seehöhe ab, jedoch sind auch andere Einflussaktoren zu berücksichtigen. Die Stationen Admont und Weidendom befinden sich unter dem Einfluss der mächtigen Ennstaler Kaltluftschicht und sind vor allem im Spätherbst und im Winter Inversionsanfällig (vgl. Wakonigg 1978). Dies erklärt die tieferen Temperaturen in diesen Monaten und vor allem das tiefe Februarmittel in den Ergebnissen. Der Standort Weidendom steht scheinbar zusätzlich im Einfluss des Schluchtenklimas des oberen Johnsbachtales. Dies spiegelt sich in der tieferen Jahresmitteltemperatur und in der geringeren Tagesschwankung gegenüber Admont wieder. Im Temperaturgradienten finden sich diese Erkenntnisse in einer Temperaturzunahme mit der Höhe wieder, ausgehend vom Standort Weidendom über Admont bis hin zu Oberkainz. Im Vergleich zu den tiefer gelegenen Stationen Weidendom und Admont scheint Oberkainz recht warm zu sein. Dies lässt sich über den Standort und die Lage erklären. Oberkainz liegt hoch genug um nicht in den Einfluss der tiefer liegenden Kaltluftschichten zu kommen. Außerdem liegt die Station sonnenexponiert und ist südseitig ausgerichtet. Dies berücksichtigt, scheinen die Werte der Station wieder recht plausibel. Ab dieser Station ist eine generelle Temperaturabnahme mit der Seehöhe zu erkennen. Ausnahme dazu bilden die beiden Stationen Blaseneck und Tamischbachturm 1. Generell sind diese beiden Stationen in allen Auswertungen etwas zu warm. Werden sie nicht berücksichtigt, ergibt sich ein ähnlicher Höhengradient über alle Stationen von Oberkainz bis Zinödl. Im Mittel ergibt dieser eine

Temperaturabnahme von 0,58 Kelvin pro 100 Höhenmeter. Dies signalisiert die bessere Luftdurchmischung der höheren Lagen. Die hohen Temperaturwerte der Station Tamischbachturm 1 lassen sich über das Gelände und die Exposition erklären. Die Station hat eine Oberhangposition und ist südexponiert. Dadurch sind die gemessenen Lufttemperaturen an diesem Standort durchaus gerechtfertigt. Im Gegensatz dazu lassen sich die hohen Werte am Blaseneck nicht durch die Lage erklären.

Aus dem Klimaatlas der Steiermark (Prettenthaler 2010 et.al.) ergeben sich Jahresmittelwerte von 6 bis 8°C im Tal und 0 bis 2°C auf den Gipfellen im Johnsbachgebiet. Diese Werte finden sich auch in den Ergebnissen dieser Auswertung wieder.

Im Hinblick auf alle Analysen ist der Einflussfaktor Seehöhe als dominant zu erachten. Für die tiefer gelegenen Stationen (Weidendom, Admont und Kölblwiese) ist das Gelände ausschlaggebend. Dort führt es durch die Ausbildung von Kaltluftseen zu niederen Temperaturmittelwerten. Zusätzlich kristallisiert sich noch die Exposition, bei den Stationen Oberkainz und Tamischbachturm 1, als Einflussfaktor heraus. Diese Erkenntnisse decken sich auch mit Wakonigg 2010a, wo die Seehöhe als ausschlaggebend für die Steiermark angegeben wird. Hohlformen (Becken, Täler) werden im Gegensatz zu Vollformen (Hügel, Kuppen, Käme) mit kühleren Jahresmitteltemperaturen angegeben. Die Exposition hat nur auf vereinzelte Standorte Einfluss.

Im direkten Vergleich der Stationen lassen sich ähnliche Verläufe in Jahresgang, Tagesgang und beim Jahresgang der aperiodischen Tagesschwankung erkennen. Ebenso sind die absoluten Maximal- und Minimaltemperaturen bei den untersuchten Stationen in denselben Witterungsperioden zu finden. So decken sich die gemessenen Minimaltemperaturen im Februar 2012 mit den Aufzeichnungen der ZAMG, welche die erste Februarhälfte 2012 als extrem kalt beschreiben. Die Lufttemperaturen lagen österreichweit etwa 10°C unter dem vieljährigen Mittel.

Die Auswertung am Standort der Kölblwiese zeigt recht gute Ergebnisse im Vergleich zur Station in Admont. Der Jahresgang der Monatsmitteltemperaturen verläuft an beiden Stationen ähnlich und lässt auf die Ausbildung einer Kaltluftschicht im oberen Johnsbachtal schließen. Eine Abnahme der Temperatur mit der Seehöhe ist deutlich zu erkennen. Die Ergebnisse decken sich ebenso mit den Auswertungen in der Diplomarbeit von Seiss 2005, und sind deshalb als plausibel zu erachten.

In Anbetracht der bisherigen Auswertungen sind alle Ergebnisse, mit Ausnahme der Station Blaseneck, als plausibel anzusehen. Somit sind die Temperaturdaten von guter Qualität und können für weitere Auswertungen herangezogen werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass der Datensatz vorher bereinigt werden muss.

Zusätzlich müssen die Temperaturwerte der Station Blaseneck untersucht werden, da sich die Überwärmung von etwa 1 bis 1,5 Kelvin im Moment nicht erklären lässt. Es muss eruiert werden, ob es sich um einen systematischen Fehler handelt, oder die Werte doch als richtig angesehen werden können.

### **6.3 Windverhältnisse**

Bei den höchst gelegenen Stationen Zinödl und Tamischbachturm 2 dominieren die Strömungen aus der Richtung West bis Nord in der Gesamtjahresverteilung. Hier sind auch die höchsten Windgeschwindigkeiten zu finden. Am Zinödl wurden Böen von über 50 m/s aufgezeichnet. Am Blaseneck kommen Windrichtungen aus dem Sektor Nordwest bis Nord am häufigsten vor. Es tritt auch eine zweite Hauptwindrichtung aus Südwest auf. Am Gscheideggkogel ist die dominante Windrichtung, im Gegensatz zu allen anderen Standorten, aus dem Sektor Süd kommend. Eine wichtige Rolle spielen das Gelände und die Oberflächenbeschaffenheit. Es treten Rotoreffekte und Verwirbelungen auf. Damit lassen sich die Strömungen aus Süden erklären. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind nicht mehr so hoch wie bei den Gipfelstationen und reichen bis 20 m/s. Die anderen Stationen zeigen im Wesentlichen eine Ausprägung von zwei Hauptwindrichtungen aus den Sektoren West und Ost. Mittlere Windgeschwindigkeiten von 0 bis 5 m/s treten hier am häufigsten auf. Auffällig zeigen sich die hohen Windgeschwindigkeiten in Oberkainz aus Westen. Aufgrund der Nähe zum unteren Johnsbachtal, könnten dessen Schluchten eine Kanalisierung des Windes hervorrufen, die in der Folge zu höheren Windgeschwindigkeiten führt.

Die jahreszeitliche Verteilung der Windrichtungen zeigt keine großen Unterschiede im Vergleich zu jener des Gesamtjahres. Lediglich am Blaseneck lässt sich eine Ausbildung von Strömungen aus Südwest im Frühjahr und im Herbst erkennen. Im Untersuchungszeitraum gab es generell häufig Süd- bzw. Südwestströmungen, die vermutlich am Standort des Blasenecks kanalisiert werden und so zu dieser Ausprägung führen.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten treten bei allen Stationen in den Wintermonaten auf.

Nach Podesser 2010c spiegeln frei anströmbare Gipfellagen die „ungestörten“ Windverhältnisse wieder. In tieferen Lagen wird das Strömungsfeld durch das Relief der Talsysteme beeinflusst. Dies äußert sich in thermisch induzierten Windsystemen, wie Berg- und Talwindsysteme, Hangwindzirkulationen und Kaltluftabflüsse.

Die Gipfelstationen Zinödl und Tamischbachturm 2 sind zwar nicht frei anströmbare, jedoch wird das Windfeld nur mehr durch die umgebenden Gipfel beeinflusst, die zu Ablenkungen der Strömungen führen können. Die tiefer gelegenen Standorte werden zunehmend durch untergeordnete Windsysteme beeinflusst. Es sind zwei Hauptwindrichtungen erkennbar, die sich durch die jahreszeitliche Verteilung nicht erklären lassen. So ist nach Malberg 2007 in Gebirgsgegenden am Tage ein talaufwärts und nachts ein talabwärts wehender Wind zu beobachten. Also sind die beiden Hauptwindrichtungen aus West und Ost durch tageszeitliche Talauf- und Abwinde verursacht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Seehöhe und die Lage der Stationen wichtige Rollen bei der Windverteilung spielen. Bei den tiefer gelegenen Stationen werden die Strömungen durch das Relief und die Oberfläche stärker modifiziert. Es treten thermische Winde auf, die in den Tallagen zunehmend dominieren.

Auf einen Vergleich mit anderen Stationen wurde bei der Windauswertung verzichtet, da sich in der Nähe keine amtlichen Stationen in ähnlichen Lagen befinden.

Die Auswertungen von Becker 2010 zeigen eine ähnliche Verteilung der Windrichtung und Windgeschwindigkeit am Tamischbachturm 2. Somit können die Ergebnisse an dieser Station jedenfalls als plausibel angesehen werden.

Die Maximalgeschwindigkeiten wurden bei allen Stationen am 15.02.2012 aufgezeichnet. Ausnahme dazu ist lediglich die Station Schröckalm, bei der es zu diesem Zeitpunkt zu einem Datenausfall kam. Die Höchstwerte der Windgeschwindigkeiten decken sich mit den Aufzeichnungen der ZAMG: Am 15.02.2012 endete die Kälteperiode, war jedoch mit stürmischem Wind und teilweise ergiebigen Schneefällen verbunden.

Grundsätzlich lieferten die Analysen der Windverhältnisse gute Ergebnisse und können als plausibel angesehen werden. Es bleibt jedoch zu erwähnen, dass die unterschiedlichen Messhöhen an den Stationen zu unterschiedlichen Ergebnissen bei der Windgeschwindigkeit führen und diese nicht direkt miteinander verglichen werden sollten.



## **6.4 Ausblick**

Die Auswertungen lieferten zum größten Teil gute Ergebnisse. Dies lässt auf eine gute Datenqualität schließen. Unter der Berücksichtigung von Fehlmessungen und einer Bereinigung derselben, steht weiteren Auswertungen nichts im Wege. So wären Auswertungen der anderen meteorologischen Parameter bzw. eine Vertiefung der bereits behandelten, von besonderem Interesse.

Sobald die Stationsdaten in das automatisierte Kontrollsystem des Wegener Zentrums implementiert sind, müssen die Daten nicht mehr aufwendig von Hand korrigiert werden. Die Eingliederung in die Datenbank des Wegener Zentrums ist demnächst abgeschlossen und ein Datenportal wird eingerichtet. Über die Internetplattform sollen die relevanten Messdaten von allen Projektpartnern und Interessenten abgerufen werden können.

# Quellenverzeichnis

## Literatur

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

AUER, I., BÖHM, R., LEYMÜLLER, M., SCHÖNER, W., 2002: Das Klima des Sonnblicks: Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion., in: Österr. Beiträge zur Meteorologie u. Geophysik 28, 304 S.

BARRY, R., G., 2008: Mountain Weather and Climate, Third Edition, Cambridge University Press United Kingdom, 506 S.

BECKER, J., 2010: Windrichtungsverteilung in Hochgebirgslagen der Steiermark auf Basis der Daten ausgewählter Messstationen des steirischen Lawinenwarndienstes., Masterarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 143 S.

HASITSCHKA, J., 2010: Alpingeschichte Kurz und Bündig – Johnsbach im Gesäuse., Österreichischer Alpenverein, Innsbruck, 122 S.

KABAS, T., 2011: WegenerNet Klimastationsnetz Region Feldbach: Experimenteller Aufbau und hochauflösende Daten für die Klima- und Umweltforschung., Dissertation an der Karl-Franzens-Universität Graz, Wegener Zentrum für Klima und Globalen Wandel, Graz, 180 S.

LIEB, G., PREMM, M., 2008: Das Johnsbachtal – Werdegang und Dynamik im Formenbild eines zweigeteilten Tales., in: KREINER, D., ZECHNER, L., (Hrsg.): Der Johnsbach. Schriften des Nationalparks Gesäuse 3, Weng, S. 12-24

MALBERG, H., 2007: Meteorologie und Klimatologie., Springer Verlag, Berlin, 395 S.

PODESSER, A., 1996: Stadtklima., ÖH-Skriptum zur Vorlesung von Lazar, R., Graz, 111 S.

PODESSER, A., 2010a: Klimaatlas Steiermark 2.0 – Kapitel 1: Strahlung., Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Graz, 85 S.

PODESSER, A., 2010b: Klimaatlas Steiermark 2.0 – Kapitel 3: Luftfeuchtigkeit, Bewölkung, Nebel., Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Graz, 93 S.

PODESSER, A., 2010c: Klimaatlas Steiermark 2.0 – Kapitel 7: Windverhältnisse., Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Graz, 65 S.

PRETTENTHALER, F., PODESSER, A., PILGER, H., 2010: Studien zum Klimawandel in Österreich - Klimaatlas Steiermark., Österreichische Akademie der Wissenschaften, Wien, 361 S.

SEISS, M., 2005: Landschaftsökologische Untersuchungen in Johnsbach unter besonderer Berücksichtigung der klimatischen Verhältnisse., Diplomarbeit an der Karl-Franzens-Universität Graz, 82 S.

STRASSER, U., 2011: „Integrative Kooperationsplattform Johnsbachtal“: Ein langfristig angelegtes Projekt zur Mensch-Umwelt-Forschung in einer komplexen Gebirgsregion., in: KREINER, D., ZECHNER, L., (Hrsg.): Vielfalt Lawine. Schriften des Nationalparks Gesäuse 6, Weng, S. 12-22

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

WAKONIGG, H., 2010a: Klimaatlas Steiermark 2.0 – Kapitel 2: Temperatur., Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Graz, 145 S.

WAKONIGG, H., 2010b: Klimaatlas Steiermark 2.0 – Kapitel 4: Niederschlag., Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Graz, 147 S.

## **Internet**

GIS-Steiermark, 2014: Digitaler Atlas Steiermark, [www.gis.steiermark.at](http://www.gis.steiermark.at) (Zugriff: 05/2014)

Grazer Integrative Geographie, 2014: Integrative Kooperationsplattform Johnsbach, [geographie.uni-graz.at/de/johnsbachtal](http://geographie.uni-graz.at/de/johnsbachtal) (Zugriff: 04/2014)

HOBE, 2014: Danish Center for Hydrology, [www.hobe.dk](http://www.hobe.dk) (Zugriff: 07/2014)

Land Steiermark, 2014: Klimaregionen der Steiermark, <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/ziel/25206/DE/> (Zugriff: 03/2014)

Lawinenwarndienst Steiermark, 2014: Stationsdaten, [lawine-steiermark.at](http://lawine-steiermark.at) (Zugriff: 06/2014)

Statistik Austria, 2014: Ein Blick auf die Gemeinde Johnsbach, [www.statistik.at](http://www.statistik.at) (Zugriff: 06/2014)

Steiermärkische Landesforste, 2014: Steiermärkische Landesforste, [www.landesforste.at](http://www.landesforste.at) (Zugriff: 08/2014)

TERENO, 2014: Terrestrial Environmental Observatories, <http://teodoor.icg.kfa-juelich.de> (Zugriff: 07/2014)

WegenerNet, 2014: Datenportal, Klimastationsnetz Region Feldbach, [www.wegenernet.org](http://www.wegenernet.org) (Zugriff: 05/2014)

ZAMG, 2014: Klimadaten von Österreich 1971-2000, [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at) (Zugriff: 03/2014)

## **Datengrundlagen**

Lawinenwarndienst Steiermark

Nationalparkverwaltung Gesäuse

Wegener Zentrum für Klima und globalen Wandel

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

## **Anhang**

**Im Folgenden finden sich die Stationsdatenblätter der meteorologischen Stationen:**

- Oberkainz
- Kölblwiese
- Schröckalm
- Blaseneck
- Zinödl
- Weidendom
- Gscheidegg
- Tamischbachturm 1 (Schneemessfeld)
- Tamischbachturm 2 (Windmessfeld)

Die Vorlage der Stationsdatenblätter stammt vom Wegener Zentrum. Für die Druckversion dieser Arbeit wurden diese leicht modifiziert.

## Station Nummer 501

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Mittelstation
<b>Stationsnummer:</b>	501
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Oberkainz
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	-
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Die Station befindet sich auf einer Wiesenfläche in Oberkainz.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.598001 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.536396 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	469745	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5264853	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	95274	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	267175	
<b>Seehöhe:</b>	920 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Hang, Wiese, Bäume und Bauten in der Umgebung	
<b>Exposition:</b>	Süd	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic HC2S3 in einem Strahlungsschutz von Young („Youngschwammerl“)
<b>NS-Basissensor:</b>	Ott Pluvio 2 beheizt
<b>Schneehöhe:</b>	Sommer USH8
<b>Schneekissen:</b>	Sommer 3x3m
<b>Wind:</b>	Thies Ultrasonic Anemometer 2D beheizt
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	NR LITE2 Net Radiometer, CMA6 Albedometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Datenlogger:</b>	Sommer MDL8/3 mit Plug-In AE8 für zusätzl. Analogeingänge

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	09.06.2010
------------------------	------------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach, Oberkainz.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station steht auf einer Wiesenfläche und ist über die Straße in der Nähe erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Ja
<b>Stromanschluss:</b>	220V

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

**Ansprechperson Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

**Stationsbetreuer:**

<b>Rechtsform:</b>	Meteorologische Messtechnik Pilz			
<b>Name:</b>	Andreas Pilz			
<b>Adresse:</b>	Prof. F. Spath-Ring	77	8042	Graz
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316/481022			
<b>Mobil:</b>	+43664/9633831			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	andreas.pilz@aon.at			
<b>Homepage:</b>	members.aon.at/umweltklima			

Tabelle nur, wenn ein eigener Stationsbetreuer vorhanden.

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: A. Pilz



Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014



Abbildung 3. Ott Pluvio2; Quelle: A. Pilz



Abbildung 4. Quelle: A. Pilz

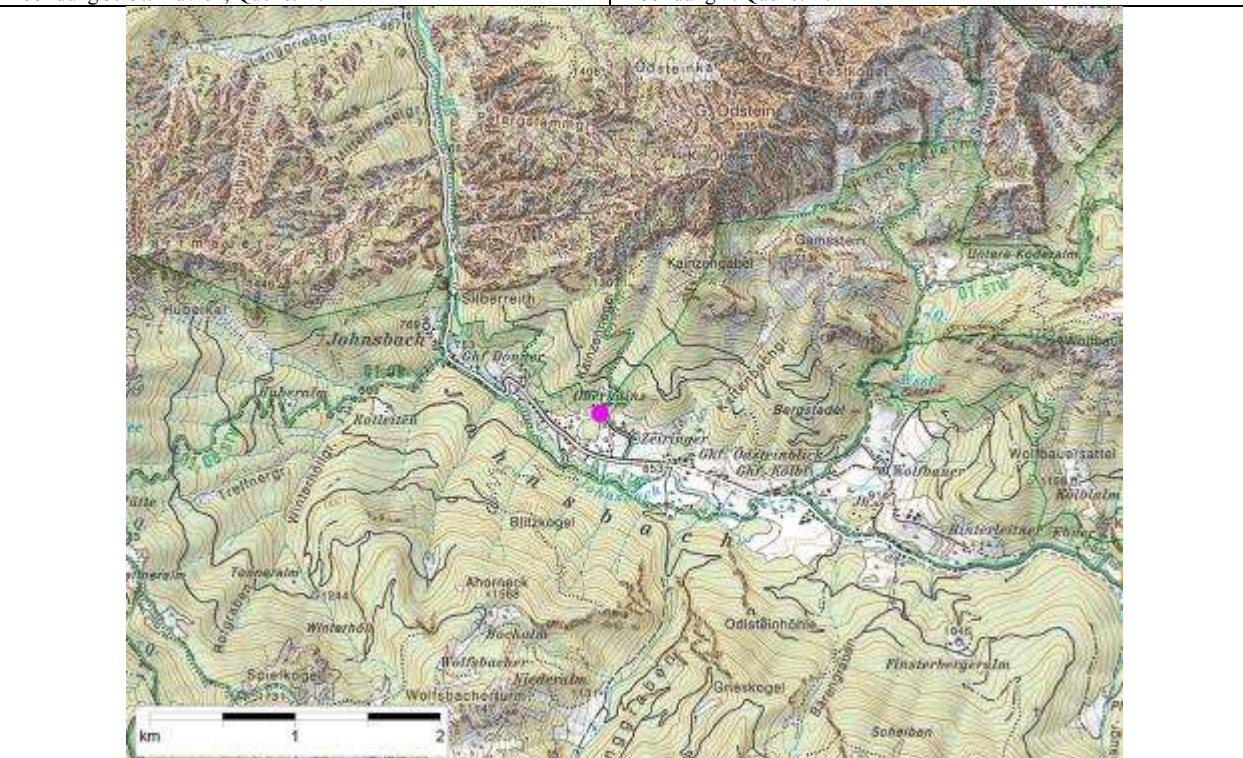


Abbildung 5. Station Oberkainz; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010



## Station Nummer 502

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Talstation
<b>Stationsnummer:</b>	502
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Kölblwiese
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	555
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Auf der Wiese gegenüber des Kölblwirtes in Johnsbach.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.610273 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.53167 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	470666	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5264323	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	96207	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	266665	
<b>Seehöhe:</b>	860 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Tal, neben der Straße in der Wiese	
<b>Exposition:</b>	Südwest	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Vaisala WXT520
<b>NS-Basissensor:</b>	Ott Pluvio2
<b>NS-Primärsensor:</b>	-
<b>NS-Referenzsensor:</b>	-
<b>Wind:</b>	Vaisala WXT520
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	NR LITE2 Net Radiometer, CMA6 Albedometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Datenlogger:</b>	Fa. GeoPrecision

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.



**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	20.12.2012
------------------------	------------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station befindet rechter Hand neben der Straße bevor man den Kölblwirt erreicht. Parkmöglichkeit beim Kölblwirt.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Privat			
<b>Name:</b>	Ingrid Wolf			
<b>Adresse:</b>	Johnsbach	75	8912	Johnsbach
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43676/6611339			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>				
<b>Homepage:</b>				

**Stationsbetreuer:**

<b>Rechtsform:</b>	Meteorologische Messtechnik Pilz			
<b>Name:</b>	Andreas Pilz			
<b>Adresse:</b>	Prof. F. Spath-Ring	77	8042	Graz
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316/481022			
<b>Mobil:</b>	+43664/9633831			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	andreas.pilz@aon.at			
<b>Homepage:</b>	members.aon.at/umweltklima			

Tabelle nur, wenn ein eigener Stationsbetreuer vorhanden.

## Fotodokumentation:



Abbildung 1. Foto: A. Pilz



Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014

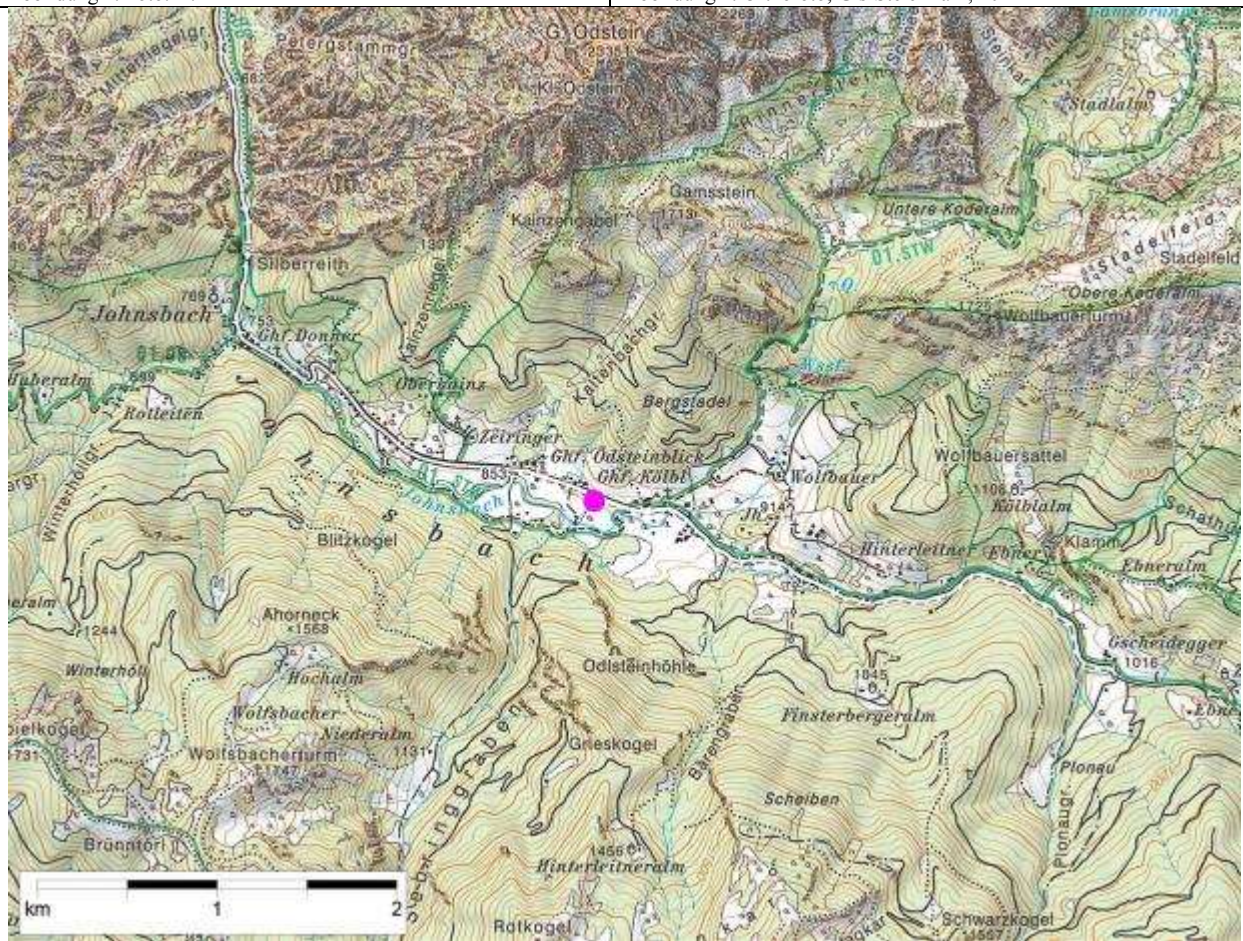


Abbildung 3. Station Kölblwiese; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 503

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Mittelstation
<b>Stationsnummer:</b>	503
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Schröckalm
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	621/1
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Die Station ist steht auf der Schröckalm.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.671324 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.529225 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	475260	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5264030	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	100809	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	266470	
<b>Seehöhe:</b>	1344 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Hang, Almflächen, Wald	
<b>Exposition:</b>	West	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic HC2S3 in einem Strahlungsschutz von Young („Youngschwammerl“)
<b>NS-Basissensor:</b>	Ott Pluvio2 unbeheizt
<b>Schneehöhe:</b>	Sommer USH8
<b>NS-Referenzsensor:</b>	-
<b>Wind:</b>	Kroneis 263PR/D2
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	NR LITE2 Net Radiometer, CMA6 Albedometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Datenlogger:</b>	Sommer MDL8/3

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	14.11.2010
------------------------	------------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach. Die Station ist über Wanderwege bzw. Forstwege erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Ja
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

**Ansprechperson Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

**Stationsbetreuer:**

<b>Rechtsform:</b>	Meteorologische Messtechnik Pilz			
<b>Name:</b>	Andreas Pilz			
<b>Adresse:</b>	Prof. F. Spath-Ring	77	8042	Graz
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316/481022			
<b>Mobil:</b>	+43664/9633831			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	andreas.pilz@aon.at			
<b>Homepage:</b>	members.aon.at/umweltklima			

Tabelle nur, wenn ein eigener Stationsbetreuer vorhanden.

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: A. Pilz



Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014



Abbildung 3. Quelle: A. Pilz

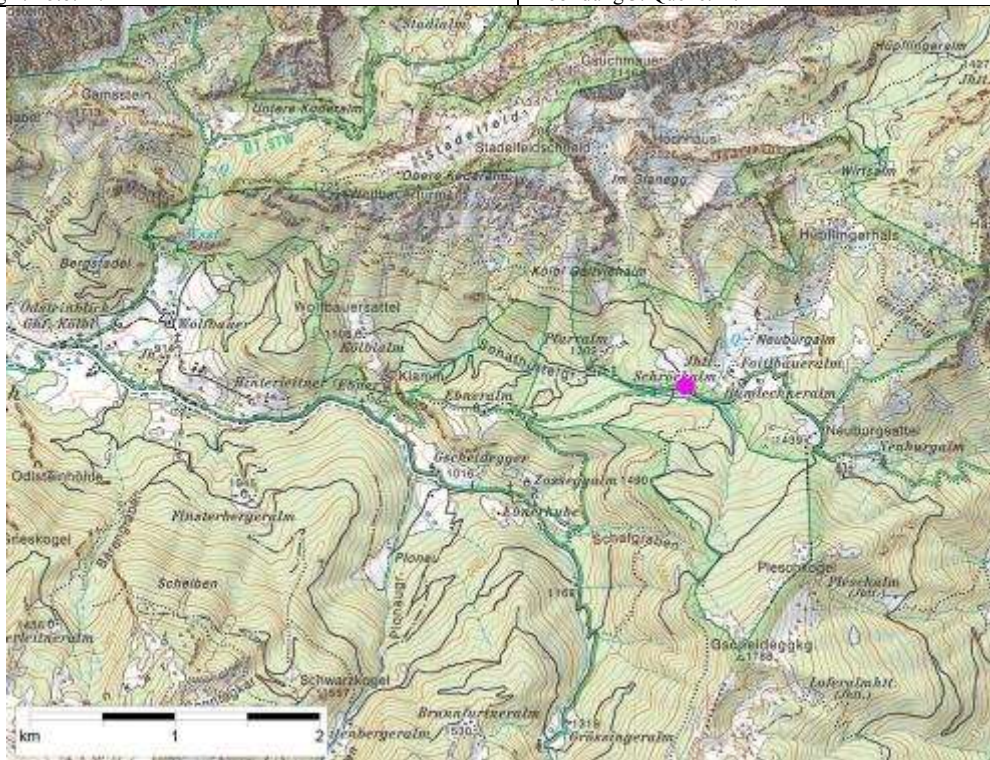


Abbildung 4. Station Schrockalm; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 504

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Gipfelstation
<b>Stationsnummer:</b>	504
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Blaseneck
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	623/1
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort befindet sich direkt am Blaseneck.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.618851 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.49936 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	471294	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5260729	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	96912	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	263083	
<b>Seehöhe:</b>	1969 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Gipfel	
<b>Exposition:</b>	Nordost	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic HC2S3 in einem Strahlungsschutz von Young („Youngschwammerl“)
<b>NS-Basissensor:</b>	-
<b>NS-Primärsensor:</b>	-
<b>NS-Referenzsensor:</b>	-
<b>Wind:</b>	Kroneis 262 Wingschwindigkeitsgeber
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	NR LITE2 Net Radiometer, CMP3 Pyranometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Datenlogger:</b>	Sommer MDL8/3

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	Frühjahr 2011
------------------------	---------------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station Blaseneck ist zu Fuß über Wanderrouen ab Ebnerparkplatz in Johnsbach erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

**Ansprechperson Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

**Stationsbetreuer:**

<b>Rechtsform:</b>	Meteorologische Messtechnik Pilz			
<b>Name:</b>	Andreas Pilz			
<b>Adresse:</b>	Prof. F. Spath-Ring	77	8042	Graz
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316/481022			
<b>Mobil:</b>	+43664/9633831			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	andreas.pilz@aon.at			
<b>Homepage:</b>	members.aon.at/umweltklima			

Tabelle nur, wenn ein eigener Stationsbetreuer vorhanden.



**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: T. Grünwald

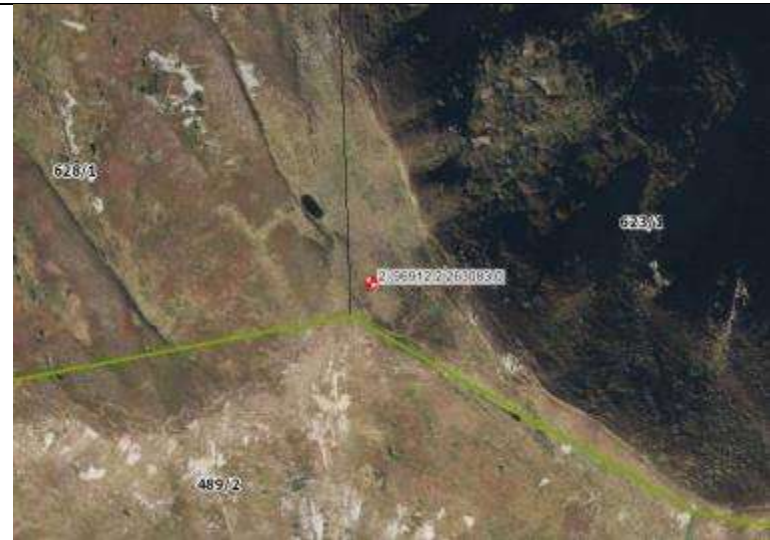


Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014

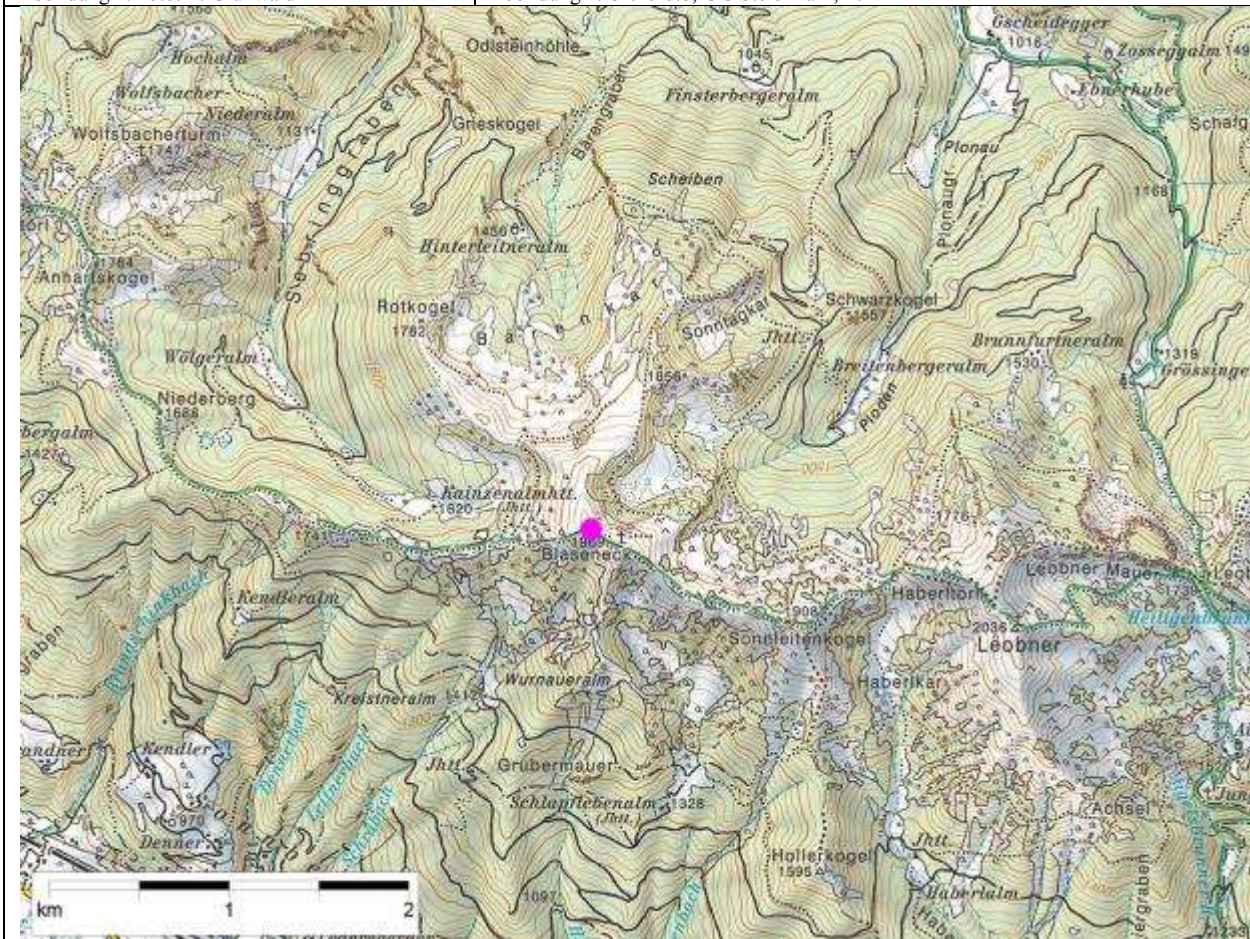


Abbildung 3. Station Blaseneck; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 505

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Gipfelstation
<b>Stationsnummer:</b>	505
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Zinödl
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	590/1
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort befindet sich direkt am Gipfel des Hochzinödl.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.666045 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.565399 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	474880	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5268052	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	100342	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	270485	
<b>Seehöhe:</b>	2191 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Gipfel	
<b>Exposition:</b>	Südost	
<b>Neigung:</b>	30°-35°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic HC2S3 in einem Strahlungsschutz von Young („Youngschwammerl“)
<b>NS-Basissensor:</b>	-
<b>NS-Primärsensor:</b>	-
<b>NS-Referenzsensor:</b>	-
<b>Wind:</b>	Kroneis 262 Windgeschwindigkeitsgeber
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	NR LITE2 Net Radiometer, CMP3 Pyranometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Datenlogger:</b>	Sommer MDL8/3

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	19.11.2009
------------------------	------------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Der Aufstieg erfolgt zu Fuß ab dem Kölblwirt in Johnsbach durch den Nationalpark Gesäuse zur Heßhütte (1699m) und weiter auf den Hochzinödl (2191m).

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

**Ansprechperson Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

**Stationsbetreuer:**

<b>Rechtsform:</b>	Meteorologische Messtechnik Pilz			
<b>Name:</b>	Andreas Pilz			
<b>Adresse:</b>	Prof. F. Spath-Ring	77	8042	Graz
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316/481022			
<b>Mobil:</b>	+43664/9633831			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	andreas.pilz@aon.at			
<b>Homepage:</b>	members.aon.at/umweltklima			

Tabelle nur, wenn ein eigener Stationsbetreuer vorhanden.

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: G. Lieb



Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014



Abbildung 3. Montage, Quelle: A. Pilz



Abbildung 4 und 5. Foto: G. Lieb (links); Quelle: A. Pilz (rechts)

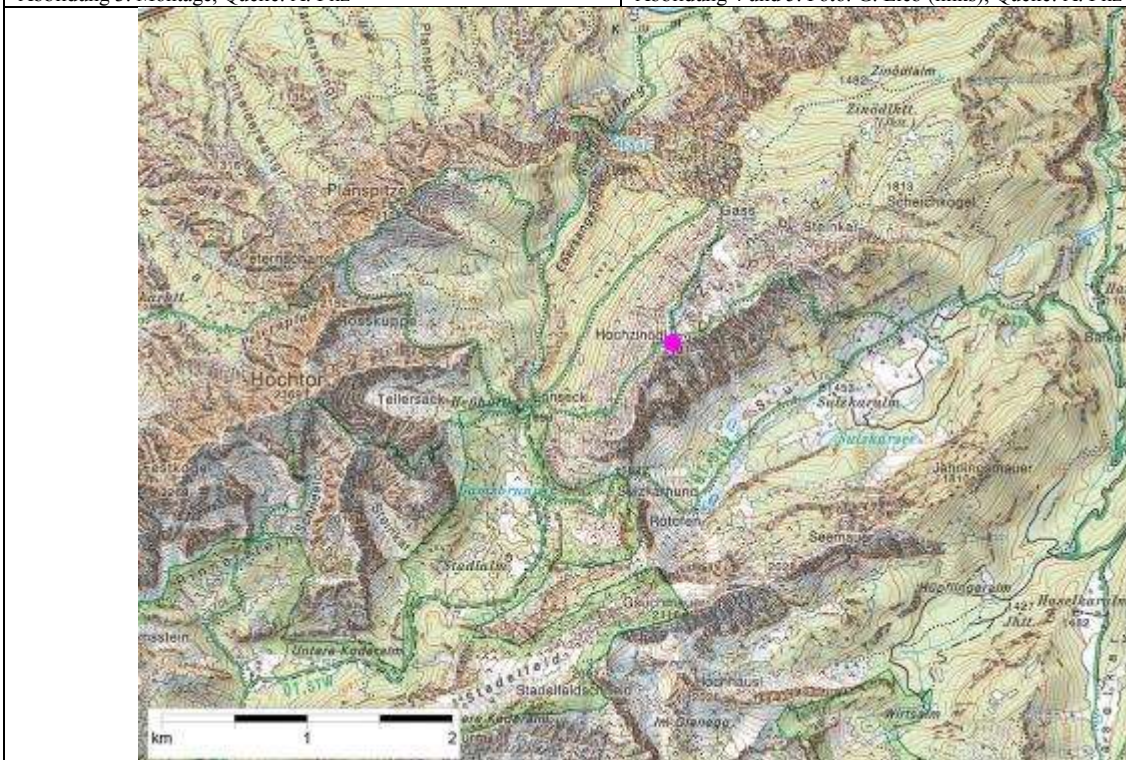


Abbildung 6. Station Zinödl; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 506

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Talstation
<b>Stationsnummer:</b>	506
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Weidendom
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	47405 (PG-Nr.: 61201)
<b>Gemeinde:</b>	Admont
<b>Grundstücksnummer:</b>	1/2
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort befindet sich auf einer Wiesenfläche bei der Abzweigung vom Ennstal in das Johnsbachtal.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.591477 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.580841 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	469280	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5269795	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	94703	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	272108	
<b>Seehöhe:</b>	590 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Tal, ebenes Gelände in unbebauten Gebiet	
<b>Exposition:</b>	Nord bis Nordost	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	EE07 (E+E Elektronik)
<b>NS-Basissensor:</b>	Young P6360
<b>Schneehöhe:</b>	-
<b>NS-Referenzsensor:</b>	-
<b>Windgeschw.:</b>	Thies Anemometer Compact (Modellnr.: 4.3519.00.000)
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	Thies Pyranometer GSM 3.3
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Wasserstand:</b>	Mobrey Ultrasonic MSP422

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

### Datum Aufbau:

<b>Inbetriebnahme:</b>	2007
------------------------	------

### Erreichbarkeit:

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station befindet sich an der Abzweigung nach Johnsbach.

### Anmerkungen zur Infrastruktur:

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	

### Grundstückseigner:

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

### Ansprechperson Grundstückseigner:

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

### Ansprechperson Stationsbetreuung:

<b>Rechtsform:</b>	Nationalparkverwaltung Gesäuse			
<b>Name:</b>	Daniel Kreiner			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 3613 21000 30			
<b>Mobil:</b>	+43 664 8252303			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	daniel.kreiner@nationalpark.co.at			
<b>Homepage:</b>	http://www.nationalpark.co.at/			



Foto: www.nationalpark.co.at

## Fotodokumentation:



Abbildung 1. Foto: D. Kreiner



Abbildung 2. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014

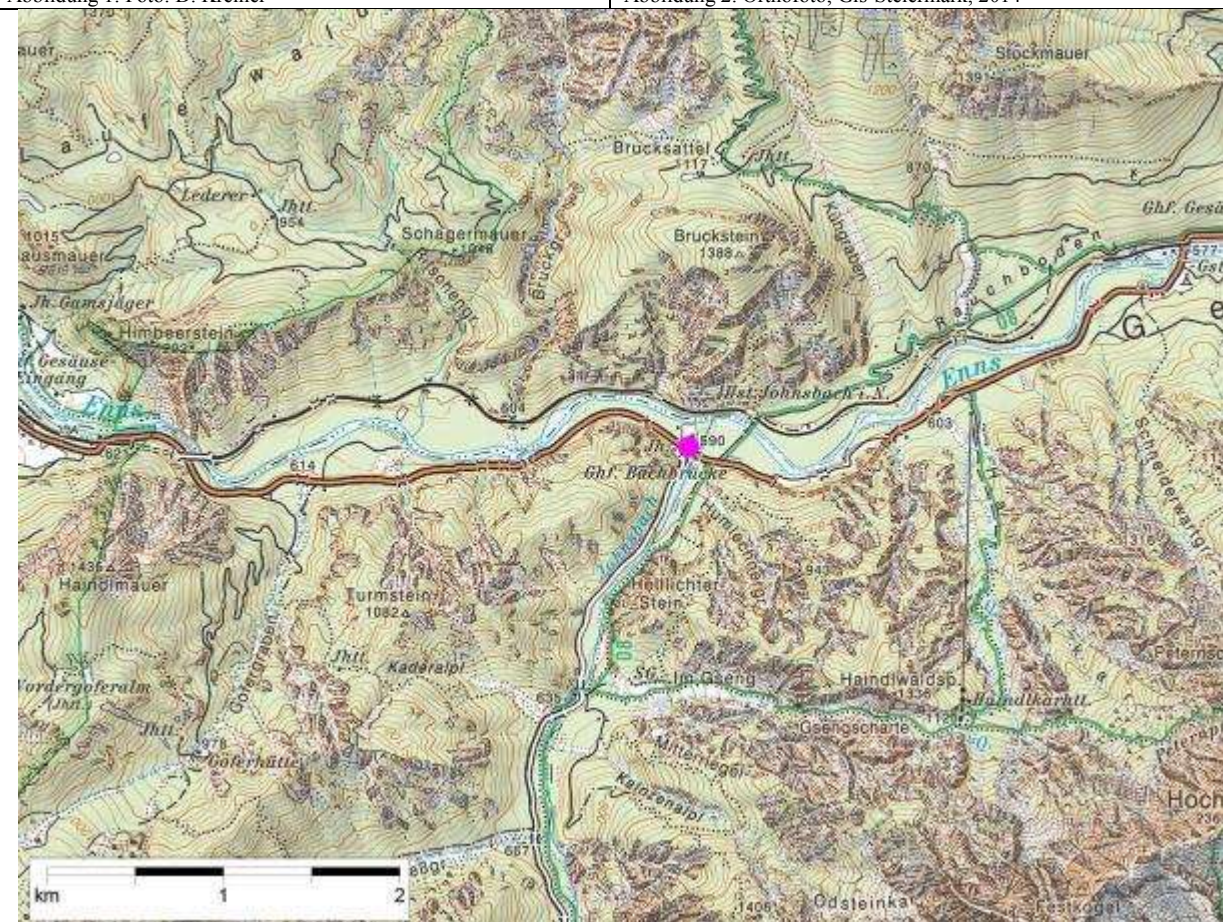


Abbildung 3. Station Weidendom; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 507

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Mittelstation
<b>Stationsnummer:</b>	507
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Gscheidegg
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67404 (PG-Nr.: 61219)
<b>Gemeinde:</b>	Johnsbach
<b>Grundstücksnummer:</b>	621/1
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort hat eine subalpine Hanglage in der Nähe des Gipfels des Gscheideggkogels.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.674510 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.514450 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	475493	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5262387	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	101077	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	264831	
<b>Seehöhe:</b>	1690 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Zwischenhang, Wiese und Wald	
<b>Exposition:</b>	West	
<b>Neigung:</b>	<25°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	EE07 (E+E Elektronik)
<b>NS-Basissensor:</b>	Young P6360
<b>Schneehöhe:</b>	Sommer USH 8
<b>Schneedichte</b>	Sommer Schneekissen
<b>Wind:</b>	Young 09101
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	CMP3 Pyranometer
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Hagelmessung:</b>	-

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.



**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	2008
------------------------	------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont nach Johnsbach.
<b>Zufahrt:</b>	Am Ende des Johnsbachtals gibt es eine Parkmöglichkeit. Die Station ist über die Wanderwege erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Forstdirektion Admont			
<b>Adresse:</b>	Hauptstraße	28	8911	Admont
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 (0) 3613 - 2403-0			
<b>Mobil:</b>				
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>Ansprechperson:</b>				
<b>E-Mail:</b>	fv.admont@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			

**Ansprechperson Grundstückseigner:**

<b>Rechtsform:</b>	Steiermärkische Landesforste			
<b>Name:</b>	Förster Ing. Karl Platzer			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>				
<b>Mobil:</b>	+43664/4364133			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	platzer@landesforste.at			
<b>Homepage:</b>	www.landesforste.at			



Foto: www.landesforste.at

**Ansprechperson Stationsbetreuung:**

<b>Rechtsform:</b>	Nationalparkverwaltung Gesäuse			
<b>Name:</b>	Daniel Kreiner			
<b>Adresse:</b>				
<b>Tel.Nr.:</b>	+43 3613 21000 30			
<b>Mobil:</b>	+43 664 8252303			
<b>Erreichbarkeit:</b>				
<b>E-Mail:</b>	daniel.kreiner@nationalpark.co.at			
<b>Homepage:</b>	http://www.nationalpark.co.at/			



Foto: www.nationalpark.co.at

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: J. Hengsberger



Abbildung 2. Foto: D. Kreiner



Abbildung 3. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014

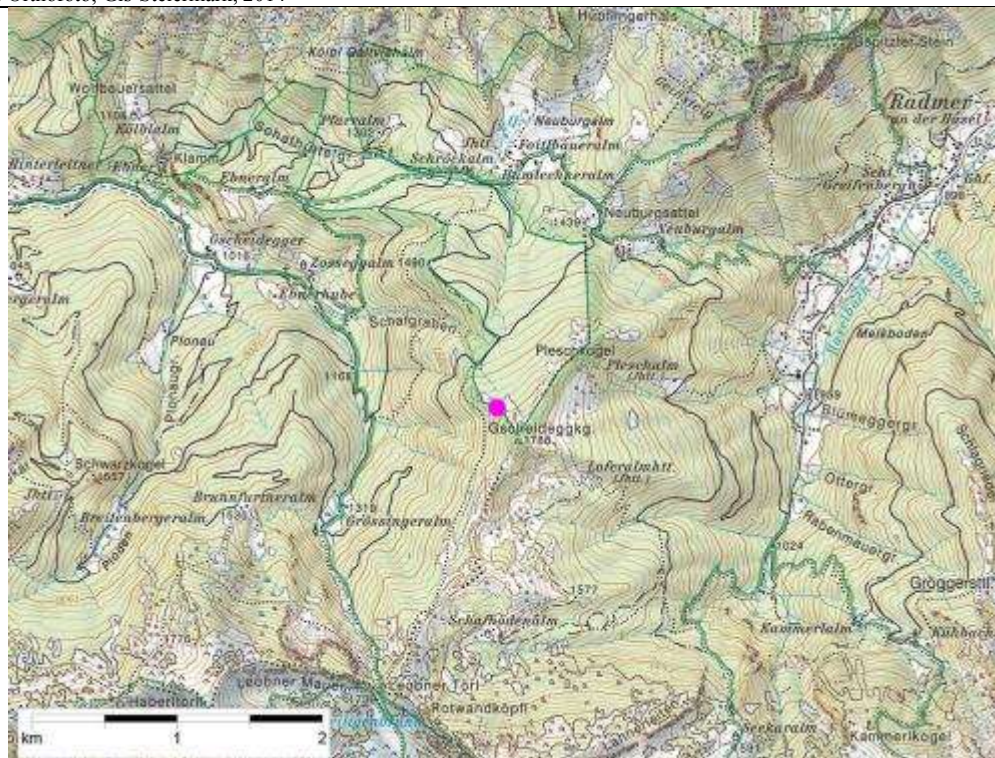


Abbildung 4. Station Gscheidlegg; Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 508

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Mittelstation
<b>Stationsnummer:</b>	508
<b>Gridcode:</b>	
<b>Stationsname:</b>	Tamischbachturm 1
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67106 (PG-Nr.:61221)
<b>Gemeinde:</b>	Landl
<b>Grundstücksnummer:</b>	777/2
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort befindet sich in alpiner Hanglage am Schneiderplan.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.716986 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.617327 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	478733	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5273808	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	104073	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	276325	
<b>Seehöhe:</b>	1431 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Hanglage in unbebautem Gebiet.	
<b>Exposition:</b>	Süd	
<b>Neigung:</b>	25°-30°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic MP103 (4 m)
<b>NS-Basissensor:</b>	-
<b>Schneehöhe:</b>	Sommer, USH-8 (5,5 m)
<b>Oberflächentemp.:</b>	Sommer IR-T/C.5 (5,5 m)
<b>Wind:</b>	Young, Typ: 05103 (7 m)
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	Schenk, Typ: 8101 (5,5 m)
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Hagelmessung:</b>	-

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

**Datum Aufbau:**

<b>Inbetriebnahme:</b>	2007
------------------------	------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont in Richtung Hieflau.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station ist nur zu Fuß über Wanderwege erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Ansprechperson Stationsbetreuung:**


<b>Rechtsform:</b>	Lawinenwarndienst				
<b>Name:</b>	Richard Gwaltl				
<b>Adresse:</b>					
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316242200-3327				
<b>Mobil:</b>					
<b>Erreichbarkeit:</b>					
<b>E-Mail:</b>	r.gwaltl@zamg.co.at				
<b>Homepage:</b>	<a href="http://www.lawine-steiermark.at/">http://www.lawine-steiermark.at/</a>				

Foto: [www.lawine-steiermark.at](http://www.lawine-steiermark.at)

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Foto: ZAMG



Abbildung 2. Orthofoto, Gis-Steiermark, 2014



Abbildung 3. Schneemessfeld; Foto: ZAMG

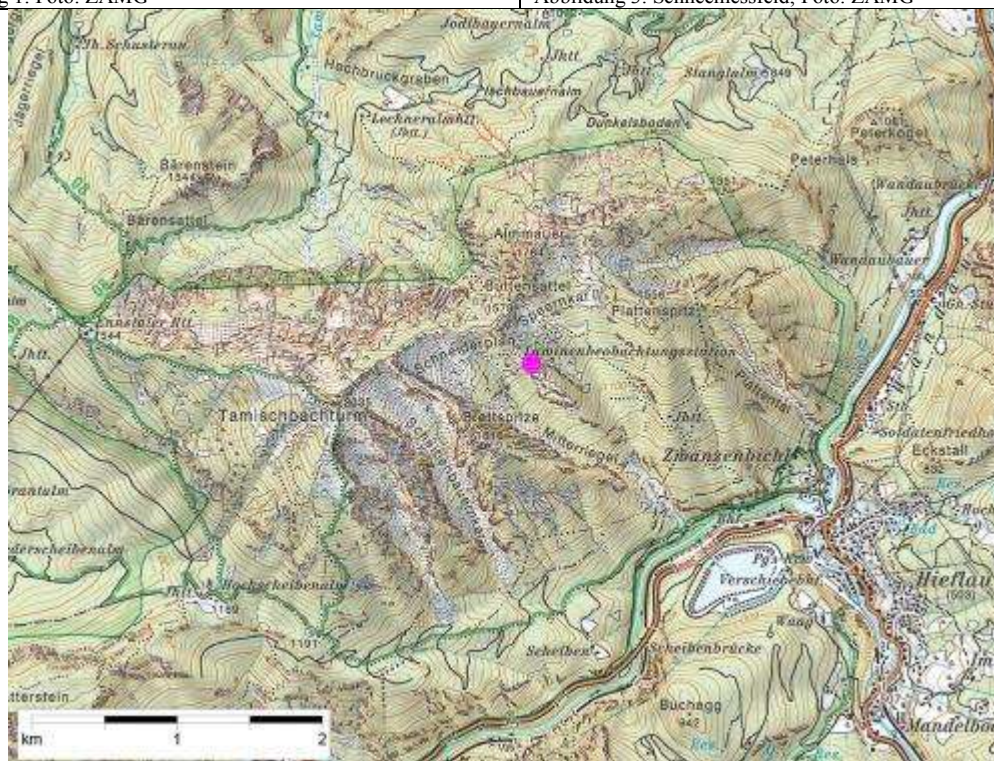


Abbildung 4. Station Tamischbachturm I (Schneemessfeld); Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010

## Station Nummer 509

### Standort:

<b>Stationstyp:</b>	Gipfelstation
<b>Stationsnummer:</b>	509
<b>Gridcode:</b>	-
<b>Stationsname:</b>	Tamischbachturm 2
<b>Katastralgemeindenummer:</b>	67106 (PG-Nr.:61221)
<b>Gemeinde:</b>	Landl
<b>Grundstücksnummer:</b>	777/2
<b>Bodenart:</b>	-
<b>Bodenwasserverhältnisse:</b>	-
<b>Bodentyp:</b>	-
<b>Lagebeschreibung:</b>	Der Standort befindet sich in alpiner Lage in der Nähe des Gipfels Tamischbachturm.

### Geographische Lageparameter:

<b>Geogr. Länge (WGS 84):</b>	14.699488 E	
<b>Geogr. Breite (WGS 84):</b>	47.613438 N	
<b>UTM 33N Länge:</b>	477416	
<b>UTM 33N Breite:</b>	5273381	
<b>Gauß-Krüger M31 Rechts:</b>	102765	
<b>Gauß-Krüger M31 Hoch:</b>	275870	
<b>Seehöhe:</b>	1952 m	
<b>Topographie und Umland:</b>	Kamm, Gipfelnähe	
<b>Exposition:</b>	Südost	
<b>Neigung:</b>	>30°	
<b>Horizontüberhöhung (Elevation in Grad):</b>	N:	NW:
	W:	SW:
	S:	SE:
	E:	NE:

### Installationen / Messgeräte:

<b>Temperatur/Feuchte:</b>	Rotronic MP103 (3,5 m)
<b>NS-Basissensor:</b>	-
<b>Schneehöhe:</b>	-
<b>Schneetemperatur:</b>	-
<b>Wind:</b>	Young, Typ: 05103 (5 m)
<b>Bodenfeuchte:</b>	-
<b>Bodentemperatur:</b>	-
<b>Luftdruck:</b>	-
<b>Strahlung:</b>	-
<b>Blitzsensor:</b>	-
<b>Hagelmessung:</b>	-

Jene, die nicht vorhanden durch „-“ gekennzeichnet.

### Datum Aufbau:

<b>Inbetriebnahme:</b>	2007
------------------------	------

**Erreichbarkeit:**

<b>Anfahrt:</b>	Anfahrt im Bezirk Liezen über Admont in Richtung Hieflau.
<b>Zufahrt:</b>	Die Station ist nur zu Fuß über Wanderwege erreichbar.

**Anmerkungen zur Infrastruktur:**

<b>Zaun:</b>	Nein
<b>Stromanschluss:</b>	Solarstrom

**Ansprechperson Stationsbetreuung:**


<b>Rechtsform:</b>	Lawinenwarndienst				
<b>Name:</b>	Richard Gwaltl				
<b>Adresse:</b>					
<b>Tel.Nr.:</b>	+43316242200-3327				
<b>Mobil:</b>					
<b>Erreichbarkeit:</b>					
<b>E-Mail:</b>	r.gwaltl@zamg.co.at				
<b>Homepage:</b>	http://www.lawine-steiermark.at/				

Foto: [www.lawine-steiermark.at](http://www.lawine-steiermark.at)

**Fotodokumentation:**



Abbildung 1. Windmessfeld; Foto: ZAMG

Abbildung 2 und 3. Fotos: ZAMG



Abbildung 3. Orthofoto; Gis-Steiermark, 2014

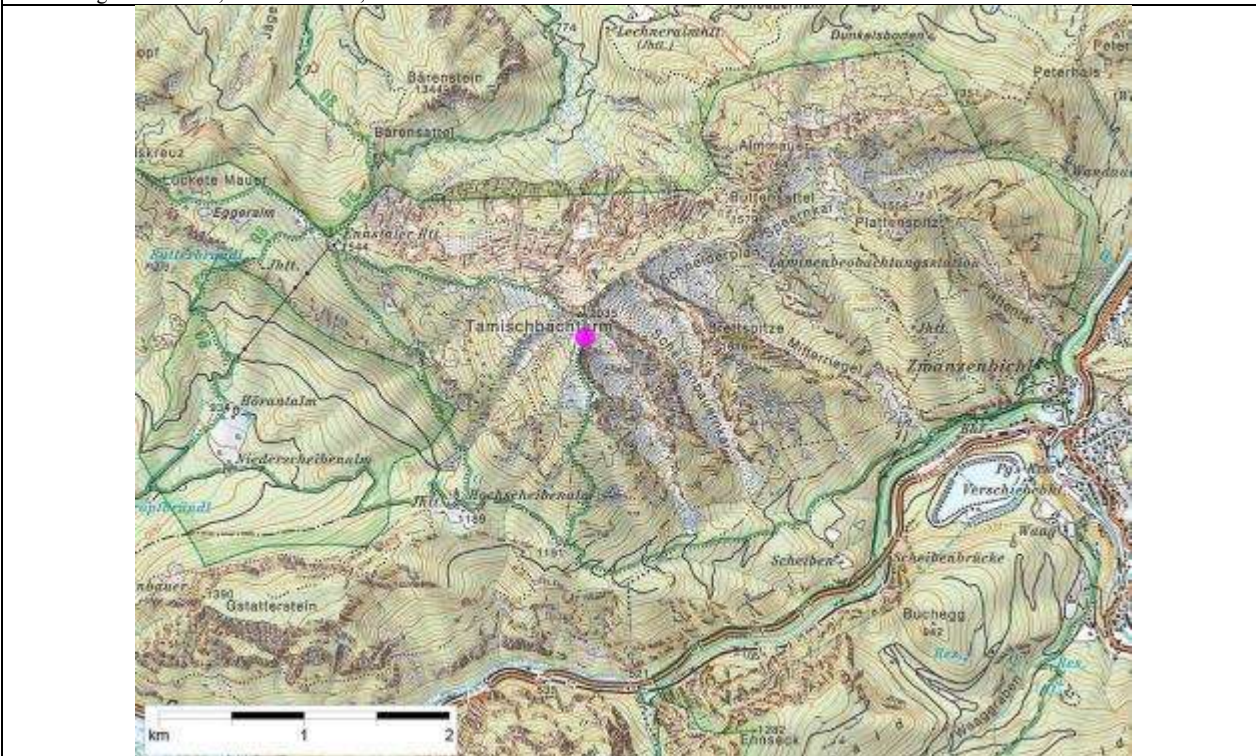


Abbildung 4. Station Tamischbachturm 2 (Windmessfeld); Datengrundlage: ÖK50, BEV Wien, 2010