

KLIMAAATLAS STEIERMARK

Projektleiter: H. Pilger

Kapitel 8

KOMBINIERTE WERTE

H. Wakonigg

Kartographische Bearbeitung

A. Podesser, H. Rieder



ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE
UND GEODYNAMIK

Inhaltsverzeichnis

8.0	Allgemeines	3
8.0.1	Datenmaterial	3
8.1	Karte der durchschnittlichen Zahl der Stunden mit Schlagregen	5
8.2	Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben	12
8.3	Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm	18
8.4	Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage zwischen Mai und Oktober	24
8.5	Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost	31
8.6	Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 Kelvin innerhalb eines Tages im Jahr	36
8.7	Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen Jänner und April.....	40
8.8	Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen September und Dezember.....	43
8.9	Ergänzende und weiterführende Literatur	46

8.0 Allgemeines

Kombinierte Werte (komplexe Klimagrößen) beschreiben Witterungszustände, die nicht durch ein einzelnes Klimaelement (meteorologisches Element / Witterungselement) beschrieben werden, sondern durch das Zusammenwirken von mehreren, wenigstens aber von zweien. Als Beispiel seien die Begriffe „Altweibersommer“ oder „Föhnwetter“ genannt, die jeweils als ganz spezifische Witterungen auftreten und wahrgenommen werden, aber nicht etwa durch die Temperatur oder die Windwirkung allein beschrieben werden können.

Einfache Kombinationen aus nur zwei Witterungselementen sind z.B. Kahlfrost, d.h. Temperaturen unter Null Grad bei fehlender Schneedecke oder Schneesturm, d.h. Schneefall gleichzeitig mit stürmischem Wind. An letzterem Beispiel wird auch die praktische Bedeutung solch komplexer Witterungen bzw. Klimagrößen erkennbar, sei es nun aus der Sicht der Agrarklimatologie, Bioklimatologie, der Bauplanung oder des Tourismus.

Mehrfachkombinationen, d.h. solche aus drei oder mehr Witterungselementen, dazu noch mit unterschiedlichen Intensitätsstufen, z.B. warme und heiße Tage kombiniert mit Windstille und lebhaftem Wind, dazu mit geringer und starker Bewölkung sind zwar denkbar und möglich und für einige Belange sicher auch Ziel führend (z.B. „Badewetter“ in Kapitel 9.4), werden aber hier nur ausnahmsweise (z.B. bei den Tagen mit Schneetreiben) vorgenommen.

8.0.1 Datenmaterial

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Modell Region	Klimaregion	Lage
1	Admont	648	14° 27' 25"	47° 34' 19"	ZAMG STMK	NS	3	☐
3	Aflenz	785	15° 15' 31"	47° 33' 48"	ZAMG STMK	NS	6	↓
4	Aigen/Ennstal	640	14° 08' 17"	47° 32' 59"	ZAMG STMK	NS	3	☐
7	Altenberg/Hartberg	429	16° 02' 52"	47° 15' 24"	ZAMG STMK	VL	9	↗
10	Bad Aussee	660	13° 47' 59"	47° 37' 40"	ZAMG STMK	NS	2	☐
11	Bad Gleichenberg	293	15° 54' 19"	46° 53' 35"	ZAMG STMK	VL	9	☐
13	Bad Ischl	469	13° 38' 54"	47° 43' 00"	ZAMG OÖ	NS	2	☐
14	Bad Mitterndorf	810	13° 56' 06"	47° 33' 11"	ZAMG STMK	NS	2	☐
15	Bad Radkersburg	208	15° 59' 03"	46° 42' 33"	ZAMG STMK	VL	9	☐
18	Birkfeld	635	15° 42' 38"	47° 21' 16"	ZAMG STMK	VL	8	→
23	Bruck/Mur	493	15° 16' 37"	47° 25' 43"	ZAMG STMK	NS	6	☐
27	Deutschlandsberg	448	15° 12' 15"	46° 50' 33"	ZAMG STMK	VL	9	↓
35	Feuerkogel	1618	13° 44' 60"	47° 49' 00"	ZAMG OÖ	NS	1	▲
37	Fischbach	1015	15° 39' 55"	47° 27' 26"	ZAMG STMK	VL	8	↘
39	Flattnitz	1438	14° 02' 07"	46° 57' 41"	ZAMG KTN	OM	7	▲
44	Friesach	634	14° 25' 12"	46° 57' 19"	ZAMG KTN	OM	----	☐
47	Fürstenfeld	271	16° 05' 54"	47° 02' 52"	ZAMG STMK	VL	9	☐
50	Gleisdorf	375	15° 43' 38"	47° 07' 48"	ZAMG STMK	VL	9	☐

Tabelle 8.0.1.1a: Liste der verwendeten Stationen.

Nr.	Name	Sh [m]	gg. L.	gg. B.	Betreiber	Modell Region	Klimaregion	Lage
57	Graz-Flughafen	337	15° 27' 52"	46° 60' 41"	ZAMG STMK	VL	9	☐
58	Graz-Messendorfberg	435	15° 29' 27"	47° 03' 53"	ZAMG STMK	VL	9	↘
60	Graz-Universität	366	15° 27' 58"	47° 05' 45"	ZAMG STMK	VL	9	☐
61	Gröbming	763	13° 54' 11"	47° 27' 46"	ZAMG STMK	NS	3	☐
69	Hieflau	500	14° 44' 28"	47° 37' 32"	ZAMG STMK	NS	2	☐
80	Irdning-Gumpenstein	698	14° 06' 54"	47° 30' 43"	ZAMG STMK	NS	3	↑
84	Kalwang	760	14° 44' 37"	47° 25' 26"	ZAMG STMK	OM	6	☐
87	Kindberg	561	15° 27' 06"	47° 30' 29"	ZAMG STMK	NS	6	☐
90	Kirchberg-Grafendorf	455	15° 59' 47"	47° 21' 06"	ZAMG STMK	VL	9	▲
95	Kleinsölk	1005	13° 56' 60"	47° 24' 00"	ZAMG STMK	NS	4	☐
101	Krippenstein	2050	13° 42' 00"	47° 31' 00"	ZAMG OÖ	NS	1	▲
103	Lassnitzhöhe	527	15° 36' 34"	47° 04' 28"	ZAMG STMK	VL	9	↘
104	Leibnitz	273	15° 32' 17"	46° 47' 51"	ZAMG STMK	VL	9	☐
112	Lobming	414	15° 11' 42"	47° 03' 35"	ZAMG STMK	VL	8	→
116	Mariazell	865	15° 19' 18"	47° 46' 09"	ZAMG STMK	NS	2	↙
122	Mönichkirchen	991	16° 02' 59"	47° 31' 39"	ZAMG STMK	VL	8	↓
126	Mürzzuschlag	758	15° 41' 09"	47° 36' 11"	ZAMG STMK	NS	6	↗
132	Neumarkt	835	14° 26' 47"	47° 05' 32"	ZAMG STMK	OM	5	▲
138	Oberwölz	827	14° 17' 57"	47° 12' 07"	ZAMG STMK	OM	5	☐
139	Oberzeiring	933	14° 30' 46"	47° 15' 17"	ZAMG STMK	OM	5	☐
153	Preitenegg	1055	14° 55' 00"	46° 56' 60"	ZAMG KTN	VL	5	▲
155	Pusterwald	1072	14° 23' 34"	47° 19' 33"	ZAMG STMK	OM	7	☐
158	Radstadt	845	13° 27' 00"	47° 23' 60"	ZAMG SBG	NS	3	↓
161	Rechberg	926	15° 25' 59"	47° 16' 46"	ZAMG STMK	VL	8	▲
169	Rohrmoos	1078	13° 39' 29"	47° 23' 41"	ZAMG STMK	NS	4	↗
173	Schöckl	1436	15° 28' 06"	47° 12' 57"	ZAMG STMK	VL	8	▲
176	Seckau	855	14° 47' 57"	47° 16' 16"	ZAMG STMK	OM	5	↓
178	Semmering	1000	15° 50' 40"	47° 38' 52"	ZAMG STMK	NS	1	☐
183	Sonnblick	3105	12° 57' 29"	47° 03' 18"	ZAMG SBG	----	----	▲
191	St.Michael b.Leoben	565	15° 00' 20"	47° 20' 09"	ZAMG STMK	OM	6	☐
195	St.Radegund	725	15° 29' 27"	47° 11' 56"	ZAMG STMK	VL	8	↓
198	Stolzalpe	1293	14° 12' 42"	47° 07' 15"	ZAMG STMK	OM	7	↓
201	Tamsweg	1012	13° 49' 36"	47° 07' 29"	ZAMG SBG	OM	5	☐
214	Villacher Alpe	2140	13° 40' 24"	46° 36' 13"	ZAMG KTN	----	----	▲
223	Weiz	465	15° 38' 08"	47° 13' 07"	ZAMG STMK	VL	9	☐
225	Wiel	922	15° 08' 46"	46° 45' 46"	ZAMG STMK	VL	8	↓
229	Wörterberg	400	16° 06' 54"	47° 14' 38"	ZAMG STMK	VL	9	▲
232	Zeltweg	670	14° 46' 35"	47° 12' 05"	ZAMG STMK	OM	5	☐

Klimaregionen	Lage
1...Hochlagen im Nordstaugebiet	☐ ...Tal
2...Tallagen im Nordstaugebiet	→ ...Hang (Richtung), hier als Beispiel SO
3...Talbecken des oberen Ennstales	▲ ...Pass
4...Niedere Tauern	▲ ...Gipfel
5...Tabecken des oberen Murtales	
6...Talbecken des Mur- und Mürztales	
7...Hochlagen der Inneralpen	
8...Steirisches Randgebirge	
9...Vorland	
--- außerhalb steir. Klimazonen	

Tabelle 8.0.1.1b: Liste der verwendeten Stationen / Legende.

8.1 Karte der durchschnittlichen Zahl der Stunden mit Schlagregen

Definition

Unter Schlagregen versteht man das gleichzeitige Auftreten von Regen und einer Windstärke, die das schräge Herabfallen des Regens bewirkt und diesen damit auch gegen senkrechte Flächen fallen bzw. „schlagen“ lässt. Schlagregen ist damit insbesondere in der **Bauwirtschaft** von Bedeutung, da die häufig von Schlagregen betroffenen Bauwerke entweder unter dieser Einwirkung Schaden erleiden oder aber durch entsprechende Verkleidungen bzw. Beschichtungen geschützt werden müssen, was z.B. im Hochgebirge ohnehin unerlässlich ist.

Die Definition des Schlagregens ist sowohl bezüglich der in einer bestimmten Zeiteinheit fallenden Mindestniederschlagsmenge als auch der gleichzeitig wirkenden Windstärke subjektiv und ergibt bei unterschiedlich definierten Grenzwerten auch unterschiedliche Ergebnisse, was aber nicht die regionalen Verteilungsmuster betrifft, welche sich in ihrer allgemeinen Struktur und Form gegenüber unterschiedlichen Grenzwerten als recht persistent erweisen. Mit anderen Worten: Die von Schlagregen betroffenen bzw. weitgehend verschonten Gebiete sind unabhängig von den Grenzwerten jeweils die selben; es verändert sich nur die absolute Andauer bzw. Häufigkeit der Beeinträchtigung.

Verwendete Grenzwerte, fünfjährige Durchschnitte

Für die vorliegende Karte wurde beim Niederschlag ein Grenzwert von wenigstens 4,5 mm pro Stunde und beim Wind eine mittlere Windgeschwindigkeit von wenigstens $8 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$, d.h. $29 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, was etwa der Stärke 5 nach BEAUFORT entspricht, zu Grunde gelegt. Diese Definition erfordert die stundenweise Auswertung der Daten, was nur bei automatischer Niederschlags- und Windregistrierung gelingt und im Falle der Steiermark in einer vernünftigen Anzahl erst seit 1996 möglich ist. Daher basiert die Darstellung auf nur fünfjährigen Durchschnitten, wodurch gleichermaßen wie bei unterschiedlichen Grenzwerten wohl die absoluten Zahlen gegenüber einem längeren Zeitraum abweichen dürften, nicht aber das Muster der regionalen Verteilung.

Überwiegend im Sommer

Aufgrund des relativ hoch gewählten Grenzwertes für den Niederschlag konzentrieren sich die Schlagregen durchwegs, d.h. auch in den Staugebieten auf die Sommermonate und sind auch meist mit Gewittern bzw. Gewitterböen verbunden. Solcherart werden die durchaus häufigen und üblichen aber von geringeren Niederschlagshöhen begleiteten Schlagregen während des Winterhalbjahres kaum erfasst, was besonders am Beispiel des Schöckls zu erkennen ist (Abb. 8.1.2).

Graz, Schöckl, Feuerkogel

In Graz wird das Maximum im Juni mit etwa vier Stunden pro Jahr erreicht (Abb. 8.1.1), auf dem windausgesetzten Schöckl sind es insgesamt etwa doppelt so viel, wobei das Maximum erst im August erreicht wird. Noch größer ist die Zahl auf dem den Regenwinden fast ungeschützt ausgesetzten Feuerkogel in Oberösterreich als Beispiel für eine hochmontane Gipfelstation (Abb. 8.1.3), doch ist das Fehlen von Schlagregen zwischen November und April kein reale Eigenheit des dortigen Gipfelklimas, sondern möglicherweise ein messtechnisches Problem.

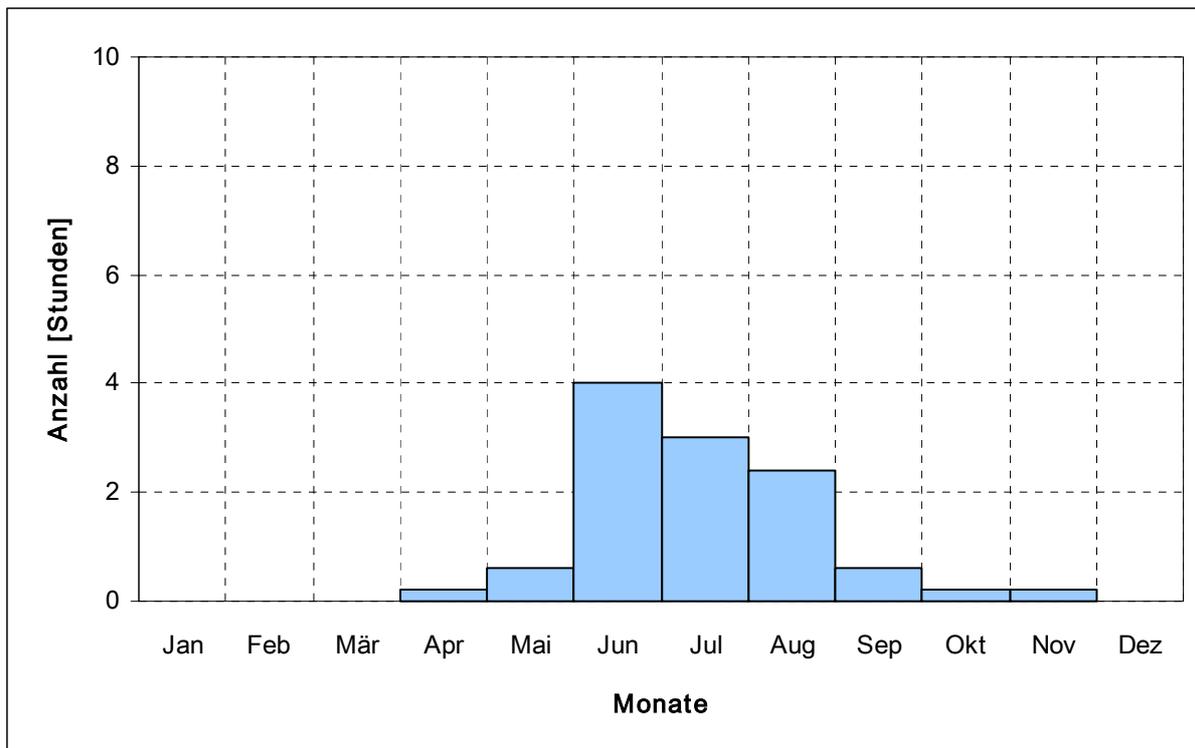


Abbildung 8.1.1: Durchschnittliche Zahl der Stunden mit Schlagregen, Station Graz-Universität, Sh 366 m, Periode 1996 – 2000.

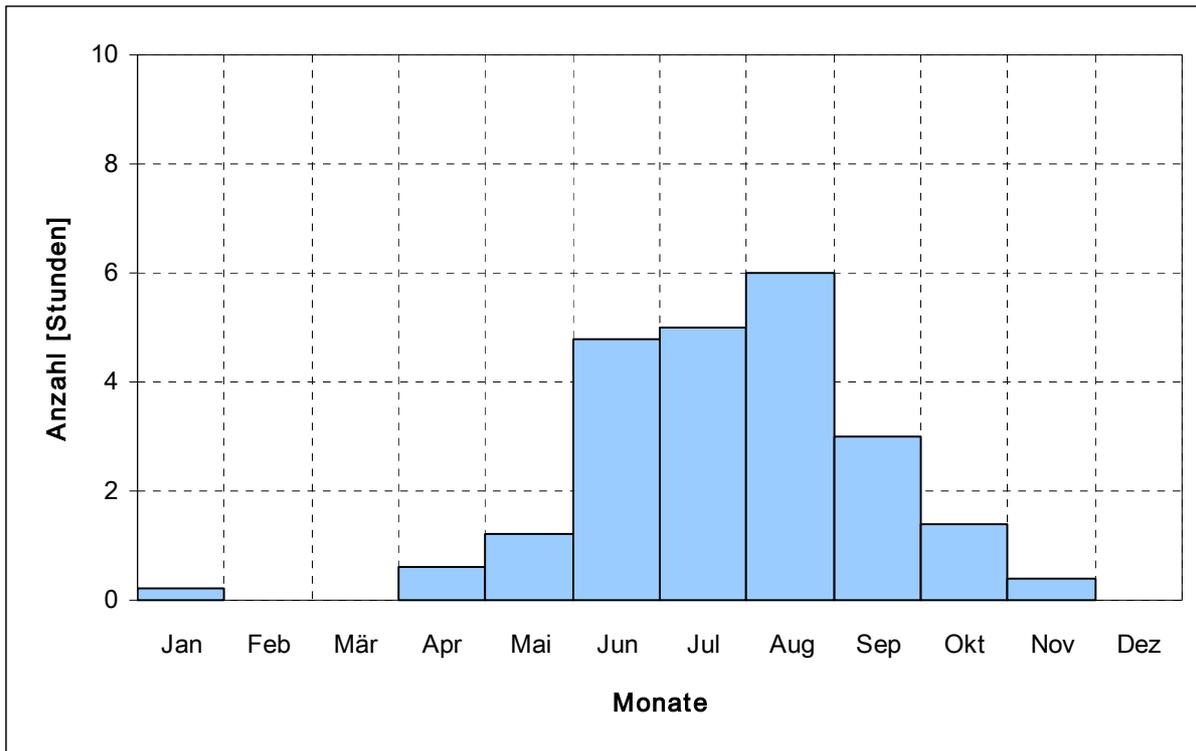


Abbildung 8.1.2: Durchschnittliche Zahl der Stunden mit Schlagregen, Station Schöckl, Sh 1436 m, Periode 1996 – 2000.

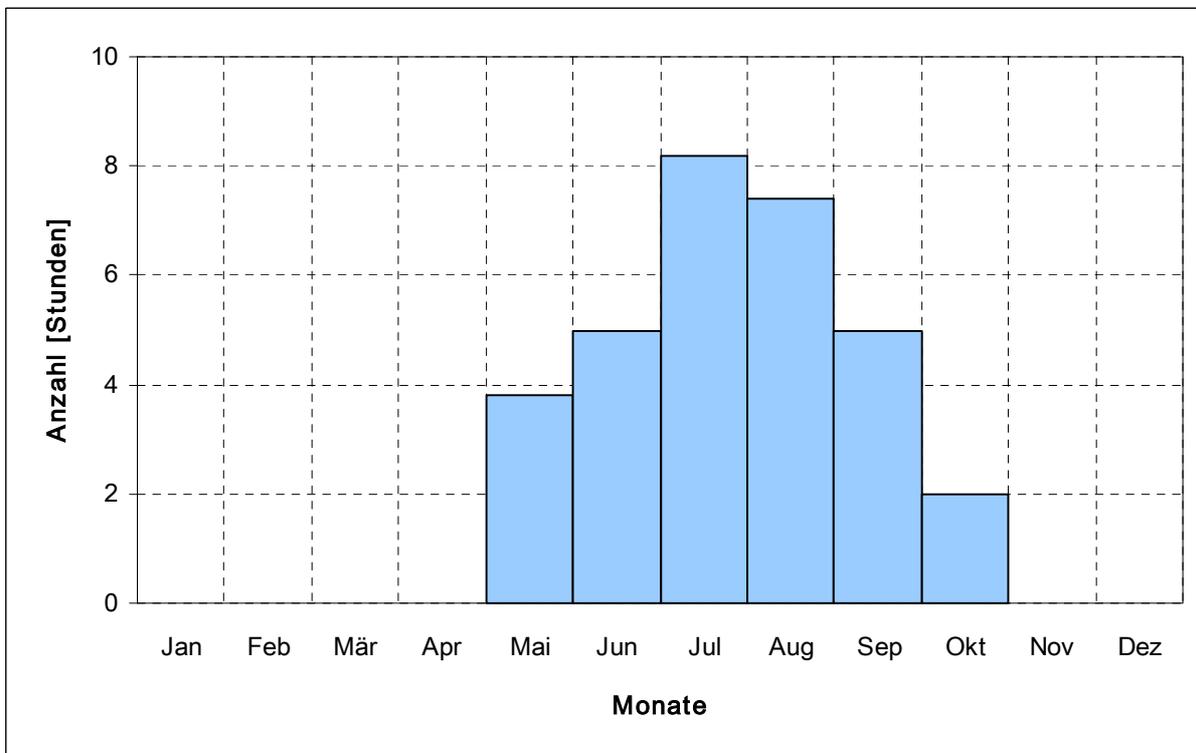


Abbildung 8.1.3: Durchschnittliche Zahl der Stunden mit Schlagregen, Station Feuerkogel, Sh 1618 m, Periode 1996 – 2000.

Markante Seehöhenabhängigkeit

Bezüglich der **regionalen Verteilung** erweist sich der Faktor der **Seehöhe** wegen der Zunahme der Windgeschwindigkeit nach oben als weitaus dominant, wodurch in der Karte die anderen Faktoren (Abschirmung, Beckenlage), Verteilung der Regenhäufigkeit weitgehend unterdrückt und kaum noch wirksam werden.

Diese starke Abhängigkeit von der Seehöhe kommt auch in den mathematischen Beziehungsmaßen zum Ausdruck. Dabei nimmt die Zahl der Stunden mit Schlagregen im Durchschnitt der in der Obersteiermark mit einem Korrelationskoeffizienten von + 0,93 (Bestimmtheitsmaß 0,86) von durchschnittlich 6,8 Stunden in 500 m Höhe mit einem Gradienten von 1,6 Stunden pro 100 m auf durchschnittlich 22,4 Stunden in 1500 m zu (Abb. 8.1.4). Auffallend sind in der Abbildung die beiden Punktmengen bei der Region „Norden“. Die Stationen mit weniger Stunden mit Schlagregen sind im Oberen Murtal zu finden, wo aufgrund der geschützten Lage deutlich weniger Wind zu beobachten ist. Deutlich ausgeprägter ist der Parameter im Ennstal und Ausseer Land sowie Mariazeller Land und im Mürzztal, wo deutlich mehr Wind bei gleicher Seehöhe zu einer höheren Zahl an Stunden mit Schlagregen führt. Im Randgebirge und Vorland ist die Stärke dieser Beziehung mit einem Korrelationskoeffizienten von +0,93 (Bestimmtheitsmaß 0,87) praktisch identisch; der Durchschnittswert für 500 m beträgt aber 9,5 Stunden, jener in 1500 m nur 20,0 Stunden, wobei der Gradient nur 1,1 Stunden pro 100 m beträgt (Abb. 8.1.4).

Geschützte Oberlandsniederungen

Damit kommt eine gewisse Schutzlage der Niederungen in der Obersteiermark gegenüber den offeneren Lagen im Vorland bei gleichzeitig stärkerer Beaufschlagung der Hochlagen in der Obersteiermark gegenüber einer geringeren im Randgebirge zum Ausdruck, was in den Hochlagen wahrscheinlich durch die unterschiedliche Regenhäufigkeit allein bewirkt wird.

Regionale Besonderheiten

Die regionalen Besonderheiten, d.h. die besonders Schlagregen-anfälligen Gebiete, die nicht in ausgesprochenen Hochlagen liegen, sind nur bei sorgfältigem Studium der Karte zu erkennen. So fällt die größere Häufigkeit im Kammertal gegenüber dem Oberen Enns- oder Murtal ins Auge, wobei in Wald am Schoberpass 14,3 Stunden registriert werden (Durchschnittswert für diese Seehöhe: 12,9 Stunden). Ähnliches gilt für das obere Pölstal und den Triebener Tauern, wo sich für Hohentauern 21,8 Stunden gegenüber einem „Erwartungswert“ von 18,7 Stunden ergeben.

Noch größer ist die Schlagregenhäufigkeit in der Passregion des Präbichl und in den höheren Ortsteilen von Vordernberg, doch gibt es von dort keine konkreten Daten. Das südöstliche Vorland erweist sich in seiner Gesamtheit als nur wenig von Schlagregen betroffen, wobei es sich dabei sehr wahrscheinlich überwiegend um

solche bei sommerlichen Gewitterböen handelt und nicht um „Landregen“ bei allgemein stürmischen Wetterlagen.

Trotzdem ist eine stärkere Beaufschlagung von Stationen in freier Kuppen- oder Riedellage (z.B. Kitzeck, Riegersburg, St. Radegund) gegenüber den benachbarten Talstationen festzustellen. Die eindeutig am seltensten von Schlagregen betroffenen Gebiete sind die niedrigsten Landesteile an der unteren Mur, Raab und Lafnitz bzw. Feistritz mit Werten bis unter 4 Stunden pro Jahr. Die Abnahme der Schlagregenhäufigkeit im Hochgebirge oberhalb von ca. 2000 m ist nur in der formalen Abnahme der Regenhäufigkeit bei gleichzeitiger Zunahme der Schneefallhäufigkeit begründet und keineswegs in einer Verringerung der allgemeinen Witterungsunbill schlechthin. Diese Abnahme wird nämlich durch die Zunahme der Häufigkeit von Schneestürmen mehr als ausgeglichen.

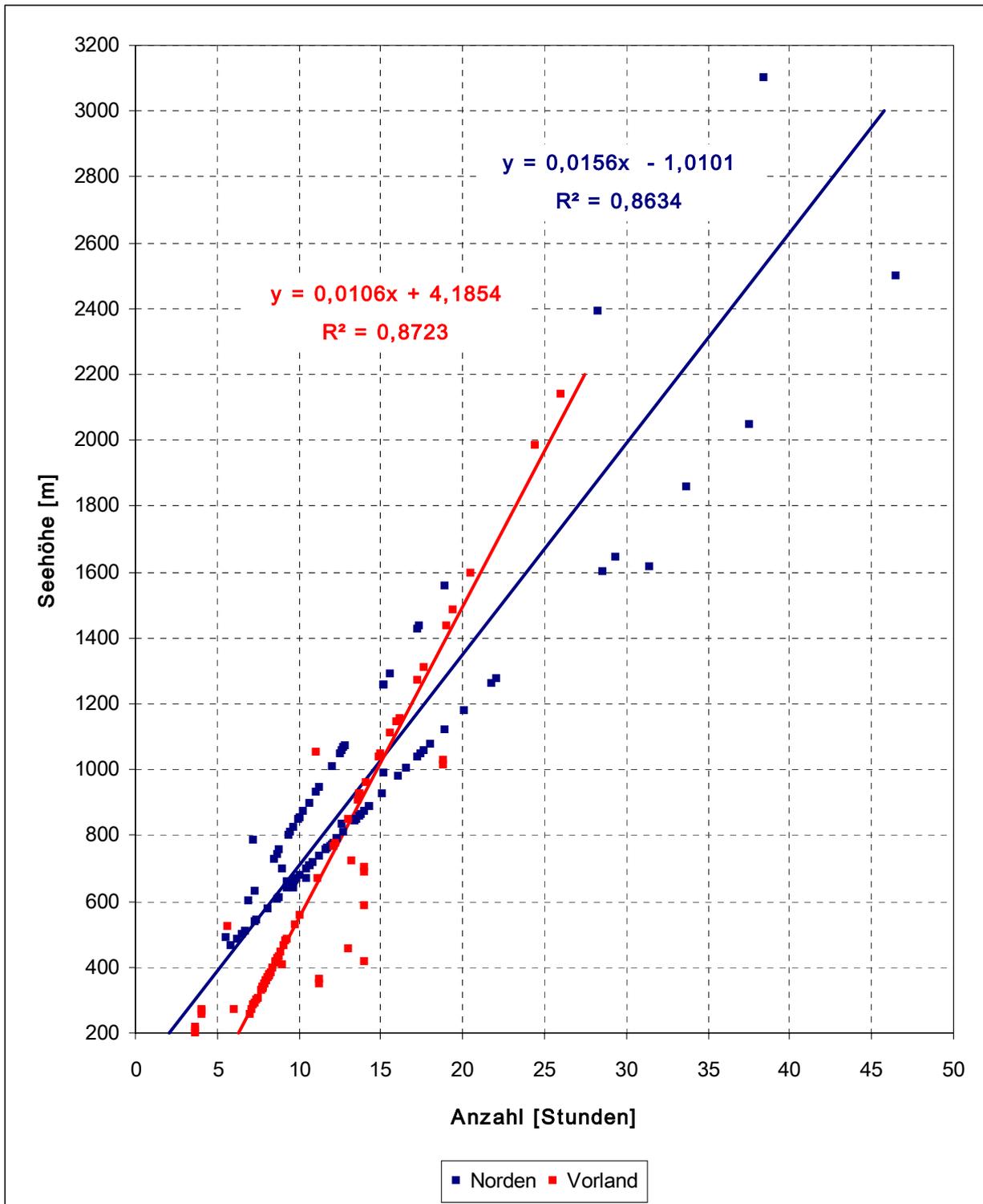
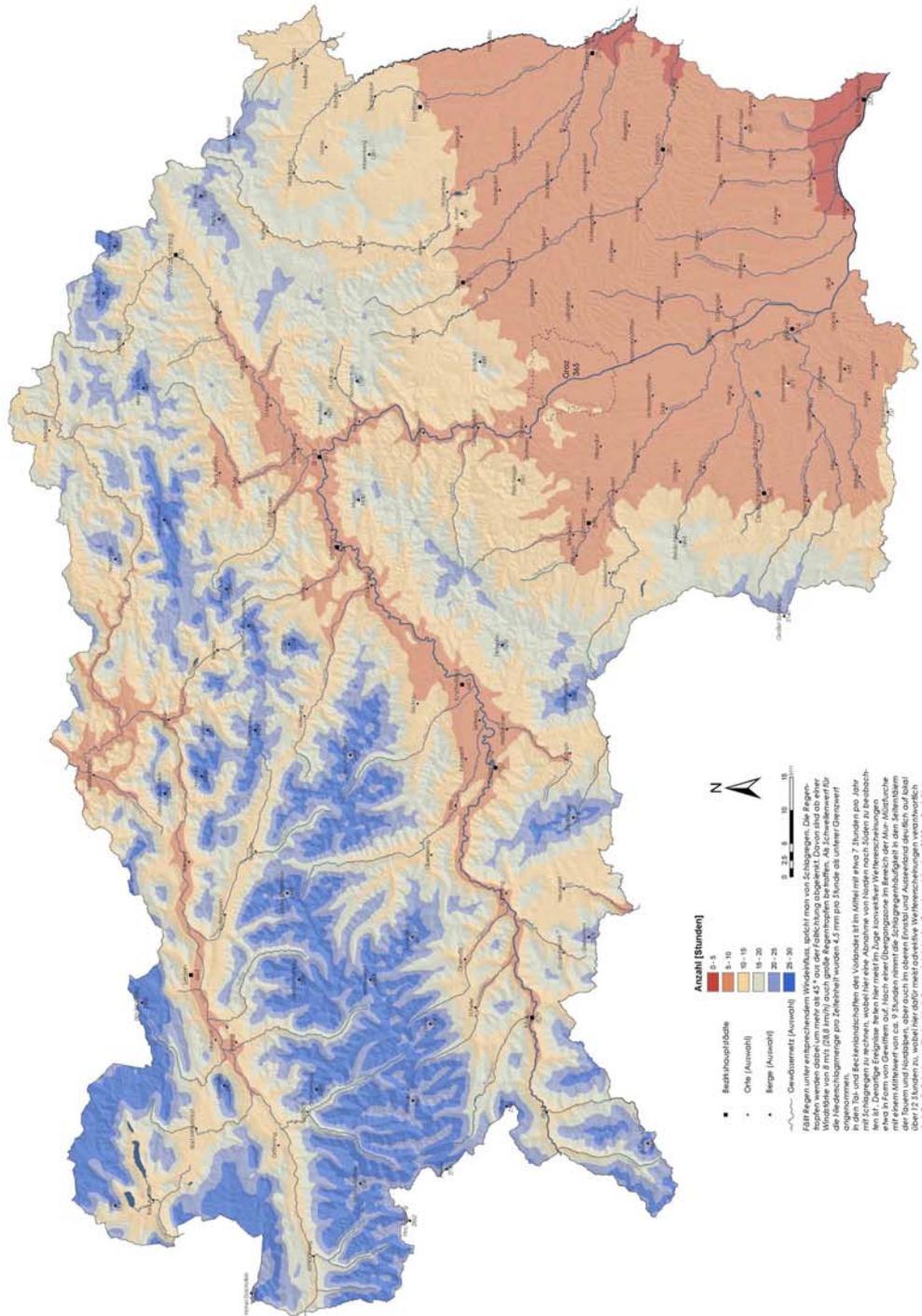


Abbildung 8.1.4: Durchschnittliche Zahl der Stunden mit Schlagregen in Abhängigkeit von der Seehöhe, Periode 1996 – 2000 (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

8.1 Durchschnittliche Zahl der Stunden mit Schlagregen im Jahr Periode 1976 bis 2000



Anzahl [Stunden]

- 0-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20
- 20-30

■ Bezirkshauptort
 • Ort (Auswahl)
 * Berge (Auswahl)
 ~ Grenzverlauf (Auswahl)

Fällt Regen unter entsprechendem Witterungsdruck, spricht man von Schlagregen. Die Regen-
 mengen werden dabei um mehr als 45° aus der Richtung abgelesen. Davon sind ab einer
 Regenintensität von 10 mm pro Stunde nur die Regenmengen für die Berechnung der Schlag-
 regenmenge pro Zeiteinheit (wirden 4,5 mm pro Stunde als unvorteilhaft
 angenommen).
 In Österreich sind die durchschnittlichen Werte des Schlagregens im Mittel auf etwa 7 Stunden pro Jahr
 mit Schlagregen zu rechnen, wobei hier eine Abnahme von Norden nach Süden zu beobach-
 ten ist. Deutliche Ergebnisse zeigen hier meist im Zuge konkreter Wetterereignisse
 mit einem Mittelwert von ca. 5 Stunden nimmt die Schlagregenshäufigkeit in den Sommer-
 monaten zu, während sie im Winter abnimmt. Die durchschnittliche Regenmenge pro Zeiteinheit
 ist im Vergleich der vertikalen Verteilung gegenüber der horizontalen Verteilung auf lokal
 unterschiedlichen Höhenlagen (bis zu 2100 m Seehöhe) und in Abhängigkeit von den Windrichtungen
 unterschiedlich.
 Datengrundlage: IAGG (Steiermark - IAGG, 1976), Umweltwissenschaften, ZAMG
 Kartographie: GIS-Steiermark, BVM
 Auswertung: GIS-Steiermark, BVM
 Anzeigenformat: A-Projekt

8.2 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben

Definition

Ein Tag mit Schneetreiben wird für die Kartendarstellung zum Einen als ein Tag mit wenigstens 5 cm Neuschnee, einer maximalen Windgeschwindigkeit von $12,5 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ (= $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ bzw. etwa Windstärke 6) und einer Temperatur von höchstens $-1,0^\circ\text{C}$ definiert. Zum Anderen werden auch nachfolgende Tage, wo der Temperatur- und Windschwellenwert erreicht wird (pulvriger, gefallenen Schnee wird transportiert), als Tag mit Schneetreiben gezählt. Eine Windstärke von wenigstens 6 gilt meteorologisch als „Starkwind“, eine solche von wenigstens 8 als Sturm. Subjektiv mag aber auch schon heftiges Schneetreiben als Schneesturm empfunden werden. Der Grenzwert von -1°C bei der Temperatur wurde gewählt um Regen oder gemischten Niederschlag sicher auszuschließen. Solcherart sind so wie beim Schlagregen wiederum die absoluten Zahlen sehr stark von den gewählten Eingangsgrößen abhängig, kaum aber das regionale Verteilungsmuster. Im Gegensatz zum Schlagregen wird aufgrund der lediglich einmal täglich beobachteten Schneehöhe die Berechnung in Tagen und nicht in Stunden durchgeführt.

Bauwesen, Verkehr und Lawinengefährdung

Die praktische Bedeutung der Zahl der Tage mit Schneetreiben betrifft ähnlich wie beim Schlagregen das **Bauwesen**, dazu aber auch das **Verkehrswesen** im Sinne der Bereitschaft zu Schneeverwehungen und schließlich die **Lawinengefährdung**, da Lawinen auslösende Wechtenbildung neben der Häufigkeit von Schneefegen (Umlagerung des bereits gefallenen Schnees) auch von der Häufigkeit des Schneetreibens abhängt.

Bei der **jahreszeitlichen Verteilung** ist natürlich eine Konzentration auf die Wintermonate gegeben, die aber je nach Seehöhe und Klimagebiet recht unterschiedlich ausfällt. Im windarmen Graz (Abb. 8.2.1) kommt Schneetreiben im Sinne der oben angegebenen Grenzwerte bestenfalls zufällig vor (z.B. 26.12.1996) und spielt für die Winterwitterung keine nennenswerte Rolle. Auf dem Schöckl (Abb. 8.2.2) ist dagegen zwischen November und April mit etwa einem Tag mit Schneetreiben pro Monat zu rechnen, wobei diese Häufigkeit immer noch weit unter jener des exponierten Nordstaugipfels des Feuerkogel liegt (Abb. 8.2.3), wo Schneefälle viel stärker an windreiche Wetterlagen bzw. labile Luftmassen oder Kaltfronten gebunden sind als im Steirischen Randgebirge.

Schließlich repräsentiert der Sonnblick (Abb. 8.2.4) die Verhältnisse auf einem exponierten Dreitausender, wie sie in der Steiermark bestenfalls im Gipfelbereich des Dachsteins verwirklicht sein dürften. Dabei fällt das Maximum erstaunlicherweise auf den März und auch im Sommer ist dort in allen Monaten mit Schneetreiben zu rechnen.

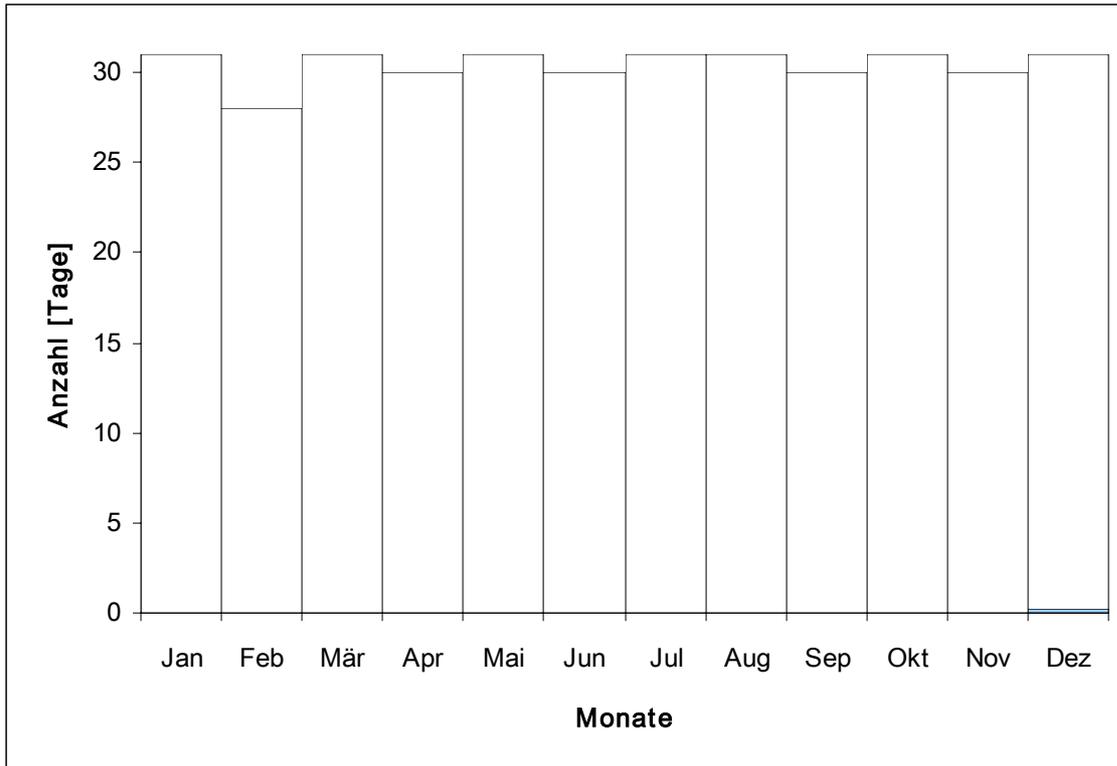


Abbildung 8.2.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben, Station Graz-Universität, Sh 366 m, Periode 1996 – 2000.

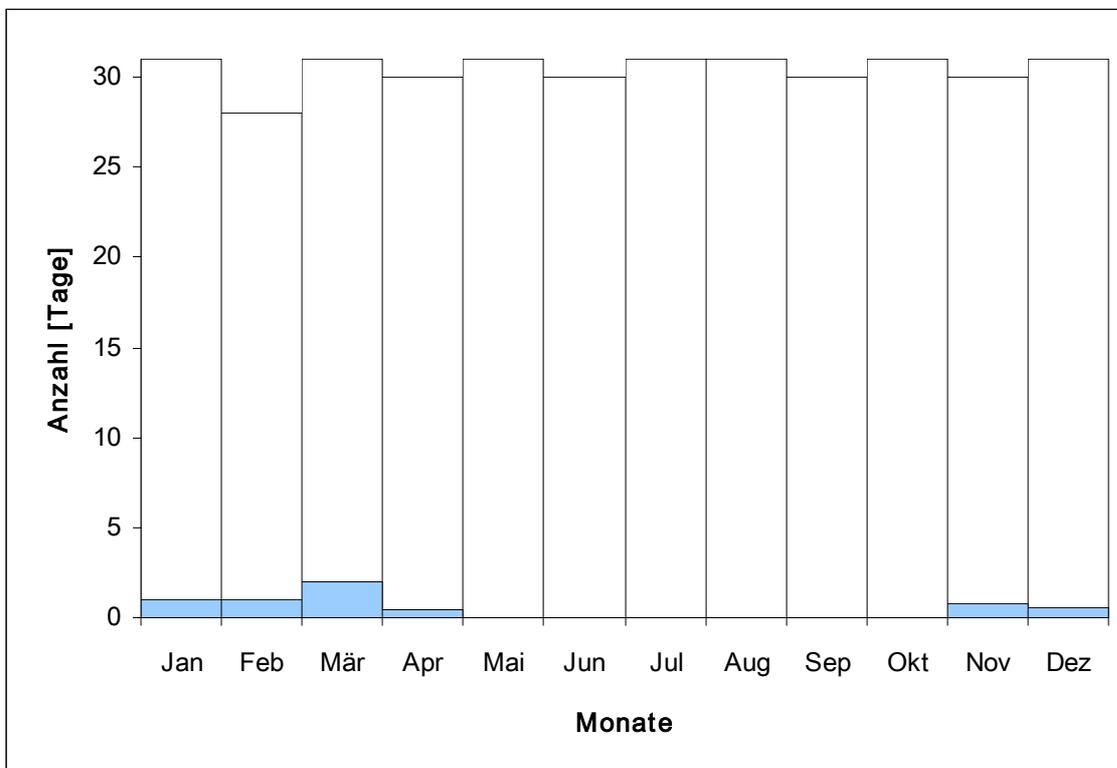


Abbildung 8.2.2: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben, Station Schöckl, Sh 1443 m, Periode 1996 – 2000.

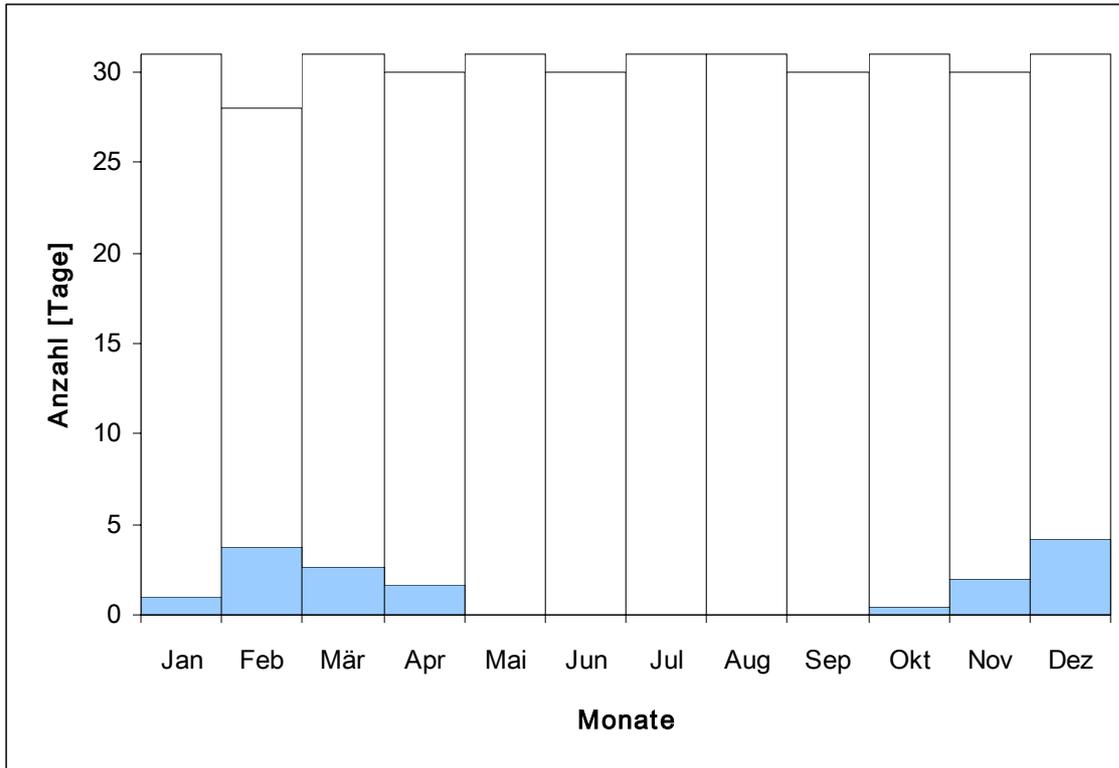


Abbildung 8.2.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben, Station Feuerkogel, Sh 1618 m, Periode 1996 – 2000.

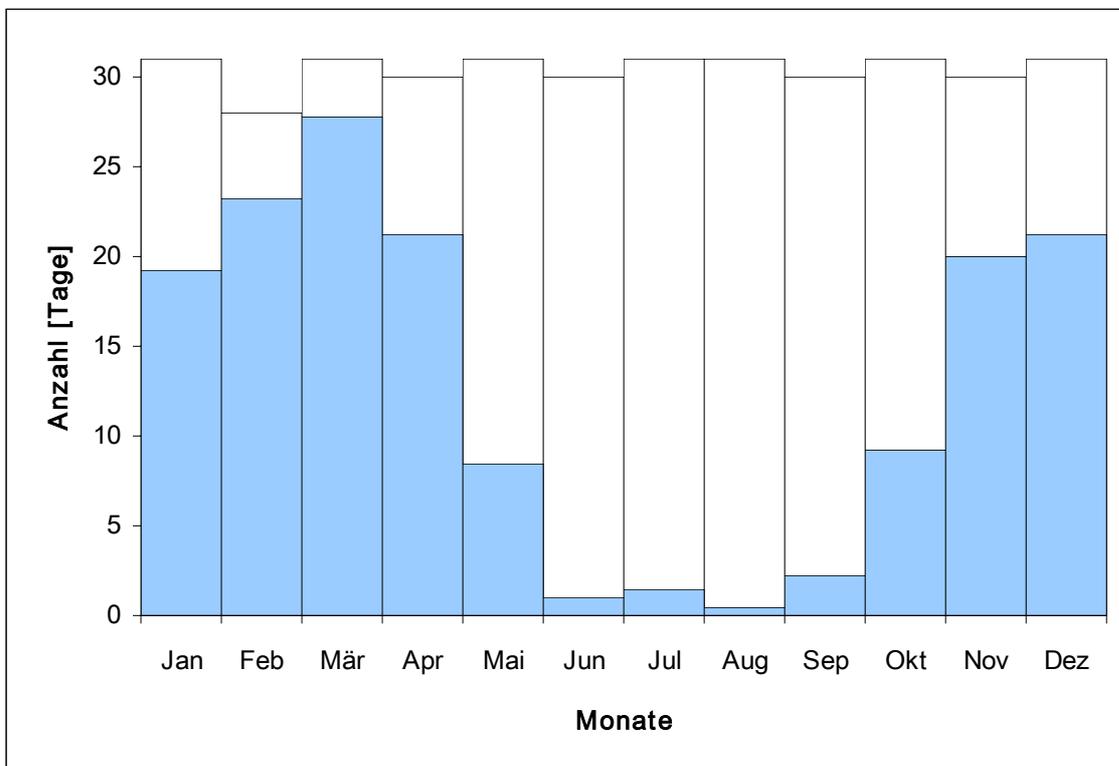


Abbildung 8.2.4: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben, Station Sonnblick, Sh 3105 m, Periode 1996 – 2000.

Regionale Verteilung – Seehöhe ist Hauptabhängigkeit

Noch viel mehr als beim Schlagregen ist für die **regionale Verteilung** der Zahl der Tage mit Schneetreiben die **Seehöhe** der absolut dominierende Faktor, der alle anderen weitgehend unterdrückt. Das ergibt sich aus der gleichsinnigen Zunahme der Häufigkeit von Starkwind und Häufigkeit von Schneefall mit zunehmender Höhe. Im Durchschnitt der Obersteiermark nimmt die Zahl der Tage mit Schneetreiben von durchschnittlich 8,5 Tagen in 1000 m Höhe mit einem Gradienten von 4,0 Tagen pro 100 m auf durchschnittlich 48,6 Tage in 2000 m zu, wobei der Korrelationskoeffizient +0,88 (Bestimmtheitsmaß 0,77) beträgt. Im Vorland und Randgebirge ist diese Beziehung mit einem Korrelationskoeffizienten von +0,79 (Bestimmtheitsmaß 0,62) etwas schwächer, dort nimmt die Häufigkeit von durchschnittlich 0,76 Tagen in 500 m mit einem Gradienten von nur 0,8 Tagen pro 100 m über 4,8 in 1000 m und 8,8 in 1500 m auf 12,8 Tage in 2000 m zu (Abb. 8.2.5).

Im Vorland praktisch nicht vorhanden

Bei der **regionalen Verteilung** fällt auf, dass die Bereitschaft zu Schneetreiben im Vorland praktisch den Wert Null erreicht, d.h. im Berechnungszeitraum von 1996 bis 2000 gab es in den dortigen Niederungen meist gar keinen, allerhöchstens aber nur drei solche Fälle. Das ist ein Hinweis auf die Dominanz der typischen Warmfrontschneefälle, die fast durchwegs bei windschwachem Wetter erfolgen und auf die schon bei der Karte 6.15 (Zahl der Tage mit wenigstens 20 cm Schneedecke) hingewiesen wurde.

In Tälern der Obersteiermark kaum Verwehungen

In den großen Tal-Landschaften der Obersteiermark südlich des Alpenhauptkamms ist die Neigung zu Schneetreiben ebenfalls äußerst gering, d.h. die bisher genannten Landschaften werden ganz im Gegensatz zu den Vorländern des Donauraums oder Ostösterreichs von starken Schneeverwehungen so gut wie verschont. Nur in einigen gut durchlüfteten Tälern des Nordstaugebietes ist die Neigung zu Schneetreiben auch in den Niederungen bereits nennenswert, wobei in der Tal-Zone von Bad Mitterndorf mit bis zu drei Fällen im Jahr zu rechnen ist.

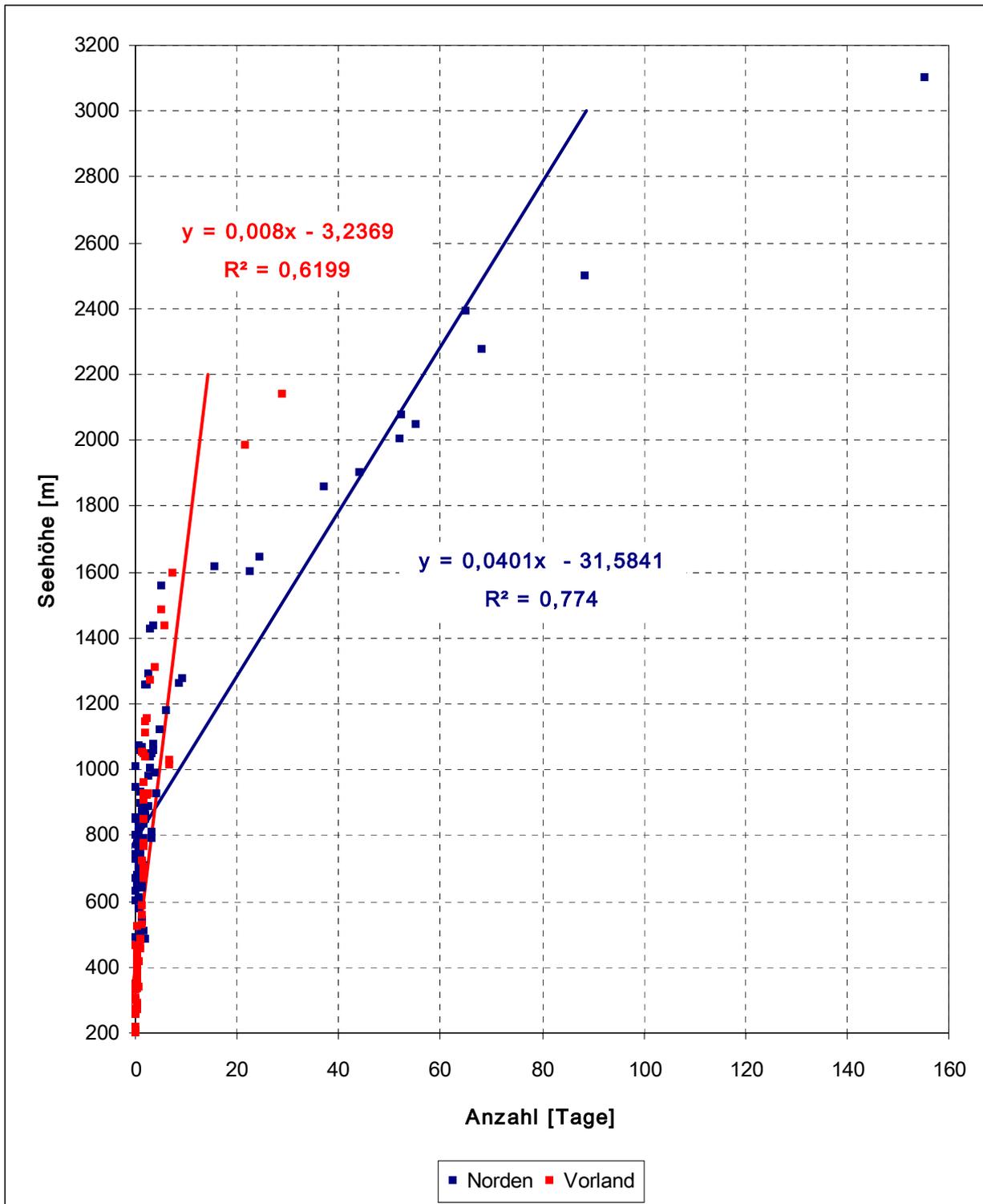
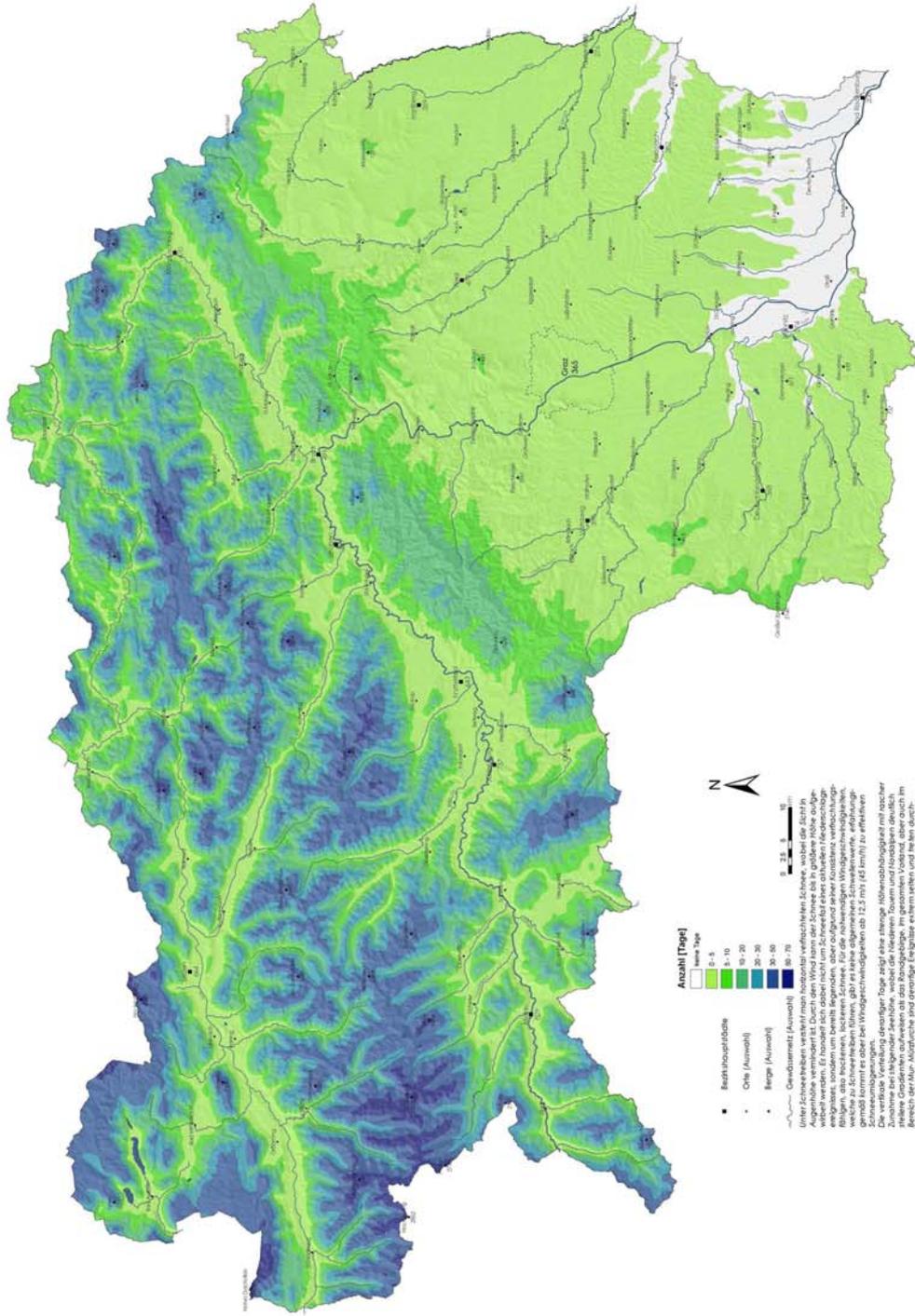


Abbildung 8.2.5: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben in Abhängigkeit von der Seehöhe, Periode 1996 – 2000 (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

8.2 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneetreiben Periode 1976 bis 2000



8 KOMBINIERTE WERTE

8.3 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm

Verwendete Grenzwerte

Als Grenzwerte für diesen Wassertyp wurden 1 cm Neuschneehöhe, aber im Sinne des bei der Karte 8.1. angesprochenen Grenzwertes für Sturm $16,6 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$ (= 60 km h^{-1} bzw. etwa Windstärke 8) gewählt. Dabei wird die ungleich geringere Häufigkeit von Stürmen durch die wesentlich größere Häufigkeit des gewählten geringeren Neuschneehöhe recht gut ausgeglichen, wobei dieser Ausgleich aber regional doch unterschiedlich ist.

Jahreszeitliche Verteilung

Damit ist die jahreszeitliche Verteilung zwar ähnlich zu jener der Zahl der Tage mit Schneetreiben, nicht aber die absolute Anzahl, wobei durch den weitaus niedrigeren Grenzwert bei der Schneefallhöhe eine größere Zahl an Tagen zu erwarten ist, die aber durch den höheren Grenzwert bei der Windgeschwindigkeit wieder reduziert wird. Dabei erweist sich auf den Berggipfeln die Reduktion durch die seltenere Sturmhäufigkeit gegenüber der Zunahme durch den kleineren Niederschlagsgrenzwert als wesentlich wirksamer (Abb. 8.3.2 bis 8.3.4), während in Graz (Abb. 8.3.1) Schneesturm gleichermaßen nur extrem zufällig zu erwarten ist wie Schneetreiben.

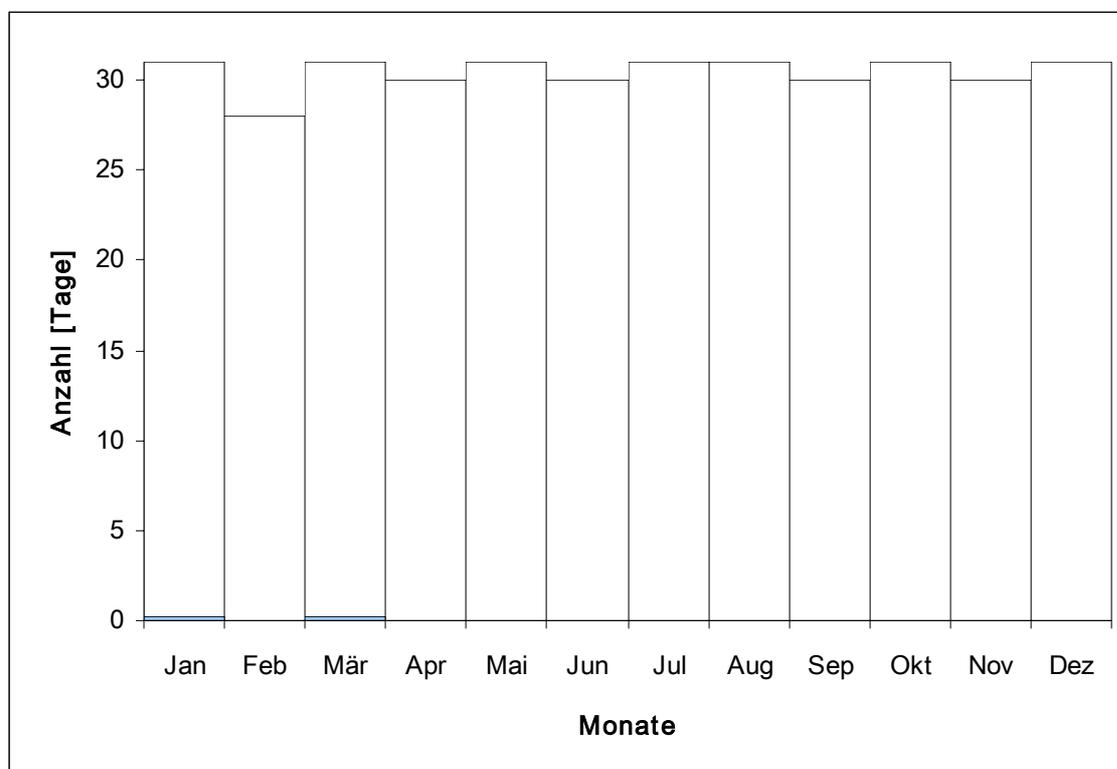


Abbildung 8.3.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm, Station Graz-Universität, Sh 366 m, Periode 1996 – 2000.

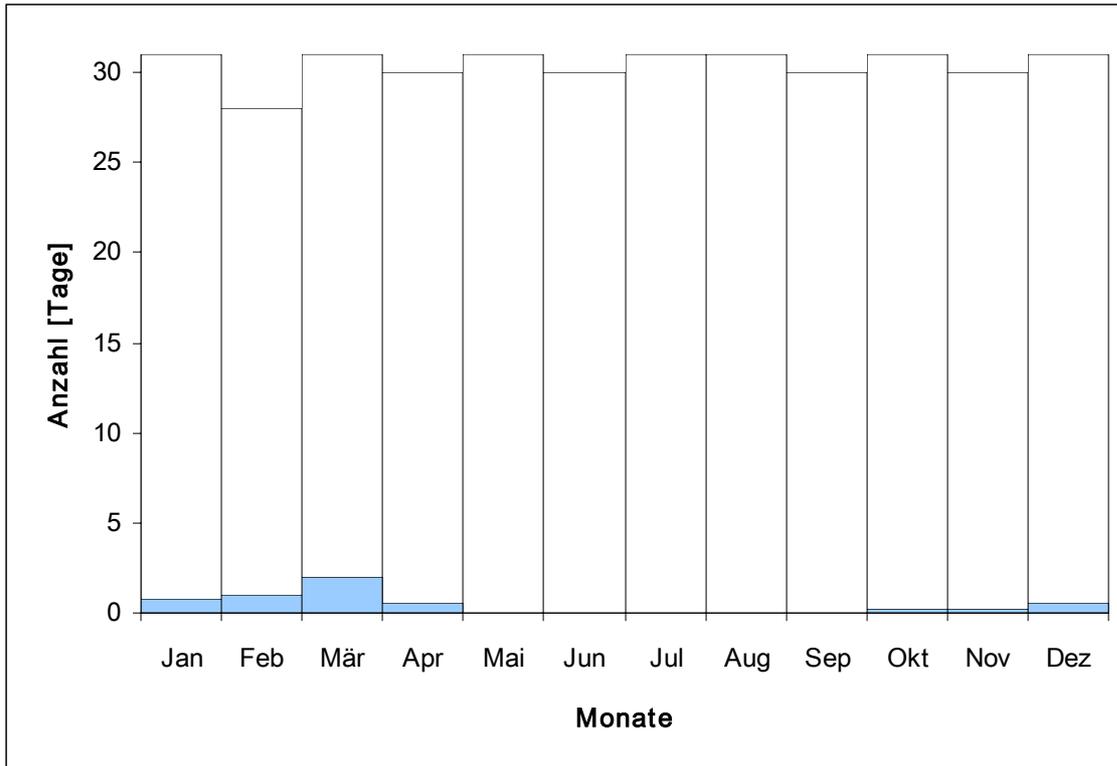


Abbildung 8.3.2: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm, Station Schöckl, Sh 1436 m, Periode 1996 – 2000.

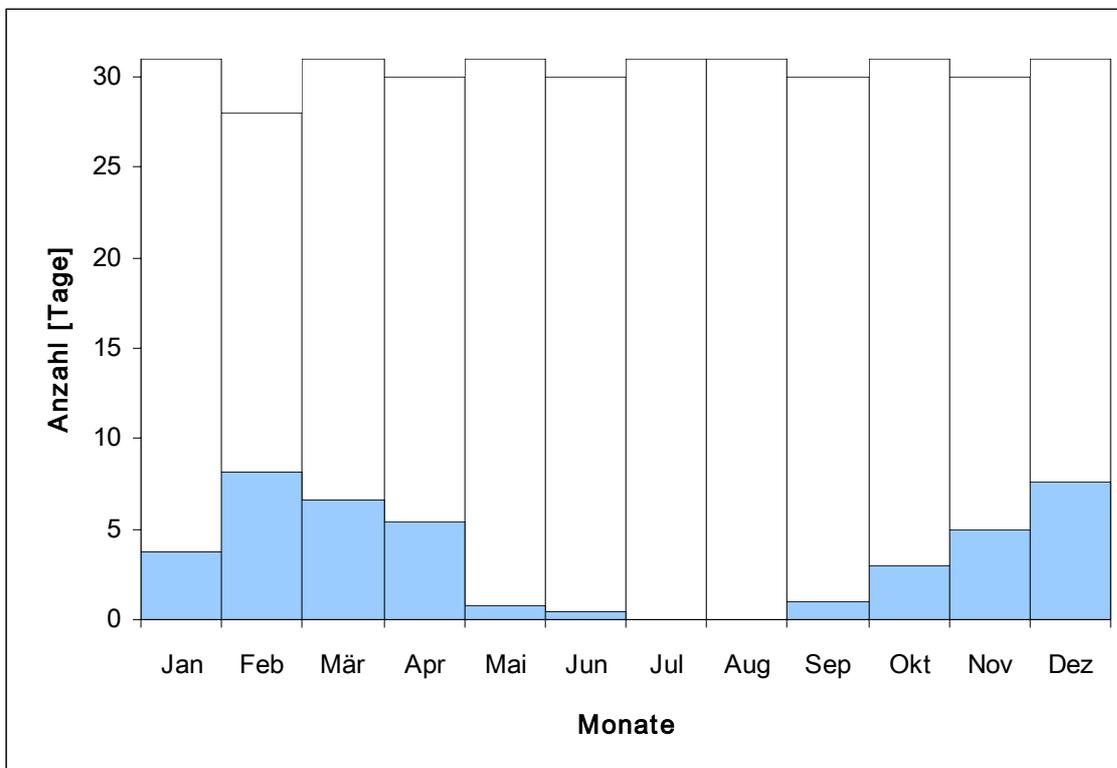


Abbildung 8.3.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm, Station Feuerkogel, Sh 1618 m, Periode 1996 – 2000.

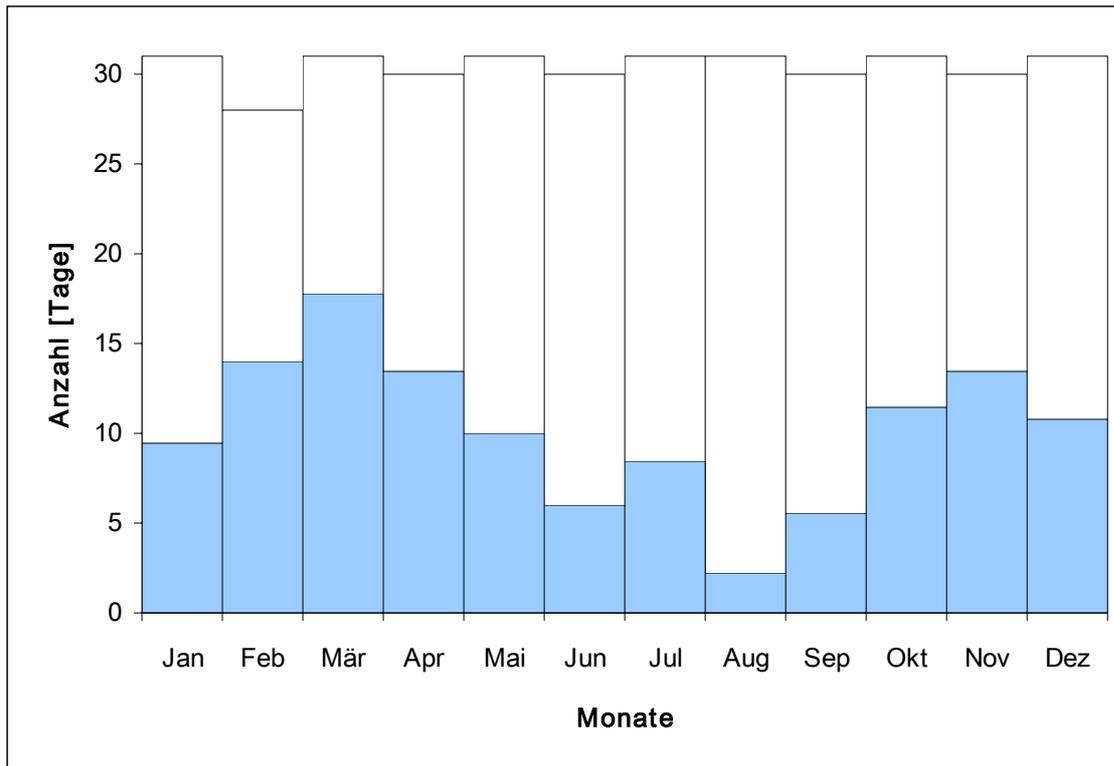


Abbildung 8.3.4: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm, Station Sonnblick, Sh 3105 m, Periode 1996 – 2000.

Gelegentliche Schneestürme im Talbereich der oberen Mur und Mürz

In den Niederungen des Vorlandes gibt es so gut wie keine Schneestürme im Sinne der angegebenen Definition, wogegen sich in den Tälern der Obersteiermark doch Häufigkeiten zwischen einem und fünf Tagen pro Jahr einstellen. Darin hat man die Wirkung von Wetterlagen mit labilen nördlichen und nordwestlichen Strömungen zu sehen, welche im südöstlichen Vorland kaum noch Schneefall-wirksam werden und überwiegend Nordföhn bewirken, bei welchem einige eingebettete Schneeschauer in ihren Mengen meist unter dem angegebenen Grenzwert bleiben, während dieser im Oberen Murtal und Mürztal durchaus überschritten werden kann.

Nördlich des Alpenhauptkamms ist die Verteilung der Häufigkeit von Schneesturm fast nur an die Verteilung der Bereitschaft zu Sturm an sich gebunden, da es dort durchwegs genügend Tage mit wenigstens 1 cm Neuschnee gibt. Dadurch sind die Häufigkeiten regional sehr unterschiedlich und das Ergebnis des Unterschiedes der lokal guten Abschirmung des Windes (z.B. um Bad Aussee) bzw. der guten Durchgängigkeit für heftige Luftströmungen (z.B. am Schoberpass, Präbichl oder Triebener Tauern).

Die Höhenabhängigkeit

Im Durchschnitt der Obersteiermark nimmt die Zahl der Tage mit Schneesturm von 12,4 in 1000 m mit einem Gradienten von 4,2 Tagen pro 100 m auf 54,6 Tage in 2000 m zu, wobei der Korrelationskoeffizient +0,91 (Bestimmtheitsmaß 0,83) beträgt (Abb. 8.3.5). Im Vorland und Randgebirge gibt es in 500 m durchschnittlich 1,5 Tage mit Schneesturm, diese nehmen mit einem Gradienten von 0,9 Tagen pro 100 m auf 10,3 in 1500 m (14,7 in 2000 m) zu. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient +0,89 und das Bestimmtheitsmaß 0,80 (Abb. 8.3.5).

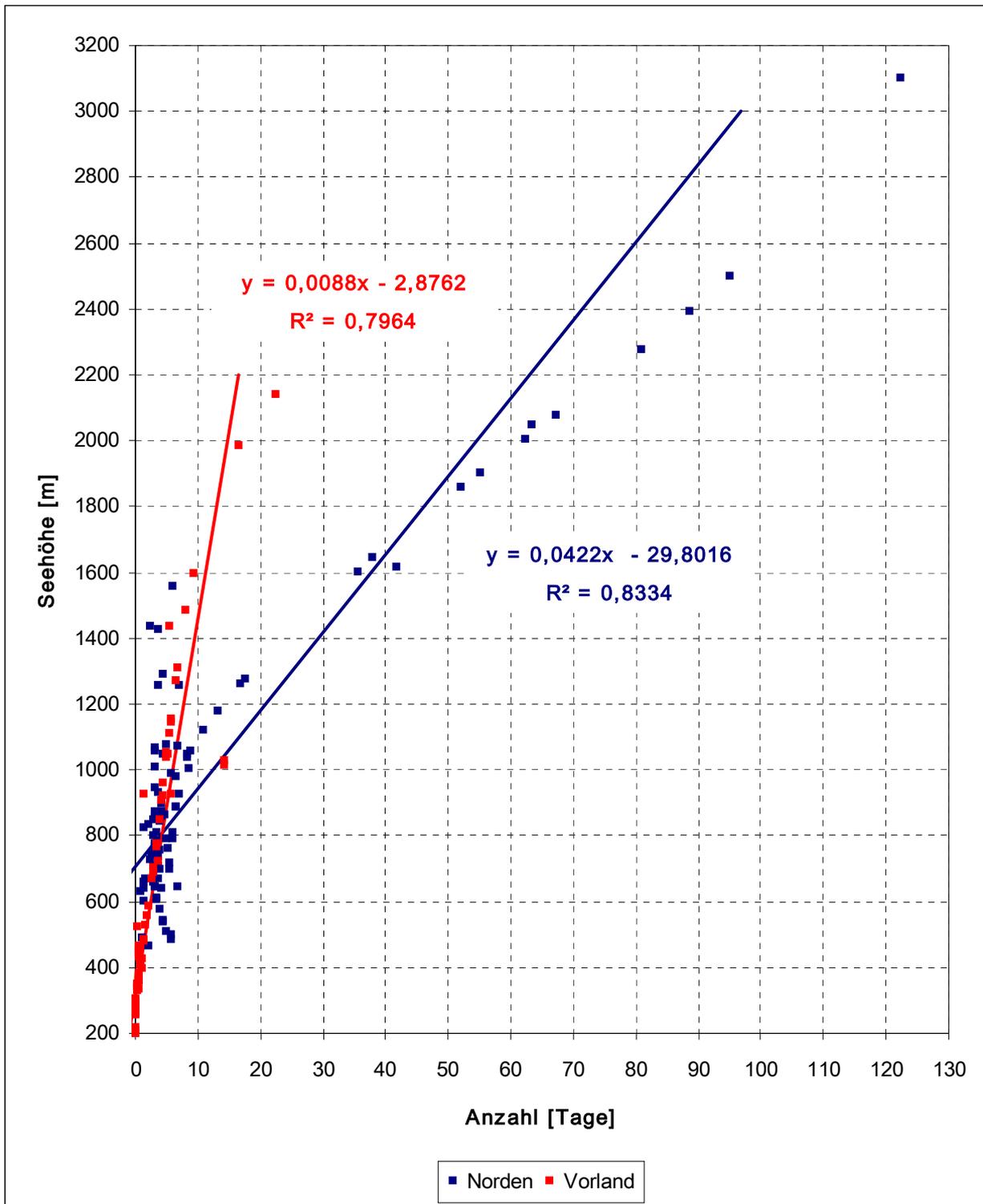
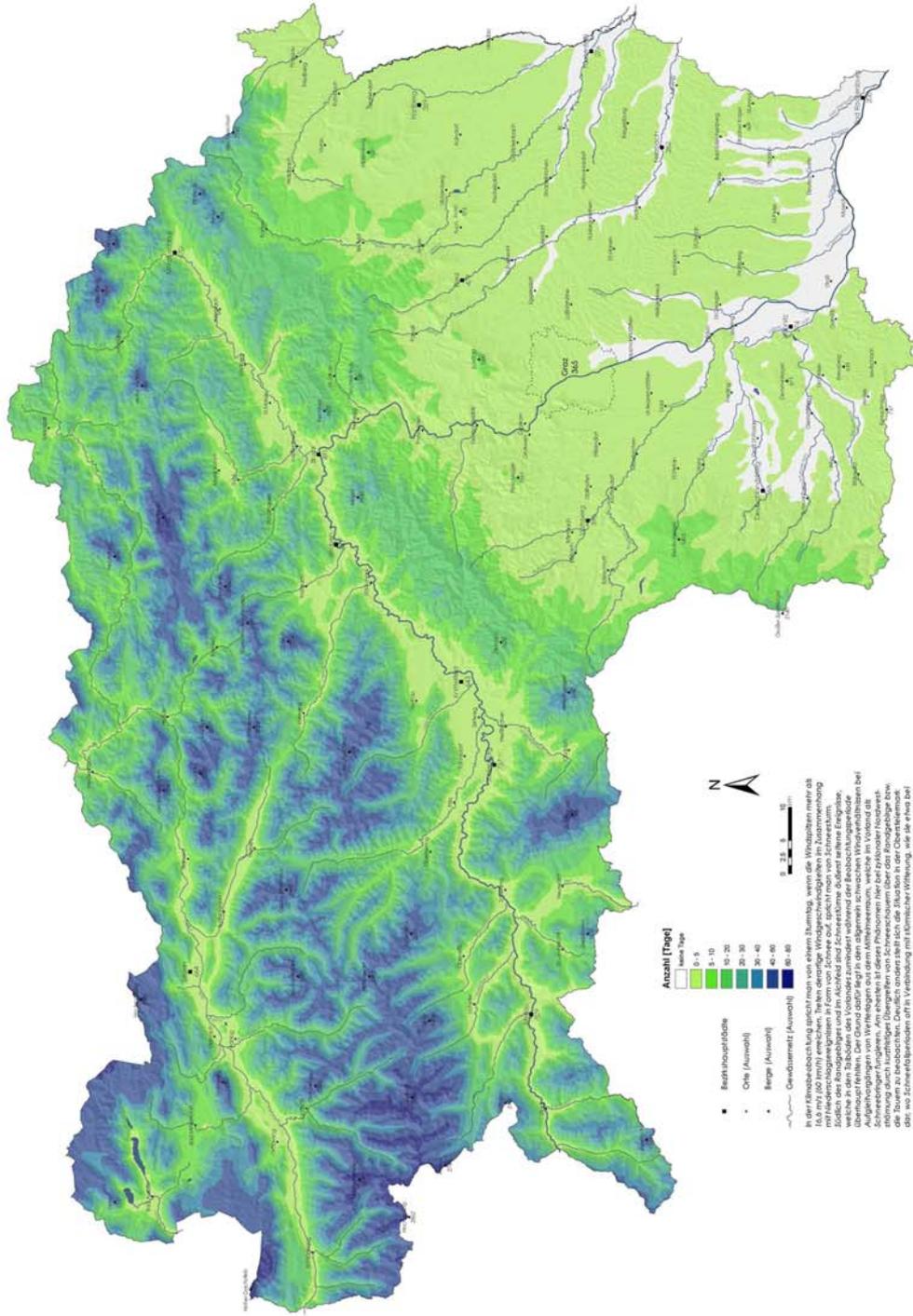


Abbildung 8.3.5: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm in Abhängigkeit von der Seehöhe, Periode 1996 – 2000 (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

8.3 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Schneesturm

Periode 1976 bis 2000



8.4 Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage zwischen Mai und Oktober

Definition

Als „verregnet“ gilt ein Tag dann, wenn eine Mindestniederschlagsmenge von **1,0 mm** gemessen wird und die durchschnittliche Bewölkung wenigstens **9 Zehntel** beträgt, also etwas mehr als an einem „trüben Tag“ nach der konventionellen Definition. Mit den verregneten Tagen wird am ehesten die Häufigkeit von „**Schlechtwetter**“ nach der subjektiven Vorstellung erfasst. Damit wird die bekannte Problematik, dass mit der Häufigkeit der Niederschlagstage das subjektiv empfundene Regen-„Schlechtwetter“ nicht beschrieben werden kann, umgangen.

Die bloße Zahl der Niederschlagstage, zumal mit einem Grenzwert von 0,1 mm, ergibt diesbezüglich einen viel zu hohen Wert, weil die Niederschlagstage zum Teil Schneefalltage sind und nicht zum Regen-„Schlechtwetter“ gezählt werden können, zu einem anderen Teil der Niederschlag so gering bzw. kurzfristig ist, dass er den Grundcharakter eines Schönwettertages oder Tages mit einigermaßen angenehmer Witterung nicht wirklich stören kann. Wenn man andererseits einen Niederschlagsgrenzwert von 1,0 mm - zumal bei kurzem Schauerwetter - ebenfalls als für die Störung des Schönwetter-Grundcharakters als zu gering erachtet, dann wird diese Überbewertung durch die Schlechtwettertage mit bedecktem Himmel und anhaltendem leichtem Nieselregen unter diesem Grenzwert wahrscheinlich ausgeglichen.

An einem verregneten Tag mit weitgehend geschlossener Bewölkung und nur wenig Regen bleibt der Schlechtwettercharakter durch aufsteigende Hangnebel, hohe Luftfeuchtigkeit, niedrige Temperaturen und regennasse Umgebung durchaus erhalten. Entscheidend ist jedenfalls, dass nach dieser Definition kurzfristige Regenschauer – auch bei beachtlichen Niederschlagshöhen – wegen des vorangegangenen Schönwetters oder der nachfolgenden Aufheiterung nicht zu den verregneten Tagen, d.h. zu ausgesprochenen Schlechtwettertagen gezählt werden. Solcherart liegt die Zahl der verregneten Tage durchwegs beträchtlich unter der Zahl der Niederschlagstage insgesamt.

Abweichung vom Sommerhalbjahr

Für die Darstellung in der Karte 8.4 wurde der Zeitraum von Mai bis Oktober gewählt, um damit den Jahresabschnitt mit den häufigsten und üblichsten nicht Wintersport-bezogenen Aktivitäten im Freien, d.h. Sommerurlaub, Sport, Wandern und Bergsteigen, aber auch Veranstaltungen im Freien und Arbeiten in der Landwirtschaft zu erfassen und um die Ergebnisse durch die Tage mit Schneefall bei bedecktem Himmel nicht zu stark zu verfälschen. Die gewählten Monate weichen daher vom üblichen Begriff des Sommerhalbjahres (April bis September) etwas ab.

Abnahme mit der Seehöhe

Was die regionale Verteilung anlangt, ergibt sich zuerst eine allgemeine Abnahme (!) mit zunehmender **Seehöhe**, die in der Obersteiermark im Durchschnitt einen Tag pro 100 m beträgt, im Randgebirge und Vorland aber nur 0,2 Tage pro 100 m. Diese etwas überraschende Beziehung entsteht durch die nach oben zunehmende Anzahl der Tage mit Schneefall (besonders im Mai und Oktober) auf Kosten der Tage mit Regen, die in der Obersteiermark bei dem großen Höhenunterschied schon recht deutlich wirksam und durch einen Korrelationskoeffizienten von $-0,66$ (Bestimmtheitsmaß $0,44$) ausgedrückt wird (Abb. 8.4.1).

Im Randgebirge kein Zusammenhang mit der Seehöhe

Dagegen wird im Randgebirge die ohnehin geringe Abnahme des Anteils der Zahl der Tage mit Regen infolge des zunehmenden Anteils der Tage mit Schneefall durch die recht starke Zunahme der Tage mit Niederschlag insgesamt so gut wie ganz kompensiert. Dadurch ergibt sich neben dem geringen Änderungsgradienten auch nur eine zufällige Beziehung mit einem Korrelationskoeffizienten von $-0,28$ (Bestimmtheitsmaß $0,07$) zwischen der Zahl der verregneten Tage und der Seehöhe (Abb. 8.4.1).

Jahreszeitliche Verteilung

Bei der jahreszeitlichen Verteilung (Abb. 8.4.2 bis 8.4.5) ist das Winterminimum in erster Linie auf den hohen Anteil der Tage mit Schneefall an allen Niederschlagstagen zurückzuführen, wobei die Zahl der verregneten Tage im Hochwinter nur auf der Stolzalpe gegen Null zurückgeht (Abb. 8.4.5), während in den Niederungen durchaus genug Regentage bleiben und zudem im Winter viel eher ganz bedeckte Tage zu erwarten sind als im Sommerhalbjahr. Dadurch wird das Winterminimum etwas abgeschwächt.

Recht deutlich ist auch zu erkennen, dass das Häufigkeitsmaximum der verregneten Tage keineswegs mit dem Häufigkeitsmaximum der Niederschlagstage (Abb. 4.2.1) zusammenfällt, da im Sommer wenigstens außerhalb der Nordstaugebiete kurzfristige Schauerregen mit vorangegangener oder nachfolgender Aufheiterung überwiegen.

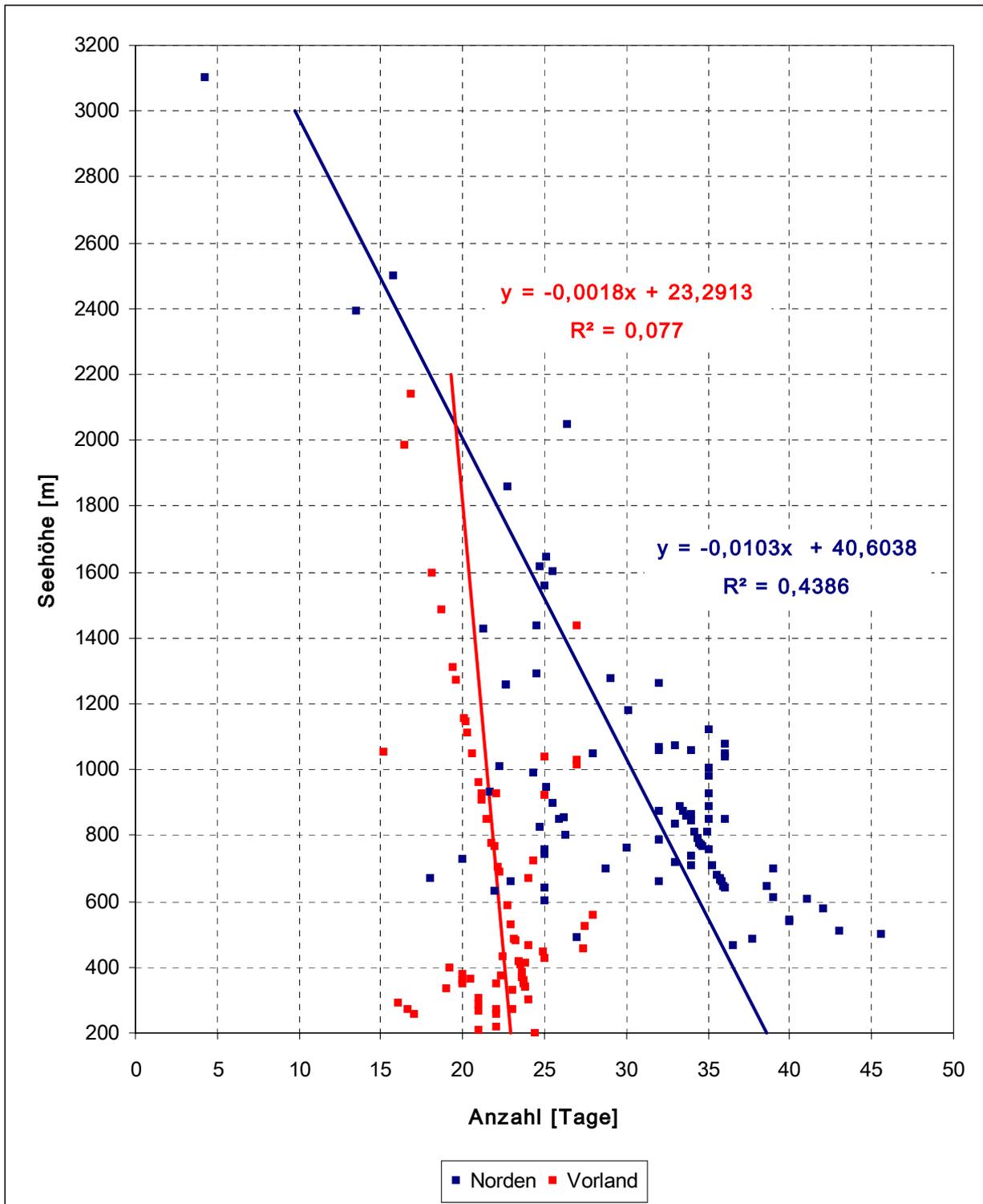


Abbildung 8.4.1: Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage zwischen Mai und Oktober in Abhängigkeit von der Seehöhe (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

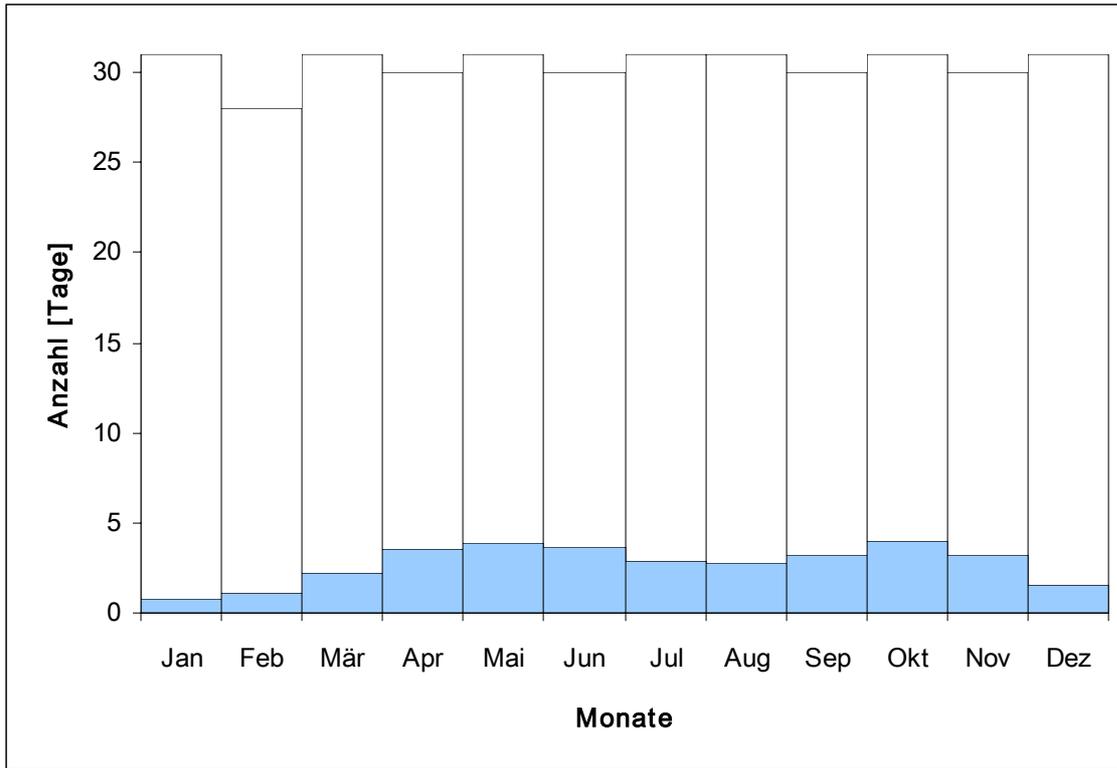


Abbildung 8.4.2: Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

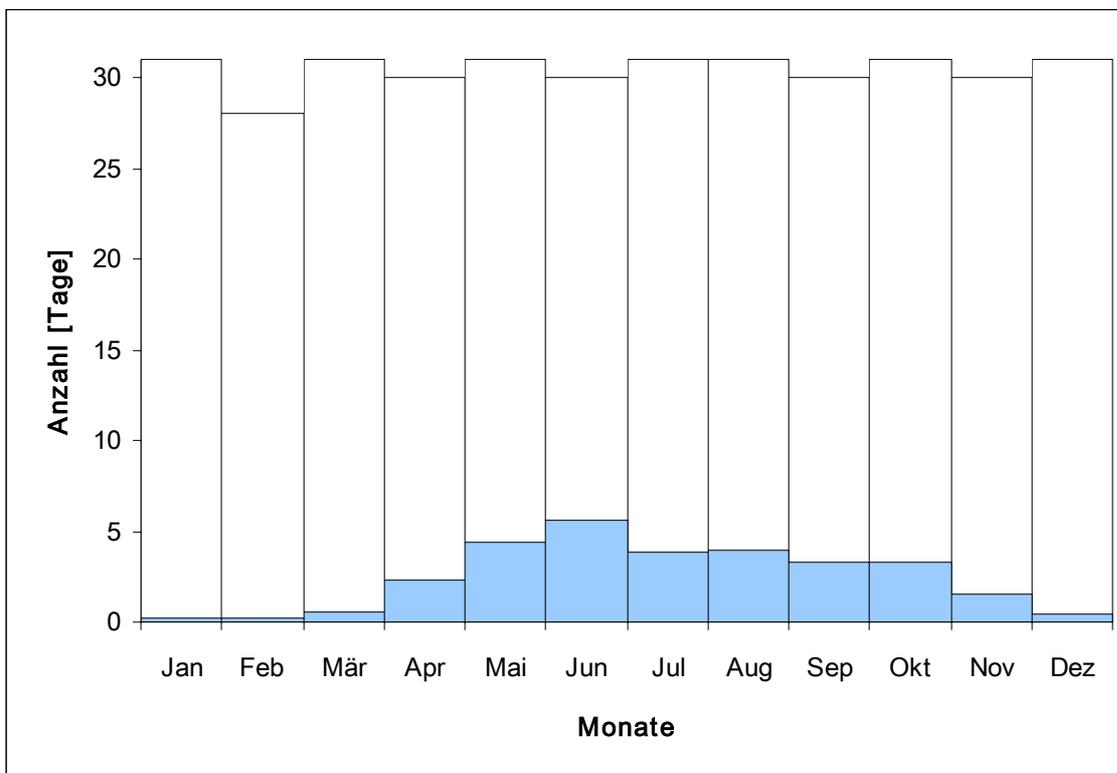


Abbildung 8.4.3: Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage, Station Stolzalpe, Sh 1293 m.

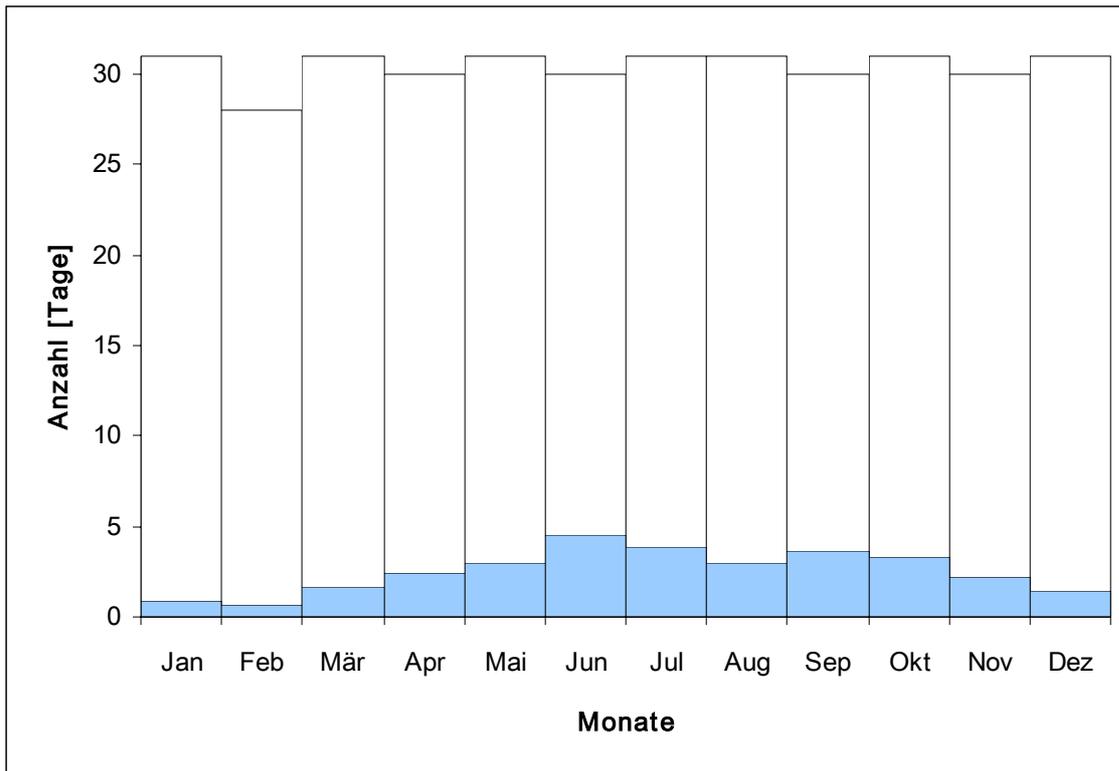


Abbildung 8.4.4: Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage, Station Aigen/Ennstal, Sh 640 m.

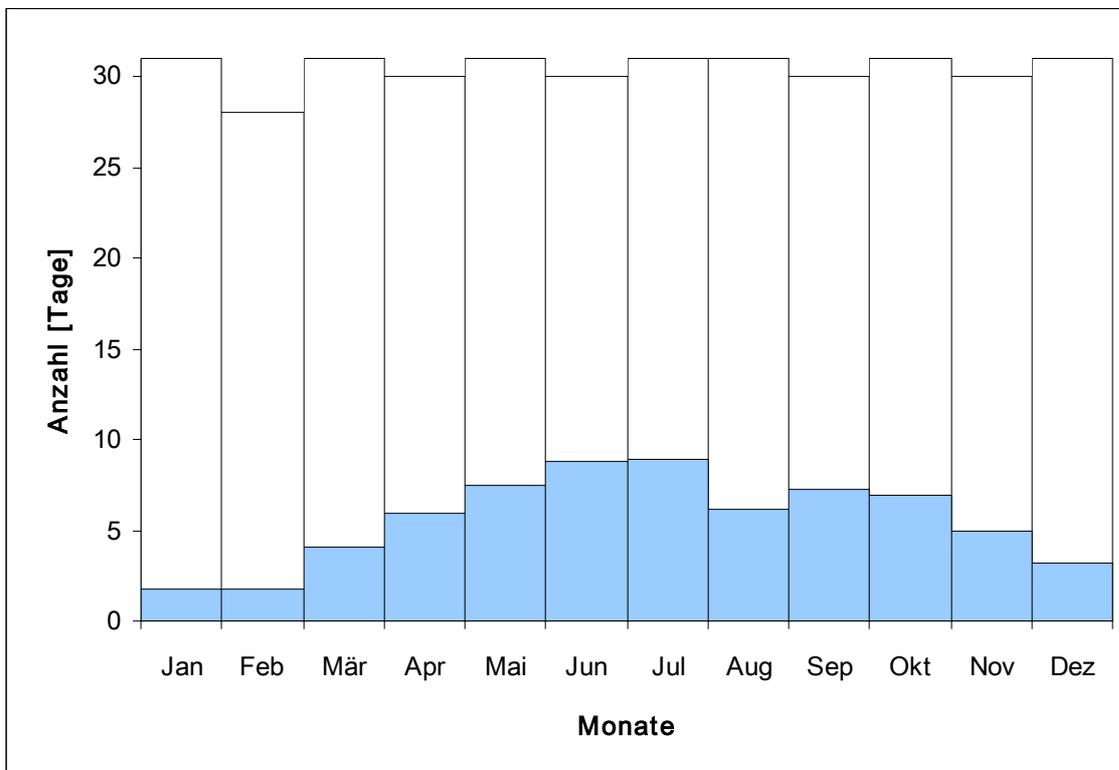


Abbildung 8.4.5: Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage, Station Hieflau, Sh 500 m.

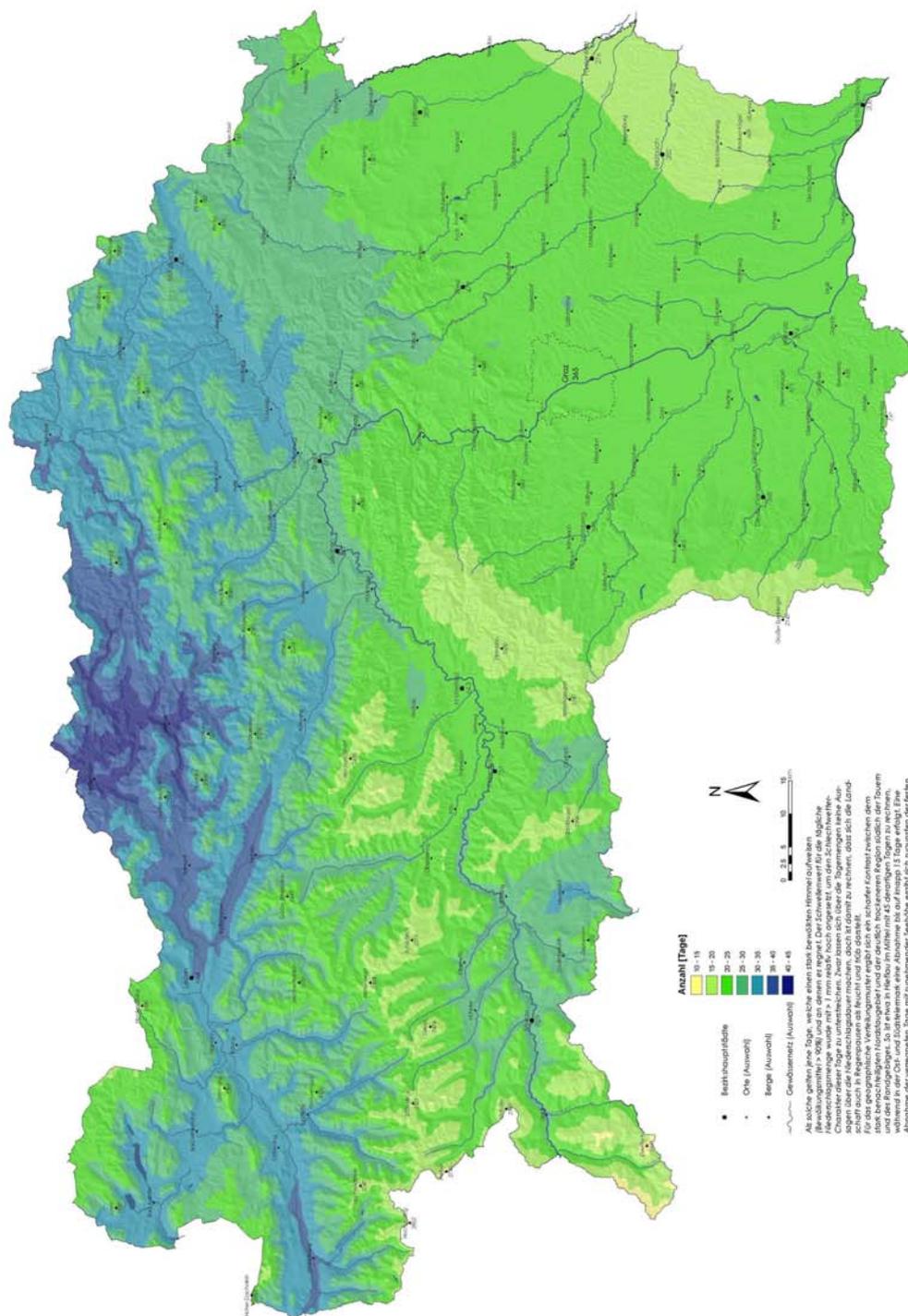
Regionale Verteilung im Jahresgang

Im Vorland (Abb. 8.4.2) gibt es im Hochsommer (Juli, August) sogar weniger verregnete Tage als in den beiden Übergangsjahreszeiten, wobei das Maximum im Oktober eine Eigenheit des Beobachtungszeitraums ist und in anderen Jahrzehnten auf den November fällt. Auch im Bergland im Umkreis des Oberen Murtales (Abb. 8.4.3.) und im Oberen Ennstal (Abb. 8.4.4) fällt die größte Häufigkeit nicht auf den Hochsommer, wohl aber im eigentlichen Nordstaugebiet, in dem auch die absolute Zahl weit über jener in den anderen Landschaften liegt (Abb. 8.4.5).

Am Norddach der Alpen häufiger verregnet

Die **regionale Verteilung** zeigt vor allem einen markanten Gegensatz zwischen den nördlichen Landesteilen mit zahlreichen und den südlichen mit ungleich weniger verregneten Tagen. Im Vorland liegt deren Zahl zwischen 16 und 27, das sind 2,7 bis 4,5 pro Monat oder 9 bis 15 % aller Tage, wobei das Minimum in den Hochsommer fällt, während es im zentralen Teil des Nordstaugebietes bis zu 45 Tage sind, das sind 7,5 pro Monat oder 24 %. Dabei erfolgt der Rückgang nach Süden weit weniger scharf am Alpenhauptkamm, sondern eher allmählich in einer breiteren Zone, wobei im Bereich des Mürztales, der benachbarten nördlichen Oststeiermark und der Neumarkter Passlandschaft noch auffallend hohe Werte erreicht werden. Die geringste Neigung zu verregneten Tagen stellt sich durchaus erwartungsgemäß in der südöstlichen Oststeiermark ein, was auch mit den sonstigen Niederschlagskennzahlen in guter Übereinstimmung steht.

8.4 Durchschnittliche Zahl der verregneten Tage zwischen Mai und Oktober Periode 1971 bis 2000



KLIMAAATLAS STEIERMARK

8 KOMBINIERTE WERTE

8.5 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost

Definition

Kahlfrost bedeutet Temperaturen unter Null Grad bei fehlender Schneedecke. Solcherart ist der nackte Erdboden der Frostwirkung ungeschützt ausgesetzt, woraus man auch die Bedeutung der Kahlfrosthäufigkeit für die mechanische Verwitterung (Frostsprengung) ableiten könnte, doch hängt diese vom Frostgeschehen im Erdboden bzw. Gestein selbst ab, während sich die der Karte zugrunde gelegte Kahlfrostdefinition auf die Lufttemperatur in zwei Metern Höhe (Thermometerhütte) bezieht. Trotzdem können auch aus der Verteilung der Häufigkeit von negativer Lufttemperatur bei unbedecktem Erdboden gewisse Rückschlüsse auf die Häufigkeit von Bodenfrost gezogen werden, da diese sinngemäß parallel laufen muss. Häufiger Kahlfrost betrifft dabei insbesondere das Phänomen des „Auswinterns“ der Saat in der Landwirtschaft.

Seehöhenabhängigkeit an erster Stelle

Bei der **regionalen Verteilung** der Kahlfrosthäufigkeit steht wieder der Faktor der Seehöhe an erster Stelle, da die Häufigkeit der Tage mit Schneedecke nach oben rascher zunimmt als die Häufigkeit der Frosttage. Davon ist vor allem das Frühjahr betroffen, da bei hoher Schneebedeckung die Neigung zu Frostwetter nach dem „endgültigen“ Abschmelzen der Schneedecke bei dem dafür notwendigerweise erreichten höheren Temperaturniveau schon viel geringer ist als in den Niederungen.

Im Durchschnitt der Obersteiermark (Abb. 8.5.1) nimmt die Zahl der Tage mit Kahlfrost von 51 in 500 m mit einem Gradienten von -1,9 Tagen pro 100 m auf 32 in 1500 m und 22 in 2000 m ab, wobei der Korrelationskoeffizient -0,51 (Bestimmtheitsmaß 0,26) beträgt. Im Vorland und Randgebirge (Abb. 8.5.1) sind es in 500 m durchschnittlich 58 Tage (in 200 m: 66 Tage), wobei die Zahl mit einem Gradienten von -2,8 Tagen pro 100 m auf 30 in 1500 m bzw. 16 in 2000 m abnimmt. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient -0,82 (Bestimmtheitsmaß 0,67).

In den Niederungen hängt die Häufigkeit von Kahlfrost einerseits von der Frosthäufigkeit selbst, andererseits von der Zahl der Tage mit Schneedecke ab. Dabei gibt es an Tagen mit Schneedecke nur relativ wenige Tage **ohne** Frost, da es zwischen Frost und Schneedecke eine kausale Beziehung gibt und eine Schneedecke den Bodenwärmestrom isoliert und die Wahrscheinlichkeit zu Nachtfrost deutlich erhöht.

Schneearme Becken größte Häufigkeit

Entsprechend haben die vergleichsweise schneearmen Beckenklimate bei gleichzeitig relativer Schneearmut die größte Häufigkeit an Kahlfrostitagen. Das betrifft gleichermaßen die Beckenlandschaften des Oberen Murtales wie jene des Vorlandes, also die Becken von Passail, Semriach oder Köflach, dazu die kleineren, schon bei der Karte der Lufttemperatur im Januar (Karte 2.2) angesprochenen

Becken von Maria Trost, Niederschöckl, Thal bei Graz, Kornberg bei Feldbach, Otternitz im Gleinzbachtal oder andere. In der Obersteiermark sind es vor allem die Beckenlandschaften im Oberen Murtal um Oberwölz, Unzmarkt und besonders Zeltweg. Dabei erreicht die Zahl der Tage mit Kahlfrost örtlich etwa 80.

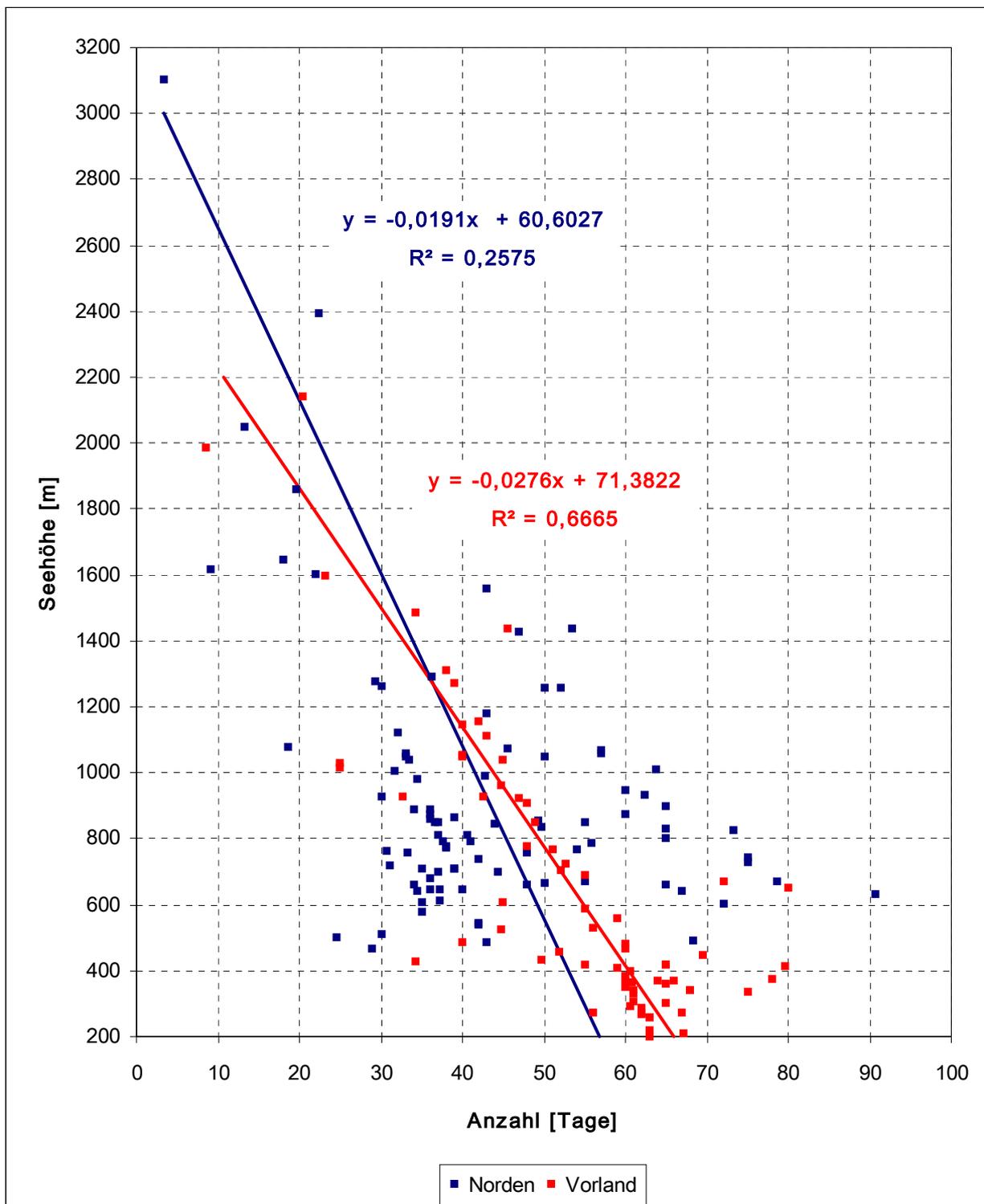


Abbildung 8.5.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost in Abhängigkeit von der Seehöhe (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

Auch beträchtlich im Grazer Becken

Darüber hinaus ist die Zahl der Tage mit Kahlfrost im gesamten Bereich des Oberen Murtales bis Bruck und in allen Tal-Landschaften des Vorlandes, also auch im Grazer Feld, mit Werten von über 60 bis gegen 75 beträchtlich. Demgegenüber geht sie in den mildesten Riedel- und Kuppenlagen mit geringer Frosthäufigkeit schon bis gegen 40 Tage zurück. Die geringste Neigung zu Kahlfrost unterhalb der ausgesprochenen Berglagen haben die schneereichen Niederungen des Nordstaugebietes mit vergleichsweise geringer Frostgefährdung, d.h. mit guter Durchlüftung ohne typische Beckenklimate. Dort kann die Zahl der Tage mit Kahlfrost örtlich auf unter 30 absinken (z.B. um Hieflau).

Der Jahresgang

Im Jahresgang (Abb. 8.5.2. bis 8.5.4) zeigt die Zahl der Tage mit Kahlfrost normalerweise eine Doppelwelle mit recht gleich großen Häufigkeitsmaxima in den Niederungen im November und März. Dagegen fällt im schneearmen und wintermilden Stadtklima von Graz (Abb. 8.5.2) und im ähnlich schneearmen und milden Riedelklima (Abb. 8.5.3) das Maximum schon in die eigentlichen Wintermonate und die Doppelwelle im Jahresgang verschwindet. Im kalten Beckenklima von Zeltweg (Abb. 8.5.4) ist im März fast jeder zweite und im April noch jeder dritte Tag ein Kahlfrostdag.

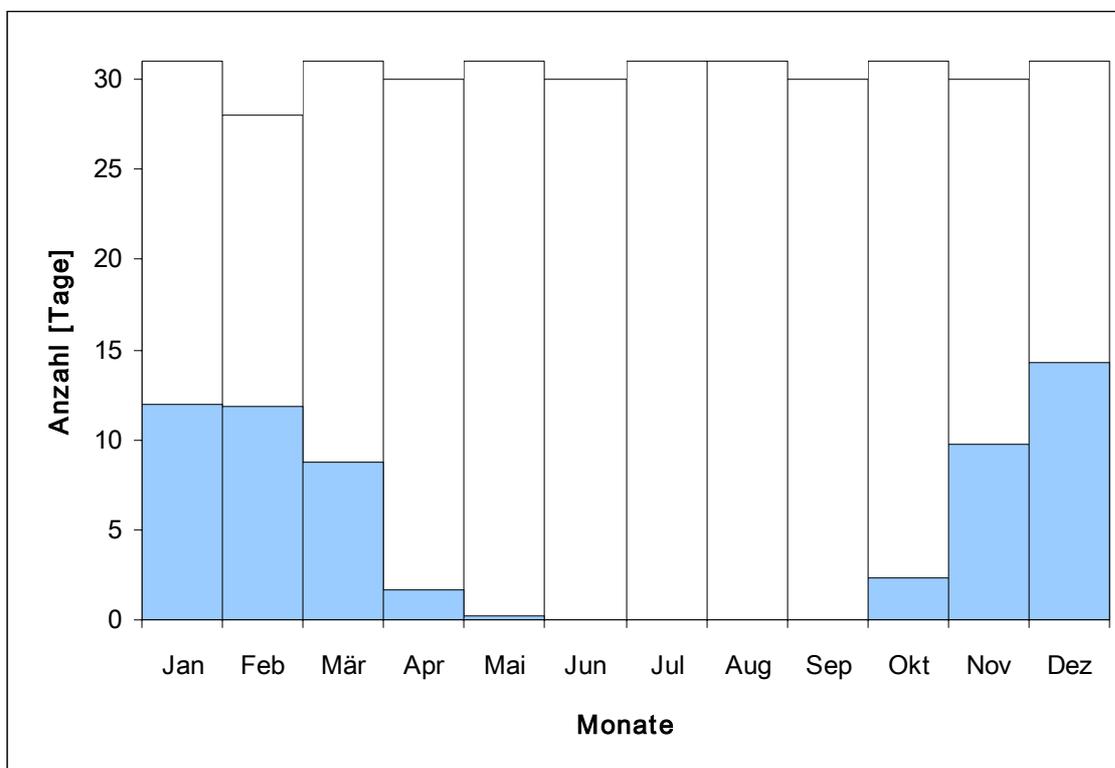


Abbildung 8.5.2: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost, Station Graz-Universität, Sh 366 m.

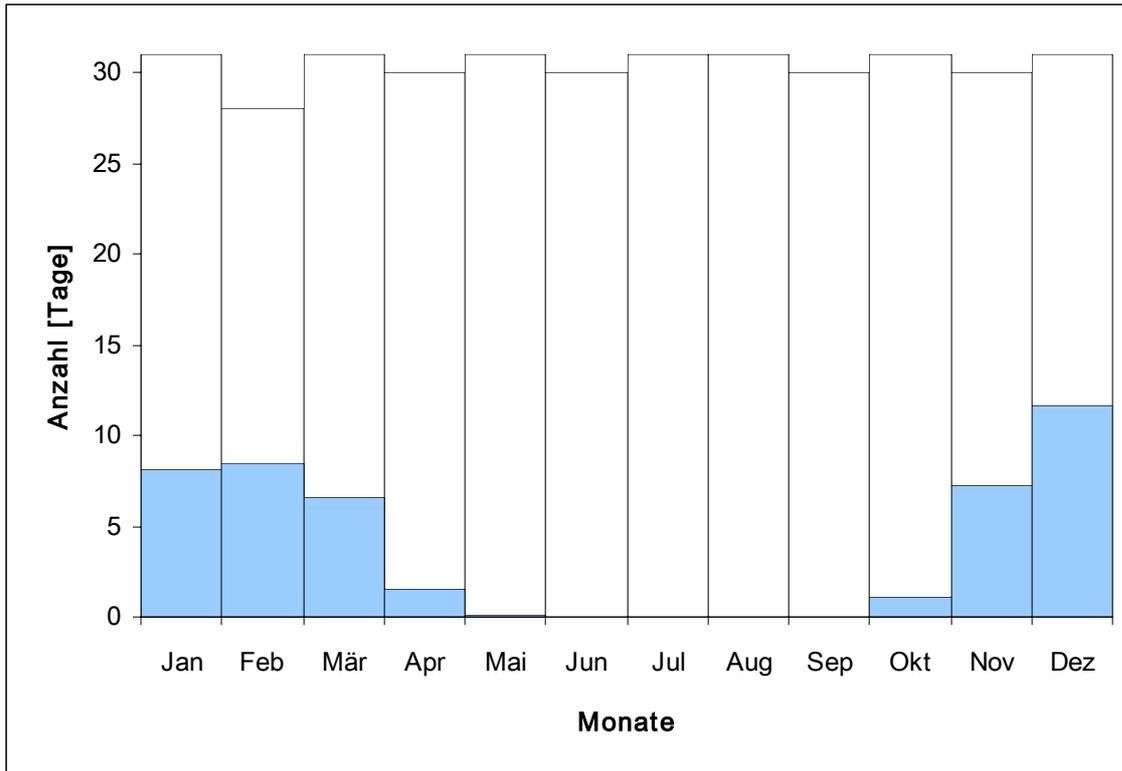


Abbildung 8.5.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost, Station Lassnitzhöhe, Sh 543 m.

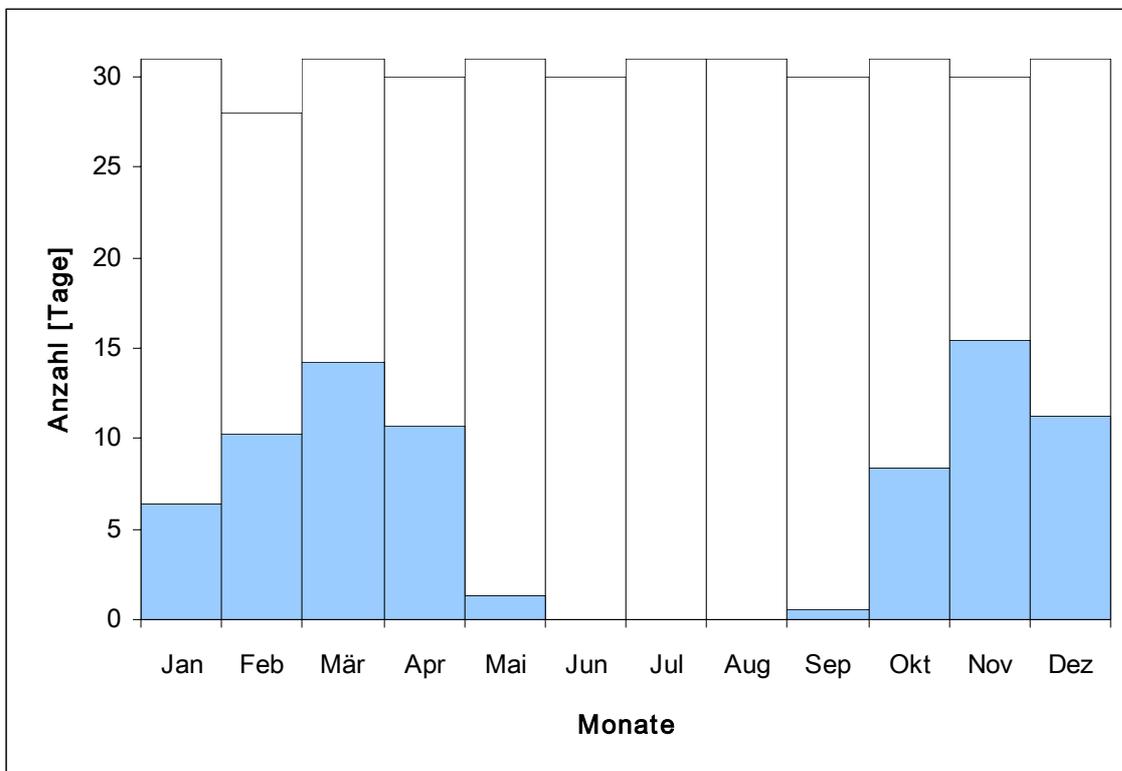
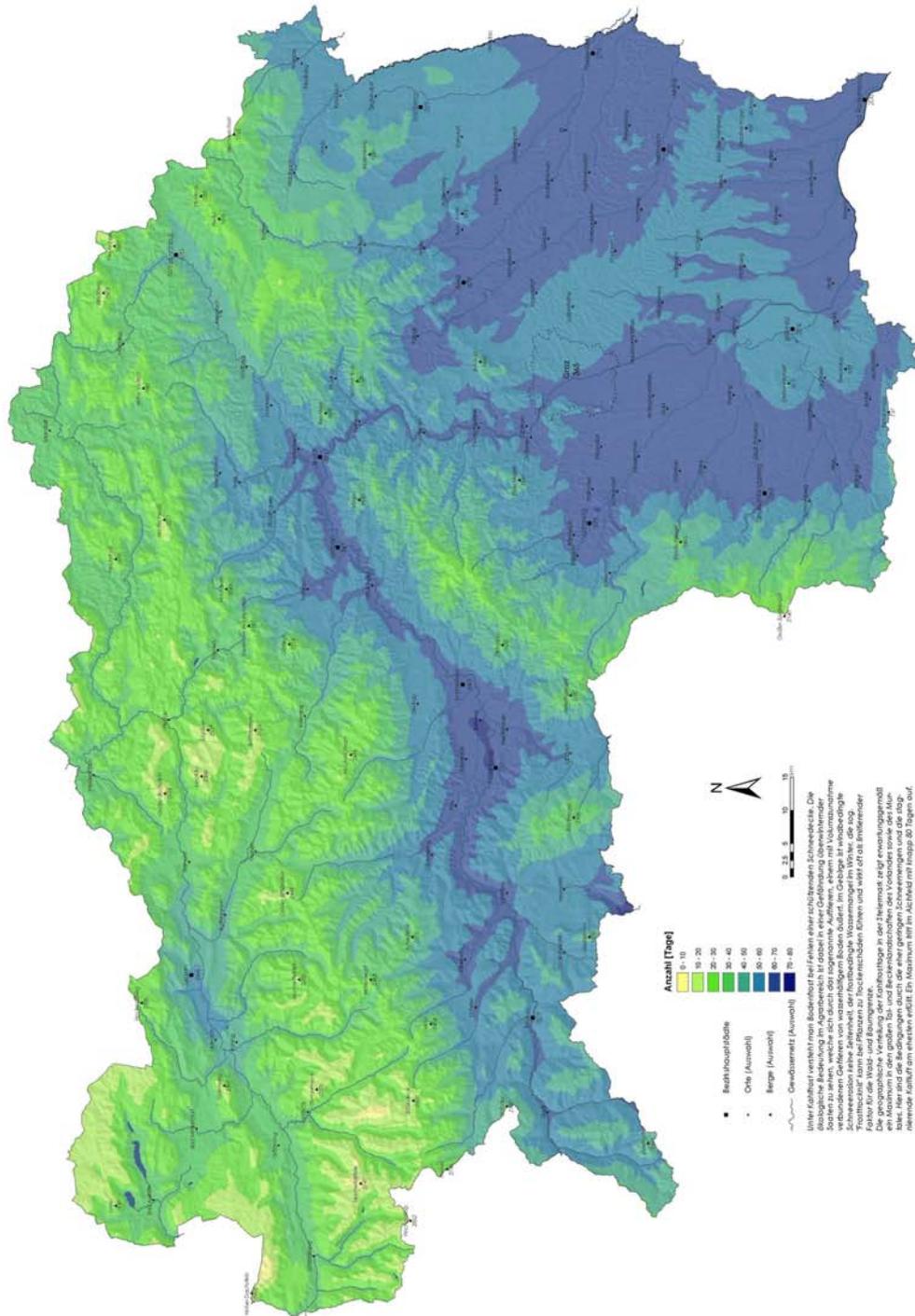


Abbildung 8.5.3: Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost, Station Zeltweg, Sh 670 m.

8.5 Durchschnittliche Zahl der Tage mit Kahlfrost

Periode 1971 bis 2000



8.6 Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 Kelvin innerhalb eines Tages im Jahr

Definition

Mit diesem recht runden Grenzwert werden extreme Wetterstürze bei Kaltlufteinbrüchen beschrieben, wobei die Temperatur von **14:00** Uhr eines Tages bis **14:00** Uhr des nächsten Tages um wenigstens 10 K absinkt. Die Faktoren, die zu einer regional unterschiedlichen Häufigkeit von so starken kurzfristigen Abkühlungen führen, sind die folgenden:

Die Seehöhe

Die Seehöhe: Scharf ausgeprägte Fronten sind ganz allgemein ein Phänomen der Reibungsschicht, d.h. der unteren Atmosphäre und damit der Niederungen. In der reibungsarmen größerer Höhe, somit auch im Hochgebirge, ist die Abkühlung durch Zufuhr von kalten Fremdluftmassen kein abrupter Vorgang entlang einer scharf ausgeprägten Kaltfront, der sich in wenigen Stunden oder nur während eines kurzfristigen Gewitters vollzieht, sondern ein allmählicher Vorgang, der u. U. sogar mehrere Tage andauern kann. Dadurch kommt es zu einer eindeutigen Abnahme der Häufigkeit von extremen Temperaturstürzen mit zunehmender Höhe.

Im Durchschnitt der Obersteiermark (Abb. 8.6.1) nimmt die Häufigkeit von Temperaturstürzen mit wenigstens 10 K mit einem Gradienten von nur -0,04 pro 100 m von 2,39 in 500 m Höhe über 1,99 in 1500 m auf 1,59 in 2500 m ab. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient -0,42 (Bestimmtheitsmaß 0,18). Im Vorland und Randgebirge (Abb. 8.6.1) nimmt die Häufigkeit von 1,81 in 500 m mit einem Gradienten von -0,037 über 1,44 in 1500 m auf 1,25 in 2000 m ab. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient -0,73 (Bestimmtheitsmaß 0,54).

Die geographische Lage

Die geographische Lage in Bezug auf die Richtung der häufigsten Kaltlufteinbrüche: Diese kommen entsprechend aus dem Sektor Nordwest bis Nordost, wobei die Luftmassen aus dem Nordwestsektor im Sommer relativ kälter sind als jene aus dem Nordostsektor, während es im Winter umgekehrt ist. Dabei empfängt das Nordstaugebiet solche Wetterstürze in ihrer ungebrochenen und ursprünglichen Kraft, d.h. sozusagen „aus erster Hand“, während sie gegen Süden durch Verzögerungs- und föhnige Effekte etwas abgeschwächt werden. Dadurch ist eine allmähliche Abnahme der Häufigkeit der extremen Temperaturstürze von Norden gegen Süden zu beobachten.

Im Zusammenwirken dieser beiden Faktoren ergibt sich die größte Neigung zu extremen Temperaturstürzen in den Tälern des Nordstaugebietes, die geringste entsprechend in den Höhenlagen der „Inneralpen“, d.h. der Zentralalpen südlich des Oberen Murtales.

Die Jahreszeit

Der dritte Faktor ist die **Jahreszeit**. Dabei gilt ganz allgemein die Regel, dass die Temperaturdifferenzen der Fremdluftmassen, welche in den Raum der Steiermark gelangen können, d.h. im Extremfall vom subtropischen Atlantik oder Nordafrika einerseits bzw. aus der Arktis andererseits, im Winter ungleich größer sind als im Sommer. So beträgt die Temperaturdifferenz zwischen den subtropischen atlantischen Luftmassen und den arktischen im Winter in Bodennähe wenigstens 55 K, während die Unterschiede zwischen den sommerlichen nordafrikanischen und den arktischen Luftmassen nur etwa 30 K betragen.

Dieser Gegensatz, der insbesondere in der Veränderlichkeit der Temperaturmittel der Winter- gegenüber den Sommermonaten seinen Niederschlag findet, ist aber nicht so einfach auf die Neigung zu extremen Temperaturstürzen zu übertragen, da es darauf ankommt auf welche örtlichen Luftmassen die eintreffenden kalten Fremdluftmassen treffen. Das sind im Winter vielfach bodennahe Kaltluftkörper, wobei die Fremdluftmassen dann gar nicht wesentlich kälter sein müssen und damit das erwartete Maximum der extremen Temperaturstürze im Winter verschwindet. Umgekehrt brechen nicht selten im Sommer kalte polar-maritime Luftmassen direkt in sehr warme eigenbürtige mitteleuropäische Luftmassen ein und bewirken Temperaturstürze von wenigstens 10 K. Signifikante jahreszeitliche Häufigkeitsunterschiede sind daher nicht zu erwarten.

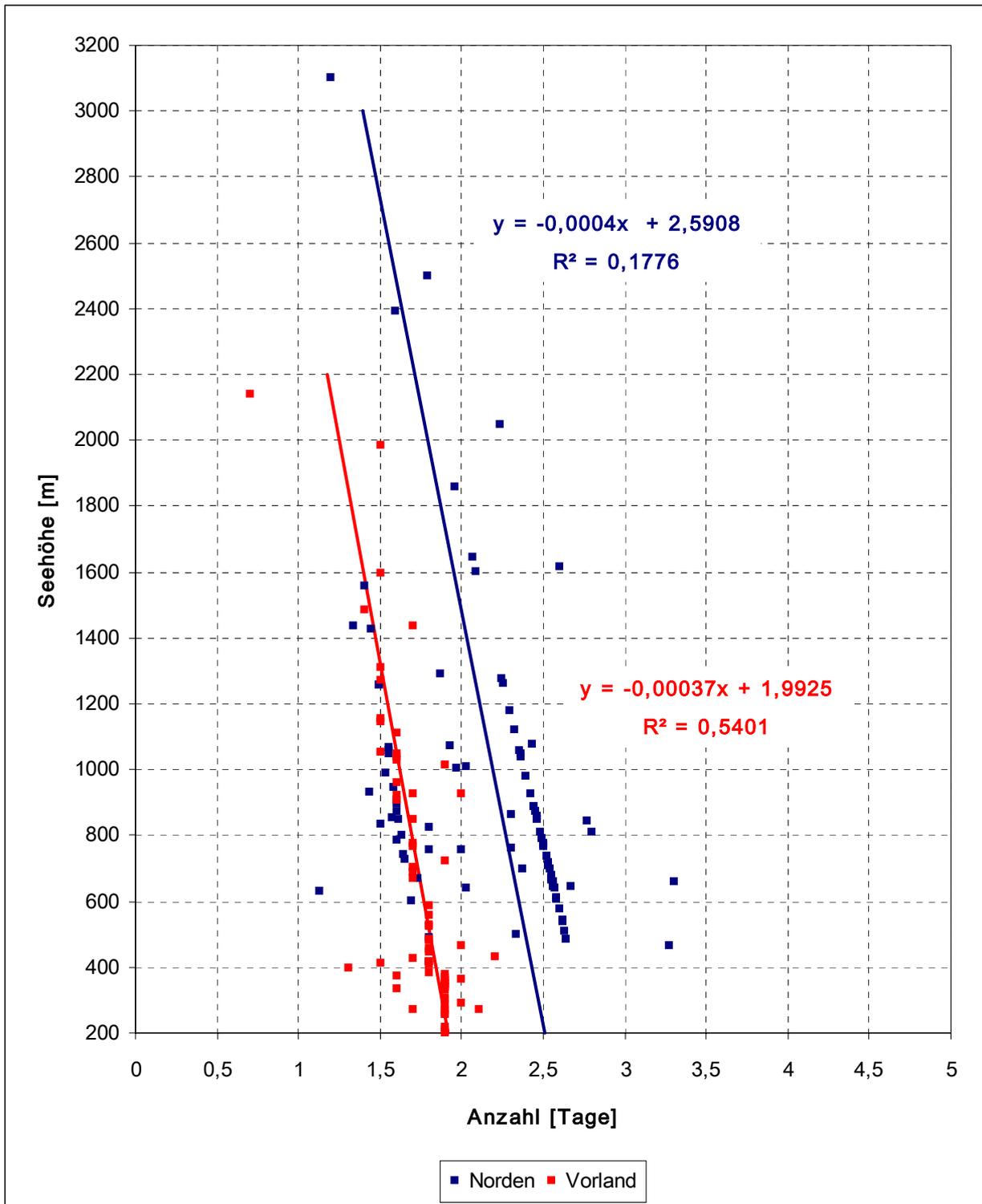


Abbildung 8.6.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 Kelvin innerhalb eines Tages im Jahr in Abhängigkeit von der Seehöhe (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

8.7 Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen Jänner und April

Kaum jahreszeitliche Unterschiede

Wie schon bei der Karte 8.6. erwähnt, sind jahreszeitliche Unterschiede bei der Häufigkeit von extremen Temperaturstürzen kaum zu erwarten. Solcherart entfällt auch durchschnittlich etwa ein Viertel, d.h. nur unwesentlich weniger als der Anteil bei ausgeglichener jahreszeitlicher Verteilung solcher Tage (ein Drittel), auf die vier Monate Jänner bis April. Bei der regionalen Verteilung sind die selben Faktoren wirksam wie bei der Verteilung im Gesamtjahr: Die allgemeine Abnahme mit zunehmender Seehöhe und die allgemeine Abnahme von Norden nach Süden.

Im Durchschnitt der Obersteiermark (Abb. 8.7.1) nimmt die Zahl der Tage mit extremen Temperaturstürzen von 0,62 in 500 m mit einem Gradienten von nur -0,01 Tagen pro 100 m auf 0,37 in 2500 m ab. Dabei beträgt der Korrelationskoeffizient zwischen Seehöhe und Zahl der Tage nur -0,23 (Bestimmtheitsmaß 0,05). Im Vorland und Randgebirge (Abb. 8.7.1) ist diese Abnahme mit einem Gradienten von nur mehr -0,01 Tagen pro 100 m gleich groß und die Häufigkeit nimmt im gesamten Höhenbereich von 200 bis 2000 m nur von 0,51 auf 0,31 Tage ab.

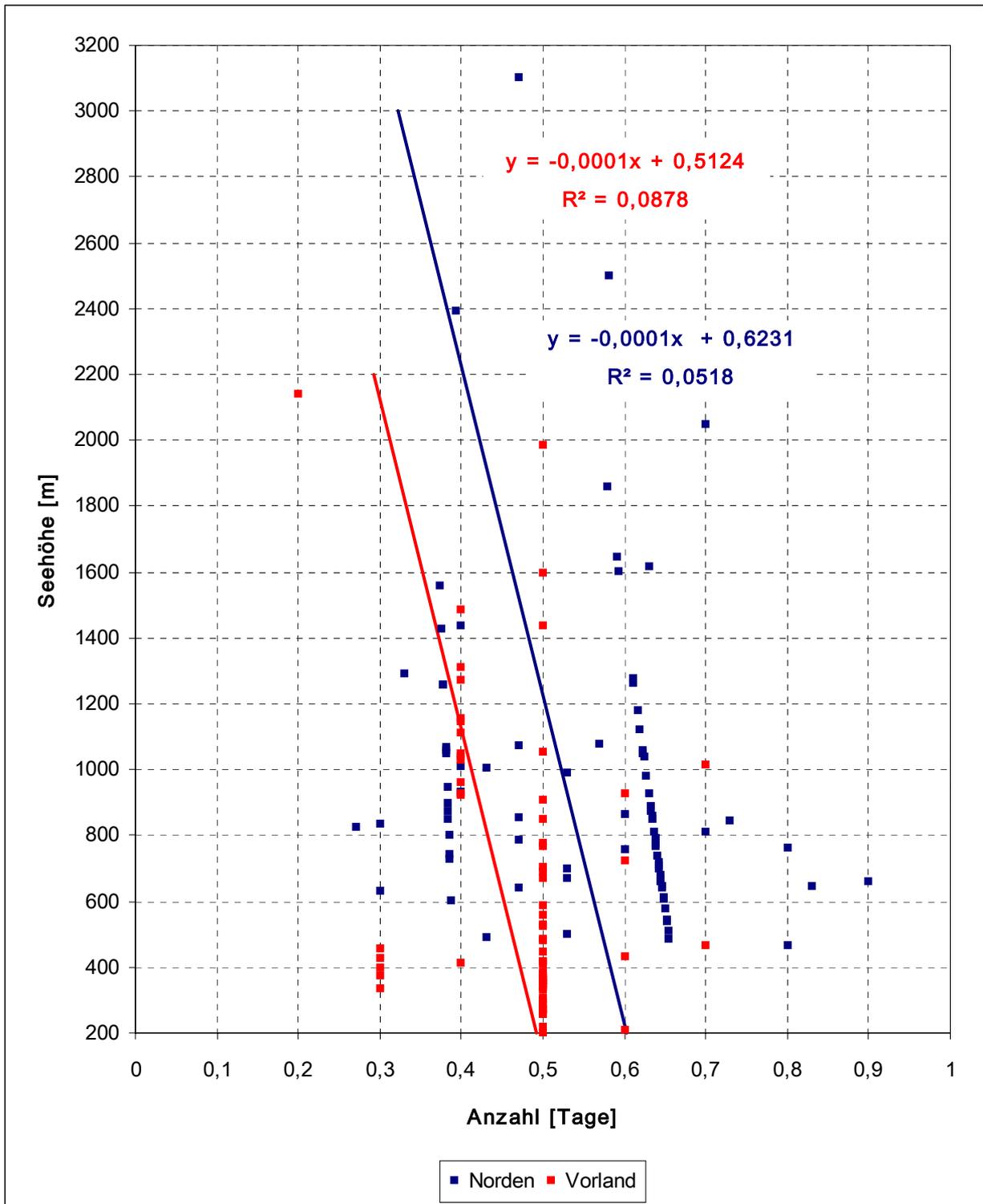


Abbildung 8.7.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen Jänner und April in Abhängigkeit von der Seehöhe (R^2 = Bestimmtheitsmaß, y = Seehöhe, x = Element).

8.8 Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen September und Dezember

Seltener als im ersten Jahresdrittel

Auch zwischen September und Dezember bleiben Häufigkeit und regionale Verteilung der extremen Temperaturstürze im erwarteten Rahmen, sind aber noch seltener als im ersten Jahresdrittel. Der Anteil der im letzten Jahresdrittel vorkommenden extremen Temperaturstürze liegt in den Niederungen durchschnittlich bei nur einem Fünftel und weniger des Gesamtjahres, in den Höhenlagen aber bei der Hälfte und mehr. Das heißt, dass die Häufigkeit extremer Temperaturstürze im letzten Jahresdrittel nach oben zunimmt. Das mag in der bereits recht starken Neigung der Tal-Beckenlagen zu lokaler Kaltluftbildung begründet sein, was auch in der Karte zum Ausdruck kommt.

Keine besonderen Zusammenhänge mit der Seehöhe

Im Durchschnitt der Obersteiermark (Abb. 8.8.1) nimmt die Häufigkeit von extremen Temperaturstürzen von 0,43 Tagen in 500 m mit einem Gradienten von nur 0,01 Tagen pro 100 m auf 0,58 in 2000 m zu, wobei keine signifikante Beziehung zwischen Seehöhe und Häufigkeit entwickelt ist. Ähnlich ist es im Vorland und Randgebirge (Abb. 8.8.1), wo die durchschnittliche Häufigkeit von 0,49 Tagen in 500 m mit einem Gradienten von 0,004 Tagen pro 100 m auf 0,55 Tage in 2000 m zunimmt. Bei der regionalen Verteilung ist diese Zunahme mit wachsender Seehöhe sowie die geringere Häufigkeit in den obersteirischen Tal-Becken das am stärksten zum Ausdruck kommende Muster.

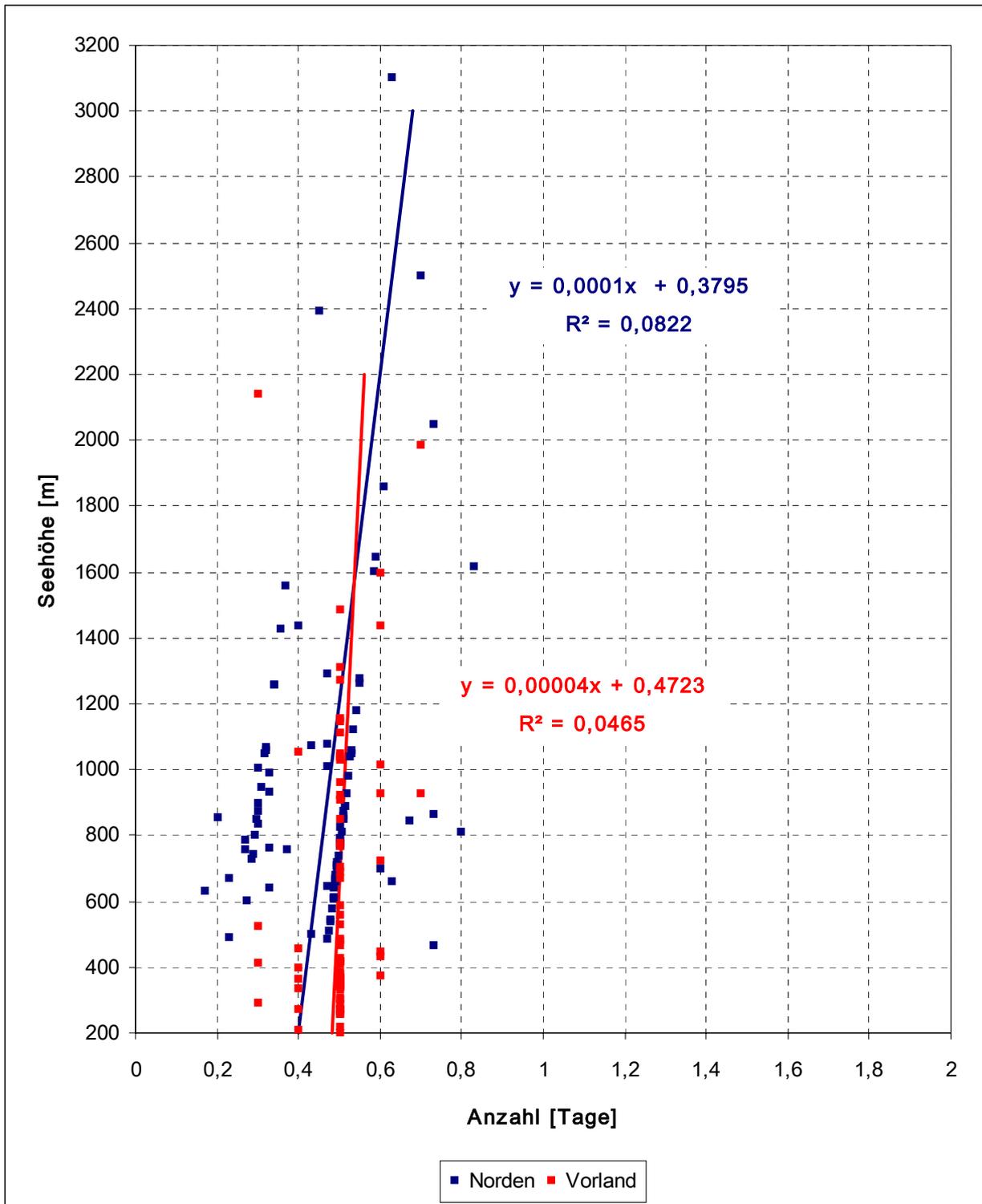


Tabelle 8.8.1: Durchschnittliche Zahl der Tage mit einem Temperatursturz von mindestens 10 K zwischen September und Dezember in Abhängigkeit von der Seehöhe ($R^2 =$ Bestimmtheitsmaß, $y =$ Seehöhe, $x =$ Element).

8.9 Ergänzende und weiterführende Literatur

Künzel, H.M. 1994: Bestimmung der Schlagregenbelastung von Fassadenflächen. IBP- Mitteilungen 263- 21, Frauenhoferinstitut für Bauphysik (Hrsg).

Frank, W. 1973: Einwirkung von Regen und Wind auf Gebäudefassaden. Berichte aus der Bauforschung, H. 86, Verlag Ernst & Sohn, S. 17-40.

Lacy, R.A. 1962: An index of driving rain. The meteorological magazine, Vol. 91, No. 1080, S. 177-184.

Hader F. o. J.: Schlagregen, Tribschnee und Starkniederschlag. Auszug aus der Zeitschrift der Eternitwerke Ludwig Hatschek, Vöcklabruck EZS 29

Gabl, K., Lackinger, B., Mayr, R. et al. 1996: Lawinenhandbuch. Land Tirol (Hrsg.), 247 S.

Gauer, P. 1999: Blowing and Drifting Snow in Alpine Terrain. A Physically- Based Numerical Model and Related Field Measurements. Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Mitteilungen Nr. 58, 127 S.

Abbe, C. 1899: Effect of wind on catch of rainfall. Monthly Review, 27, S. 308-310.