



Institut für Wildbach- und Lawinenschutz
Universität für Bodenkultur Wien



ENDBERICHT DER KALIBRIERUNGSVERSUCHE

im Auftrag von

Dipl.-Ing. Dr. Karl Schechtner

Ziviltechniker/Sachverständiger für Forst- und Holzwirtschaft

**Beurteilung der Wirkung des Hochofensandes auf
den Oberflächenabfluß von Skipisten
und Almflächen in steilen Lagen**

Projektleiter: Dipl.-Ing. Dr. HÜBL Johannes

Mitarbeiter: Mag. BLAB Astrid

HOLZINGER Gerhard

Dipl.-Ing. PLATZER Matthias

Ing. ZOTT Fritz

Universität für Bodenkultur-Wien

Institut für Wildbach und Lawinenschutz

Peter Jordan Str. 82

A-1190 WIEN

Wien, im November 1998

INHALTSVERZEICHNIS

1 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	3
1.1 AUSGANGSSITUATION	3
1.2 GRUNDGEDANKE DER VERSUCHE	4
1.3 METHODIK DER AUSWERTUNG DER VERSUCHSERGEBNISSE	5
1.4 ERGEBNISSE DES KALIBRIERUNGSVERSUCHS	6
1.4.1 Eignung der Versuchsflächen auf Grund der Abflußsituation	6
1.4.2 Eignung der Versuchsflächen auf Grund der Vergleichbarkeit	6
2 LAGE DES VERSUCHSFLÄCHEN	7
3 ERSTELLEN VON GANGLINIEN FÜR DIE EINZELNEN VERSUCHSFLÄCHEN	10
4 AUSWERTUNG VON NIEDERSCHLAGSSUMMEN	11
4.1 VERGLEICH DER VERSCHIEDENEN FLÄCHEN HINSICHTLICH DES ABFLUßBEIWERTES	17
4.2 VERGLEICH VON MÄHWIESE UND SCHIPISTE HINSICHTLICH DES ABFLUßBEIWERTES	19
5 DER ZEITLICHE VERLAUF DES ABFLUßVERHALTENS	21
5.1 BETRACHTUNG DER KONZENTRATIONSZEIT	22
5.2 BETRACHTUNG DES ANFANGSVERLUSTES	23
5.3 ZUSAMMENSTELLUNG DER ERGEBNISSE FÜR DIE VERSUCHSFLÄCHEN	24
6 EINHEITENLOSE DARSTELLUNG DES ABFLUßVERHALTENS	27
7 AUSWERTUNG DER BODENFEUCHTEMESSUNG	29
8 VEGETATIONSKUNDLICHE UNTERSUCHUNGEN	31
8.1 SCHIPISTEN UND IHRE AUSWIRKUNG AUF DIE VEGETATION	31
8.2 METHODIK	32
8.3 AUSWERTUNG UND INTERPRETATION	34
8.3.1 Auswertung der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet - pflanzensoziologische Beschreibung der Probeflächen	34
8.3.2 Auswertung der Erhebung der Dauerquadrate	36
8.4 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	45

9 LITERATURVERZEICHNIS	47
10 VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.....	49
11 VERZEICHNIS DER TABELLEN.....	51
12 ANHANG.....	1
12.1 GANGLINIEN FÜR DIE EINZELNEN BEREGNUNGSPLOTS.....	1
<i>12.1.1 Versuchsflächen Mähwiese</i>	<i>1</i>
<i>12.1.2 Versuchsflächen Schipiste</i>	<i>9</i>
12.2 DECKUNGSKLASSEN.....	17
<i>12.2.1 Deckungsklassen Krautschicht.....</i>	<i>17</i>
<i>12.2.2 Deckungsklassen Moosschicht.....</i>	<i>18</i>
<i>12.2.3 Verteilung der Feuchteklassen</i>	<i>19</i>
<i>12.2.4 Verteilung der Reaktionszahlklassen.....</i>	<i>20</i>
<i>12.2.5 Verteilung der Stickstoffklassen</i>	<i>21</i>
12.3 VEGETATIONSTABELLE DER AUFNAHMEN NACH BRAUN-BLANQUET	22

1 Zusammenfassung der Ergebnisse

1.1 Ausgangssituation

Österreich ist ein Gebirgsland und Naturgefahren besonders ausgesetzt. Heftige Niederschläge können in Wildbächen und Flußsystemen zu Hochwässern führen. Wesentlich auf die Entstehung von Hochwässern wirkt sich der Oberflächenabfluß auf Grund von Niederschlagsereignissen und somit das Abflußverhalten in Abhängigkeit von Boden und Vegetation aus. Daher ergibt sich als eine Möglichkeit des vorbeugenden Hochwasserschutzes die Verbesserung des Abflußverhaltens von Flächen in den Einzugsgebieten. Als besonders kritische Bereiche werden dabei Schipisten und offene Wiesenflächen in höheren Lagen angesehen.

Jede Maßnahme, die auf solchen Flächen das Abflußverhalten deutlich verbessert, ist daher zu begrüßen und verdient eine genauere Betrachtung. Im Rahmen der integralen Einzugsgebietenbewirtschaftung sind Verbesserungen der Situation durch Düngemaßnahmen vorstellbar.

1.2 Grundgedanke der Versuche

Mit der Möglichkeit der Beeinflussung des Abflußverhaltens über Düngemaßnahmen ergibt sich ein Instrument des vorbeugenden Hochwasserschutzes. Im Rahmen dieser Versuche sollten die gewählten Probeflächen auf die Eignung für die Überprüfung der Wirkung des Hochofensandes auf das Abflußverhalten untersucht werden. Dazu wurde der Ist-Zustand, betreffend das Abflußverhalten, ermittelt. Die einzelnen Probeflächen wurden auf Homogenität in sich sowie auf die Vergleichbarkeit untereinander untersucht. Außerdem ist für die Fragestellung das Abflußverhalten allgemein von Interesse, da die Versuche nur auf Flächen mit deutlich erkennbarem Oberflächenabfluß Sinn ergeben. Über die Messung der Bodenfeuchte wurde festgestellt, ob sich Sättigung einstellt und somit das Versuchsdesign (*Abbildung 3*) auf die Eignung für die Fragestellung überprüft.

1.3 Methodik der Auswertung der Versuchsergebnisse

Bei der Auswertung der Versuchsergebnisse wurde zuerst eine Einzelauswertung der Rohdaten der einzelnen Versuche durchgeführt. Dabei wurden zuerst für jeden Einzelplot Ganglinien erstellt, aus denen das Abflußverhalten direkt ersichtlich ist (*Kapitel 12.1*).

Mit den Daten der Ganglinien für Niederschlag und Abfluß wurde sowohl eine Summenauswertung durchgeführt als auch der zeitliche Verlauf des Abflußgeschehens untersucht. Aus diesen Untersuchungen ergaben sich für jeden Einzelplot die entscheidenden hydrologischen Parameter.

Um Ergebnisse zu erlangen, die Aussagen über die Probeflächen zulassen, wurden die so ermittelten Parameter für die verschiedenen Flächen gegenübergestellt. Dazu wurden die Werte innerhalb der einzelnen Probeflächen, als auch die Probeflächen untereinander verglichen.

1.4 Ergebnisse des Kalibrierungsversuchs

1.4.1 Eignung der Versuchsflächen auf Grund der Abflußsituation

Der wesentliche Wert, um Aussagen über das Abflußverhalten zu treffen ist der Gesamtabflußbeiwert (*4 Auswertung von Niederschlagssummen*), da er quantitativ den Oberflächenabfluß beschreibt. Im vorliegenden Fall liegt der Abflußbeiwert für den Starkregencyklus (*4 Auswertung von Niederschlagssummen, Abbildung 6*) sowohl im Versuchsbereich Mähwiese als auch auf der Piste im Durchschnitt bei ca. 0,4. Das bedeutet, daß 40 % des aufgebrachten Niederschlag direkt oberflächlich abfließen. Dieser Wert liegt innerhalb des Schwankungsbereiches der in der Literatur angeführten Versuche auf ähnlichen Flächen (siehe Literaturstudie, Vorprojekt). Daher kann man erwarten, daß Änderungen im Abflußverhalten, die durch Düngungsmaßnahmen auftreten, bei Folgeversuchen festgestellt werden können.

1.4.2 Eignung der Versuchsflächen auf Grund der Vergleichbarkeit

Um gesicherte Aussagen treffen zu können ist die Vergleichbarkeit der Versuchsflächen von entscheidender Bedeutung. Durch den Vergleich der Probeflächen für die beiden Versuchsbereiche sollen darüber Aussagen getroffen werden. In Kapitel 4.1 (*Vergleich der verschiedenen Flächen hinsichtlich des Abflußbeiwertes*), 5.1 (*Betrachtung der Konzentrationszeit*) und 5.2 (*Betrachtung des Anfangsverlustes*) sind diese Auswertungen detailliert dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß die einzelnen Probeflächen sowohl bezüglich der Summenauswertung als auch bei Betrachtung des zeitlichen Verlaufs des Abflußverhaltens ähnliche Werte aufweisen. Zieht man die Ergebnisse der Bodenfeuchtemessungen hinzu, kann gesagt werden, daß die Probeflächen im gleichen Bereich die Sättigung erreichen, und auch - nach eingestellter Vorbefeuchtung - der Verlauf der Feuchtekurven auf eine Vergleichbarkeit hinweist.

2 Lage der Versuchsflächen

Die Versuchsflächen wurden auf der Planai, einem nördlichen Ausläufer der Schladminger Tauern angelegt. Der Bereich Mähwiese liegt auf der Aigneralm auf ca. 1400 m Seehöhe, der Bereich Schipiste auf der Lärchkogelabfahrt in ca. 1670 m Seehöhe. Beide gehören zur Katastralgemeinde Untertal, Gemeinde Rohrmoos-Untertal, Bezirk Liezen in der Steiermark.

Da es sich um Dauerflächen handelt wurden die Flächen genau eingemessen und vermarkt. Dadurch ist ein Wiederauffinden und die exakte Wiederholung der Versuche möglich. Die exakte Lage der Versuchsflächen sowie der Flächen für die einzelnen Berechnungsplots kann aus den Lageplänen (*Abbildung 1, Abbildung 2*) entnommen werden. Zur Wiederherstellung bei verlorengegangener Vermarkung dienen die Koordinaten der Vermessung (*Tabelle 1*).

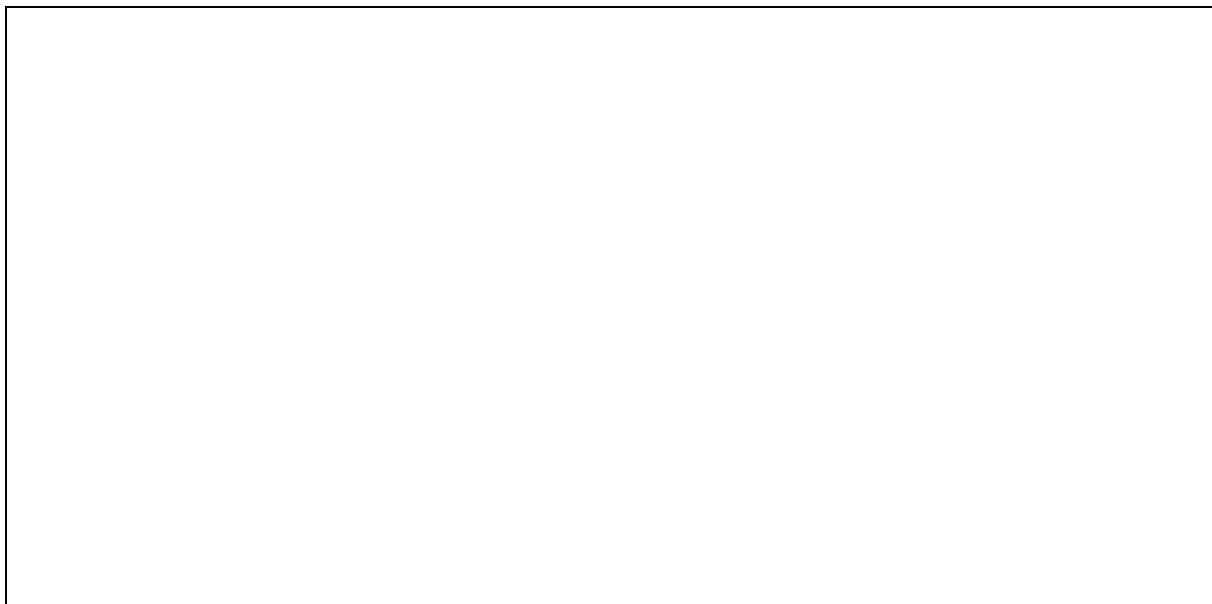


Abbildung 1: Lageplan der Versuchsflächen Mähwiese A, B und C

Bei der Versuchsfläche Mähwiese handelt es sich um eine einmal jährlich gemähte Wiese mit extensiver Beweidung. Die Exposition ist SW, die Seehöhe beträgt ca. 1400 m. Die durchschnittliche Neigung liegt bei 40 %. Die Piste liegt auf ca. 1700 m und ist bei einer Neigung von 25 - 30 % süd- bis südwestexponiert. Bei der Anlage der Piste wurden teilweise bauliche Veränderungen vorgenommen.

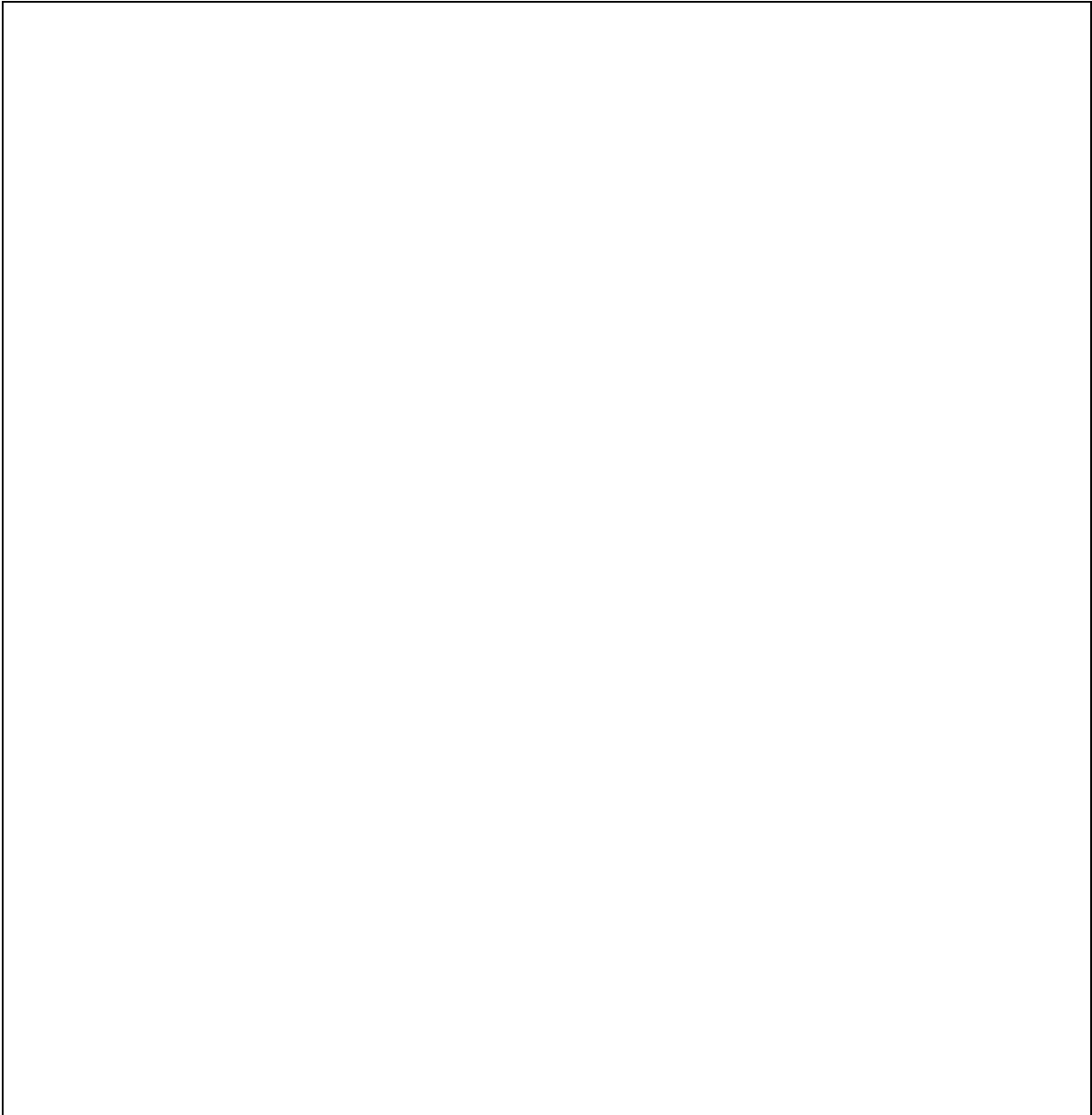


Abbildung 2: Lageplan der Versuchsflächen Piste A, B und C

Aigneralm		Rechts	Hoch	Höhe
Fixpunkte:	9000	27342.86	5248290.87	1438.03
	9001	27360.79	5248257.72	1435.21
	9002	27226.72	5248285.28	1408.44
	9003	27256.55	5248247.71	1402.82
	9004	27245.64	5248241.42	1398.55
Fläche A:	N-Eckpunkt	27224.31	5248271.65	1402.19
	O-Eckpunkt	27251.25	5248251.15	1402.34
	S-Eckpunkt	27239.20	5248235.47	1394.69
	W-Eckpunkt	27212.33	5248256.21	1395.03
Fläche B:	N-Eckpunkt	27245.25	5248279.51	1411.00
	O-Eckpunkt	27272.38	5248259.19	1410.72
	S-Eckpunkt	27260.63	5248243.88	1402.34
	W-Eckpunkt	27233.71	5248264.40	1402.17
Fläche C:	N-Eckpunkt	27272.38	5248259.19	1410.72
	O-Eckpunkt	27299.43	5248238.83	1409.34
	S-Eckpunkt	27287.72	5248223.48	1401.08
	W-Eckpunkt	27260.63	5248243.88	1402.34
Lärchkogelabfahrt		Rechts	Hoch	Höhe
Fixpunkte:	9100	28666.08	5248284.42	1710.68
	9101	28569.49	5248461.75	1648.39
	9102	28570.57	5248462.94	1648.73
Fläche A:	N-Eckpunkt	28661.64	5248322.06	1694.63
	O-Eckpunkt	28651.40	5248335.79	1689.04
	S-Eckpunkt	28669.87	5248355.27	1684.24
	W-Eckpunkt	28680.80	5248338.03	1690.38
Fläche B:	N-Eckpunkt	28631.39	5248357.19	1679.42
	O-Eckpunkt	28609.21	5248379.88	1669.72
	S-Eckpunkt	28622.43	5248406.92	1665.25
	W-Eckpunkt	28648.16	5248387.47	1673.29
Fläche C:	N-Eckpunkt	28605.84	5248382.95	1668.51
	O-Eckpunkt	28589.32	5248408.91	1660.22
	S-Eckpunkt	28599.70	5248422.59	1659.15
	W-Eckpunkt	28620.28	5248408.57	1664.70

Tabelle 1: Koordinatenliste der Vermessung der Probeflächen

3 Erstellen von Ganglinien für die einzelnen Versuchsflächen

Für jeden einzelnen Berechnungsplot sind die direkt ablesbaren Versuchsergebnisse als Ganglinien in 5-Minuten-Schritten über die gesamte Versuchsdauer dargestellt (*Anhang 12.1*). Dazu wird der Direktabfluß auf das Niederschlagsäquivalent umgelegt und als Effektivniederschlag dargestellt. Dies ermöglicht den direkten Vergleich mit dem aufgebrauchten Niederschlag. Der Effektivniederschlag stellt somit den Teil des Niederschlags dar, der zum Abfluß beiträgt.

Weiters ist in den Diagrammen die Bodenfeuchte abgebildet. Aus dem Verlauf der Feuchtekurve kann man erkennen, wann sich im Oberboden Sättigung einstellt.

Die Ganglinien stellen einen kompletten Berechnungsversuch mit allen Berechnungszyklen dar. Die Berechnungszyklen ergeben sich aus dem gewählten Berechnungsdesign (im Vorprojekt beschrieben), das aus *Abbildung 3* ersichtlich ist.

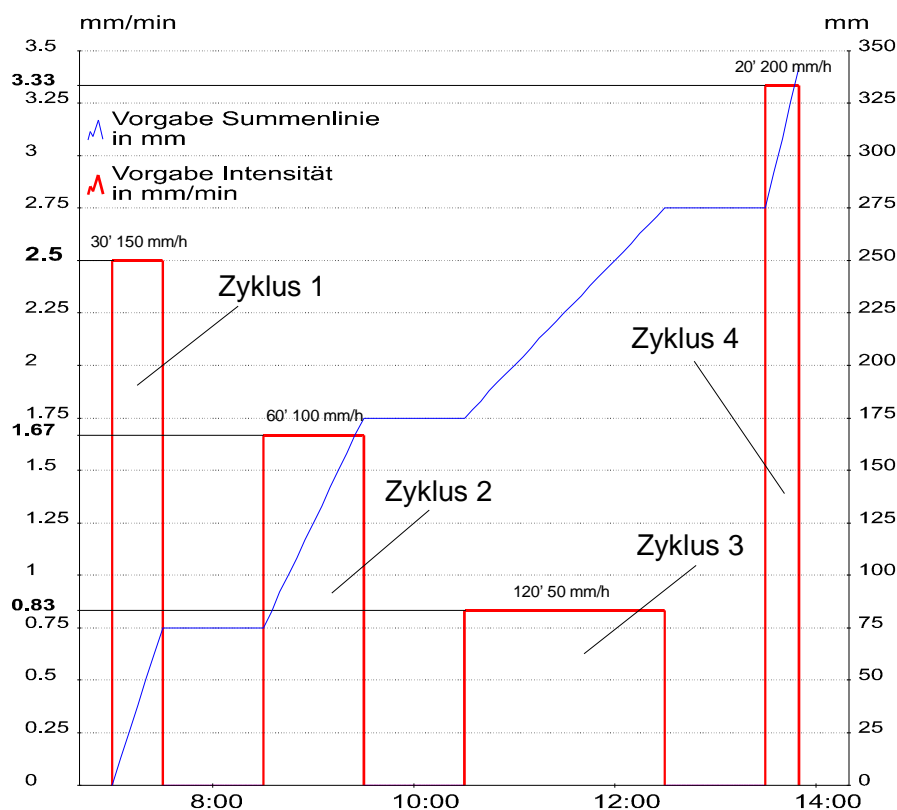


Abbildung 3: Gewähltes Berechnungsdesign mit Bezeichnung der Berechnungszyklen

4 Auswertung von Niederschlagssummen

Zur Auswertung der Niederschlagssummen wurden die einzelnen Zyklen der Versuche als eigene Ereignisse betrachtet. Bei der Summenauswertung (*Tabelle 2 - Tabelle 4*) wird lediglich der gesamte Output eines Versuchszyklus dem eingebrachten Input gegenübergestellt.

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	98.9	25.5	92.7	48.8	102.3	10.3
2	98.7	27.3	92.7	47.8	115.6	20.8
3	93.1	15.8	88.1	28.8	99.6	11.8
4	100.8	3.6	93.9	46.3	99.7	26.6
5	98.4	16.3	92.9	50.8	98.9	15.0
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	98.9	26.8	93.8	43.8	98.8	13.2
2	98.7	28.6	100.5	35.9	99.1	19.5
3	93.1	16.5	98.2	50.3	98.6	30.8
4	100.8	3.4	99.2	47.4	105.8	18.4
5	98.4	13.1	98.0	39.6	98.2	38.2

Tabelle 2: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 2

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	98.3	18.7	98.7	37.5	97.4	9.5
2	98.4	27.8	99.2	39.3	99.0	13.8
3	95.3	10.1	93.6	19.5	98.0	12.3
4	99.5	6.5	102.7	20.3	98.5	23.1
5	98.6	12.1	99.1	43.8	98.8	5.5
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	103.4	21.0	96.8	33.1	110.8	5.2
2	98.1	19.2	98.4	21.6	99.8	8.3
3	98.5	1.8	98.1	40.7	99.4	14.9
4	97.7	18.9	98.2	35.1	111.7	12.1
5	86.4	7.1	97.6	21.0	99.0	24.2

Tabelle 3: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 3

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	51.8	17.0	60.5	28.0	53.2	10.7
2	66.3	38.0	33.4	14.3	48.9	14.5
3	68.1	25.0	55.9	34.3	64.4	16.2
4	71.2	13.2	62.5	37.0	63.4	25.9
5	66.3	25.0	62.4	37.8	63.8	30.2
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N	N _{eff}	N	N _{eff}	N	N _{eff}
1	59.9	34.1	45.6	21.6	39.3	8.5
2	62.6	32.0	54.3	25.0	49.5	15.7
3	47.3	10.0	63.2	36.0	63.5	25.9
4	60.2	24.2	53.1	26.8	49.2	13.2
5	52.6	21.8	63.8	27.8	63.9	33.5

Tabelle 4: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 4



Abbildung 4: Gegenüberstellung von aufgebrachtem- und Effektivniederschlag für die Versuchsfelder Mähwiese

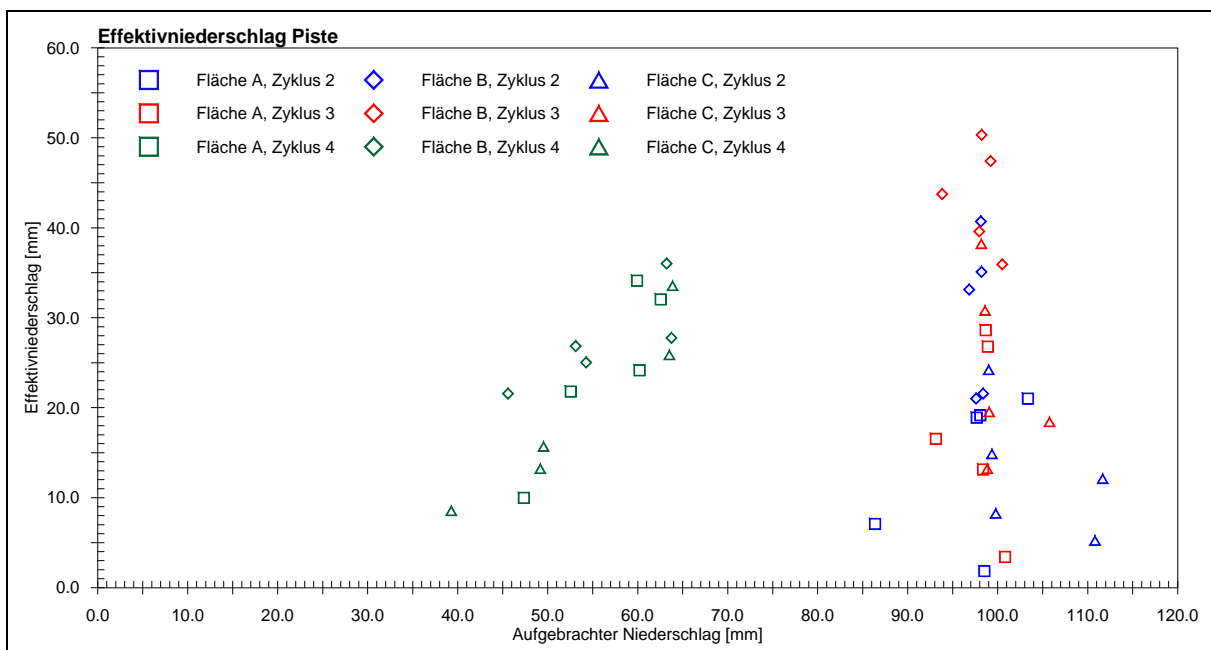


Abbildung 5: Gegenüberstellung von aufgebrachtem- und Effektivniederschlag für die Versuchsfelder Schipiste

Als Ergebnis des Verhältnisses von Effektivniederschlag zu aufgebrachtem Niederschlag ergibt sich der Gesamtabflußbeiwert (a).

$$a = \frac{N_{eff}}{N}$$

mit:

- a Abflußbeiwert [-]
- N_{eff} Effektivniederschlag [mm]
- N aufgebrachtener Niederschlag [mm]

Die Abflußbeiwerte für die einzelnen Versuchsflächen (siehe *Tabelle 5 - Tabelle 7*) sind für den Zyklus 4 (Starkregen) in *Abbildung 6* graphisch dargestellt.

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	98.9	0.258	92.7	0.526	102.3	0.100
2	98.7	0.276	92.7	0.515	115.6	0.180
3	93.1	0.169	88.1	0.326	99.6	0.118
4	100.8	0.035	93.9	0.493	99.7	0.267
5	98.4	0.165	92.9	0.546	98.9	0.151
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	98.9	0.271	93.8	0.466	98.8	0.134
2	98.7	0.290	100.5	0.358	99.1	0.197
3	93.1	0.178	98.2	0.512	98.6	0.312
4	100.8	0.034	99.2	0.478	105.8	0.174
5	98.4	0.133	98.0	0.404	98.2	0.389

Tabelle 5: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 2 für die einzelnen Versuchsflächen und Plots

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	98.3	0.191	98.7	0.380	97.4	0.098
2	98.4	0.283	99.2	0.396	99.0	0.139
3	95.3	0.106	93.6	0.208	98.0	0.125
4	99.5	0.065	102.7	0.197	98.5	0.234
5	98.6	0.123	99.1	0.442	98.8	0.056
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	103.4	0.203	96.8	0.342	110.8	0.047
2	98.1	0.195	98.4	0.219	99.8	0.083
3	98.5	0.019	98.1	0.415	99.4	0.149
4	97.7	0.193	98.2	0.357	111.7	0.108
5	86.4	0.082	97.6	0.215	99.0	0.244

Tabelle 6: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 3 für die einzelnen Versuchsfelder und Plots

Mähwiese						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	51.8	0.328	60.5	0.463	53.2	0.201
2	66.3	0.573	33.4	0.426	48.9	0.296
3	68.1	0.367	55.9	0.614	64.4	0.252
4	71.2	0.186	62.5	0.592	63.4	0.409
5	66.3	0.377	62.4	0.605	63.8	0.474
Schipiste						
Plot	Fläche A		Fläche B		Fläche C	
	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]	N [mm]	a [-]
1	59.9	0.569	45.6	0.473	39.3	0.217
2	62.6	0.512	54.3	0.461	49.5	0.316
3	47.3	0.211	63.2	0.570	63.5	0.407
4	60.2	0.401	53.1	0.505	49.2	0.268
5	52.6	0.415	63.8	0.435	63.9	0.525

Tabelle 7: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 4 für die einzelnen Versuchsfelder und Plots

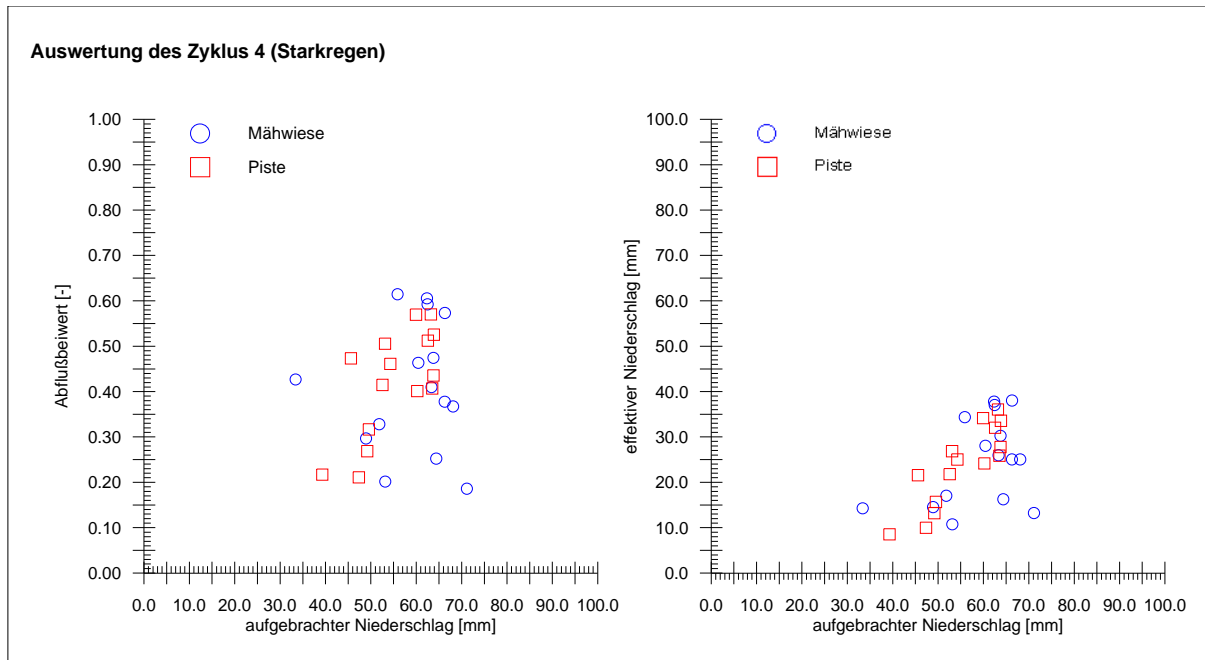


Abbildung 6: Summenauswertung des Beregnungszyklus 4 (Starkregen)

4.1 Vergleich der verschiedenen Flächen hinsichtlich des Abflußbeiwertes

Es wurden auf jeder Probefläche fünf Beregnungsplots angelegt, um punktuelle Einflüsse auf den Abfluß möglichst auszuschalten. Daher werden für die vergleichende Betrachtung der Probeflächen nur noch die Mittelwerte der jeweiligen Probeflächen herangezogen (*Tabelle 8*).

a	Fläche	Wiese	Piste
Zyklus 2	A	0.181	0.181
	B	0.481	0.444
	C	0.163	0.241
Zyklus 3	A	0.153	0.139
	B	0.325	0.310
	C	0.130	0.126
Zyklus 4	A	0.366	0.422
	B	0.540	0.489
	C	0.327	0.347

Tabelle 8: Abflußbeiwerte für die einzelnen Probeflächen [-]

In der *Abbildung 9* kann man deutlich erkennen, daß sich die einzelnen Versuchsflächen zueinander bezüglich des Effektivniederschlags, bzw. Gesamtverlustes für die verschiedenen Beregnungszyklen ähnlich verhalten.

Die Streuung der Abflußbeiwerte ist aus *Abbildung 7* und *Abbildung 8* zu entnehmen.

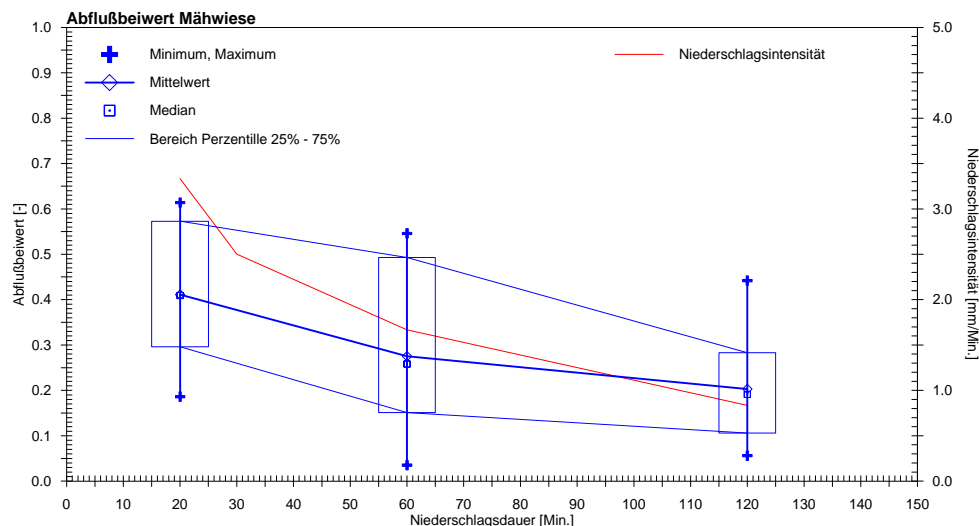


Abbildung 7: Streuung der Einzelwerte beim Abflußbeiwert für den Versuchsbereich Mähwiese

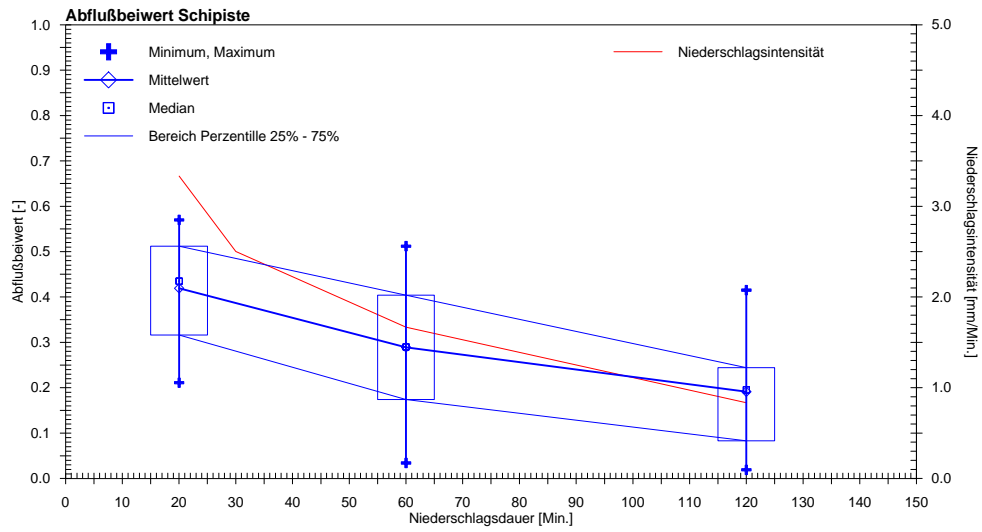


Abbildung 8: Streuung der Einzelwerte beim Abflußbeiwert für den Versuchsbereich Schipiste

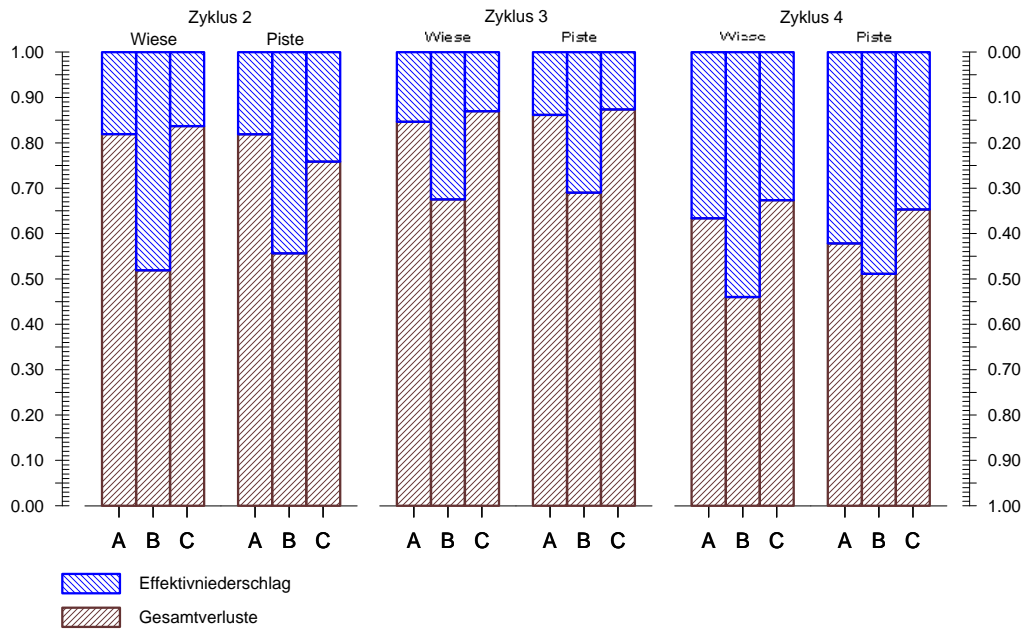


Abbildung 9: Vergleich der relativen Abfluß- und Verlustanteile für Mähwiese und Schipiste bei den verschiedenen Berechnungszyklen

4.2 Vergleich von Mähwiese und Schipiste hinsichtlich des Abflußbeiwertes

Da bereits bei der Auswahl der Probeflächen auf Homogenität und Vergleichbarkeit höchstes Augenmerk gelegt wurde, ist es auch möglich über die gesamten Bereiche zu mitteln. Die Mittelwerte aus den jeweils drei Flächen (A, B und C) können für den Vergleich Wiese gegenüber Piste herangezogen werden. In *Abbildung 10* ist dieser Vergleich für die verschiedenen Berechnungszyklen graphisch dargestellt.

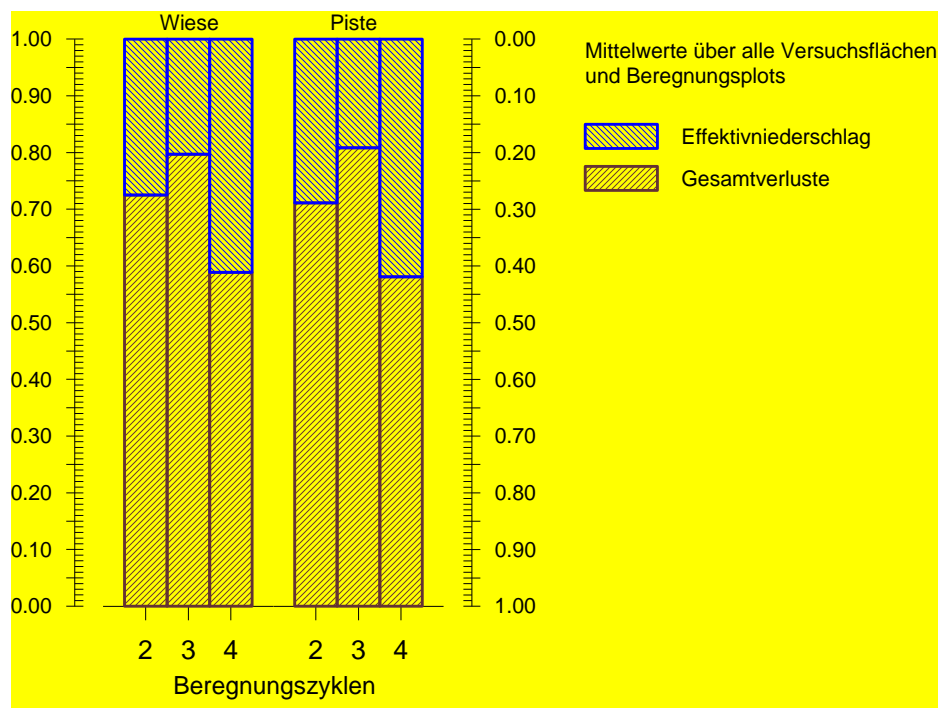


Abbildung 10: Vergleich der relativen Abfluß- und Verlustanteile in den Bereichen Mähwiese und Schipiste für die einzelnen Berechnungszyklen

a [mm]	Wiese	Piste
Zyklus 2	0.275	0.289
Zyklus 3	0.203	0.192
Zyklus 4	0.411	0.419

Tabelle 9: Die gemittelten Abflußbeiwerte der einzelnen Berechnungszyklen im Vergleich zwischen Mähwiese und Schipiste

Aus den Werten in *Tabelle 9* kann man erkennen, daß kein wesentlicher Unterschied in den Abflußbeiwerten zwischen der Mähwiese und der Schipiste besteht. Die Unterschiede zwischen Piste und Wiese sind sogar geringer als die Streuung der

Ergebnisse innerhalb der Bereiche (*Abbildung 9*) bzw. Probeflächen (*Abbildung 4, Abbildung 5*).

5 Der zeitliche Verlauf des Abflußverhaltens

Zur genaueren Beschreibung des Abflußverhaltens der untersuchten Flächen ist es nötig, den zeitlichen Verlauf zu berücksichtigen. Dazu werden neben dem Abflußbeiwert noch weitere Kenngrößen ermittelt. Dies sind vor allem der Anfangsverlust und die Konzentrationszeit. Diese Kenngrößen sind in der Hydrologie Standardgrößen, die den meisten Verfahren zur Niederschlag-Abfluß-Berechnung zugrunde liegen.

Dabei entspricht der Anfangsverlust der Niederschlagssumme bis zum ersten Eintreten von Oberflächenabfluß. Die Konzentrationszeit beschreibt den Anstieg der Abflußganglinie und ist das Zeitintervall vom Beginn des Niederschlags bis zum Erreichen eines gleichmäßigen Abflusses. Sie entspricht der Zeit, die ein Tropfen für den Weg vom am entferntesten Punkt der Fläche bis zur Abflußmeßeinrichtung benötigt. Die Größen Anfangsverlust und Konzentrationszeit sind in *Abbildung 11* schematisch dargestellt.

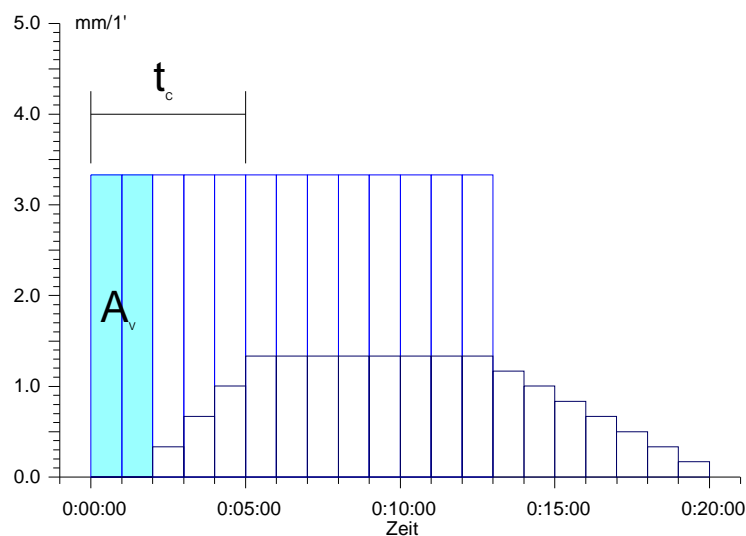


Abbildung 11: schematische Darstellung der Kenngrößen in einer Niederschlag-Abflußbeziehung (A_v ... Anfangsverlust, t_c ... Konzentrationszeit)

5.1 Betrachtung der Konzentrationszeit

Aus dem Anstieg der Ganglinien wurde für alle Versuche die Konzentrationszeit ermittelt. Aus *Abbildung 12* erkennt man, daß die Konzentrationszeit abhängig vom Berechnungszyklus und der Probefläche in weiten Bereichen schwankt. Die Konzentrationszeit ist aber auch vom Muldenrückhalt und dem Mikrorelief abhängig. Damit läßt sich die teilweise starke Streuung innerhalb einzelner Probeflächen (vor allem die Ausreißer auf der Fläche Piste C) erklären.

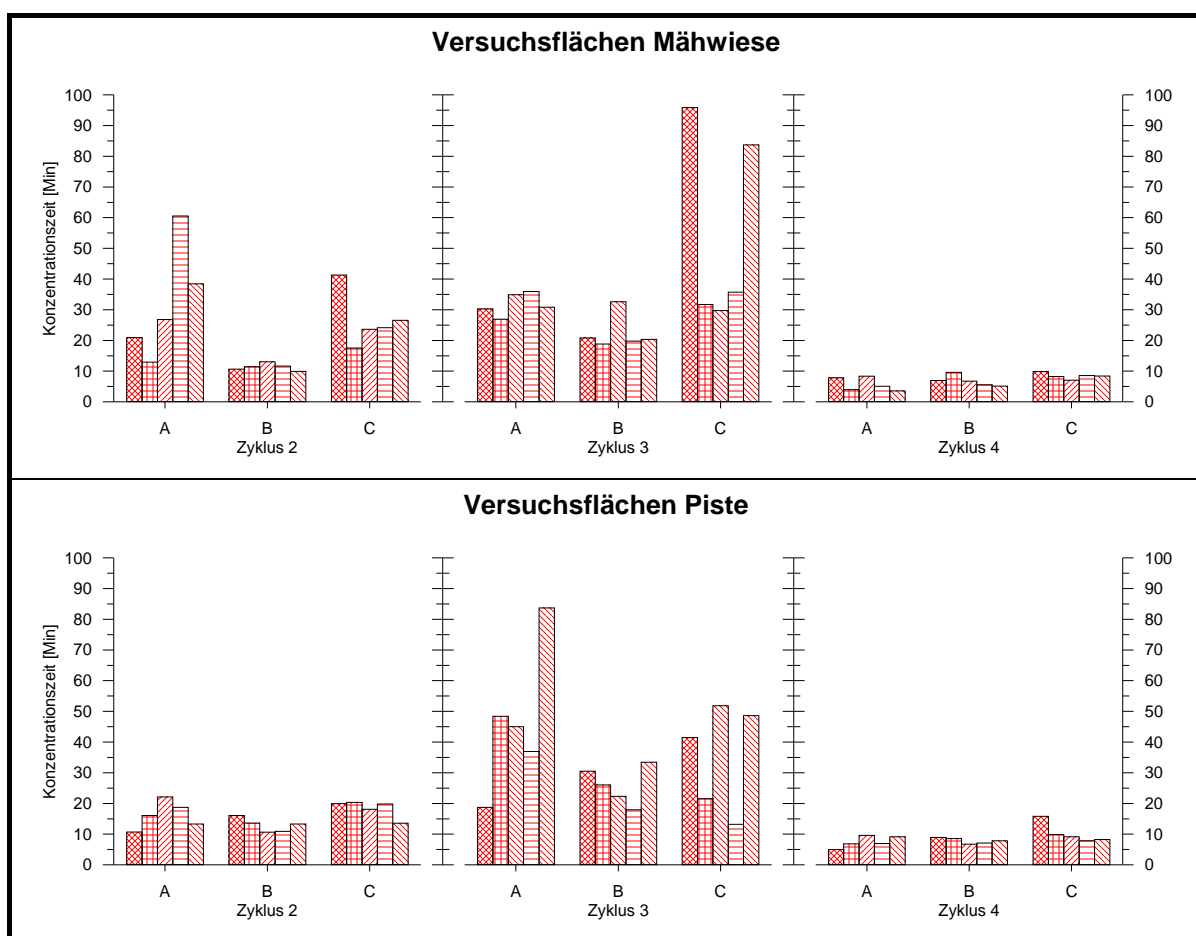


Abbildung 12: Konzentrationszeiten für die einzelnen Plots und Berechnungszyklen

Daher ist es wichtig, mehrere Plots pro Versuchsfläche zu Berechnen, um durch solche punktuelle Beeinflussungen nicht zu falschen Betrachtungen des Abflußverhaltens zu kommen. In *Abbildung 12* erkennt man auch, daß sich die Versuchsflächen (A, B und C) für die einzelnen Berechnungszyklen ähnlich verhalten.

5.2 Betrachtung des Anfangsverlustes

Auch für den Anfangsverlust gilt, was bereits für die Konzentrationszeit gesagt wurde. In *Abbildung 13* sind die Einzelergebnisse graphisch gegenübergestellt und man erkennt auch hier, die Notwendigkeit von mehreren Berechnungsplots, um eventuell auftretende das Ergebnis verfälschende Störungen sofort zu erkennen (vgl. Fläche Piste A - Plot 1, wo der Anfangsverlust nicht nur deutlich unter dem Flächenmittel liegt sondern beim Zyklus 3 Null beträgt).

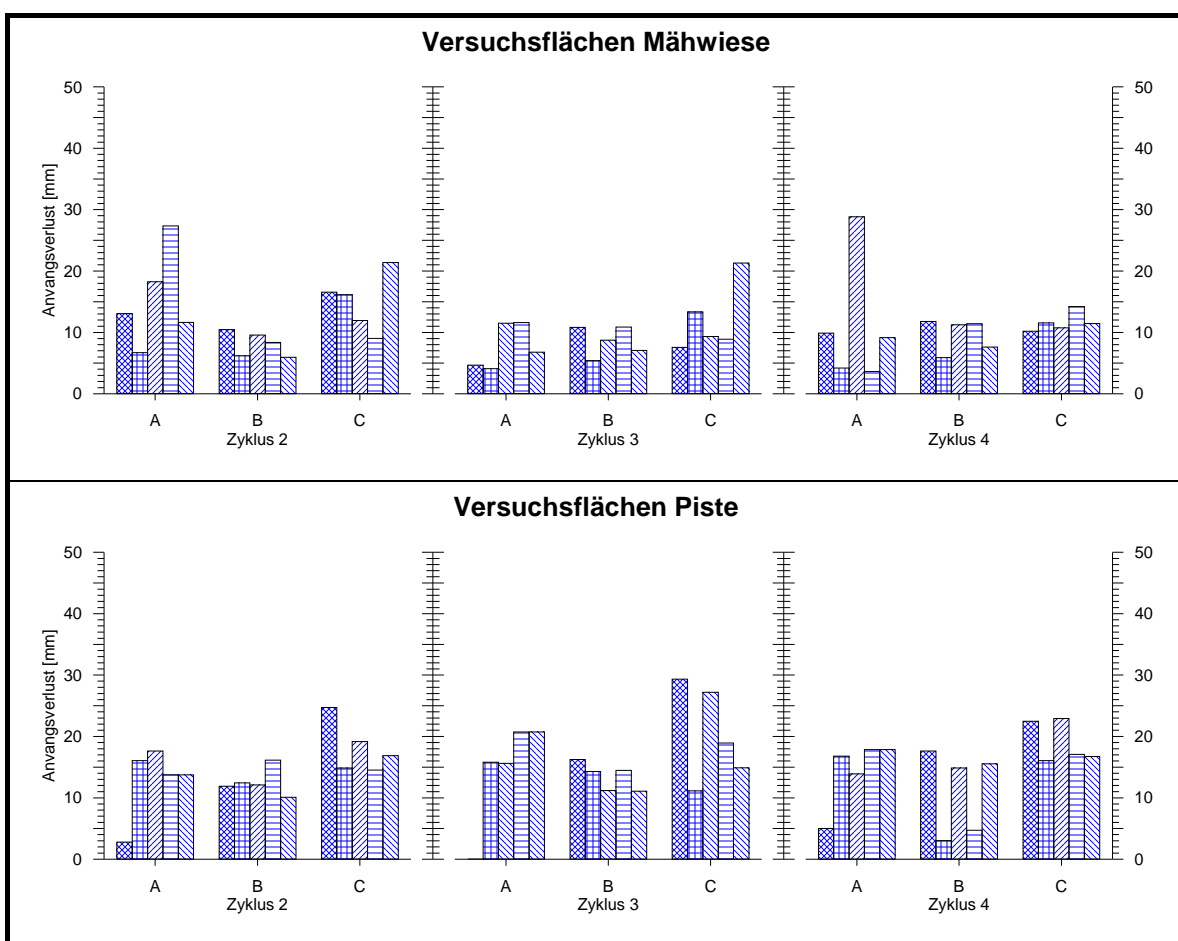


Abbildung 13: Anfangsverluste für die einzelnen Plots und Berechnungszyklen

5.3 Zusammenstellung der Ergebnisse für die Versuchsfelder

Im folgenden sind die Ergebnisse der Auswertung der Berechnungsversuche tabellarisch dargestellt. Über die Parameter Abflußbeiwert, Anfangsverlust und Konzentrationszeit kann das Abflußverhalten der gewählten Versuchsfelder beschrieben werden.

Soll die Auswirkung von Maßnahmen auf den Flächen (Düngung) auf das Abflußverhalten beschrieben werden, so wird dies idealerweise über die zu beobachtende Veränderung dieser Kenngrößen geschehen.

t_c [Min]	A	B	C	A_v [mm]	A	B	C
Zyklus 2	31.9	11.3	26.6	Zyklus 2	15.4	8.1	15.0
Zyklus 3	31.7	22.4	55.3	Zyklus 3	7.7	8.6	12.1
Zyklus 4	5.7	6.8	8.4	Zyklus 4	11.1	9.6	11.6

Tabelle 10: Ergebnisse aus der Auswertung der Ganglinien für die Mähwiese

t_c [Min]	A	B	C	A_v [mm]	A	B	C
Zyklus 2	16.2	12.9	18.3	Zyklus 2	12.8	12.5	18.0
Zyklus 3	46.5	26.0	35.3	Zyklus 3	14.6	13.4	20.3
Zyklus 4	7.5	7.8	10.1	Zyklus 4	14.3	11.1	19.0

Tabelle 11: Ergebnisse aus der Auswertung der Ganglinien für die Schipiste

Tabelle 10 und *Tabelle 11* enthalten die Ergebnisse der einzelnen Versuchsfelder für Mähwiese und Piste. Wie auch schon beim Abflußbeiwert kann man auch bei diesen Kenngrößen aufgrund der Vergleichbarkeit der Versuchsfelder einen Gesamtmittelwert für die Bereiche Wiese und Piste zum Vergleich dieser beiden heranziehen (*Abbildung 16*).

Für die verschiedenen Niederschlagsintensitäten sind die Werte Konzentrationszeit und Anfangsverlust in *Abbildung 14* graphisch dargestellt. Dieser *Abbildung* kann die Streuung der Ergebnisse entnommen werden.

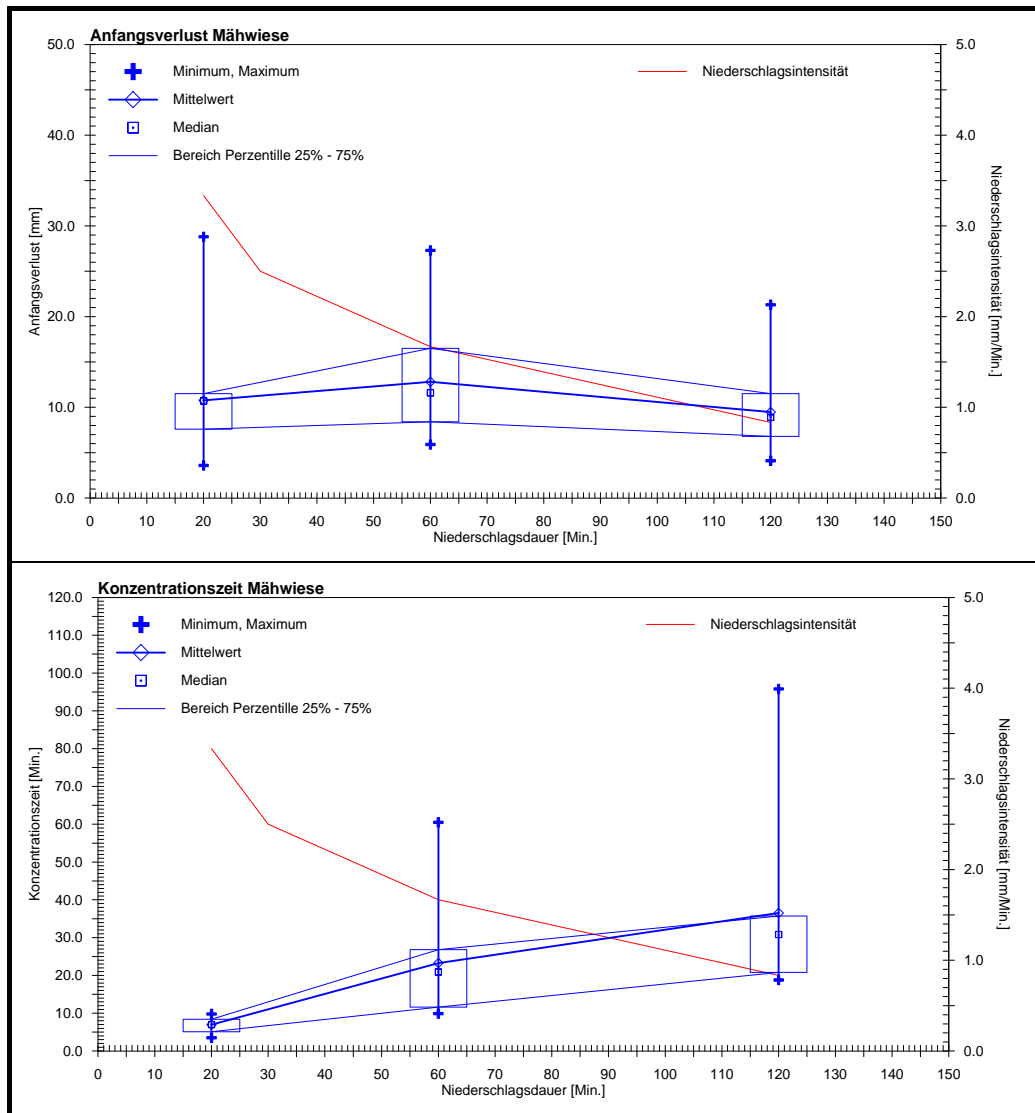


Abbildung 14: Streuung von Konzentrationszeit und Anfangsverlust für den Versuchsbereich Mähwiese

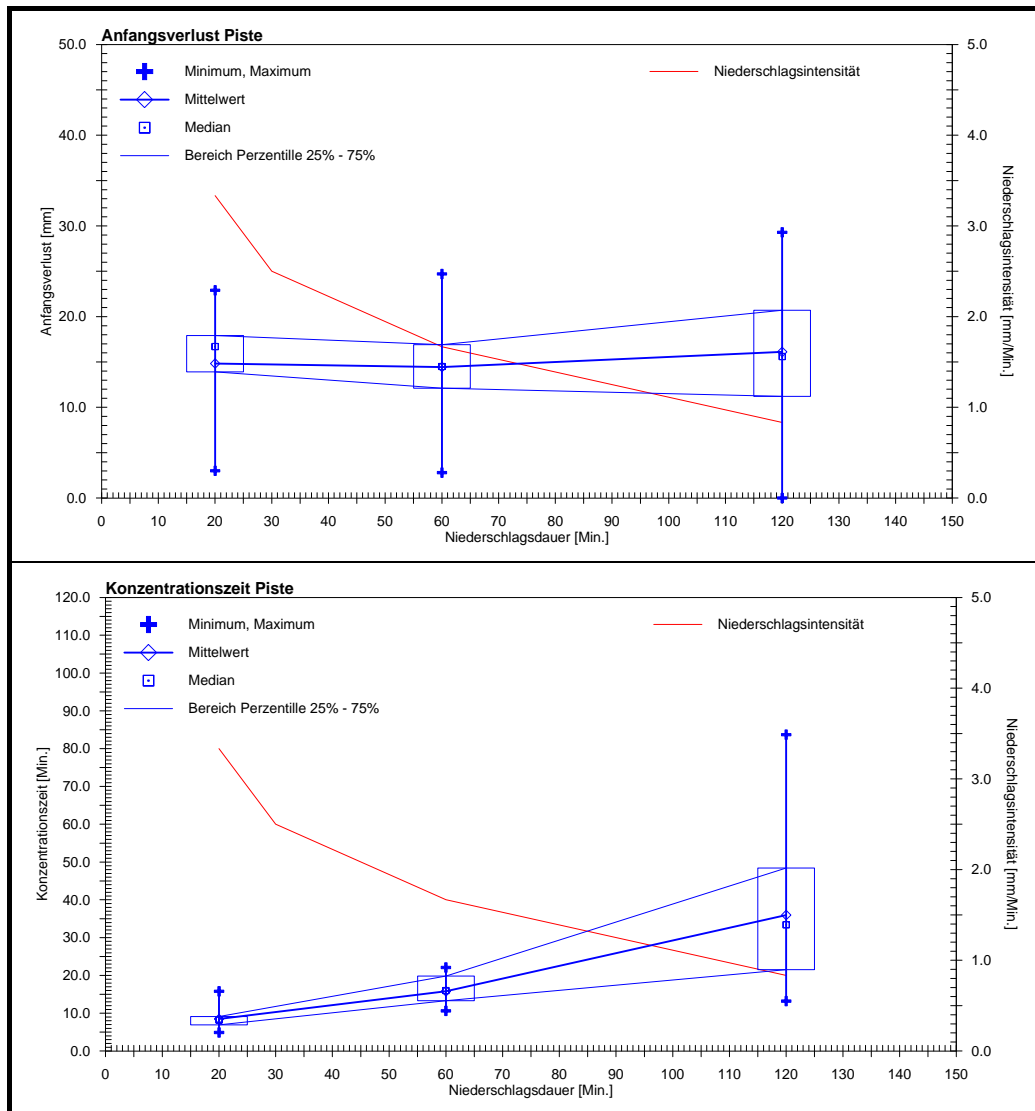


Abbildung 15: Streuung der Einzelwerte bei Anfangsverlust und Konzentrationszeit für den Versuchsbereich Schipiste

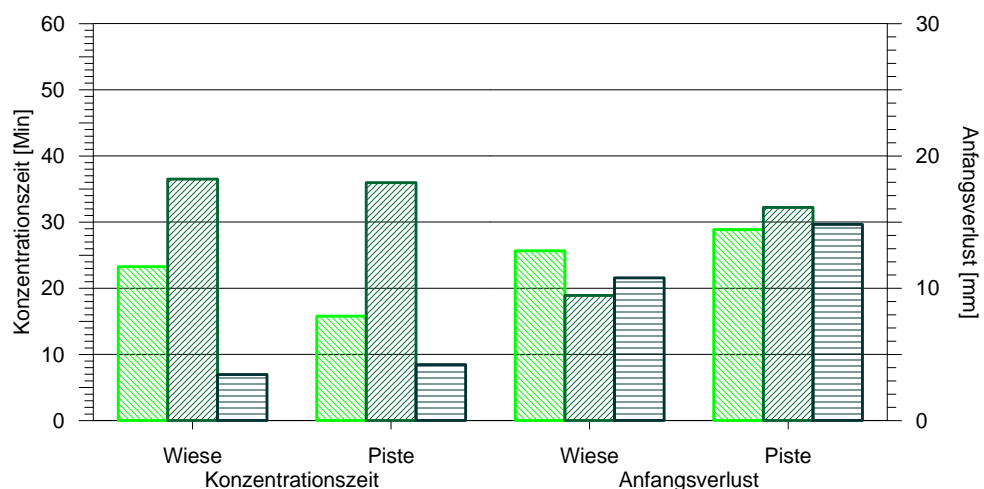


Abbildung 16: Vergleich der Kenngrößen Konzentrationszeit und Anfangsverlust in den Bereichen Mähwiese und Schipiste für die einzelnen Beregnungszyklen.

6 Einheitenlose Darstellung des Abflußverhaltens

Zur besseren Vergleichbarkeit des Abflußverhaltens der einzelnen Versuchsfächen wurden die Ergebnisse einheitenlos dargestellt. In *Abbildung 17* bis *Abbildung 20* sind die Ergebnisse in 5 Minutenaufösung für die einzelnen Zyklen graphisch dargestellt. Die Verlustkurven stellen den jeweiligen Gesamtverlust zu einem bestimmten Zeitpunkt dar. Der Bereich über den Kurven repräsentiert den aktuellen Gesamtabflußbeiwert zum Zeitpunkt.

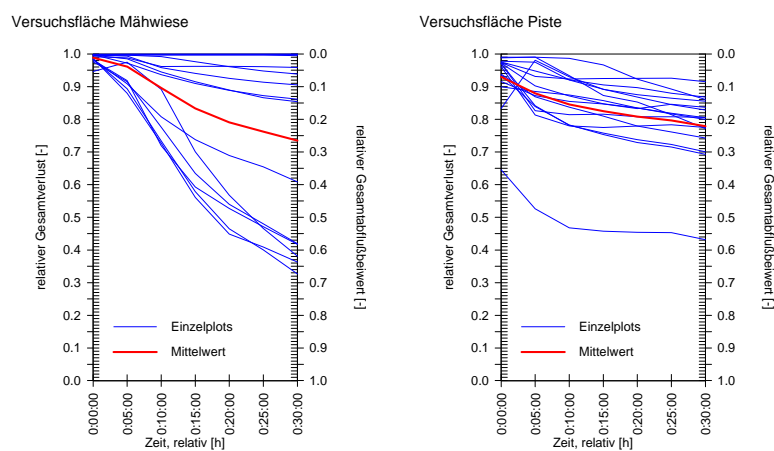


Abbildung 17: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 1

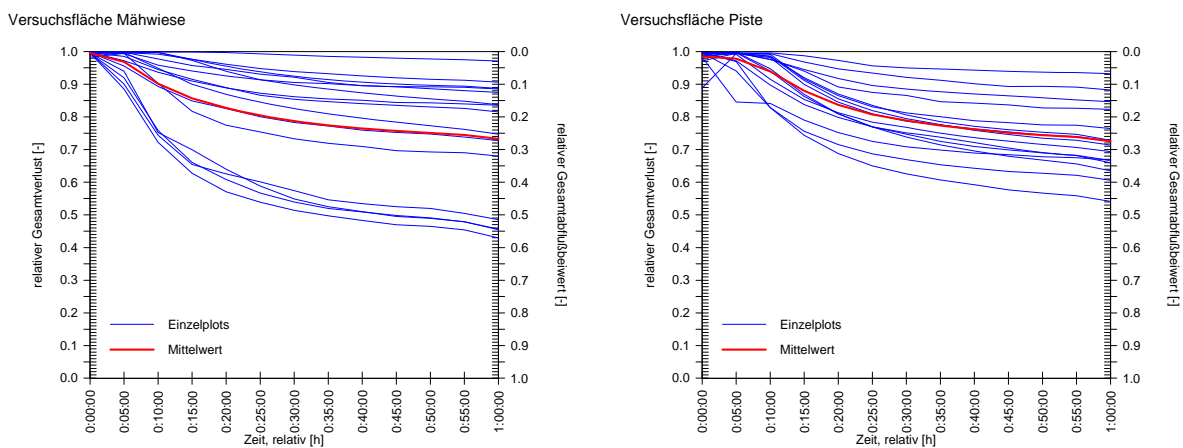


Abbildung 18: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 2

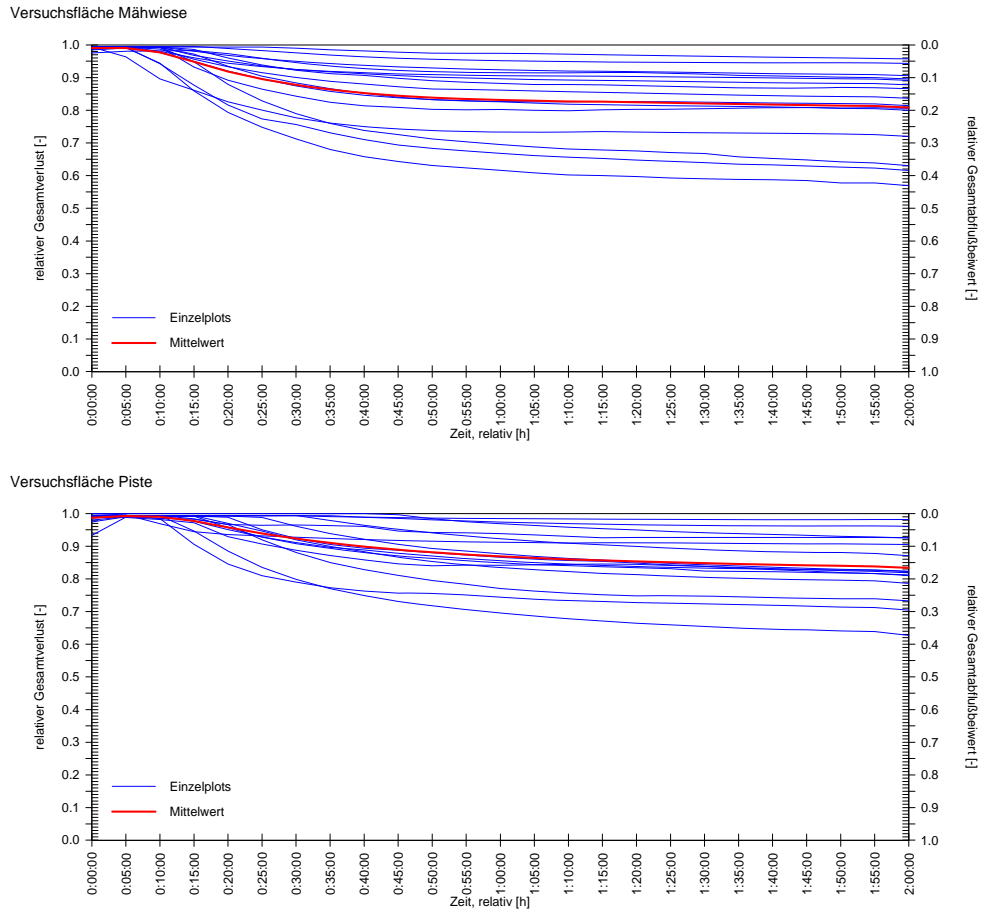


Abbildung 19: Relativer Gesamtverlust für den Beregnungszyklus 3

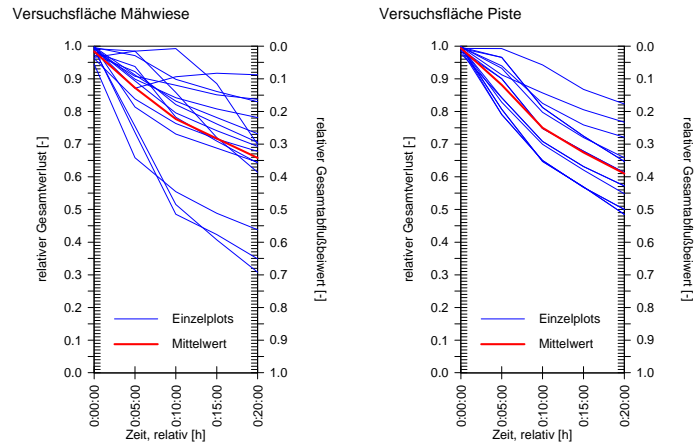


Abbildung 20: Relativer Gesamtverlust für den Beregnungszyklus 4

7 Auswertung der Bodenfeuchtemessung

während der Beregnungsversuche wurde für jeden Plot die Bodenfeuchte mit einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten aufgezeichnet. Die Ergebnisse sind in den Graphiken in *12.1 Ganmlinien für die einzelnen Beregnungsplots* dargestellt. An den Feuchtekurven ist zu erkennen, daß sich bei sämtlichen Zyklen der Versuche Sättigung einstellt. Auch beim Verlauf der Bodenfeuchte kann festgestellt werden, daß sich die Probeflächen ähnlich verhalten und daher vergleichbar sind. In *Abbildung 21* ist die Streuung innerhalb der einzelnen Probeflächen dargestellt während in *Abbildung 22* die Probeflächen gegenübergestellt wurden.

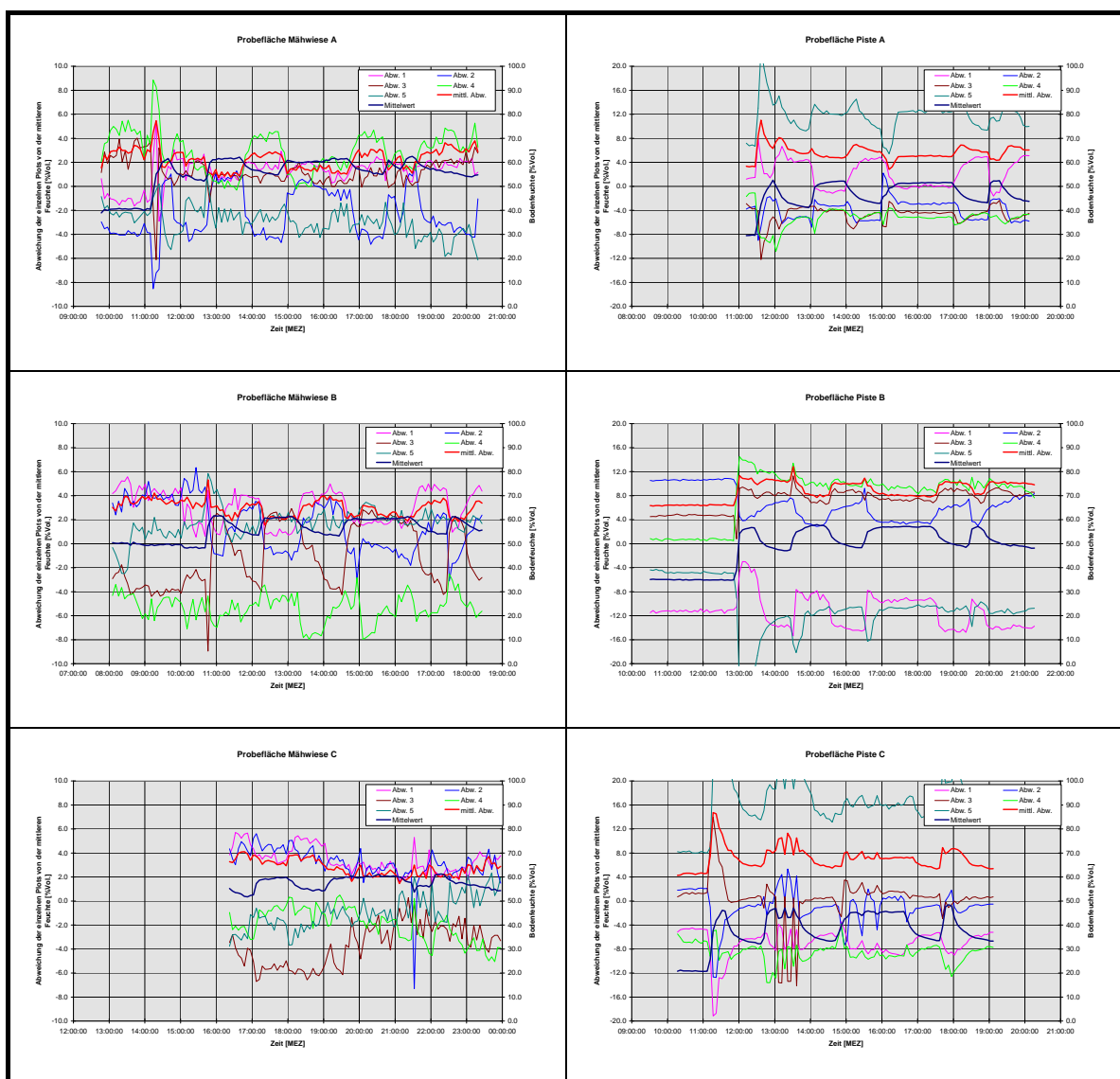


Abbildung 21: Abweichung der Einzelplots von der mittleren Bodenfeuchte innerhalb der einzelnen Probeflächen

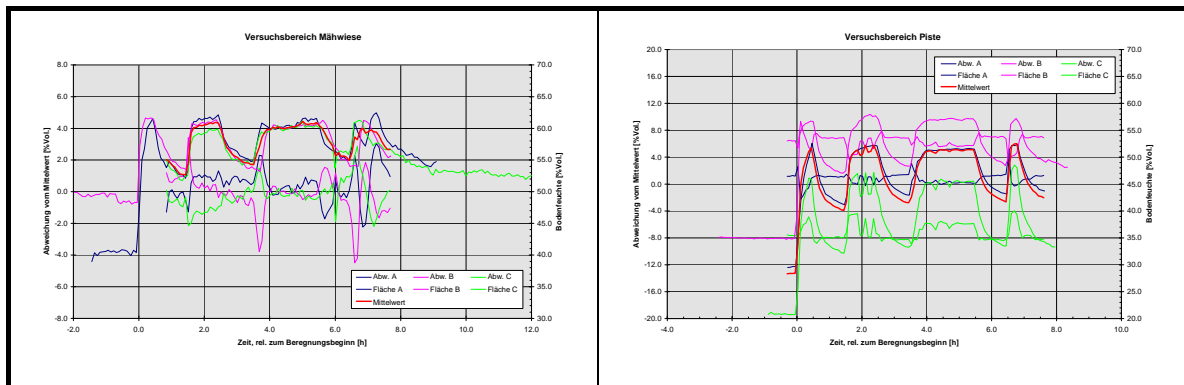


Abbildung 22: Abweichung der Versuchsflächen von der mittleren Bodenfeuchte innerhalb der Versuchsbereiche

Anhand der Auswertung der Feuchtekurven kann festgestellt werden, daß die Streuung sowohl innerhalb der Probeflächen als auch beim Vergleich der Probeflächen untereinander mit steigender Sättigung abnimmt. Dies ist ein weiterer Hinweis auf ein vergleichbares Verhalten des Wasserhaushaltes der Probeflächen.

8 Vegetationskundliche Untersuchungen

8.1 Schipisten und ihre Auswirkung auf die Vegetation

Durch Pistenpräparierung, Schibetrieb und Schikantenschliff ist die Vegetation auf Pisten extremen mechanischen, chemischen und phänologischen Veränderungen ausgesetzt (PRÖBSTL, 1990).

Die anthropogenen Eingriffe bewirken einen Verlust an Bodenstruktur und in der Folge an Bodenorganismen und Kolloiden. Durch die geringere Mächtigkeit der durchwurzelter Schicht, den fehlenden Rasenfilz und der langsameren Wasserinfiltration kommt es auf den meisten Pisten sehr rasch zu einem erhöhten Oberflächenabfluß mit den entsprechenden Erosionsfolgen (SCHÖNTHALER, 1983).

Gerade im subalpinen und alpinen Bereich, wo eine eigenständige Regeneration der Vegetation nur sehr langsam erfolgen kann - so dauert die Einwanderung autochthoner Arten lt. PRÖBSTL (1990) 15-20 Jahre – ist die Rekultivierung von Schipisten von größter Bedeutung um Erosionsschäden zu verhindern.

Nachdem Schipisten i. d. R. Rohbodenstandorte darstellen, sind für eine möglichst zügige Entwicklung der Grasnarbe Düngungsmaßnahmen unerlässlich. Dabei sollte eine rasche Ausbildung einer dichten, tiefreichenden Wurzelmasse, bei gleichzeitig dichtem Oberflächenbestand angestrebt werden.

8.2 Methodik

Ziel der vegetationskundlichen Untersuchungen ist die Dokumentation und Interpretation der düngungsbedingten qualitativen und quantitativen Veränderungen der Vegetationsdecke.

Da eine sichere Beurteilung der Wirkung von Nährstoffgaben auf die Vegetation nur nach einem längeren Zeitraum erfolgen kann, wurde die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen als Untersuchungsverfahren gewählt (PFADENHAUER ET AL., 1986, DIERSCHKE, 1994).

Auf der "Piste" (Lärchkogelabfahrt) und der "Weide" (Aigneralm) wurden an den Oberkanten jeder der 3 Untersuchungsvarianten (ungedüngt, gedüngt und stark gedüngt) zwei 5x5 m große Flächen eingemessen: AI, AII, BI, BII, CI, CII auf der Weide (Flächenbezeichnung s. Beregnungsversuch) und auf der Piste von oben (NW) nach unten (SE): OI, OII (entspricht A), MI, MII (entspricht B), UI, UII (entspricht C).

Der Großbuchstabe symbolisiert die jeweilige Variante.

Auf den 25 m² großen Flächen wurden pflanzensoziologische Aufnahmen nach der erweiterten (9teiligen) Braun-Blanquet-Skala (WILMANN, 1989) durchgeführt – sie dienen der Erfassung der gesamten Artengarnitur der jeweiligen Pflanzengesellschaft und sollen die Zuordnung zu den entsprechenden Assoziationen ermöglichen.

In diesen Aufnahmeflächen wurden, um Störungen vom Rand auszuschalten, jeweils an den Innenseiten, und mit der gleichen Bezeichnung versehen, die eigentlichen Intensivprobestellen von 1 m² Fläche vermarktet.

Durch einen mobilen Rahmen mit einer 10x10 cm-Unterteilung wurden die Dauerquadrate in hundert 1 dm² kleine Quadrate weiterunterteilt – für jede dieser Kleinflächen wurde, zeilenweise, von oben beginnend, die Deckung der einzelnen Arten nach der 13teiligen Dezimalskala von LONDO (1976) geschätzt (*Abbildung 23*).

Diese Skala hat den Vorteil, daß die unteren Skalenteile enger gefaßt sind als bei der Braun-Blanquet-Skala, wodurch Veränderungen exakter wiedergegeben werden können. Trotz der großen Genauigkeit ermöglicht das halbquantitative Schätzverfahren eine höhere Schnelligkeit als dies bei exakten Prozentschätzungen der Fall wäre (PFADENHAUER, 1986).

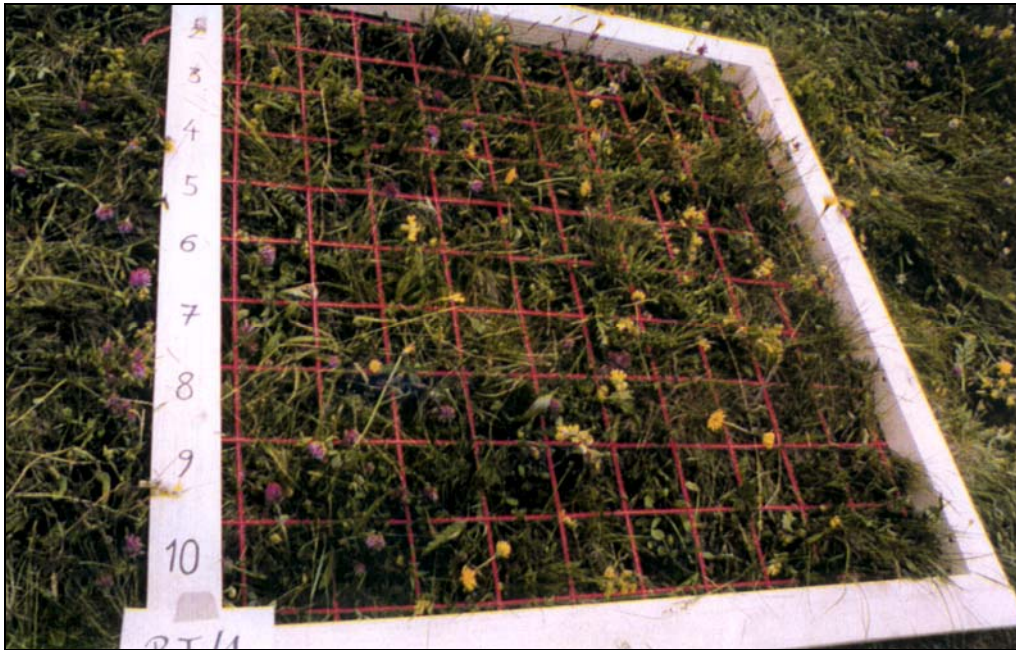


Abbildung 23: Der verwendete Rahmen auf dem Dauerquadrat BI

Skalenwert	Deckungsprozent	Mittelwert
0,1	<1	1
0,2	1-3	2
0,4	3-5	4
1	5-15	10
2	15-25	20
3	25-35	30
4	35-45	40
5	45-55	50
6	55-65	60
7	65-75	70
8	75-85	80
9	85-95	90
10	95-100	100

Tabelle 12: Londo Skala

8.3 Auswertung und Interpretation

Die Dateneingabe der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet, als auch der Erhebungen der Dauerquadrate nach Londo erfolgte mit dem Programm hitab5 (WIEDERMANN, 1995). Für jede Aufnahme wurden die ungewichteten mittleren Zeigerwerte für Licht (L), Temperatur (T), Kontinentalität (K), Feuchtigkeit (F), Basenhaushalt (R) und Stickstoff (N) nach KARRER (1990, 1992) berechnet.

Die aus den Aufnahmen nach Braun-Blanquet ermittelten Zeigerwerte (*Tabelle 13*) entsprechen dabei gut den aus den Aufnahmen nach Londo berechneten (*Tabelle 14*). Nur die Feuchtezahl für die Piste ist mit 5,8 (Braun-Blanquet) doch deutlich höher als der aus den Londo-Aufnahmen berechnete Wert von 5,2 – eine Abweichung, die sich aus den auf der Piste sehr heterogenen Standortsbedingungen erklären läßt.

Die statistischen Analysen wurden mit dem Programm SPSS durchgeführt – für die Berechnung der Deckungswerte wurden die Mittelwerte der Londo-Skala (*Tabelle 12*) verwendet.

8.3.1 Auswertung der Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet - pflanzensoziologische Beschreibung der Probeflächen

	L	T	K	F	R	N	Artenzahl
Weidefläche	7,1	3,9	3,5	4,7	4,5	3,2	42
Pistenfläche	7,0	3,1	3,6	5,8	4,8	4,7	25

Tabelle 13: Mittlere ökologische Kennzahlen von Weide- und Pistenfläche
Berechnung der Werte aus den Vegetationsaufnahmen nach Braun-Blanquet;
L... Lichtzahl, T... Temperaturzahl, K... Kontinentalitätszahl, F... Feuchtezahl,
R... Reaktionszahl, N... Stickstoffzahl

Die Lichtzahl von ca. 7 für beide Flächen zeigt an, daß Halblichtarten dominieren, ein Ergebnis, das sich aus dem Zusammentreffen von Wald- und Wiesenarten erklären läßt. Als Waldpflanzen sind unter anderem Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*), Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Weißliche Hainsimse (*Luzula luzuloides*) vertreten.

Im Vergleich mit der Weidefläche mit einer mittleren T-Zahl von 3,9 (kühl bis mäßig warm) ist die Pistenfläche (mittlere T-Zahl von 3,1 - kühl) kühler getönt. Dieser

Temperatur-Unterschied spiegelt die Temperaturabnahme mit der Höhe zwischen der auf 1.400 m Seehöhe gelegenen Weidefläche und der auf 1.670 m gelegenen Pistenfläche wider.

Die Kontinentalitätszahl von ca. 3,5 beschreibt das Großklima als ozeanisch – subozeanisch.

Über saurem Substrat ist die charakteristische Rasengesellschaft für diesen Klimabereich der Borstgrasrasen (Ordnung Nardetalia). Auch die Weidegesellschaft ist dieser Ordnung zuzuordnen – als Kennarten sind in den Vegetationsaufnahmen vertreten: Heide-Labkraut (*Galium pumilum*), Öhrchen-Habichtskraut (*Hieracium lactucella*), Bürstling (*Nardus stricta*) und Flecken-Johanniskraut (*Hypericum maculatum*). Durch die mesoklimatisch günstige Südhanglage entspricht die Gesellschaft, trotz der Seehöhe von 1.400 m, der eigentlich für die montane Stufe charakteristischen Assoziation des Polygalo-Nardetum (Kreuzblumen-Borstgrasweide) mit dem Hunds-Veilchen (*Viola canina*) als Kennart (GRABHERR ET AL., 1993). Vereinzelt auftretende Arten der subalpinen Stufe wie Gold-Fingerkraut (*Potentilla aurea*) und Alpen-Brandlattich (*Homogyne alpina*) vermitteln zum subalpinen Homogyne alpinae-Nardetum (Alpenlattich-Borstgrasmatten).

Die Gesellschaft ist typisch für ungedüngte (N-Zahl von 3,2 – stickstoffarm) und frische (mittlere F-Zahl von 4,7) saure (mittlere R-Zahl von 4,5) Böden. Die schlechte Nährstoffversorgung wird auch durch das Massenvorkommen des Grannen-Klappertopfes (*Rhinanthus glacialis*) angezeigt, der hier ein lästiges Weideunkraut darstellt.

Die extremen Standortbedingungen bedingen einen lückigen Vegetationsschluß, der das Vorkommen einer großen Vielfalt konkurrenzschwacher Arten ermöglicht (durchschnittliche Artenzahl: 42).

Häufigste und auch flächenmäßig dominierende Art ist der Bürstling (*Nardus stricta*) der sich aufgrund seiner Mykotrophie und weil er ungern gefressen wird, auf nährstoffarmen, sauren Weiden rasch ausbreiten kann (GRABHERR ET AL., 1993).

Aus landwirtschaftlicher Sicht bringen Bürstlingsrasen nur wenig Ertrag bei minderer Qualität des Futters (KLAPP, 1971, SCHECHTNER, 1976).

Wie die Weide ist die Pistenfläche mit ihrer mittleren R-Zahl von 4,8 als sauer-mäßig sauer einzustufen. Aber die höhere Feuchtezahl (5,8 – frisch-feucht) und v. a. die

bessere Nährstoffversorgung (N-Zahl von 4,7 – mäßig stickstoffreich) bedingen, daß hier das Nardion nur stellenweise, rudimentär ausgebildet ist und vom Poion alpinae (Alpen-Fettweiden) abgelöst wird.

Als Kennarten dieses Verbandes sind in den Aufnahmen Alpen-Rispengras (*Poa alpina*) und Alpen-Mastkraut (*Sagina saginoides*) vertreten.

Auf der Pistenfläche sind zwei Assoziationen dieses Verbandes vertreten: die alpinen Milchkrautweiden im engeren Sinne (Crepido-Festucetum commutatae), welche für die höher gelegenen Hangbereiche charakteristisch sind und die Rasenschmiege-Läger (Deschampsio cespitosae-Poetum alpinae) in den feuchten Senken. Beide Gesellschaften sind eng miteinander verzahnt.

Typisch für die Milchkrautweiden sind Rauher Leuzenzahn (*Leontodon hispidus*), Kriech-Klee (*Trifolium repens*) und Horst-Rotschwingel (*Festuca nigrescens*). Feuchte Standorte werden durch Bräunliche Segge (*Carex brunnescens*), Kriech-Hahnenfuß (*Ranunculus repens*) und Faden-Simse (*Juncus filiformis*) charakterisiert.

Die bessere Nährstoffversorgung bedingt generell eine, gegenüber der Weidefläche deutlich geringere Artenzahl von durchschnittlich 25 Arten.

8.3.2 Auswertung der Erhebung der Dauerquadrate

8.3.2.1 Deckung

Trotz des lückigen Charakters des mageren Bürstlingsrasens, erreicht der mittlere Vegetationsschluß - mit Ausnahme der Dauerfläche BI - auf der Weidefläche stets Werte über 100%. Anders auf der Piste, wo die mittlere Deckung der Krautschicht 82% beträgt und nur die Krautschicht der Dauerfläche UII eine durchschnittliche Deckung von über 100% erreicht.

Die Lücken in der Grasnarbe der Piste sind auf - durch den Schibetrieb bedingte - Erosionserscheinungen zurückzuführen. Durch die fehlende Konkurrenz durch höhere Pflanzen wird auf diesen Pionierstandorten die Mooschicht gefördert. Sie erreicht hier bedeutend (hoch signifikant, vgl. Tabelle 15) höhere Deckungswerte als auf den Weideflächen. So beträgt die Deckung der Mooschicht in der - nahe dem Pistenzentrum gelegenen - Dauerfläche OII in zwei Teilflächen über 50%. Ein Vergleich mit der Karte der Deckungsklassen der Krautschicht (Anhang 12.2.1) ergibt, daß diese dort stets weniger als 30% der Fläche ausmacht.

Dauerfläche	Mitt. Artenzahl	Deckung <i>Krautschicht</i>	Deckung <i>Moosschicht</i>	Mitt. F-Zahl	Mitt. R-Zahl	Mitt. N-Zahl
AI	11	111	-	4,6	3,9	3,2
AII	12	125	8	4,9	4,8	4,1
BI	13	90	6	4,6	4,3	3,5
BII	12	105	6	4,9	5,1	4,3
CI	12	111	-	4,9	4,5	3,7
CII	11	112	4	4,7	3,5	2,7
Weide ges.	12	109	4	4,8	4,4	3,6
OI	5	65	14	4,8	5,2	4,9
OII	5	59	18	5,0	4,6	5,1
MI	5	80	-	5,3	4,6	4,5
MII	5	89	22	5,1	4,6	4,9
UI	5	82	-	6,1	4,0	4,3
UII	5	117	-	5,1	4,9	5,4
Piste ges.	5	82	9	5,2	4,7	4,9

Tabelle 14: Mittlere ökologische Kennzahlen der Dauerflächen, Mittelwerte berechnet aus den Aufnahmen nach Londo

In der Karte ist der heterogene, lückige Charakter der Pistenflächen gut erkennbar.

Auch hinsichtlich der Frequenz der Arten und der Zusammensetzung der Pflanzendecke gibt es deutliche Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungsgebieten: während auf den Weideflächen - mit Ausnahme von Probefläche CII - der Bürstling (*Nardus stricta*) stets in über 70% der Teilflächen vorkommt, ist auf der Piste das Lieschgras (*Phleum bertolonii*) die häufigste Art mit einer Frequenz von 61-94%. Ähnlich häufig sind hier auch Alpen-Rispengras (*Poa alpina*), Gewöhnlicher Löwenzahn (*Taraxacum officinale agg.*) und Weißklee (*Trifolium repens*). Dieser hat auf den Pistenflächen auch den höchsten Anteil an der Gesamtdeckung, gefolgt von Drahtschmiele (*Avenella flexuosa*) und Lieschgras (*Phleum bertolonii*). Auf den Weideflächen dominiert bezüglich des Deckungsgrades der Bürstling (*Nardus stricta*) gemeinsam mit Horst-Rotschwingel (*Festuca nigrescens*), Frauenmantel (*Alchemilla sp.*) und Rauhem Leuenzahn (*Leontodon hispidus*).

Während hier die Zusammensetzung der Krautschichte trotz der höheren Artenzahl (mittlere Artenzahl von 12 gegenüber 5 auf den Pistenflächen) relativ homogen ist, gibt es auf der Piste größere Unterschiede zwischen den Dauerflächen – so kommt in 53 Teilflächen von MI die Rasenschmiele (*Deschampsia cespitosa*) vor und in der Fläche UI dominiert die Bräunliche Segge (*Carex brunnescens*) – beide Arten zeigen – im Gegensatz zu den sonst dominierenden Frischezeigern - feuchte Standortsbedingungen an – ein Ergebnis das auch durch die Auswertung der Feuchtezahlen (s. u.) bestätigt wird.

Ökologische Kenngröße	t-Wert	Freiheitsgrade	Signifikanz
Deckung Krautschicht	2,83	10	0,018 **
Deckung Moosschicht	-4,97	8	0,001 ***
F-Zahl	-2,41	10	0,037 *
R-Zahl	-1,13	10	0,287
N-Zahl	-4,35	10	0,001 ***

Tabelle 15: Vergleich der mittleren ökologischen Kenngrößen zwischen Pisten- und Weidedauerflächen im paarweisen t-Test bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit

8.3.2.2 Zeigerwerte

Zur Beurteilung des aktuellen Wasser- und Nährstoffhaushaltes der untersuchten Standorte wurden Feuchtezahl (F), Stickstoffzahl (N) und Reaktionszahl (R) herangezogen.

Aus den Mittelwerten der Teilflächen wurden Mittelwerte für die Dauerflächen berechnet (*Tabelle 14*).

8.3.2.2.1 Wasserhaushalt

Vergleicht man die Dauerflächen der Weide untereinander bezüglich ihrer F-Zahl, ergeben sich einheitlich Werte von ca. 4,8 – nach der verwendeten Klassifizierung entspricht das frischen Bedingungen.

Die Pistenflächen hingegen weisen inhomogene Bedingungen bezüglich des Wasserhaushaltes auf: der F-Wert von 6,1 der Dauerfläche UI liegt deutlich über den Werten der übrigen Flächen – die feuchteren Bedingungen werden u. a. von der Bräunlichen Segge (*Carex brunnescens*) angezeigt.

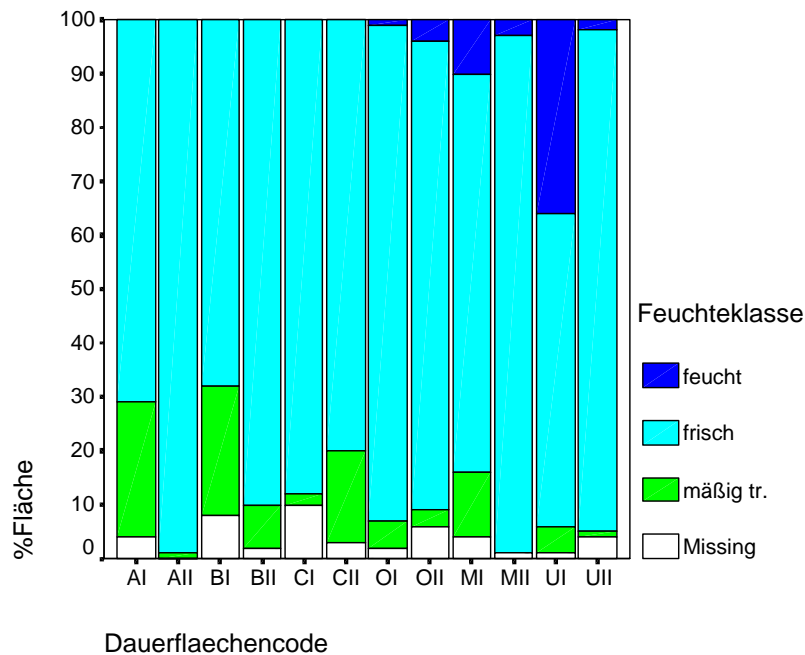


Abbildung 24: Anteil der Feuchteklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate
 Def.: mittlere Feuchtezahl: 2,5-4,4... mäßig trocken, 4,5-6,4... frisch, > 6,5... feucht

In der Darstellung der Anteile der verschiedenen Feuchteklassen (Abbildung 24) an der Gesamtfläche wird gleichfalls der - gegenüber der Weidefläche - höhere Anteil an Feuchtezeigern deutlich. Eine Ausnahme stellt die im oberen Hangbereich am westlichen Pistenrand gelegene Fläche OI dar, ihre F-Zahl von 4,8 entspricht der mittleren Feuchtezahl der Weidefläche und liegt damit unter den Werten der im übrigen frischeren Pistendauerflächen.

Bedingt durch das lebhaftere Mikrorelief und die Durchmischung von Feuchtezeigern in den Mulden und Trockenheitszeigern auf den höher gelegenen Hangteilen, ergibt sich für die Piste insgesamt eine - im Vergleich zur Weide - nur geringfügig höhere Feuchtezahl (vgl. Tabelle 15: schwach signifikant) – im Box-Plot (Abbildung 25) ist die Tendenz jedoch deutlich erkennbar.

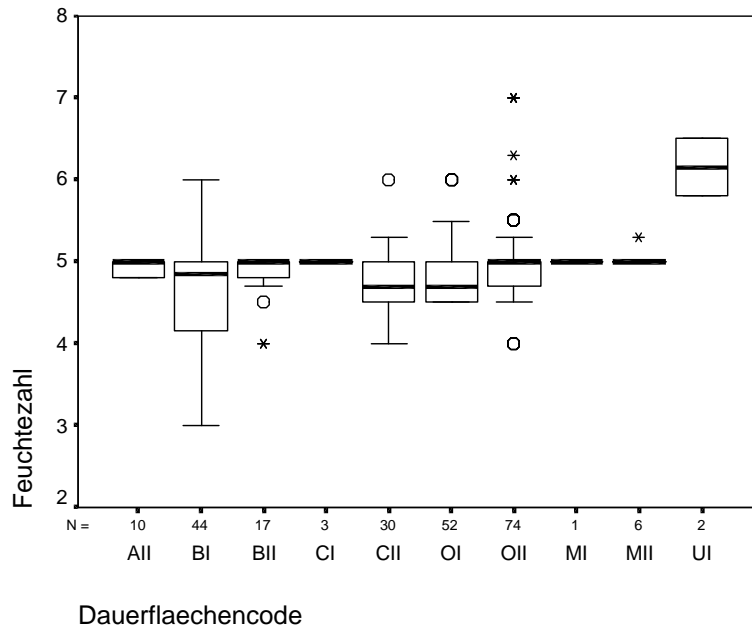


Abbildung 25: Boxplot – Feuchtezahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte

8.3.2.2 Basenhaushalt

Die Weide-Teilflächen weisen ein sehr hohes Reaktionszahl-Spektrum auf (Abbildung 26) – es schwankt im Bereich von 1 (stark sauer) bis 7 (schwach basisch) – eine Variationsbreite welche auch die Artenvielfalt dieser Flächen widerspiegelt. Der Mittelwert von 4,4 beschreibt die Weide als mäßig sauren Standort.

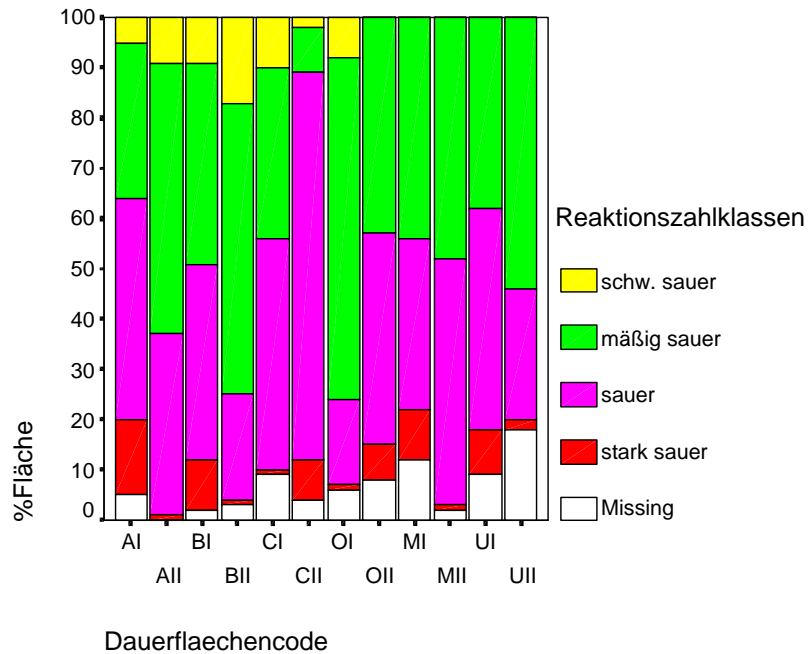


Abbildung 26: Anteil der Reaktionszahlklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate

Def.: mittlere Reaktionszahl: 1-2,4... stark sauer, 2,5-4,4... sauer, 4,5-6,4... mäßig sauer, > 6,5... schwach sauer

Auch auf der Piste schwankt die Reaktionszahl in einem weiten Bereich von 2 bis 6,5 wobei die trocken getönte Dauerfläche OI mit einem R-Wert von 5,2 die einzige Pistenfläche darstellt welche auch Anteil an der schwach sauren Reaktionszahlklasse aufweist. Mit einer mittleren Reaktionszahl von 4,7 sind die Pistenflächen wie die Weide als mäßig sauer einzustufen.

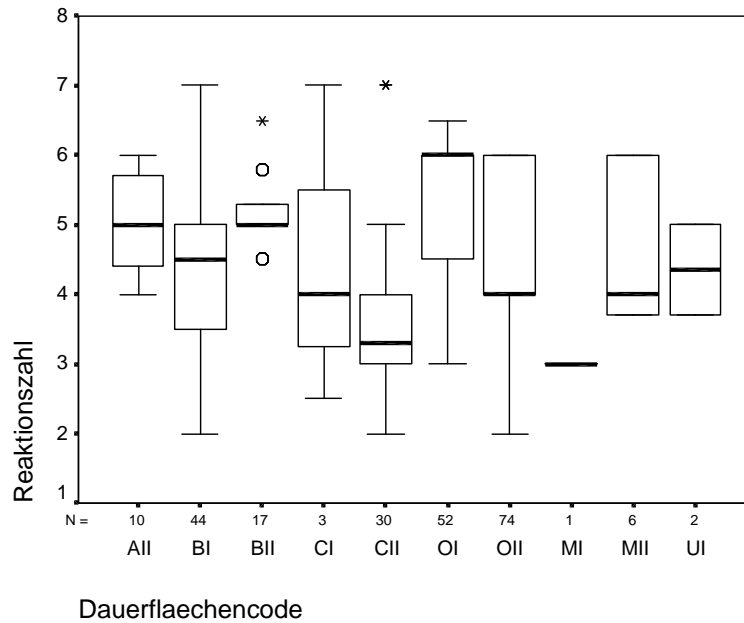


Abbildung 27: Boxplot – Reaktionszahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte

8.3.2.2.3 Stickstoffhaushalt

Die größten Unterschiede (im t-Test hoch signifikant, vgl. Tabelle 15) zwischen Piste und Weide ergeben sich hinsichtlich der Stickstoffzahl (*Abbildung 28*).

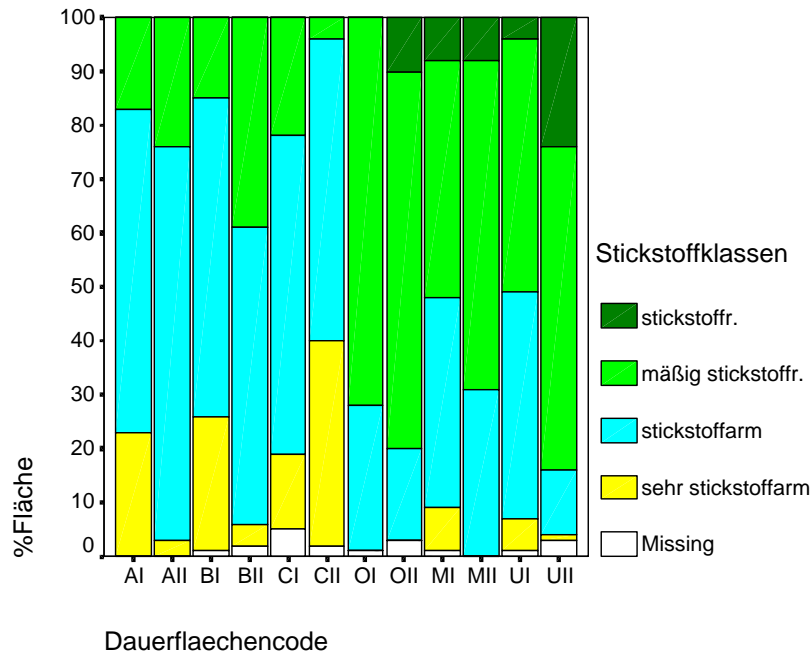


Abbildung 28: Anteil der Stickstoffklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate

Def.: mittlere Stickstoffzahl: 1-2,4... sehr stickstoffarm, 2,5-4,4... stickstoffarm, 4,5-6,4... mäßig stickstoffreich, > 6,5... stickstoffreich

Trotz einer ähnlich großen Schwankungsbreite wie bei der Reaktionszahl, nämlich von 1 (stickstoffärmst) bis 6 (mäßig stickstoffreich bis stickstoffreich) ergibt sich eine durchschnittliche N-Zahl von 3,6 welche die Weide als stickstoffarmen Standort charakterisiert und deutlich unter dem Mittelwert für die Piste von 4,9 (mäßig stickstoffreich) liegt.

Dieses Ergebnis läßt auf vorangegangene Düngungsmaßnahmen auf der Pistenfläche schließen.

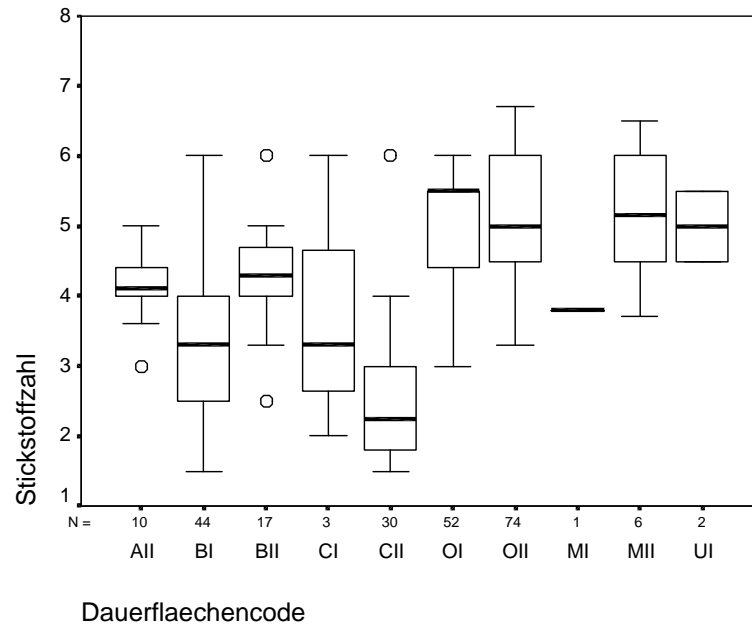


Abbildung 29: Boxplot – Stickstoffzahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte

8.4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Untersuchungsfläche "Weide" auf der Aigner-Alm ist eine artenreiche, naturnahe Rasengesellschaft welche der Assoziation Polygalo-Nardetum (Kreuzblumen-Borstgrasweide) zugeordnet werden kann. Mit einer mittleren N-Zahl von 3,6 ist die Weide als stickstoffarm zu bezeichnen. Bedeutend stickstoffreicher (mittlere N-Zahl von 4,9; mäßig stickstoffreich) ist die Pistenfläche auf der Lärchkogelabfahrt deren Artenzusammensetzung dem Crepido-Festucetum commutatae (Milchkrautweiden im engeren Sinne) entspricht.

Beide Flächen sind sauer bis mäßig sauer (mittlere R-Zahl von 4,4 auf der Weide und 4,7 auf der Piste) und gut mit Wasser versorgt (mittlere F-Zahl beider Flächen: 4,8; frisch).

Durch ihre "sauren" Standortseigenschaften ist auf beiden Probeflächen eine positive Reaktion der Vegetation auf die Düngung mit Hochofensand zu erwarten, da er als Ca-Mg-Düngemittel seine Eigenschaften am besten unter sauren Bedingungen entfalten kann.

Auf der Weidefläche soll die Düngung in erster Linie der Ertragssteigerung und Verdrängung von Weideunkräutern wie Borstgras und Klappertopf dienen. Wie Versuche zur Bekämpfung des Borstgrases ergaben, kann sowohl durch Kalkung als auch durch den Einsatz von Stickstoffdünger das Borstgras sehr effizient verdrängt werden (SCHECHTNER & WAGNER, 1962).

Allerdings würde dabei auch die Artenzusammensetzung stark verändert werden, indem eine Entwicklung vom artenreichen Magerrasen zur artenarmen Fettwiese stattfinden würde.

Da die durch ihre hohe Artenvielfalt und das Vorkommen zweier Orchideenarten ausgezeichnete Weidefläche im Sinne des Naturschutzes jedoch ihren Magerrasencharakter behalten soll, sollten nur Düngemittel verwendet werden welche zu keiner erhöhten Stickstoffzufuhr bzw. starken Anhebung des Boden-pH-Wertes führen. In diesem Sinne sind silikatische Ca-Mg-Düngemittel vermutlich besser geeignet, da durch die silikatische Bindung der Nährstoffe der pH-Wert nur sehr langsam angehoben wird und es zu keiner Erhöhung des Boden-Stickstoffgehaltes kommt.

Die Anhebung des Kalium- und Phosphor-Gehaltes durch die Ausbringung von Ca-Mg-Dünger bewirkt eine Förderung der Leguminosen wodurch "langwierig eine wesentliche Verbesserungen" der Borstgrasrasen möglich ist. Das Borstgras selber kann vermutlich nur geringfügig zurückgedrängt werden. (SCHECHTNER & WAGNER, 1962)

Diese Eigenschaft der "einseitigen Förderung von krautigen Pflanzen" ist auch für die Sanierung von Schipisten von größtem Interesse.

Auf der Pistenfläche hat die Düngung in erster Linie die Aufgabe, den Schluß der inhomogenen, lückigen Grasnarbe zu gewährleisten und durch die Zunahme der Pflanzen- (v. a. Wurzel-)masse, die Erosion hintanzuhalten.

Aus bisherigen Untersuchungen zur Pistenbegrünung (SCHAUER 1981, 1988, LICHTENEGGER, 1994) geht hervor, daß zur Erhöhung der bodenfestigenden Wurzelmasse v. a. die Kräuter zu fördern sind da sie über ein tieferreichendes Wurzelsystem verfügen als die Gräser.

Durch die Ausbringung des Hochofensandes auf den Pistenflächen ist hier die erwünschte Artenverschiebung zugunsten eines höheren Leguminosenanteiles zu erwarten.

9 Literaturverzeichnis

DIERSCHKE, H., 1994: Pflanzensoziologie. Grundlagen und Methoden. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.

FISCHER, M. (Hrsg.), 1994: Exkursionsflora von Österreich. Verlag E. Ulmer, Stuttgart.

GRABHERR, G., ELLMAUER, T. & MUCINA, L. (Hrsg.), 1993: Die Pflanzengesellschaften Österreich. Teil I, Anthropogene Vegetation. Verlag G. Fischer, Jena

KARRER, G. & KILIAN, W., 1990: Standorte und Waldgesellschaften im Leithagebirge, Revier Sommerein. FBVA Bericht 165, Wien.

KARRER, G., 1992: Österreichische Waldbodenzustandsinventur. Teil VII: Vegetationskundliche Analysen. FBVA Bericht 168, Wien.

KLAPP, E., 1971: Wiesen und Weiden. Verlag P. Parey, Berlin, Hamburg.

KLAPP, E., 1983: Taschenbuch der Gräser. Verlag P. Parey, Berlin, Hamburg.

KLUG-PÜMPEL, B., 1988: Naturnahe Vegetation und Schipistenbewuchs um den Radstädter Tauernpaß (Salzburg, Österreich). Flora 180, Verlag G. Fischer, Jena.

LICHTENEGGER, E., 1994: Hochlagenbegrünung unter besonderer Berücksichtigung der Berasung und Pflege von Schipisten. Eigenverlag Pflanzensoziolog. Inst., Prof. Dr. L. Kutschera, Klagenfurt.

LONDO, G., 1975: Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In: SCHMIDT, W. (Red.): Sukzessionsforschung. Ber. Int. Symp. IVVRinteln 1973, Cramer, Vaduz.

PFADENHAUER, J., 1986: Überlegungen zu einem Konzept geobotanischer Dauerbeobachtungsflächen für Bayern. Ber. ANL 10.

PRÖBSTL, U., 1990: Skisport und Vegetation. DSV-Umweltreihe Bd. 2, Verlag Stöppel, Weilheim.

SCHAUER, T., 1981: Vegetationsveränderungen und Florenverlust auf Schipisten in den bayerischen Alpen. Jb. Verein z. Schutz der Bergwelt Bd. 46, München.

SCHAUER, T., 1988: Zur Problematik der Schipistenbegrünung. Rasen, Bd. 1

SCHECHTNER, G. & WAGNER, H. 1962: Pflanzenbestandsveränderungen in den Borstgrasbekämpfungsversuchen Kaiserau. Bericht über die Europäische Konferenz für Naturfutterbau in Berglagen, AGFF, Zürich.

SCHECHTNER, G., 1976: Neuere Erfahrungen zur Verbesserung der Borstgrasrasen. Manuskript, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdring.

SCHÖNTHALER, K. E., 1985: Auswirkungen der Anlagen für den Massenschisport auf die Landschaft. Die Bodenkultur – Sonderdruck, Bd. 36, Österreichischer Agrarverlag, Wien.

WIEDERMANN, R., 1995: Pflanzensoziologisches Datenmanagement mittels PC-Programm hitab5, Carinthia II, 53. Sonderheft.

WILMANN, O., 1989: Ökologische Pflanzensoziologie. 4. Aufl., UTB, Quelle & Meyer, Heidelberg, Wiesbaden.

10 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Lageplan der Versuchsflächen Mähwiese A, B und C	7
Abbildung 2: Lageplan der Versuchsflächen Piste A, B und C	8
Abbildung 3: Gewähltes Berechnungsdesign mit Bezeichnung der Berechnungszyklen.....	10
Abbildung 4: Gegenüberstellung von aufgebrachtem- und Effektivniederschlag für die Versuchsflächen Mähwiese	13
Abbildung 5: Gegenüberstellung von aufgebrachtem- und Effektivniederschlag für die Versuchsflächen Schipiste	13
Abbildung 6: Summenauswertung des Berechnungszyklus 4 (Starkregen)	16
Abbildung 7: Streuung der Einzelwerte beim Abflußbeiwert für den Versuchsbereich Mähwiese.....	18
Abbildung 8: Streuung der Einzelwerte beim Abflußbeiwert für den Versuchsbereich Schipiste	18
Abbildung 9: Vergleich der relativen Abfluß- und Verlustanteile für Mähwiese und Schipiste bei den verschiedenen Berechnungszyklen.....	18
Abbildung 10: Vergleich der relativen Abfluß- und Verlustanteile in den Bereichen Mähwiese und Schipiste für die einzelnen Berechnungszyklen.....	19
Abbildung 11: schematische Darstellung der Kenngrößen in einer Niederschlag-Abflußbeziehung (A_v ... Anfangsverlust, t_c ... Konzentrationszeit)	21
Abbildung 12: Konzentrationszeiten für die einzelnen Plots und Berechnungszyklen	22
Abbildung 13: Anfangsverluste für die einzelnen Plots und Berechnungszyklen	23
Abbildung 14: Streuung von Konzentrationszeit und Anfangsverlust für den Versuchsbereich Mähwiese	25
Abbildung 15: Streuung der Einzelwerte bei Anfangsverlust und Konzentrationszeit für den Versuchsbereich Schipiste	26
Abbildung 16: Vergleich der Kenngrößen Konzentrationszeit und Anfangsverlust in den Bereichen Mähwiese und Schipiste für die einzelnen Berechnungszyklen.	26
Abbildung 17: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 1.....	27
Abbildung 18: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 2.....	27
Abbildung 19: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 3.....	28
Abbildung 20: Relativer Gesamtverlust für den Berechnungszyklus 4.....	28
Abbildung 21: Abweichung der Einzelplots von der mittleren Bodenfeuchte innerhalb der einzelnen Probeflächen	29
Abbildung 22: Abweichung der Versuchsflächen von der mittleren Bodenfeuchte innerhalb der Versuchsbereiche	30
Abbildung 23: Der verwendete Rahmen auf dem Dauerquadrat BI	33
Abbildung 24: Anteil der Feuchteklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate	39
Abbildung 25: Boxplot – Feuchtezahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte	40
Abbildung 26: Anteil der Reaktionszahlklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate	41
Abbildung 27: Boxplot – Reaktionszahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte	42

Abbildung 28: Anteil der Stickstoffklassen an der Gesamtfläche der Dauerquadrate.....43

*Abbildung 29: Boxplot – Stickstoffzahl; o...Ausreißer, *... Extremwerte.....44*

11 Verzeichnis der Tabellen

<i>Tabelle 1: Koordinatenliste der Vermessung der Probeflächen</i>	<i>9</i>
<i>Tabelle 2: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 2.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabelle 3: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 3.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 4: Niederschlagssummen der einzelnen Versuchsflächen [mm] für den Zyklus 4.....</i>	<i>12</i>
<i>Tabelle 5: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 2 für die einzelnen Versuchsflächen und Plots.....</i>	<i>14</i>
<i>Tabelle 6: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 3 für die einzelnen Versuchsflächen und Plots.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabelle 7: Gesamtabflußbeiwerte des Zyklus 4 für die einzelnen Versuchsflächen und Plots.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabelle 8: Abflußbeiwerte für die einzelnen Probeflächen [-].....</i>	<i>17</i>
<i>Tabelle 9: Die gemittelten Abflußbeiwerte der einzelnen Beregnungszyklen im Vergleich zwischen Mähwiese und Schipiste</i>	<i>19</i>
<i>Tabelle 10: Ergebnisse aus der Auswertung der Ganglinien für die Mähwiese</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 11: Ergebnisse aus der Auswertung der Ganglinien für die Schipiste.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 12: Londo Skala</i>	<i>33</i>
<i>Tabelle 13: Mittlere ökologische Kennzahlen von Weide- und Pistenfläche</i>	<i>34</i>
<i>Tabelle 14: Mittlere ökologische Kennzahlen der Dauerflächen, Mittelwerte berechnet aus den Aufnahmen nach Londo</i>	<i>37</i>
<i>Tabelle 15: Vergleich der mittleren ökologischen Kenngrößen zwischen Pisten- und Weidedauerflächen im paarweisen t-Test bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit.....</i>	<i>38</i>

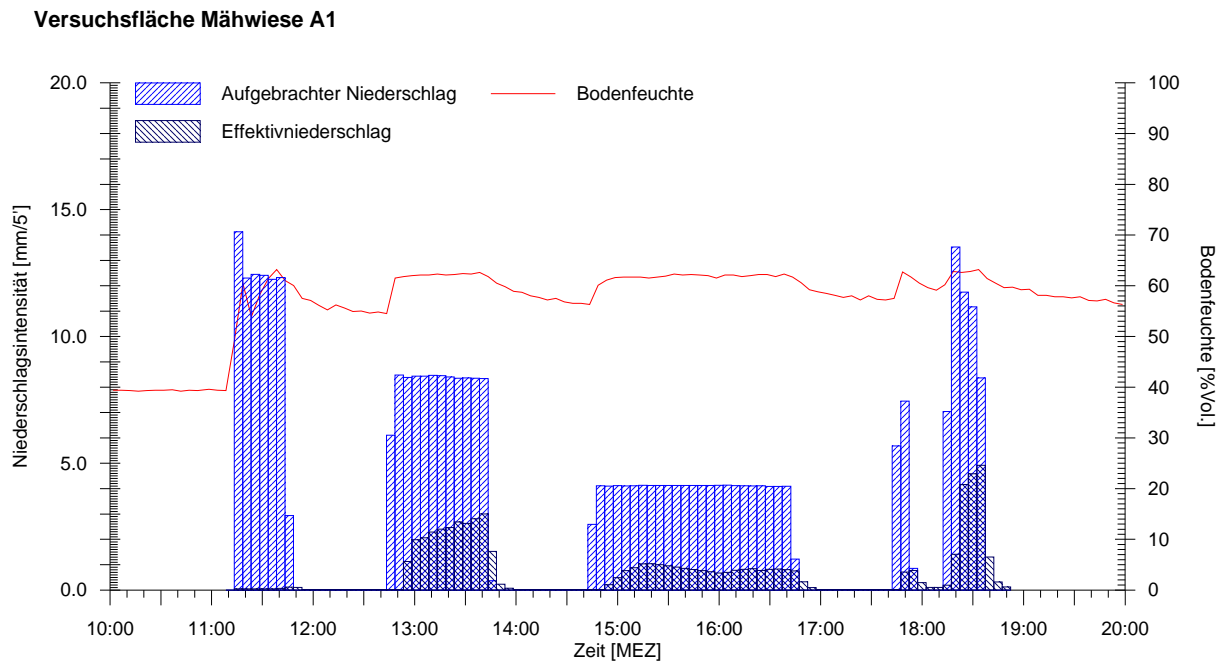
12 Anhang

12.1 Ganglinien für die einzelnen Berechnungsplots

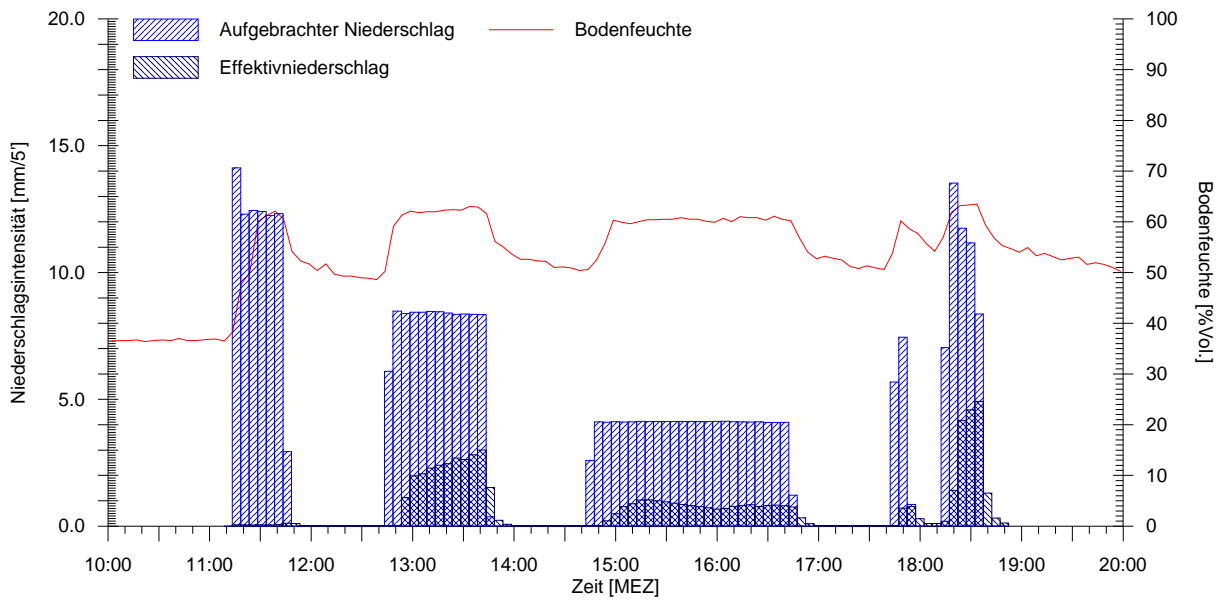
Im folgenden sind für alle Flächen die Ganglinien für die einzelnen Plots dargestellt. Die Intensität der Niederschlags- und Abflußhöhe ist in 5'-Auflösung dargestellt. Jede Ganglinie beschreibt einen kompletten Versuch und den gesetzten Berechnungszyklen desselben.

12.1.1 Versuchsflächen Mähwiese

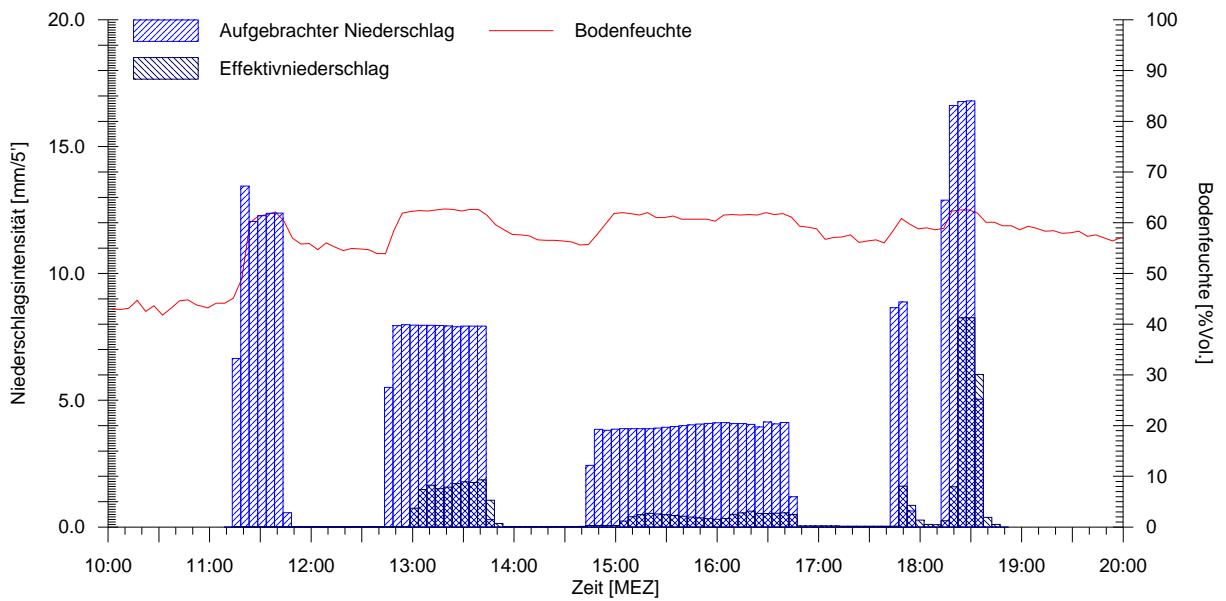
12.1.1.1 Versuchsfläche A



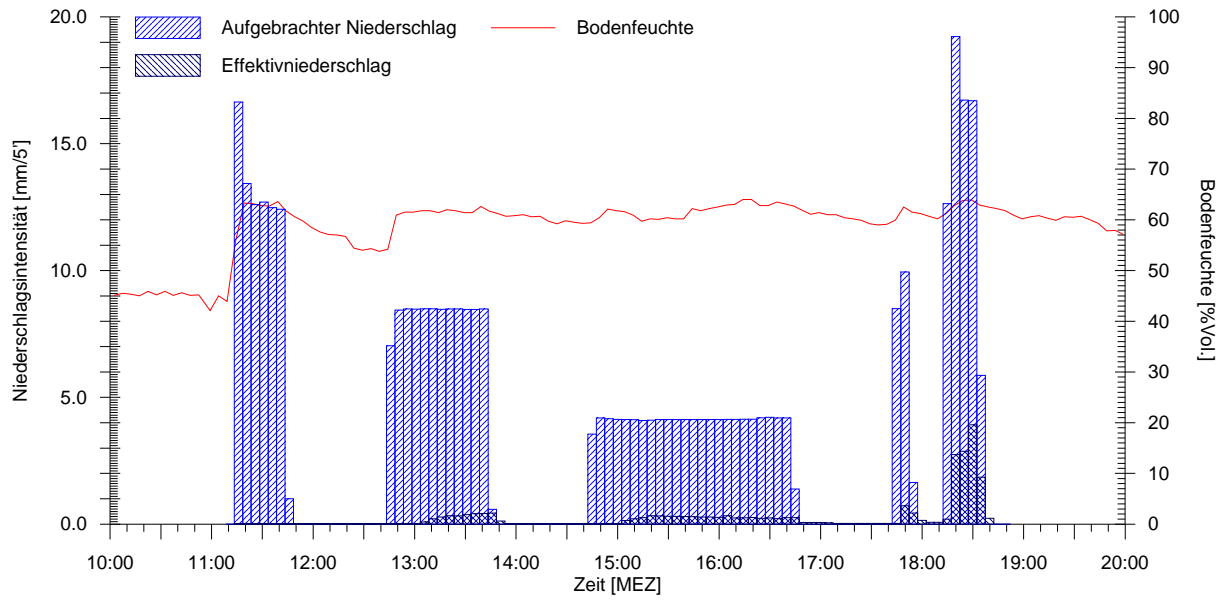
Versuchsfläche Mähwiese A2



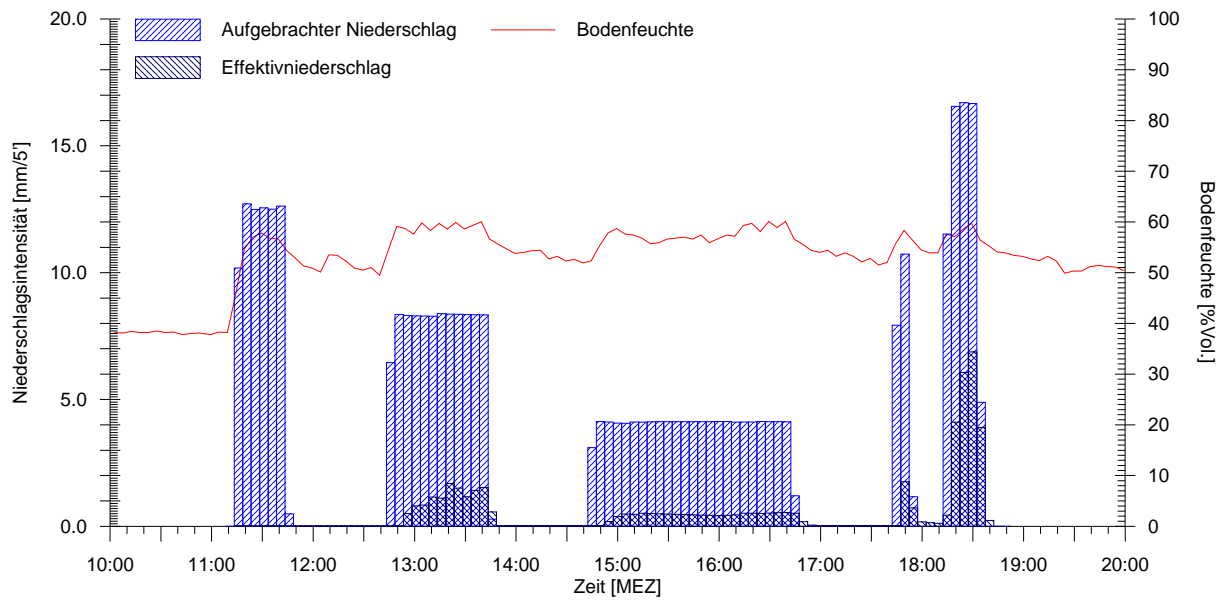
Versuchsfläche Mähwiese A3



Versuchsfläche Mähwiese A4

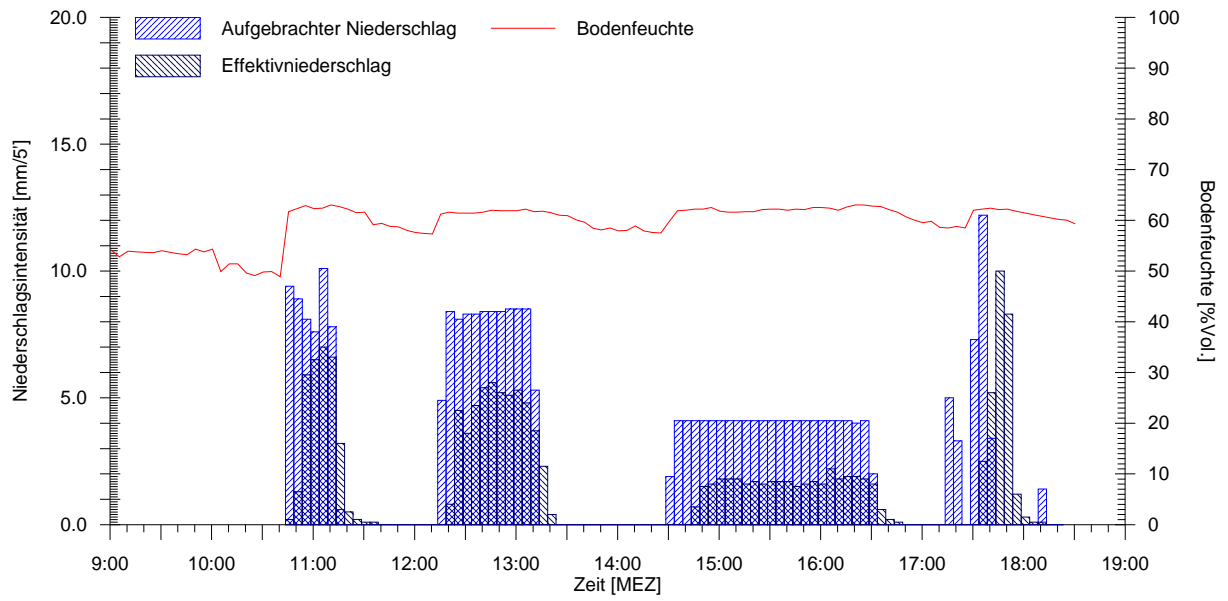


Versuchsfläche Mähwiese A5

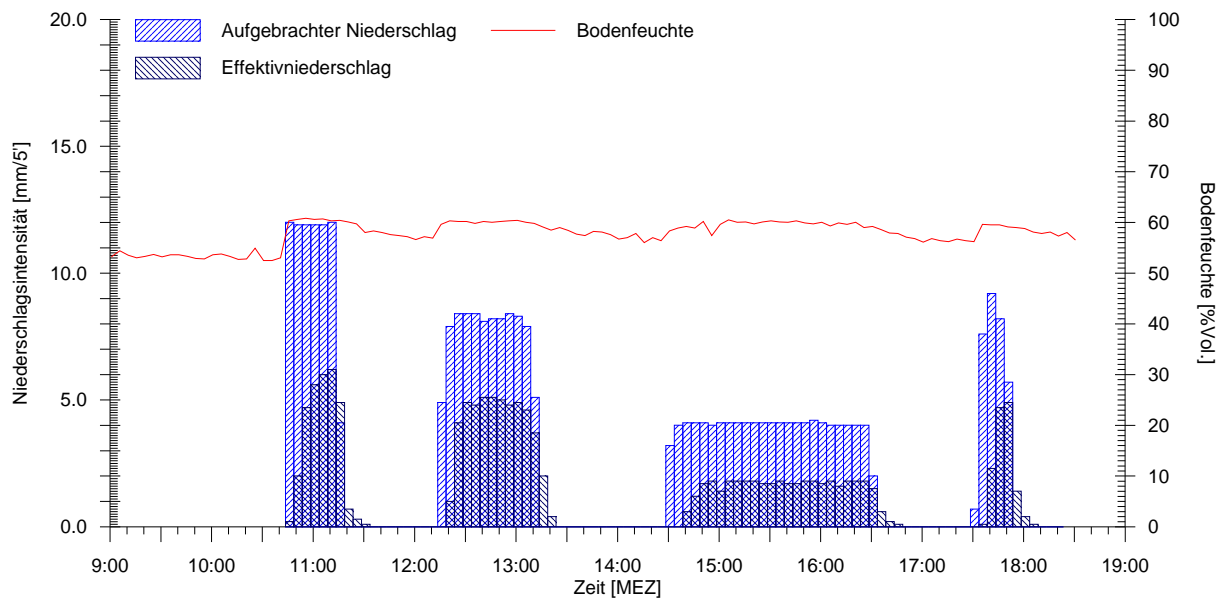


12.1.1.2 Versuchsfläche B

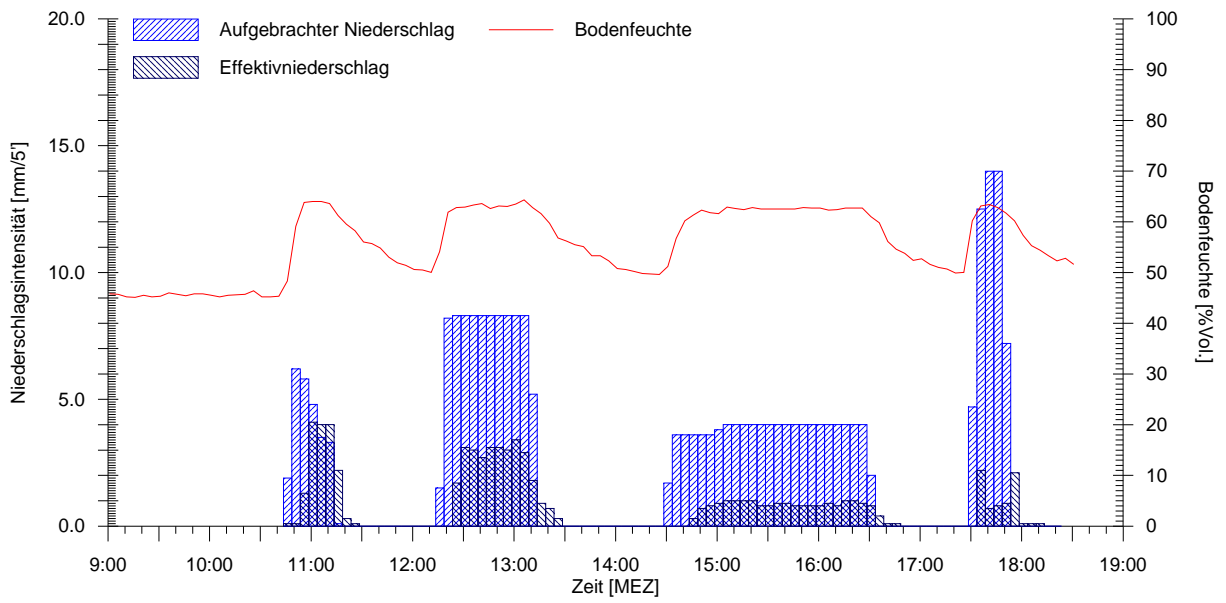
Versuchsfläche Mähwiese B1



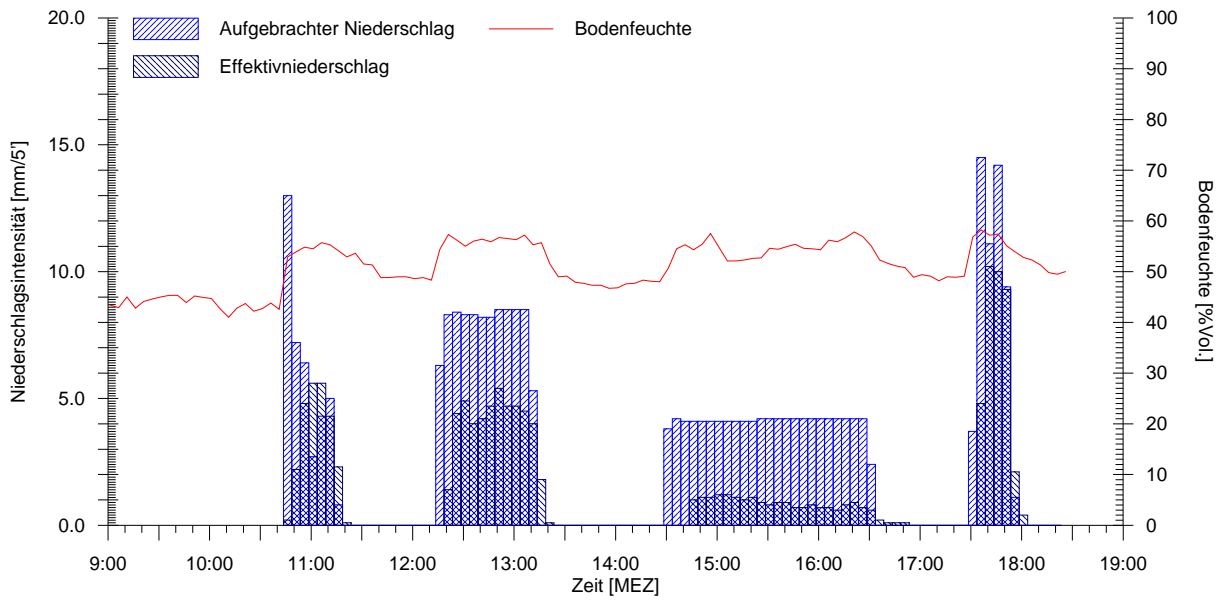
Versuchsfläche Mähwiese B2



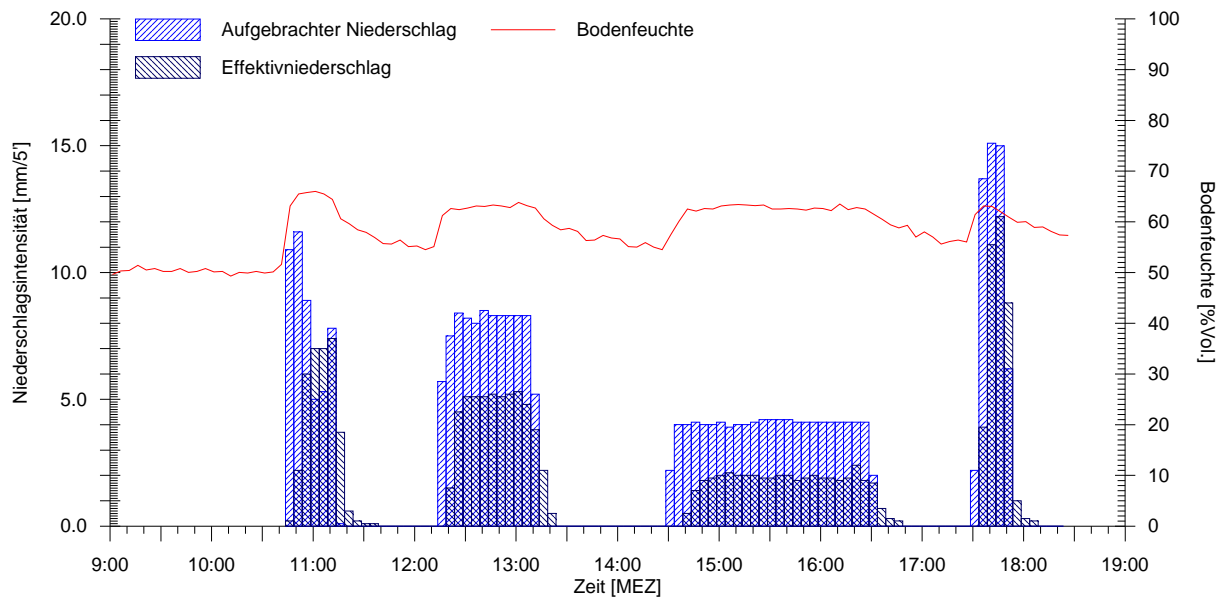
Versuchsfläche Mähwiese B3



Versuchsfläche Mähwiese B4

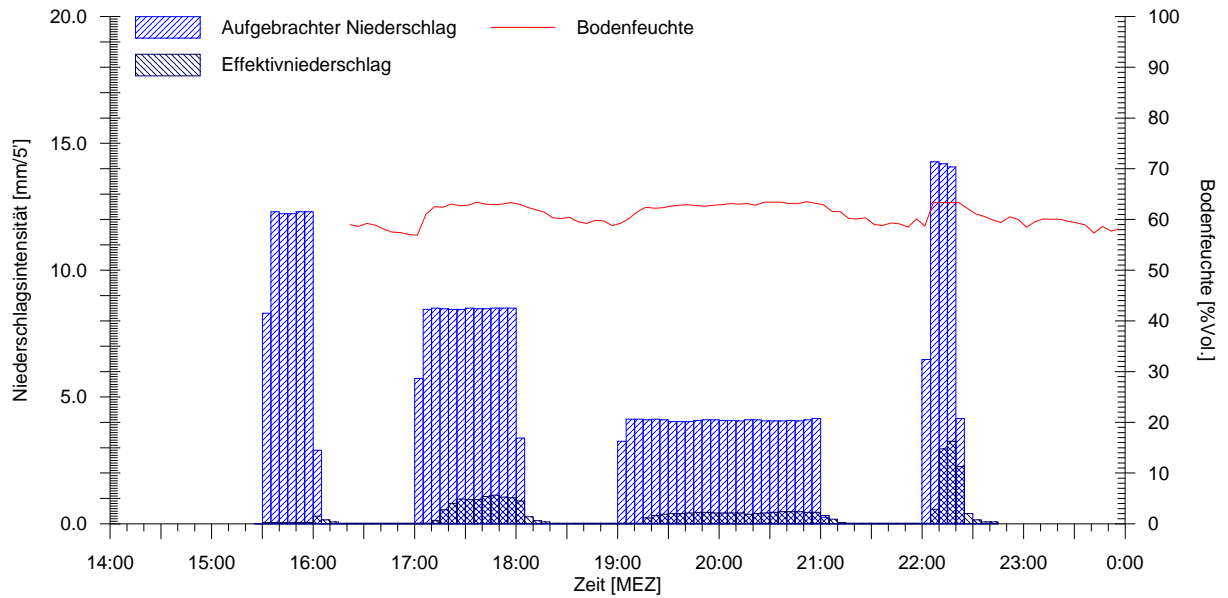


Versuchsfläche Mähwiese B5

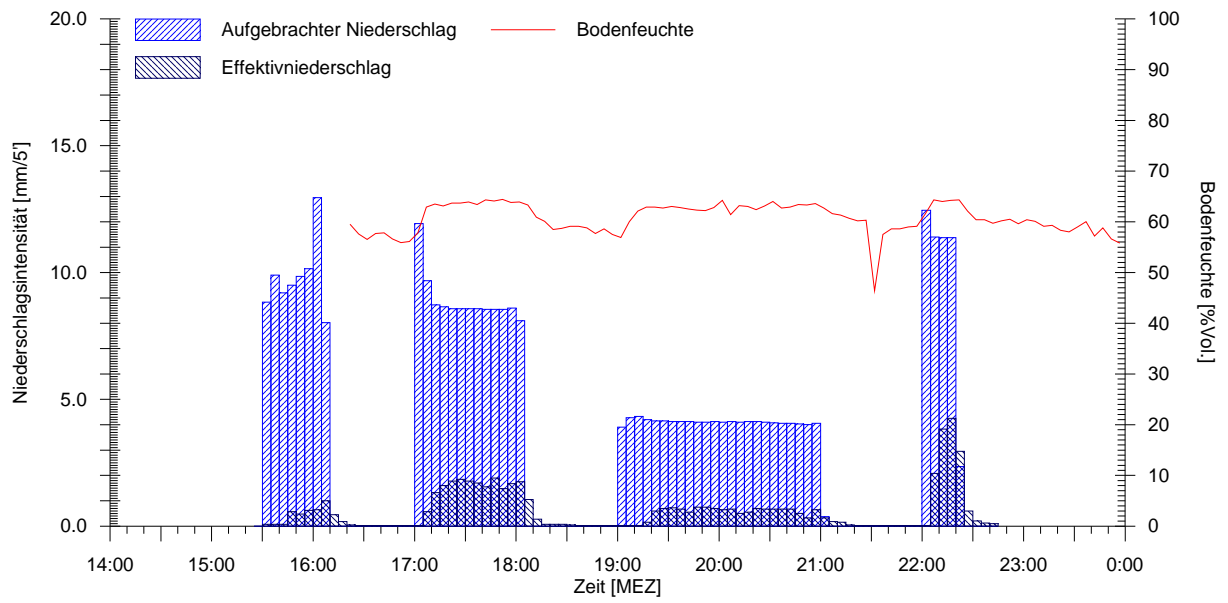


12.1.1.3 Versuchsfäche C

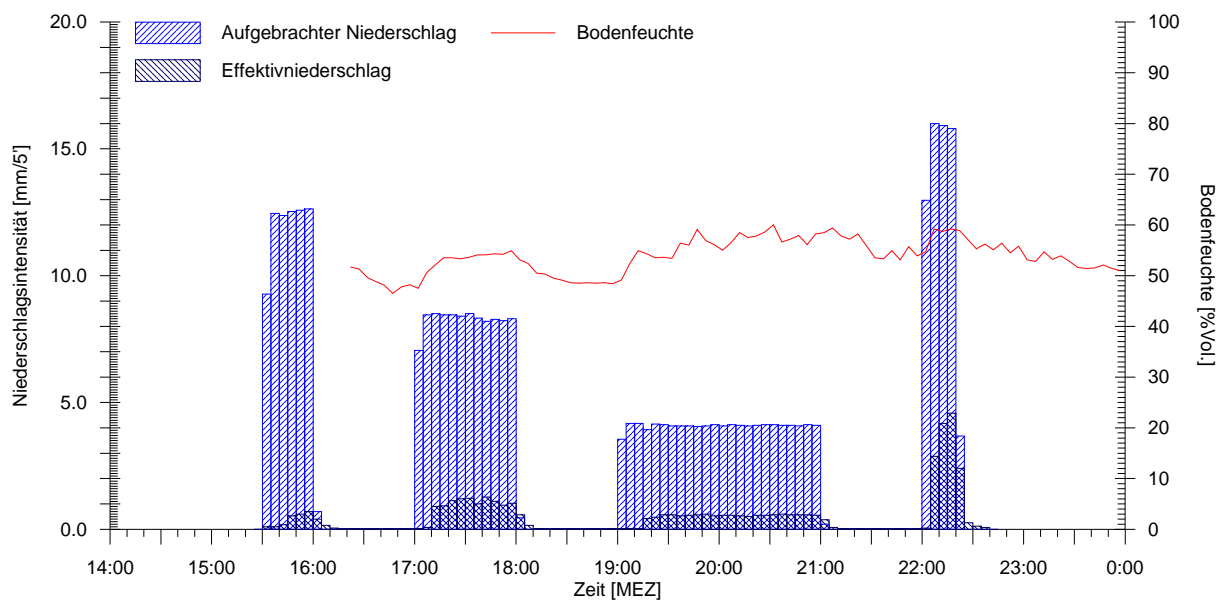
Versuchsfläche Mähwiese C1



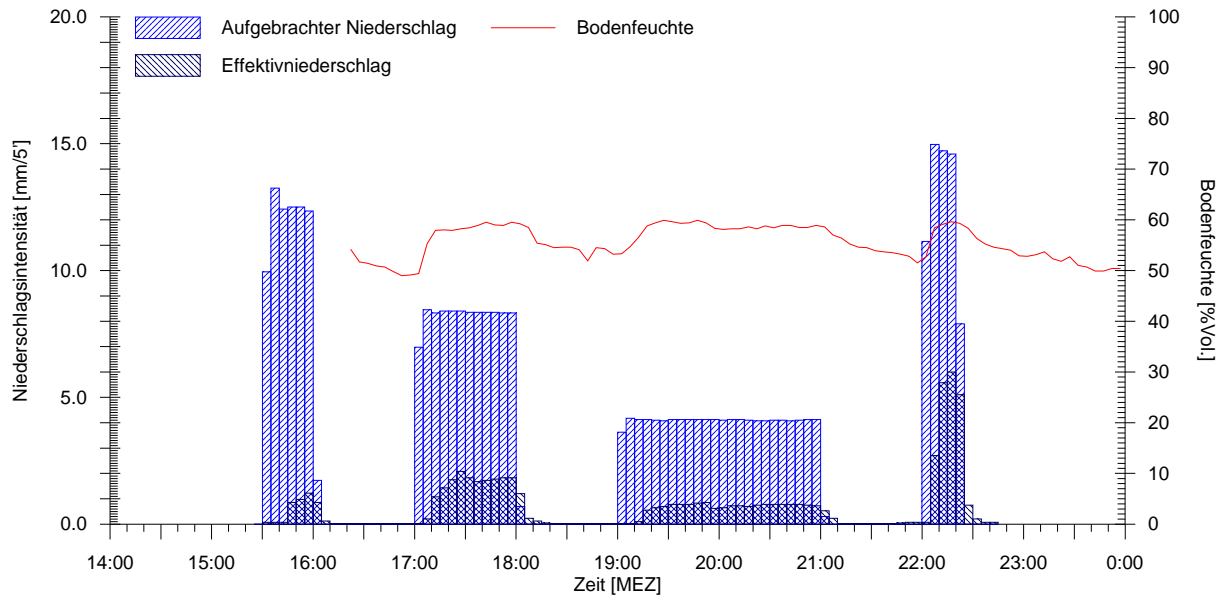
Versuchsfläche Mähwiese C2



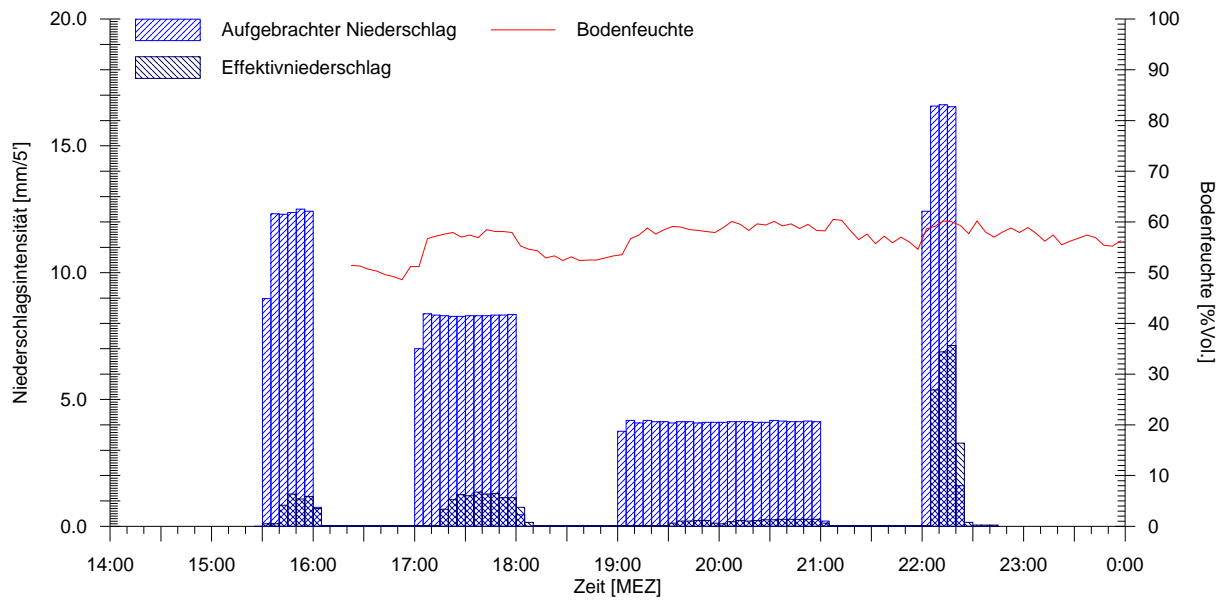
Versuchsfläche Mähwiese C3



Versuchsfläche Mähwiese C4



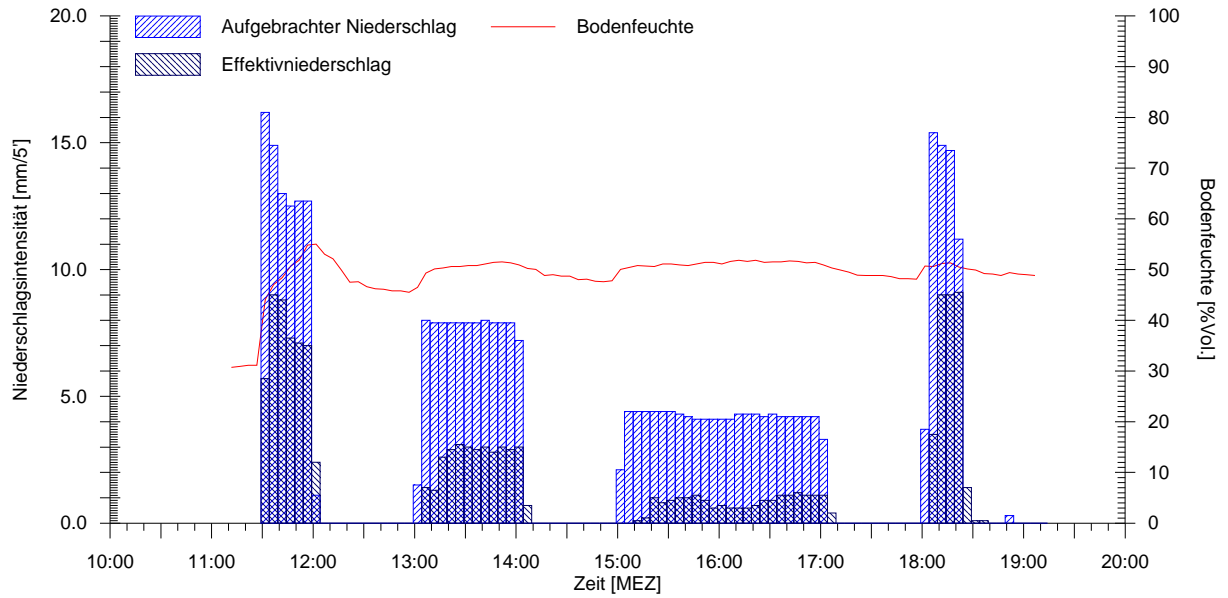
Versuchsfläche Mähwiese C5



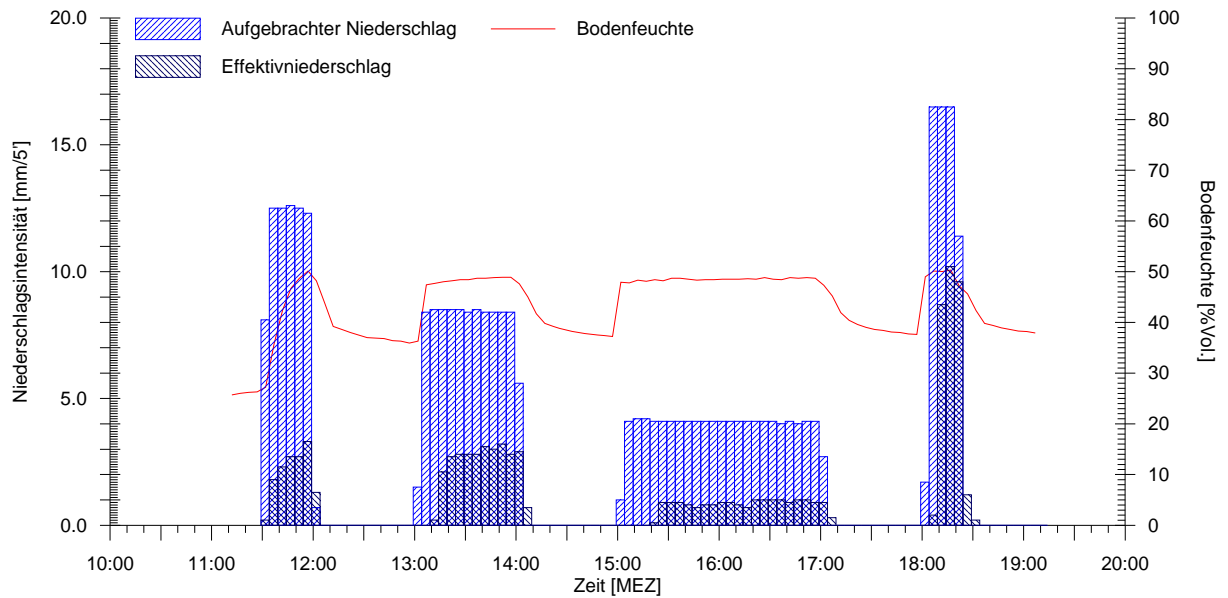
12.1.2 Versuchsflächen Schipiste

12.1.2.1 Versuchsfläche A

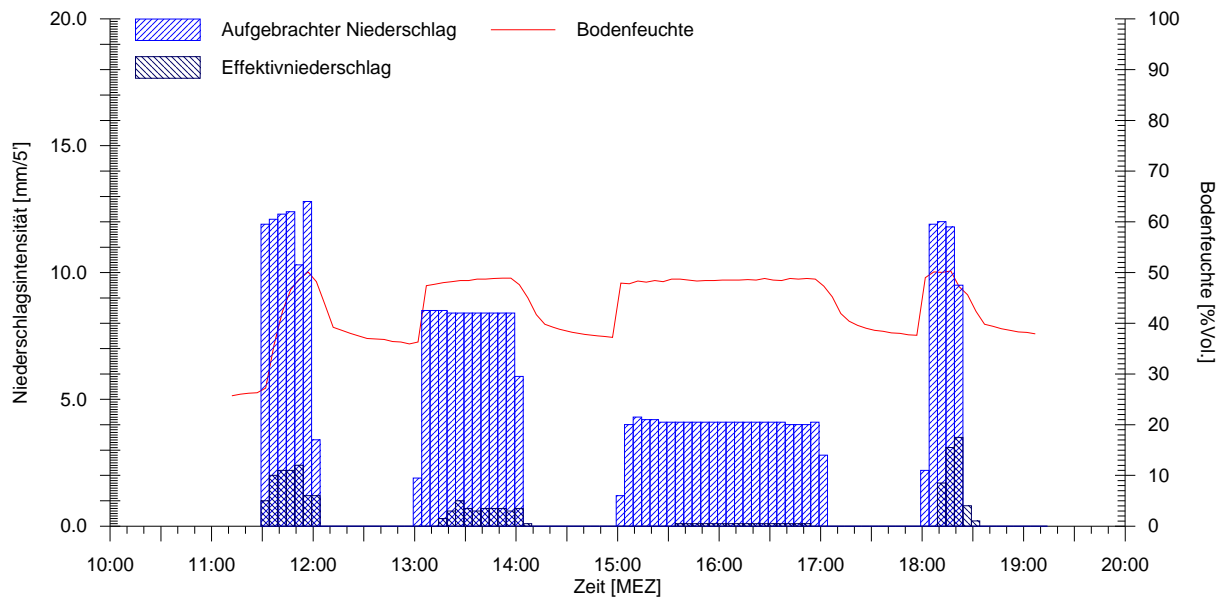
Versuchsfläche Piste A1



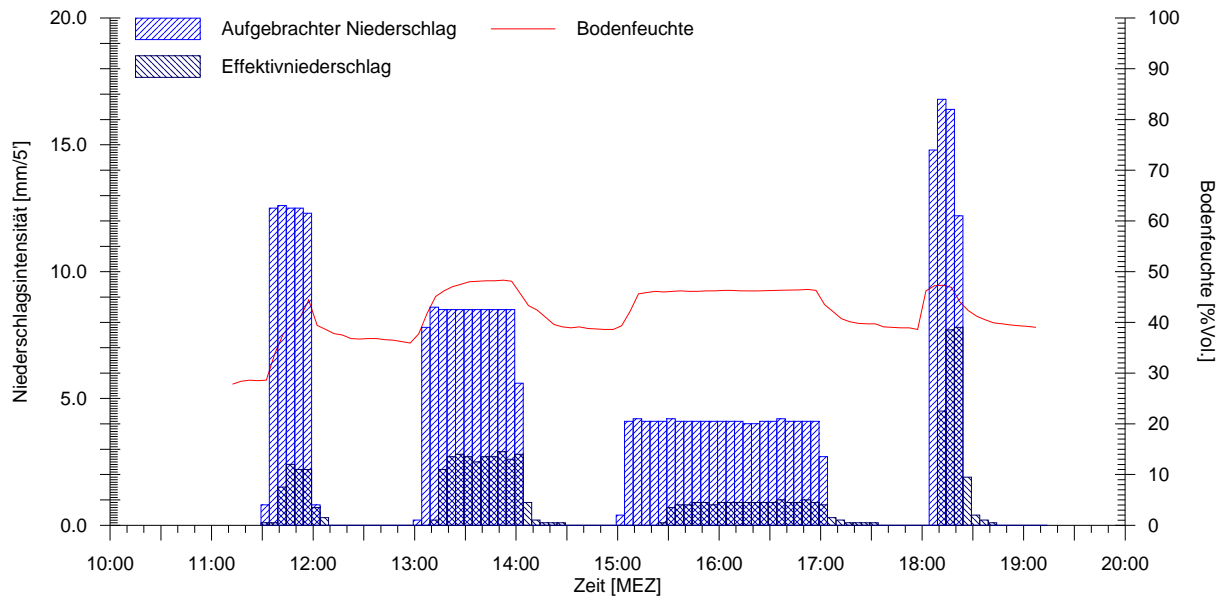
Versuchsfläche Piste A2



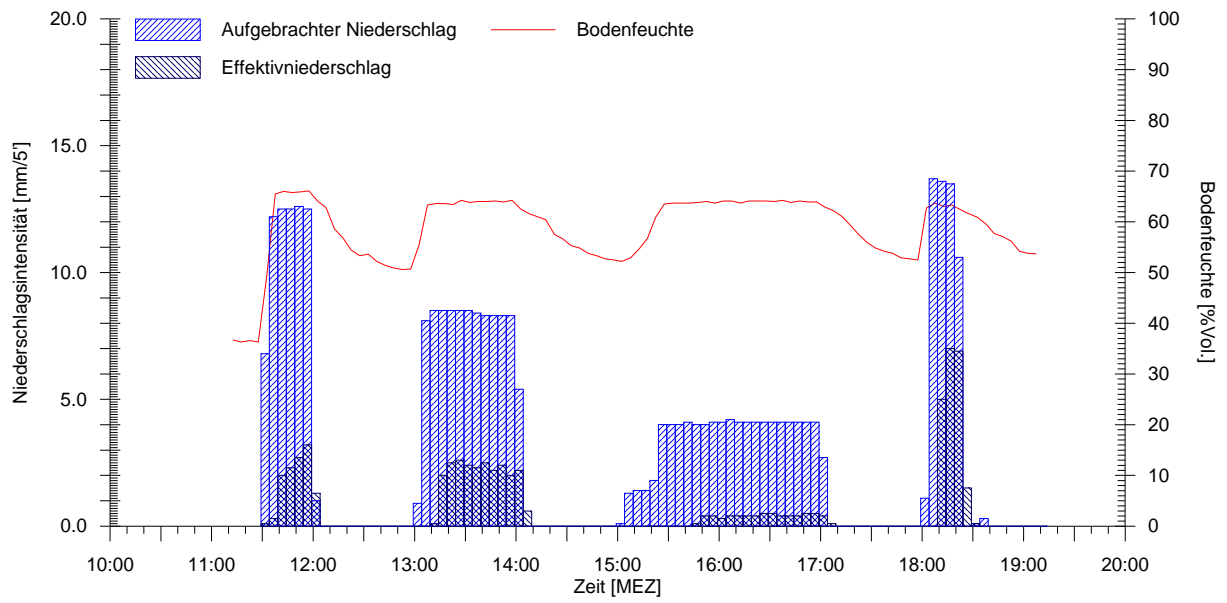
Versuchsfläche Piste A3



Versuchsfläche Piste A4

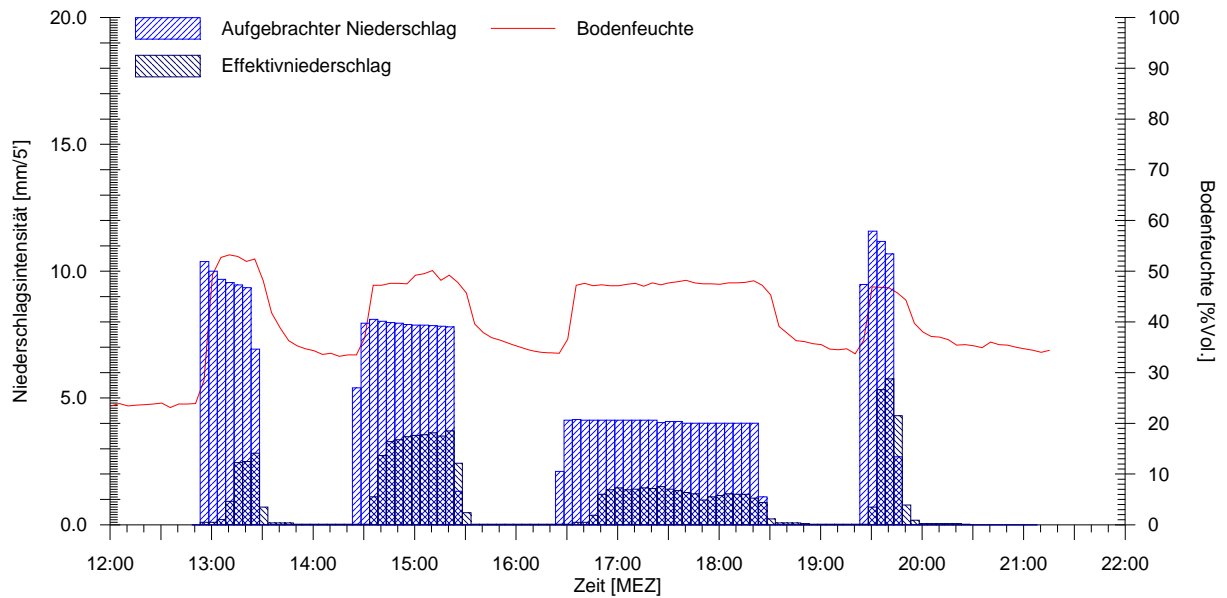


Versuchsfläche Piste A5

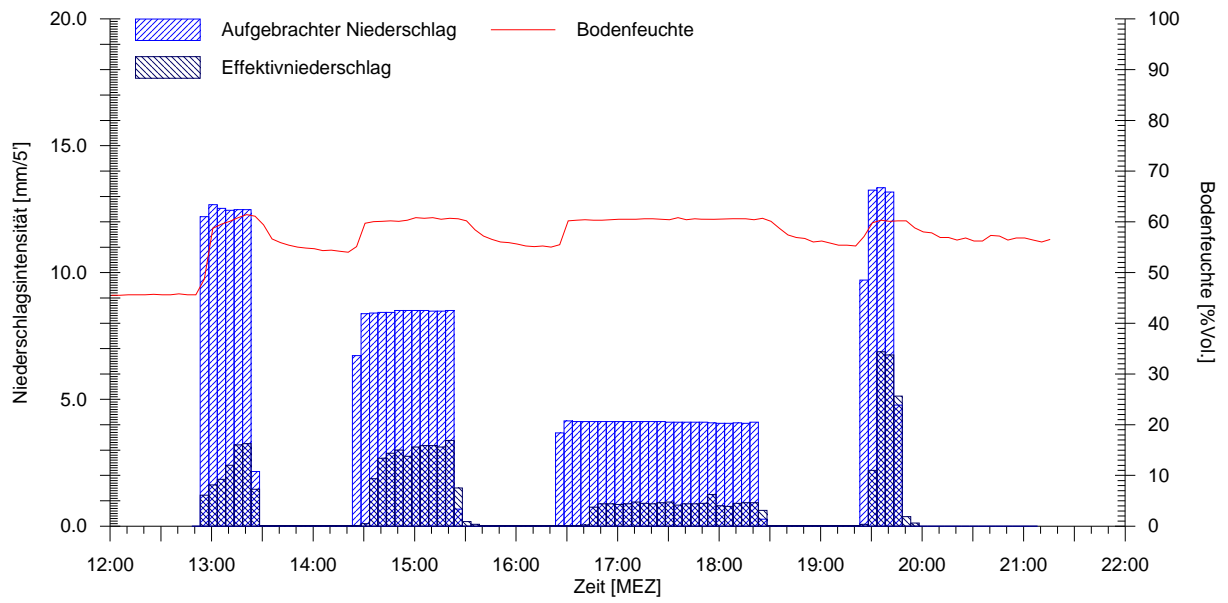


12.1.2.2 Versuchsfläche B

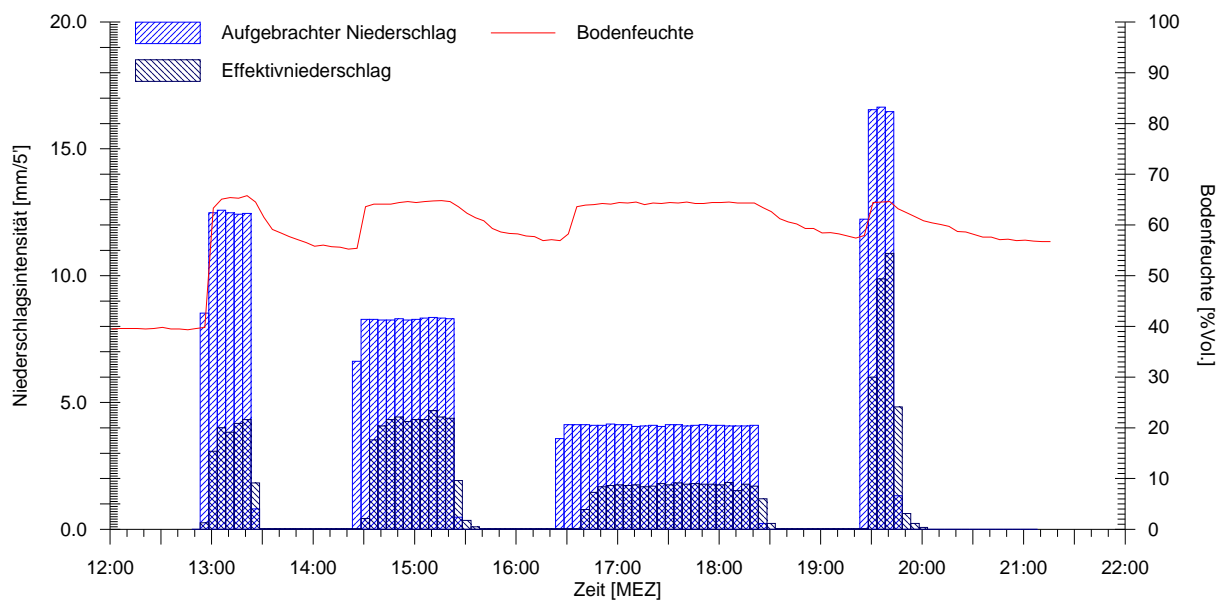
Versuchsfläche Piste B1



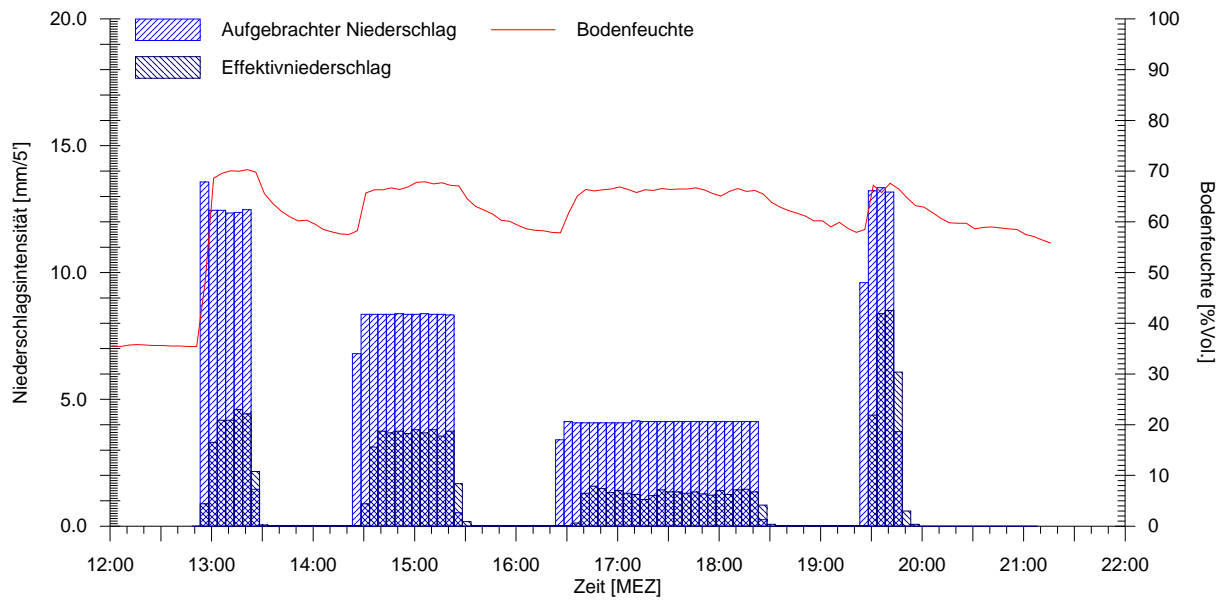
Versuchsfläche Piste B2



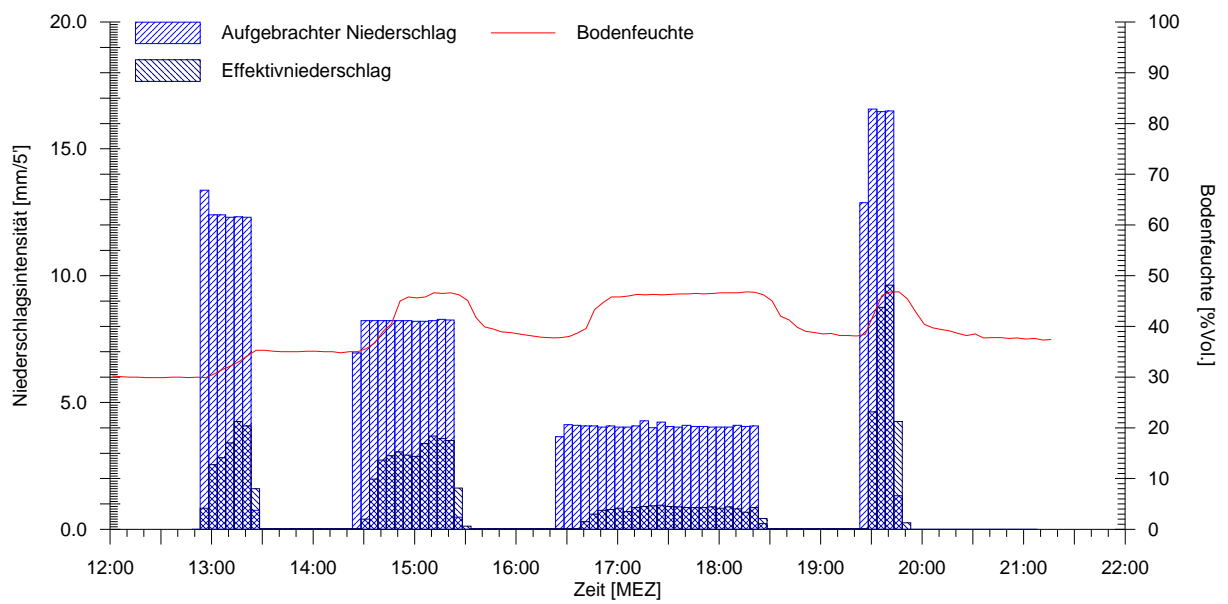
Versuchsfläche Piste B3



Versuchsfläche Piste B4

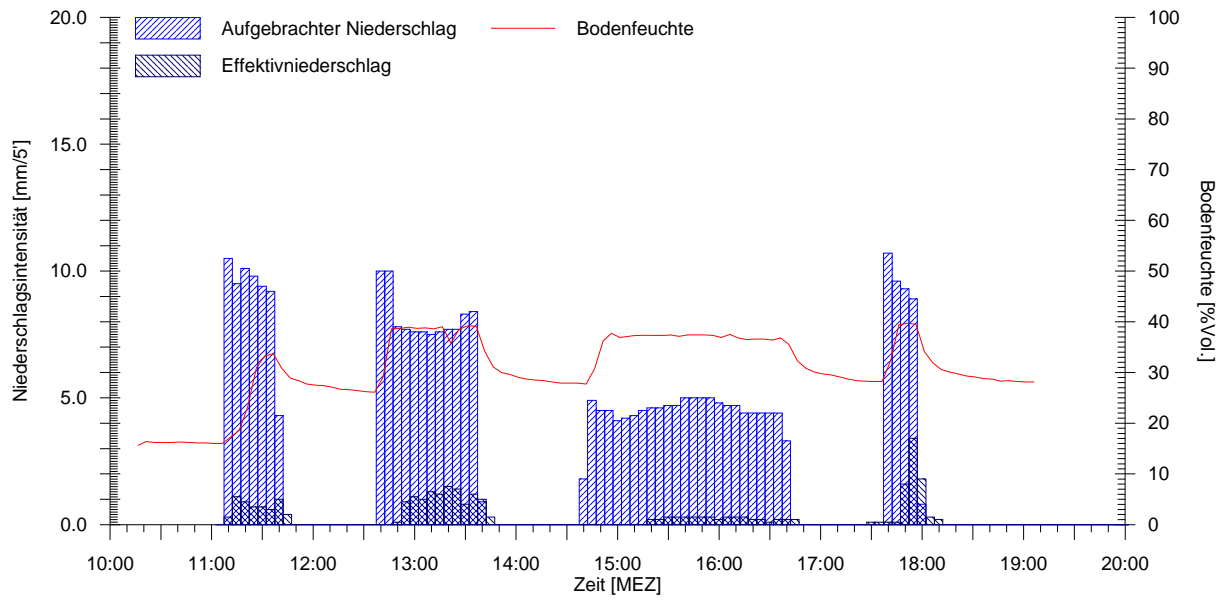


Versuchsfläche Piste B5

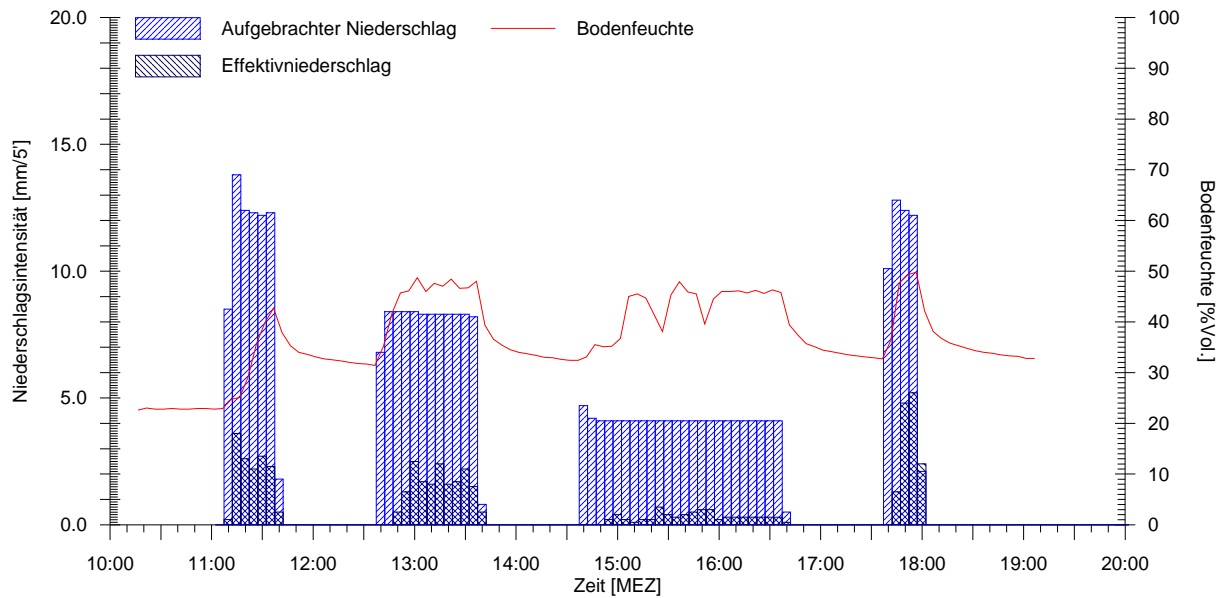


12.1.2.3 Versuchsfläche C

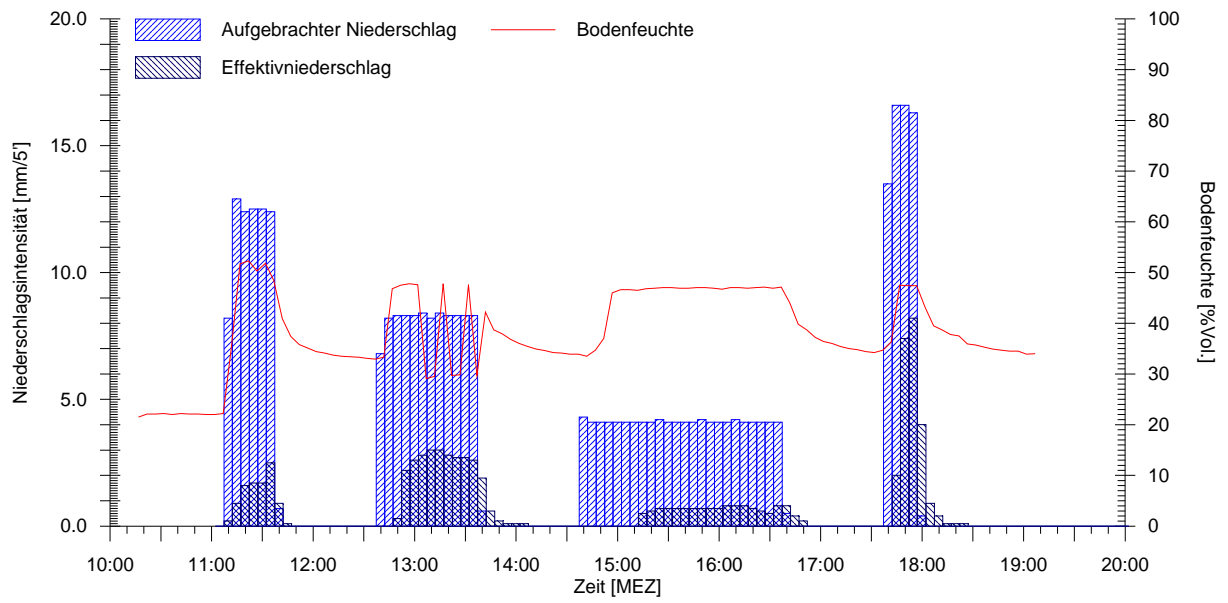
Versuchsfläche Piste C1



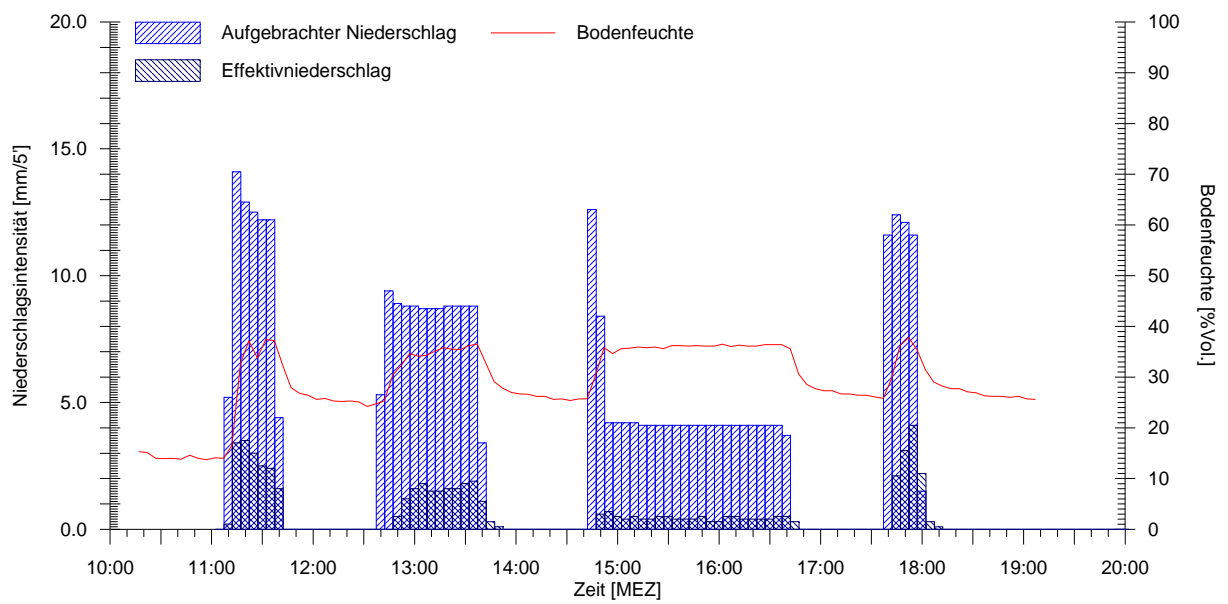
Versuchsfläche Piste C2



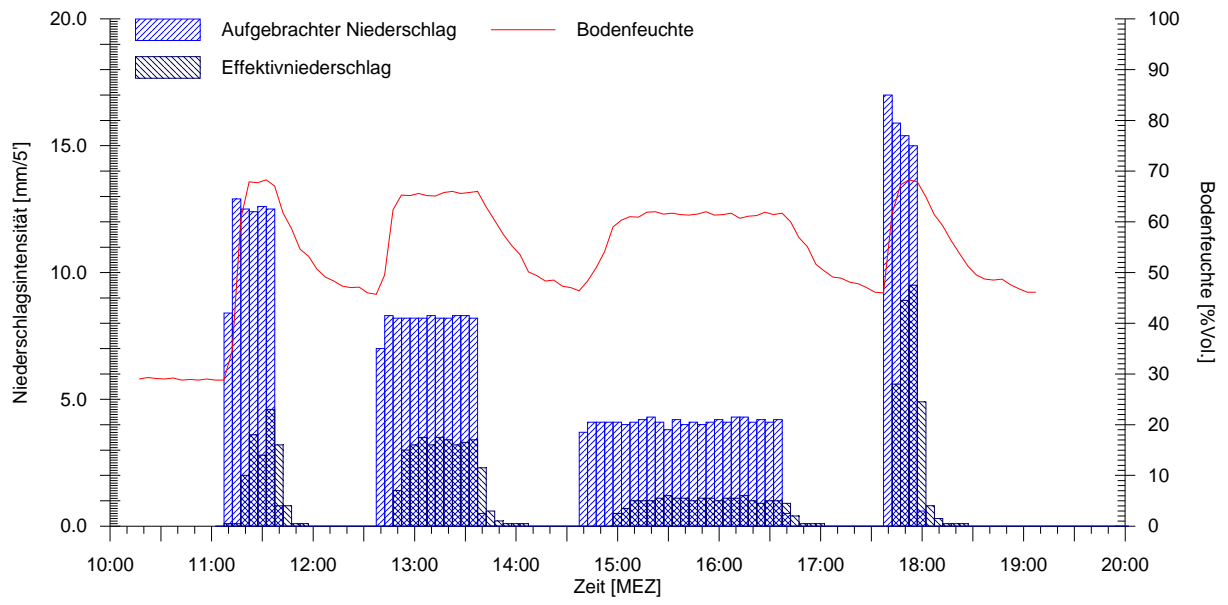
Versuchsfläche Piste C3



Versuchsfläche Piste C4



Versuchsfläche Piste C5



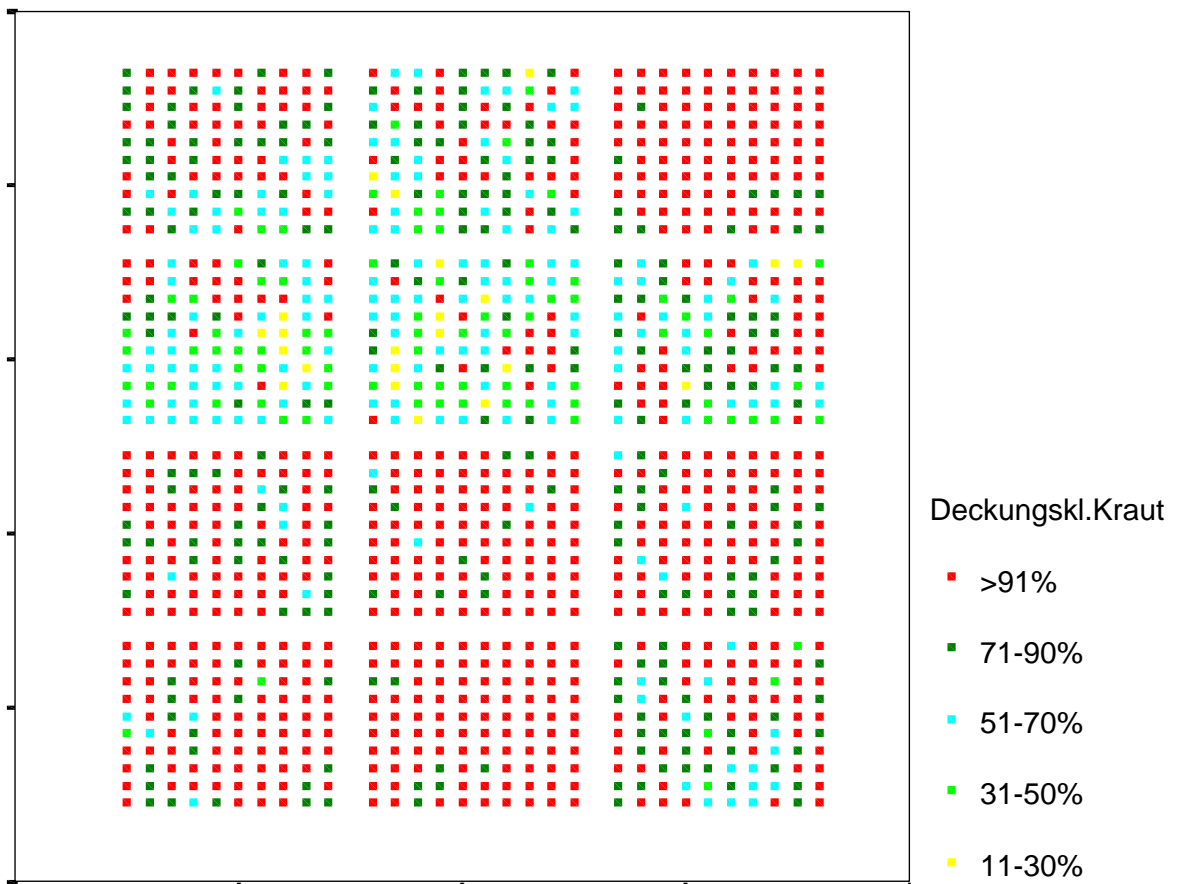
12.2 Deckungsklassen

Verteilung der Deckungsklassen der Kraut- und Moosschicht, sowie der Feuchtezahl-, Reaktionszahl- und Stickstoffzahlklassen auf den Probeflächen.

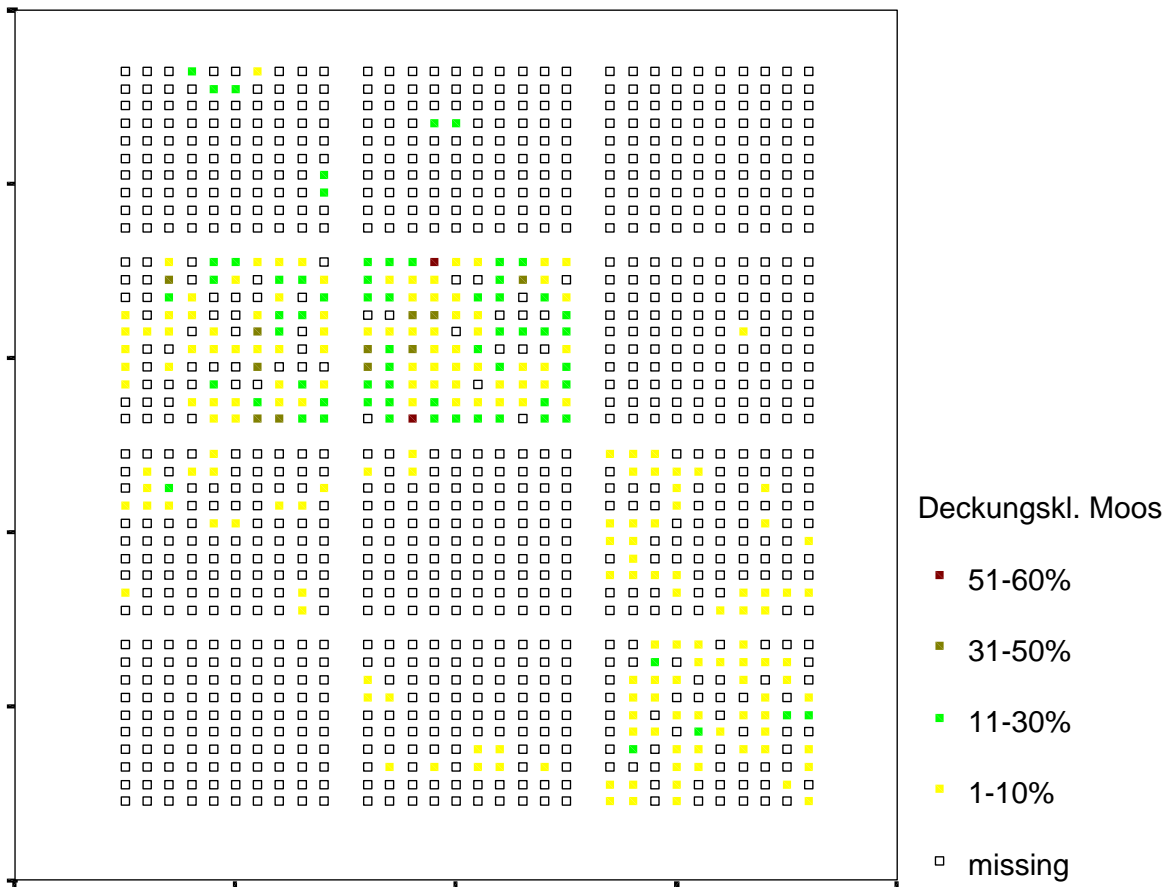
Die unteren sechs Felder sind die Dauerquadrate der Weidefläche, die oberen sechs Felder jene der Pistenfläche.

Die Anordnung der Probeflächen ist von unten, zeilenweise von links nach rechts: AI, AII, BI, BII, CI, CII, OI, OII, MI, MII, UI und UII.

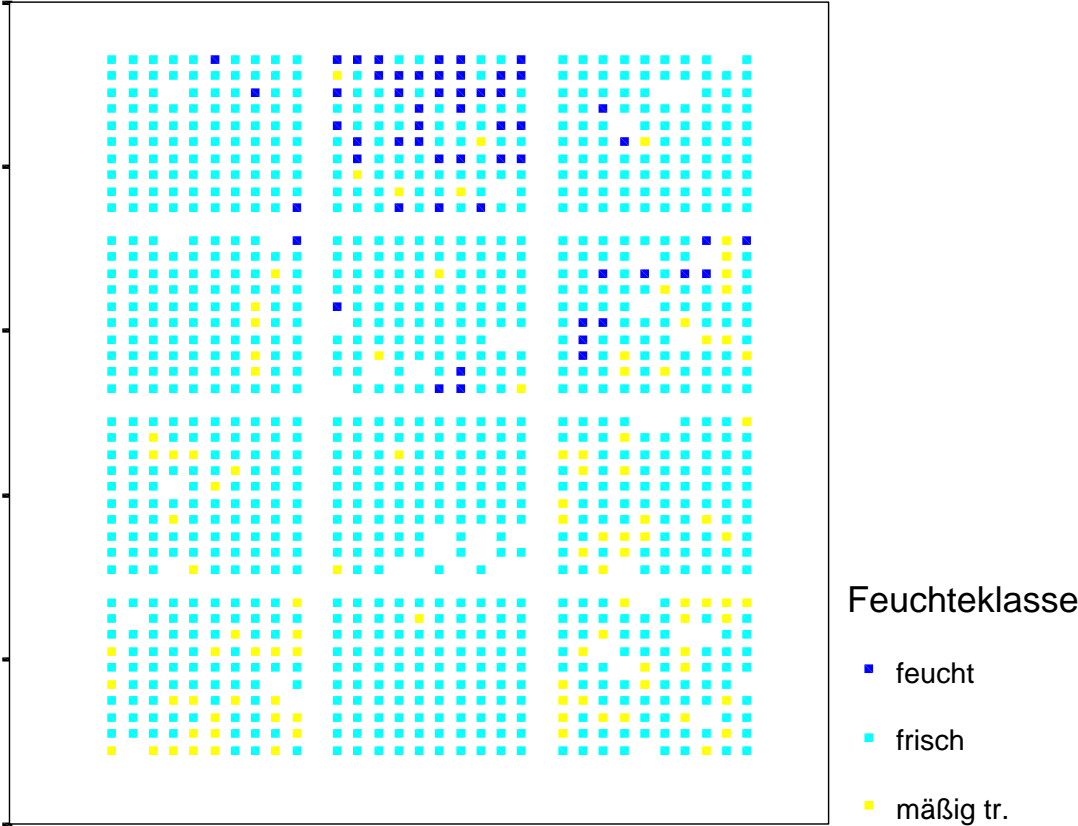
12.2.1 Deckungsklassen Krautschicht



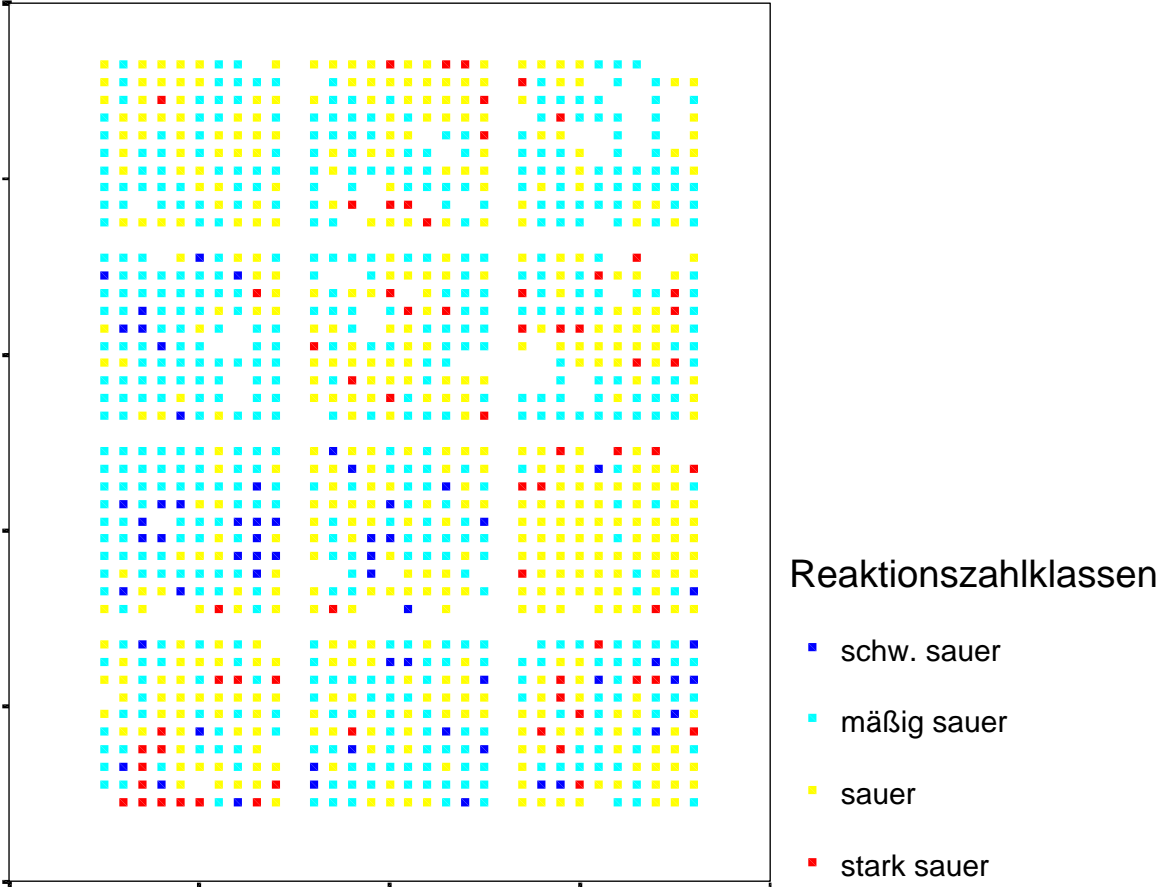
12.2.2 Deckungsklassen Mooschicht



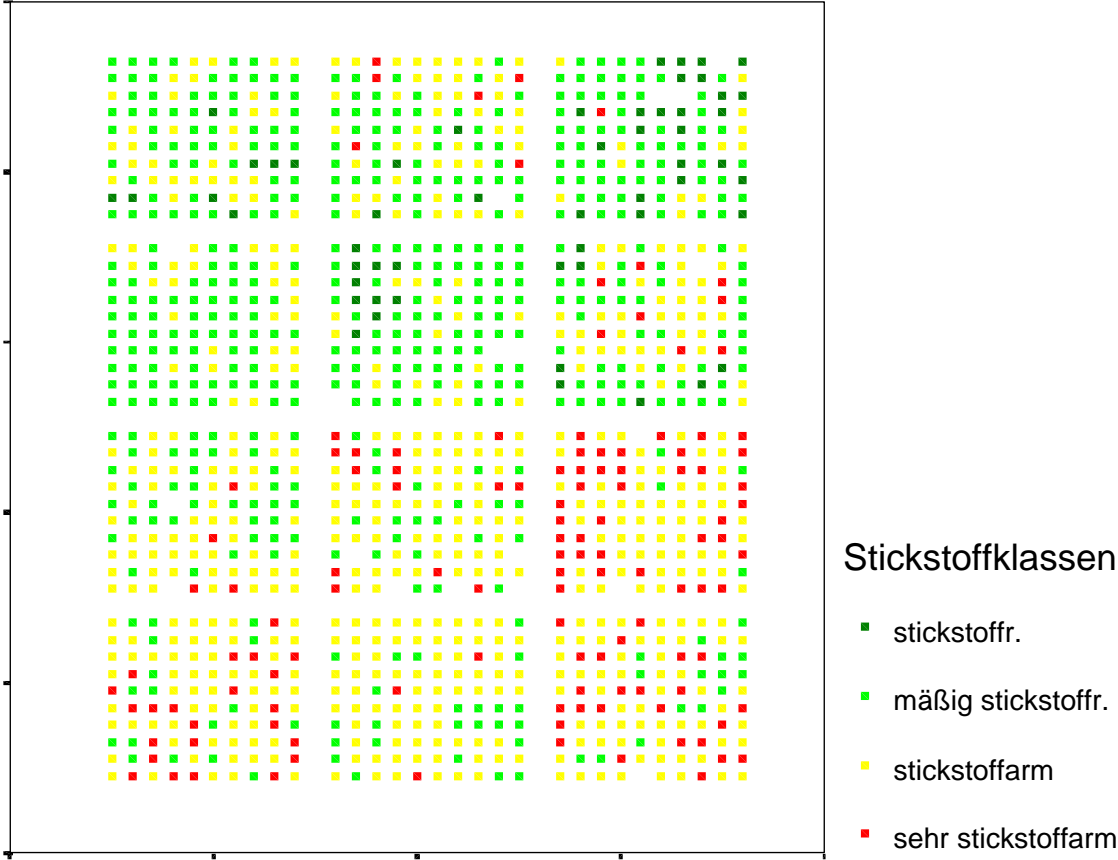
12.2.3 Verteilung der Feuchteklassen



12.2.4 Verteilung der Reaktionszahlklassen



12.2.5 Verteilung der Stickstoffklassen



12.3 Vegetationstabelle der Aufnahmen nach Braun-Blanquet

Eigneralm								Lärchkogelabfahrt							
Datum:		15.06.98	15.06.98	15.06.98	15.06.98	15.06.98	15.06.98	Datum:		11.07.98	12.07.98	12.07.98	12.07.98	12.07.98	12.07.98
Seehöhe (m):		1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	1.400	Seehöhe (m):		1.670	1.670	1.670	1.670	1.670	1.670
Exposition:		SW	SW	SW	SW	SW	SW	Exposition:		S	S	SSW	SSW	SW	SW
Neigung (%):		40	40	40	40	40	40	Neigung (%):		35	35	30	30	25	25
Fläche (m ²):		25	25	25	25	25	25	Fläche (m ²):		25	25	25	25	25	25
Artnamen	StetKI	WEIDEAII	WEIDEBI	WEIDECI	WEIDEBII	WEIDEAI	WEIDEIII	Artnamen	StetKI	PISTEOI	PISTEOII	PISTEMII	PISTEUJI	PISTEMMI	PISTEUII
Nardus stricta	V	3	3	3	3	3	3	Trifolium repens	V	3	2b	2b	2b	2a	2b
Carlina acaulis	V	2a	2a	2a	2a	2a	2a	Carex brunnescens	V	+	2a	2a	1	1	2m
Festuca nigrescens	V	2a	2b	2b	2b	2a	2b	Poa alpina	V	1	2a	4	2a	2a	2a
Agrostis tenuis	V	2m	2m	2m	2m	2m	1	Ranunculus acris	V	1	1	1	2a	1	2a
Alchemilla sp.	V	2a	2a	1	2a	2b	2a	Taraxacum agg.	V	2a	2a	+	2a	+	2a
Anthoxanthum odoratum	V	1	2m	2m	2m	2m	2m	Veronica alpina	V	1	1	+	+	+	+
Leontodon hispidus	V	2b	2a	2a	2a	2b	+	Alopecurus pratensis	V	1	1	2a	2a	.	3
Trifolium pratense	V	2b	2a	2b	2a	2b	2a	Dactylis glomerata	V	3	+	.	2a	+	1
Rhinanthus glacialis	V	2a	2a	2a	2a	2a	2a	Poa trivialis	V	1	1	1	1	.	1
Thymus pulegioides	V	1	1	1	2a	1	2a	Rumex acetosa	V	+	+	.	+	1	+
Veronica chamaedrys	V	1	1	1	1	1	1	Phleum bertolonii	III	2a	2b	2m	+	+	+
Potentilla erecta	V	1	1	1	1	1	1	Festuca nigrescens	IV	1	2b	2a	1	.	.
Ranunculus acris	V	1	1	1	1	1	1	Myosotis alpestris	IV	+	+	+	+	.	.
Rumex acetosa	V	1	1	1	1	1	1	Vaccinium myrtillus	IV	2a	2a	1	.	+	.
Viola canina	V	1	+	1	1	+	1	Avenella flexuosa	III	1	2a	2a	.	.	.
Linum catharticum	V	1	1	1	1	1	1	Cerastium holosteoides	III	1	1	.	.	+	.
Plantago lanceolata	V	1	1	1	1	2a	1	Leontodon hispidus	III	2a	+	+	.	.	.
Carex pilulifera	V	1	1	1	1	1	1	Sagina saginoides	II	2b	1	.	.	.	.
Hypericum maculatum	V	1	1	1	+	1	1	Epilobium nutans	II	+	1	.	.	.	.
Luzula multiflora	V	1	1	.	1	1	1	Trisetum flavescens	II	1	.	.	1	.	.
Briza media	V	1	+	1	+	1	1	Trifolium pratense	IV	.	+	+	+	.	+
Achillea mill.sudetica	V	1	+	+	+	1	+	Alchemilla sp.	IV	+	.	.	+	+	+
Campanula barbata	V	+	+	+	+	+	+	Deschampsia cespitosa	V	+	.	2a	+	4	3
Knautia arvensis	V	+	1	+	+	1	+	Poa supina	IV	.	.	1	1	1	1
Potentilla aurea	V	1	+	1	+	+	1	Juncus filiformis	II	.	.	2m	.	.	2m
Polygala alpestris	V	1	+	+	1	+	.	Leucanthemum gaudinii	III	.	.	.	+	+	+
Trifolium repens	V	1	2a	1	2a	1	.	Lotus corniculatus	III	.	.	.	1	+	+
Cerastium holosteoides	V	1	1	1	1	1	.	Plantago major	III	.	.	.	+	+	+
Leucanthemum gaudinii	V	1	1	1	1	1	.	Ranunculus repens	III	.	.	.	2a	1	2a
Lathyrus pratensis	V	+	+	+	+	+	.	Veronica serpyllifolia	III	.	1	.	+	.	1
Lotus corniculatus	V	1	+	.	1	1	+	Calamagrostis villosa	II	.	+	.	1	.	.
Trifolium alpestre	IV	+	+	.	1	+	.	Rumex acetosella	II	.	.	1	.	+	.
Vicia cracca	IV	+	+	.	+	1	.	Trifolium alpestre	II	.	.	.	+	+	.
Vicia sepium	IV	+	r	+	.	+	.	Athyrium distentifolium	I	.	.	.	.	+	.
Luzula luzuloides	V	.	1	1	+	+	+	Carex leporina	I	.	.	.	.	.	1
Myosotis alpestris	V	+	+	+	+	.	+	Petasites albus	I	.	.	.	.	.	+
Avenella flexuosa	IV	.	.	1	+	+	+	Senecio nemorensis	II	.	+	.	.	.	+
Stellaria graminea	IV	.	1	1	1	1	.	Anthoxanthum odoratum	I	+	.	.	.	.	.
Avenochloa versicolor	III	1	.	+	.	.	1	Carlina acaulis	I	+	.	.	.	.	.
Crepis conyzifolia	III	.	+	.	+	.	+	Gnaphalium norvegicum	I	+	.	.	.	.	.

