



BFW-BERICHTE 129/2003

Bundesamt und Forschungszentrum für Wald

**Wildbacheinzugsgebiet
Schmittenbach (Salzburg)
Analyse des Niederschlags- und
Abflussgeschehens 1977-1998**

*Torrential Watershed of
Schmittenbach (Salzburg)
Analysis of Precipitation and Runoff
1977-1998*

K. HAGEN

FDK 111.83:116.21:116.24:(436)



BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT
UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT

Das Lebensministerium

Titeländerung:

FBVA-Berichte (Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien) wird fortgesetzt als BFW-Berichte (Schriftenreihe des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald)

Der neue Serientitel wird mit der Nummer 127/2002 fortgesetzt. Die Titeländerung erfolgt aufgrund der Namensänderung der Institution mit dem 1. Juni 2002

Change of title:

FBVA-Berichte (Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien) is continued as: BFW-Berichte (Schriftenreihe des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald).

The new title is therefore issued with number 127/2002 and is the consequence of the change of name of the organization as of June 1st 2002

Empfohlene Zitierung:

Wildbacheinzugsgebiet Schmittbach (Salzburg) - Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens 1977-1998 / K. Hagen / BFW-Berichte; Schriftenreihe des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald, Wien, 2003, Nr. 129, 101 S.

ISSN 1013-0713

Copyright 2003 by

Bundesamt und Forschungszentrum für Wald

Für den Inhalt verantwortlich :

Dienststellenleiter Dipl.-Ing. Dr. Harald Mauser

Herstellung und Druck :

Bundesamt und Forschungszentrum für Wald

Seckendorff-Gudent Weg 8

A-1131 Wien

URL: <http://fbva.forvie.ac.at>

Bestellungen und Tauschverkehr :

Bundesamt und Forschungszentrum für Wald

Bibliothek

Seckendorff-Gudent Weg 8

A-1131 Wien

Tel. + 43-1-878 38 1216

Fax. + 43-1-878 38 1250

E-mail: gudrun.schmidberger@bfw.gv.at

Online Bestellungen: http://fbva.forvie.ac.at/db/bibliothek_publicationen.bestellung

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet

Inhaltsverzeichnis

Abstract.....	5
Kurzfassung	5
Einleitung.....	5
1. Beschreibung des Einzugsgebietes.....	6
1.1 Topografie und Morphologie.....	6
1.2 Geologie	7
1.3 Vegetation.....	9
1.4 Geschichte, Verbauungsgeschichte und Gefahrenzonenplan	10
1.5 Klima	13
1.6 Klimaänderung	14
1.6.1 Temperatur	14
1.6.2 Niederschlag.....	15
2. Methodik	15
2.1 Niederschläge	15
2.2 Abfluss	16
3. Ergebnisse	17
3.1 Niederschläge	17
3.1.1 Jahresniederschläge	17
3.1.2 Monatsniederschläge.....	19
3.1.3 Tagesniederschläge	22
3.1.4 Niederschlagsintensitäten kurzer Zeiträume	27
3.1.5 Höhenabhängigkeit der Niederschläge	31
3.2 Abflussmessungen	31
3.2.1 Jahresabflüsse.....	31
3.2.2 Monatsabflüsse	33
3.2.3 Tagesabflüsse.....	34
3.2.4 Maximale Spitzenabflüsse – Vergleich mit Rechenmodellen	36
3.2.4.1 Bemessungsereignis auf Basis der Abflussmesswerte	36
3.2.4.2 Formeln.....	37
3.2.4.3 Modelle	39
3.2.4.4 Diskussion der Formel- und Modellierungsansätze	40
3.2.4.5 Maxima im Beobachtungszeitraum	41
3.2.4.6 Trends der Spitzendurchflüsse	42
3.2.5 Resümee	43
4. Zusammenfassung	43
5. Summary.....	45
Danksagung	46
Literaturverzeichnis.....	46
Abkürzungsverzeichnis.....	48

Anhang A	
Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach.....	49
Anhang B	
Monats- und Jahresmaxima der Tagesniederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach.....	53
Anhang C	
Häufigkeiten der Tagesniederschläge der Messstellen Schmittenhöhe, Sonnalm und Breitengraben	57
Anhang D	
Niederschlagsfrequenzdiagramm für verschiedene Dauerstufen Messstelle Sonnalm	75
Anhang E	
Monatssummen der Abflussfracht Messstelle Schmittenbach	81
Anhang F	
Pegelganglinien der Abflussmessstelle Schmittenbach	83
Anhang G	
Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten im Einzugsgebiet Schmittenbach.....	91
Anhang H	
Mittel- und Extremwerte der Tagesmittelwerte der Durchflüsse Messwehr Schmittenbach.....	99

Wildbacheinzugsgebiet Schmittenbach (Salzburg)

Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens 1977-1998

K. HAGEN

Institut für Lawinen- und Wildbachforschung, Bundesamt und Forschungszentrum für Wald, Wien

Kurzfassung. Bei der Planung von aktiven und passiven Schutzmaßnahmen im Bereich der Wildbachverbauung ist eine möglichst genaue Kenntnis der jeweiligen Niederschlags- und Abflussverhältnisse wichtig. In der vorliegenden Publikation werden die Ergebnisse langjähriger Niederschlags- und Abflussmessungen im Einzugsgebiet des seit alters her durch verheerende Schadensereignisse bekannten Schmittenbaches (Salzburg) dargestellt. Die Messergebnisse werden darüber hinaus mit, in der Wildbachpraxis gebräuchlichen, Hochwasserberechnungsformeln und Prognoseverfahren verglichen. Weitere relevante Informationen von der Schadens- und Verbauungsgeschichte bis hin zur Waldflächenentwicklung im Einzugsgebiet werden bereitgestellt. Im Anhang ist umfangreiches Datenmaterial angeführt.

Schlüsselworte: Hydrologie, Wildbacheinzugsgebiet, Starkniederschlag, Abfluss, Klimaänderung, Schutzwald

Abstract. [Torrential Watershed of Schmittenbach (Salzburg) - Analysis of Precipitation and Runoff 1977-1998.] The planning of protection measures in torrent control requires detailed knowledge of precipitation and runoff conditions. The present publication illustrates the results of long-term measurements of precipitation and runoff patterns in the catchment of Schmittenbach (Salzburg) a torrent which is known for its devastating power since immemorial times. These results are being compared with high-water calculation formulae and forecasting methods usually applied in the field of torrent control. More relevant information ranging from history of disaster events and torrent control measures to the development of forest areas is offered. Comprehensive data sets are provided in the appendix.

Keywords : Hydrology, torrential catchment, heavy precipitation, runoff, climatic change, protection forest

Einleitung

Im Rahmen des Projektes „Hydrologie und Hochwasserbestimmung von Wildbacheinzugsgebieten“ führt das Institut für Lawinen- und Wildbachforschung des Bundesamtes und Forschungszentrums für Wald (BFW) seit 1977 Untersuchungen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches durch. Zielsetzung dieses Projektes ist es, das Niederschlags- und Abflussgeschehen in diesem Einzugsgebiet unter sparsamen Einsatz von Ressourcen möglichst genau zu dokumentieren.

Der Schmittenbach ist ein erfolgreiches Beispiel flächenwirtschaftlicher Maßnahmen im Bereich der Wildbachverbauung. Die weitgehende Entwaldung seines Einzugsgebietes führte in den vergangenen Jahrhunderten zu katastrophalen Schadensereignissen, welche ganze Ortsteile von Zell am See verwüsteten. Durch die Wiederbewaldung großer Flächen des damals durch menschliche Einflussnahme weitgehend entwaldeten Einzugsgebietes (in Verbindung mit tech-

nischen und biologischen Maßnahmen) konnten die Schadereignisse in Anzahl und Ausmaß ganz wesentlich reduziert werden. Umso genauer muss nach diesen Erfahrungen die Rücknahme von Waldflächen z.B. für die Anlage neuer Schipisten hinsichtlich ihrer Auswirkung auf das Abflussverhalten beobachtet werden, um die kritische Grenze nicht erneut zu überschreiten. Dieses Spannungsfeld zwischen den gegenläufigen Interessen von Forstwirtschaft bzw. Wildbach- und Lawinenverbauung auf der einen Seite und den Schigebietsbetreibern bzw. der Tourismusindustrie auf der anderen Seite sowie die erwiesenermaßen hohe Schutzwirksamkeit des Waldes in diesem Bereich führten schließlich zur Auswahl des Schmittenbaches als Untersuchungsgebiet.

Der Gesamtkonzeption der Publikation entspricht es wie auch in vorangegangenen Arbeiten, bisher weitgehend unveröffentlichte Daten von Messstationen des BFW in Form eines kommentierten Nachschlagewerkes sowohl für den Forsttechnischen Dienst als auch für wissenschaftliche Projekte bereitzustellen.

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

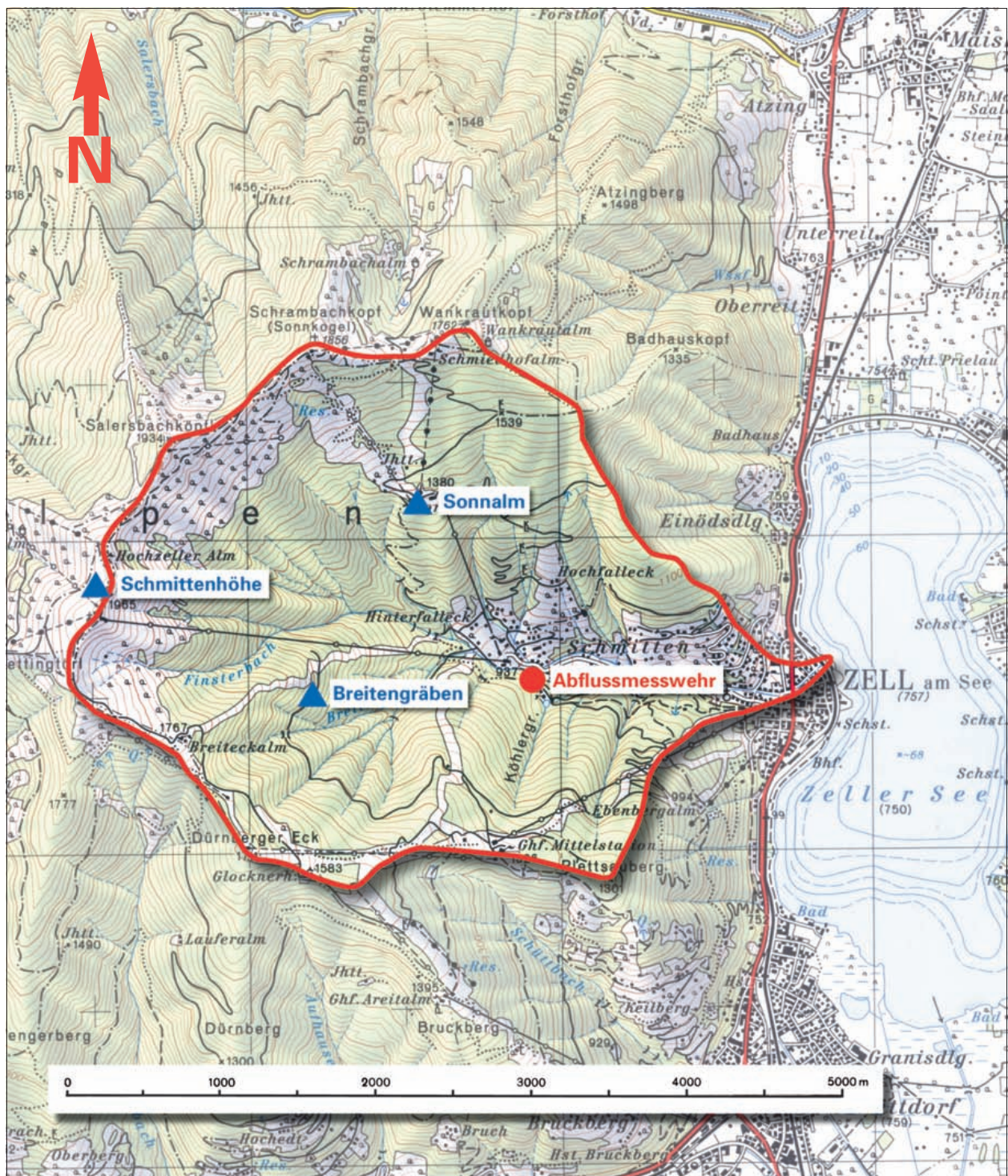
1.1 Topografie und Morphologie

Das Einzugsgebiet des Schmittenbaches liegt in Salzburg, westlich des Zeller Sees und umfasst den ganzen Ostabfall der Schmittenhöhe. Dieser ist

insgesamt mäßig steil und von zahlreichen tiefen, feilenförmigen Gräben durchzogen, deren Einhänge z.T. sehr steil sind. Der Schmittenbach selbst entwässert ein rund 10 km² großes Einzugsgebiet (Abbildung 1).

Die größte Längserstreckung des Einzugsgebietes beträgt 4,8 km und reicht von dem im Osten gelegenen Mündungsbereich des Schmittenbaches in

Abbildung 1: Lage des Einzugsgebietes Schmittenbach und der Messstellen



den Zeller See (direkt in Zell am See, Seehöhe: 757 m) bis zum Gipfelkamm der Schmittenhöhe (höchster Punkt 1965 m) am westlichen Rand des Einzugsgebietes. Seine Form ist aufgrund seiner mittleren Breite (2,1 km) als gedrunzen zu bezeichnen.

Der östlichste Punkt der Einzugsgebietsgrenze liegt am Ufer des Zeller Sees (Vorfluter) in der Gemeinde Zell am See. Von dort verläuft die Grenze bogenförmig über den Schwemmkegel, um hinter der Kirche in südliche Richtung zum Plettsaueberg (1301 m) abzuschwenken. Weiter folgt sie dem Gipfelgrat zunächst Richtung Westen und ab dem Glocknerhaus (1583 m) Richtung Nordwest. Ab dem Kettingtörl (von der Mündung am weitesten entfernter Punkt) beschreibt sie über die Schmittenhöhe (1965 m), Salersbachköpfl (1934 m) und Sonnkogel (1856 m) bis zum Wankrautkopf (1762) einen Halbbogen in nordöstliche Richtung. Schließlich wendet sich der Grenzverlauf nach Südosten um im Schwemmkegelbereich in einem Schwenk nach Osten wieder den Ausgangspunkt zu erreichen.

Wichtige Seitenbäche im Einzugsgebiet sind gemäß Gefahrenzonenplan 1976:

- Finsterbach (41 %); oben eine tiefgründige Blaike, linksufrig alter Rutschhang (in ÖK 123 falsch bezeichnet!)
- Griesbach Nord (48 %); zahlreiche kleine Uferanrisse, Lawinengang
- Griesbach Mitte (38 %); steile, feilenförmige Grabeneinhänge
- Griesbach Süd (24 %); rechtsufrig große, tiefgründige Blaike, linksufrig steile Grabeneinhänge, in Flachstrecken Geschiebedeponien
- Breitenbach (35 %); steile, feilenförmige Grabeneinhänge, rechtsufrig tiefgründige Blaike – Talverfüllung, Seitengräben, zahlreiche kleine Blaikten. Im Unterlauf größere Geschiebedeponien
- Köhlergraben (31 %); steile, feilenförmige Einhängen, im Unterlauf Schotterterrasse
- Pfaffenbach (38 %); steile, feilenförmige Einhängen
- Hochfalleckgraben (35 %); steile, feilenförmige, seichtgründige Einhängen
- Au oder Steingraben (41 %); steile, feilenförmige, seichtgründige Einhängen

Die Bachsohle stößt großteils auf anstehenden Fels (die angegebene Neigung ist als durchschnittliches Gefälle zu verstehen). Alle genannten Bäche, insbesondere der Griesbach, fächern sich im Quellgebiet in mehrere Zubringer auf. Im gesamten Einzugsgebiet finden sich entlang der z.T. sehr steilen Graben-

einhängen zahlreiche kleine Blaikten – drei größere, tiefgründige liegen im Finsterbach, Griesbach-Süd und dem Breitenbach.

Der Mündungsbereich des Finsterbaches in den Griesbach liegt in 960 m Seehöhe und bildet den eigentlichen Beginn des Schmittenbaches. Dieser hat ein Durchschnittsgefälle von ca. 8 %. Er mündet unter Ausbildung eines mächtigen, verhältnismäßig flachen Schwemmkegels, auf welchem die Ortschaft Zell am See liegt, in 757 m in den Zeller See. Die Flachstrecken (zwischen 900 m und 840 m) sind mit beträchtlichen Geschiebemengen aufgefüllt. Es befindet sich hier der alte Schwemmkegel des Schmittenbaches – der Wasserspiegel des Zeller Sees war früher höher. Bei Ausbruch des Schmittenbaches, was vor allem bei den zahlreichen Brücken (z.B. bei der Kaltenbrunnbrücke, Ereignis 1966) und im Bereich der Einmündung von Seitengräben möglich ist, muss in diesem Bereich mit erheblicher Tiefenerosion gerechnet werden.

1.2 Geologie

Die geologische Beschreibung des Gebietes erfolgte nach H. GOTTSCHLING 2001.

Das Einzugsgebiet des Schmittenbaches liegt in der Grauwackenzone, die aus dem Paläozoikum (ca. 500 Mio. Jahre alt) stammt. Sie gehört der Liegendserie der nördlichen Kalkalpen an (MOSTLER 1968, 1970). Diese werden zur oberostalpinen Deckeneinheit gerechnet. Im Süden (entlang des Salzachtales) grenzt die stark mylonitisierte Grauwackenzone an die Schieferhülle des Tauernfensters. Der Abschnitt der Grauwackenzone, in dem der Schmittenbach liegt, wird zur Jochbergeinheit gezählt, die im allgemeinen aus Wildschönauer Schiefen besteht und deren Gesteine eher eintönig sind. Man unterscheidet vor allem Tonschiefer mit zwischengelagerten, feinkörnigen, dünnbankigen Sand- bis Tonsteinen. Selten kommen im Verband Quarzite und Schwarzschiefer vor. Am Rande des Einzugsgebietes sind vereinzelt Einschaltungen von Grünschiefern (Metabasite) zu finden.

An der Ostseite der Schmittenhöhe wurden in einer Seehöhe von ungefähr 1800 m exotische Gerölle gefunden, die als Gneise dem Tauernkristallin zuzuordnen sind und beweisen, dass die Gletscher der letzten Eiszeit zumindest bis in diese Höhe gereicht haben (LAHNSTEINER 1960).

Die hohe Verwitterungsanfälligkeit der platteligen, tonig-schieferigen Phyllite im Einzugsgebiet wird

Abbildung 2: Waldflächenentwicklung im oberen Einzugsgebiet des Schmittenbaches ca. 1890, 1965, 2001



durch den steilstehenden Schuppenbau des Gesteines und der damit verbundenen starken tektonischen Beanspruchung zusätzlich erhöht. Dadurch ist reichlich dünnblättriger Kriechschutt vorhanden, der an den Hängen auch größere Mächtigkeiten erreichen kann. Die aus diesen Gesteinen gebildeten Böden sind überwiegend dicht und wenig wasser-durchlässig.

Schneeschnmelze und Dauerregen verursachen immer wieder Hangrutschungen (häufiges Nachrutschen bereits bestehender Feilenanbrüche). Bei Gewitterregen ist auf Grund der hohen Erosionsanfälligkeit der Phyllite und der großen Menge an Oberflächenwasser (geringe Versickerungsrate der dichten Böden) mit größeren Geschiebemengen (vgl. Tabelle 1) aus den Bachbettbereichen und deren (nachrutschenden) Einhängen zu rechnen. Muren in den Oberläufen der Zubringerbäche sind trotz der baulichen Maßnahmen im Ereignisfall möglich.

1.3 Vegetation

Entwicklung, Anteil und Zustand der Waldflächen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches stehen in direktem Zusammenhang mit der durch den Wildbach verursachten Schadenswirkung. Zwar war der Schmittenbach ob seiner Gefährlichkeit seit jeher gefürchtet (vgl. Kapitel 1.4), mit der Reduktion der Waldflächen nahmen jedoch sowohl die Schwere als auch die Häufigkeit der Katastrophenereignisse zu. Abbildung 2 dokumentiert eindrucksvoll die Waldflächenentwicklung der vergangenen 100 Jahre im besonders gefährdeten Bereich der Breiten- und der Gießbäche. Die 1884 begonnenen Aufforstungen haben zu wesentlichen Verbesserungen des Wasser- und Geschiebehaushaltes in diesem Teil des Einzugsgebietes geführt.

Während 1890 das Einzugsgebiet des Schmittenbaches über weite Bereiche entwaldet war, zeigt das Bild aus dem Jahr 1965 den Erfolg der Aufforstungsmaßnahmen. Die neu angelegte Traßabfahrt (links der Schmittenhöhe) ist noch schmal. 2001 hat sich die Waldgrenze noch weiter nach oben geschoben, die Traßabfahrt wurde

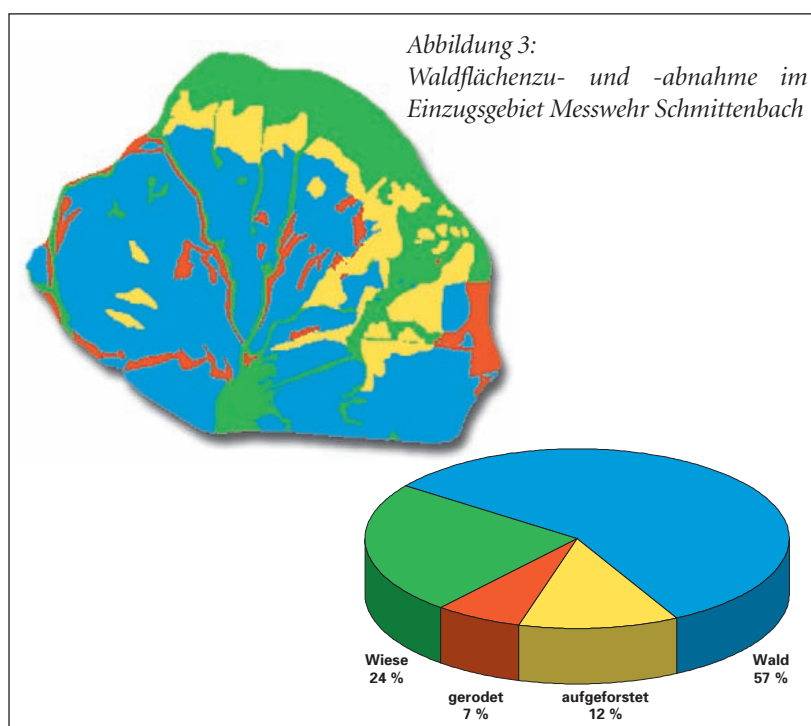
jedoch verbreitert, die Standardabfahrt (in Abbildung 2 nicht sichtbar) neu angelegt.

Abbildung 3 weist gerodete und aufgeforstete Flächen im Einzugsgebiet des Messwehres im Vergleich der Jahre 1963 und 1995 auf. Als Grundlage hierfür dienten die aus diesen Jahren stammenden Luftbilder. Hingewiesen sei auf die Tatsache, dass es für Österreich erst ab Mitte der 80er Jahre Orthofotos (maßstabsgetreue, entzerrte Luftbilder) gibt und auch die Flächenzuordnung (Wald/Freifläche) im Bereich der Kampfwaldzone einen gewissen Interpretationsspielraum zulässt, weswegen die angegebenen Flächenanteile nur als Richtwerte zu verstehen sind.

Die Waldfläche hat im Beobachtungszeitraum trotz Intensivierung des Schibetriebes durch Aufforstung von Almen im Bereich der Waldgrenze um rund 5 % zugenommen. Im sensiblen Bereich des linken Astes der Breitengräben (Traßabfahrt) hat die Waldfläche jedoch aufgrund der Verbreiterung einer Schipiste abgenommen. An diesem Bacheinhang ist weiterhin verstärkt mit Problemen zu rechnen.

Das Einzugsgebiet des Schmittenbaches ist nach KILIAN et al. (1994) dem Wuchsgebiet 2.2 (nördliche Zwischenalpen, Ostteil) mit montanen Fichten-Tannenwäldern, tiefsubalpinen Fichten-Lärchenwäldern mit Zirbe und hochsubalpinen Lärchen-Zirbenwäldern zuzuordnen.

Im Gipfelbereich und den Kammlagen des Einzugsgebietes finden sich Reste alpiner Rasengesellschaften und Zwergstrauchgesellschaften. Schon



ab einer Höhenlage von 1900 m, also knapp unterhalb des Kammes, beginnt in weiten Bereichen eine aufgelöste Kampfwaldzone, welche ab einer Höhe von ca. 1750 m (an den Nordhängen tiefer, an den Südhängen der Sonnmalm ca. 1800 m) in geschlossene Waldbestände übergeht. Diese gleichaltrigen Fichten- und Fichten-Lärchen-Bestände weisen über weite Bereiche Ertragswaldcharakter auf. Im oberen Bereich der Wälder und der Kampfwaldzone finden sich vereinzelt noch Reste der Aufforstungen mit Zirbe. An Kleinststandorten ist neben der Grünerle auch Latsche, Birke und Bergahorn anzutreffen. Vegetationsfreie Flächen sind auf den unmittelbaren Bachbereich (Grabeneinhänge - frische Blaiken) beschränkt. Eine umfangreiche Bestandesbeschreibung entlang der Traßabfahrt und der Standardabfahrt mit angeschlossener Dokumentation der durch Pistenbau und Entwässerungen aufgetretenen Schäden (Steinschlag, Rotfäule, Rindenbrandschäden, kleinflächig Schutteinschwemmungen, z.T. instabile Bestandesränder im Altholz und dadurch Windwürfe) liegt von HINTERSTOISSER (1982, 1985) vor. Bei Versuchen stellte er auf Schipisten ein deutlich schlechteres Versickerungsverhalten und damit erhöhten Oberflächenabfluss fest, insbesondere wenn bei diesen im Zuge ihrer Anlage der Oberboden durch Schubraupen abgetragen wurde (vgl. Abbildung 4). SCHAFFHAUSER (1982) ermittelte bei Beregnungsversuchen (100 mm/h) im Einzugsgebiet für Waldflächen nur 1,7 % Oberflächenabfluss gegenüber 18,4 % auf unbeweideten und 29,2 % auf beweideten Almflächen. Beide Untersuchungen unterstreichen die abflussverzögernde Wirkung der Waldflächen im

Untersuchungsgebiet. Analysen auf Basis einer umfangreichen österreichweiten Beregnungsdatenbank von MARKART & KOHL (2002) bestätigen diese Beobachtungen. Planierte Schipisten auf dichtem Bodensubstrat weisen durchwegs hohe Abflusskoeffizienten auf, intensive Bestoßung erhöht diesen weiter. Auf Böden unter Wald und Zwergstrauchheiden (Alpenrose, Heidelbeere) kommt es dagegen, insbesondere aufgrund ihrer besseren Bodenstruktur, später und in wesentlich geringerem Umfang zu Oberflächenabfluss.

Die Wälder sind derzeit laut Flächenwidmungsplan nicht mit Waldweiderechten belastet.

1.4 Geschichte, Verbaugungsgeschichte und Gefahrenzonenplan

Die Geschichte der Siedlungstätigkeit im Bereich des heutigen Zell am See steht von Anbeginn im Spannungsfeld zwischen Nutzungsinteressen und Gefahrenmomenten durch den Schmittenbach. Die günstige verkehrstechnische und strategische Lage sowie der Fund von Bodenschätzen ließ die Menschen trotz immer wiederkehrender Katastrophenereignisse an dieser Stelle schon frühzeitig siedeln. Erste Zeugnisse menschlicher Zivilisation (Schmelzplatz Ebenbergalm) stammen bereits aus der Jungbronzezeit (LAHNSTEINER 1960). Während der Römerzeit scheint der Schwemmkegel von Zell am See zumindest zeitweise besiedelt gewesen zu sein, wenngleich Funde direkt am Schwemmkegel fehlen, da allfällige Überreste vermutlich tief unter dem vom Schmittenbach zu Tal geförderten Material liegen. Ein Fund ist jedoch von der Berglehne des nahegelegenen Fuchslehens bekannt. Zwischen den Jahren 739 und 745 errichteten Mönche aus Salzburg ein kleines Kloster (Cella), von welchem auch der Name Zell stammt. Urkundlich erwähnt wird der Ort in zwei Tauschurkunden erstmals 926 und 927. In dieser Zeit dürfte der heute noch bestehende Vogtturm erbaut worden sein, der damit das älteste erhaltene Gebäude im Ort ist. Am Rande bemerkt diente dieser Turm bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts auch „dem Schutze vor Katastrophenereignissen – von ihm aus wurden herannahende Unwetterwolken beschossen um sie zur Auflösung zu bringen“. Die Cella entwickelte sich rasch zu einem Chorherrenstift (erste Erwähnung 1160) und mit ihm wuchs der Ort, der 1357 wegen seiner verkehrsgünstigen Lage das Privileg eines Marktes verliehen bekam und 1928 zur Stadt erhoben wurde. Die rege Bautätigkeit

Abbildung 4:

Minimale und maximale Versickerungsdauer im Wald, auf Wiesen- und Schipistenflächen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches (HINTERSTOISSER 1985)

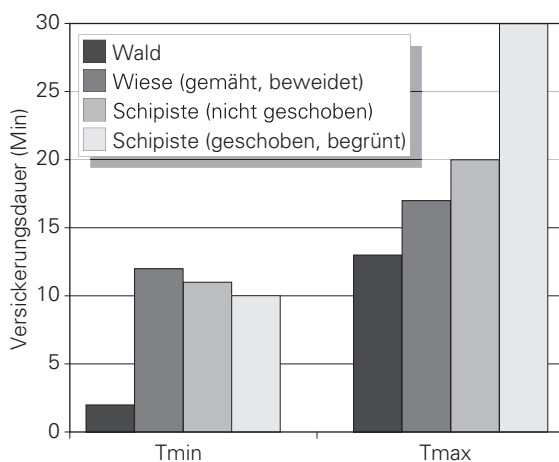




Abbildung 5: Hochwasserkatastrophe 1737 (Gemälde, Heimatmuseum Zell/See)

entlang der Schmitten hält aufgrund des florierenden Tourismusgeschäftes weiter an, wie Abbildung 2 (ebenfalls) zeigt.

Aufgrund der lange währenden Siedlungstätigkeit existieren weit zurückreichende Aufzeichnungen von Katastrophenereignissen. So wird bereits 1567 von einem Hochwasserereignis berichtet (LAHNSTEINER 1960), in dessen Zuge „große Blaiken mit stehendem Holz abgingen, sich verklausten und dann mit furchtbarer Gewalt herniederbrachen. Steine mit 15 bis 25 Metern Umfang haben sie hergetragen ...“. Es wird von mehreren verschütteten und weggerissenen Häusern berichtet. „1588 richtete der Schmittenbach wieder eine ähnliche Sauerei an ...“ – aus diesem Jahr ist erstmalig eine Anordnung der Regierung zur Verbauung des Schmittenbaches bekannt, zu welcher das ganze Landgericht Zell beitragen musste. Über deren Art und Umfang gibt es allerdings keine Aufzeichnungen mehr. Auch war diesen ersten Verbauungsversuchen wenig Erfolg beschieden, denn bereits 1598 verursachte der Bach wieder schwere Schäden. Weitere Schäden sind aus den Jahren 1632 und 1682 dokumentiert; bei letzteren wurden durch ein heftiges Gewitter bestehende Dammbauten, welche die Ortschaft schützen sollten, weggerissen. Hier wird erstmals die Art der Verbauungen erwähnt – über die

Bewirtschaftung des Einzugsgebietes fehlen leider direkte Angaben – vermutlich wurden die Waldbestände aber schon frühzeitig zu Gunsten landwirtschaftlicher Flächen reduziert.

Am 3. Juli 1737 wurde Zell am See von der wohl folgenschwersten Hochwasserkatastrophe heimgesucht, ausgelöst durch einen heftigen Wolkenbruch, der im Schmittental riesige Wassermassen absetzte und im Markt schwerste Verheerungen anrichtete. Neben zahlreichen weggerissenen und verschütteten Gebäuden und „ersoffenem Vieh“ waren auch Todesopfer zu beklagen. Aufgrund der Schilderungen scheint es im Oberlauf zu einer Verklauung mit anschließendem Murstoß gekommen zu sein („...wurde das Häusl der Sabina Aydin so urgemach mit Schlamm erfüllt, dass diese nicht mehr fliehen konnte und in ihrem eigenen Haus im Schlamm erstickte“). Wie ein Gemälde aus dieser Zeit zeigt (Abbildung 5), hat sich der Bach oberhalb des Marktes in mehrere Arme geteilt und dadurch weite Teile der Ortschaft in Mitleidenschaft gezogen. Drei Wochen darauf richtete ein weiteres Unwetter wieder schwere Schäden an, auch wurden die „in aller Eile eingebauten Uferwerche“ weggerissen. Die Verwüstung muss erheblich gewesen sein – dem Bericht zufolge wurden zimmergroße Felsblöcke zu Tal

gefördert und viele Gebäude sowie die Kirche „mit Schutt und Trümmerwerk eingepackt“. Diese Aufschüttung konnte nicht vollends beseitigt werden, weswegen man heute zum Eingang der Kirche einige Stufen hinuntersteigen muss.

Nach diesen Ereignissen berief der Bürgermeister eine Kommission unter Beteiligung von Bausachverständigen zur Erstellung eines neuen Verbauungsprojektes ein, welche folgende dokumentierte Vorschläge machte:

- Das Rinnsal des Schmittenbaches zu räumen und in die Gerade zu bringen,
- den bei der Wenzlmühl für die Mühlen und Schmiede gebauten Muhr gänzlich zu vernichten und
- die Straßen und Gassen von Steinen, Holz und Beschüttung zu räumen.

Diesen Maßnahmen war auch kein dauerhafter Erfolg vergönnt, bereits 1759 kam es wieder zu schweren Wasserschäden. 1834 wurde eine Schutzmauer nach Verkläusungen im Bachbett durchbrochen und der halbe Markt überschwemmt. Ausgelöst durch einen heftigen Wolkenbruch kam es am 17.7.1884 zum bis dato letzten katastrophalen Hochwasserereignis. Ursache scheint abermals eine Verkläusung mit anschließendem Murstoß im Oberlauf des Schmittenbaches gewesen zu sein, welcher Bäume und Felstrümmer mit sich riss. Obwohl Feuerwehr und Bürger versuchten, den Bachlauf freizuhalten, kam es immer wieder zu Verkläusungen und dadurch zu schweren Schäden; so wurden z.B. alle Brücken über den Schmittenbach weggerissen.

Bereits ein Jahr vor diesem Ereignis hatte die Gemeinde um Hilfe zum Schutze vor dem Schmittenbach angesucht. Das Jahr 1883 mag mithin als die Geburtsstunde des ersten integralen Bauprojektes des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich gelten, in welchem auch erstmals flächenwirtschaftliche Maßnahmen in großem Umfang zum Einsatz kamen und Experten aus aller Welt mitarbeiteten. Unter bisher nicht dagewesenem Aufwand sanierte man das Einzugsgebiet nachhaltig. Blaiken und Rutschhänge wurden entwässert und mit Flechtwerken und Grünerlenbepflanzung stabilisiert, weite Almbeereiche mit Zirbe aufgeforstet. Als unterstützende, technische Maßnahmen fasste man den Hauptlauf in Künetten und errichtete hauptsächlich in den Oberläufen der Zubringer insgesamt 243 Konsolidierungssperren. Nachdem 1892 eine mächtige Lawine

bis über den heutigen Standort der Talstation der Schmittenhöhenbahn hinausging, mussten zusätzlich noch Lawinensicherungsmaßnahmen (Damm-bau) ergriffen werden. Nach Abschluss dieser vorbildlich geplanten und ausgeführten Schutzmaßnahmen (1899) blieb Zell am See lange Zeit von nennenswerten Hochwasserschäden verschont.

Am 12.6.1966 beendete ein heftiges Gewitter (vgl. Kapitel 3.1.4) diese ruhige Phase. Alte Rutschungen wurden wieder aktiv und neue Blaiken entstanden. An den Verbauungen, aber auch in der Stadt entstanden durch Vermurungen beträchtliche Schäden (Abbildung 6).

Abbildung 6:
Schäden in Zell am
See, Ereignis 1966
(ZELLKULTUR 2001)



Seitens des forsttechnischen Dienstes der Wildbach- und Lawinenverbauung (WLV) sanierte man die beschädigten Bauwerke und Flächen und errichtete einen neuen Schotterfang unterhalb des Zusammenflusses Breitenbach/Grießbach.

Nach diesem Ereignis wurden vielfach Stimmen laut, welche der Ausweitung des Schigebietes Schmittenhöhe und den damit verbundenen Rodungen in sensiblen Bereichen die Schuld am neuerlichen Aufflammen der Gefährlichkeit des Schmittenbaches und seiner Zubringer gaben (vgl. MAYER 1984). Untersuchungen zum Abfluss- und Versickerungsverhalten auf Schipisten wurden durchgeführt (Kapitel 1.3). Die ab 1978 vom BFW errichteten Abfluss- und Niederschlagsmessstellen sollten dementsprechend neben anderen Fragen der WLV – Praxis und Forschung speziell auch die Auswirkungen des Schibetriebes auf das Abflussverhalten des Baches klären. Mehrere kleinere Hochwasserspitzen (1981, 1990, 1994, 1995), bei denen vergleichsweise geringe Schäden an Straßen, Wegen und land- und forstwirtschaftlichen Flächen auftraten, konnten seither aufgezeichnet werden.

Weitere Verbauungsprojekte der WLV aus den Jahren 1976 und 1985 sahen den Bau von drei Balkensperren in den Seitengraben (Dosierung und Sortierung des Geschiebes, Abhaltung des Unholzes), die Sanierung der Oberlaufverbauungen, die Vergrößerung des Durchflussprofils im Mittellauf des Schmittenbaches durch Sohlabenkung mit

Sohl- und Ufersicherungen, ein neues Mündungserinne (Vermeidung von Geschiebeablagerungen im Unterlauf) und die Fortführung der Hochlagenaufforstung vor. Bis dato wurden davon die Balkensperre im Griefsbach errichtet, der Mittel- und Unterlauf neu gestaltet und die Hochlagenaufforstungen weitergeführt. Nicht fertig gestellt wurden aus Kostengründen die Oberlaufsanierungen und die Balkensperren im Breiten- und Finsterbach sowie die Oberlaufsanierung der Griefsbäche. Daraus errechnete WEHRMANN (2000) ein nicht abgedecktes Geschiebepotenzial von 27.000 m³ (vgl. Tabelle 1). Angemerkt sei, dass die Räumung der bestehenden Geschieberückhaltesperre, soweit für den Autor beurteilbar, eher sporadisch erfolgt, wodurch die in Rechnung gestellte Geschieberetentionswirkung für den Ereignisfall nicht immer voll gegeben ist.

Flächenwirtschaftliche Projekte von 1992 und 1996 sahen die Erneuerung und Umwandlung der um die Jahrhundertwende begründeten gleichaltrigen in ungleichaltrige Bestände vor, um eine erneute Verschlechterung der Abflussverhältnisse durch den

gleichzeitigen Abtrieb größerer Waldflächen vorzubeugen. Die Aufforstung zusätzlicher Flächen mit Fichte und Lärche (Zirbe hat sich wegen Pilzanfälligkeit nicht bewährt) unter Berücksichtigung kleinstandörtlicher Gunstlagen in Rottenform ist vor allem zum Schutz vor Lawinen vorgesehen.

1.5 Klima

Das Einzugsgebiet des Schmittenbaches liegt im Übergangsbereich des luftfeuchten Klimagebietes des nördlichen Alpenrandes mit dem relativ lufttrockenen der Inneralpen. Winde aus nordwestlichen Richtungen sind vorherrschend und sorgen im Allgemeinen für schneereiche Winter und eine dauerhafte Schneedecke. Das Niederschlagsdargebot weist ein für die Vegetation günstiges Sommermaximum auf (vgl. Abbildung 7).

Die im Einzugsgebiet häufig auftretenden sommerlichen Wärmegewitter sind für Österreich nicht auffallend intensiv, sie verursachen dennoch gefährliche Hochwässer, wie dies letztmals am 12.6.1966 der Fall war. Trotz langjähriger Aufzeichnungen im Gebiet sind die höchsten je registrierten Niederschlagsmengen/Tag (Schmittenhöhe: 120,7 mm am 31.12.1895, Zell am See 97,4 mm am 15.1.1878) verhältnismäßig gering. Näheres dazu in den Kapiteln 3.1.3 und 3.1.4.

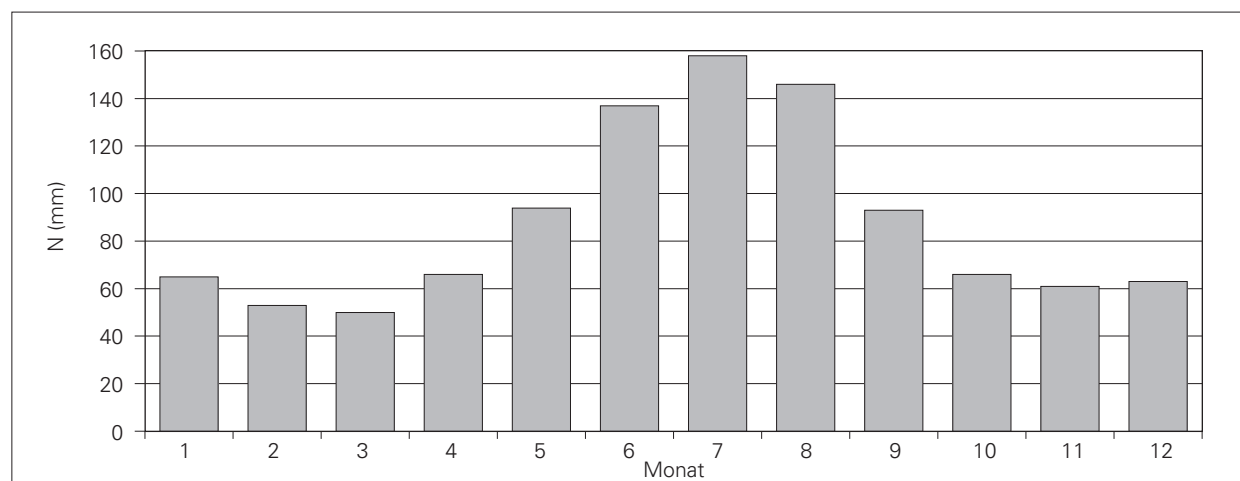
Tabelle 1:

Aktualisierte Geschiebebilanz auf Basis des Verbauungsprojektes 1985 nach WEHRMANN (2000)

m ³	Geschiebequelle
10.000	Noch ausständige Maßnahmen Breiten- und Finsterbach
18.000	Noch ausständige Oberlaufsanierung der Griefsbäche
9.000	Geschiebeestoß aus Seitengräben Schmittenbach - Mittellauf
-10.000	Schadlos abgeführte Geschiebefracht
27.000	nicht abgedecktes Geschiebepotenzial

Abbildung 7:

Niederschlagsverteilung an der Messstelle Zell am See, 1901-1990 (HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1994)



1.6 Klimaänderung

Das Bundesamt und Forschungszentrum für Wald hat im Einzugsgebiet des Schmittbaches keine eigenen Lufttemperaturmessungen durchgeführt und die Niederschlagsmessungen sind von viel zu kurzer Dauer, um aus diesen Datensätzen Rückschlüsse bezüglich langfristiger Trends zu ziehen. Da dieses Thema auch für die WLW von Bedeutung ist, soll ein kurzer Ausblick, basierend auf aktuellen internationalen und nationalen Untersuchungen und Ergebnissen aus Daten anderer Untersuchungsgebiete des BFW, gegeben werden (HAGEN 2002).

Die globale Änderung des Klimas in seit der Besiedelung des Alpenraumes nicht da gewesenem Ausmaß ist eine kaum zu leugnende Tatsache. Die Abschätzung der weiteren Entwicklungen ist allerdings ausgesprochen schwierig, da existierende Prognosemodelle schon aufgrund unbekannter Systemzusammenhänge mit großen Unsicherheiten behaftet sind. Auch lassen sich wichtige Eingangsparameter wie z.B. die Menge des CO_2 -Ausstoßes für die Zukunft schwer vorher sagen.

1.6.1 Temperatur

Vergleichsweise konkret sind die Angaben über die globale Temperaturentwicklung, die eng mit der CO_2 -Konzentration der erdnahen Schicht der Atmosphäre zusammenhängt. Diese ist seit Beginn der Industrialisierung erheblich gestiegen (280 ppm präindustrielle Zeit – 364 ppm 1997, LEDLEY ET AL. 1999). Da das Klima aber nicht nur von der Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre,

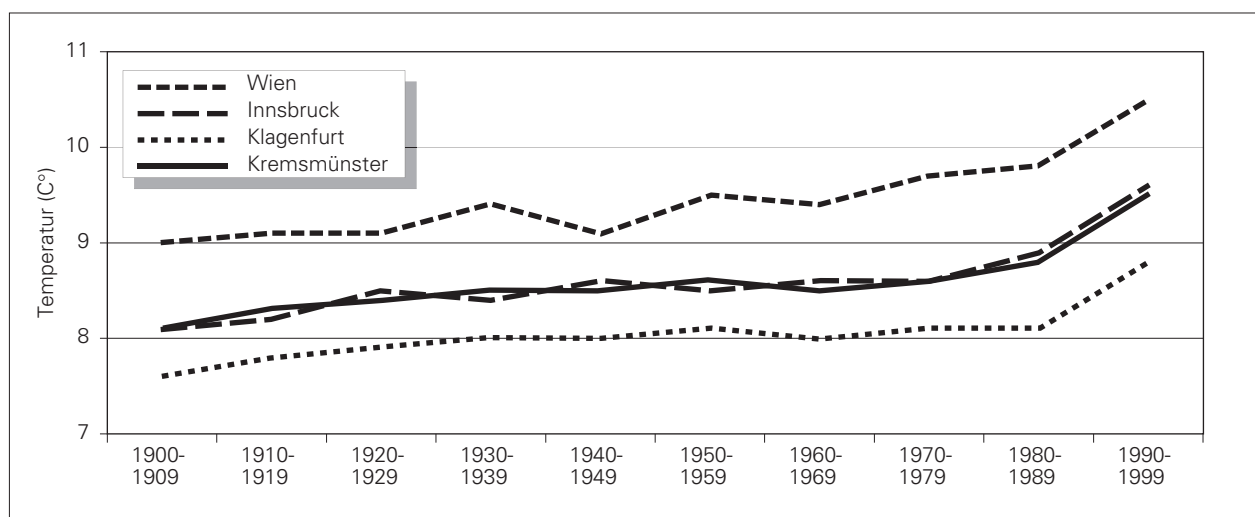
sondern auch von vielen anderen Faktoren abhängig ist (z.B. von den Meeresströmungen), kann sich die globale Klimaerwärmung regional stark unterschiedlich auswirken. Abbildung 8 zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Temperaturen je Jahrzehnt an vier Messstellen in Österreich zwischen 1900 und 1999 (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, 2000).

Insgesamt lagen die Stationen im österreichweiten Durchschnitt der letzten 100 Jahre bereits um $0,35^\circ\text{C}$ über dem Vergleichszeitraum 1800 - 1899. Es zeigt sich ein eindeutiger, weitgehend kontinuierlicher Temperaturanstieg an allen Messstationen im letzten Jahrhundert. Der besonders hohe Wert des letzten Jahrzehntes ist nach momentanem Stand des Wissens eher als Ausreißer anzusehen. Der Temperaturanstieg im 20. Jahrhundert wird für Deutschland mit $0,9^\circ\text{C}$, für die Schweiz mit $0,9^\circ\text{C}$ (alpine Bereiche) bis $1,2^\circ\text{C}$ und für Österreich mit $1,1^\circ\text{C}$ (Winterhalbjahr $1,0^\circ\text{C}$, Sommerhalbjahr $1,2^\circ\text{C}$) angegeben (DACH 2001). Die Klimamessstellen des BFW in den Einzugsgebieten des Graden- und Mödritschbaches weisen ebenfalls tendenziell steigende Temperaturen seit 1969 auf.

Die Bandbreite der möglichen künftigen globalen Entwicklung zeigt Abbildung 9 (IPCC 2001), wobei die Unschärfe der Aussage mit steigender Dauer exponentiell zunimmt. In Prognosemodellen für Österreich (FUCHS & NACHTNEBEL 2001) wird von einer Erwärmung um 4°C im nächsten Jahrhundert ausgegangen, wobei die Temperaturen in den Wintermonaten voraussichtlich stärker, in den Sommermonaten weniger stark zunehmen werden.

Abbildung 8:

Temperaturverlauf (Zehnjahresmittel) im letzten Jahrhundert (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, 2000)



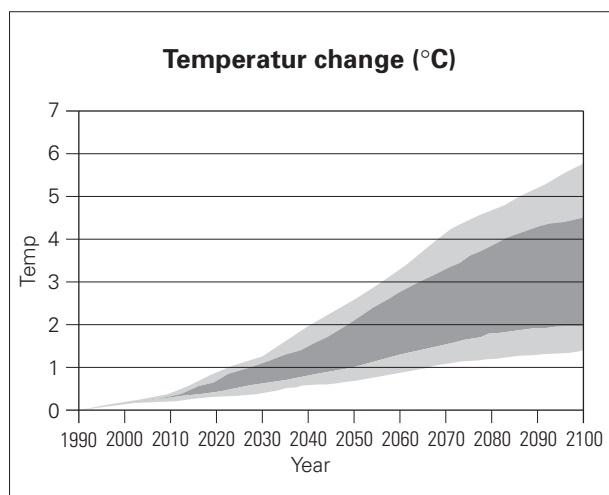


Abbildung 9:
Bandbreite des globalen Temperaturanstieges aus verschiedenen Szenarien (IPCC 2001). Wahrscheinlicher Bereich: dunkelgrau, möglicher Bereich: hellgrau

1.6.2 Niederschlag

Bezüglich der zu erwartenden künftigen Niederschlagsmengen und -intensitäten gehen die Meinungen auseinander. Österreichweit lässt sich jedenfalls bis jetzt keine einheitliche Zu- oder Abnahme der Niederschlagsmengen erkennen (ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK 2000).

Anzeichen sprechen für eine Änderung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Niederschlagsereignisse im Sinne einer Verlängerung der einzelnen Regen- und Trockenphasen. Insgesamt sollen die Wintermonate gegenüber den Sommermonaten vergleichsweise feuchter werden (CLIMATE PRESS 2000, PROCLIM 1996), die Wahrscheinlichkeit von Starkniederschlägen insbesondere in den Herbst- und Wintermonaten wird voraussichtlich steigen.

Die Frage, in wie weit die Intensitäten von seltenen Extremereignissen zunehmen werden, lässt sich derzeit noch schwer abschätzen. Tatsache ist allerdings, dass höheren Temperaturen (mehr Feuchte in der Luft möglich, größerer Energiegehalt der Atmosphäre) ein erhöhtes Potenzial innewohnt. Die Häufigkeit von Starkniederschlägen wird aus heutiger Sicht wahrscheinlich zunehmen, was ebenfalls auf die Möglichkeit einer Intensitätssteigerung bei exzessiven Niederschlagsereignissen hinweist. Untersuchungen in der Schweiz (HEGG 2001) und die Daten aus dem Einzugsgebiet des Schmittenbaches (vgl. Kapitel 3.1.4) bestätigen diese Vermutung (vorbehaltlich der kurzen Beobachtungsdauer).

2. Methodik

2.1 Niederschläge

Vom BFW wurden im Einzugsgebiet zwei Niederschlagsmessstationen errichtet, eine meteorologische Station wird von der ZAMG und eine weitere am Rande des Einzugsgebietes vom Hydrographischen Dienst Salzburg betrieben. Ihre Lage ist aus Abbildung 1 ersichtlich, Seehöhe und Messzeiträume sind in Tabelle 2 angeführt.

Tabelle 2:
Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches

Station Name:	Betreiber	Seehöhe m ü.A.	Auswertungszeitraum	
			Beginn:	Ende:
Breitengraben	BFW	1380	08.1978	10.1991
Schmittenhöhe	ZAMG	1964	10.1983*	12.1998**
Sonnalm	BFW	1390	10.1980	12.1998**
Zell am See	HD Sbg	750	1875	12.1998**

* Beginn Minutenwerte - Beginn Niederschlagsaufzeichnungen 1880 (Tageswerte)

** bis dato in Betrieb

Die Seehöhe der Messstelle Schmittenhöhe entspricht dem Stationsprotokoll der ZAMG, diese stimmt jedoch nicht mit dem Wert im Hydrographischen Jahrbuch (1973 m, Schmittenhöhe Gipfel = 1965 m lt. ÖK 123) überein.

Die Station Sonnalm (BFW) und die Station Schmittenhöhe (ZAMG) sind als Ganzjahresmessstellen mit kontinuierlicher Aufzeichnung konzipiert. Durch den Einsatz beheizter Ombrographen an der Messstelle Sonnalm (Thies – elektrische Geber zunächst mit Niederschlagsdrucker, ab 1990 mit Datensammler) konnten auch Niederschläge in fester Form registriert werden. Dabei verhindert ein elektrisch betriebenes Heizsystem sowohl das Einfrieren des Messgerätes als auch eine Schneeakkumulation im Auffangtrichter. Der Ombrograph an dieser Messstelle wurde aufgrund mangelnder Heizleistung bei großer Kälte und intensiven Niederschlagsereignissen während der Wintermonate im Jänner 1987 mit einer Zusatzheizung ausgestattet. Ab diesem Zeitpunkt wurden aus technisch nicht geklärten Gründen während der Heizperiode eindeutig zu hohe (!) Niederschlagswerte registriert. Dieses Problem konnte erst mit der Aufstellung eines neuen Gerätes (November 1996) behoben werden.

An der Messstelle Breitengraben übernahm ein unbeheizter Thies Regenschreiber die fortlaufende

Niederschlagsaufzeichnung, welche gerätebedingt auf die frostfreie Zeit beschränkt bleiben musste. Seine Aufstellung diente insbesondere zur Aufzeichnung der Verteilung kleinräumiger, sommerlicher Spitzenniederschlagsereignisse (Gewitter). Dieser an der Sommermessstelle eingesetzte Ombrographentyp erwies sich, wie auch in den anderen Mustereinzugsgebieten, als störungsanfällig. Besonders der Zeitvorschub der Messstreifen war wiederholt grob fehlerhaft bzw. fiel zeitweise komplett aus. Durch die Höhenlage der Messstelle kam es bis Juni und ab September vereinzelt zur Vereisung des unbeheizten Gerätes, sodass Niederschläge dann nicht oder nur zeitverzögert registriert werden konnten. Mangelnde Kooperationsbereitschaft der örtlichen Wegegesellschaft (Benutzung der Wege wurde dem BFW untersagt) führten schließlich zur Einstellung der Messungen in diesem Bereich.

Die Messgeräte des BFW wurden im turnusmäßigen Außendienst (im durchschnittlichen Abstand von 4 Wochen) betreut. Die Auswertung der Daten erfolgte bis 1990 manuell, danach wurde die Messstelle Sonnmalm auf elektronische Geber mit Datensammler umgerüstet und die Station Breitengraben aufgelassen. Die Messstelle der ZAMG (Schmittenhöhe) ist bereits seit 1983 mit einem solchen ausgerüstet, die Niederschlagsaufzeichnung durch einen täglichen Beobachter wird bereits seit 1880 durchgeführt. Bei den eingesetzten Geräten wird im Niederschlagsfall das Wasser von der Niederschlagsauffangfläche zu einer Wippe weitergeleitet, die bei Erreichen einer gewissen Wassermenge (z.B. 5 ml - entspricht einer Niederschlagshöhe von 0,1 mm/m² bei einer Auffangfläche von 500 cm²) mittels Kippmechanismus entleert wird. Die Kippbewegung löst dabei einen Impuls aus, welcher von einem Datensammler aufgezeichnet wird.

Nach Eingabe der Niederschlagsdaten in die Datenbank des BFW wurden die Werte des gesamten Datensatzes (inkl. jener der Messstelle Schmittenhöhe) einer abschließenden Plausibilitätskontrolle unterworfen.

2002 erfolgt die Erneuerung und Erweiterung der Messstelleneinrichtung (Niederschlagswaagen, Funkfernübertragung) vorerst durch die Universität für Bodenkultur (Institut für alpine Naturgefahren und Forstingenieurwesen) unter Mithilfe des Hydrographischen Dienstes der örtlichen Gebietsbauleitung und des BFW.

2.2 Abfluss

1978 wurde die Abflussmessstelle des BFW in Betrieb genommen. Sie liegt in einer Seehöhe von 905 m. Die für sie relevante Einzugsgebietsfläche beträgt rund 7,3 km² und ist zu ca. 62 % bewaldet (Stand Luftbild 1995, vgl. Kapitel 1.3), der Rest entfällt auf Wiesen und Schipisten; im Kammbereich findet sich alpines Grasland. Die mittlere Neigung der einzelnen Zubringerbäche beträgt ca. 37 % (vgl. Kapitel 1.1). Der Schmittenbach selbst weist ein erheblich geringeres Gefälle auf, im Bereich unmittelbar oberhalb der Abflussmessstelle beträgt dieses rund 7 %.

Form und Bauausführung der Messanlage stellen einen entscheidenden Faktor für die erzielbare Messgenauigkeit dar, weswegen diese im Anschluss näher beschrieben ist. Beim Bau der Messstelle Schmittenbach konnte man dabei schon auf die Erfahrungen aus anderen Mustereinzugsgebieten des BFW (Dürnbach, Mödritschbach) zurückgreifen.

Die Abflussmessung erfolgt an einem trapezförmigen Messwehr. Die Gesamtlänge des Messgerinnes beträgt 10 m, die Seitenwände fallen mit einem Anzug von 1:2 gegen die 1,5 m breite Gerinnesohle, deren Gefälle in Fließrichtung 1 % beträgt. Die Trapezform hat sich als beste Messgerinneform herausgestellt - sie ermöglicht eine genaue Messung des Niedrigwassers bei gleichzeitig möglicher Aufzeichnung von Spitzenhochwässern die ein Vielfaches darüber liegen. Das ungegliederte Querprofil ermöglicht eine wesentlich bessere Bestimmung des Pegelschlüssels (RUF 1981), da die Geschwindigkeitsverteilung im Gerinne im Gegensatz zu gegliederten Querprofilen (z.B. mit Niederwassergerinne) ausgeglichen ist. Die gewählte Neigung ist unter den gegebenen Bedingungen notwendig, um auch bei Niederwasser gerade noch schießenden Abfluss zu erreichen und somit die Abdrift des Geschiebes zu gewährleisten. Vorgelagert ist ein Tosbecken, welches der Herabsetzung des Wellenschlages dient. Den Abschluss des Messgerinnes bildet ein Querwerk mit vollkommenem Überfall zur Ausschaltung von Rückstauwirkungen.

Der Wasserstand wird permanent über einen Schwimmer sowohl von einem Bandschreiber als auch digital aufgezeichnet. Der Schwimmer selbst befindet sich in einem als durchgehendes Kunststoffrohr ausgeführten Schacht. Eine Verbindung zwischen Schacht und Gerinne mit Hilfe von Zulaufrohren hat sich in Wildbächen auf Grund häufiger Verschotterung und der dadurch bedingten vermehrt notwendigen Wartungsarbeiten als ungünstig

erwiesen. Das Kommunizieren des Gerinnes mit dem Schacht wird daher über eine Stahlplatte, die mit Löchern versehen ist, erreicht. Auf der Basis von stichprobenweisen Messungen der Fließgeschwindigkeit mit Hilfe hydrometrischer Flügel wurde das Messgerinne kalibriert und ein Pegelschlüssel zur Umrechnung der Wasserstände in Durchflussmengen erstellt. Die Wasserführung im Schmittenbach war und ist ausgesprochen hohen Schwankungen unterworfen, was eine sehr große Zahl von Einzelmessungen notwendig machte. Insbesondere hohe Wasserstände, die als Hochwasserwelle meist nur von ausgesprochen kurzer zeitlicher Dauer sind, stellten bei ihrer Erfassung ein Problem dar. RUF (1977) bezeichnete daher auch „jene Eichkurve, die doppelt logarithmisch aufgetragen, vorschriftsmäßig zu einer Geraden wird“ als „oft nur eine Funktion des Vertrauens“, und KASPAR ET AL. (1991) ermitteln für die Abflussmessstation Emme - Burgdorf einen Fehler der Pegelschlüsselkurve während des Hochwasserereignisses von bis zu $\pm 20\%$.

Als Bandschreiber, welcher in einem Pegelhäuschen vor Unwettereinflüssen geschützt, permanente Wasserstandsaufzeichnungen garantieren sollte, wurde von November 1977 bis Juli 1991 ein SEBA - Bandschreiber, und danach ein OTT Bandschreiber eingesetzt. Beide Geräte besitzen ein Uhrwerk, das mittels eines Handaufzuges jeweils einen Monat lang arbeitet. Ab 1991 wurde zusätzlich zur elektronischen Aufzeichnung der Messdaten ein OTT- HYDRUS-Datensammler installiert, der aus Fünfinutenwerten gemittelte Viertelstundenwerte abspeichert.

Die Messeinrichtung arbeitete weitgehend störungsfrei. In den Wintermonaten kam es jedoch während lang andauernder Kälteperioden mit besonders geringen Abflussmengen zur Vereisung des Messgerinnes und auch des Schwimmers. Bei hoher Schneelage wurde vom angrenzenden Parkplatz auch Schnee ins Gerinne geschoben, beides führte zu fehlerhaften Messwerten bzw. Messausfällen. Bei großen Abflussereignissen kam es infolge des hohen Feinmaterialanteiles im Wasser zu einer teilweisen Verfüllung des Messschachtes. Die Aufzeichnung der Abflussspitzen wurde dadurch kaum beeinträchtigt, der Verlauf der Abflussganglinie bei abnehmenden Wasserhöhen nach dem Ereignis dagegen schon.

Alle Angaben von Durchflüssen, Abflussfrachten etc. für den Schmittenbach beziehen sich auf das Einzugsgebiet oberhalb des Messwehres.

Seit 2002 erfolgt die schrittweise Erneuerung der bestehenden Abflussmessstelle (Radarpegelmessung, Funkfernübertragung) und eine Erweiterung um zwei zusätzliche Messstellen (Unterlauf: Auf Höhe der Gebietsbausleitung Pinzgau, Oberlauf: Im Finsterbach, oberhalb des Geschiebesammlers) vorerst durch die Universität für Bodenkultur (Institut für alpine Naturgefahren und Forstingenieurwesen) unter Mithilfe des BFW.

3. Ergebnisse

3.1 Niederschläge

3.1.1 Jahresniederschläge

Eine Übersicht über die Niederschlagsjahressummen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches während des Beobachtungszeitraumes zeigt Tabelle 3. Um zumindest einen eingeschränkten Vergleich der Ganzjahresmessstellen zu der Sommermessstelle zu ermöglichen, sind zusätzlich die Niederschlagssummen der Monate Juni bis einschließlich September sowie ihr Anteil am Gesamtjahresniederschlag angeführt. Messlücken und eindeutige Fehlauzeichnungen der Messstellen Sonnalp (BFW) bzw. Schmittenhöhe (ZAMG) wurden dabei soweit möglich gegenseitig ergänzt, die angegebenen Summenwerte sind daher Näherungswerte, bei Vergleichen dieser Stationen untereinander sowie bei den über die Jahresniederschlagssummen getroffenen Aussagen (Abflussbeiwerte) ist Vorsicht geboten.

Im Jahre 1981 wurde an den Messstellen Sonnalp und Breitengraben die höchsten Niederschlagssummen dieses Zeitraumes aufgezeichnet. Der höchste mit Ombrographen aufgezeichnete Wert wurde auf der Schmittenhöhe 1998 registriert, der tägliche Beobachter vermerkte für 1981 jedoch einen noch um über 100 mm größeren Wert. Die Jahressummen der Messstelle Schmittenhöhe stimmen teilweise nicht mit jenen im Hydrographischen Jahrbuch überein (näheres dazu im Kapitel 3.1.2).

Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme (Kalenderjahre ohne Klammerwerte) im Vergleichszeitraum 1984-1998 betrug an der Messstelle Schmittenhöhe 1355 mm und an der Messstelle Sonnalp 1400 mm (im Zeitraum 1981-1998: 1429 mm).

Auffallend ist, dass die knapp 600 m höher gelegene Messstation Schmittenhöhe im Durchschnitt etwas

Tabelle 3:

Jahresniederschlagssummen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches, für Ganzjahresmessstellen:

Vollständige Aufzeichnung – Normalschrift, unvollständige Datensätze bis zu einer Aufzeichnungsdauer von mindestens 345 Tagen kursiv, darunter in (). Für Viermonatssummen (Juni-September): lückenlose Datensätze – Normalschrift, bis zu 19 Fehltagen – Kursivschrift, darüber in ().

Jahr	Summen der Niederschläge in mm (Kalenderjahr)						
	Ganzjahresbe- trieb	Ganzjahresbe- trieb	Jun-Sept	Jun-Sept	% des Kal. Jahres	Jun-Sept	% des Kal. Jahres
	Schmittenhöhe ZAMG	Sonnalm BFW	Breitengräben BFW	Schmittenhöhe ZAMG		Sonnalm BFW	
1979			562				
1980			755				
1981		1777	757			774	43,6
1982		1421	546			564	39,7
1983		1493	410			573	38,4
1984	1173	1201	619	597	50,9	601	50,0
1985	1206	1372	753	645	53,4	727	53,0
1986	1119	1217	(363)	438	39,1	461	37,9
1987	1466	1468	617	531	36,2	543	37,0
1988	1446	1523	649	623	43,1	648	42,5
1989	1278	1296	712	732	57,3	702	54,1
1990	1446	1546	(71)	713	49,3	731	47,2
1991	1566	1522	(178)	770	49,2	737	48,5
1992	(1271)	(1322)		613	48,3	613	46,3
1993	1354	1305		808	59,7	725	55,6
1994	1302	1254		567	43,5	476	37,9
1995	1003	1227		546	54,5	560	45,6
1996	1382	1401		722	52,2	718	51,3
1997	1526	1554		596	39,1	553	35,6
1998	1698	1717		861	50,7	886	51,6
Max.	1698	1777	757	861	60	886	56
Mittel	1355	1429	638	651	48	644	45
Min.	1003	1201	410	438	36	461	36

geringere Niederschlagsmengen aufweist als jene der Messstelle Sonnalm. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich in der exponierten Gipfellage der Messstelle Schmittenhöhe – allenfalls wirkt an der Sonnalm auch ein gewisser Leeeffekt bei den häufig auftretenden, feuchten Nordwestströmungen niederschlagserhöhend. Eine Abnahme der gemessenen Niederschlagsmengen in Gipfel- und Kammbereichen wurde auch bei anderen Mustereinzugsgebieten des BFW (Gradenbach – LANG & HAGEN 1999, Mödritschbach – HAGEN & STARY 2001) beobachtet – die Niederschlagsmessung in diesen Bereichen scheint nur bedingt sinnvoll, da auf Grund der Windeinwirkung trotz aller Vorkehrungen insbesondere in den Wintermonaten mit einer erheblichen Unterschätzung der Niederschlagsmengen zu rechnen ist.

Während des Beobachtungszeitraumes lässt sich bei den Jahresniederschlagssummen an der Messstelle Sonnalm kein Trend erkennen (Abbildung 10). Auch ohne Berücksichtigung der Winternieder-

schläge (November bis April – langjährige Störung Messstelle) ergibt sich ein ähnliches Bild, es ist allenfalls ein leicht steigender Trend festzustellen. Ein Beobachtungszeitraum von 20 Jahren zur Abschätzung eines längerfristigen Trends für Jahresniederschlagssummen ist für gesicherte Aussagen zu kurz.

Unter Heranziehung der höchsten und niedrigsten vollständig registrierten Jahresniederschlagssummen ergibt sich für den jeweiligen Beobachtungszeitraum eine Variabilität von 1,48 (Sonnalm) bzw. 1,69 (Schmittenhöhe). Für den Zeitraum Juni bis September liegen sie mit 1,92 (Sonnalm) und 1,97 (Schmittenhöhe) darüber. Diese vergleichsweise geringen Variabilitäten weisen auf regelmäßig fallende Niederschläge im Einzugsgebiet des Schmittenbaches hin. Über- oder unterdurchschnittliche Niederschlagsmengen während der Sommermonate werden über den Rest des Jahres häufig nicht ausgeglichen. So wurde 1998 die größte Niederschlagsmenge des Sommerzeitraumes beobachtet, gleichzeitig wurde in

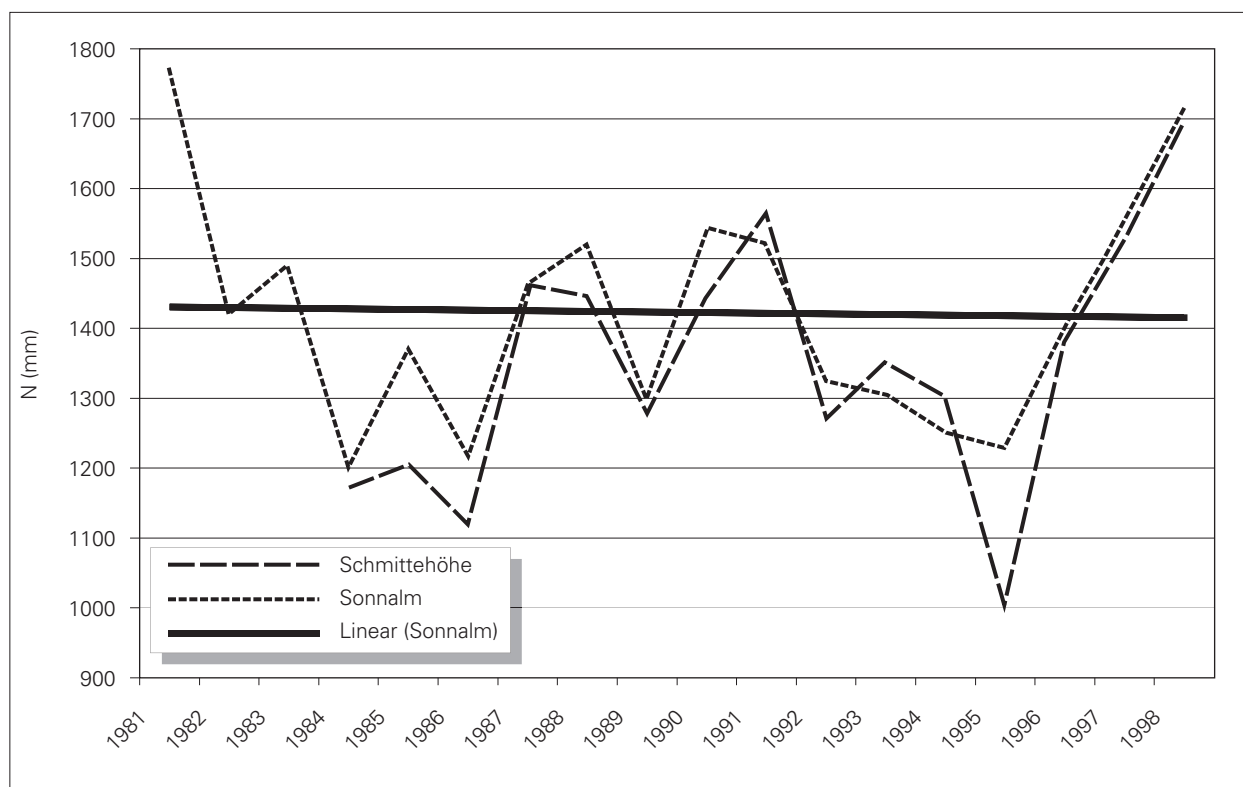


Abbildung 10: Verlauf der Jahresniederschlagssummen (Schmittenhöhe, Sonnalalm)

diesem Jahr auch die größte bzw. zweitgrößte Jahresniederschlagssumme registriert, ähnliches gilt auch für 1991. 1986 war der Sommer besonders trocken, im Jahresschnitt liegen die Niederschlagssummen auch eindeutig unter dem Durchschnitt.

bereiches. An der 2036 m hoch gelegenen Messstelle Mooserboden des Hydrographischen Dienstes traten zumeist ähnliche Niederschlagsmengen (Ausnahme 1981) wie im Mustereinzugsgebiet auf.

Tabelle 4:

Jahresniederschlagssummen an der Messstelle Schmittenhöhe und Sonnalalm im Vergleich zu den benachbarten Stationen des Hydrographischen Dienstes in Österreich. Die absolute Maximalwerte (gesamter Messzeitraum) sind fett dargestellt

Station	Seehöhe (m)	1981	1998	1997	1990	1988
Sonnalm	1390	1777	1717	1554	1546	1523
Schmittenhöhe	1964	1827	1698	1526	1446	1446
Zell/See	750	1091	1078	977	1210	1207
Karprun	750	1058	945	922	1301	1236
Mooserboden	2036	1497	1558	1418	1471	1550

In Tabelle 4 werden die niederschlagsreichsten Jahre der Messstellen im Einzugsgebiet jenen der benachbarten Stationen des Hydrographischen Dienstes gegenübergestellt. Auffällig ist, dass vier der fünf angeführten Jahre in der zweiten Hälfte des Beobachtungszeitraumes liegen.

Die im Einzugsgebiet gemessenen Niederschlagsmengen lagen immer erheblich über jenen des Tal-

3.1.2 Monatsniederschläge

In den Wintermonaten sind durch die exponierte Lage der Messstelle Schmittenhöhe und den häufigen Störungen an der Messstelle Sonnalalm Ungenauigkeiten in den Ergebnissen nicht auszuschließen. In Tabelle 3 werden deswegen auch die Niederschlagssummen der Monate Juni bis September angeführt.

Im Beobachtungszeitraum waren die Niederschlagsmengen der Sommermonate meist maßgeblich am Zustandekommen hoher Jahresniederschlagssummen beteiligt. Während dieser vier Monate fiel durchschnittlich knapp die Hälfte des Gesamtniederschlages. Abbildung 11 und 12 stellen die minimalen, mittleren und maximalen Monatssummen der Messperiode der beiden Ganzjahresmessstellen dar (Schmittenhöhe: 1983-1998, Sonnalalm: 1980-1998).

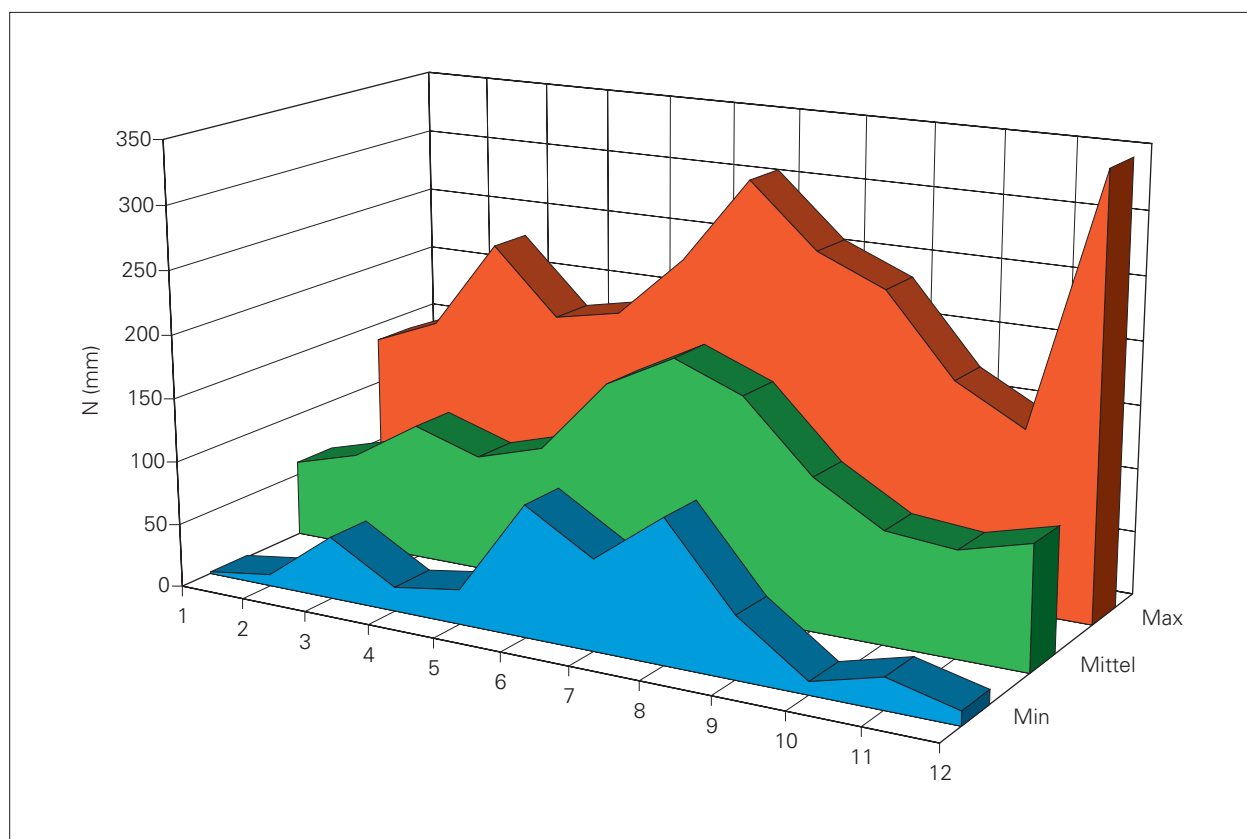


Abbildung 11: Jahresgang der minimalen, mittleren, und maximalen monatlichen Niederschlagssummen (Schmittenhöhe)

Abbildung 12: Jahresgang der minimalen, mittleren, und maximalen monatlichen Niederschlagssummen (Sonnalm)

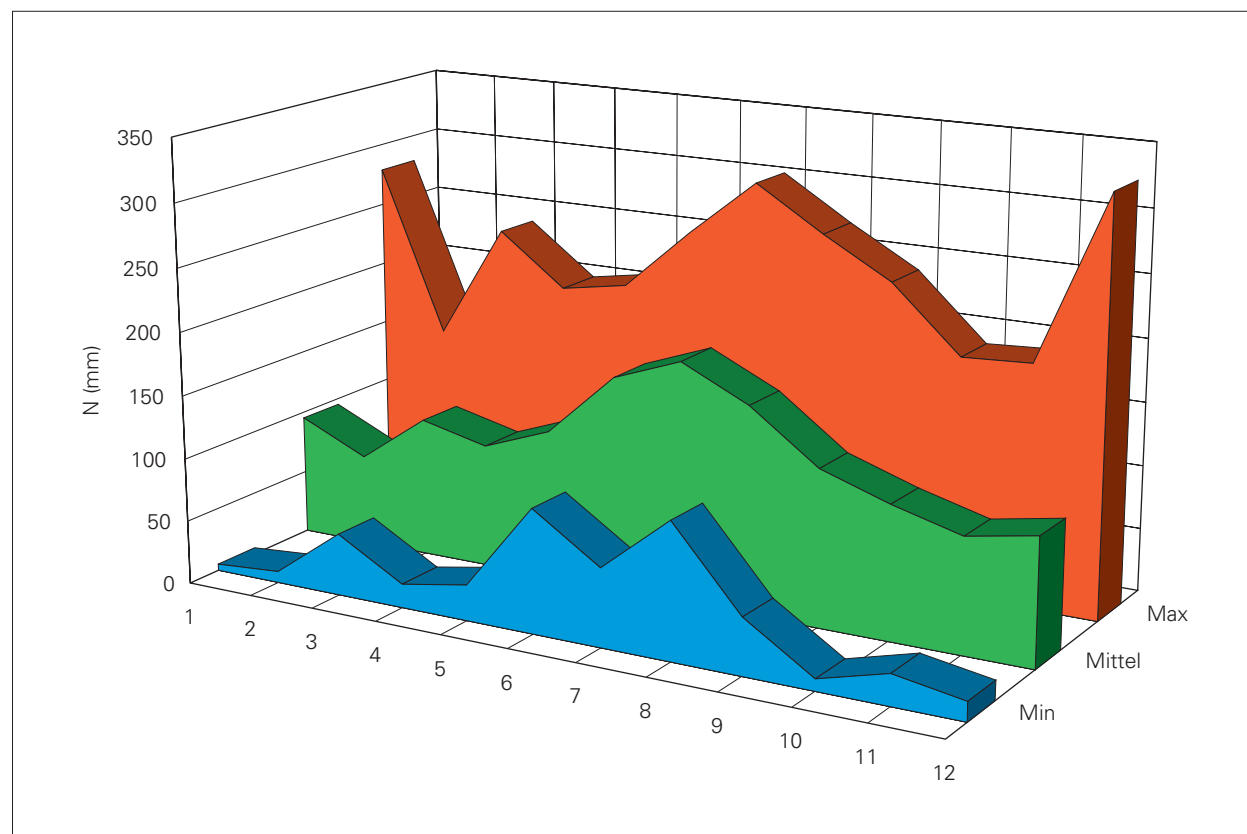


Tabelle 5:

Maximale Monatsniederschlagssummen (mm) an Messstellen in und um das Einzugsgebiet des Schmittenbaches.

Die größte Niederschlagssumme des Aufzeichnungszeitraumes jeder Station ist fett gedruckt, Monate mit 1 - 9 Fehltagen sind kursiv dargestellt und ab 10 Fehltagen in () gesetzt.

Jahr	Monat	Stationen im Einzugsgebiet			Nachbarstationen			
		Sonnalm	Schmittenhöhe	Breitengraben	Zell/See	Kaprun	Mooserboden	Dienten
1991	12	(327)	346		203	142	178	268
1981	7	304	340*	322	229	210	324	245
1998	7	294	298		200	175	298	258
1983	1	279			173	129	135	232
1985	8	270	249	286	238	275	349	269
1993	7	267	308		211	238	330	265
1982	1	262	151*		132	122	157	237
1990	6	258	238		151	202	202	221
1991	7	254	294		259	265	300	278
1997	7	244	257		160	154	265	299
1981	1	241	249		108	89	86	186

* Werte - Hydrographischer Dienst (Hydrographische Jahrbücher)

Deutlich tritt an beiden Stationen der Jahresgang der mittleren monatlichen Niederschlagssummen zu Tage, wobei die Monate Juni, Juli und August mit jeweils über 160 mm die höchsten Werte aufweisen. Die Verteilung der maximalen Monatsniederschlagssummen zeigt hingegen neben dem Sommermaximum auch ein Wintermaximum. In Tabelle 5 sind alle Monate, in denen an der Station Sonnalm mehr als 240 mm Niederschlag registriert wurden, aufgelistet und werden mit den Nachbarstationen verglichen.

Der Dezember 1991 war an beiden Ganzjahresmessstellen im Einzugsgebiet der niederschlagsreichste Monat während des Beobachtungszeitraumes, nicht jedoch bei den benachbarten Stationen des Hydrographischen Dienstes. Auch im Jänner wurden noch drei Mal Spitzenwerte erreicht. Am häufigsten wurden hohe Niederschlagsmengen im Beobachtungszeitraum aber eindeutig im Juli registriert, im Frühling und Herbst dagegen gar nicht. Der höchste je auf der Schmittenhöhe beobachtete Wert stammt allerdings aus dem April 1917 (423 mm).

Auffallend sind die zum Teil geringen Niederschlagsmengen der Nachbarstationen Zell am See,

Kaprun und Moserboden während der Winterspitzenwerte. Die weiter entfernte Messstelle Dienten am Hochkönig (Nordstaulage) weist hingegen bis auf Dezember 1991 ähnlich hohe Werte und eine insgesamt bessere Übereinstimmung der Niederschlagssummen mit jenen des Einzugsgebietes auf. Leider wurde keine einzige der maximalen Wintermonatssummen von beiden im Einzugsgebiet vorhandenen Messstellen gemeinsam, vollständig und störungsfrei aufgezeichnet, was diesen Werten mehr Gewicht verliehen hätte. Trotzdem lässt sich sagen, dass der Großteil des Einzugsgebietes (vor allem die höheren Lagen) noch dem luftfeuchten, winterniederschlagsreichen Klima des nördlichen Alpenrandes zuzurechnen ist. Im Talbereich (Zell/See, Kaprun) ist dieser Klimaeinfluss bereits geringer. Eine detaillierte Aufstellung aller Monatssummen ist im Anhang A angeführt.

Tabelle 6 zeigt die Variabilitäten der Niederschlagsmengen in den einzelnen Monaten.

Im Jänner betrug die Spanne zwischen größter und geringster Niederschlagsmenge 274 mm oder 1:56. Demgegenüber fallen die Niederschläge besonders in den Monaten Mai bis September mit großer Regel-

Tabelle 6:

Monatsmittelwerte, -maxima und -minima sowie die sich daraus ergebende Variabilität der Niederschläge (Station Sonnalm)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Max	279	149	240	199	209	258	304	270	239	189	192	327
Mittel	95	71	110	97	118	169	189	163	123	105	91	101
Min	5	9	49	19	28	97	61	107	45	9	24	15
Variab.	56	17	5	11	7	3	5	3	5	20	8	22

mäßigkeit. Auch in den anderen Monaten ist die Variabilität vergleichsweise gering. Die Variabilität der Niederschlagsmengen zeigt die Unbrauchbarkeit von Mittelwerten ohne Angabe von Maximalwerten für Projektierungen in der WLIV. Die Angabe von Minimalwerten (besonders während der Vegetationszeit) kann für flächenwirtschaftliche Maßnahmen über die Feuchtigkeitsansprüche des ausgewählten Pflanzenmaterials von Bedeutung sein.

3.1.3 Tagesniederschläge

Die Tageswerte stellen kalendarische Größen dar, wobei der 24-Stundenzeitraum unveränderlich von 7 Uhr bis 7 Uhr des Folgetages reicht. Dies ist die übliche Vorgangsweise bei der Ermittlung von Tagesniederschlägen. Die Tagesniederschlagssummen entsprechen daher nicht den 24-stündigen Maximalniederschlagswerten (nichtkalendarische Werte), die meist höher sein werden (variables 24-Stundenintervall, vgl. u.a. ZELLER ET AL 1976). Ein Vergleich Tagesmaxima/ 24-Stundenmaxima ist über das Kapitel 3.1.4 (1440-Minutenmaxima) möglich.

In Abbildung 13 sind die höchsten und mittleren Tagesmaxima, welche in den einzelnen Kalendermonaten an den Stationen Schmittenhöhe und Sonnalnm registriert wurden, dargestellt. Die maximalen Tagesniederschläge für jeden Monat des Beobachtungszeitraumes werden im Anhang B für alle Niederschlagsmessstellen im Einzugsgebiet angeführt.

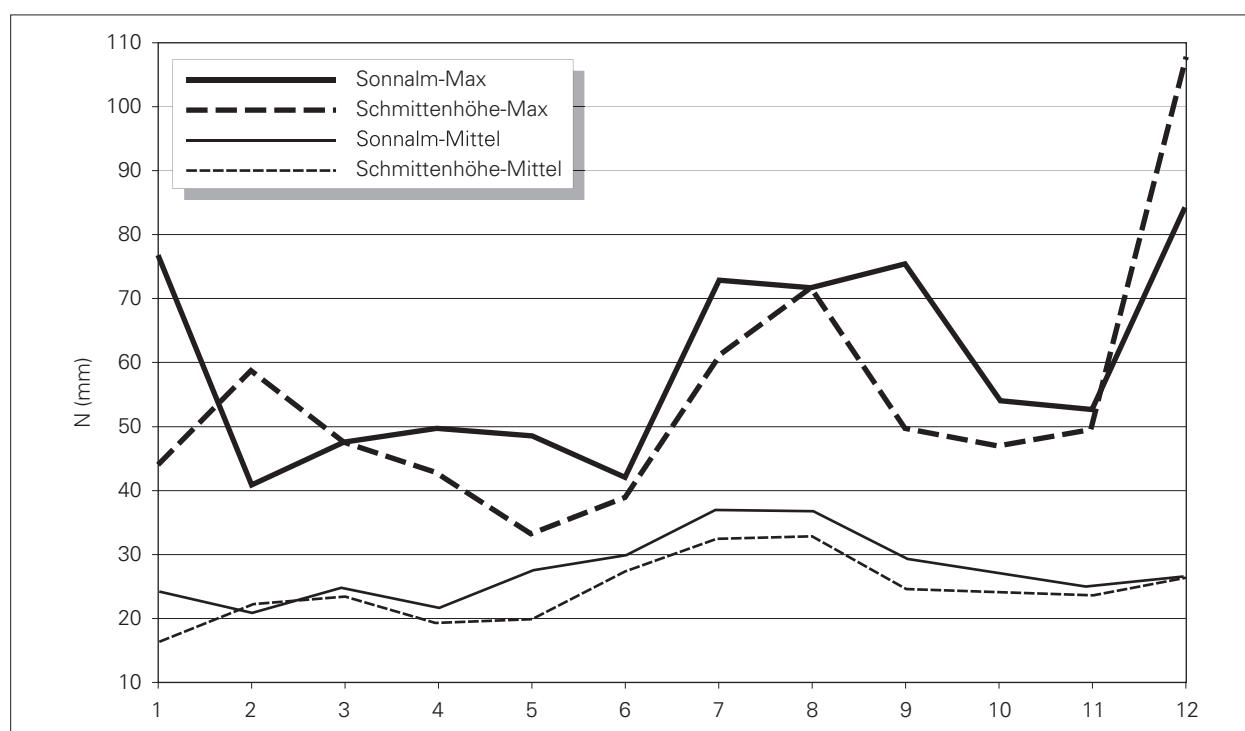
Die maximalen Tagesniederschlagssummen treten an beiden Messstellen im Dezember auf. Hohe Werte sind weiters in den Monaten Juli bis September und an der Station Sonnalnm auch im Jänner zu verzeichnen. Die durchschnittlichen Niederschlagsmaxima erreichen in den Sommermonaten die höchsten Werte.

Abbildung 14 basiert auf Daten des Hydrographischen Dienstes (HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1990), welchen die Werte des Einzugsgebietes gegenübergestellt wurden. Dargestellt wird für verschiedene Stationen, mit welcher Häufigkeit das Jahresmaximum des Eintagesniederschlags in ein bestimmtes Monat fällt.

Auffallend ist die geringe Übereinstimmung der nur wenige Kilometer voneinander entfernten Niederschlagsmessstellen Sonnalnm / Schmittenhöhe. Ursachen dafür sind:

- Der unterschiedliche Beobachtungszeitraum (z.B. 2 der 3 Jännermaxima an der Station Sonnalnm vor Aufzeichnungsbeginn Schmittenhöhe).
- Unterschiedliche Windverhältnisse an den Messstellen, die vor allem bei Schneefall (Wintermonate) entscheidend sind.
- Kleinräumigkeit von Gewittern (Sommermonate), die häufig maßgeblich am Zustand kommen extremer Tagesniederschlagsmengen beteiligt sind.

Abbildung 13: Höchste und mittlere Tagesmaxima je Kalendermonat (Schmittenhöhe, Sonnalnm)



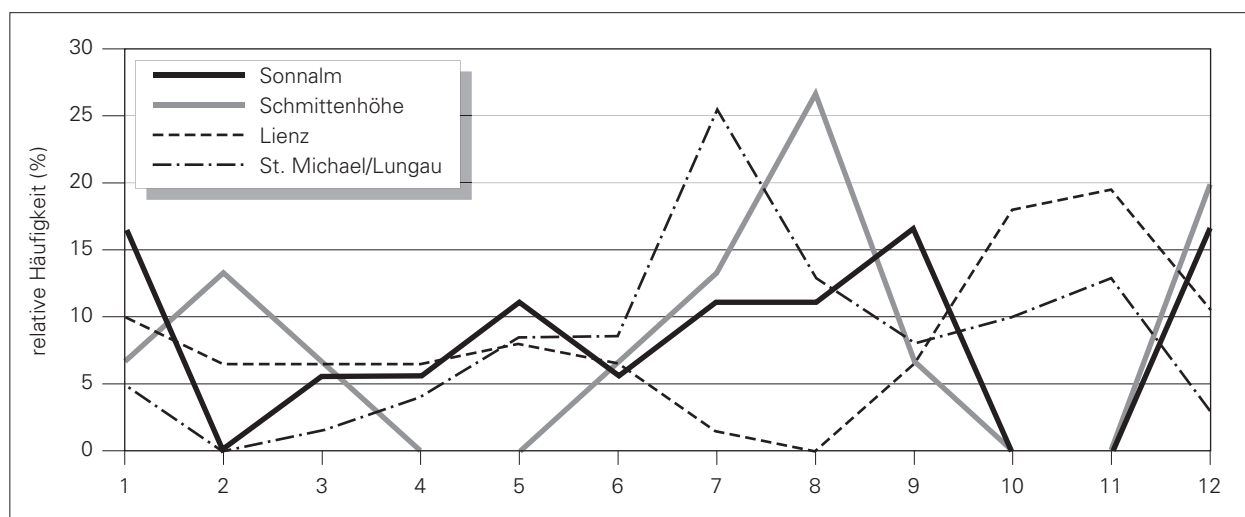


Abbildung 14: Monatliche, relative Häufigkeiten der Jahresmaxima der Tagesniederschlagssummen

Während es auch in St. Michael im Lungau ein ausgeprägtes Sommermaximum gibt, lässt sich das Wintermaximum an keiner der Vergleichsmessstellen feststellen. Diese liegen allerdings auch nicht im Einflussbereich des Nordstaus (vgl. Kapitel 3.1.2).

Die höchsten Tagesniederschläge der Messperiode (an denen mindestens eine der Stationen ein Wert von >50 mm/Tag registrierte) sind in Tabelle 7 aufgelistet und sofern vorhanden den Werten der Nachbarstationen des Hydrographischen Dienstes in Österreich gegenübergestellt.

Der größte, korrekt aufgezeichnete Niederschlagswert stammt vom 15.1.83 – er ist aber für das Abflussgeschehen (Schnee) nicht von Bedeutung. Auffällig ist die Konzentration der hohen Tagesniederschlagssummen im Beginnjahr der Messungen, in dem auch die höchsten sommerlichen Niederschläge (72,9 mm, 18.7.81) verzeichnet wurden. Insgesamt wurde die 50 mm Marke an der Messstelle Sonnalalm im Beobachtungszeitraum 15 mal überschritten, davon vier mal im Juli, drei mal im Jänner und je zwei mal im September, Oktober und Dezember -

Tabelle 7:

Maximale Tagesniederschläge an den Messstellen im Einzugsgebiet Schmittenbach und den benachbarten Messstellen. Die maximalen, an der jeweiligen Station gemessenen Tagesniederschlagssummen sind fett gedruckt, die in () gesetzten Werte sind möglicherweise fehlerhaft.

Datum	Tagesniederschlagssummen (mm)					
	Sonnalm	Schmittenhöhe	Breitengraben	Zell/See	Karprun	Moserboden
18.07.1981	72,9		(46,6)	72	82	98
19.07.1981	48,5		(83,1)	48		
09.09.1981	(75,6)		9,9			
03.10.1981	50,9					
26.11.1981	52,4					
29.01.1982	66,7					
05.01.1983	66,4					
15.01.1983	77,3			38		
06.08.1985	71,6	(34,6)	76,2	58	67	73
19.12.1986	50,4	(28,1)				
19.02.1988	(34,0)	58,6				
09.07.1990	57,4	60,3		48	46	
31.07.1991	58,4	53				
21.12.1991	(45,6)	(68,6)				
22.12.1991	(84,5)	(108,0)				
05.07.1997	54,7	61,3				
01.10.1997	54,1	47				
05.09.1998	58,6	49,4				

von Februar bis Juni hingegen kein einziges mal. Wie bei den Monatswerten zeigt sich auch hier ein Sommer- und ein Wintermaximum. Die registrierten Tagesniederschlagsmengen sind im Verhältnis zur Jahresniederschlagssumme und im Vergleich mit anderen Untersuchungsgebieten des BFW (z.B. Mödritschbach, Gradenbach, beide Kärnten) vergleichsweise gering.

Tabelle 8 zeigt die Gesamtzahl aller Tage mit Niederschlag und die Prozentanteile dieser Niederschlagstage an der Gesamtanzahl aller Messtage. Im Anhang C können diese Zuordnungen für jedes einzelne Jahr des Beobachtungszeitraumes, monatsweise aufgegliedert, nachgeschlagen werden.

Größe solcher Niederschlagsereignisse. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die vollständigen Messreihen nur 18 bzw. 15 Jahre umfassen und Angaben für darüber hinausgehende Jährlichkeiten über Extrapolation der gefundenen Ausgleichsfunktionen ermittelt werden müssen. Bei diesem Verfahren steigt der mögliche Fehler, den der berechnete Wert beinhalten kann mit der Länge des extrapolierten Zeitraumes überproportional. Tabelle 9 gibt die für bestimmte Jährlichkeit errechneten Niederschlagshöhen an beiden Stationen an, wobei für die angegebenen Intervallgrenzen (+/-) eine Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 % gilt. Auf Grund der kurzen Messreihen sind diese entsprechend weit.

Tabelle 8: Verteilung der Niederschlagstage auf bestimmte Niederschlagsintervalle

Station	Mess- tage ges.	Tage mit N	Tg mit N in %	Anzahl der Tage mit Niederschlagssummen in mm									
				ohne N	>0 <1	1 <5	5 <10	10 <20	20 <40	40 <60	60 <85	85 <100	>=100
Schmittenhöhe	5524	2886	52,2	2638	671	961	540	469	217	23	4	0	1
Sonnalm	6604	3664	55,5	2940	908	1189	685	570	265	40	7	0	0
Breitengraben	1664	1000	60,1	664	237	276	193	185	98	9	2	0	0

Bei allen im Einzugsgebiet gelegenen Stationen waren mehr als die Hälfte aller Niederschlagstage solche mit nur geringen Niederschlagssummen (<5 mm), an der Messstelle Sonnalm war dieser Prozentsatz mit 57 % am höchsten. Tagesniederschlagsmengen von >40 mm traten im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Messtage gesehen, am häufigsten an der Messstelle Sonnalm auf. Mit Tagesniederschlagsmengen über 60 mm ist im Einzugsgebiet durchschnittlich alle zweieinhalb bis drei Jahre zu rechnen.

In den Monaten April bis September wurde der Tagesmaximalwert/Jahr insgesamt 19 mal erreicht, was einem Anteil von 58 % entspricht. In Abbildung 15 (HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1990) werden die Anteile des Sommerhalbjahres (April – September) an der Anzahl der Jahresmaxima des 1-tägigen Niederschlages dargestellt. Sie weist für das Einzugsgebiet des Schmittbachs einen Anteil von 50 – 60 % aus – das von den Messstellen gelieferte Ergebnis bestätigt diese Verteilung.

Da bei der Bemessung von Schutzwasserbauten Ereignisse bestimmter Jährlichkeit zu Grunde gelegt werden, wird im Folgenden mittels Gumbelanalyse untersucht, inwieweit auf Grund der Niederschlagsmessungen an den Stationen Sonnalm und Schmittenhöhe Niederschläge bestimmter Jährlichkeit zu prognostizieren sind. Die Gumbelanalyse beschreibt über eine doppelt exponentielle, zweiparametrische Verteilung die Häufigkeit bzw. die

Tabelle 9:

Niederschlagshöhen bestimmter Jährlichkeit, ermittelt über die Gumbelanalyse, Referenzzeitraum: Sonnalm 1981-1998, Schmittenhöhe 1984-1998

Sonnalm			Schmittenhöhe		
Jährlich- keit	Mittelwert (mm)	+/- (mm)	Jährlich- keit	Mittelwert (mm)	+/- (mm)
2	51,5	6,8	2	48,8	9,1
5	68,6	12,7	5	70,3	17,4
10	79,9	17,7	10	84,6	24,3
25	94,3	24,4	25	102,6	33,4
50	104,9	29,4	50	115,9	40,3
100	115,4	34,4	100	129,2	47,3
150	123,4	38,2	150	139,2	52,5

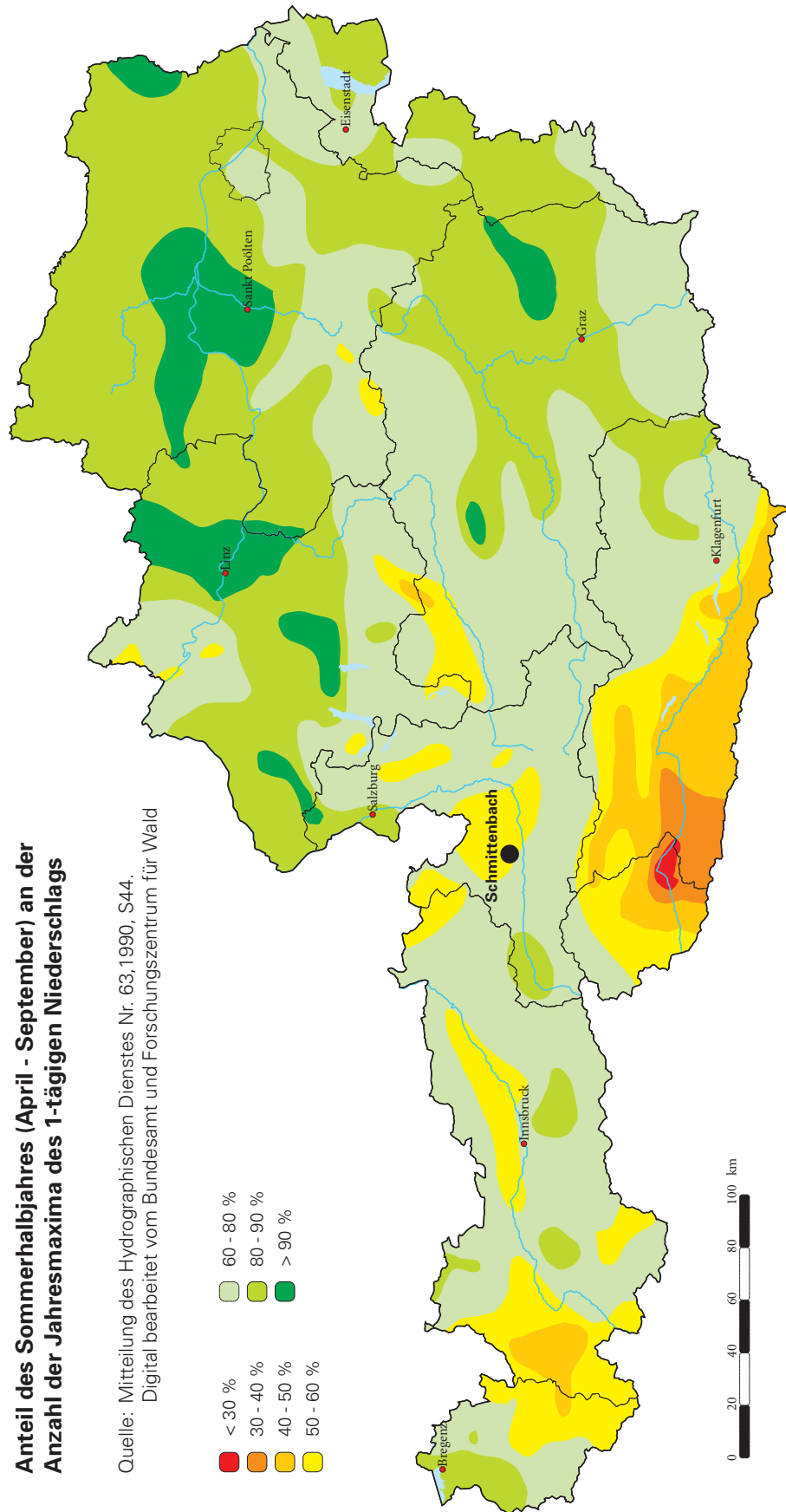
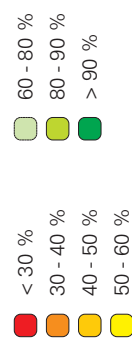
Die Werte sind so zu interpretieren, dass z.B. im Bereich der Messstelle Sonnalm ein 100-jährliches Niederschlagsereignis mit 95%iger Wahrscheinlichkeit ein Tagesmaximum von rund 115,4 mm +/- 34,4 mm aufweist. Der höchste an der Sonnalm gemessene Wert des 18-jährigen Aufzeichnungszeitraumes (84,5 mm) würde nach der Ausgleichskurve einem 18-jährlichen Ereignis entsprechen, die Kurve scheint gut angepasst. Der Höchstwert des 15-jährigen Aufzeichnungszeitraumes an der Messstelle Schmittenhöhe (108 mm) entspricht demgegenüber einem rund 30-jährlichen Ereignis.

Die Unsicherheit bei dieser Art der Ermittlung von zu erwartenden Niederschlagsmengen ist, wie schon

Abbildung 15: Anteile (in %) des Sommerhalbjahres (April – September) an der Anzahl der Jahresmaxima des 1-tägigen Niederschlages.

Anteil des Sommerhalbjahres (April - September) an der Anzahl der Jahresmaxima des 1-tägigen Niederschlags

Quelle: Mitteilung des Hydrographischen Dienstes Nr. 63, 1990, S44.
Digital bearbeitet vom Bundesamt und Forschungszentrum für Wald



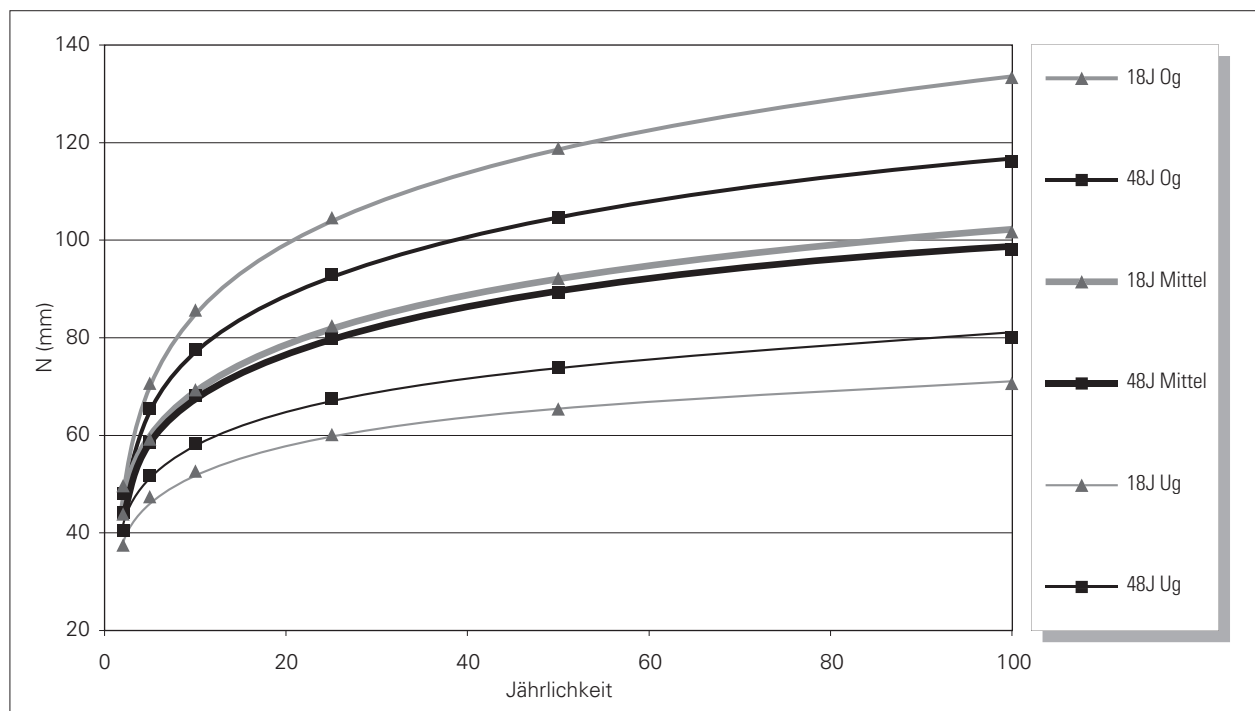


Abbildung 16:

Vergleich der Niederschlagshöhen bestimmter Jährlichkeit, ermittelt mit einer Gumbelanalyse (Zeitraum: 1951 - 1998 bzw. 1981 - 1998 für Zell/See)

erwähnt, um so größer, je kürzer die zu Grunde gelegte Messreihe ist, bzw. je länger der Extrapolationszeitraum wird. Um nun eine Möglichkeit zu bieten, die Qualität dieser Berechnung einschätzen zu können, sind in Abbildung 16 die Niederschlagsmengen der in der Nähe liegenden Niederschlagsmessstation Zell am See (HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1951-2001) für verschiedene Jährlichkeiten angeführt.

Dabei wurden einander die Werte die, wie für die Station Sonnmalm, aus einer 18-jährigen Messreihe ermittelt wurden, den entsprechenden Ergebnissen einer 48-jährigen Messreihe (1951-1998) gegenübergestellt.

Abbildung 16 zeigt, dass die aus den verschiedenen langen Beobachtungszeiträumen errechneten Ausgleichsfunktionen gut übereinstimmen - die gefundene Funktion des kurzen Beobachtungszeitraumes ist daher zur Abschätzung von Niederschlagsereignissen geeignet. Man kann also davon ausgehen, dass sich Ereignisse großer Jährlichkeit bereits über die 18-jährige Messreihe der Station Sonnmalm hinreichend genau abschätzen lassen. Allerdings bedingt die kürzere Messreihe eine deutliche Ausweitung des Vertrauensbereiches. So beträgt die Standardabweichung des 48-jährigen Datensatzes an der Station Zell/See bei einer angesetzten Sicherheitswahr-

scheinlichkeit von 95 % +/- 18 mm, jene des 18-jährigen Datensatzes +/- 31 mm um den Mittelwert eines hundertjährigen Ereignisses.

Betrachtet man die Einordnung der im Gebiet gelegenen Niederschlagsmessstationen des Hydrographischen Dienstes in Österreich nach den Starkregenkriterien von SCHIMPF (1970), so sind alle tiefergelegenen Stationen (Zell am See, Kaprun) sogenannte K_{35} -Stationen (langjähriges Mittel der größten Tagesniederschläge eines Jahres: 30-40mm), die höher gelegenen aber auch weiter entfernten Stationen Mooserboden und Dienten K_{45} -Stationen (40-50mm). Es sollte sich demnach das Einzugsgebiet des Schmittentbaches im Übergangsbereich dieser Niederschlagskriterien befinden. In Abbildung 17 sind der mittels Gumbelanalyse ermittelten Ausgleichsfunktion der K_{35} und K_{45} -Stationen jene der Messwerte von Sonnmalm und Schmittenthöhe gegenübergestellt.

Die Messergebnisse beider Stationen liegen über den Werten der K_{35} -Stationen (SCHIMPF 1970) aber unter jenen der K_{45} -Stationen. Auch in den Anstiegen der Niederschlagsmengen mit der Jährlichkeit stimmen sie gut überein. Während der tatsächlich gemessene Höchstwert der Messstation Sonnmalm annähernd jenen der Funktion für ein 18-jährliches Ereignis entspricht, liegt der Höchstwert

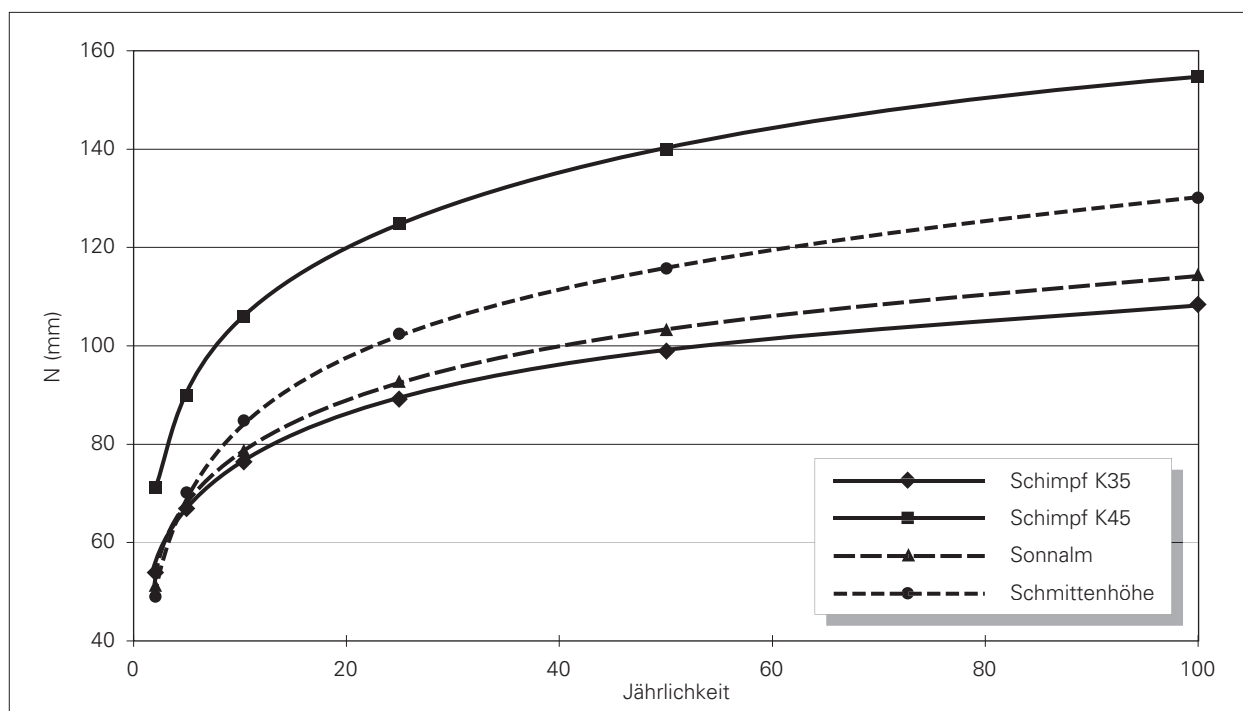


Abbildung 17:

Beziehungen zwischen Niederschlagsmenge und Jährlichkeit anhand der Kurve der K_{35} - und K_{45} -Stationen nach SCHIMPF (1970) sowie der Stationen Sonnaln und Schmittenhöhe.

der Messstelle Schmittenhöhe auffallend über den errechneten Werten. Bei der Einschätzung der für das Einzugsgebiet maßgeblichen Niederschlagshöhen muss berücksichtigt werden, dass die Spitzenwerte (beide vom 22.12.91) als Schnee fielen und deshalb nicht abflusswirksam wurden. Insbesondere auf der Schmittenhöhe ist die höchste, tatsächlich abflusswirksam gewordene Niederschlagsmenge/Tag (5.7.97, 61,3 mm) wesentlich geringer. Dementsprechend liegen die für Projektierungen in Rechnung zu stellenden Tagesniederschlagsmengen unter jenen von der Gumbelanalyse angegebenen bzw. können diese Werte als obere Grenzwerte angesehen werden.

3.1.4 Niederschlagsintensitäten kurzer Zeiträume

In den kleinen Einzugsgebieten des Alpenraumes führen meist kurze heftige Niederschlagsereignisse zu maximalen Abflussspitzen. Im Einzugsgebiet des Schmittenbaches ist das Gewitter aus dem Jahre 1966 das einzige hydrologisch dokumentierte Ereignis, welches zu größeren Schäden führte. Ein Vergleich mit den im Messdienst registrierten Niederschlagsereignissen ist nur eingeschränkt möglich, da es nicht von permanent registrierenden Messgeräten, sondern nur von täglichen Beobachtern aufgezeichnet wurde.

Die mit Ombrometern registrierten Niederschlagssummen (ZAMG) und die Angabe der Zeiträume vom 12.6.1966 zeigt Tabelle 10. Laut Gefahrenzonenplan ist dabei die Hauptmenge des Niederschlages innerhalb von 90 Minuten gefallen.

Tabelle 10: Niederschlagsmengen des Gewitters vom 12.6.1966			
	N (mm)	Uhrzeit	Anmerkung
Schmittenhöhe	17	18:40-20:30	Hagel
Zell/See	62,6	18:20-20:15	Hagel

Auf die Messreihe der Sonnaln bezogen wies die Niederschlagsmenge dieses Gewitters (Werte: Zell am See) eine ca. 110-jährliche, die auf der Schmittenhöhe registrierten Niederschlagsmengen jedoch nicht einmal eine 2-jährliche Wiederkehrperiode auf. Dass das Gewitter nur einen Teil des Einzugsgebietes voll betroffen hat und es außerdem gegen die Abflussrichtung des Einzugsgebietes (vgl. Zeitpunkt) gezogen ist, dürfte größere Schäden verhindert haben. Gleichzeitig wird dokumentiert, wie wenig Aussagekraft der Niederschlagswert einer einzigen Messstation hat. Mehrere Messstellen, am besten in Verbindung mit einem ausreichend genau arbeitenden Wetterradar sind für Forschungszwecke sehr hilfreich, da nur so auf die tatsächliche Ver-

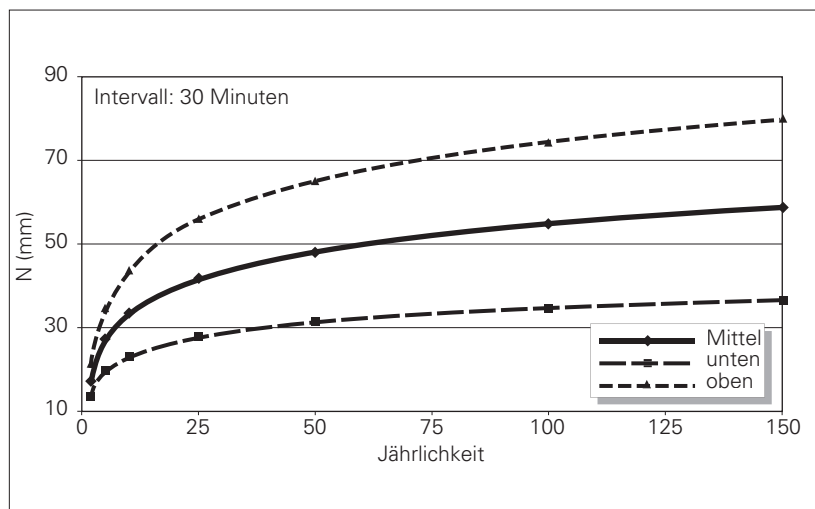


Abbildung 18:
Niederschlags - Frequenzdiagramm für 30-Minutenniederschläge, Messstelle
Sonnalm, nach RÖTHISBERGER ET AL. (z.B. 1992)

teilung der Niederschlagsmengen im Einzugsgebiet geschlossen werden kann. Schließlich wäre auch noch der Einfluss des Hagelanteiles auf den Abfluss zu klären.

Die Auflösung der Niederschlagsaufzeichnung betrug an der Messstelle Sonnalm bis 1996 fünf Minuten, danach eine Minute. Aus dieser Datenbasis wurden die maximalen Intensitäten für 10-, 15-, 20-, 30-, 45-, 60-, 120-, 360-, 720- und 1440-minütige (24 h) Niederschlagsereignisse bestimmt um daraus Frequenzdiagramme (z.B. nach RÖTHISBERGER ET AL. 1992) zu errechnen. Abbildung 18 zeigt beispielhaft die Ausgleichsfunktion für das 30-minütige Maximum, für alle untersuchten Zeiträume sind die Berechnungen in Anhang D dargestellt. Anschließend wurde daraus ein Niederschlags-Intensitäts-Diagramm (Abbildung 19) für die Messstelle erstellt.

Das Intensitätsdiagramm wurde über die Ausgleichsfunktion der einzelnen Frequenzanalysen erstellt. In diesen sind zusätzlich die Obergrenzen der Ausgleichsfunktion angegeben, die mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % nicht überschritten werden.

Bei Gegenüberstellung der einzelnen Niederschlagszeiträume (Abbildung 20) ist der nahezu deckungsgleiche Verlauf der Ausgleichslinien 45, 60 und 120 Minuten besonders im Bereich höherer Jährlichkeiten auffällig.

Die Trennung zwischen kurzen intensiven Niederschlagsereignissen (bis 45 Minuten) hoher Jährlichkeit einerseits und lange andauernden (>2 Stunden) ist sehr ausgeprägt. Es gibt augenscheinlich kaum

Übergangs- bzw. Mischformen. Starke konvektive Niederschlagsereignisse im Bereich des Schmittenbaches dauern im Wesentlichen nicht länger als 45 Minuten; stratiforme Niederschlagsereignisse weisen erst ab einer Dauer von 6 Stunden eine eindeutig höhere Gesamtniederschlagssumme als diese Gewitter auf. Dies ist insbesondere beim Einsatz von Fließzeitverfahren (z.B. IZZARD 1946, ZELLER 1981, KÖLLA 1986) zur Abflussbestimmung von Bedeutung.

Weiters wurden die aus den Frequenzdiagrammen ermittelten Niederschlagsmengen bestimmter Jährlichkeiten den mittels eines orographisch-konvektiven Modells

(OKM) des hydrographischen Dienstes (LORENZ & SKODA 2000) errechneten gegenübergestellt. Dieses Modell ist als Bemessungshilfe für Niederschläge kurzer Dauerstufen in datenarmen Regionen gedacht und macht flächenhafte, über die Gebietsgröße abgeminderte Angaben über die zu erwartenden Niederschlagsintensitäten bestimmter Dauerstufen und Jährlichkeiten.

Aus Tabelle 11 ist ersichtlich, dass die über Messreihen der Messstelle Sonnalm (Punktwert) errechneten Werte im Mittel nur rund 68 % der Niederschlagsmengen betragen, die das orographisch-konvektive Modells für die Gesamtfläche angibt. Das Modell überschätzt die Niederschlagsintensitäten für das Einzugsgebiet des Schmittenbaches also deutlich, bei dessen Einsatz liegt man – zumindest im Bereich des Schmittenbaches – eindeutig auf der „sicheren Seite“. Die Abweichungen differieren nach Niederschlagsdauer und Jährlichkeit. Während die Abschätzung mittels Modell für das 30-minütige Ereignis mit 100-jährlichem Wiederkehrintervall vergleichsweise gut passt, wird das 2-jährliche Niederschlagsereignis mit 15 Minuten Dauer stark überschätzt. Tendenziell passen die vom hydrographischen Dienst errechneten Werte für kürzere Niederschlagsereignisse hoher Jährlichkeit am besten.

Hingewiesen sei auf folgende, diesen Vergleich beeinflussende Argumente:

- Es werden Niederschlagswerte an einem Punkt mit über die Fläche des Gesamteinzugsgebietes des Schmittenbaches (10 km²) abgeminderten Werten verglichen. Die an der Station Sonnalm aufge-

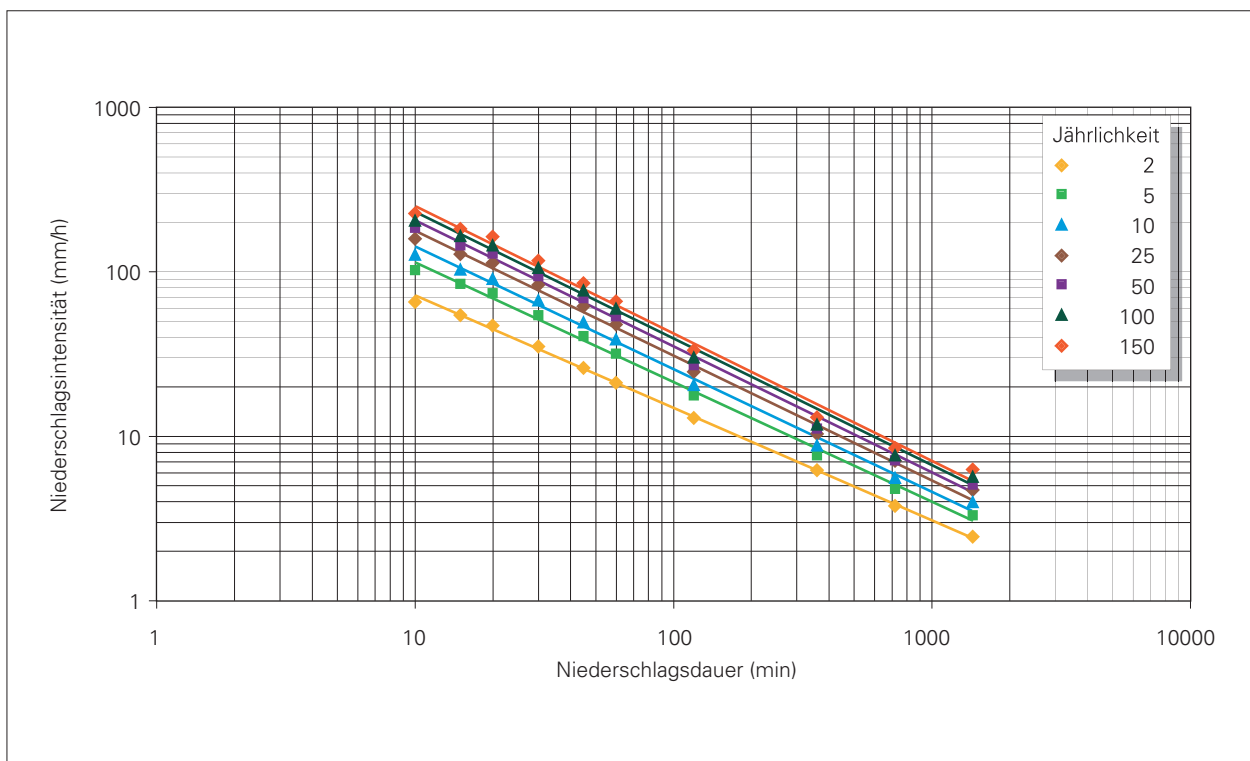


Abbildung 19:
Niederschlags – Intensitäts - Diagramm, Messstelle Sonnalpm, nach RÖTHISBERGER ET AL. (z.B. 1992)

Abbildung 20:
Frequenzdiagramm – rechnerische Niederschlagsmengen und deren Jährlichkeit für 10-1440 Minutenintervalle, Messstelle Sonnalpm, nach RÖTHISBERGER ET AL. (z.B. 1992)

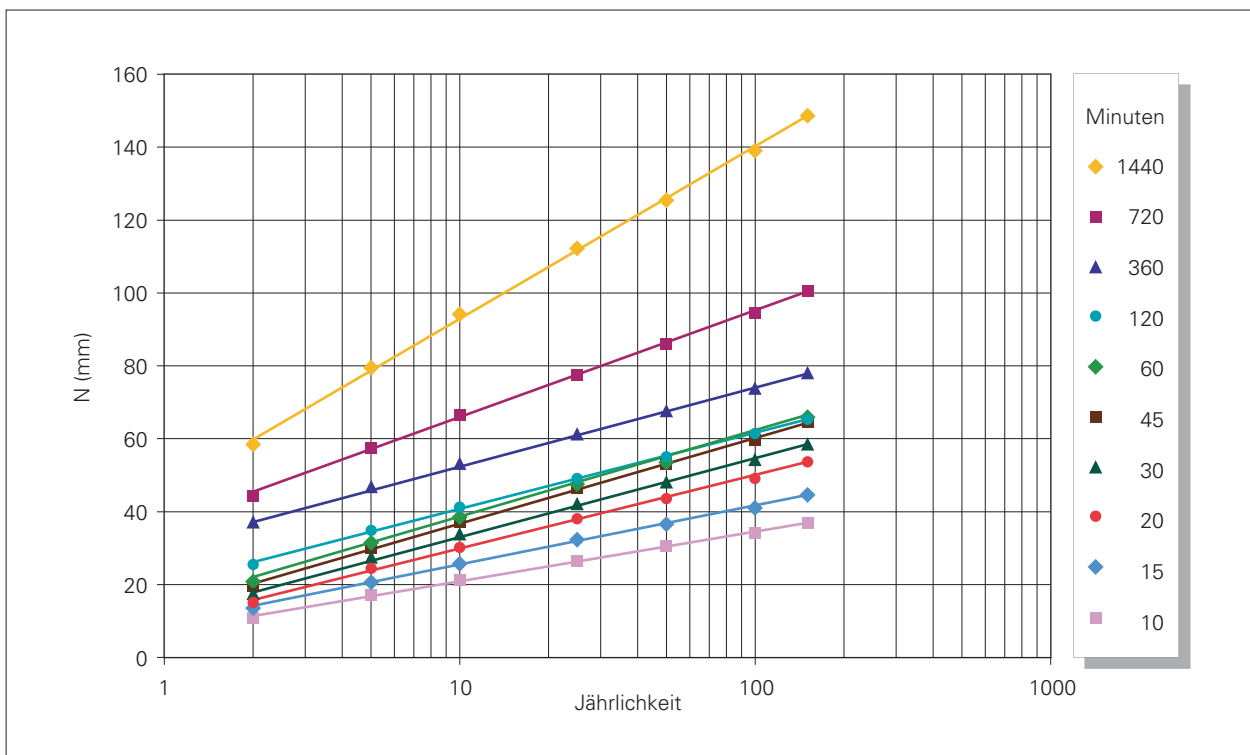


Tabelle 11:
Vergleichsprozent ($N_{\text{Sonnalm}}/N_{\text{OKM}} \cdot 100$), Niederschlagsmengen Einzugsgebiet Schmittenbach

Dauer (min)	Jährlichkeit						
	2	5	10	25	50	100	Mittel
15	55,8	67,0	70,6	73,3	74,8	75,9	69,6
30	63,1	75,6	79,9	83,0	84,6	85,8	78,6
60	64,3	68,4	69,0	69,0	68,9	68,8	68,1
120	73,0	71,6	69,7	67,5	66,1	65,0	68,8
360	59,6	60,1	59,2	58,0	57,2	56,6	58,5
720	61,9	65,4	65,8	65,7	65,5	65,3	64,9
Mittel	63,0	68,0	69,0	69,4	69,5	69,5	68,1

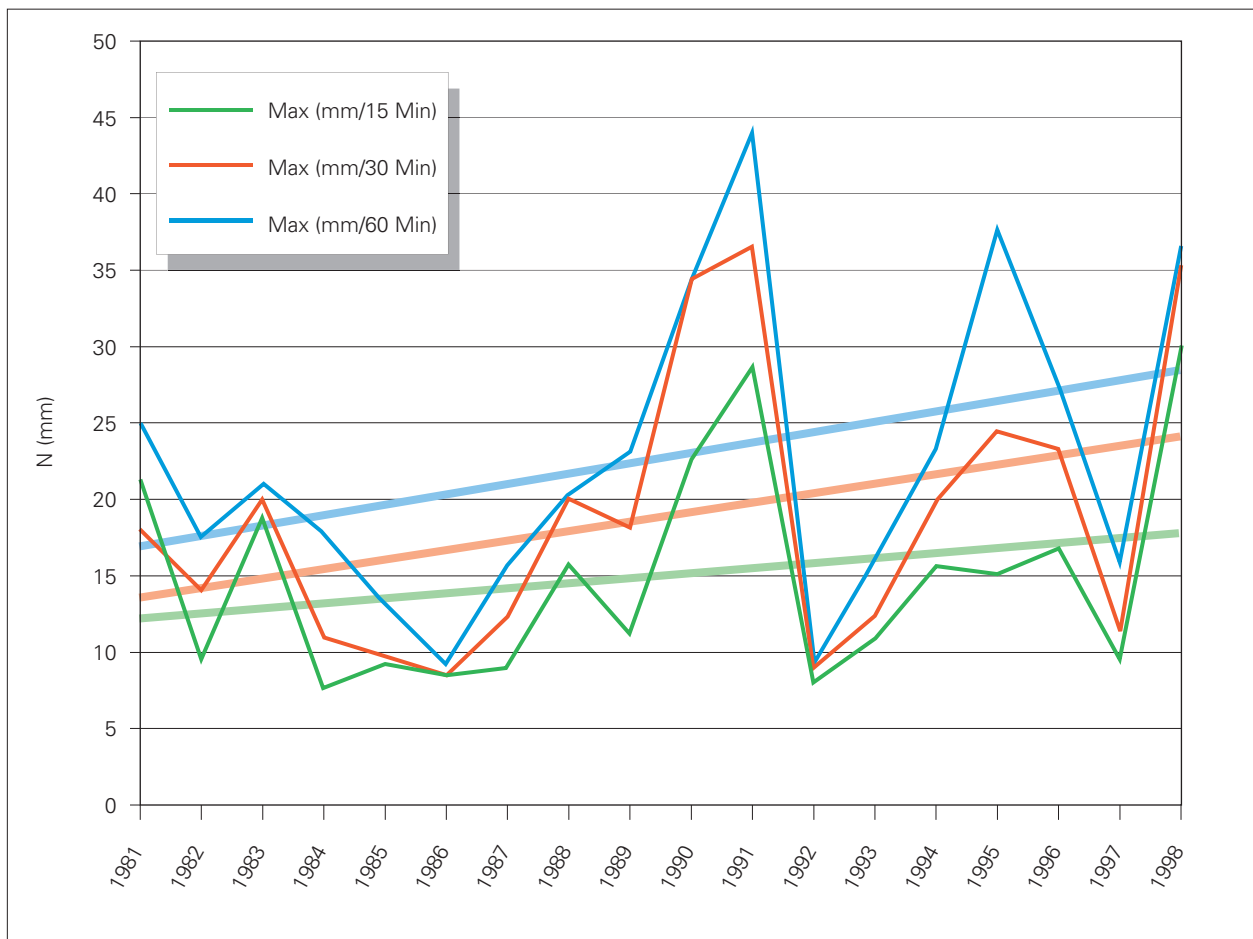
zeichneten Maximalwerte können aber selbst für die kleinere Fläche des „Messwehreinzugsgebietes“ (7,3 km²) nicht voll in Rechnung gestellt werden (vgl. Kapitel 3.2.4). Bei Ausschaltung dieser Inkonsistenz werden die Angaben für das Vergleichsprozent ($N_{\text{BFW}}/N_{\text{OKM}} \cdot 100$) noch deutlich unter den Angaben der Tabelle 11 liegen.

gleichsprozentes durch die Unschärfe der extrapolierten Werte ist aber möglich.

- Aus messtechnischen Gründen können Intensitäten von extremen Kurzereignissen (z.B. bei Hagelanteilen) die tatsächlichen Intensitäten unterschätzen und dadurch zu einer Unterschätzung durch die Extremwertstatistik führen –

Abbildung 21:

Trend der Niederschlagsmengen (Jahresmaximalwerte) für 15-, 30- und 60-minütige Dauer, Messstelle Sonnalm



das Vergleichsprozents wird in diesen Fällen unterschätzt.

Abbildung 21 zeigt den Trend kurzer, intensiver Niederschlagsereignisse an der Messstelle Sonnmalm während des Beobachtungszeitraumes, die für Schäden im Einzugsgebiet maßgeblich sind (vgl. Kapitel 1.4 bzw. 3.2.4).

Wenngleich die Beobachtungsreihe zu kurz ist, um langfristige Trends bzw. das Eskalieren von Gewitterereignissen prognostizieren zu können, so sollten die Ergebnisse unter dem Eindruck der vermuteten Klimaentwicklungen (vgl. Kapitel 1.6) doch als Warnsignal verstanden werden.

3.1.5 Höhenabhängigkeit der Niederschläge

Im Einzugsgebiet des Schmittenbaches befinden sich drei ganzjährig betriebene Niederschlagsmessstellen zwischen 750 m und 1964 m Seehöhe. Die sich überschneidenden Datensätze reichen nur über 14 Jahre. Durch die unterschiedliche Lage der Messstellen im Gelände und Aufzeichnungsproblemen in den Wintermonaten (vgl. Kapitel 2.1) ist der über eine lineare Ausgleichsfunktion ermittelte Wert der Zunahme des Niederschlages über die Seehöhe (ca. 20 mm/100 m im Jahresschnitt) nur ein grober Richtwert. Er ist für Konvektivniederschläge (Gewitter) ungültig, da diese weder in Intensität noch Niederschlagsmenge direkt von der Seehöhe abhängen (MATTERN 1996).

3.2 Abflussmessungen

3.2.1 Jahresabflüsse

In Abbildung 22 werden die Gesamtabflussfrachten für die einzelnen hydrologischen Jahre (1. September des Vorjahres bis 31. August des Berichtsjahres) dargestellt.

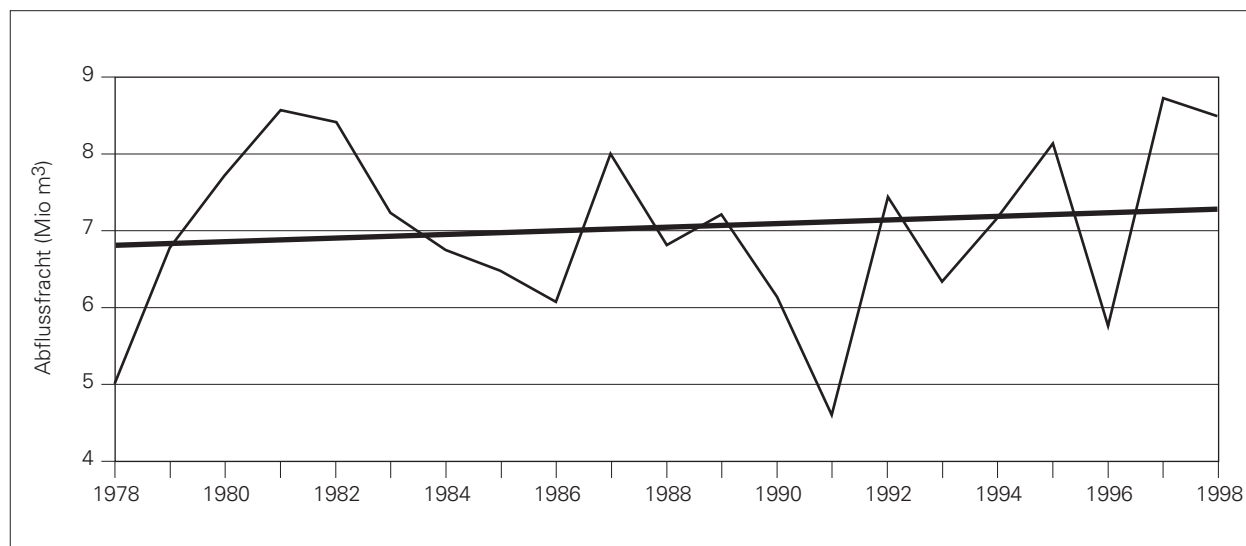
Diese nahmen über den Beobachtungszeitraum zu. Um den Vergleich mit den Jahresniederschlagsmengen zu ermöglichen (vgl. Kapitel 3.1.1), wurde der Abflusstrend auch für den Zeitraum 1981-1998 (Messzeitraum Sonnmalm) ermittelt. Dieser ist annähernd identisch mit jenem des Gesamtdatensatzes. Aufgrund der gleich bleibenden Jahresniederschlagsmengen liegt die Vermutung nahe, dass dieser Trend primär auf die sich in der Gesamtheit des Einzugsgebietes verschlechternde Wasserhaushaltsbedingungen (trotz Zunahme der Waldfläche, vgl. Kapitel 1.3) zurückzuführen ist.

Die aufgezeichnete Abflussfracht zwischen 1.1.78 und 31.12.98 betrug 151 Mio. m³, woraus sich eine mittlere Jahresabflussfracht von 7,2 Mio. m³ errechnet. Bezogen auf die Einzugsgebietsfläche ergibt sich somit eine durchschnittliche Abflussspende von 985.000 m³/ha und die stündliche von rund 112,5 m³/km².h. Diese ist hoch, wie der Vergleich mit Werten aus anderen Untersuchungsgebieten (Mustereinzugsgebiete) zeigt (vgl. Abbildung 23).

Im Schmittenbach wurden die höchsten mittleren Abflussfrachten je km² und Stunde verzeichnet. Das

Abbildung 22:

Abflussfrachten in den hydrologischen Jahren in Mio. m³ (Schmittenbach)



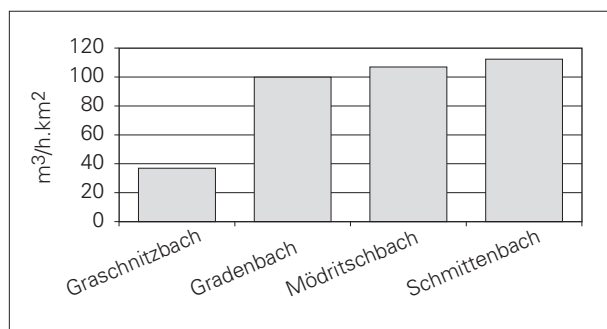


Abbildung 23:
Vergleich der Abflussfrachten von Untersuchungsgebieten des BFW

ist in Anbetracht der Tatsache, dass insbesondere das Mustereinzugsgebiet Gradenbach aber auch jenes des Mödritschbaches große Anteile an Ödlandflächen aufweisen, erstaunlich. Solche, den Oberflächenabfluss erhöhende Flächen gibt es im Einzugsgebiet des Schmittbaches kaum. Hauptgrund für diese hohen Abflussbeiwerte sind die dichten Böden im Einzugsgebiet mit ihren geringen Infiltrationsraten, welche schon bei mittleren Regenereignissen zu Oberflächenabflüssen führen. Die darauf angelegten Schipisten tragen nicht zuletzt durch ihre Entwässerungsbauwerke zusätzlich zur Vermehrung und Beschleunigung des Oberflächenabflusses bei. Über den Gesamtzeitraum wurde ein Abflusskoeffizient (Abflussmenge/ Niederschlagsmenge) von knapp 0,7 ermittelt.

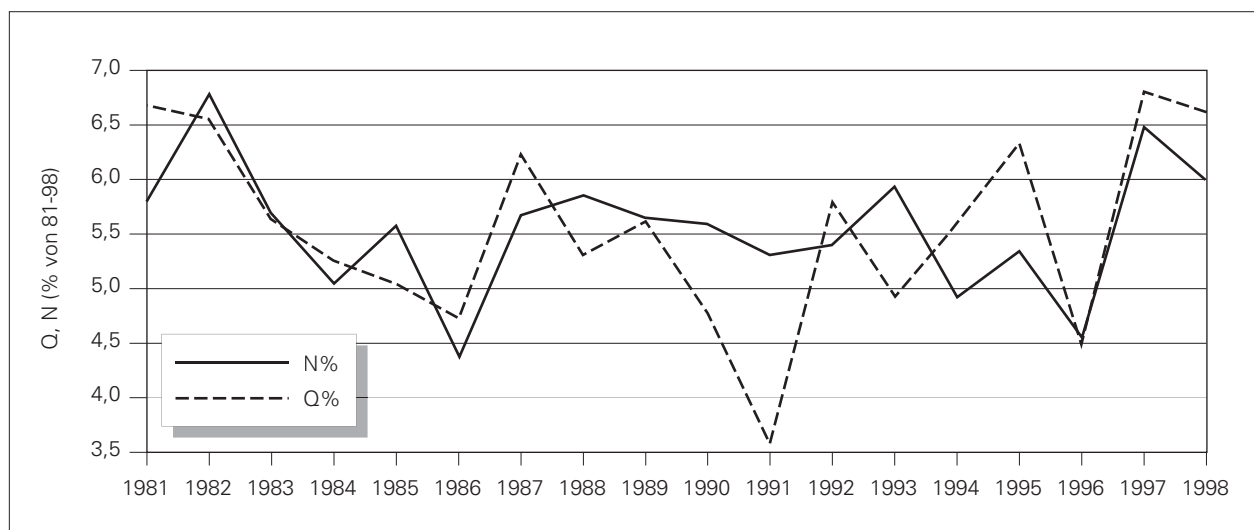
Die höchste Jahresabflussfracht des hydrologischen Jahres wurde 1997 mit fast 9 Mio. m³ registriert, die

geringste im Jahr 1991. Der Gang der Abflusskurve stimmt dabei, von Ausnahmen abgesehen, relativ gut mit jener der Jahresniederschlagsmengen überein, wie Abbildung 24 zeigt.

Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Prozentanteile der einzelnen Jahre an der Gesamtsumme des Beobachtungszeitraumes gebildet. Vor allem im Zeitraum 1990 – 1995 kam es aus mehreren Gründen zu größeren Abweichungen:

- **Messfehler bei den Abflussmessungen:** 1990 wurde das Messwehr im Zuge eines Hochwasserereignisses verschottert, es konnte erst ca. 14 Tage später wieder geräumt werden, 1994 wurde es ebenfalls im Zuge eines Hochwassers mit reichlich Geschiebe verfüllt – zeitweise Messstörungen waren die Folge. 1991 war die Abflussmessstelle während starker Niederschlagsereignisse wiederholt von kurzen Störungen betroffen, wodurch die Abflussmengen augenscheinlich unterschätzt wurden und dadurch auch der Abflusskoeffizient unterschätzt wird.
- **Messfehler bei den Niederschlagsmessungen** (vgl. Kapitel 2.1): Insbesondere 1995 scheinen die Angaben für die Niederschlagsmengen durch Gerätestörungen an beiden Messstationen zu niedrig und der Abflusskoeffizient damit zu hoch zu sein. Die Niederschlagssummen der Jahre 1987 – 1996 sind durch häufige Fehlaufzeichnungen in den Wintermonaten als Näherungswerte zu sehen.
- **Änderungen der Rahmenbedingungen** im Einzugsgebiet: Im Beobachtungszeitraum haben die Waldflächen tendenziell zugenommen. Teil-

Abbildung 24:
Vergleich zwischen Niederschlags- (Sonnalm) und Abflussmengen (Abflussmesswehr Schmittbach) – hydrologische Jahre



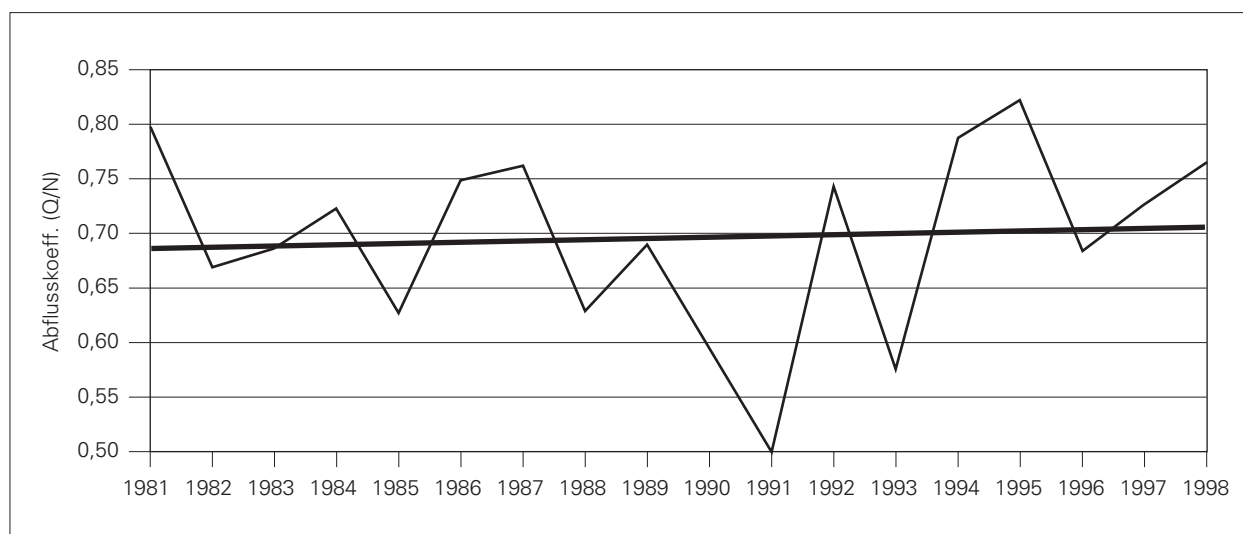


Abbildung 25:
Linearer Trend des Abflusskoeffizienten (Schmittbach/Sonnalm)

weise wurden demgegenüber bestehende Entwässerungen der Schipisten erweitert und zusätzliche Flächen verbaut. Diese Maßnahmen haben zumindest im Beobachtungszeitraum entsprechend dem Trend der Jahresabflussfrachten auch den Abflusskoeffizienten erhöht (Abbildung 25). Dieser Trend ist beim Vergleich der Abflussmengen mit den Niederschlagsmessstellen sichtbar. Jener mit der Messstelle Schmittbachhöhe ist deutlicher ausgeprägt, weist aber eine schlechtere Übereinstimmung der Niederschlags- Abflussbeziehung auf.

- Unterschiedlich starke **Intensitäten der Niederschläge** in den einzelnen Jahren führen zu unterschiedlichen Abflusskoeffizienten (z.B. 1993 – geringste Tagesniederschlagssumme des Aufzeichnungszeitraumes – Abflussprozent liegt eindeutig unter dem Vergleichswert des Niederschlages, 1981 höchste als Regen gefallene Tagesniederschlagssumme, Abflussprozent liegt über dem Vergleichswert). Die unterschiedlichen Höhen der Jahresniederschlagssummen zeigten keinen nachweisbaren Einfluss auf den Abflusskoeffizienten.
- **Abweichungen der Niederschlagsmenge** an der Messstelle (Punktniederschlag) zur Gesamtniederschlagsmenge im Einzugsgebiet – die Niederschlagsmenge/Flächeneinheit ist im Einzugsgebiet nicht einheitlich. Die zu dem Vergleich herangezogenen Niederschlagsmengen entsprechen nur dem Niederschlag direkt an der Messstelle Sonnalm.
- **Bodenspeicher:** Niederschläge, die z.B. Ende August (letzter Tag des hydrologischen Jahres) fallen und erst im September wirksam werden.

- **Schneedeckenspeicher:** Analog zum Bodenspeicher – durch Wahl des hydrologischen Jahres speziell an der Messstelle Sonnalm nicht von Bedeutung (keine nennenswerten Schneemengen um diese Jahreszeit).

3.2.2 Monatsabflüsse

Aus Abbildung 26 wird der durchschnittliche Jahresgang des Abflusses im Schmittbach ersichtlich; es sind hier die minimalen, mittleren und maximalen Monatsabflussfrachten des Beobachtungszeitraumes dargestellt. Die Monatssummen sind im Anhang E angeführt.

Bei den maximalen, mittleren und abgeschwächt auch bei den minimalen Abflussfrachten gibt es ein ausgeprägtes Frühjahrsmaximum. Die Spitzenwerte werden eindeutig im Mai erreicht. Der abflussärmste Monat ist im Durchschnitt der Februar, das absolute Minimum wurde aber im September erreicht. Die 1,4 Mio. m³ der durchschnittlichen monatlichen Abflussfracht des Monats Mai betragen knapp den fünffachen Wert des Februars. Insgesamt gab es im Beobachtungszeitraum 11 Monate, bei denen die Gesamtabflussfracht über 1,5 Mio. m³ lag, acht davon fielen in den Mai zwei in den Juni und eines in den April. Die höchste registrierte Abflussfracht eines Monats stammt aus dem Mai 1992 betrug 2,9 Mio. m³ und war somit über 25-mal so hoch als die geringste vollständig aufgezeichnete Monatssumme. Vergleicht man die Abflussfrachten der einzelnen Monate mit den durchschnittlichen Niederschlagsmengen dieser Monate (Abbildungen 11 und 12), so wird deutlich, dass die Schneeschmelze eine sehr

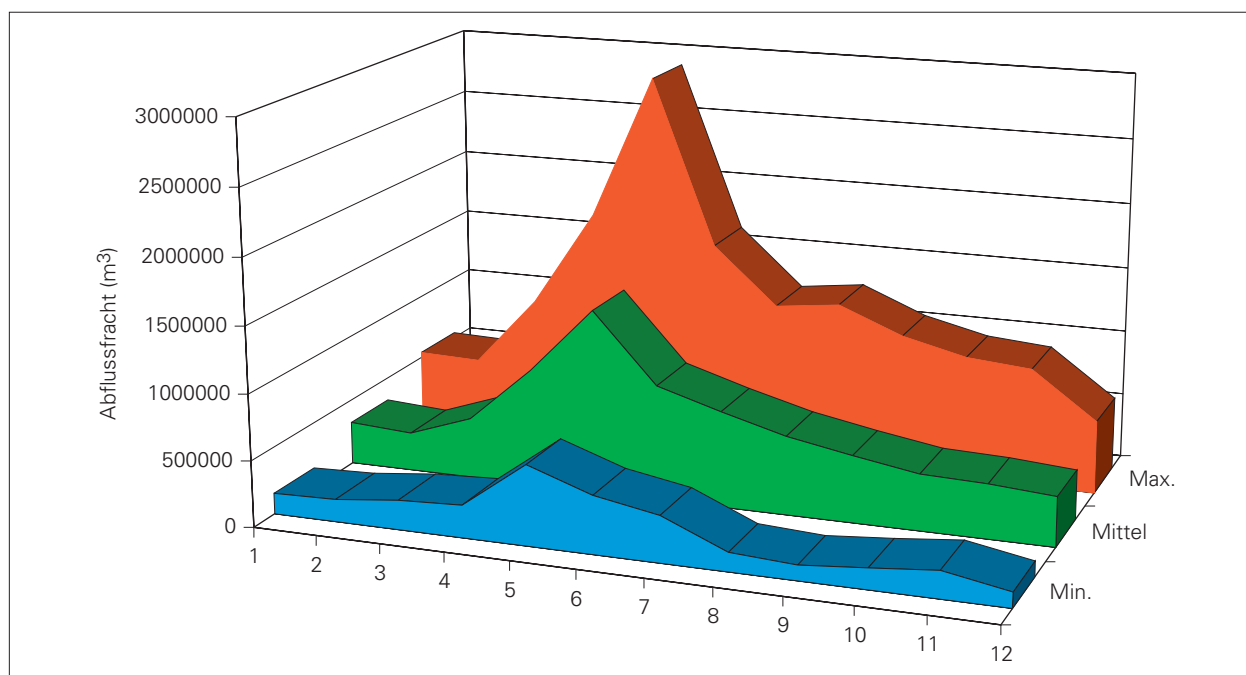


Abbildung 26: Minimale, mittlere und maximale Monatssummen der Abflussfrachten (Kalenderjahr)

wichtige Rolle beim Abflussgeschehen spielt (vgl. HAGEN & LANG 2000). In Niederschlags- Abflussmodellen muss sie daher Eingang finden, um zu brauchbaren Ergebnissen zu gelangen (vgl. BOGNER 1995). Die Schneeschmelze ist im Schmittbach für absolute Spitzenabflüsse (m^3/s) aber nur von untergeordneter Bedeutung. Gefahrensituationen werden fast ausschließlich durch kurze intensive Niederschlagsereignisse ausgelöst, die im Allgemeinen nur während der Sommermonate auftreten.

3.2.3 Tagesabflüsse

Tabelle 12 zeigt die 10 größten Tagesabflussfrachten (0-24^h), die von der Messstelle im Beobachtungszeitraum registriert wurden, die Niederschlagssummen von 7^h des Ereignistages bis 7^h des Folgetages, sowie die der Tage davor.

An diesen 10 Tagen wurden Tagesabflussfrachten von mehr als 124.000 m^3 registriert, zwei mal wurden Tagessummen von mehr als 145.000 m^3 verzeichnet. Es fällt auf, dass 80 % der maximalen Tagesabfluss-

Tabelle 12:

Die 10 größten Tagesabflussfrachten, Niederschlagssummen des Ereignistages (ET) und der Tage davor (VT) im Beobachtungszeitraum 1978 – 98

Rang	Datum	Fracht (1000 m^3)	N - Sonnalp (mm)			N - Schmittenhöhe (mm)		
			ET*	ET+1VT*	ET+5VT*	ET*	ET+1VT*	ET+5VT*
1	24.05.1982	150,4	16,9	57,7	81,6	-	-	-
2	02.05.1992	145,4	0,4	0,4	70,2	0,0	0,0	63,4
3	10.07.1990	135,6	13,5	69,1	120,8	12,8	73,1	124,8
4	01.05.1992	132,2	0,0	1,2	69,8	0,0	0,5	63,4
5	16.05.1992	130,8	3,1	3,1	15,2	1,1	1,1	9,9
6	17.05.1992	130,8	0,0	3,1	3,1	0,0	1,1	1,1
7	30.04.1992	128,7	1,2	34,6	69,8	0,5	34,2	63,4
8	07.08.1985	127,4	11,5	83,1	150,3	(12)	(83)	(137)
9	15.05.1992	126,7	0,0	0,0	15,9	0,0	0,0	14,5
10	18.05.1992	124,7	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	1,1

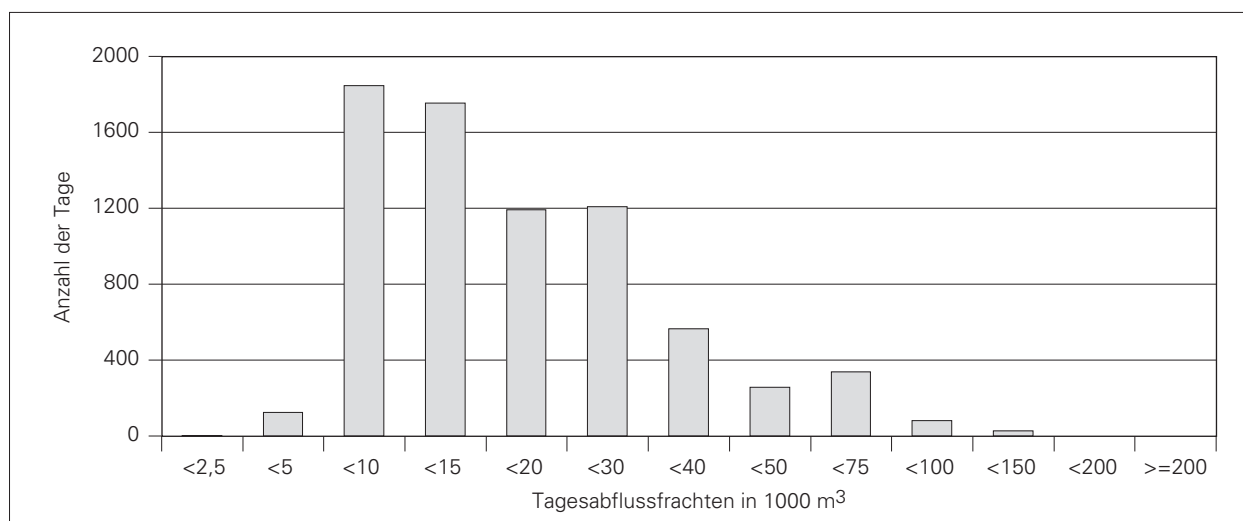


Abbildung 27: Häufigkeiten von Tagen mit bestimmten Abflussfrachten über den Beobachtungszeitraum

frachten dem Frühjahr zuzuordnen sind. Diese Tatsache weist auf die große Bedeutung der Schneeschmelze für Tagesabflusssummen hin.

Der Anteil der maximalen Tagesabflussfracht an der maximalen Monatsfracht beträgt im Schmittenbach nur 5,2 %, in den dem Mittelgebirge zuordenbaren Grasnitzbach, (Einzugsgebietsfläche 20,1 km², zum Großteil bewaldet; ANDRECS 1999) liegt dieser Anteil bei 12,4 %. Daraus lässt sich schließen, dass die Schneeschmelze im Einzugsgebiet des Schmittenbaches häufig über längere Zeiträume kontinuierlich verläuft und während dieses Zeitraumes erhebliche Wassermengen freisetzt – sie dauert aufgrund des Schneereichtums des Gebietes auch vergleichsweise lange an.

Abbildung 27 zeigt die Häufigkeit von Tagen mit bestimmten Abflussfrachten (in 1.000 m³) über den gesamten Beobachtungszeitraum.

Über 90 % aller Tagesabflussfrachten lagen unter 40.000 m³, am häufigsten betrugen sie zwischen 5.000 m³ und 10.000 m³. Die Verteilung der Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten über die einzelnen Monate zeigt Tabelle 13.

Die Verteilung entspricht dem zuvor gezeichneten Bild. Während hohe Werte vor allem im Frühjahr (insbesondere im Mai) erreicht werden, sind die Tagesabflüsse in den Wintermonaten gering. Der Verlauf der Pegelganglinien an der Abflussmessstelle Schmittenbach (Tagesmittelwerte) ist in Anhang F grafisch dargestellt, die Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten in den einzelnen Jahren in Anhang G.

Die über eine Gumbelanalyse ermittelten täglichen Durchflussmaxima bestimmter Jährlichkeiten sowie deren Vertrauensbereich zeigt Abbildung 28. Die höchste mittlere Tagesdurchflussmenge vom 24.5.1982 betrug rund 1,74 m³/s. Dies entspricht

Tabelle 13: Verteilung der Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten über die Kalendermonate

	Summen/Monat: Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten in 1000 m³												
	<2,5	<5	<10	<15	<20	<30	<40	<50	<75	<100	<150	<200	>=200
Jänner	0	20	337	171	66	9	11	1	3	1	0	0	0
Februar	0	8	314	199	43	14	0	0	0	0	0	0	0
März	0	24	181	214	108	70	28	15	5	1	0	0	0
April	0	0	45	44	111	204	76	48	69	16	3	0	0
Mai	0	0	4	10	46	123	121	89	177	51	24	1	0
Juni	0	0	2	44	142	211	130	40	53	8	0	0	0
Juli	0	0	46	142	133	173	77	37	20	5	2	0	0
August	0	5	82	168	134	157	39	12	14	2	2	0	0
September	2	36	122	191	113	77	45	14	0	0	0	0	0
Oktober	0	8	261	164	76	76	32	3	0	0	0	0	0
November	0	0	259	202	84	68	8	1	0	0	0	0	0
Dezember	3	27	197	208	139	28	1	0	0	0	0	0	0

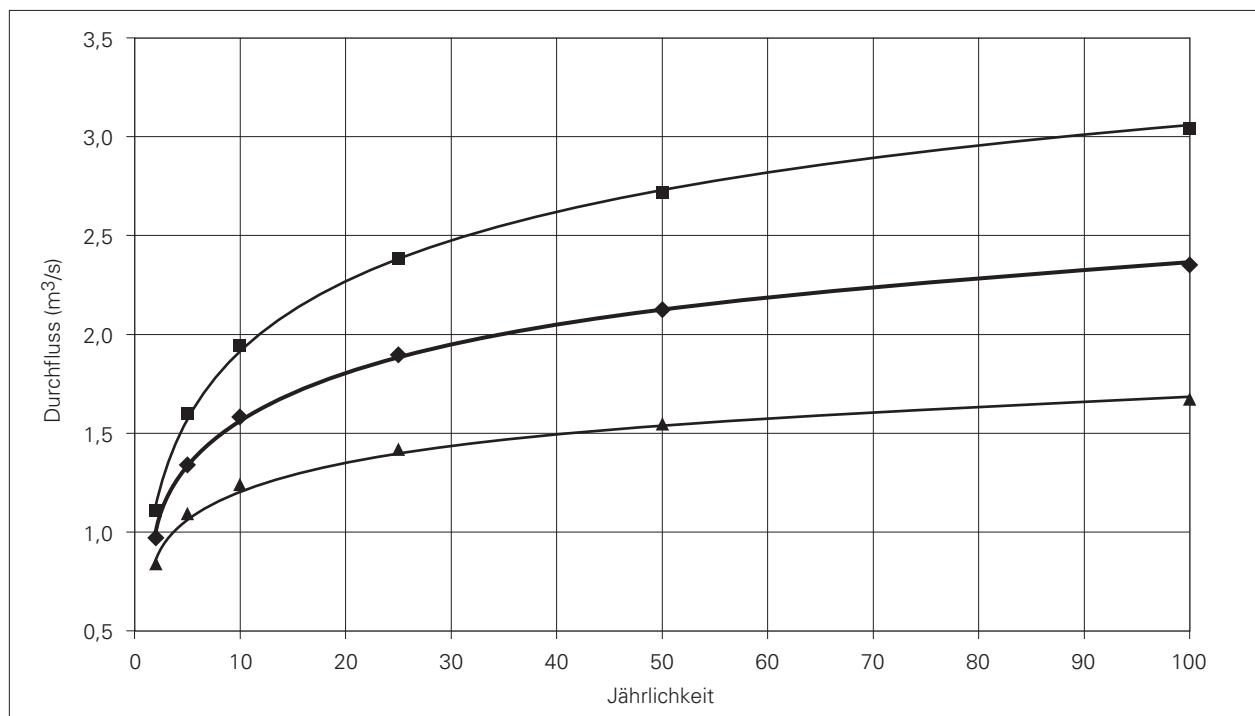


Abbildung 28:

Tagesdurchflussmengen (Sicherheit 95%) bestimmter Jährlichkeit - ermittelt anhand einer Gumbelanalyse

nach der über die Gumbelanalyse ermittelten Ausgleichsfunktion einem ca. 18-jährlichen Ereignis.

Betrachtet man den für die Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95 % angeführten oberen Intervallbereich, so ist bei einem Abflussereignis mit 100-jährlichem Wiederkehrintervall mit einer mittleren Tagesdurchflussmenge von maximal 3,04 m³/s zu rechnen. Die monatlichen Minima, Mittel und Maxima der Durchflusswerte (Tagesmittelwerte) finden sich in Anhang H.

3.2.4 Maximale Spitzenabflüsse – Vergleich mit Rechenmodellen

Im Bereich der Wildbachverbauung sind die absoluten Abflussspitzen von entscheidender Bedeutung. Sie sind sowohl für die Bemessung baulicher Schutzmaßnahmen als auch für die Festlegung von Gefahrenzonen maßgeblich. Der Schmittbach reagiert aufgrund der Bedingungen im Einzugsgebiet besonders stark auf intensive Niederschlagsereignisse kurzer Dauer. So liegt der maximale Spitzendurchfluss um den hohen Faktor 3,8 über dem maximalen Tageswert (vgl. Mödritschbach 2,2, [HAGEN & STARY 2001], Graschnitzbach 3,2, [ANDRECS 1999]). Bei den registrierten Spitzenereignissen wurde ein hoher Anteil an feinem Geschiebe mittransportiert, was folgende Auswirkungen auf die Messwerte hatte:

- Verfälschung der Pegelschlüsselkurve, da ein hoher Geschiebeanteil die zugrunde gelegten hydraulischen Eigenschaften des Wassers verändert (höhere Viskosität – geringere Fließgeschwindigkeit). Die anhand der Pegelstände errechneten Durchflussfrachten werden dadurch tendenziell überschätzt.
- Direkte Beeinträchtigung der Pegelhöhenmessung durch Verschlammung des Messschachtes.

3.2.4.1 Bemessungsereignis auf Basis der Abflussmesswerte

Da aufgrund begrenzter Personalressourcen die auf Schreibstreifen aufgezeichneten Abflussganglinien des Schmittbaches noch nicht vollständig digital erfasst werden konnten, beruhen die Angaben über die höchsten Abflussspitzen bis 1993 auf „händischen“ Auswertungen. Für die Berechnungen wurden vom gesamten Zeitraum die händisch ermittelten Spitzenwerte der Bandschreiberaufzeichnungen herangezogen, da die Fünfzehnminutenwerte der digitalen Aufzeichnung (Mittel aus drei Fünfminutenwerten) durch das rasche An- und Abschwellen des Schmittbaches im Ereignisfall eindeutig zu niedere Werte liefern. Die Werte der absoluten Abflussspitzen wurden wie zuvor jene der Tagesmittelwerte einer Gumbelanalyse unterzogen. Abbildung 29 zeigt die gewonnene Schätzfunktion und den Bereich der Sicherheitswahrscheinlichkeit.

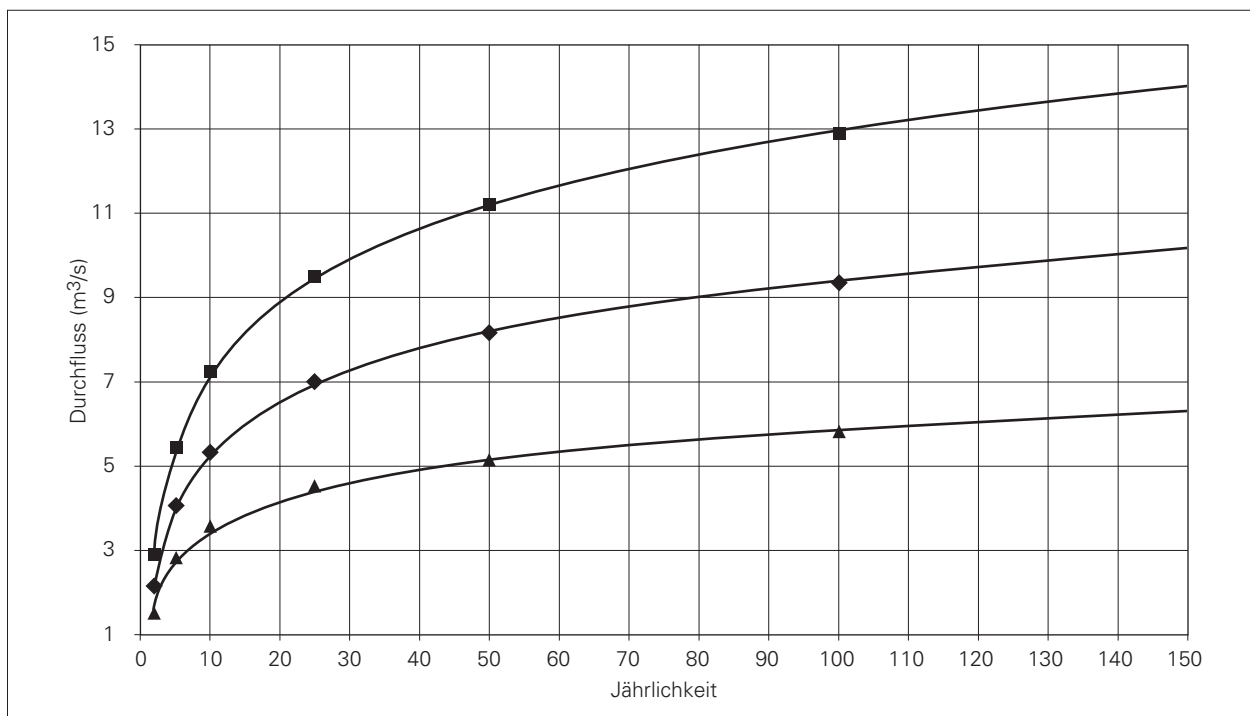


Abbildung 29: Berechnete Spitzendurchflussmengen (Sicherheitsintervall 95 %) bestimmter Jährlichkeiten

Die größte registrierte Abflussmenge (2.8.1994 – 6,6 m³/s) entspricht nach der ermittelten Ausgleichsfunktion einem ca. 20-jährlichem Ereignis. Für das 100-jährliche Ereignis errechnen sich 9,3 m³/s. Mit einer 5 %igen Irrtumswahrscheinlichkeit können dabei Durchflusswerte von über 13 m³/s für ein solches ausgeschlossen werden. Für das 150-jährliche Ereignis errechnen sich 10,2 bzw. 14,2 m³/s als Obergrenze. Bezüglich der Qualität der gewonnenen Funktion bzw. der extrapolierten Werte gelten sinngemäß die in Kapitel 3.1.3 (Abbildung 16) getroffenen Aussagen.

Anzumerken ist, dass die Gumbelanalyse konstante Bedingungen sowohl während des Beobachtungszeitraumes als auch für den Prognosezeitraum voraussetzt. Im Einzugsgebiet des Schmittenbaches liefen im Beobachtungszeitraum jedoch gegenläufige, den Abfluss betreffende Entwicklungen ab. Einerseits nahm die Waldfläche im Einzugsgebiet des Messwehres um rund 5 % (vgl. Kapitel 1.3) zu, andererseits wurden Entwässerungssysteme in nicht dokumentiertem Umfang auf den Schipisten vom Schigebietsbetreiber errichtet, Schipisten in z.T. sensiblen Bereichen erweitert und Flächen durch Bautätigkeit versiegelt. Letzteres hat die Erhöhung der Abflussfracht, ein noch rascheres Ansprechen des Abflusses auf Starkniederschläge und damit verbunden höhere Abflussspitzen zur Folge (MOESCHKE 1998, BURCH ET

AL. 1996, U.A.M.). Diese beiden veränderlichen Parameter relativieren die angegebenen Größen der Abflussspitzen. Der angegebene Spitzenwert versteht sich als Planungshilfe für weitere bauliche Maßnahmen. Allfällige, auf Verklausung zurückzuführende „Abflussspitzen“ müssen natürlich schon aufgrund gänzlich verschiedener Prozessabläufe gesondert und „in situ“ beurteilt werden - für derartige Ereignisse kann keine Hochwasserformel Gültigkeit haben.

3.2.4.2 Formeln

Den Messwerten sollen die Ergebnisse aus Berechnungen des HHQ über einfache, gängige Formeln gegenübergestellt werden welche AULITZKY (1988) entnommen wurden. Seitens der WLW Salzburg wurden die Abflussspitzenwerte für das Bemessungsereignis nach ISZKOWSKY, HOFFMANN, WUNDT und KÜRSTEINER ermittelt und schließlich die Abschätzung nach ISZKOWSKY als Planungsgrundlage herangezogen.

Werte der Berechnung der WLW (für das Gesamt-einzugsgebiet des Schmittenbaches):

- ISZKOWSKY (HQ₁₅₀) = 50 m³/s
- HOFFMANN 40,0 m³/s,
- WUNDT 60,3 m³/s,
- KÜRSTEINER 61 m³/s

Um die Vergleichbarkeit mit den Messdaten des Abflussmesswehres zu gewährleisten, beziehen sich die Berechnungen im Folgenden auf das Einzugsgebiet des Messwehres ($A_E = 7,3 \text{ km}^2$). Die Parameter wurden nach dem derzeitigen Einzugsgebietszustand bestimmt, weswegen sich Abweichungen zu den älteren Berechnungen aus dem Gefahrenzonenplan ergeben.

KRESSNIK (1886)

$$HHQ = \alpha \cdot A_E \cdot 32 / (0,5 + A_E^{1/2})$$

$$HHQ = 291,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

α : Gebietsparameter, der gutachtlich festgelegt wird und zwischen 0,6 (sehr günstige Gebietseigenschaften) und 6,0 (sehr ungünstige) schwankt.
Annahme: $\alpha = 4,0$

ISKOWSKI (1886)

$$HHQ = 10^{-3} \cdot c_h \cdot m \cdot h_n \cdot A_E$$

$$HHQ = 39,2 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (GZP: } 35,7 \text{ m}^3/\text{s)}$$

c_h = Beiwert, der von der Höhenlage und der Bodenart abhängt - im Hochgebirge liegt er zwischen 0,06 (bei stark durchlässigem Boden) und 0,8 (bei undurchlässigem Boden). Annahme entsprechend GZP: 0,4

m = Reduktionskoeffizient für die Einzugsgebietsgröße = 9,6

h_n = mittlere jährliche Niederschlagshöhe ca. 1400 mm, (vgl. GZP 1200 • 1,06)

LAUTERBURG (1887)

$$HHQ = (MQ + 2,9 \cdot a \cdot A_E \cdot (114 / (115 + 0,05 \cdot A_E) + 0,007)) \cdot H_n / 250$$

$$MQ = 10^{-3} \cdot 0,03964 \cdot a \cdot h_n \cdot A_E$$

$$HHQ_{(1)} = 6,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$HHQ_{(2)} = 7,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

a = Abflusskoeffizient, errechnet: 0,7

h_n = mittlere jährliche Niederschlagshöhe: ca. 1400 mm

$H_{n(1)}$ = größte Tagesniederschlagshöhe gemessen: 108 mm

$H_{n(2)}$ = Tagesniederschlagshöhe HHQ 150 errechnet: ca. 130 mm

HOFBAUER (1916)

$$HHQ = \alpha \cdot 60 / A_E^{1/2}$$

$$HHQ = 12,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

α = Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt, der zwischen 0,25 (Flachland) und 0,70 (Hochgebirge) liegen kann. Annahme: 0,55

KÜRSTEINER (1917)

$$HHQ = \alpha \cdot A_E^{2/3}$$

$$HHQ = 41,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

α = Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt, der zwischen 9 (günstige Gebietseigenschaften) und 12 (ungünstige) liegen kann. Annahme: 11

HOFMANN (1921)

$$HHQ = m \cdot (A_E / (1 + A_E)^{1/3}) \cdot (1 - 0,4 \cdot A_{EW} / A_E)$$

$$HHQ = 10,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

m = Parameter für das Talgefälle, der zwischen 3,0 und 4,5 liegt. Annahme: 4,0

A_{EW} = Waldfläche, ca. 5,0 km²

MELLI (1924)

$$HHQ = 18,5 \cdot \alpha \cdot A_E^{5/6}$$

$$HHQ = 38,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

α = beträgt nach Melli im Mittel 0,4

WEYRAUCH - STROBEL (1930)

$$HHQ = 4,2 \cdot A_E \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot n_4$$

$$HHQ = 16,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

n_1 = Parameter für Tallänge (zwischen 0,5 und 1), 0,83

n_2 = Parameter für Bewaldungsgrad (zwischen 0,6 und 1), 0,75

n_3 = Parameter für Steilheit des Geländes (zwischen 0,8 und 1), 0,95

n_4 = Parameter für die Durchlässigkeit des Bodens (zwischen 0,7 und 1), 0,9

MÜLLER (1943)

$$HHQ = 43 \cdot \Psi \cdot A_E^{2/3}$$

$$HHQ = 64,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ψ = Parameter, der von der Höhenlage, Vegetationsart und Neigung abhängt (zwischen 0,05 und 0,8), Annahme: 0,4

WUNDT (1959)

$$HQ = 13,8 \cdot A_E^{0,6}$$

$$HQ = 45,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

HOFFMANN (1970)

$$HHQ = \alpha \cdot A_E / (1 + A_E)^{1/3}$$

$$HHQ = 25,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

α = Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt (zwischen 5 - günstige Geländeeigenschaften - und 8 - ungünstige Geländeeigenschaften). Annahme $\alpha = 7$

3.2.4.3 Modelle

• IHW (IHK) - Programmpaket 1988

Das Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft an der Universität Karlsruhe bietet ein Programmpaket mit Modellierungen zu diversen wasserwirtschaftlichen Fragestellungen an (IHRINGER et al. 1988). Es werden nicht nur Spitzendurchflüsse, sondern die komplette Abflussganglinie des Ereignisses dargestellt.

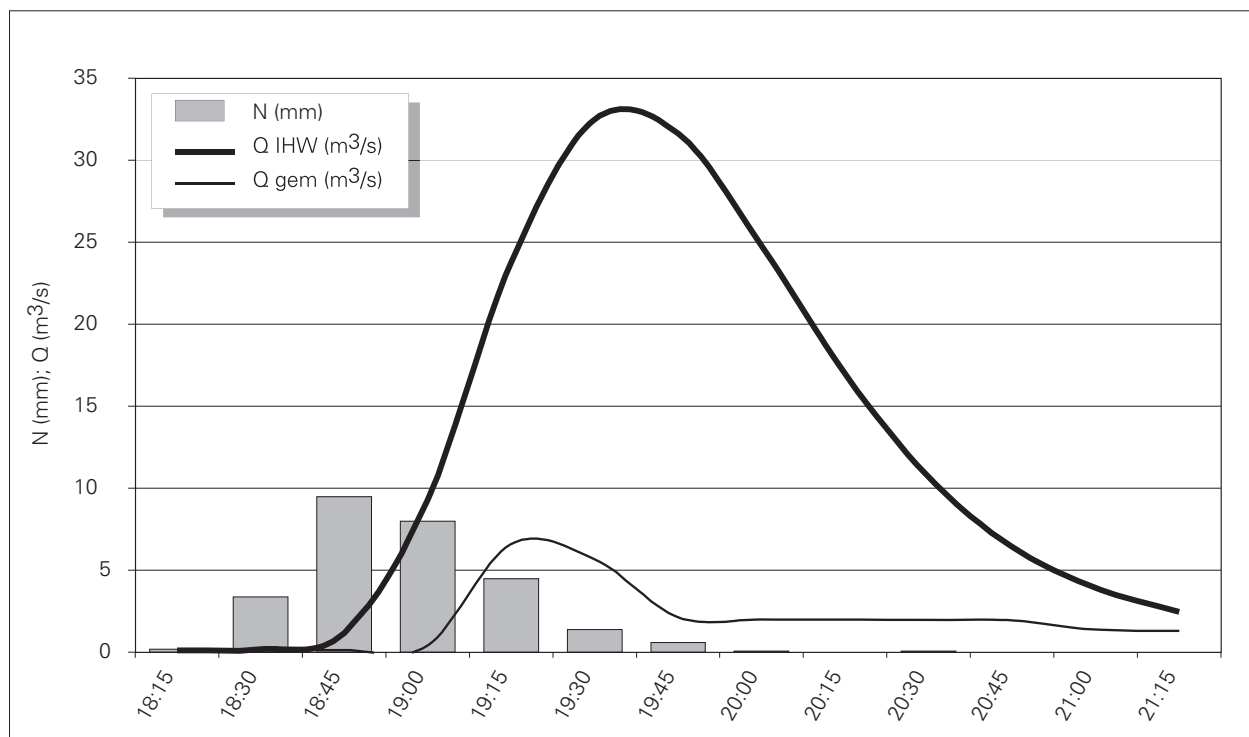
Die Simulation des Ereignisses vom 2.8.1994 wurde anhand der aufgezeichneten Niederschlagsmengen ohne Eineichung über bekannte Abflussganglinien vorgenommen. Der Verlauf des Niederschlags- und Abflussereignisses ist in Abbildung 30 dem Simulationsergebnis für das HQ_{20} gegenübergestellt.

- Eingangsparameter (LUTZ 1984): Basisabfluss Beginn: 0,12 m³/s; Ende 1,3 m³/s
- Einheitsganglinie nach Lutz: (Gebietsfaktor 0,15; Länge des Vorfluters 3,04 km; Länge bis Schwerpunkt 1,5 km; gewogenes Gefälle 0,24 (=24 %); Bebauungsanteil 3 %; Waldanteil 69 %; Monat 8
- Anfangsverlust (dichte Böden): 2,3 mm
- Maximaler Abflussbeiwert: 0,71
- Zeitlicher Verlauf: 1 (konstant)

$$HQ_{20} = 32,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Abbildung 30:

Mittels IHW Programmpaket (ohne Kalibrierung) ermittelte Abflussganglinie vom 2.8.94 im Vergleich mit der am Messwehr registrierten Abflussganglinie



- KÖLLA (1986)

Grundparameter (für das 100-jährliche Ereignis):

- Kumulative Gerinnelänge: $L_{\text{ges}} = 25 \text{ km}$

- Beitragende Fläche:

$$A_{\text{eff}100} = 0,12 \cdot L_{\text{ges}}^{1,07} \cdot 1,15 = 3,68 \text{ km}^2$$

Landschaftscharakteristik:

- B (ähnlich Bündner Schieferlandschaften – oberflächennahe Stauschichten). Erforderliches Benetzungsvolumen: $V0_{100} = V0_{20} \cdot 1,3: 32,5 \text{ mm}$

- Daraus: Maßgebliches Ereignis (100J): Regendauer: 2,55 h; Intensität (r_{100}): 26 mm/h;

$$HQ_{100} = r_{100} \cdot A_{\text{eff}100} \cdot 0,278 = 26,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$HQ_{20} = 17,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

3.2.4.4 Diskussion der Formel- und Modellierungsansätze

Stellt man den aus den Abflussmessungen ermittelten Werten jene aus den zuvor angeführten Schätzformeln für das HHQ gegenüber, so zeigt sich, dass mit Ausnahme der Formeln von LAUTERBURG, HOFMANN und HOFBAUER alle errechneten Werte über der aus der Messreihe ermittelten Obergrenze liegen, wobei die Formeln von WEYRAUCH-STROBEL und HOFFMANN noch akzeptable Werte liefern. Auch neue, aufwendigere Modellrechnungen (KÖLLA, IHW) bringen offensichtlich nicht immer verlässliche Ergebnisse.

Die von der WLV angewandte Formel von ISKOWSKI überschätzt das HHQ um das ca. Vierfache. Selbst in Anbetracht der Tatsache, dass die mit der Gumbelanalyse errechneten Werte für das HQ_{100} auf einer nur 18-jährigen Datenreihe beruhen und eine Extrapolation der aus diesen Daten gewonnenen Funktion um den fünffachen Zeitraum als kritisch anzusehen ist, kann festgehalten werden, dass das tatsächliche hundertjährige Abflussereignis erheblich unter den angenommenen Wert liegen wird. Dieser Umstand ist umso erstaunlicher, als die Versickerungsverhältnisse im Einzugsgebiet des Schmittenbaches trotz hohen Bewaldungsprozentes als ungünstig einzustufen sind.

Das für die Schweiz über physikalische Gesetzmäßigkeiten entwickelte Berechnungsverfahren speziell für kleine Einzugsgebiete (KÖLLA 1986) liefert ebenfalls eindeutig zu hohe Spitzenwerte, obwohl der Konzentrationszeitraum des maßgeblichen Ereignisses vermutlich deutlich überschätzt und damit die Intensität des Niederschlages (ca. 60 mm/h, vgl. Abbildung 19 und 20) unterschätzt wird.

Das für den Flussbau entwickelte Programmpaket IHW wurde mit den Niederschlagsdaten des stärksten Abflussereignisses (ca. 20-jährliches Ereignis) gespeist. In Abbildung 30 ist neben der errechneten Abflussganglinie und den Niederschlagswerten auch die tatsächliche abgebildet. Ergebnisse:

- Der Spitzenwert wird um das fast Fünffache überschätzt.
- Die Gesamtabflussmenge wird um ein Vielfaches überschätzt.
- Die Abflussgeschwindigkeit wird relativ gut abgeschätzt.

Im Programmpaket wird dabei die Abflussganglinie über die Gebietsfläche (bekannt), den Abflussbeiwert (Näherung) und dem Niederschlagsinput errechnet.

Als Abflussbeiwert wurde näherungsweise der langjährige Mittelwert aus Abflussmenge / Niederschlagsmenge gewählt. Dieser überschätzt die tatsächlichen Abflussmengen im Ereignisfall offensichtlich stark. Eine weitere bedeutende Fehlerquelle liegt mit großer Wahrscheinlichkeit in den Werten für den Niederschlagsinput. Diese Vermutung wird durch die Gegenüberstellung der hypothetisch im Gebiet gefallenen Niederschlagsmenge zur gemessenen Abflussfracht bis 90 Minuten nach Ende des Niederschlages, die nur rund 12 % betragen hätte, bestätigt. Aufgrund der Lage der zwei in Betrieb befindlichen Niederschlagsmessstellen (Schmittenhöhe und Sonnalm, vgl. Abbildung 10) aus deren Aufzeichnungen der mittlere Niederschlagsinput ermittelt wurde, ist es durchaus möglich, dass ein kleinräumiges Unwetter mit Zentrum im Nordwesten des Einzugsgebietes zu einer erheblichen Überschätzung des Niederschlages für die Gesamtfläche geführt hat.

Resümierend ist festzuhalten, dass die derzeitige Dichte und die Verteilung der Niederschlagsmessstationen im Mustereinzugsgebiet Schmittenbach zur Beschreibung des Niederschlag-Abflussgeschehens unzureichend ist. Zusätzliche Stationen und/oder brauchbare Wetterradardaten werden benötigt. Konsequenter Weise ergibt sich, dass das IHW Modell bei Ereignissen in Wildbacheinzugsgebieten mit kleinräumig stark schwankenden Niederschlagsintensitäten (Gewitter) ohne die Kalibrierung des Modells über tatsächliche Abflussereignisse auf Grund der unzureichenden Datenbasis keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefern kann (vgl. auch HOLZINGER & HÜBL 1997). Eine Kalibrierung ist jedoch wegen fehlender Messdaten in Wildbächen häufig nicht möglich.

Tabelle 14: Spitzenabflüsse, Messwehr Schmittenbach 1981-1998

Rang	Datum	Q (m ³ /s)	Ursache	Verlauf HW Welle		Bemerkungen
				Anstieg	Abklingen	
1	02.08.1994	6,63	Gewitter	sehr steil	(sehr steil)	murähnlich (Messschacht verschlammmt)
2	27.07.1995	6,50	Gewitter	sehr steil	steil	Schadereignis
3	09.07.1990	5,08	Gewitter	sehr steil	(steil)	Messgerinne verschottert
4	08.08.1991	4,54	Gewitter	steil	steil	
5	23.07.1998	4,09	Gewitter	steil	steil	
6	06.08.1985	3,11	Landregen	flach	flach	
7	24.05.1982	2,10	SS+Regen	flach	flach	
8	25.06.1979	1,97	Gewitter	steil	mittel	
9	17.04.1994	1,93	SS+Regen	mittel	flach	hoher Basisabfluss davor
10	22.07.1982	1,91	Schauer	steil	mittel	

3.2.4.5 Maxima im Beobachtungszeitraum

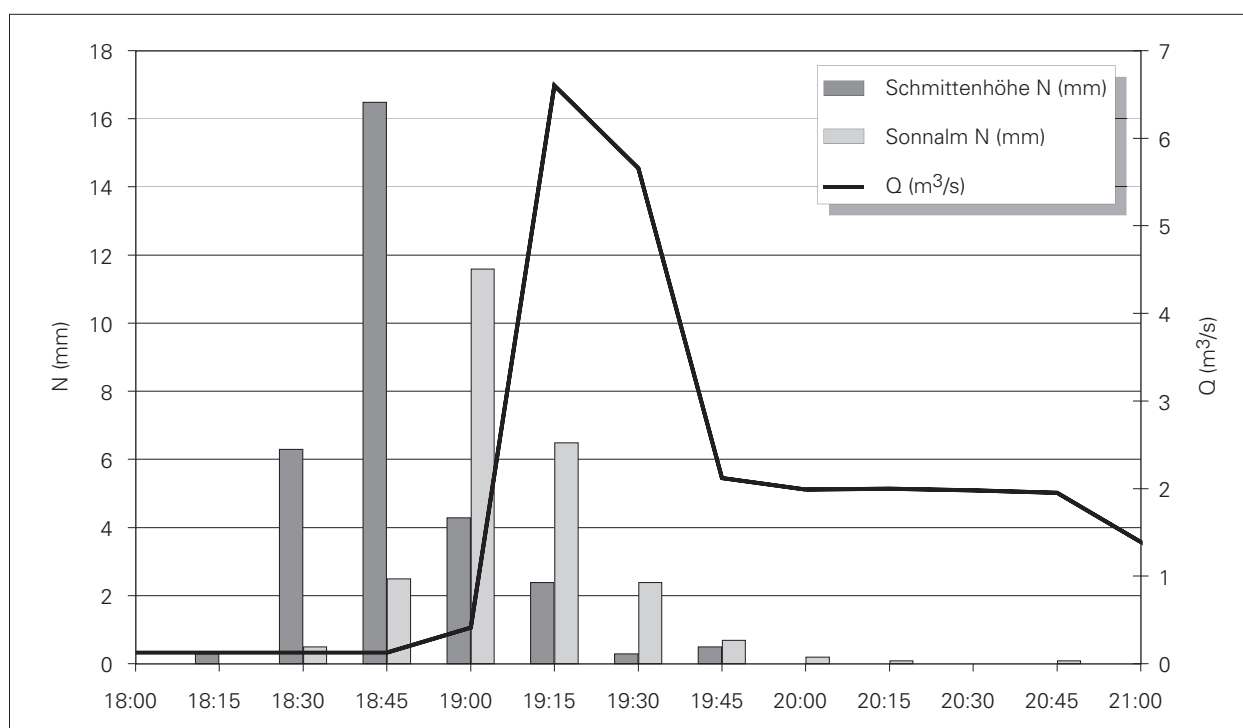
In Tabelle 14 sind die 10 höchsten Abflussspitzen mit Datum und Ursachen, soweit diese bekannt sind, wiedergegeben.

Wie sich zeigt, sind für die absolut höchsten Abflussspitzen durchwegs kurze, intensive Niederschlagsereignisse verantwortlich. Während der Hochwasserwellen schwanken die aufgezeichneten Wasserhöhen teilweise stark, was auf den einhergehenden Geschiebetrieb und Wellenschlag zurückzuführen ist. Der absolute Spitzenwert (1994) ist vermutlich auf ein „murartiges“ Abflussereignis zurückzuführen.

Im Folgenden werden die Rahmenbedingungen, die zum größten aufgezeichneten Abflusswert der Messreihe geführt haben, näher beleuchtet.

In Abbildung 31 sind die Viertelstundenwerte der Niederschläge der Messstellen Sonnalm und Schmittenhöhe sowie die Durchflussmengen dargestellt. Die Regenfälle an der Messstelle Schmittenhöhe begannen am 2.8.94 um 18:10 Uhr, an der Messstelle Sonnalm setzten sie rund 10 Minuten später ein. Auf der Schmittenhöhe wurde die stärkste Niederschlagsintensität mit 2,4 mm/Minute um 18:40 registriert, die Gesamtniederschlagssumme des Ereignisses betrug 31 mm. Auf der Sonnalm wurde das Intensitätsma-

Abbildung 31: Niederschläge und Verlauf der Abflusskurve vom 2.8.1994



ximum wieder rund 10 Minuten später mit 1,5 mm/Minute erreicht, die Gesamtniederschlagsmenge betrug 26 mm. Der maximale Durchfluss an der Messstelle wurde im Messzeitraum 19:01 – 19:15 erreicht. Die Zugrichtung des Gewitters scheint in etwa der Abflussrichtung des Schmittenbaches entsprochen zu haben, wodurch es zu einer weiteren Erhöhung der Abflussspitzenwerte kam.

Ergänzend sei bemerkt, dass am Vortag des Ereignisses auf der Schmittenhöhe im Zuge eines Gewitters bereits 43,4 mm Niederschlag registriert wurden (an der Messstelle Sonnalm nur 5,9 mm). Die Vordurchfeuchtung des Bodens in Teilen des Einzugsgebietes hat die Abflusswerte in diesen Bereichen erhöht.

Die in der Abbildung 31 schematisch über Viertelstundenwerte dargestellte Abflusskurve steigt ab 19:00 rasant an und erreicht ihr Maximum (6,6 m³/s) bereits 15 Minuten später. Nach rund 45 Minuten ist der Abfluss schon wieder auf 1 m³/s gesunken. Ab diesem Zeitpunkt liegen die gemessenen Pegelstände möglicherweise über den tatsächlichen, da Messgerinne und Messschacht z.T. verschottert bzw. verschlammte waren. Auch der extrem rasche Pegelanstieg sowie vergleichbare bzw. teilweise noch intensivere Niederschlagsereignisse bei ähnlichen Vorbedingungen (Zugrichtung, Vordurchfeuchtung), die aber zu geringeren Abflussspitzen geführt haben, lassen vermuten,

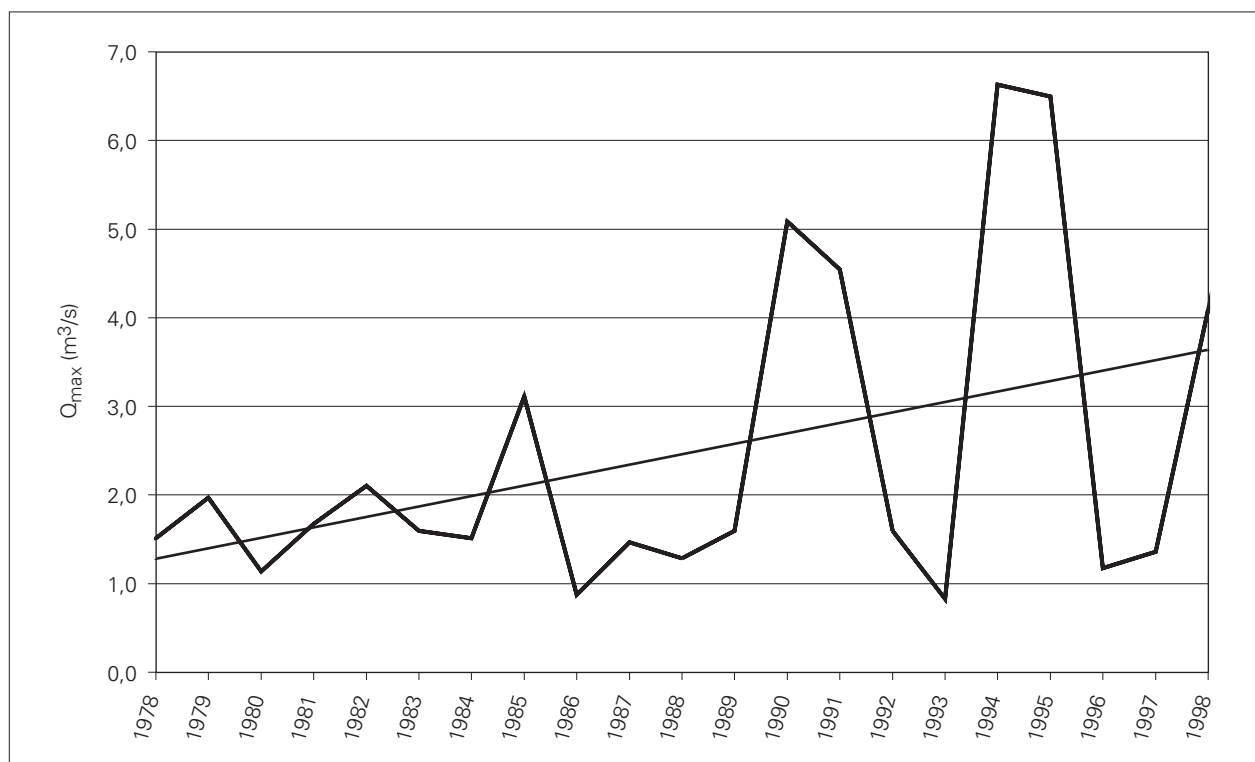
dass die Abflussspitze durch eine kleinere Rutschung (Grabeneinhang) mit eventuellen kurzen Aufstau des Wassers und anschließendem murartigen Abfluss in zumindest einem der Hauptgerinne des Oberlaufes zustande kam. Anzumerken ist, dass das Abflussereignis zu keinen registrierten Schäden geführt hat. Im Gegensatz dazu führte das zweithöchste verzeichnete Ereignis vor allem im Bereich der Breitenbäche zu (allerdings eher geringen) Schäden an einer Brücke und Forstwegen. Der Verlauf dieses Ereignisses und die vom BFW verzeichneten Abfluss- und Niederschlagswerte wurden bereits publiziert (STARÝ 1997).

Eine für den Fall des Schmittenbaches anzustrebende höhere Auflösungsgenauigkeit (Minutenwerte), welche eine wesentliche Verbesserung der Interpretation der Abflussganglinie zulässt, ist bei der Neuinstrumentierung ebenso vorgesehen wie eine Videoüberwachung (welche durch das Überschreiten von Schwellwerten ausgelöst wird). Diese soll in Hinkunft die Interpretation der Messwerte erleichtern und auf vergleichsweise einfache Art und Weise wertvolles Bildmaterial liefern.

3.2.4.6 Trends der Spitzendurchflüsse

Den während des Beobachtungszeitraumes stark steigenden Trend der Höhe der Spitzendurchflüsse veranschaulicht Abbildung 32.

Abbildung 32: Trend der maximalen Jahresspitzenabflussmengen



Der Trend liegt eindeutig über der Zunahme der Intensitäten der maßgeblichen Niederschlagsereignisse. Da der Oberflächenabfluss aber mit steigender Niederschlagsmenge pro Zeiteinheit normalerweise überproportional wächst, kann ohne entsprechende Beregnungsversuche nicht festgestellt werden, in wie weit dieser starke Anstieg der Spitzendurchflüsse auf die Steigerung der Niederschlagsintensitäten zurückzuführen ist bzw. welchen Anteil daran die Verschlechterung des Wasserhaushaltes im Einzugsgebiet (Versiegelung der Böden, Schipisten und Entwässerungen) hat.

3.2.5 Resümee

Gefahr durch den Schmittenbach droht in erster Linie durch kurze, heftige Gewitter mit einer Dauer von 30 – 60 Minuten, wobei Niederschlagsmengen in diesem Zeitraum von bis zu 30 mm noch weitgehend schadfrei abgeleitet werden können. Die Zugrichtung der Gewitter entsprach bei den höchsten registrierten Abflussereignissen durchwegs der Abflussrichtung des Schmittenbaches, häufig war der Boden bereits erheblich vorbefeuchtet. Die Spitzenabflüsse wurden bei kurzen intensiven Niederschlagsereignissen beobachtet, die wahrscheinlich nur Teilbereiche des Einzugsgebietes voll betrafen. Dass die höchsten registrierten Niederschlagsintensitäten während des Beobachtungszeitraumes trotz ähnlicher Rahmenbedingungen nicht immer zu den höchsten Abflussmengen geführt haben, ist einerseits auf die unzureichende Ausstattung des Gebietes mit Niederschlagsstationen zurückzuführen. Andererseits könnten Rutschungen der Bacheinhänge und damit verbunden Verkläuerungen ebenfalls mit verantwortlich sein.

Der Bach ist zumindest in seinem Oberlauf bzw. seinen Zubringern murstoßfähig und damit höchst gefährlich. Im flacheren Mittellauf ist ohne erweiterten Geschieberückhalt insbesondere unter Berücksichtigung der steigenden maximalen Durchflussmengen verstärkt mit Verkläuerungen der Brücken, Auflandungen im Bachbett und damit verbunden dem Austreten des Baches zu rechnen. Aufforstungsmaßnahmen können diese Hochwasserspitzen nur in geringem Maße dämpfen (vgl. HAGEN & STARY 2001), jedoch durch mechanische Stabilisierung des Bodens das Geschiebeaufkommen vermindern. Auf die Stabilisierung akuter Rutschungen in Grabeneinhängen etc. ist jedenfalls besonderes Augenmerk zu legen. Die über 100 Jahre alten, nicht sanierten Querwerke in den Bachoberläufen stellen einen zusätzlichen, schwer kalkulierbaren Risikofaktor dar.

4. Zusammenfassung

Das Mustereinzugsgebiet Schmittenbach liegt westlich des Zeller Sees und ist rund 10 km² groß. Der Schmittenbach selbst hat im Mündungsbereich (757 m) einen mächtigen Schwemmkegel ausgebildet, auf welchem die Stadt Zell am See liegt. Der höchste Punkt ist die Schmittenhöhe (1965 m). Im Einzugsgebiet finden sich vorwiegend Tonschiefer mit zwischengelagerten, feinkörnigen, dünnbankigen Sand- bis Tonsteinen. Durch deren hohe Verwitterungsanfälligkeit ist reichlich Kriechschutt vorhanden, die daraus gebildeten Böden sind dicht. An den Zubringerbächen des Schmittenbaches (Griesbäche, Breitengräben,...) und deren z.T. sehr steilen Grabeneinhängen finden sich zahlreiche Blaiken. Der Bach ist trotz der Verbauungsmaßnahmen zumindest im Oberlauf murstoßfähig und damit sehr gefährlich. Die zum Teil über 100 Jahre alten Querwerke in diesen Bereichen stellen einen zusätzlichen, schwer kalkulierbaren Risikofaktor dar. Im Mittel- und Unterlauf des Schmittenbaches ist bei dessen Ausbruch aufgrund geologischer Gegebenheiten mit starker Erosion zu rechnen.

Erste Berichte von Katastrophenereignissen, ausgelöst durch den Schmittenbach und seine Zubringer, stammen bereits aus dem Jahre 1576. Seither kam es immer wieder zu verheerenden Schadereignissen - wobei das letzte aus dem Jahre 1884 Auslöser für eines der ersten integralen Bauprojekte in der Geschichte des forsttechnischen Dienstes war. Dabei wurden auch flächenwirtschaftliche Maßnahmen im weitgehend entwaldeten Einzugsgebiet eines Wildbaches umgesetzt. Nach dem Hochwasserereignis von 1966 wurden Stimmen laut, die der Ausweitung des dortigen Schigebietes und den damit verbundenen Rodungen in sensiblen Bereichen die Schuld am neuerlichen Aufflammen der Gefährlichkeit des Schmittenbaches gaben. Um Grundlagen zur Beantwortung solcher Fragestellungen sowie insgesamt eine verbesserte hydrologische Datengrundlage zu liefern, wurde beginnend mit dem Jahre 1977 ein Messstellennetz aufgebaut.

Die für das Gebiet sehr bedeutsame Entwicklung der Waldflächenanteile nimmt trotz Intensivierung des Schibetriebes insgesamt zu. In sensiblen Teilbereichen ist sie allerdings durch die Neuanlage und Verbreiterung von Schipisten rückläufig.

Vom BFW wurden im Einzugsgebiet des Schmittenbaches zwei mit Ombrographen ausgestattete Niederschlagsmessstellen (Sonnalm, Breitengräben)

sowie eine Abflussmessstelle situiert. Zusätzlich wurden auf der Schmittenhöhe von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und im Ortsgebiet von Zell am See vom Hydrographischen Dienst kontinuierlich Niederschlagsdaten registriert. Die Station Sonnalp des BFW zeichnete die Niederschläge ebenfalls kontinuierlich und ganzjährig auf. Wegen technischer Probleme mit einer installierten Zusatzheizung waren die Wintermesswerte der Station Sonnalp über mehrere Jahre unbrauchbar. Die Station Breitengraben musste 1991 wieder aufgegeben werden.

Die Analyse des Datenmaterials 1981-1998 ergab eine durchschnittliche Jahresniederschlagssumme von rund 1400 mm, die höchste Niederschlagsmenge wurde 1981 mit 1777 mm verzeichnet. Der durchschnittliche Jahresgang des Niederschlages wies ein eindeutiges Sommermaximum auf, absolute Spitzenwerte wurden aber auch im Dezember und Jänner erreicht. Dies galt sowohl für die Monats- als auch Tagesmaximalwerte. Die Niederschlagsmengen im Einzugsgebiet des Schmittenbaches fielen insbesondere im Sommerhalbjahr vergleichsweise kontinuierlich.

Über eine mittels Gumbelanalyse ermittelte und extrapolierte Funktion wurden für das 100-jährliche Tagesniederschlagsereignis 113 mm (Sonnalp) bzw. 129 mm (Schmittenhöhe) ermittelt. Für die auf selbem Wege gewonnenen Niederschlagssummen kürzerer Zeitintervalle der Messstelle Sonnalp wurden sowohl Niederschlags - Intensitäts - Diagramme als auch Jährlichkeitsdiagramme erstellt. Diese erlauben die Bestimmung der Intensitäten und Niederschlagsmengen von beliebigen Ereignissen im Einzugsgebiet.

Für eine Trendanalyse der Jahresniederschlagssummen ist der Beobachtungszeitraum zu kurz, um gesicherte Aussagen zu treffen. Bezüglich kurz andauernder heftiger Niederschlagsereignisse (Gewitter) wurde im Beobachtungszeitraum jedoch eine eindeutige Intensitätssteigerung registriert, die weitere Entwicklung ist insbesondere im Hinblick auf mögliche Auswirkungen der Klimaänderung zu beobachten.

Der Vergleich der Messdaten mit den Berechnungsergebnissen eines neu entwickelten orographisch-konvektiven Modells für datenarme Gebiete zeigte, dass dieses die Niederschlagsmengen für das Einzugsgebiet überschätzt.

Die Abflussmessungen des BFW starteten im Jahre 1978 und werden bis dato fortgeführt. Die Abflussmessstelle liegt in 905 m Seehöhe unterhalb der

Talstation der Schmittenhöhebahnen. Die registrierten Pegelhöhenstände im trapezförmigen Abflussprofil wurden über einen Pegelschlüssel in Durchflussmengen (m^3/s) umgerechnet.

Die Gesamtabflussfracht im Zeitraum 1.1.1978 – 31.12.1998 betrug 151 Millionen m^3 , das ist eine mittlere jährliche Abflussfracht von 7,2 Millionen m^3 oder jährlich 985.000 m^3/ha . Sie ist im Vergleich zu anderen Einzugsgebieten als hoch einzustufen. Die höchsten mittleren und maximalen Monats- und Tagesabflussfrachten werden, ausgelöst durch die Schneeschmelze zumeist im Monat Mai erreicht, die absoluten Durchflussspitzen (m^3/s) in den Sommermonaten.

Am 2.8.1994 wurde mit 6,6 m^3/s der höchste Durchfluss im Beobachtungszeitraum registriert. Dieser entspricht ca. einem 20-jährlichen Ereignis. Für das 100-jährliche Ereignis errechnen sich über eine Gumbelanalyse 9 m^3/s , für das 150-jährliche Ereignis 10,2 m^3/s – mit 5 % Irrtumswahrscheinlichkeit können dabei Abflussmengen von über 14,2 m^3/s bei konstanten Rahmenbedingungen ausgeschlossen werden. Die höchsten Abflussspitzen wurden im Schmittenbach während des Beobachtungszeitraumes durchwegs von kurzen heftigen Gewittern mit einer Dauer von 30 – 45 Minuten ausgelöst, wenn die Zugrichtung der Gewitter der Abflussrichtung entsprach. Ausdrücklich hingewiesen sei auf den stark steigenden Trend der Höhe der Spitzendurchflüsse in den letzten 20 Jahren, dessen Ursache nicht eindeutig identifiziert werden konnte.

Um die Eignung verschiedener Formel- und Modellierungsansätze zur Bestimmung des Spitzenabflusses zu testen, wurde aus insgesamt 11 klassischen Formeln und zwei neueren Modellen das HHQ ermittelt und mit den Messwerten verglichen. Die errechneten Werte lagen dabei zwischen 6,5 und 291,8 m^3/s . Die Formelansätze von HOFMANN und HOFBAUER lieferten gute Abschätzungen des Spitzenabflusses. Auf Basis des Modells von KÖLLA ergaben sich eindeutig zu hohe Werte und auch mittels des Programmpaketes IHW konnten ohne Kalibrierung des Modells an tatsächlichen Abflussereignissen primär wegen unzureichender Informationen bezüglich des „Niederschlagsinputs“ keine zufriedenstellenden Ergebnisse erzielt werden.

2002 sollen die Messeinrichtungen durch die Universität für Bodenkultur (Institut für Alpine Naturgefahren und Forstliches Ingenieurwesen) erneuert bzw. das Messnetz, basierend auf den bisherigen Erfahrungen des BFW, erweitert werden.

5. Summary

The experimental watershed of the torrent Schmittenbach is located to the west of the Zeller lake and covers an area of 10 km². A huge cone-shaped deposit is laid down by the Schmittenbach at its junction (757 m) where the town of Zell am See is located. The highest elevation is Schmittenhöhe (1965 m). Shale predominates with interstratified, thin layered, fine-grained sandstone and clay. The high vulnerability to weathering causes great quantities of debris – compact soil where formed. The tributaries of the Schmittenbach (Griesbäche, Breitengraben) with their sometimes very steep ravines present numerous erosion scars. Despite control measures the torrent has a high debris-flow potential, at least in the upper course, being therefore very dangerous. The transverse structures, often more than 100 years old in these parts, present an additional risk which is difficult to assess. In the case of channel displacement, the middle and lower torrent is prone to heavy erosion due to the geological settings of the Schmittenbach.

Early reports on disaster events caused by the torrent and its tributaries date back to the year 1576. Since then repeatedly disastrous catastrophic events have been reported – the last one taking place in 1884 and initiating the first integral construction project in the history of the Forest Engineering Service. At this occasion, for the first time action was taken to implement land-use concepts in the largely deforested catchment area of a torrent. Following the flood of 1966 there were a growing number of people blaming the further extension of the skiing area and deforestation of a sensitive area for the flare-up of the dangerousness of the Schmittenbach. Therefore, in 1977, a network of measuring points was established to provide an improved hydrological database for the solution of these problem issues.

It is of importance that the share of forest area in the catchment is increasing despite the further development of ski tourism. However, in some sensitive areas it is decreasing due to the establishment and extension of ski runs.

The Austrian Federal Office and Research Centre for Forests (BFW) has established two precipitation measurement points (Sonnalm, Breitengraben, equipped with ombrographs) and a runoff measurement point in the catchment of the Schmittenbach. In addition, at the Schmittenhöhe, precipitation data have been registered continuously by the Central

Institute of Meteorology and Geodynamics and by the Hydrographical Service in the town of Zell am See. The station of the BFW at Sonnalm registered precipitations also on a permanent and all year round basis. Due to technical problems with additional heating the winter measuring dates of the station at Sonnalm were useless during several years. The station at Breitengraben had to be abandoned in 1991.

The analysis of the data 1981-1998 provided an average annual precipitation sum of around 1400 mm, the highest precipitation quantity was registered in 1981, with 1777 mm. The average annual course of the precipitation showed a clear maximum in summer, although absolute peak values would be reached also in December and January. This was true both for the monthly and the daily maximum values. There was continuous precipitation activity in the catchment of the Schmittenbach, especially during the summer months.

Results of the calculation and extrapolation using the Gumbel analysis, showed 113 mm (Sonnalm) and 129 mm (Schmittenhöhe) for the 100 year daily precipitation event. For the precipitation sums of shorter time intervals of the measuring point at Sonnalm, calculated in the same way, both precipitation – intensity – diagrams and return period diagrams were prepared. These allow the determination of intensities and precipitation quantities of any event in the catchment area.

For the trend analysis of annual precipitation sums the observation period is much too short to provide significant information. Short-time heavy precipitation events (thunderstorms) showed a clear increase of intensity during the observation period. This development should be kept in mind, especially in view of the possible effects of climate change.

The comparison of measuring data with calculation results of a recently developed orographic-convective model for data-poor areas showed that precipitation quantities in the catchment area are overestimated.

The runoff measurements of the BFW were initiated in 1978 and have been continued until now. The runoff measuring point is located at 905 m a.s.l. below the valley station of the Schmittenhöhenbahnen. The registered gauge levels in the trapezoid runoff profile are converted into flow rates using a gauge key.

The total runoff discharge in the period 1.1.1978-31.12.1998 was 151 Mio m³. This is an annual runoff discharge of 7,2 Mio m³ or annually 985.000 m³/ha

which is rather high compared to other catchment areas. The highest average and maximum monthly and daily runoff discharges are reached generally in May, due to snow melt. The absolute flow peaks (m^3/s) are reached during summer months.

On 2nd August 1994, the highest flow rate in the observation period was registered, with $6,6 \text{ m}^3/\text{s}$. This corresponds to a 20 year's event. Using Gumbel analysis, for the 100 year's event runoff quantities of 9 and for the 150 year's event $10,2 \text{ m}^3/\text{s}$ are calculated. With 5 % probability of error, runoff quantities of more than $14,2 \text{ m}^3/\text{s}$ may be excluded under constant basic conditions. The highest runoff peaks were caused by short heavy thunderstorms with a duration of 30 to 45 minutes in the Schmittenbach during the observation period, provided the drift of the thunderstorm corresponded to the runoff direction. We would like to point out explicitly the strongly increasing trend of the level of peak flows during the last 20 years, the causes of which can not be clearly identified.

In order to test the suitability of various formula and modelling approaches for the determination of the peak runoff, the HHQ was calculated from 11 classic formulae and two more recent models and compared with the measuring values. The calculated values were between $6,5$ and $291,8 \text{ m}^3/\text{s}$. The formula approaches according to HOFMANN and HOFBAUER provided good assessments of the peak runoff. The model by KÖLLA resulted into too high values and even the program package IHW could not provide satisfactory results without calibration of the model on real runoff events, which is primarily due to insufficient information on the "precipitation input".

In 2002, the measuring facilities will be modernised by the University of Agricultural Sciences (Institute for Forest and Mountain Risk Engineering) and the measuring network enlarged, based on previous experiences of the BFW.

Danksagung

Hervorgehoben sei an dieser Stelle die dankenswerten Hilfestellung seitens der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik – Wien (ZAMG), welche die für das Einzugsgebiet bedeutsamen Messdaten der Messstelle Schmittenhöhe in unbürokratischer Weise zu Verfügung stellte. Als ebenfalls vorbildlich ist die Zusammenarbeit mit der Liftgesellschaft Schmittenhöhebahnen AG zu bezeichnen, die den Mitarbeitern des BFW das Erreichen der Messstelle Sonnmalm ermöglichte.

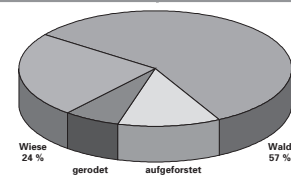
Literaturverzeichnis

- ANDRECS P. 1999: *Hydrologisches Nachschlagewerk mit Kommentaren, Wildbacheinzugsgebiet Graschnitzbach*. FBVA-Berichte 109, Wien
- AULITZKY H. 1988: *Studienblätter Grundlagen der WLV 1988/89*. Eigenverlag Institut für Wildbach- und Lawinenverbauung, Universität für Bodenkultur, Wien
- BOGNER K. 1995: *Anwendung des Shot-Noise-Modells zur Simulation von Tagesabflussreihen*. Diplomarbeit am Institut für Wildbach- und Lawinenschutz, Universität für Bodenkultur, Wien
- BURCH H., FORSTER F., SCHLEPPI P., STADLER D. 1996: *Einfluss des Waldes auf Hochwasser aus kleinen voralpinen Einzugsgebieten*. Interpraevent 1996, Band 1 S159-169, Garmisch-Partenkirchen
- CLIMATE PRESS NR.8, 2000: *Wird das Klima extremer?* <http://proclim.ch/Press/ClimatePress08D.htm> [Stand 19.3.01]
- DACH-MT 2001 (C.D. SCHÖNWIESE): *Klimastatement anlässlich Dach-MT vom 18.9.2001*. <http://www.zamg.ac.at/dach-mt> [Stand 15.3.02]
- FUCHS M., NACHTNEBEL H.P. 2001: *Szenarien einer Klimaänderung und ihre Auswirkungen auf die Hydrologie in Österreich*. Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau BOKU Wien, in Fertigstellung
- GOTTSCHLING H. 2001: *Geologie des Schmittenbaches*. Persönliche Mitteilung
- HAGEN K. 2002: *Auswirkungen der Klimaänderung auf das watershed management in österreichischen Wildbacheinzugsgebieten*. BFW-Berichte, 127, Wien
- HAGEN K., LANG E. 2000: *Schneehydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Gradenbaches (Kärnten)*. FBVA-Berichte 116, Wien
- HAGEN K., STARY U. 2001: *„Wildbacheinzugsgebiet Mödritschbach“ Analyse des Niederschlags- und Abflussgeschehens*. FBVA-Berichte 125, Wien
- HEGG CH. 2001: *Hochwasser und Feststofftransport in Wildbacheinzugsgebieten, Veranstaltung: Zusätzliche Sicherheit durch Überwachung von Bauten und ihrer Umgebung*. Veranstaltungunterlagen Schulungszentrum TFB, Wildegg - CH
- HINTERSTOISSER H. 1982: *Waldbauliche Auswirkungen der Standard- (Weltcup-) und Trassenschiabfahrt auf der Schmittenhöhe/Zell am See*. Allgemeine Forstzeitung 93, 34-37, Wien
- HINTERSTOISSER H. 1985: *Die forstliche Problematik intensiver Wintersporterschließung am Beispiel der Schmittenhöhe, Zell am See*. Sonderdruck, aus: "Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde Band 124/1985, Salzburg
- HOLZINGER G., HÜBL H. 1997: *Arbeiten mit dem hydrologischen Programmpaket des Institutes für Hydrologie und Wasserwirtschaft (Univ. Karlsruhe, TH) am Beispiel Ungerbach*. In: Wildbach und Lawinenverbau JG 61, Heft 132, Verein der Diplomingenieure der WLV Österreichs, Villach

- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1964-1994: *Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1951-1960, 1961-197 1971-1980, 1981-1990*. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Hydrographisches Zentralbüro im BMLF, Wien
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH, 1984-2001: *Hydrographische Jahrbücher von Österreich 1981-1998*. Wien, Hydrographisches Zentralbüro im BMLF(UW)
- HYDROGRAPHISCHER DIENST IN ÖSTERREICH 1990: *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes*. Hydrographisches Zentralbüro im BMLF 63., 44-45, Wien
- IHRINGER J., BEELITZ W.D., GÜNTHER CH., KRON W. 1988: *Anwenderhandbuch – Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft*. Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, TU Karlsruhe
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC) 2001: *Summary for Policymakers* (Workgroups I, II, III), http://www.meto.gov.uk/sec5/CR_div/ipcc [Stand 3.4.01]
- IZZARD C.F. 1946: *Hydraulics of runoff from developed surfaces*. Proc. Highway Research Board, Vol. 26, 129-150
- KASPAR H., FÄH A.O., STORCHENEGGER I., WEISS H.W. 1991: *Pegelschlüsselkurven Abflussbildung*, Analyse des Hochwassers 1987 in der Schweiz; Basler & Hofmann, Zürich
- KILIAN W., MÜLLER F., STARLINGER F. 1994: *Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs*. FBVA-Berichte 82, Wien
- KÖLLA E. 1986: *Zur Abschätzung von Hochwässern in Fließgewässern an Stellen ohne Direktmessung*. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glazologie Nr. 87, ETH Zürich
- LAHNSTEINER J. 1960: „*Unterpinzgau*“, Eigenverlag
- LANG E., HAGEN K. 1999: *Wildbacheinzugsgebiet Gradenbach, Analyse des Niederschlag- und Abflussgeschehens 1968 – 1996*. Mitteilungen Forstliche Bundesversuchsanstalt 108, Wien
- LEDLEY T.S., SUNDQUIST E.T., SCHWARTZ S.E., HALL D.K., FELLOWS J.D., KILLEEN T.L. 1999: *Climate Change and Greenhouse Gases*, in EOS Vol. 80, No. 39, http://www.agu.org/eos_elec/99148e.htm [Stand 20.3.01]
- LORENZ P., SKODA G. 2000: *Bemessungsniederschläge kurzer Dauerstufen mit inadäquaten Daten*. In: Mitteilungen des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Hydrographisches Zentralbüro im BMLFUW 80, 1-24, Wien
- LUTZ W. 1984: *Berechnung von Hochwasserabflüssen unter Anwendung von Gebietskenngrößen*. Dissertation am Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft Univ. Karlsruhe, Heft 24
- MARKHART G., KOHL B. 2002: *Abflussverhalten in Wildbacheinzugsgebieten bei unterschiedlicher Landnutzung*, In Druck: Wildbach und Lawinenverbau JG 66, Voraussichtlich Heft 146, Verein der Diplomingenieure der WLV Österreichs
- MATTERN M. 1996: *Räumliche Abminderung von Starkniederschlägen*. Diplomarbeit an der Universität Wien
- MAYER H. 1984: *Skipistenökologie in Österreich*. MAB Mitteilungen 19, 23 – 26, Bonn
- MOESCHKE H. 1998: *Abflussgeschehen im Bergland*. Schriftenreihe der Forstwirtschaftlichen Fakultät der Universität München und der Bayrischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, München
- MOSTLER H. 1968: *Das Silur im Westabschnitt der Nördlichen Grauwackenzone (Tirol und Salzburg)*. Mitteilung Ges. Geol. Bergbaustud. 18, Wien
- MOSTLER H. 1970: *Struktureller Wandel und Ursachen der Faziesdifferenzierung an der Ordoviz/Silur-Grenze in der Nördlichen Grauwackenzone (Österreich)*. Festband Geologisches Inst. 300-Jahr-Feier Univ. Innsbruck
- PROCLIM 1996: *Auswirkungen von Klimaänderungen auf Berggebiete* http://proclim.unibe.ch/Reports/ir/ipcc/ipcc_wgii-5d.htm [Stand 19.3.01]
- RÖTHISBERGER G., GEIGER H., ZELLER J. 1992: *Starkniederschläge im Schweizer Mittelland und Jura*, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf
- RUF G. 1977: *Konzept und Methodik hydrologischer Untersuchungen in den Mustereinzugsgebieten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt*. Wildbach- und Lawinenverbau (Zeitschrift des Vereins der Diplomingenieure der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs), Sonderheft, S. 80-96, Bregenz
- RUF G. 1981: *Abflussmeßanlagen in geschiebeführenden Wildbächen*. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 138, 125-136, Wien
- SCHAFFHAUSER H. 1982: *Untersuchungen über das Abflussverhalten verschieden bewirtschafteter Versuchsflächen*. Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 144, 85-102, Wien
- SCHIMPF H. 1970: *Untersuchungen über das Auftreten beachtlicher Niederschläge in Österreich*. Österreichische Wasserwirtschaft, Jahrgang 22, Heft 5/6, S. 121-127, Wien
- STARY U. 1997: *Niederschlag-Abfluss-Dokumentation eines Starkregenereignisses am Schmittenbach*. FBVA-Berichte 96, Wien
- WEHRMANN H. 2000: *Vergleichende Betrachtungen von Wildbachverbauungssystemen im Pinzgau*. Diplomarbeit am Institut für alpine Naturgefahren und forstliches Ingenierswesen, Universität für Bodenkultur, Wien
- ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK 2000: *Österreichs Klima im letzten Millenium*. <http://www.zamg.ac.at/klima/klima-millen.htm> [Stand 19.3.01]
- ZELLER J. 1981: *Starkniederschläge und ihr Einfluß auf Hochwasserereignisse*, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen Birmensdorf, Bericht Nr. 126 (2. Auflage)
- ZELLKULTUR: <http://www.zellkultur.at/zreise.htm> [Stand 5.12.01]
- Verfasser: Dipl.-Ing. Karl Hagen
Bundesamt und Forschungszentrum für Wald
Institut für Lawinen- und Wildbachforschung
Hauptstraße 7
1140 Wien
Email: karl.hagen@bfw.gv.at

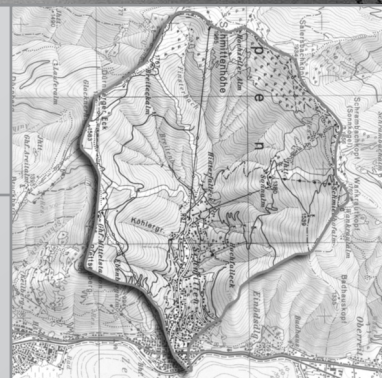
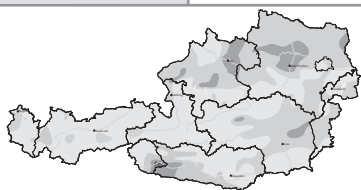
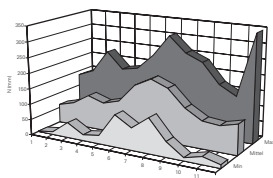
Abkürzungsverzeichnis

A _E	Einzugsgebietsfläche
BFW	Bundesamt und Forschungszentrum für Wald (ehemals Forstliche Bundesversuchsanstalt, FBVA)
GZP	Gefahrenzonenplan des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung
HD	Hydrographischer Dienst (in Österreich)
HHQ	Höchster Hochwasserabfluss ohne Angabe der Jährlichkeit (m ³ /s)
HQ	Hochwasserabfluss ohne Angabe der Jährlichkeit (m ³ /s)
HQ _n	Hochwasserabfluss der Jährlichkeit n (m ³ /s)
IHW	(IHK) Institut für Hydraulik und Wasserwirtschaft Univ. Karlsruhe (Softwarepaket)
ILWF	Institut für Lawinen- und Wildbachforschung am BFW
N	Niederschlagsmenge (mm)
OKM	Orographisch konvektives Model (vgl. LORENZ, SKODA 2000) zur Bestimmung von Bemessungsniederschlägen
OG	Obergrenze
Q	Abfluss (m ³ /s)
SS	Schneesmelze
UG	Untergrenze
WLW	Forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung
ZAMG	Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien



Anhang A

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach



Erläuterung zu den Tabellen:

1. Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren
2. Werte aus Monaten mit lückenloser Aufzeichnung sind in Normalschrift ausgewiesen
3. Monate mit Messlücken in den Aufzeichnungen wurden wie folgt gekennzeichnet
 - a. bei 1-9 Fehltagen im Monat „kursiv“
 - b. ab 10 Fehltagen wurden die Werte in Klammern gesetzt
 - c. ab mehr als 50 % vermutlich fehlerhafter Werte (Wintermonate-Sonnalm) wurden die Monatssummen nicht mehr angeführt, die Jahressummen, die mittels Ergänzungen über die Nachbarmessstellen gebildet wurden, sind in diesem Falle in () gesetzt.
4. Die Messstelle Breitengraben wurde nur im Sommerhalbjahr betrieben

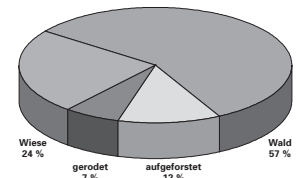
Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach																	
1978 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964																
Sonnalm	1390																
Breitengräben	1380								120,2	145,9	51,8			317,9	106,0		
1979 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964																
Sonnalm	1390																
Breitengräben	1380						242,5	181,8	(229,8)	100,9	(41,0)			796,0	159,2	145,9	Sep 78
1980 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964																
Sonnalm	1390										186,1	57,3	94,5	337,9	112,6		
Breitengräben	1380					(33,8)	198,7	166,5	116,6	80,6	(63,6)			659,8	110,0	242,5	Jun 79
1981 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964																
Sonnalm	1390	240,5	77,1	91,5	29,4	112,4	97,1	303,5	181,6	192,2	158,8	191,7	101,3	1777,1	148,1	186,1	Okt 80
Breitengräben	1380					(63,4)	100,5	321,5	(192,0)	(143,2)	(95,9)			916,5	152,8	242,5	Jun 79
1982 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964																
Sonnalm	1390	261,6	57,4	81,8	57,3	131,2	217,6	161,7	110,3	74,2	68,2	52,4	147,7	1421,4	118,5	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					103,7	224,6	132,5	137	52,0				649,8	130,0	321,5	Jul 81
1983 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964										99,1	105,2	(89,2)	293,5	97,8		
Sonnalm	1390	278,8	68,9	82,5	(84,4)	124,3	185,1	117,8	160	109,8	91,3	100,6	89,2	1492,7	124,4	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380						(61,0)	111	153,2	85	(27,7)			437,9	87,6	321,5	Jul 81
1984 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	93,6	107,7	60,6	59,3	130,6	111,5	123,7	196	165,4	49,9	24,30	50	1172,6	97,7	105,2	Nov 83
Sonnalm	1390	102,4	97,6	65,4	57,5	146,4	119,3	132,7	165,9	182,6	59,0	(24,3)	(48,2)	1201,3	100,1	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					(43,1)	107,3	140,4	185,6	185,9	(59,6)			721,9	120,3	321,5	Jul 81
1985 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	63,0	102,6	68,7	121,6	54,4	200,7	121	248,7	74,2	9,9	63,4	77,9	1206,1	100,5	196	Aug 84
Sonnalm	1390	68,4	101,0	67,4	146,5	75,5	(218,9)	154,6	269,9	83,6	(9,3)	84,2	92,6	1371,9	114,3	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					65,8	228,8	158,5	(286,4)	(78,9)				818,4	163,7	321,5	Jul 81

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach

1986 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	136,5	9,7	107,5	44,9	96,8	(105,3)	110,4	157,0	65,2	58,1	35,9	(191,7)	1119,0	93,3	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390	143,2	14,5	119,9	(46,7)	(125,3)	105,3	(117,2)	168,4	70,2	78,2	38,6	189,7	1217,2	101,4	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					80,0	(0,0)	(124,8)	(169,4)	(68,5)				442,7	88,5	321,5	Jul 81
1987 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	93,1	119,6	146,4	86,7	179,1	102,3	195,0	141,5	92,4	(83,4)	(136,7)	89,9	1466,1	122,2	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390	(90,9)	(94,2)	(144,8)	97,9	185,6	121,0	191,7	136,7	93,7	83,4	133,6		(1467,9)	(122,3)	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					(0,0)	137,3	226,1	152,9	100,8	(35,5)			652,6	108,8	321,5	Jul 81
1988 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	92,5	157,9	151,3	18,7	115,2	(143,6)	(190,9)	176,6	112	45,8	71,1	170,2	1445,8	120,5	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390					123,9	(143,6)	(190,7)	(201,3)	(112,1)	66,8	(93,9)		(1522,8)	(126,9)	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380						143,6	190,7	201,3	(113,2)	14,6	(0,0)	(0,0)	663,4	94,8	321,5	Jul 81
1989 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	83,1	88,7	54,3	74,5	88,8	(179,8)	229,6	202,9	119,5	53,8	46,1	56,6	1277,7	106,5	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390				103,4	93,8	179,8	203,4	182,5	135,8	62,0	(51,7)		(1295,6)	(108,0)	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380					31,4	201,8	(207,0)	168,9	134,3				743,4	148,7	321,5	Jul 81
1990 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	26,8	149,3	89,4	128,7	100,5	237,5	235	111,4	128,6	126,7	78,4	33,2	1445,5	120,5	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390					114,6	258,3	234,7	107,5	130,1	188,5			(1546,3)	(128,9)	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380						(5,4)	(36,6)	(29,3)					71,3	23,8	321,5	Jul 81
1991 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	33,7	16,5	48,8	54	107,6	238,4	293,2	151,2	87,5	57,3	132,3	(345,8)	1566,3	130,5	248,7	Aug 85
Sonnalm	1390						222,7	253,9	176,8	83,9	(62,1)			(1521,7)	(126,8)	303,5	Jul 81
Breitengräben	1380							(88,6)	(20,1)	(69,7)	9,9	Ende		188,3	47,1	321,5	Jul 81
1992 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	5,9	98		163,7	27	126,9	160,5	172,7	153,2	138	129,4	95,6	1270,9	115,5	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390				(171,6)	28,2	115,1	(171,6)	(172,7)	(153,2)	164,2	(146,0)		(1322,1)	(120,2)	(327,2)	Dez 91
1993 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	62,7	16,4	80,2	94,4	74,8	221,7	307,6	153,2	125,5	107,6	(35,3)	74,1	1353,5	112,8	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390				(119,2)	(74,8)	191,2	266,5	136,1	131,2	116,1			1304,8	108,7	(327,2)	Dez 91

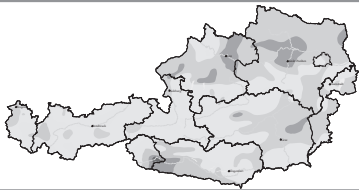
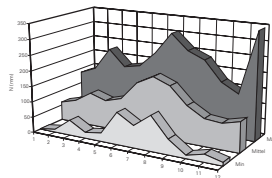
Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach

1994 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	78,2	24,3	94,2	123,8	161,5	147,9	70,5	258,4	90,2	87,3	93,8	72,2	1302,3	108,5	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390					172,3	(153,6)	61,3	181,6	79	111,3	101,8		(1253,6)	(104,5)	(327,2)	Dez 91
1995 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	61,9	82,1	72,2	(49,6)	(92,0)	136,9	126,2	(156,1)	(127,0)	16,5	38	44,4	1002,9	83,6	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390				(199,4)	92	(138,0)	138,2	156,4	127	18,8			(1227,4)	(102,3)	(327,2)	Dez 91
1996 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	8,5	8,9	78,2	69,9	188,5	158	185,4	217,6	161	172,5	122,8	11,0	1382,3	115,2	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390			(86,7)	63,7	208,9	191,2	161,7	188,4	177,1	(163,5)	(127,2)	15,1	(1400,9)	(116,7)	(327,2)	Dez 91
1997 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	1,3	(124,1)	(219,5)	(177,7)	101	160,1	256,6	130,6	48,6	155,2	65,9	85,1	1525,7	127,1	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390	5	130,2	239,8	166,7	113,1	157,5	244,1	106,9	44,7	174,5	76,4	94,9	1553,8	129,5	(327,2)	Dez 91
1998 Station	Höhe m ü. A.	Summen in mm														Größte Monats- summe v.d. Jahr	
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	im Jahr	im Mittel	mm	Datum
Schmittenhöhe	1964	65,1	17,3	229,8	94,5	77,9	215,3	297,7	112,6	235,5	(140,0)	(143,0)	68,8	1697,5	141,5	(345,8)	Dez 91
Sonnalm	1390	69,2	15,9	233,9	79	85,3	219,3	294,4	133,2	239,3	135,2	143,0	(68,8)	1716,5	143,	(327,2)	Dez 91



Anhang B

Monats- und Jahresmaxima der Tagesniederschläge im Einzugsgebiet Schmittenbach



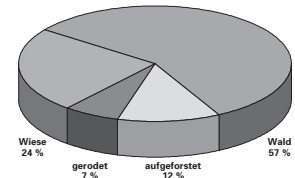
Erläuterung zu den Tabellen:

1. Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Messstationen
2. Werte aus Monaten mit lückenloser Aufzeichnung sind in Normalschrift ausgewiesen
3. Monate mit Messlücken in den Aufzeichnungen wurden wie folgt gekennzeichnet:
 - a. bei 1-9 Fehltagen im Monat „*kursiv*“
 - b. ab Fehltagen wurden die Werte in Klammern gesetzt
 - c. Die Tagesniederschlagssumme wurde jeweils für die Zeitspanne von 7 Uhr des Kalendertages bis 7 Uhr des Folgetages ermittelt.
4. Die Messstelle Breitengraben wurde nur im Sommerhalbjahr betrieben

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm), Schmittenhöhe													
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983										42,2	49,6	(29,6)	49,6
1984	15,6	43,9	21,3	28,2	22,7	24,1	21,5	30,9	32	21,4	6,4	11	43,9
1985	37,4	38,8	14,8	23,9	17,2	36,2	26,6	71,6	17,2	3,4	13,4	22,9	71,6
1986	27,9	4,8	18,8	12,5	23,9	(18,8)	24,5	23,6	21,4	20,9	22,9	(28,1)	28,1
1987	21,6	37,9	47,6	17,0	33,0	17,5	32,3	25,3	24,0	(29,2)	(33,9)	26,5	47,6
1988	15,4	58,6	44,4	10,8	26,4	(28,1)	(40,2)	37,6	32,6	12,2	30,7	31,6	58,6
1989	43,8	27,8	14,6	17	17,5	(19,1)	26,1	34,7	24,7	9,5	12,9	26,6	43,8
1990	22,2	39,1	24,3	24,5	20,2	25,9	60,3	22,1	24,1	32,2	14,7	5,6	60,3
1991	8,9	3,1	12,1	16,8	11,8	37,3	53	29,8	23,4	19,4	35,8	(108,0)	108,0
1992	2,9	17		37,5	8,8	37,1	21,8	40,6	37,7	24,9	28,3	42	42,0
1993	18	12,9	18,4	19,4	18,1	33,1	27	18,4	21,9	30,2	(11,0)	16,1	33,1
1994	19,6	5,8	12,1	26,8	33,3	26	18,7	43,4	18	22,5	24,2	19,3	43,4
1995	12,1	12,2	18,8	(9,8)	(17,6)	39,1	36,5	(46,0)	(26,5)	11,5	14,9	10,9	46,0
1996	6,3	2,4	12,9	9,3	33	26,8	33,2	36,3	21,5	35,7	35,7	4,7	36,3
1997	0,8	(40,9)	(41,6)	(42,5)	22,8	29	61,3	40,1	19,9	47	17,7	17,9	61,3
1998	10,1	7,9	46,8	12,6	13,4	38,9	37	28,6	49,4	(30,9)	(27,1)	21,7	49,4
Max	43,8	58,6	47,6	42,5	33,3	39,1	61,3	71,6	49,4	47,	49,6	108,	
Mittel	17,5	23,5	24,9	20,6	21,3	29,1	34,7	35,3	26,3	24,6	23,7	26,4	
Min	0,8	2,4	12,1	9,3	8,8	17,5	18,7	18,4	17,2	3,4	6,4	4,7	
Absolutes Tagesmax./Monat						108,0	Absolutes Tagesmax./Jahr						108,0
Durchschnittl. Tagesmax./Monat						25,7	Durchschnittl. Tagesmax./Jahr						51,4
Minimales Tagesmax./Monat						0,8	Minimales Tagesmax./Jahr						28,1

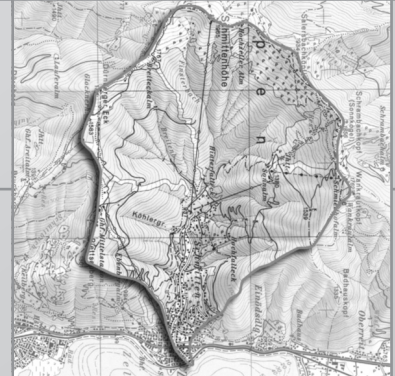
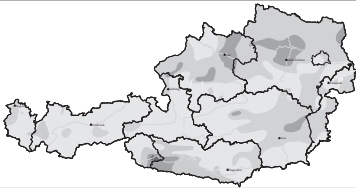
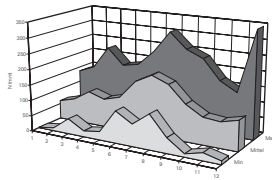
Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm), Sonnalm													
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1978													
1979													
1980										46,4	14,5	19,6	46,4
1981	36	23,2	14,4	6	36,6	22	72,9	46,7	75,6	50,9	52,4	15,9	75,6
1982	66,7	31,7	24	10,9	40,8	30,7	28,4	15,4	17	14,4	26,3	36,4	66,7
1983	77,3	14,9	17,2	(18,5)	45,6	36,2	32,2	41,2	22,5	42,2	39,70	29,6	77,3
1984	14,2	23,7	20,6	27,1	24,8	22,4	19,2	34,9	38,0	23,6	(6,4)	(11,0)	38,0
1985	37,4	38,8	14,8	30,10	25,90	(36,2)	37,7	71,6	21,6	(3,4)	20,9	22,9	71,6
1986	20,50	5,0	27,40	(12,5)	(33,5)	18,8	(30,9)	30,2	21,4	20,90	22,9	50,4	50,4
1987	(21,6)	(37,9)	(47,6)	22,7	37,50	23,40	27,4	20,4	24,0	29,2	22,8	(26,5)	47,6
1988	(15,4)	(34,0)	(41,9)	(10,8)	26,4	(28,1)	(40,2)	(42,0)	(32,6)	15,5	(34,3)	(31,6)	42,0
1989	(43,8)	(27,8)	(14,6)	19,20	17,50	19,1	29,0	30,3	29,9	10,6	(12,4)	(26,6)	43,8
1990	(22,2)	(39,1)	(24,3)	(24,5)	31,6	29,5	57,4	24,7	28,50	30,70	(14,0)	(5,6)	57,4
1991	(8,9)	(3,1)	(12,1)	(16,8)	(11,8)	41,9	58,4	49,7	22,1	(20,6)	(35,8)	(84,5)	84,5
1992	(2,9)	(17,0)		(35,6)	12,1	33,6	(23,6)	(40,6)	(37,7)	28,9	(31,0)	(42,0)	42,0
1993	(18,0)	(12,9)	(18,4)	(20,4)	(18,1)	28,4	23,7	16,8	17,6	24,00	(12,0)	(16,1)	28,4
1994	(19,6)	(5,8)	(12,1)	(26,8)	33,20	(31,7)	17,50	25,2	14,2	28,2	23,40	(19,3)	33,2
1995	(12,1)	(12,2)	(29,7)	(49,9)	17,6	(39,1)	45,6	46	26,5	11,5	(19,5)	(10,9)	49,9
1996	(6,3)	(2,4)	(12,9)	9	48,7	34,2	33,2	38,7	24,4	(32,1)	(35,7)	4	48,7
1997	3,7	40,9	41,6	42,5	24,9	27,5	54,7	40,1	18,9	54,1	19,7	26,9	54,7
1998	9,8	10,7	46,8	12,9	12,2	35,8	37,1	44,5	58,6	30,9	27,10	(21,7)	58,6
Max	77,3	40,9	47,6	49,9	48,7	41,9	72,9	71,6	75,6	54,1	52,4	84,5	
Mittel	24,2	21,2	24,7	22,0	27,7	29,9	37,2	36,6	29,5	27,3	24,8	26,4	
Min	2,9	2,4	12,1	6,0	11,8	18,8	17,5	15,4	14,2	3,4	6,4	4,0	
Absolutes Tagesmax./Monat						84,5	Absolutes Tagesmax./Jahr						84,5
Durchschnittl. Tagesmax./Monat						27,6	Durchschnittl. Tagesmax./Jahr						53,5
Minimales Tagesmax./Monat						2,4	Minimales Tagesmax./Jahr						28,4

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm), Breitengraben													
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1978								22,3	22,3	25,1			25,1
1979						41,5	32	(37,7)	22,7	(17,3)			41,5
1980					(17,2)	27,8	28,8	20,2	37,3	(18,5)			37,3
1981					(30,0)	17,7	83,1	(41,1)	(28,2)	(50,9)			83,1
1982					30,9	30,2	27,5	20,6	13,8				30,9
1983						(20,6)	49	38,7	30,1	(13,3)			49,0
1984						21,1	20,8	38,2	38,0	(21,6)			38,2
1985					16,4	35,2	33,6	(76,2)	(21,4)				76,2
1986					22,1	(0,0)	(30,1)	(34,5)	(21,4)				34,5
1987						28,1	30,0	20,9	25,9	(17,7)			30,0
1988						28,1	40,2	42,0	(32,6)	14,3			42,0
1989					12,2	24,4	(29,1)	32,7	29,8				32,7
1990						(3,1)	(25,3)	(19,2)					25,3
1991							(37,6)	(20,1)	(19,8)	5,8			37,6
1992													
1993													
1994													
1995													
1996													
1997													
1998													
Max					30,9	41,5	83,1	76,2	38,0	50,9			
Mittel					21,5	23,2	35,9	33,2	26,4	20,5			
Min					12,2	0,0	20,8	19,2	13,8	5,8			
Absolutes Tagesmax./Monat						83,1	Absolutes Tagesmax./Jahr						3,1
Durchschnittl. Tagesmax./Monat						(26,8)	Durchschnittl. Tagesmax./Jahr						(41,7)
Minimales Tagesmax./Monat						5,8	Minimales Tagesmax./Jahr						25,1



Anhang C

Häufigkeiten der Tagesniederschläge der Messstellen Schmittenhöhe, Sonnalm und Breitengraben



Erläuterung zu den Tabellen:

1. Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren
2. Die Stationen Schmittenhöhe und Sonnalm werden ganzjährig betrieben
3. Die Tagesniederschlagssumme wurde jeweils für die Zeitspanne von 7 Uhr des Kalendertages bis 7 Uhr des Folgetages ermittelt

Schmittenhöhe												
1983	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner												
Februar												
März												
April												
Mai												
Juni												
Juli												
August												
September												
Oktober	18	6	3	0	0	2	1	0	0	0	12	30
November	23	2	0	2	1	1	1	0	0	0	7	30
Dezember	16	4	5	3	2	1	0	0	0	0	15	31
Summe:	57	12	8	5	3	4	2	0	0	0	34	91
1984	ohne messbaren Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	7	10	8	3	3	0	0	0	0	0	24	31
Februar	15	2	6	4	1	0	1	0	0	0	14	29
März	21	2	5	0	2	1	0	0	0	0	10	31
April	16	3	9	0	1	1	0	0	0	0	14	30
Mai	15	2	4	6	2	2	0	0	0	0	16	31
Juni	12	2	6	8	1	1	0	0	0	0	18	30
Juli	13	3	4	6	4	1	0	0	0	0	18	31
August	16	3	0	2	7	3	0	0	0	0	15	31
September	12	4	5	1	6	2	0	0	0	0	18	30
Oktober	21	4	3	2	0	1	0	0	0	0	10	31
November	21	3	5	1	0	0	0	0	0	0	9	30
Dezember	20	4	2	4	1	0	0	0	0	0	11	31
Summe:	189	42	57	37	28	12	1	0	0	0	177	366
1985	ohne messbaren Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	21	3	4	2	0	1	0	0	0	0	10	31
Februar	14	4	3	5	0	2	0	0	0	0	14	28
März	15	6	6	2	2	0	0	0	0	0	16	31
April	11	4	4	9	1	1	0	0	0	0	19	30
Mai	18	4	5	2	2	0	0	0	0	0	13	31
Juni	6	6	8	3	3	4	0	0	0	0	24	30
Juli	15	2	7	2	4	1	0	0	0	0	16	31
August	14	5	1	3	3	4	0	1	0	0	17	31
September	20	0	5	0	5	0	0	0	0	0	10	30
Oktober	25	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6	31
November	18	0	8	2	2	0	0	0	0	0	12	30
Dezember	20	3	3	2	1	2	0	0	0	0	11	31
Summe:	197	39	58	32	23	15	0	1	0	0	168	365

Schmittenhöhe

1986	ohne messbaren Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	10	1	12	3	4	1	0	0	0	0	21	31
Februar	19	7	2	0	0	0	0	0	0	0	9	28
März	16	3	3	5	4	0	0	0	0	0	15	31
April	17	6	2	4	1	0	0	0	0	0	13	30
Mai	16	1	9	2	2	1	0	0	0	0	15	31
Juni	13	2	9	2	4	0	0	0	0	0	17	30
Juli	12	5	5	6	2	1	0	0	0	0	19	31
August	10	5	6	3	6	1	0	0	0	0	21	31
September	22	2	0	4	1	1	0	0	0	0	8	30
Oktober	20	3	2	5	0	1	0	0	0	0	11	31
November	23	3	2	1	0	1	0	0	0	0	7	30
Dezember	14	4	1	5	3	4	0	0	0	0	17	31
Summe:	192	42	53	40	27	11	0	0	0	0	173	365
1987	ohne messbaren Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	3	6	2	2	2	0	0	0	0	15	31
Februar	15	4	3	2	2	2	0	0	0	0	13	28
März	13	2	9	3	2	1	1	0	0	0	18	31
April	11	6	7	2	4	0	0	0	0	0	19	30
Mai	6	5	7	9	2	2	0	0	0	0	25	31
Juni	12	4	7	2	5	0	0	0	0	0	18	30
Juli	7	5	6	6	4	3	0	0	0	0	24	31
August	12	3	5	7	3	1	0	0	0	0	19	31
September	18	2	3	3	3	1	0	0	0	0	12	30
Oktober	20	2	6	0	1	2	0	0	0	0	11	31
November	13	2	6	5	3	1	0	0	0	0	17	30
Dezember	21	3	1	3	1	2	0	0	0	0	10	31
Summe:	164	41	66	44	32	17	1	0	0	0	201	365
1988	ohne messbaren Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	3	4	2	6	0	0	0	0	0	15	31
Februar	11	2	7	5	3	0	1	0	0	0	18	29
März	7	3	10	8	2	0	1	0	0	0	24	31
April	19	8	1	1	1	0	0	0	0	0	11	30
Mai	17	3	5	3	0	3	0	0	0	0	14	31
Juni	9	5	6	5	3	2	0	0	0	0	21	30
Juli	12	2	5	4	5	2	1	0	0	0	19	31
August	11	2	7	5	4	2	0	0	0	0	20	31
September	20	3	0	2	4	1	0	0	0	0	10	30
Oktober	22	2	3	3	1	0	0	0	0	0	9	31
November	15	7	4	3	0	1	0	0	0	0	15	30
Dezember	12	3	7	3	3	3	0	0	0	0	19	31
Summe:	171	43	59	44	32	14	3	0	0	0	195	366

Schmittenhöhe												
1989	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	25	2	0	1	2	0	1	0	0	0	6	31
Februar	13	6	3	3	2	1	0	0	0	0	15	28
März	13	11	2	3	2	0	0	0	0	0	18	31
April	13	6	6	2	3	0	0	0	0	0	17	30
Mai	15	3	7	2	4	0	0	0	0	0	16	31
Juni	4	0	14	7	5	0	0	0	0	0	26	30
Juli	7	4	6	3	8	3	0	0	0	0	24	31
August	9	4	8	1	5	4	0	0	0	0	22	31
September	14	5	5	1	2	3	0	0	0	0	16	30
Oktober	17	3	5	6	0	0	0	0	0	0	14	31
November	20	3	3	2	2	0	0	0	0	0	10	30
Dezember	22	2	3	2	1	1	0	0	0	0	9	31
Summe:	172	49	62	33	36	12	1	0	0	0	193	365
1990	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	23	5	2	0	0	1	0	0	0	0	8	31
Februar	12	3	5	4	2	2	0	0	0	0	16	28
März	18	0	6	5	1	1	0	0	0	0	13	31
April	9	6	7	3	4	1	0	0	0	0	21	30
Mai	13	5	5	3	4	1	0	0	0	0	18	31
Juni	5	3	8	4	6	4	0	0	0	0	25	30
Juli	16	3	1	1	7	2	0	1	0	0	15	31
August	16	3	5	1	4	2	0	0	0	0	15	31
September	9	7	6	3	4	1	0	0	0	0	21	30
Oktober	17	3	3	3	3	2	0	0	0	0	14	31
November	10	5	8	5	2	0	0	0	0	0	20	30
Dezember	12	11	5	3	0	0	0	0	0	0	19	31
Summe:	160	54	61	35	37	17	0	1	0	0	205	365
1991	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	22	1	4	4	0	0	0	0	0	0	9	31
Februar	18	4	6	0	0	0	0	0	0	0	10	28
März	19	2	6	3	1	0	0	0	0	0	12	31
April	12	9	6	2	1	0	0	0	0	0	18	30
Mai	7	7	7	7	3	0	0	0	0	0	24	31
Juni	5	5	5	5	7	3	0	0	0	0	25	30
Juli	14	1	7	1	3	2	3	0	0	0	17	31
August	13	7	1	4	3	3	0	0	0	0	18	31
September	20	1	4	1	3	1	0	0	0	0	10	30
Oktober	21	3	3	2	2	0	0	0	0	0	10	31
November	15	3	7	0	3	2	0	0	0	0	15	30
Dezember	14	1	7	1	2	4	0	1	0	1	17	31
Summe:	180	44	63	30	28	15	3	1	0	1	185	365

Schmittenhöhe

1992	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	27	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	31
Februar	15	3	4	3	4	0	0	0	0	0	14	29
März											0	0
April	11	3	8	4	1	3	0	0	0	0	19	30
Mai	23	2	4	2	0	0	0	0	0	0	8	31
Juni	15	5	2	4	2	2	0	0	0	0	15	30
Juli	8	3	8	5	5	2	0	0	0	0	23	31
August	14	1	7	4	2	2	1	0	0	0	17	31
September	14	2	6	2	3	3	0	0	0	0	16	30
Oktober	10	5	6	6	3	1	0	0	0	0	21	31
November	11	4	6	5	2	2	0	0	0	0	19	30
Dezember	24	1	3	0	0	2	1	0	0	0	7	31
Summe:	172	31	56	35	22	17	2	0	0	0	163	335
1993	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	19	2	5	3	2	0	0	0	0	0	12	31
Februar	22	4	1	0	1	0	0	0	0	0	6	28
März	17	1	9	0	4	0	0	0	0	0	14	31
April	12	3	8	5	2	0	0	0	0	0	18	30
Mai	16	6	4	2	3	0	0	0	0	0	15	31
Juni	8	2	7	4	6	3	0	0	0	0	22	30
Juli	7	3	3	4	7	7	0	0	0	0	24	31
August	9	5	6	3	8	0	0	0	0	0	22	31
September	11	4	7	3	4	1	0	0	0	0	19	30
Oktober	15	4	4	4	3	1	0	0	0	0	16	31
November	11	6	4	0	2	0	0	0	0	0	12	23
Dezember	9	7	10	4	1	0	0	0	0	0	22	31
Summe:	156	47	68	32	43	12	0	0	0	0	202	358
1994	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	17	3	5	3	3	0	0	0	0	0	14	31
Februar	17	3	7	1	0	0	0	0	0	0	11	28
März	7	4	13	5	2	0	0	0	0	0	24	31
April	9	6	7	4	3	1	0	0	0	0	21	30
Mai	13	2	7	4	3	2	0	0	0	0	18	31
Juni	10	4	7	4	2	3	0	0	0	0	20	30
Juli	13	3	8	1	3	0	0	0	0	0	15	28
August	10	1	7	3	5	4	1	0	0	0	21	31
September	11	5	9	1	4	0	0	0	0	0	19	30
Oktober	17	4	4	2	3	1	0	0	0	0	14	31
November	15	5	4	2	3	1	0	0	0	0	15	30
Dezember	13	6	5	5	2	0	0	0	0	0	18	31
Summe:	152	46	83	35	33	12	1	0	0	0	210	362

Schmittenhöhe												
1995	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	4	6	3	2	0	0	0	0	0	15	31
Februar	11	4	5	7	1	0	0	0	0	0	17	28
März	11	8	8	2	2	0	0	0	0	0	20	31
April	17	5	4	4	0	0	0	0	0	0	13	30
Mai	10	6	8	3	4	0	0	0	0	0	21	31
Juni	12	10	1	2	3	2	0	0	0	0	18	30
Juli	12	5	6	5	1	2	0	0	0	0	19	31
August	12	8	3	4	2	1	1	0	0	0	19	31
September	9	6	5	6	3	1	0	0	0	0	21	30
Oktober	24	3	3	0	1	0	0	0	0	0	7	31
November	21	4	3	0	2	0	0	0	0	0	9	30
Dezember	21	1	5	3	1	0	0	0	0	0	10	31
Summe:	176	64	57	39	22	6	1	0	0	0	189	365
1996	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	26
Februar	23	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6	29
März	13	2	9	5	2	0	0	0	0	0	18	31
April	10	3	11	6	0	0	0	0	0	0	20	30
Mai	12	4	6	1	4	4	0	0	0	0	19	31
Juni	9	4	9	2	4	2	0	0	0	0	21	30
Juli	12	2	7	2	3	5	0	0	0	0	19	31
August	6	6	8	4	3	4	0	0	0	0	25	31
September	11	3	3	8	3	2	0	0	0	0	19	30
Oktober	14	3	5	2	4	3	0	0	0	0	17	31
November	11	5	7	3	3	1	0	0	0	0	19	30
Dezember	24	3	4	0	0	0	0	0	0	0	7	31
Summe:	168	38	74	34	26	21	0	0	0	0	193	361
1997	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	28	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	31
Februar	15	3	5	1	2	1	1	0	0	0	13	28
März	8	5	7	3	5	2	1	0	0	0	23	31
April	12	3	6	3	3	2	1	0	0	0	18	30
Mai	15	4	5	1	5	1	0	0	0	0	16	31
Juni	7	5	8	3	6	1	0	0	0	0	23	30
Juli	8	3	8	4	3	4	0	1	0	0	23	31
August	16	4	5	0	5	0	1	0	0	0	15	31
September	24	1	1	3	1	0	0	0	0	0	6	30
Oktober	16	1	8	0	4	1	1	0	0	0	15	31
November	17	2	7	2	2	0	0	0	0	0	13	30
Dezember	14	4	6	4	3	0	0	0	0	0	17	31
Summe:	180	38	66	24	39	12	5	1	0	0	185	365

Schmittenhöhe

1998	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	18	1	6	5	1	0	0	0	0	0	13	31
Februar	21	3	3	1	0	0	0	0	0	0	7	28
März	11	3	6	2	5	3	1	0	0	0	20	31
April	10	5	6	6	3	0	0	0	0	0	20	30
Mai	14	4	7	3	3	0	0	0	0	0	17	31
Juni	7	5	5	3	7	3	0	0	0	0	23	30
Juli	7	2	6	5	5	6	0	0	0	0	24	31
August	16	4	4	2	4	1	0	0	0	0	15	31
September	11	1	9	1	4	2	2	0	0	0	19	30
Oktober	6	4	9	8	3	1	0	0	0	0	25	31
November	12	6	5	1	3	3	0	0	0	0	18	30
Dezember	19	3	4	4	0	1	0	0	0	0	12	31
Summe:	152	41	70	41	38	20	3	0	0	0	213	365

Sonnalm												
1980	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner												
Februar												
März												
April												
Mai												
Juni												
Juli												
August												
September												
Oktober	13	1	6	3	2	3	1	0	0	0	16	29
November	17	4	5	2	2	0	0	0	0	0	13	30
Dezember	11	7	4	7	2	0	0	0	0	0	20	31
Summe:	41	12	15	12	6	3	1	0	0	0	49	90
1981	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	12	2	3	7	2	5	0	0	0	0	19	31
Februar	18	5	1	1	2	1	0	0	0	0	10	28
März	11	3	10	4	3	0	0	0	0	0	20	31
April	19	4	4	3	0	0	0	0	0	0	11	30
Mai	13	1	10	5	1	1	0	0	0	0	18	31
Juni	12	6	5	2	4	1	0	0	0	0	18	30
Juli	12	1	6	3	4	3	1	1	0	0	19	31
August	13	5	4	3	4	0	2	0	0	0	18	31
September	13	4	5	3	3	1	0	1	0	0	17	30
Oktober	11	5	7	3	3	1	1	0	0	0	20	31
November	11	1	7	6	2	2	1	0	0	0	19	30
Dezember	12	4	7	4	4	0	0	0	0	0	19	31
Summe:	157	41	69	44	32	15	5	2	0	0	208	365
1982	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	14	4	4	3	1	3	1	1	0	0	17	31
Februar	18	3	4	1	1	1	0	0	0	0	10	28
März	13	5	9	2	1	1	0	0	0	0	18	31
April	9	8	10	1	2	0	0	0	0	0	21	30
Mai	14	5	4	2	5	0	1	0	0	0	17	31
Juni	7	5	4	4	5	4	0	0	0	0	22	29
Juli	10	2	10	3	4	2	0	0	0	0	21	31
August	11	4	7	5	4	0	0	0	0	0	20	31
September	21	2	1	3	3	0	0	0	0	0	9	30
Oktober	18	6	1	3	3	0	0	0	0	0	13	31
November	20	2	6	0	1	1	0	0	0	0	10	30
Dezember	12	8	4	2	2	3	0	0	0	0	19	31
Summe:	167	54	64	29	32	15	2	1	0	0	197	364

Sonnalm

1983	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	8	6	7	3	3	2	0	2	0	0	23	31
Februar	14	3	6	3	2	0	0	0	0	0	14	28
März	18	2	5	3	3	0	0	0	0	0	13	31
April	5	1	3	1	5	0	0	0	0	0	10	15
Mai	15	3	3	7	2	0	1	0	0	0	16	31
Juni	10	3	4	7	5	1	0	0	0	0	20	30
Juli	18	2	6	0	3	2	0	0	0	0	13	31
August	15	4	4	2	3	2	1	0	0	0	16	31
September	13	3	6	5	2	1	0	0	0	0	17	30
Oktober	20	5	3	0	1	1	1	0	0	0	11	31
November	18	7	0	2	1	2	0	0	0	0	12	30
Dezember	16	4	5	3	2	1	0	0	0	0	15	31
Summe:	170	43	52	36	32	12	3	2	0	0	180	350
1984	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	6	8	10	4	3	0	0	0	0	0	25	31
Februar	13	5	6	2	1	2	0	0	0	0	16	29
März	20	2	6	0	2	1	0	0	0	0	11	31
April	14	5	8	2	0	1	0	0	0	0	16	30
Mai	11	5	4	4	5	2	0	0	0	0	20	31
Juni	13	1	8	5	2	1	0	0	0	0	17	30
Juli	14	2	3	7	5	0	0	0	0	0	17	31
August	15	3	2	3	6	2	0	0	0	0	16	31
September	12	2	5	5	4	2	0	0	0	0	18	30
Oktober	21	3	3	2	1	1	0	0	0	0	10	31
November	21	3	5	1	0	0	0	0	0	0	9	30
Dezember	15	9	2	4	1	0	0	0	0	0	16	31
Summe:	175	48	62	39	30	12	0	0	0	0	191	366
1985	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	21	3	3	3	0	1	0	0	0	0	10	31
Februar	14	3	6	3	0	2	0	0	0	0	14	28
März	15	5	7	1	3	0	0	0	0	0	16	31
April	11	4	2	9	3	1	0	0	0	0	19	30
Mai	21	2	2	4	1	1	0	0	0	0	10	31
Juni	7	4	8	3	4	4	0	0	0	0	23	30
Juli	14	2	5	5	3	2	0	0	0	0	17	31
August	13	5	2	3	2	5	0	1	0	0	18	31
September	19	1	5	1	2	2	0	0	0	0	11	30
Oktober	25	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6	31
November	15	3	5	5	1	1	0	0	0	0	15	30
Dezember	17	4	4	2	2	2	0	0	0	0	14	31
Summe:	192	38	53	39	21	21	0	1	0	0	173	365

Sonnalm												
1986	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	8	3	12	3	4	1	0	0	0	0	23	31
Februar	8	16	3	1	0	0	0	0	0	0	20	28
März	16	3	3	4	4	1	0	0	0	0	15	31
April	16	7	2	4	1	0	0	0	0	0	14	30
Mai	13	4	6	4	2	2	0	0	0	0	18	31
Juni	13	2	9	2	4	0	0	0	0	0	17	30
Juli	10	5	10	3	1	2	0	0	0	0	21	31
August	8	7	7	2	5	2	0	0	0	0	23	31
September	17	5	2	3	2	1	0	0	0	0	13	30
Oktober	20	4	3	0	3	1	0	0	0	0	11	31
November	21	5	2	0	1	1	0	0	0	0	9	30
Dezember	13	3	4	4	6	0	1	0	0	0	18	31
Summe:	163	64	63	30	33	11	1	0	0	0	202	365
1987	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	4	5	2	2	2	0	0	0	0	15	31
Februar	15	4	5	1	2	1	0	0	0	0	13	28
März	13	2	9	3	2	1	1	0	0	0	18	31
April	8	9	6	3	3	1	0	0	0	0	22	30
Mai	6	3	10	7	2	3	0	0	0	0	25	31
Juni	12	2	9	2	3	2	0	0	0	0	18	30
Juli	8	4	5	8	3	3	0	0	0	0	23	31
August	10	4	6	5	5	1	0	0	0	0	21	31
September	16	5	2	3	3	1	0	0	0	0	14	30
Oktober	20	2	6	0	1	2	0	0	0	0	11	31
November	6	8	5	7	3	1	0	0	0	0	24	30
Dezember	21	2	2	3	1	2	0	0	0	0	10	31
Summe:	151	49	70	44	30	20	1	0	0	0	214	365
1988	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	3	4	2	6	0	0	0	0	0	15	31
Februar	11	2	7	6	2	1	0	0	0	0	18	29
März	9	1	11	5	3	1	1	0	0	0	22	31
April	19	8	1	1	1	0	0	0	0	0	11	30
Mai	15	5	4	4	0	3	0	0	0	0	16	31
Juni	9	5	6	5	3	2	0	0	0	0	21	30
Juli	13	1	6	3	5	2	1	0	0	0	18	31
August	8	4	9	3	5	1	1	0	0	0	23	31
September	19	4	0	2	4	1	0	0	0	0	11	30
Oktober	19	5	1	4	2	0	0	0	0	0	12	31
November	13	7	4	3	2	1	0	0	0	0	17	30
Dezember	12	3	7	3	3	3	0	0	0	0	19	31
Summe:	163	48	60	41	36	15	3	0	0	0	203	366

Sonnalm

1989	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	25	2	0	1	2	0	1	0	0	0	6	31
Februar	13	6	3	3	2	1	0	0	0	0	15	28
März	13	11	2	3	2	0	0	0	0	0	18	31
April	7	10	4	7	2	0	0	0	0	0	23	30
Mai	12	3	10	3	3	0	0	0	0	0	19	31
Juni	4	0	14	7	5	0	0	0	0	0	26	30
Juli	6	5	7	5	5	3	0	0	0	0	25	31
August	8	5	8	3	5	2	0	0	0	0	23	31
September	14	5	4	2	2	3	0	0	0	0	16	30
Oktober	11	5	11	3	1	0	0	0	0	0	20	31
November	20	2	4	2	2	0	0	0	0	0	10	30
Dezember	22	2	3	2	1	1	0	0	0	0	9	31
Summe:	155	56	70	41	32	10	1	0	0	0	210	365
1990	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	23	5	2	0	0	1	0	0	0	0	8	31
Februar	12	3	5	4	2	2	0	0	0	0	16	28
März	18	0	6	5	1	1	0	0	0	0	13	31
April	8	6	8	1	6	1	0	0	0	0	22	30
Mai	12	6	4	5	3	1	0	0	0	0	19	31
Juni	5	5	8	2	5	5	0	0	0	0	25	30
Juli	17	2	1	2	5	3	1	0	0	0	14	31
August	18	4	3	1	3	2	0	0	0	0	13	31
September	9	7	6	3	4	1	0	0	0	0	21	30
Oktober	7	7	7	2	5	3	0	0	0	0	24	31
November	10	5	8	5	2	0	0	0	0	0	20	30
Dezember	12	11	5	3	0	0	0	0	0	0	19	31
Summe:	151	61	63	33	36	20	1	0	0	0	214	365
1991	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	22	1	4	4	0	0	0	0	0	0	9	31
Februar	18	4	6	0	0	0	0	0	0	0	10	28
März	19	2	6	3	1	0	0	0	0	0	12	31
April	12	9	6	2	1	0	0	0	0	0	18	30
Mai	7	7	7	7	3	0	0	0	0	0	24	31
Juni	7	5	3	6	6	2	1	0	0	0	23	30
Juli	9	5	9	0	3	4	1	0	0	0	22	31
August	9	7	5	5	2	2	1	0	0	0	22	31
September	19	3	2	2	3	1	0	0	0	0	11	30
Oktober	20	2	4	3	1	1	0	0	0	0	11	31
November	15	3	7	0	3	2	0	0	0	0	15	30
Dezember	14	1	7	2	1	2	3	1	0	0	17	31
Summe:	171	49	66	34	24	14	6	1	0	0	194	365

Sonnalm												
1992	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	27	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	31
Februar	15	3	4	3	4	0	0	0	0	0	14	29
März												
April	11	3	7	5	1	3	0	0	0	0	19	30
Mai	18	7	5	0	1	0	0	0	0	0	13	31
Juni	13	6	3	4	3	1	0	0	0	0	17	30
Juli	8	3	8	4	6	2	0	0	0	0	23	31
August	14	1	7	4	2	2	1	0	0	0	17	31
September	14	2	6	2	3	3	0	0	0	0	16	30
Oktober	5	4	12	5	2	3	0	0	0	0	26	31
November	6	5	9	5	3	2	0	0	0	0	24	30
Dezember	24	1	3	0	0	2	1	0	0	0	7	31
Summe:	155	37	66	32	25	18	2	0	0	0	180	335
1993	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	19	2	5	3	2	0	0	0	0	0	12	31
Februar	22	4	1	0	1	0	0	0	0	0	6	28
März	17	1	9	0	4	0	0	0	0	0	14	31
April	11	1	10	5	2	1	0	0	0	0	19	30
Mai	16	6	4	2	3	0	0	0	0	0	15	31
Juni	7	5	4	6	6	2	0	0	0	0	23	30
Juli	7	4	3	5	8	4	0	0	0	0	24	31
August	10	4	5	7	5	0	0	0	0	0	21	31
September	11	3	7	4	5	0	0	0	0	0	19	30
Oktober	13	6	5	2	3	2	0	0	0	0	18	31
November	11	6	4	0	2	0	0	0	0	0	12	23
Dezember	9	7	10	4	1	0	0	0	0	0	22	31
Summe:	153	49	67	38	42	9	0	0	0	0	205	358
1994	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	17	3	5	3	3	0	0	0	0	0	14	31
Februar	17	3	7	1	0	0	0	0	0	0	11	28
März	7	4	13	5	2	0	0	0	0	0	24	31
April	9	6	7	4	3	1	0	0	0	0	21	30
Mai	9	2	10	4	3	3	0	0	0	0	22	31
Juni	9	4	6	6	3	2	0	0	0	0	21	30
Juli	14	6	5	3	2	0	0	0	0	0	16	30
August	10	1	8	5	5	2	0	0	0	0	21	31
September	10	5	9	3	3	0	0	0	0	0	20	30
Oktober	9	10	5	3	3	1	0	0	0	0	22	31
November	12	7	5	1	3	2	0	0	0	0	18	30
Dezember	13	6	5	5	2	0	0	0	0	0	18	31
Summe:	136	57	85	43	32	11	0	0	0	0	228	364

Sonnalm												
1995	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	16	4	6	3	2	0	0	0	0	0	15	31
Februar	9	4	7	5	3	0	0	0	0	0	19	28
März	8	7	10	3	2	1	0	0	0	0	23	31
April	4	6	9	5	3	2	1	0	0	0	26	30
Mai	10	6	8	3	4	0	0	0	0	0	21	31
Juni	11	11	1	2	3	2	0	0	0	0	19	30
Juli	11	4	6	7	1	1	1	0	0	0	20	31
August	11	9	3	4	2	1	1	0	0	0	20	31
September	9	6	5	6	3	1	0	0	0	0	21	30
Oktober	21	6	3	0	1	0	0	0	0	0	10	31
November	21	4	2	1	2	0	0	0	0	0	9	30
Dezember	21	1	5	3	1	0	0	0	0	0	10	31
Summe:	152	68	65	42	27	8	3	0	0	0	213	365
1996	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	23	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	26
Februar	23	2	4	0	0	0	0	0	0	0	6	29
März	14	1	10	3	3	0	0	0	0	0	17	31
April	9	6	9	6	0	0	0	0	0	0	21	30
Mai	11	5	6	1	4	3	1	0	0	0	20	31
Juni	9	4	9	0	5	3	0	0	0	0	21	30
Juli	11	2	10	3	2	3	0	0	0	0	20	31
August	10	5	6	2	6	2	0	0	0	0	21	31
September	6	8	3	7	2	4	0	0	0	0	24	30
Oktober	14	4	4	2	4	3	0	0	0	0	17	31
November	11	3	8	4	3	1	0	0	0	0	19	30
Dezember	22	5	4	0	0	0	0	0	0	0	9	31
Summe:	163	46	74	29	29	19	1	0	0	0	198	361
1997	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	28	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	31
Februar	15	2	4	2	3	1	1	0	0	0	13	28
März	7	6	6	3	5	3	1	0	0	0	24	31
April	13	2	6	3	4	1	1	0	0	0	17	30
Mai	16	4	3	3	4	1	0	0	0	0	15	31
Juni	9	2	9	3	6	1	0	0	0	0	21	30
Juli	8	3	8	3	5	3	1	0	0	0	23	31
August	15	7	3	2	3	0	1	0	0	0	16	31
September	24	1	2	2	1	0	0	0	0	0	6	30
Oktober	17	0	5	3	3	2	1	0	0	0	14	31
November	13	7	3	4	3	0	0	0	0	0	17	30
Dezember	11	6	7	4	2	1	0	0	0	0	20	31
Summe:	176	42	57	32	39	13	6	0	0	0	189	365

Sonnalm												
1998	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Jänner	18	2	4	7	0	0	0	0	0	0	13	31
Februar	21	4	2	0	1	0	0	0	0	0	7	28
März	11	4	5	2	6	2	1	0	0	0	20	31
April	12	3	7	7	1	0	0	0	0	0	18	30
Mai	15	1	7	4	4	0	0	0	0	0	16	31
Juni	8	3	5	6	4	4	0	0	0	0	22	30
Juli	4	5	5	9	2	6	0	0	0	0	27	31
August	14	5	5	1	5	0	1	0	0	0	17	31
September	8	5	9	1	3	2	2	0	0	0	22	30
Oktober	7	5	10	5	3	1	0	0	0	0	24	31
November	12	6	5	1	3	3	0	0	0	0	18	30
Dezember	19	3	4	4	0	1	0	0	0	0	12	31
Summe:	149	46	68	47	32	19	4	0	0	0	216	365

Breitengraben

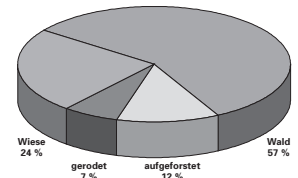
1978	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni												
Juli												
August	12	3	8	4	3	1	0	0	0	0	19	31
September	13	2	2	8	4	1	0	0	0	0	17	30
Oktober	0	0	1	2	1	1	0	0	0	0	5	5
November												
Summe:	25	5	11	14	8	3	0	0	0	0	41	66
1979	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni	4	6	2	2	4	5	1	0	0	0	20	24
Juli	7	2	8	4	5	2	0	0	0	0	21	28
August	9	3	8	2	6	3	0	0	0	0	22	31
September	18	3	3	1	3	2	0	0	0	0	12	30
Oktober	10	1	1	1	2	0	0	0	0	0	5	15
November												
Summe:	48	15	22	10	20	12	1	0	0	0	80	128
1980	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	4	3	3	1	1	0	0	0	0	0	8	12
Juni	6	3	9	5	3	4	0	0	0	0	24	30
Juli	10	6	5	4	3	3	0	0	0	0	21	31
August	11	6	6	4	3	1	0	0	0	0	20	31
September	16	5	4	4	0	1	0	0	0	0	14	30
Oktober	8	0	10	2	1	0	0	0	0	0	13	21
November												
Summe:	55	23	37	20	11	9	0	0	0	0	100	155
1981	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	9	2	6	2	0	1	0	0	0	0	11	20
Juni	9	9	5	2	5	0	0	0	0	0	21	30
Juli	12	2	5	4	3	2	2	1	0	0	19	31
August	15	2	5	3	3	2	1	0	0	0	16	31
September	11	4	7	2	5	1	0	0	0	0	19	30
Oktober	8	2	5	1	2	0	1	0	0	0	11	19
November												
Summe:	64	21	33	14	18	6	4	1	0	0	97	161

Breitengräben												
1982	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	13	3	4	2	3	1	0	0	0	0	13	26
Juni	11	4	2	4	4	5	0	0	0	0	19	30
Juli	14	2	7	3	4	1	0	0	0	0	17	31
August	11	4	6	3	6	1	0	0	0	0	20	31
September	17	1	1	1	3	0	0	0	0	0	6	23
Oktober												
November												
Summe:	66	14	20	13	20	8	0	0	0	0	75	141
1983	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni	6	1	0	3	2	1	0	0	0	0	7	13
Juli	18	4	4	3	0	1	1	0	0	0	13	31
August	19	2	1	4	2	3	0	0	0	0	12	31
September	18	3	2	5	1	1	0	0	0	0	12	30
Oktober	6	1	2	1	1	0	0	0	0	0	5	11
November												
Summe:	67	11	9	16	6	6	1	0	0	0	49	116
1984	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	3	4
Juni	12	2	9	4	2	1	0	0	0	0	18	30
Juli	13	3	4	6	4	1	0	0	0	0	18	31
August	15	4	2	1	6	3	0	0	0	0	16	31
September	10	5	4	3	6	2	0	0	0	0	20	30
Oktober	17	5	4	3	1	1	0	0	0	0	14	31
November												
Summe:	68	20	23	17	20	9	0	0	0	0	89	157
1985	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	18	4	3	4	2	0	0	0	0	0	13	31
Juni	3	8	7	4	4	4	0	0	0	0	27	30
Juli	15	3	3	4	5	1	0	0	0	0	16	31
August	12	4	4	3	2	4	1	1	0	0	19	31
September	17	2	5	4	1	1	0	0	0	0	13	30
Oktober												
November												
Summe:	65	21	22	19	14	10	1	1	0	0	88	153

Breitengräben

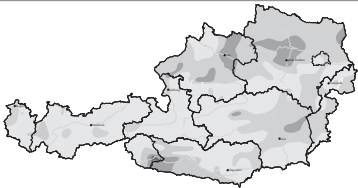
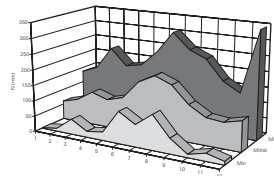
1986	ohne messbare Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	6	1	4	1	3	1	0	0	0	0	10	16
Juni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Juli	10	5	7	6	1	2	0	0	0	0	21	31
August	10	6	6	3	3	3	0	0	0	0	21	31
September	18	4	2	4	1	1	0	0	0	0	12	30
Oktober												
November												
Summe:	44	16	19	14	8	7	0	0	0	0	64	108
1987	ohne messbare Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni	11	4	6	4	3	2	0	0	0	0	19	30
Juli	4	7	7	3	6	4	0	0	0	0	27	31
August	8	6	6	4	6	1	0	0	0	0	23	31
September	16	4	3	2	4	1	0	0	0	0	14	30
Oktober	8	3	1	2	1	0	0	0	0	0	7	15
November												
Summe:	47	24	23	15	20	8	0	0	0	0	90	137
1988	ohne messbare Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni	9	5	6	5	3	2	0	0	0	0	21	30
Juli	13	1	6	3	5	2	1	0	0	0	18	31
August	8	4	9	3	5	1	1	0	0	0	23	31
September	14	9	0	2	4	1	0	0	0	0	16	30
Oktober	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	4	6
November												
Summe:	46	22	21	13	18	6	2	0	0	0	82	128
1989	ohne messbare Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai	0	1	3	1	1	0	0	0	0	0	6	6
Juni	2	3	11	7	5	2	0	0	0	0	28	30
Juli	5	6	6	6	6	2	0	0	0	0	26	31
August	6	9	6	3	4	3	0	0	0	0	25	31
September	8	12	2	3	2	3	0	0	0	0	22	30
Oktober												
November												
Summe:	21	31	28	20	18	10	0	0	0	0	107	128

Breitengräben												
1990	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												0
Juni		1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Juli		14	3	0	0	1	1	0	0	0	0	19
August		7	2	1	1	1	0	0	0	0	0	12
September												0
Oktober												
November												
Summe:	0	22	6	3	1	2	1	0	0	0	0	35
1991	ohne messbarem Nieder- schlag	Anzahl der Tage mit Tagessummen in mm									Regentage in der Mess- periode	Summe der Messtage im Monat
		>0 bis <1	1 bis <5	5 bis <10	10 bis <20	20 bis <40	40 bis <60	60 bis <85	85 bis <100	>= 100		
Mai												
Juni												
Juli	8	3	2	1	1	2	0	0	0	0	9	17
August	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
September	17	5	2	5	1	0	0	0	0	0	13	30
Oktober	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3
November												
Summe:	26	8	5	7	2	3	0	0	0	0	25	51



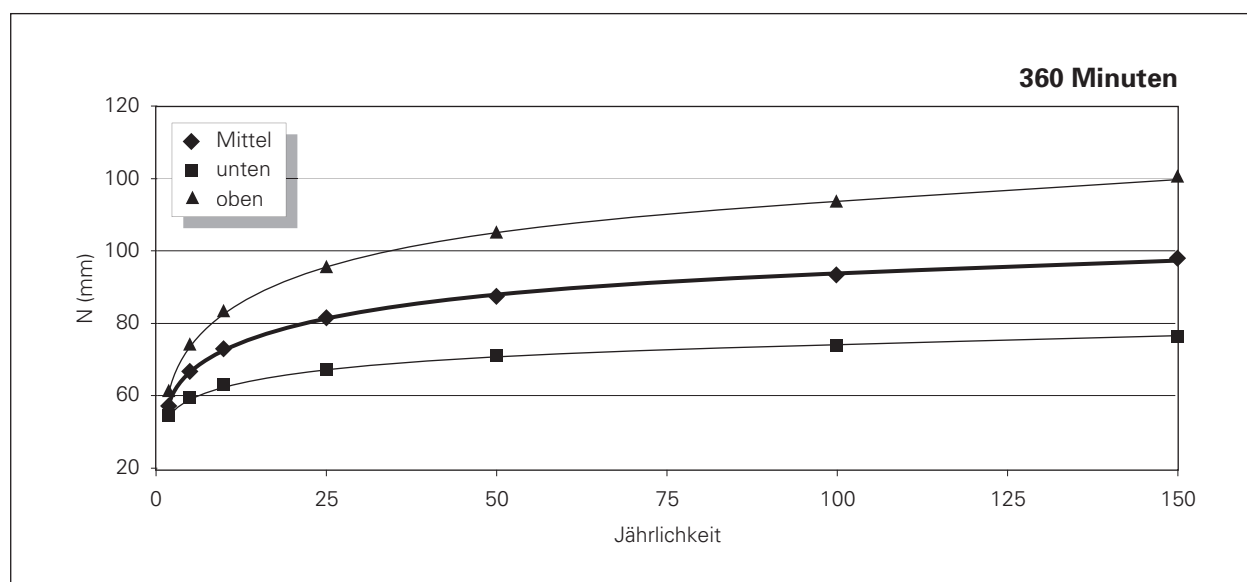
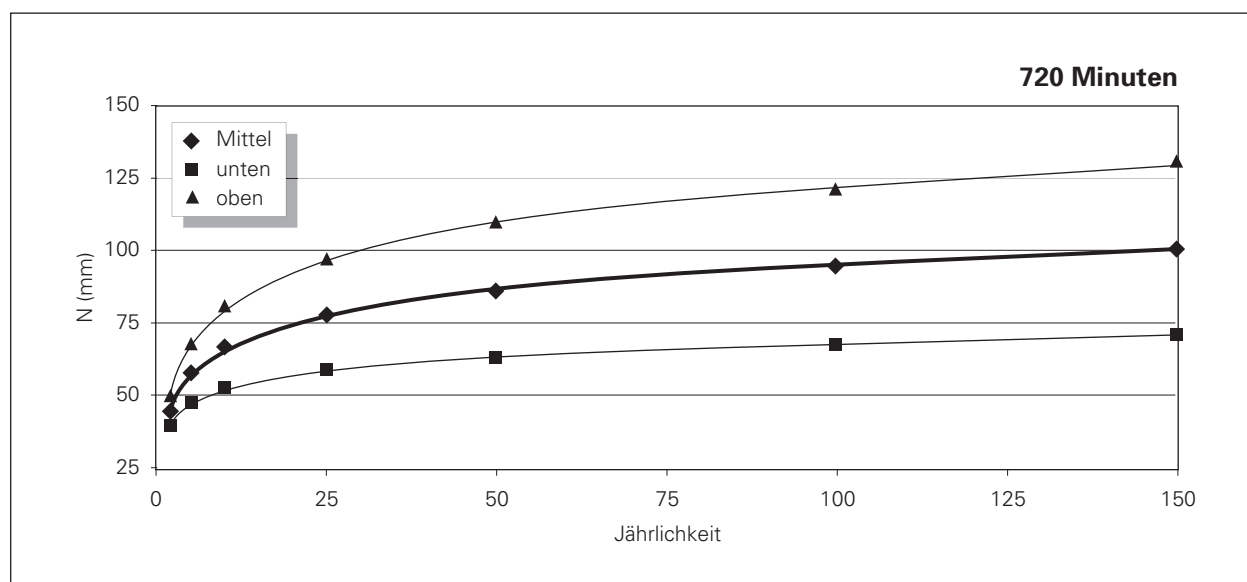
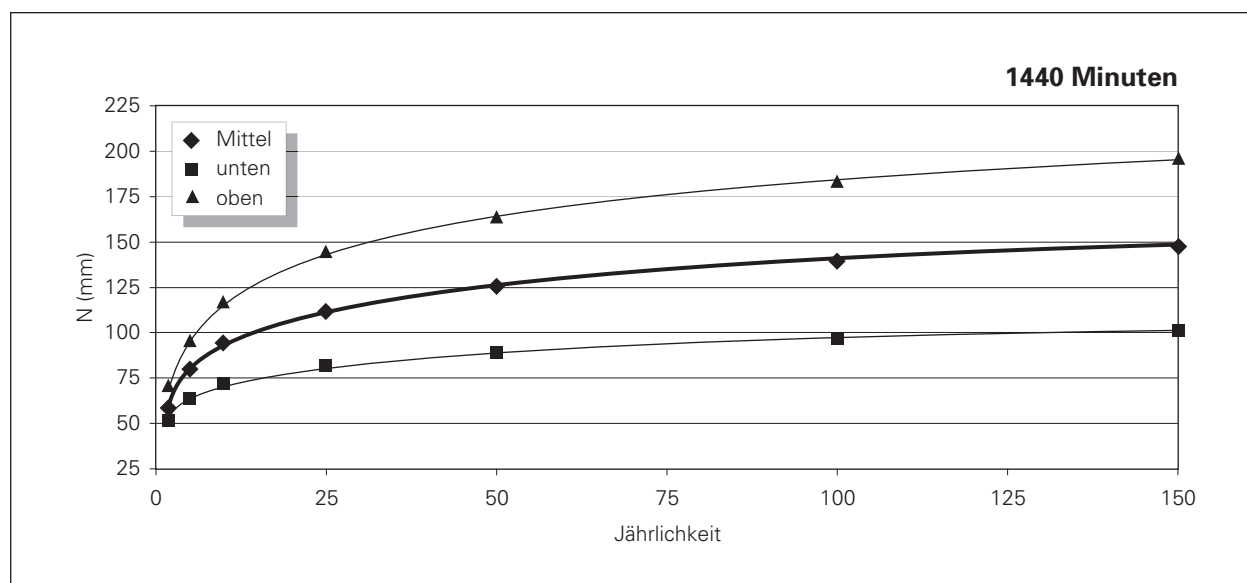
Anhang D

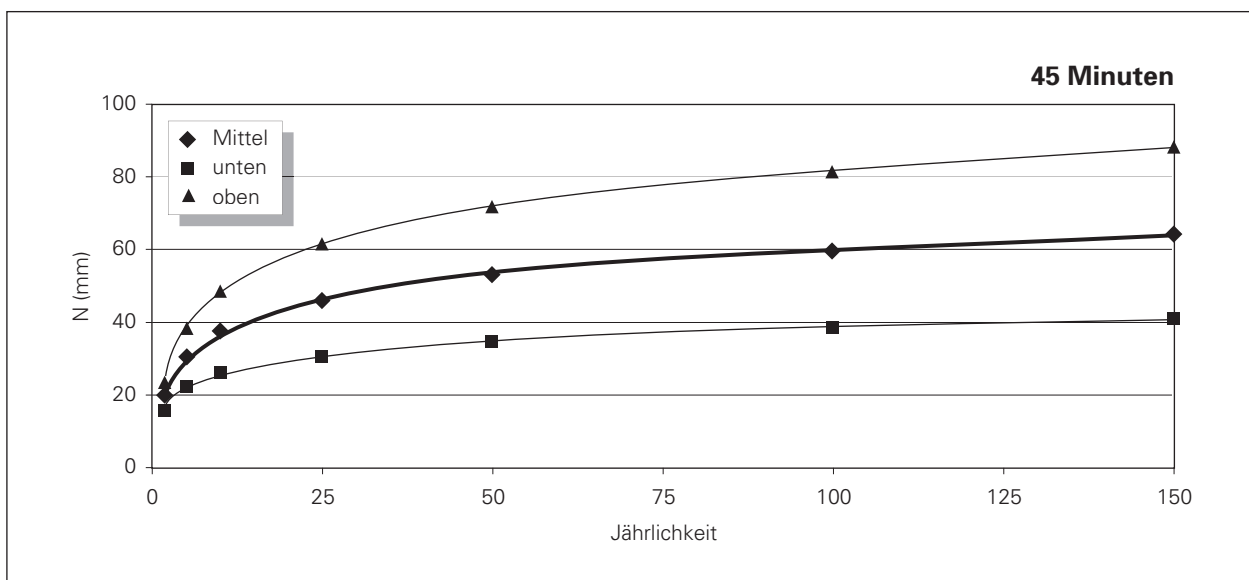
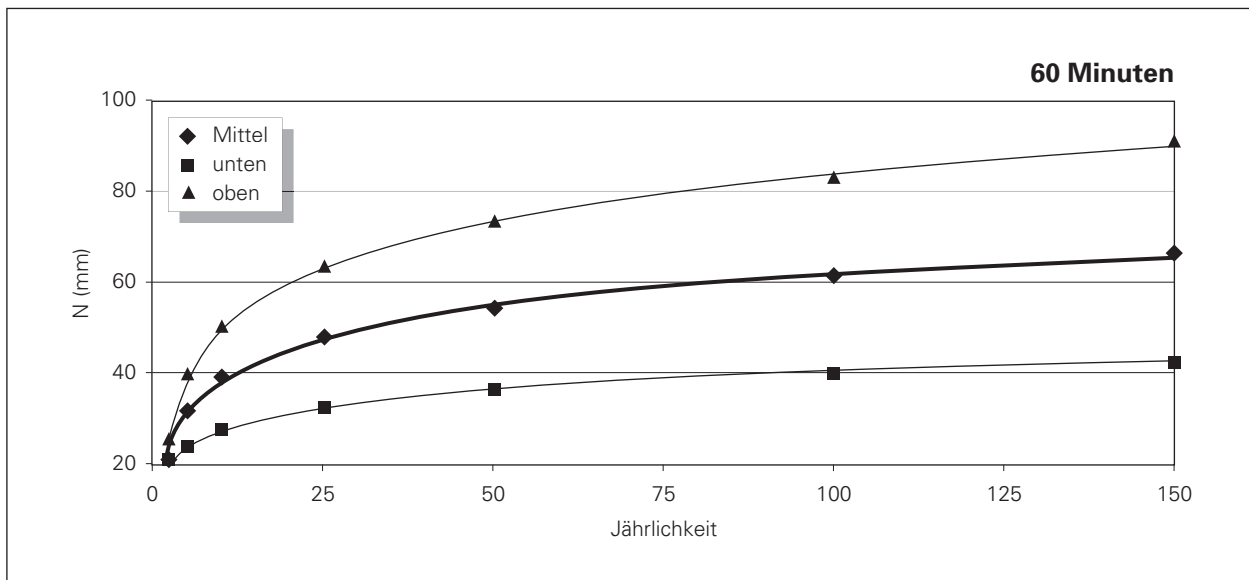
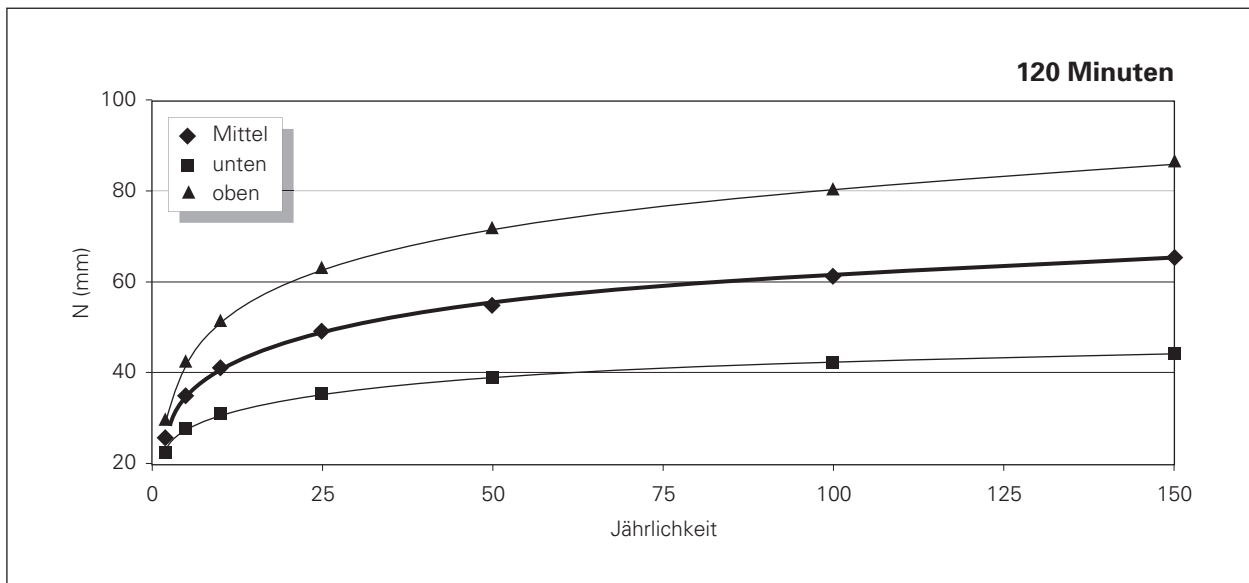
Niederschlagsfrequenzdiagramme für
verschiedene Dauerstufen
Messstelle Sonnmalm

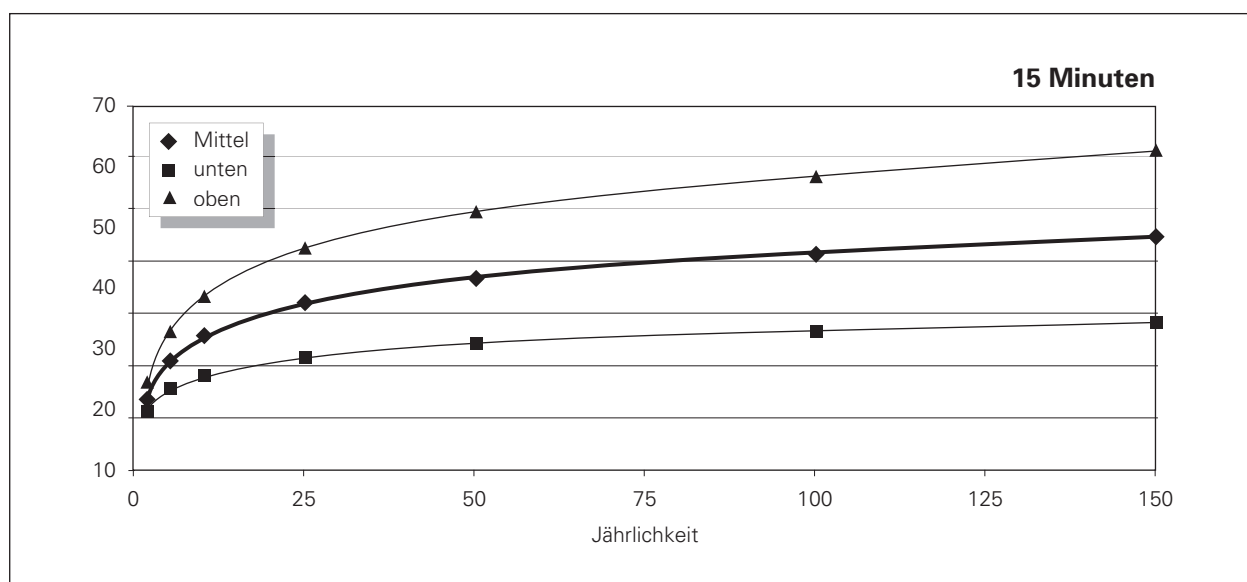
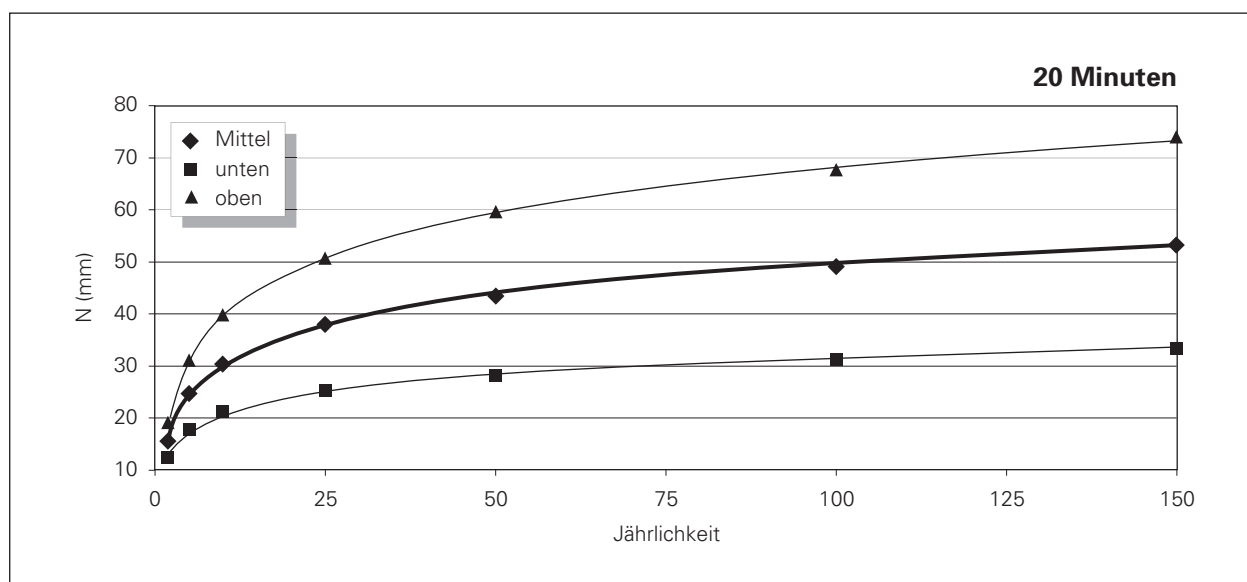
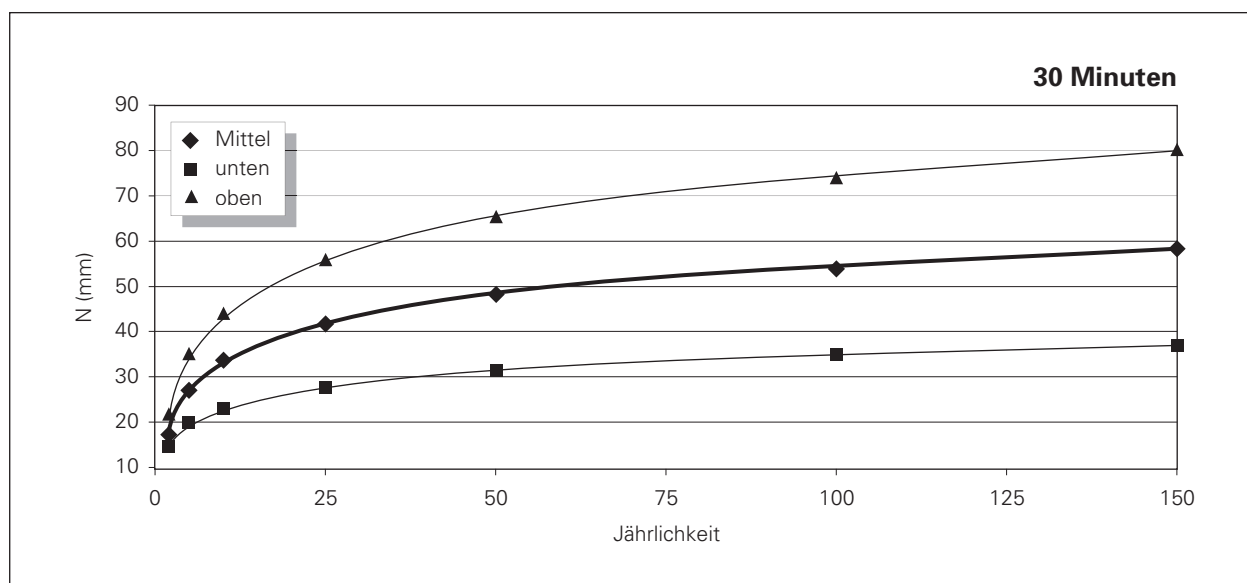


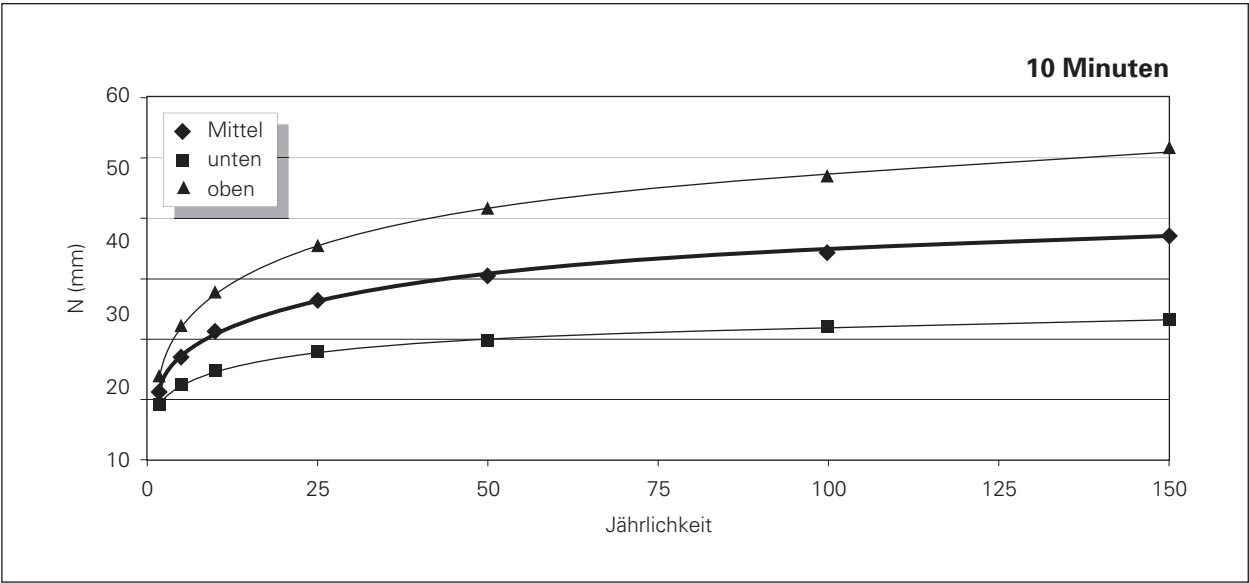
Erläuterung zu den Tabellen:

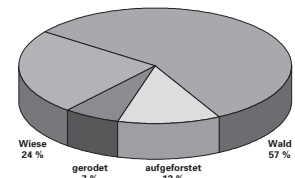
Die Abschätzung der Niederschlagsereignisse erfolgte durch
Extrapolation der Messwerte mittels Gumbelanalyse





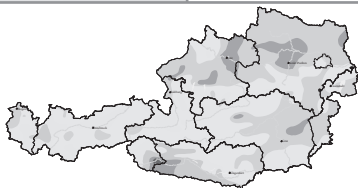
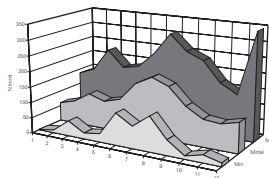






Anhang E

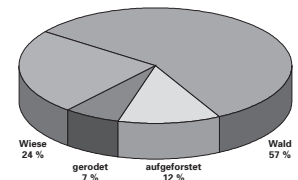
Monatssummen der Abflussfracht Messstelle Schmittenbach



Erläuterung zu den Tabellen:

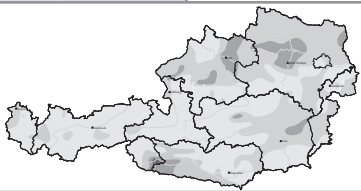
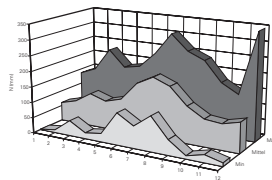
1. Die Monatssummen wurden über die mittleren Tagesabflussfrachten gebildet.
2. Werte aus Monaten mit lückenloser Aufzeichnung sind in Normalschrift ausgewiesen
3. Monate mit Messlücken in den Aufzeichnungen wurden wie folgt gekennzeichnet:
 - a. bei 1-9 Fehltagen im Monat „*kursiv*“
 - b. bei >10 Fehltagen wurden die Werte in Klammern gesetzt

Jahr	Monatssummen der Abflussfracht (m³)											
	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
1978	166259	(190081)	353062	702873	1483618	914295	(419732)	509566	592498	577006	312768	
1979		(85157)	298810	404985	1399778	1193230	1013039	844645	471778	343864	289828	490307
1980	317237	310551	328679	647246	1629997	1637805	917946	343629	308057	596666	688929	515260
1981	338676	324197	920311	1796779	1030096	436340	978984	642921	420573	451916	535438	517381
1982	372716	281212	392351	829817	2345730	1200659	683955	382339	176142	203166	266630	288248
1983	385889	302508	629244	1274347	1880463	796756	431233	604418	272042	261406	296049	403224
1984	369344	323191	367282	703802	1700223	951460	477833	621854	672629	601356	368845	316219
1985	211599	196243	283849	(382372)	905482	714512	557783	1263679	437220	214860	286237	379550
1986	323482	250743	366279	1006380	1476801	639552	350689	336730	371114	240992	246523	285110
1987	271302	259910	443717	1138418	1872639	1521086	743529	613314	390467	278238	326807	430237
1988	309009	317760	220880	1025563	1640078	718665	673747	482070	724321	425185	425763	555806
1989	459697	429904	559065	870610	746343	596868	689595	731871	448217	380907	306828	321660
1990	245636	284333	665916	595151	712448	710370	(1201617)	268453	112874	194088	375254	115175
1991	155526	170449	285410	245627	603614	917633	750011	671665	246888	201132	205197	244654
1992	244654	228870	310111	1191418	2898729	899635	420736	345200	327576	294294	445941	261162
1993	244654	220978	645169	971276	1043458	488677	843840	539753	457576	353590	357970	363282
1994	276699	288188	1058088	1363596	1319076	799791	393707	(142440)		(155649)		
1995	500472	243365	248308	1144357	1754026	1312230	603128	448377	897015	367871	290815	209909
1996	224793	185309	222414	510719	978770	574048	776054	524305	718315	948234	631220	464184
1997	541787	526516	562493	940974	960102	675434	1205057	1131080	1064721	934638	908102	507601
1998	524276	514100	568130	941289	959771	675599	1205021	1131525	1065051	936268	853175	454740
Max	541787	526516	1058088	1796779	2898729	1637805	1205057	1263679	1065051	948234	908102	555806
Mittel	324185	292420	463313	889886	1397202	874983	730345	599040	508754	426730	410625	374932
Min	155526	170449	220880	245627	603614	436340	350689	142440	112874	155649	204809	115175



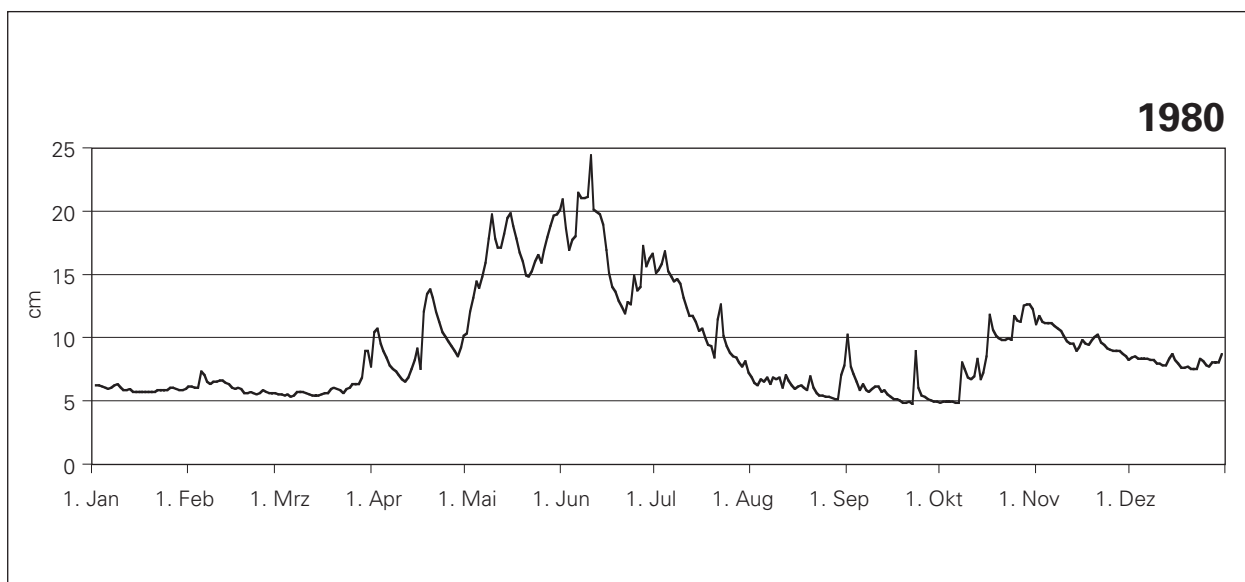
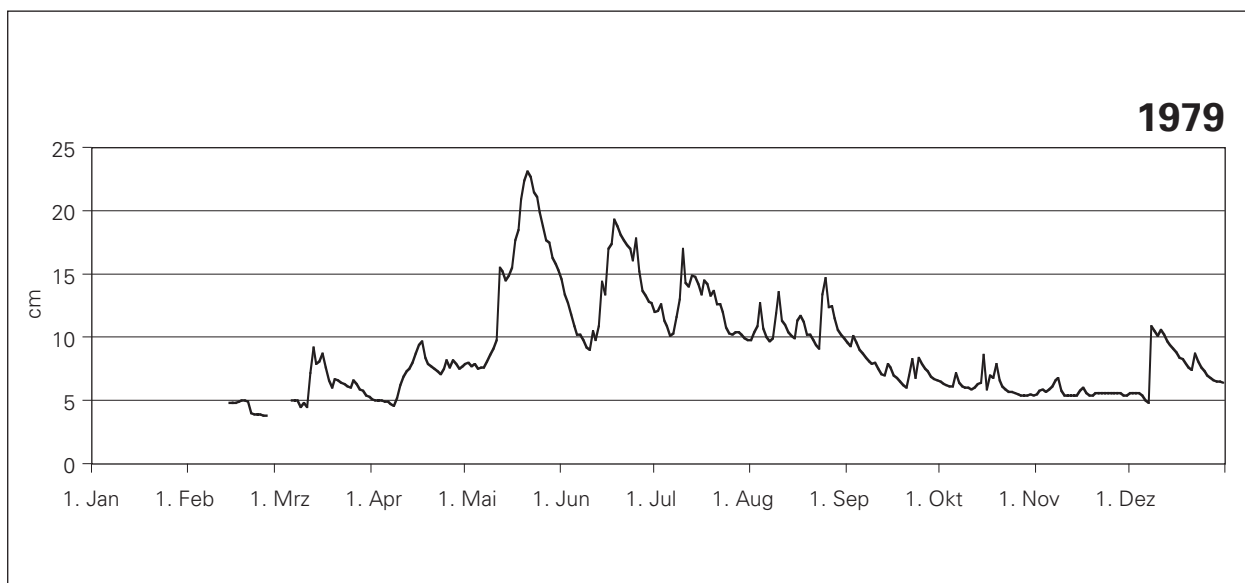
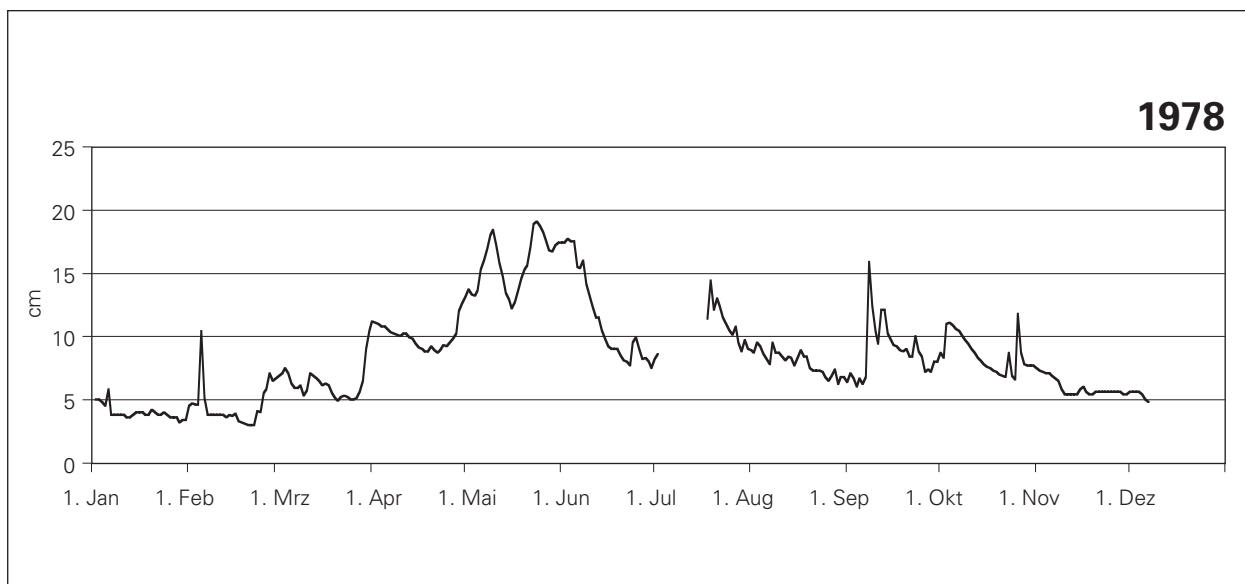
Anhang F

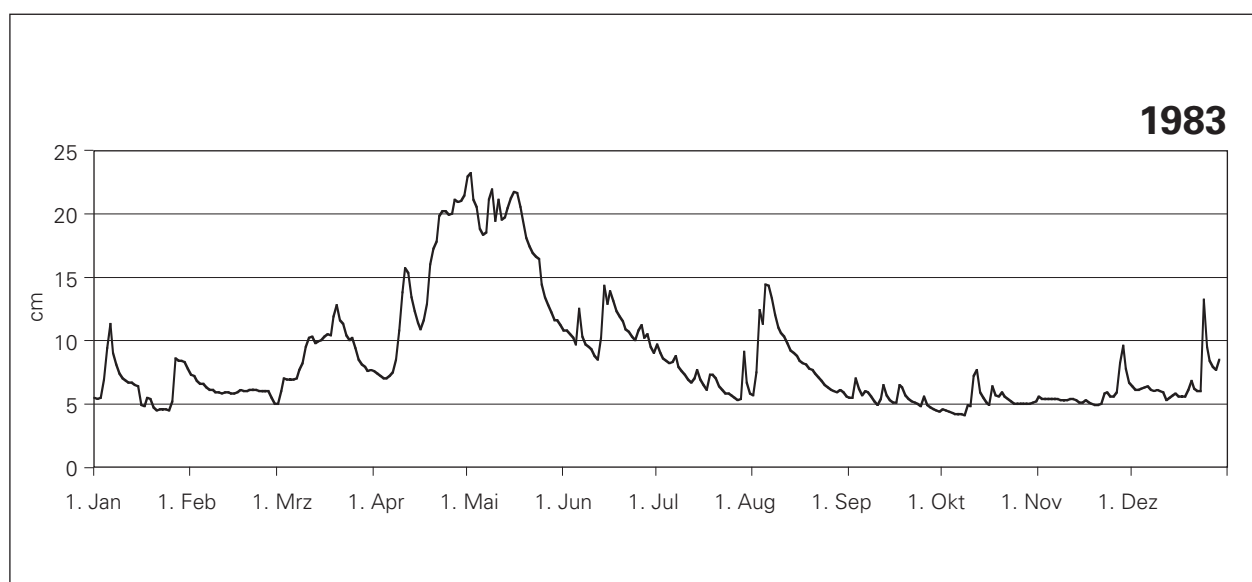
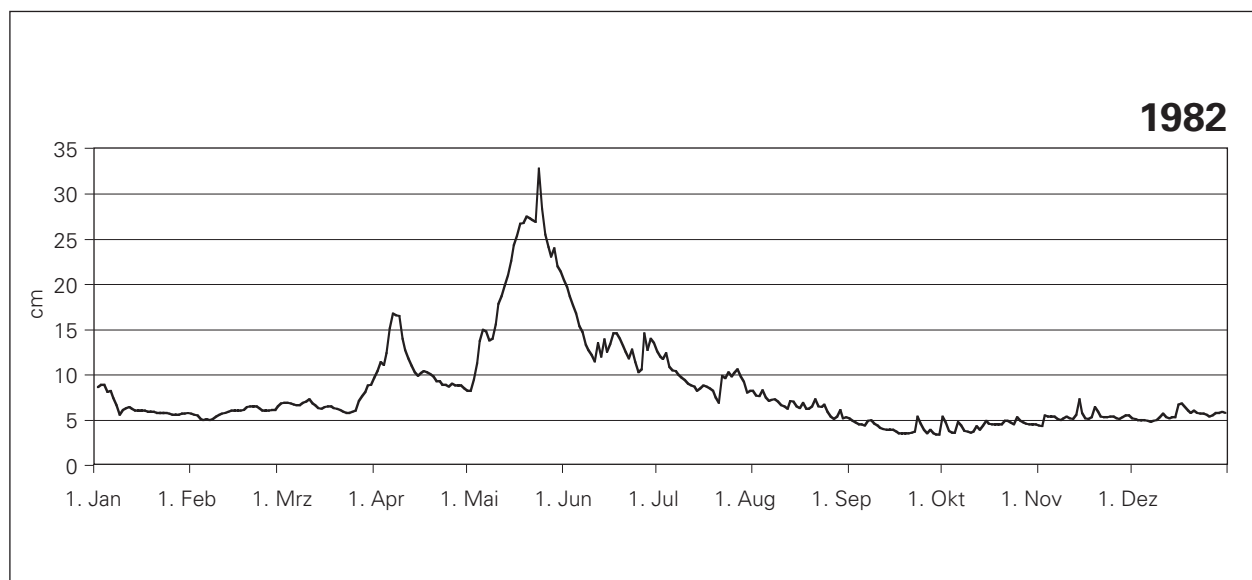
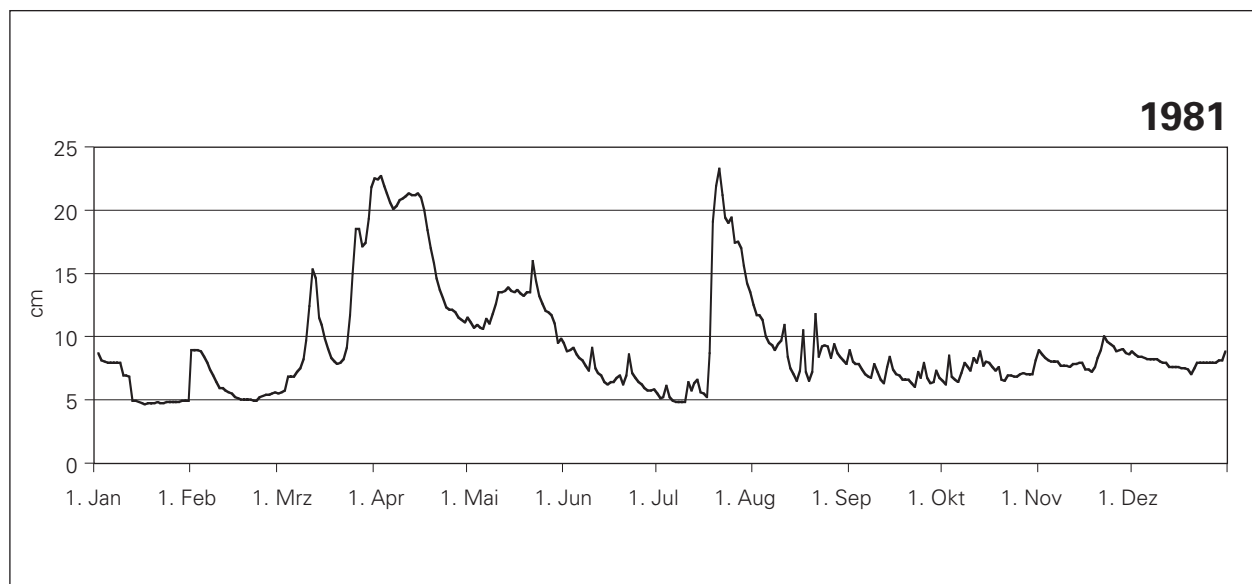
Pegelganglinien der Abflussmessstelle Schmittenbach

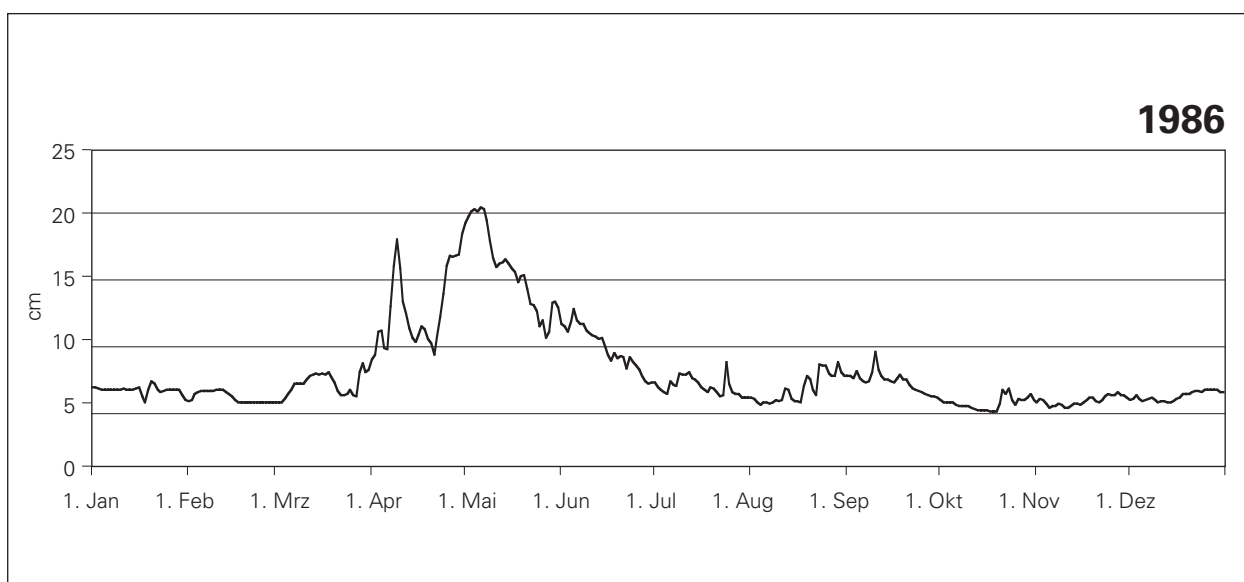
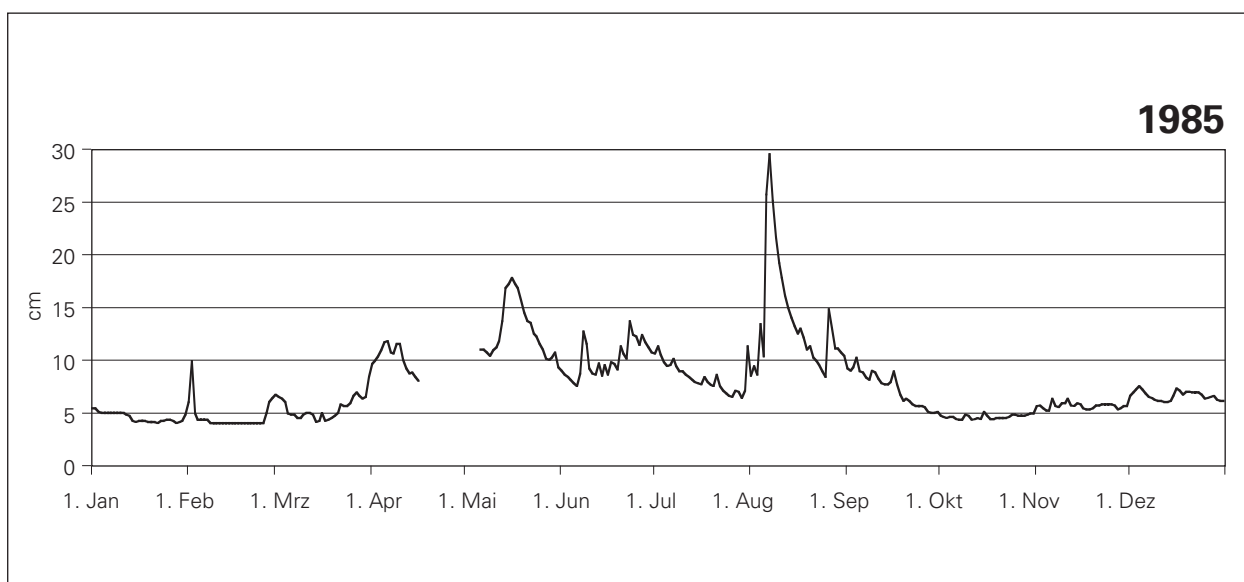
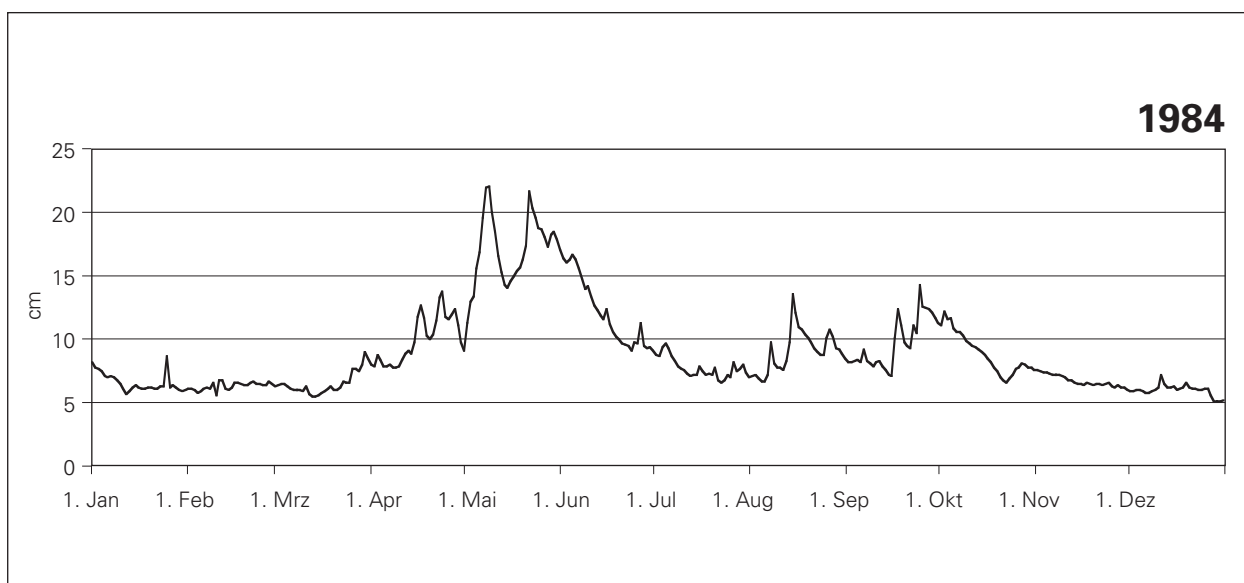


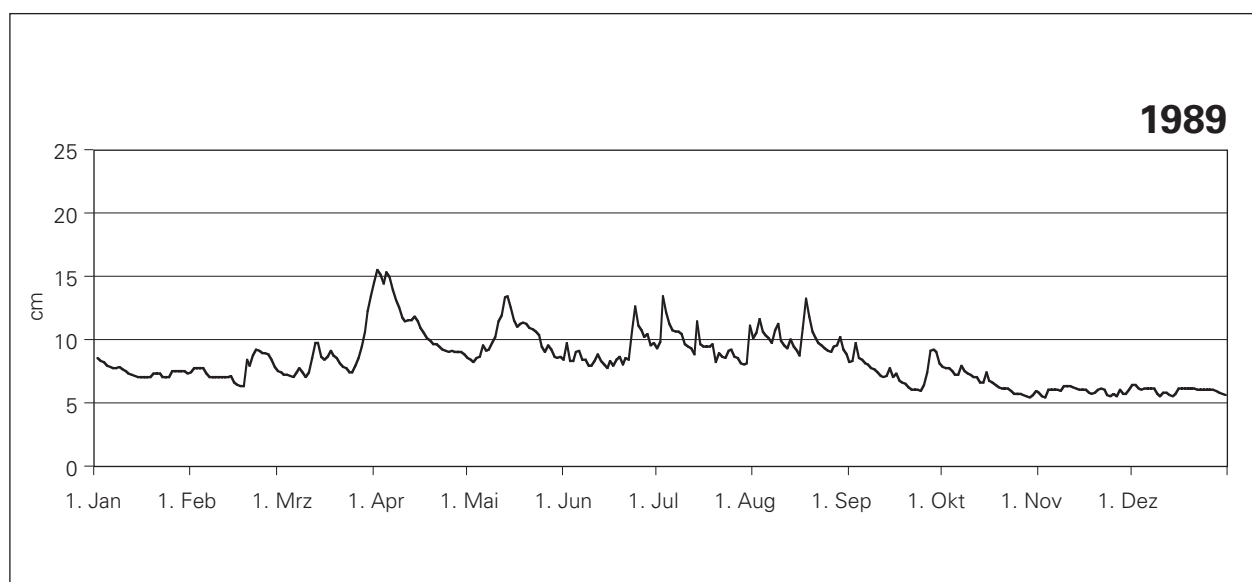
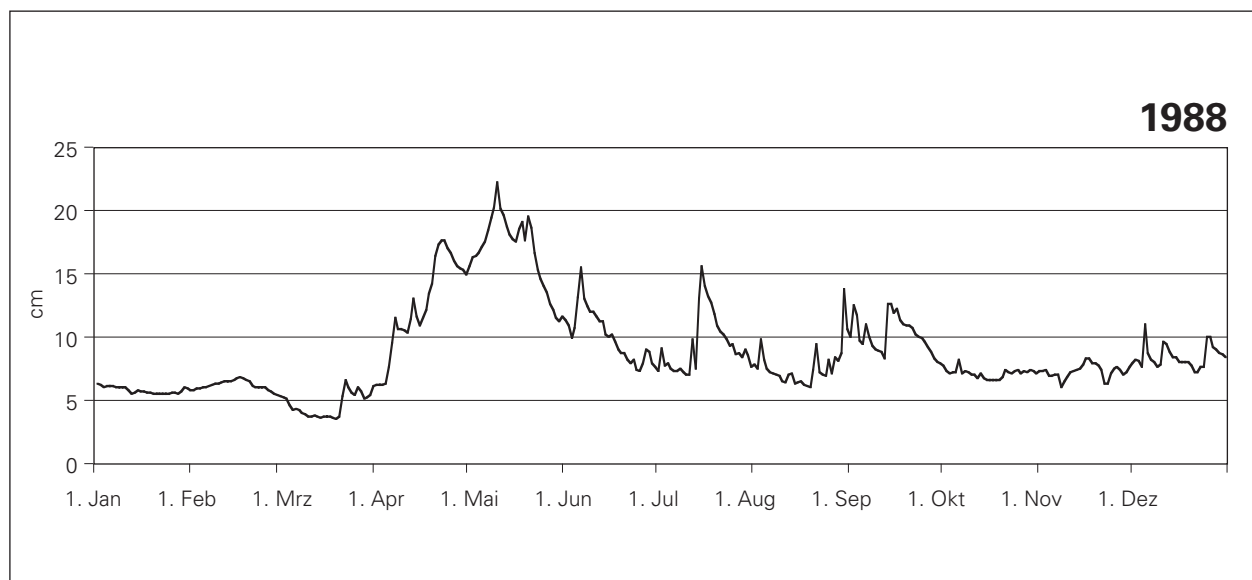
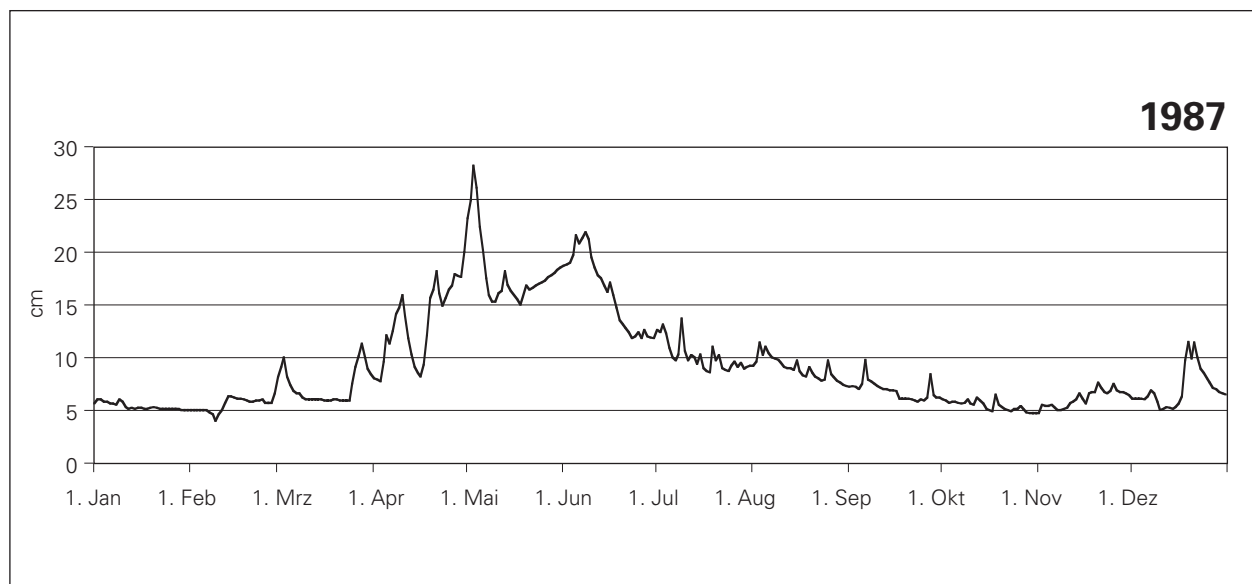
Erläuterung zu den Tabellen:

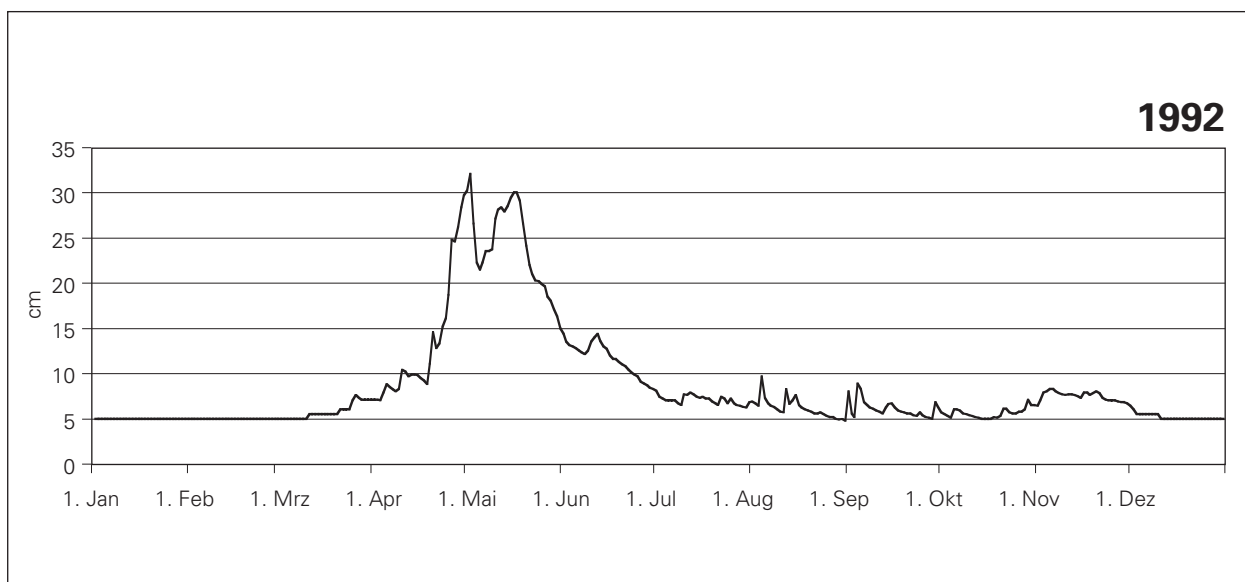
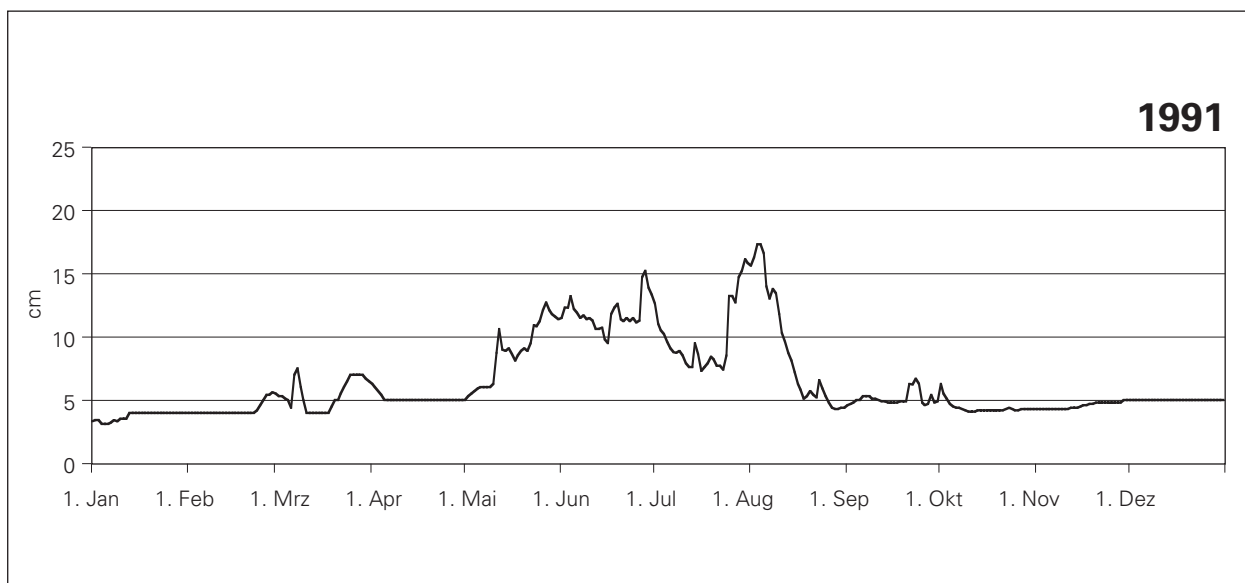
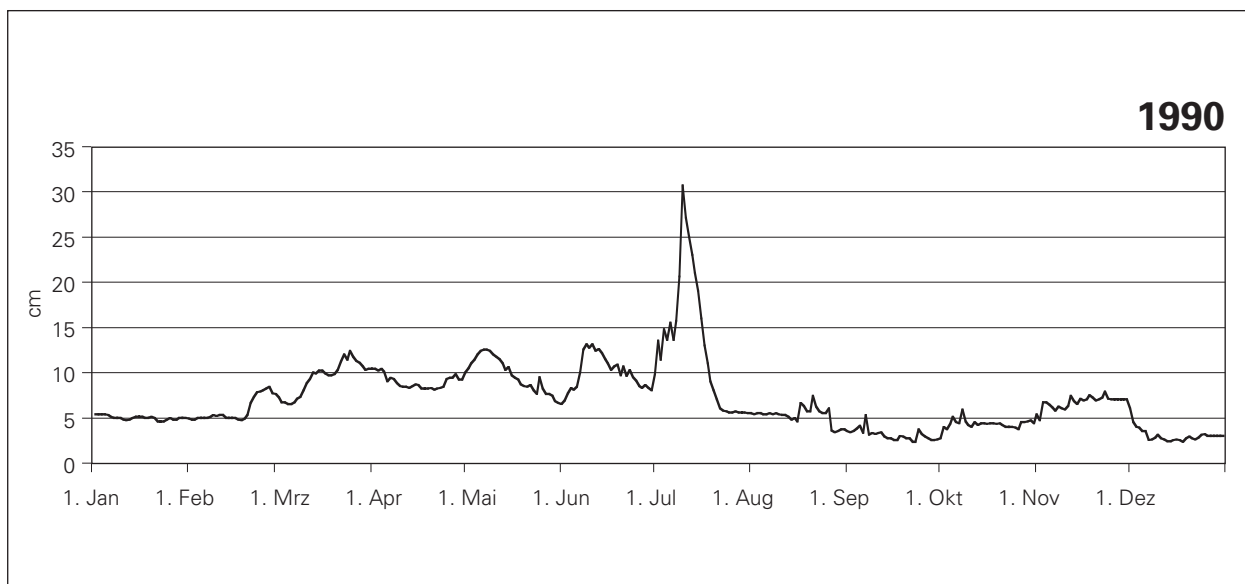
1. Die dargestellten Messwerte sind die Tagesmittelwerte (0-24 Uhr) der Pegelhöhen von 0-24 Uhr
2. Die Station wurde ganzjährig betrieben. Messausfälle oder Fehlaufzeichnungen (Vereisung des Messgerinnes, Schneeakkumulation u.a.m.) sind durch eine Unterbrechung der Ganglinie gekennzeichnet

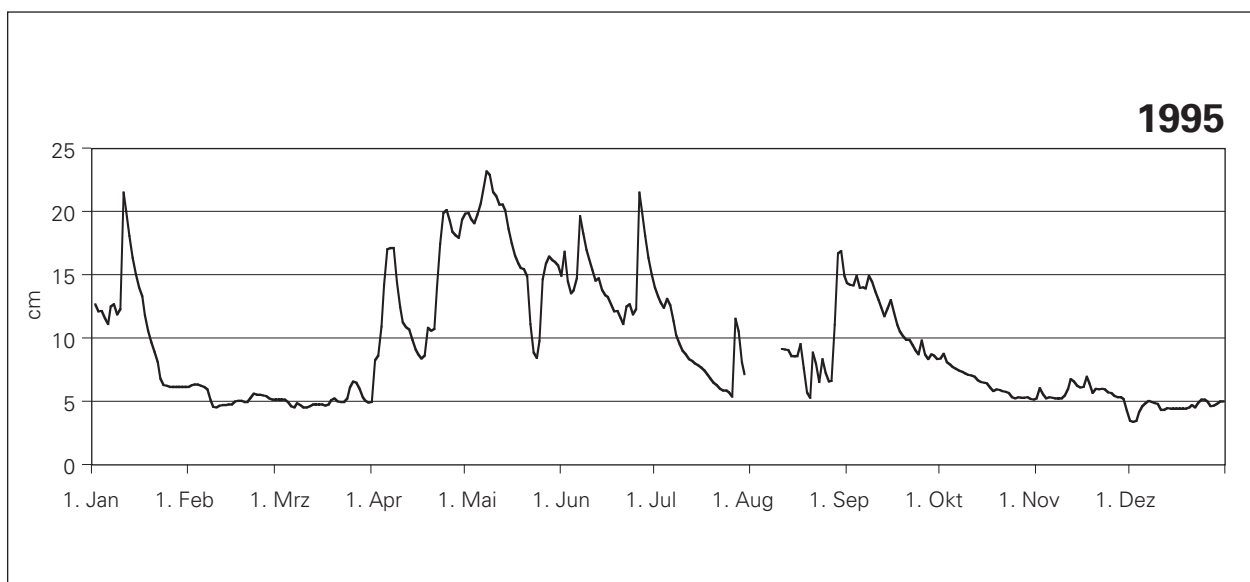
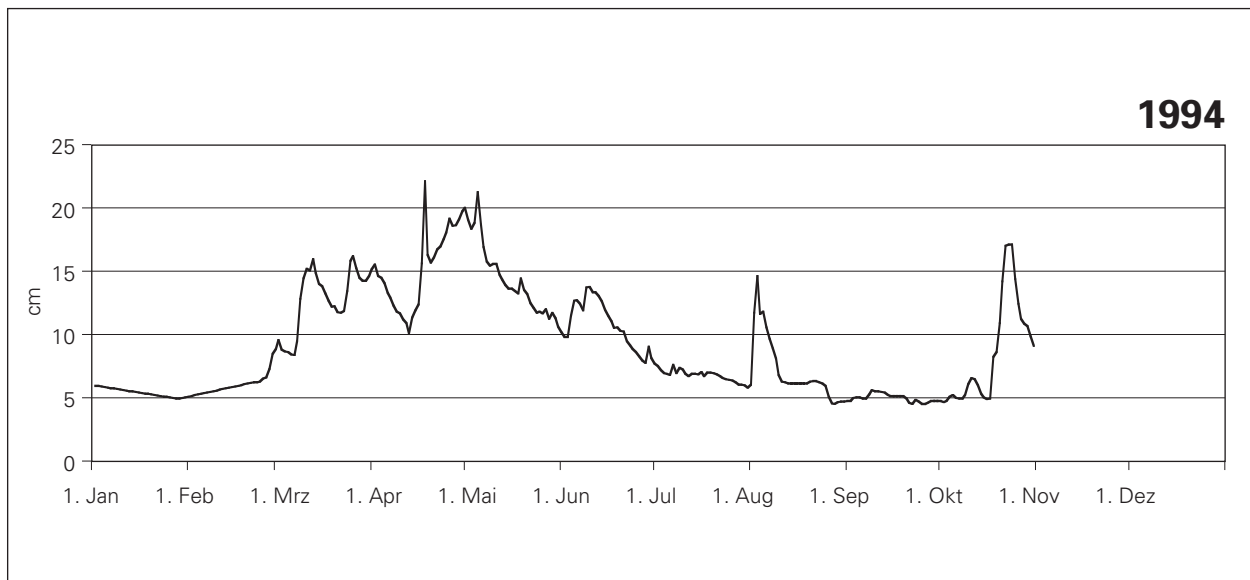
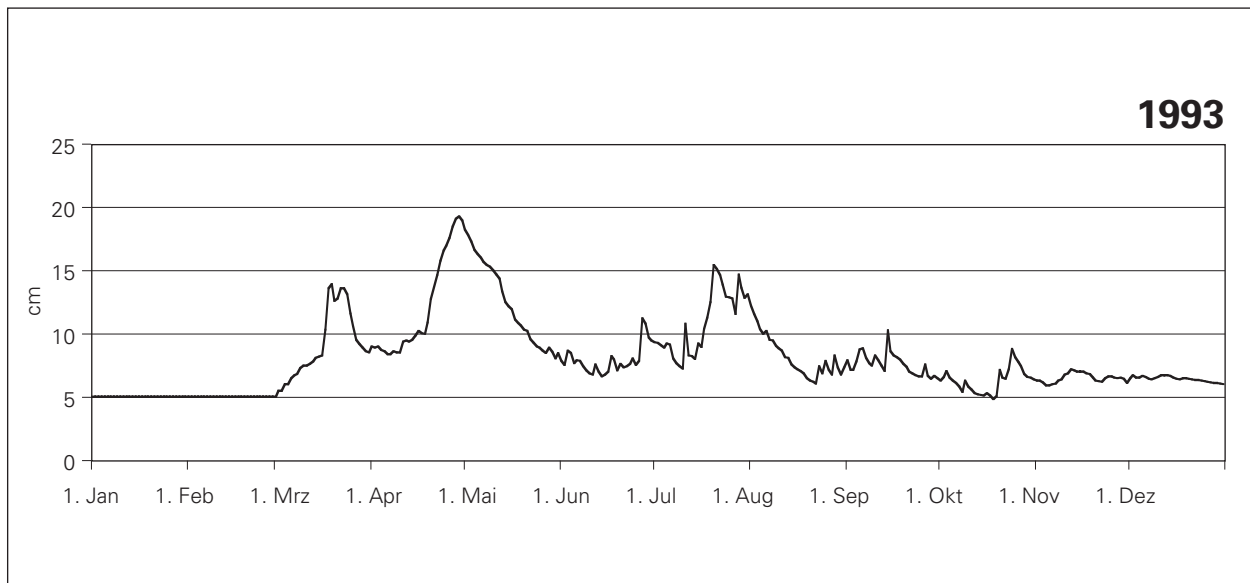


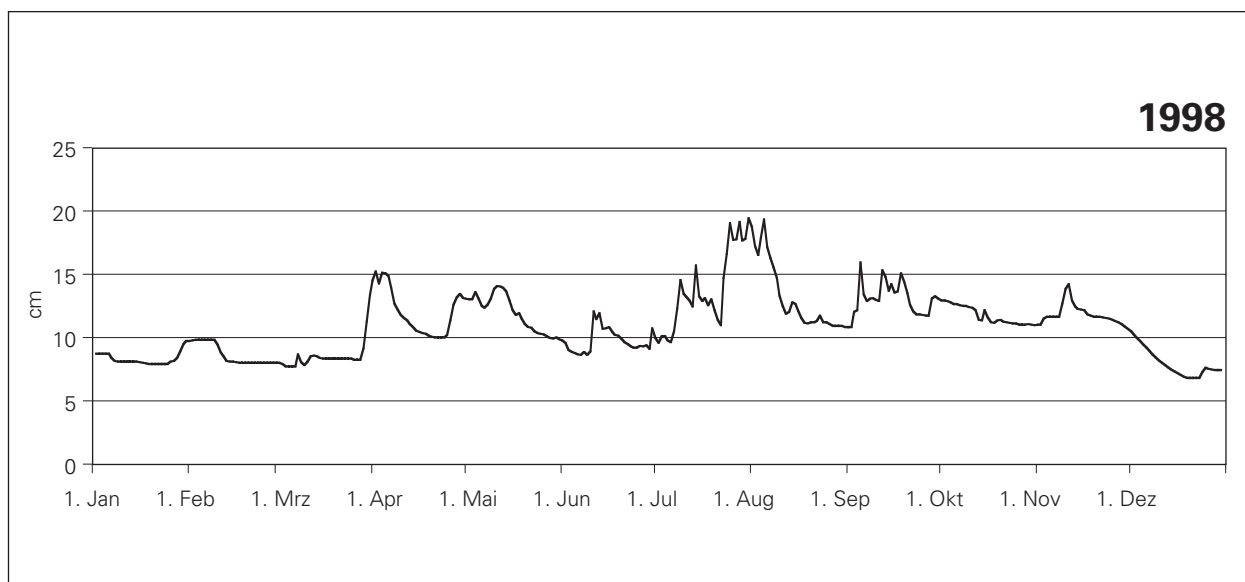
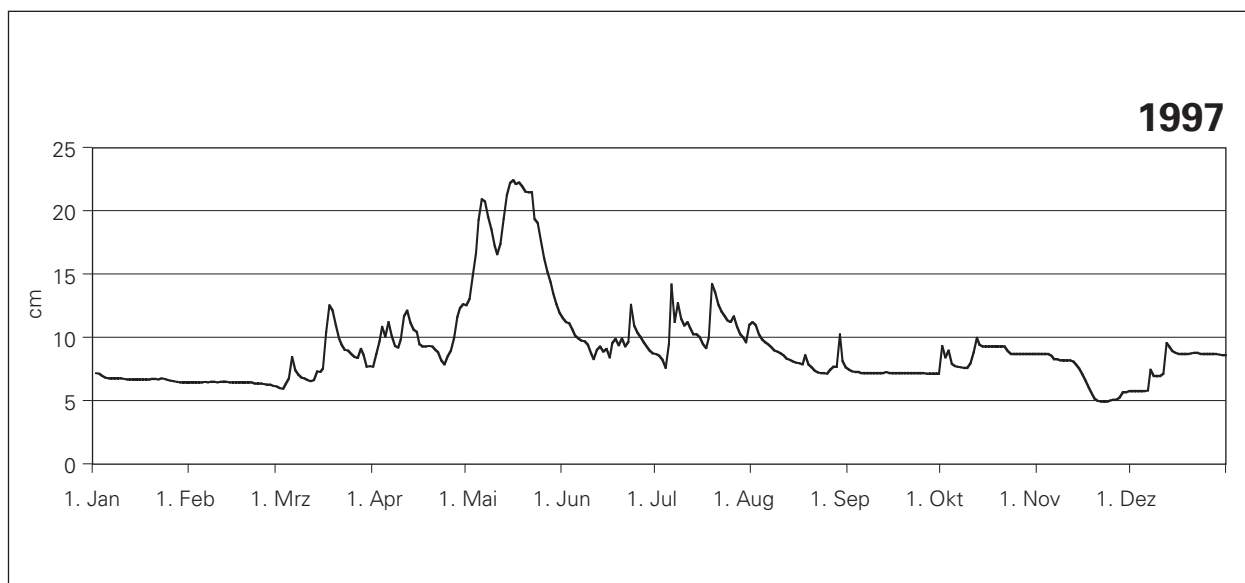
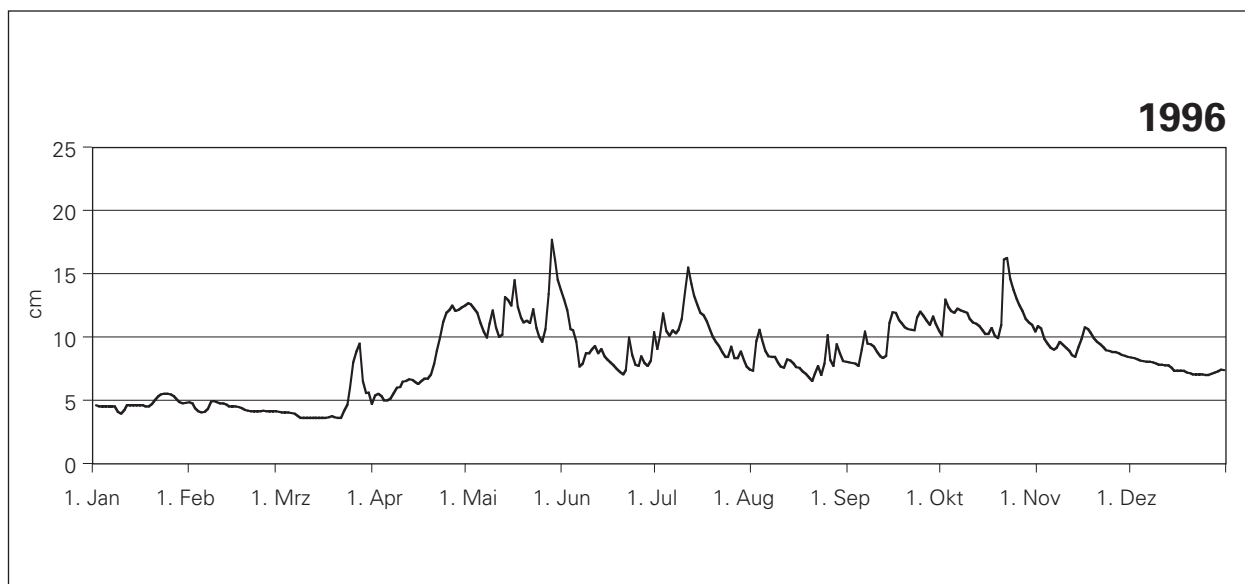


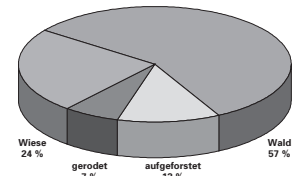






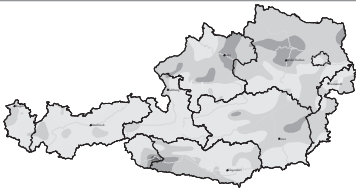
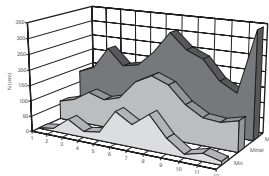






Anhang G

Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten im Einzugsgebiet Schmittenbach



Erläuterung zu den Tabellen:

1. Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren
2. Die genannten Häufigkeiten der Frachten beziehen sich auf Tage, an denen eindeutige Messergebnisse vorlagen
3. Die Tagessummen der Abflussfrachten beziehen sich auf den Zeitraum von 0-24 Uhr des jeweiligen Kalendertages

	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach														Fehlitage	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³															
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250		
1977																
11			21	1											8	22
12			7												24	7
Jahr			28	1											32	29
1978																
1		8	22												1	30
2		8	17	2		1										28
3			12	17	1	1										31
4					6	22	2									30
5							10	7	14							31
6				1	11	7	2	4	5							30
7					4	8	3	1							15	16
8				12	16	3										31
9				10	9	7	3	1								30
10				8	14	8	1									31
11			21	9												30
12			7												24	7
Jahr		16	79	59	61	57	21	13	19						40	325
1979																
1															31	
2			13												15	13
3			9	12	4	1									5	26
4			9	9	10	2										30
5				1	8	2		7	8	5						31
6					1	8	8	4	9							30
7						13	11	6	1							31
8						24	6	1								31
9				15	11	4										30
10			9	20	2											31
11			24	6												30
12			7	8	8	8										31
Jahr			71	71	44	62	25	18	18	5					51	314
1980																
1			16	15												31
2			11	18												29
3			19	9	3											31
4				8	6	11	5									30
5						1	3	9	18							31
6							9	4	14	3						30
7				1	7	11	3	8	1							31
8			9	21	1											31
9			20	7	2	1										30
10			7	6	3	10	5									31
11					7	23										30
12				3	28											31
Jahr			82	88	57	57	25	21	33	3						366
1981																
1			19	3	9											31
2			17	5	6											28
3			3	4	7	6	2	3	5	1						31
4						3	6	2	8	11						30
5						11	18	2								31
6			2	17	8	3										30
7			13	4	1		1	2	7	3						31
8				6	9	12	4									31
9				22	8											30
10				19	12											31
11				3	22	5										30
12				2	29											31
Jahr			54	85	111	40	31	9	20	15						365

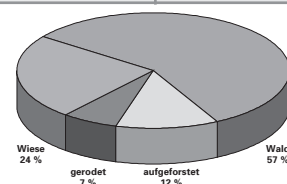
	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach														Fehlitage	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³															
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250		
1982																
1			12	13	5	1										31
2			12	16												28
3			2	25	4											31
4					8	14	4	1	3							30
5					2	2	3	3	4	7	9	1				31
6						4	16	5	5							30
7				2	11	15	3									31
8			5	22	4											31
9		11	19													30
10		5	26													31
11			27	3												30
12			25	6												31
Jahr		16	128	87	34	36	26	9	12	7	9	1				365
1983																
1			14	8	7	2										31
2			5	23												28
3			1	6	7	15	2									31
4				6	2	4	4	3	9	2						30
5						3	3	1	15	9						31
6					4	19	6	1								30
7			7	13	9	2										31
8			2	11	7	6	3	2								31
9			23	7												30
10			26	4	1											31
11			24	3	2	1										30
12			7	16	6	1	1									31
Jahr			109	97	45	53	19	7	24	11						365
1984																
1			3	24	4											31
2			3	26												29
3			7	18	6											31
4					14	11	5									30
5						1	3	8	16	3						31
6					2	14	6	6	2							30
7				17	11	3										31
8				7	9	13	2									31
9				3	11	10	5	1								30
10				7	11	12	1									31
11				30												30
12			11	20												31
Jahr			24	152	68	64	22	15	18	3						366
1985																
1			31													31
2			24	3		1										28
3			20	10	1											31
4					4	11	1								14	16
5						13	6	2	5						5	26
6				1	10	14	5									30
7				10	12	9										31
8					4	11	7	3	2	2	2					31
9			9	4	14	3										30
10			31													31
11			25	5												30
12				31												31
Jahr		140	64	45	62	19	5	7	2	2				19	346	

	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach														Fehltag	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³															
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250		
1986																
1			5	26												31
2			20	8												28
3			10	19	2											31
4					3	13	5	3	6							30
5						4	7	9	11							31
6				4	11	14	1									30
7			12	18	1											31
8			16	11	4											31
9			6	22	2											30
10			29	2												31
11			30													30
12			24	7												31
Jahr			152	117	23	31	13	12	17							365
1987																
1			28	3												31
2			17	11												28
3				21	4	6										31
4					5	5	5	7	8							30
5								8	18	3	2					31
6							12	3	11	4						30
7					7	19	5									31
8				2	15	14										31
9			1	25	3	1										30
10			25	6												31
11			13	16	1											30
12			8	14	4	5										31
Jahr			92	98	39	50	22	18	37	7	2					365
1988																
1			18	13												31
2			6	23												29
3		10	17	4												31
4				4	1	10	3	6	6							30
5						3	4	3	20	1						31
6				2	11	11	5	1								30
7				9	8	8	5	1								31
8				21	6	3	1									31
9					8	17	5									30
10				29	2											31
11				22	8											30
12				2	23	6										31
Jahr		10	41	129	67	58	23	11	26	1						366
1989																
1				21	10											31
2				14	12	2										28
3				12	12	5	2									31
4					5	15	4	6								30
5					9	18	4									31
6					20	9	1									30
7					10	19	2									31
8					3	26	2									31
9				16	11	3										30
10			7	20	4											31
11			12	18												30
12			10	21												31
Jahr			29	122	96	97	15	6								365

	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach															Fehlitage	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³																
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250			
1990																	
1			31													31	
2			20	2	6											28	
3				8	3	18	2									31	
4					17	13										30	
5				3	9	13	6									31	
6				2	9	12	7									30	
7			9	2	2	3	4	4	3	2	2					31	
8		5	21	5												31	
9	2	25	3													30	
10		3	27	1												31	
11			3	26	1											30	
12	3	24	3	1												31	
Jahr	5	57	117	50	47	59	19	4	3	2	2					365	
1991																	
1		12	19													31	
2			28													28	
3			19	12												31	
4			28	2												30	
5			4	6	8	9	4									31	
6						18	10	2								30	
7				2	15	6	4	4								31	
8			13	4	2	2	5	1	4							31	
9			26	4												30	
10			30	1												31	
11			30													30	
12			31													31	
Jahr		12	228	31	25	35	23	7	4							365	
1992																	
1			31													31	
2			29													29	
3			20	10	1											31	
4				3	7	9	2	3	1	2	3					30	
5								1	9	8	13					31	
6					4	10	14	2								30	
7				26	5											31	
8			14	14	2	1										31	
9			15	12	3											30	
10			22	9												31	
11				13	17											30	
12			29	2												31	
Jahr			160	89	39	20	16	6	10	10	16					366	
1993																	
1			31													31	
2			28													28	
3			3	8	8	5	7									31	
4					10	9	2	2	7							30	
5					8	7	4	7	5							31	
6				13	13	4										30	
7				2	7	10	8	4								31	
8				15	8	7	1									31	
9				15	14	1										30	
10			10	18	3											31	
11				30												30	
12				31												31	
Jahr			72	132	71	43	22	13	12							365	

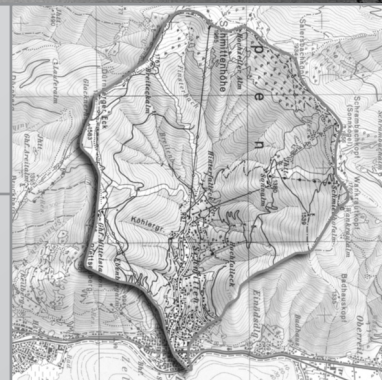
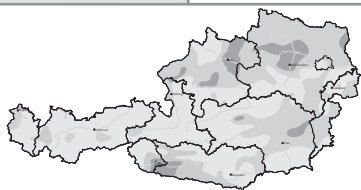
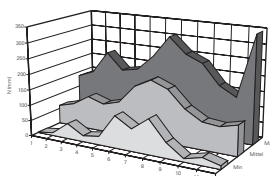
	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach														Fehltag	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³															
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250		
1994																
1			26	5												31
2			14	13	1											28
3					6	3	10	12								31
4						5	7	7	10	1						30
5						6	11	7	6	1						31
6					7	12	11									30
7			1	28	2											31
8				1		2	1	1							26	5
9															30	
10															31	
11															30	
12															31	
Jahr			41	47	16	28	40	27	16	2					148	217
1995																
1				9	2	4	11	1	3	1						31
2			21	7												28
3			27	4												31
4			1		5	9	2	2	11							30
5					2	2		9	13	5						31
6						2	12	8	7	1						30
7			4	7	8	5	6								1	30
8			2	4	8	4		1	2						10	21
9					7	8	9	6								30
10			12	14	5											31
11			17	13												30
12		3	28													31
Jahr		3	112	58	37	34	40	27	36	7					11	354
1996																
1			31													31
2			29													29
3		14	12	2	2	1										31
4			7	12	2	2	7									30
5						15	12	3	1							31
6				4	18	6	2									30
7				1	9	14	5	2								31
8				7	19	5										31
9					9	18	3									30
10						16	12	3								31
11					12	18										30
12				17	14											31
Jahr		14	79	43	85	95	41	8	1							366
1997																
1				31												31
2				28												28
3				13	9	7	2									31
4					6	20	4									30
5							5	3	14	9						31
6					5	24	1									30
7					4	19	6	2								31
8				5	17	9										31
9				29	1											30
10					19	12										31
11			12	4	14											30
12				10	19	2										31
Jahr			12	120	94	93	18	5	14	9						365

	Häufigkeiten der Tagesabflussfrachten - Schmittenbach														Fehlitage	Summe Messtage
	Anzahl der Tage, Abflussfrachten in 1000 m³															
	>2,5	2,5 bis <5	5 bis <10	10 bis <15	15 bis <20	20 bis <30	30 bis <40	40 bis <50	50 bis <75	75 bis <100	100 bis <150	150 bis <200	200 bis <250	>=250		
1998																
1					29	2										31
2					18	10										28
3					28	2	1									31
4						16	8	6								30
5						13	18									31
6					8	20	2									30
7						9	11	3	8							31
8						15	7	3	6							31
9						4	20	6								30
10						18	13									31
11						21	8	1								30
12				17	8	6										31
Jahr				17	91	136	88	19	14							365



Anhang H

Mittel- und Extremwerte der Tagesmittelwerte der Durchflüsse Messwehr Schmittenbach



Erläuterung zu den Tabellen:

1. Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren.
2. Werte aus Monaten mit lückenloser Aufzeichnung sind in Normalschrift ausgewiesen
3. Monate mit Messlücken in den Aufzeichnungen wurden wie folgt gekennzeichnet:
 - a. bei 1-9 Fehltagen im Monat „*kursiv*“
 - b. ab 10 Fehltagen wurden die Werte in Klammern gesetzt.
4. Zur Bildung der Mittelwerte wurden nur Tage berücksichtigt, in welchen Aufzeichnungen stattfanden
5. Die Bildung der Monatsmittelwerte schloss, unabhängig von der Zahl der Fehltag, alle Monate in welchen Messdaten registriert wurden, ein.
6. Die den Mittelwerten zu Grunde liegenden Einzelwerte stammen aus dem Zeitraum 0-24 Uhr des jeweiligen Kalendertages

Mittel- und Extremwerte der Durchflüsse												Schmittenbach					
Jahr	Tagesmittelwert der Durchflüsse in m³/s											Jänner bis Dezember	Datum	Extremwerte bisher			
	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November			Dezember	m³/s	Datum	
1977	Max												(0,1215)	0,1091		16. Nov	
	Mittel												(0,1077)	0,1024			
	Min												(0,1031)	0,0857		07. Dez	
1978	Max	0,1153	0,2878	0,2878	0,3888	0,7461	0,6622	(0,4792)	0,2497	0,5597	0,3508	0,1724	(0,1091)	0,7461	0,1215	16.11.77	
	Mittel	0,0641	0,0786	0,1318	0,2712	0,5539	0,3527	(0,3036)	0,1903	0,2286	0,2154	0,1207	(0,1024)	0,2178			
	Min	0,0454	0,0410	0,0885	0,2176	0,3696	0,1724	(0,1983)	0,1280	0,1215	0,1411	0,1031	(0,0857)	0,0410	0,0857	07.12.77	
1979	Max		(0,0913)	0,2375	0,2580	1,0050	0,7583	0,6216	0,4950	0,2749	0,2137	0,1479	0,3098	1,0050	0,7460	24.05.78	
	Mittel		(0,0758)	0,1330	0,1562	0,5226	0,4604	0,3782	0,3154	0,1820	0,1284	0,1118	0,1831	0,2406			
	Min		(0,0594)	0,0774	0,0802	0,1724	0,2295	0,2622	0,2335	0,1215	0,1031	0,1031	0,0857	0,0594	0,0410	20.02.78	
1980	Max	0,1312	0,1653	0,2255	0,4483	0,8082	1,0950	0,6102	0,1834	0,2792	0,3888	0,3461	0,2176	1,0950	1,0050	21.05.79	
	Mittel	0,1184	0,1239	0,1227	0,2497	0,6086	0,6319	0,3427	0,1283	0,1188	0,2228	0,2658	0,1924	0,2605			
	Min	0,1122	0,1061	0,1001	0,1378	0,2835	0,3554	0,1617	0,0942	0,0829	0,0857	0,2098	0,1724	0,0829	0,0410	07.12.77	
1981	Max	0,2215	0,2295	0,9244	0,9846	0,5708	0,2539	1,0255	0,3888	0,2295	0,2255	0,2749	0,2255	1,0255	1,0950	10.06.80	
	Mittel	0,1264	0,1340	0,3436	0,6932	0,3846	0,1683	0,3655	0,2400	0,1623	0,1687	0,2066	0,1932	0,2655			
	Min	0,0829	0,0913	0,1091	0,3232	0,2539	0,1153	0,0885	0,1411	0,1247	0,1312	0,1653	0,1582	0,0829	0,0410	07.12.77	
1982	Max	0,2375	0,1378	0,2255	0,6102	1,7409	0,8335	0,3888	0,2021	0,1031	0,1031	0,1653	0,1479	1,7409	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,1392	0,1162	0,1465	0,3201	0,8758	0,4632	0,2554	0,1427	0,0680	0,0759	0,1029	0,1076	0,2345			
	Min	0,1091	0,0913	0,1153	0,2098	0,1983	0,2835	0,1513	0,0942	0,0499	0,0546	0,0721	0,0857	0,0499	0,0410	07.12.77	
1983	Max	0,3278	0,1653	0,3985	0,8916	1,0118	0,4740	0,2580	0,4792	0,1548	0,1797	0,2539	0,4181	1,0118	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,1441	0,1250	0,2349	0,4916	0,7021	0,3074	0,1610	0,2257	0,1050	0,0976	0,1142	0,1505	0,2383			
	Min	0,0774	0,0913	0,0913	0,1548	0,3232	0,2098	0,1001	0,1091	0,0748	0,0669	0,0885	0,1001	0,0669	0,0410	07.12.77	
1984	Max	0,2137	0,1445	0,2255	0,4432	0,9310	0,5988	0,2539	0,4331	0,4888	0,3649	0,1724	0,15824	0,9310	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,1379	0,1290	0,1371	0,2715	0,6348	0,3671	0,1784	0,2322	0,2595	0,2245	0,1423	0,1181	0,2360			
	Min	0,1091	0,1061	0,1031	0,1797	0,3232	0,2295	0,1378	0,1411	0,1548	0,1378	0,1184	0,0913	0,0913	0,0410	07.12.77	
1985	Max	0,1031	0,2664	0,2059	(0,3508)	0,6680	0,4432	0,3278	1,4744	0,2792	0,0942	0,1312	0,1724	1,4744	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,0790	0,0811	0,1060	(0,2766)	0,4031	0,2757	0,2083	0,4718	0,1687	0,0802	0,1104	0,1417	0,2002			
	Min	0,0644	0,0644	0,0669	(0,1908)	0,2415	0,1724	0,1345	0,2059	0,0913	0,0721	0,0971	0,1215	0,0644	0,0410	07.12.77	
1986	Max	0,1445	0,1215	0,1945	0,6977	0,8271	0,3791	0,1983	0,1983	0,2295	0,1247	0,1153	0,1215	0,8271	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,1208	0,1036	0,1368	0,3883	0,5514	0,2467	0,1309	0,1257	0,1432	0,0900	0,0951	0,1064	0,1866			
	Min	0,0913	0,0913	0,0913	0,2059	0,2749	0,1378	0,1031	0,0857	0,1031	0,0721	0,0802	0,0913	0,0721	0,0410	07.12.77	
1987	Max	0,1215	0,1411	0,3278	0,8019	1,3738	0,9244	0,4432	0,3323	0,2622	0,1378	0,1760	0,3369	1,3738	1,7409	24.05.80	
	Mittel	0,1013	0,1074	0,1657	0,4392	0,6992	0,5868	0,2776	0,2290	0,1506	0,1039	0,1261	0,1606	0,2623			
	Min	0,0913	0,0644	0,1184	0,1797	0,5109	0,3508	0,2137	0,1653	0,1153	0,0829	0,0829	0,0913	0,0644	0,0410	07.12.77	

Mittel- und Extremwerte der Durchflüsse														Schmittenbach			
Jahr	Tagesmittelwert der Durchflüsse in m³/s												Jänner bis Dezember	Datum	Extremwerte bisher		
	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember			m³/s	Datum	
1988	Max	0,1345	0,1479	0,1411	0,6563	0,9443	0,5378	0,5433	0,4483	0,3888	0,1983	0,2021	0,3142	0,9443	10. Mai	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,1154	0,1268	0,0825	0,3957	0,6123	0,2773	0,2515	0,1800	0,2794	0,1587	0,1643	0,2075	0,2376			
	Min	0,1061	0,1031	0,0522	0,1280	0,3232	0,1653	0,1548	0,1215	0,1871	0,1411	0,1215	0,1215	0,1617	0,0522	19. Mrz	0,0410
1989	Max	0,2098	0,2375	0,4281	0,5378	0,4281	0,3888	0,4281	0,4181	0,2580	0,1871	0,1312	0,1345	0,5378	02. Apr	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,1716	0,1777	0,2087	0,3359	0,2787	0,2303	0,2575	0,2732	0,1729	0,1422	0,1184	0,1201	0,2073			
	Min	0,1548	0,1312	0,1548	0,2215	0,1983	0,1797	0,1908	0,2176	0,1184	0,1031	0,1031	0,1061	0,1031	29. Okt	0,0410	07.12.77
1990	Max	0,1031	0,2059	0,3791	0,2878	0,3839	0,4132	(1,5694)	0,1688	0,1001	0,1184	0,1871	0,1215	1,5694	10. Jul	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,0917	0,1175	0,2486	0,2296	0,2660	0,2741	(0,4486)	0,1002	0,0435	0,0725	0,1448	0,0430	0,1733			
	Min	0,0802	0,0829	0,1378	0,1945	0,1411	0,1378	(0,1061)	0,0499	0,0271	0,0348	0,0829	0,0271	0,0271	22. Sep	0,0271	22.09.90
1991	Max	0,0644	0,1091	0,1724	0,1312	0,3936	0,5216	0,5708	0,6389	0,1445	0,1312	0,0913	0,0913	0,6389	03. Aug	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,0581	0,0705	0,1066	0,0948	0,2254	0,3540	0,2800	0,2508	0,0953	0,0751	0,0792	0,0913	0,1484			
	Min	0,0432	0,0644	0,0644	0,0913	0,0913	0,2497	0,1653	0,0721	0,0802	0,0669	0,0721	0,0913	0,0432	04. Jan	0,0271	22.09.90
1992	Max	0,0913	0,0913	0,1760	1,4901	1,6830	0,4792	0,1945	0,2580	0,2255	0,1582	0,2021	0,1345	1,6830	02. Mai	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,0913	0,0913	0,1158	0,4597	1,0823	0,3471	0,1571	0,1289	0,1264	0,1099	0,1720	0,0975	0,2483			
	Min	0,0913	0,0913	0,0913	0,1548	0,5109	0,2021	0,1280	0,0857	0,0913	0,0913	0,1345	0,0913	0,0857	31. Aug	0,0271	22.09.90
1993	Max	0,0913	0,0913	0,4534	0,7570	0,6930	0,3233	0,5335	0,3708	0,2822	0,2219	0,1620	0,1461	0,7570	29. Apr	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,0913	0,0913	0,2409	0,3747	0,3896	0,1885	0,3151	0,2015	0,1765	0,1320	0,1381	0,1356	0,2063			
	Min	0,0913	0,0913	0,0913	0,2059	0,1930	0,1422	0,1634	0,1238	0,1365	0,0868	0,1184	0,1220	0,0868	18. Okt	0,0271	22.09.90
1994	Max	0,1208	0,2082	0,5749	0,9356	0,8814	0,4460	0,1794	(0,4886)					0,9356	18. Apr	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,1033	0,1191	0,3950	0,5261	0,4925	0,3086	0,1470	(0,3297)					0,3027			
	Min	0,0888	0,0934	0,2041	0,2737	0,2965	0,1816	0,1142	(0,1213)					0,0888	29. Jan	0,0271	22.09.90
1995	Max	0,4186	0,1312	0,1389	0,8078	1,0077	0,8957	0,4569	(0,6114)	0,5045	0,2188	0,1524	0,0942	1,0077	08. Mai	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,2518	0,1006	0,0927	0,4415	0,6549	0,5063	0,2327	(0,2471)	0,3461	0,1373	0,1122	0,0784	0,2668			
	Min	0,1247	0,0774	0,0765	0,0891	0,2063	0,3166	0,1012	(0,0990)	0,2019	0,0943	0,0710	0,0490	0,0490	02. Dez	0,0271	22.09.90
1996	Max	0,1060	0,0891	0,2476	0,3820	0,6597	0,4044	0,5366	0,2932	0,3594	0,5764	0,3075	0,2044	0,6597	28. Mai	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,0839	0,0740	0,0830	0,1970	0,3654	0,2215	0,2897	0,1958	0,2771	0,3540	0,2435	0,1733	0,2132			
	Min	0,0619	0,0651	0,0546	0,0897	0,2540	0,1555	0,1688	0,1379	0,1794	0,2651	0,2061	0,1531	0,0546	08. Mrz	0,0271	22.09.90
1997	Max	0,1653	0,1421	0,3900	0,3936	0,9573	0,3910	0,4730	0,3282	0,1745	0,2744	0,2215	0,2566	0,9573	16. Mai	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,1497	0,1399	0,2034	0,2728	0,7013	0,2664	0,3111	0,2154	0,1659	0,2235	0,1551	0,1945	0,2499			
	Min	0,1411	0,1317	0,1247	0,1835	0,3604	0,2052	0,1799	0,1631	0,1633	0,1797	0,0942	0,1184	0,0942	21. Nov	0,0271	22.09.90
1998	Max	0,2574	0,2622	0,4245	0,5207	0,4609	0,3623	0,7638	0,7601	0,5595	0,4048	0,4695	0,2898	0,7638	31. Jul	1,7409	24.05.80
	Mittel	0,2023	0,2176	0,2100	0,3630	0,3585	0,2606	0,4499	0,4223	0,4108	0,3490	0,3503	0,1895	0,3153			
	Min	0,1871	0,1908	0,1797	0,2706	0,2645	0,2137	0,2529	0,3055	0,3053	0,3118	0,2994	0,1470	0,1470	23. Dez	0,0271	22.09.90