

# BFW-Dokumentation 28/2025

## Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach

ULRIKE STARY



# **Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach**

Analyse des  
Niederschlags- und Abflussgeschehens  
1988-2020

Torrential Watershed Oselitzenbach  
Precipitation and Runoff  
1988-2020

von/by  
Ulrike Stary

mit einem Beitrag von Bernhard Kohl (Niederschlag-/Abfluss-Modellierung  
mit ZEMOKOST)

Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)  
Institut für Naturgefahren

## Impressum

### ISSN-1811-3044

Die Abkürzung BFW und der Kurzname „Bundesforschungszentrum für Wald“ werden stellvertretend für den Langnamen „Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft“ verwendet.

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet.

Die Urheberrechte von namentlich nicht gekennzeichneten Fotos und Grafiken liegen beim Erstautor.

#### PRESSERECHTLICH FÜR DEN INHALT VERANTWORTLICH:

DI Dr. Peter Mayer  
Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum  
für Wald, Naturgefahren und Landschaft  
Seckendorff-Gudent-Weg 8  
1131 Wien, Österreich  
Tel. +43-1-87838 0

#### REDAKTION:

Gerhard Markart, Karl Hagen

#### LAYOUT:

Gerald Schnabel

#### BEZUGSQUELLE:

Bibliothek des BFW  
Tel. +43-1-87838 1216  
E-Mail: [bibliothek@bfw.gv.at](mailto:bibliothek@bfw.gv.at)  
<http://bfw.ac.at/webshop>

#### ZITIERUNG:

Ulrike Stary: Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach. Niederschlags- und Abflussgeschehen 1988-2020. Bundesforschungszentrum für Wald (BFW), Wien, 56 Seiten, ISSN-1811-3044

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Beschreibung des Einzugsgebietes</b> .....	<b>9</b>
2.1 Lage des Messgebietes, Topographie.....	9
2.2 Morphologie und Geologie.....	9
2.3 Böden und Vegetation.....	9
2.4 Verbauungsgeschichte.....	9
2.5 Klimatische Verhältnisse.....	10
2.6 Messmethodik.....	10
2.6.1 Temperatur.....	10
2.6.2 Niederschlag.....	11
2.6.2.1 Schneemessung.....	12
2.6.3 Abflussmessung.....	12
<b>3. Kommentierte Messergebnisse</b> .....	<b>14</b>
3.1 Temperatur.....	14
3.2 Niederschlag.....	15
3.2.1 Jahresniederschläge.....	15
3.2.2 Monatsniederschläge.....	17
3.2.3 Tagesniederschläge.....	19
3.2.3.1 Jährlichkeiten der Tagesniederschläge.....	20
3.2.4 Schneemessungen.....	20
3.2.4.1 Schneemesslinien.....	20
3.3 Abflussmessungen.....	20
3.3.1 Jahresabflussfrachten.....	20
3.3.2 Monatsabflüsse.....	21
3.3.3 Tagesabflüsse.....	22
3.3.3.1 Berechnung von Spitzendurchflüssen mit Schätzformeln und Gumbel-Verteilung.....	23
3.3.3.2 N/A-Modellierung mit ZEMOKOST (Beitrag von B. KOHL).....	25
3.3.3.3 Registrierte Spitzenabflüsse am Messwehr Nicolaibrücke (Jährlichkeiten).....	27
3.3.3.3.1 Hochwasserereignis 5.11.2012.....	27
3.3.3.3.2 Das Ereignis vom 14.10.1993.....	28
3.3.3.3.3 Ereignis 14.11.1996.....	28
<b>4. Zusammenfassung</b> .....	<b>30</b>
<b>5. Summary</b> .....	<b>31</b>
<b>6. Literatur</b> .....	<b>32</b>
6.1 Abbildungsverzeichnis.....	33
6.2 Tabellenverzeichnis.....	33
<b>Anhang A</b> .....	<b>35</b>
Mittel- und Extremwerte der Tagestemperaturen der Basismessstelle Pumpenhaus	
<b>Anhang B</b> .....	<b>39</b>
Messzeiträume der Sommerniederschlagsmessstellen	
<b>Anhang C</b> .....	<b>41</b>
Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Oselitzenbach	
<b>Anhang D</b> .....	<b>47</b>
Monats- und Jahresmaxima der Tagesniederschläge im Einzugsgebiet Oselitzenbach	
<b>Anhang E</b> .....	<b>51</b>
Tagesdurchflüsse der Abflussmessstelle Oselitzenbach	



# Wildbach- einzugsgebiet Oselitzenbach

# Niederschlags- und Abflussgeschehen 1988-2020

ULRIKE STARY

MIT EINEM BEITRAG VON BERNHARD KOHL

## KURZFASSUNG:

Die hydrologische Beurteilung von Einzugsgebieten ist bei der Planung aktiver und passiver Schutzmaßnahmen der Wildbachverbauung von grundlegender Bedeutung. Maßgebliche Einflussfaktoren sind dabei die Niederschlags- und Abflussverhältnisse. In dieser Publikation werden neben allgemeinen Gebietsinformationen Ergebnisse der langjährigen Messreihen im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches präsentiert, kommentiert und ausgewählte Hochwasserereignisse mit in der WLK vereinzelt noch gebräuchlichen Schätzformeln und dem hydrologischen Modell ZEMOKOST vergleichend nachgerechnet. Der als Tabellenteil konzipierte Anhang gibt einen Überblick über Art und Qualität der vorliegenden Daten.

## SCHLÜSSELWORTE:

Bemessungshochwasser, Durchfluss, Hydrologie, Niederschlag, Wildbacheinzugsgebiet

## ABSTRACT:

*The hydrological assessment of catchment areas is of essential importance for planning of active and passive protection measures in torrents. Key factors in solving these issues are precipitation and runoff conditions. In addition to general area information, this report provides commented measurement series, analyses and compares selected flood events with results from estimation formulas (which are partly still in use in practice) and the hydrological model ZEMOKOST. The appendix, designed as a table section, provides an overview of the type and quality of available data.*

## KEYWORDS:

*designflood, discharge, hydrology, torrential watershed, precipitation*

## 1. Einleitung

Im Rahmen des Projektes „Wildbachkundlicher Messdienst in ausgewählten Mustereinzugsgebieten“ richtete das Institut für Naturgefahren des Bundesforschungszentrums für Wald (BFW) ab 1988 ein Messnetz im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches (Kärnten) ein. Zielsetzung war es, einen fundierten Überblick über das Niederschlags- und Abflussgeschehen dieses Wildbaches im Ostteil der Karnischen Alpen zu bekommen. Die gewonnenen Daten können als Grundlage für Bemessungs- und Projektierungsarbeiten des Forsttechnischen Dienstes der Wildbach und Lawinverbauung und als Referenz für vergleichbare Gebiete dienen. Dar-

über hinaus erlauben sie die Evaluierung von Ansätzen zur Ermittlung von Ereignisabflüssen sowie anderer, abflussbezogener Fragestellungen.

Hohe schutztechnische Bedeutung kommt dem Oselitzenbach durch die Hangbewegungen im Bereich der Reppwandgleitung im nord-östlichen Teil des Einzugsgebietes zu. Diese bedroht die Zufahrt zum Skigebiet Nassfeld. Massiver Geschiebeeinstoß kann die Gailtal-Bundesstraße bedrohen und durch den Rückstau der Gail zu Überflutungen von landwirtschaftlichen Flächen, Häusern und sonstiger Infrastruktur in Tröpolach, Watschig und Umgebung führen.

Seit 2014 wurden die vom BFW im Einzugsgebiet gewonnenen Daten auch zur Steuerung der Restwassermenge eines Wasserkraftwerkes der KELAG am Oselitzenbach sowie für die Frühwarnung vor Hochwasserereignissen in der Gail herangezogen.

Die messtechnische Betreuung im Oselitzenbach wurde vom BFW 2021 eingestellt, die Betreuung des Pegels (oberhalb der Nikolaibrücke) im Herbst 2021 vom Hydrographischen Dienst Kärnten übernommen.



Abb. 1.1: Messwehr Oselitzenbach nach dem Ereignis vom 11. September 1983 während der Bauphase im Jahr 1989

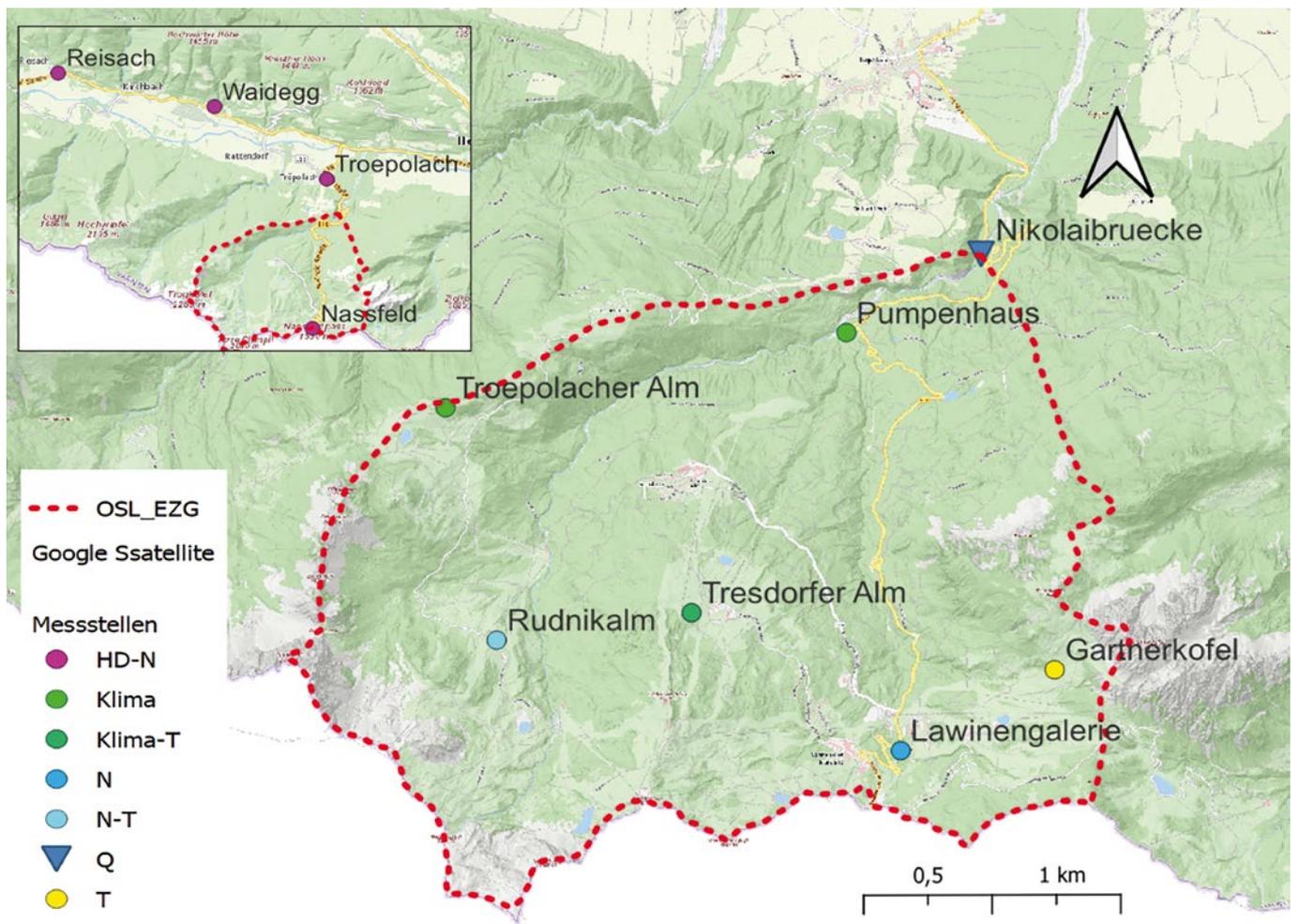


Abb. 2.1: Lage des Einzugsgebietes Oselitzenbach und der Messstellen des BFW (Klima: Klimamessstelle, N: Niederschlag kontinuierlich, T: Totalisator, Q: Durchfluss) und des Hydrographischen Dienstes (HD, Geoland basesmap)

## 2. Beschreibung des Einzugsgebietes

### 2.1 Lage des Messgebietes, Topographie

Das Einzugsgebiet des Oselitzenbaches liegt in den Karnischen Alpen. Es umfasst insgesamt 27,7 km<sup>2</sup> und liegt zur Gänze in der Gemeinde Hermagor-Pressseggersee. Die höchste Erhebung befindet sich am südwestlichen Rand des Einzugsgebietes, (Troglkofel, Seehöhe: 2.280 m). Den zweithöchsten und gleichzeitig südlichsten Punkt bildet der Rosskofel mit einer Seehöhe von 2.240 m. Die im Norden gelegene Mündung des Oselitzenbaches in die Gail liegt auf einer Seehöhe von ca. 590 m. Die gesamte Lauflänge bis zur Mündung beläuft sich auf 9,8 km. Die insgesamt gedrungene Form des Einzugsgebietes spiegelt sich im Verhältnis der Breite zur Länge von 1:1,45 für das Gesamteinzugsgebiet bzw. ca. 1:1,2 für das Einzugsgebiet oberhalb der Abflussmessstation des BFW wider.

Die für die Abflussmessstelle relevante Fläche beträgt 23,6 km<sup>2</sup> (siehe Abb. 2.1), die mittlere Neigung des Geländes 24,6 %. Die größte Längserstreckung des Einzugsgebietes vom nördlichsten Punkt, der Abflussmessstelle in 725 m Seehöhe, zu einer westnordwestlich des Rosskofels gelegenen, 2.223 m hohen Erhebung beträgt ca. 6,7 km.

### 2.2 Morphologie und Geologie

Im Folgenden eine kurze Beschreibung der geologischen Gegebenheiten, zitiert aus Weidner (2000) und Schönlaub (1979):

„Die Schichtfolge im Nassfeldgebiet beginnt im Liegenden mit fossilfreien, schwach metamorphen Schiefen und Bänderkalken des Altpaläozoikums. Darüber folgen die hauptsächlich aus Schiefen und untergeordnet auch aus Sandsteinen aufgebauten Hochwipfelschichten des Silurs bis Unterkarbon, die zumindest im Bachbett des Oselitzenbaches aufgeschlossen sind“ (Weidner, 2000).

„Im Anschluss an den Hochwipfelbruch folgen diskordant die Basalbildungen der Auernigschichten des Oberkarbon mit Anthrazitflözen. In weiterer Abfolge kam es entlang eines Küstenbereiches zur abwechselnden Ablagerung von kalkarmen und kalkreichen Sedimenten mit marinen Faunen und Landpflanzen (Auernik-Rhythmus), (Schönlaub, 1979). Fels- und Bergsturz-Schuttmassen der Reppwand verdecken Teile der Rattendorfer Schichten, die sich in den unteren Pseudoschwagerinkalk, die Grenzlandbänke und die oberen Pseudoschwagerinkalke untergliedern. Auernigschichten und Rattendorfer Schichten werden aufgrund des stark gestörten Schichtverbandes im Bereich der Reppwandgleitung auch zu

den so genannten Nassfeldschichten zusammengefasst“ (Weidner, 2000).

„Zu den jüngsten, quartären Ablagerungen werden Moränen, durch Berg-, Felssturz und Rutschungen subrezent bis rezent verstellte und umgelagerte Gesteinsmassen, sowie Wildbach- und Hangschutt gezählt“ (Weidner, 2000).

### 2.3 Böden und Vegetation

In weiten Teilen des Einzugsgebietes dominieren Fels- und Lockersedimentbraunerden, in höher gelegenen Bereichen Gesteinsrohböden (Bodeninformationssystem BORIS des Umweltbundesamtes). Im Bereich der Schipisten, z.B. auf der Tröpolacher Alm, beobachtete Neuwinger (1990) Braunlehme mit lehmig-schluffiger Textur und nach technischer Veränderung – Planie – so genannte Restböden (Mischungen von B und C-Horizonten), diese sind teils stark verdichtet.

Das Einzugsgebiet gehört zum Wuchsgebiet 6.1 (Südliche Randgebirge) nach Kilian et al. (1994). „Die natürliche Vegetation ist Laubmischwald, der ab etwa 1.500 m allmählich durch Almflächen mit Weiderasen und Inseln von Grünerlengebüsch und Alpenrosenheiden abgelöst wird. Diese Weideregion reicht bis ca. 1.700 m, in Mulden auch bis ca. 1.900 m, darüber liegen alpine Rasen und Polster“ (Neuwinger, 1990). Der Waldanteil im Einzugsgebiet beträgt aktuell 62 % (BFW 2024).

### 2.4 Verbauungsgeschichte

Bei einem schweren Hochwasser am 11. September 1983 wurden die alten Verbauungen im Mittel- und Oberlauf zerstört. Auf dem Schwemmkegel und im Vorfluter wurden große Geschiebemengen abgelagert. Im Bereich der Reppwandgleitung kam es zu einer starken Erosion des Hangfußes. Aufgrund dieser Ereignisse wurde vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinerverbauung Kärnten ein Verbauungsprojekt ausgearbeitet, dem ein HQ100 von 160 m<sup>3</sup>/s und ein Geschiebepotential von 150.000 bis 200.000 m<sup>3</sup> zu Grunde gelegt wurde. Zur Sicherung des Siedlungsraumes von Tröpolach und der Nassfeldbundesstraße sowie zur Geschiebeentlastung des Vorfluters wurden folgende Maßnahmen realisiert:

- Lineare Maßnahmen in Form von Sohlenstaffelungen
- Geschieberetentionen
- Forstliche Maßnahmen zur Verbesserung der Abflussverhältnisse
- Entwässerungsmaßnahmen zur Verlangsamung der Großhanggleitung (Ihrenberger, 2000)

Im Stirnbereich der Reppwandgleitung wurde durch Abtrag von 260.000 m<sup>3</sup> Fels ein Felskanal geschaffen. Der Felsaushub wurde als Stützfuß an die gegenüberliegende Stirn der Reppwandgleitung geschüttet. Durch die Verlegung des Oselitzenbaches in den Felskanal im



Abb. 2.2: Sohlstaffelung im Oselitzenbach

Jahre 1988 sollte der Hangfuß der Großhanggleitung kaum mehr erodiert werden können. Die danach aufgetretenen Hochwasserereignisse führten im Felskanal aber zu einer Eintiefung zwischen 2 und 5 m und in Folge zu einer teilweisen Zerstörung der rechtsufrigen Leitwerke. Der Felskanal wurde daraufhin mit Sohlgurten/Grundswellen ausgestattet. Im untersten Querwerk wurde die Abflussmessstelle des BFW integriert. Die im Bereich des Kanals mündenden Kleingerinne und Entwässerungsleitungen wurden als einander überlappende Betonhalbschalen ausgeführt, die durch Stahlstangen im Untergrund gesichert werden. Diese flexible Bauweise

passt sich den Hangbewegungen gut an.

Im Anschluss an den Felskanal wurde bachaufwärts ein steiler Gerinneabschnitt mit einer Sperrenstaffelung (siehe Abb. 1.1) gegen Tiefen- und Seitenerosion gesichert. Die Querwerke müssen den rechtsufrigen Hangdruck und Hangbewegungen schadlos aufnehmen können. Aus diesem Grund wurden die rechten Flügel verschiebbar gestaltet. Oberhalb dieser Sperrenstaffelung wurden Geschiebedosiersperren errichtet (Ihrenberger, 2000).

## 2.5 Klimatische Verhältnisse

Das Einzugsgebiet wird wesentlich durch die Nähe zur oberitalienischen Tiefebene und zur Adria beeinflusst. Nur 40 km trennen den Karnischen Kamm vom Alpenrand im Süden, nur 100 km Luftlinie sind es bis zum Meer. Der Einfluss des Mittelmeeres zeigt sich auch in der Verteilung der Niederschläge. Während die Sommer verhältnismäßig trocken sind, ist das Einzugsgebiet Oselitzenbach durch häufige, herbstliche extreme Dauerniederschläge und seinen Schneereichtum im Winter bekannt (Gartner – schriftliche Mitteilung, 2020).

## 2.6 Messmethodik

### 2.6.1 Temperatur

Die Basismessstelle des BFW (Station Pumpenhaus, 980 m ü. A.) war mit einem Thermohygrographen ausgestattet, der den Tagesgang sowohl der Temperatur als auch der Luftfeuchtigkeit auf Diagrammblättern (bis Oktober 2002) aufzeichnete. Die Tageswerte von Temperatur- und Luftfeuchtigkeit umfassen jeweils den Zeitraum 0 Uhr bis 24 Uhr. Es stehen Tagesmittel, Tagesminimum und Tagesmaximum (Tab. 3.1) für den Zeitraum 1988-2020 zur Verfügung. Ab dem Oktober 2002 sind diese an der Station Pumpenhaus, Tressdorfer Alm und Tröpolacher Alm auch in höherer Auflösung verfügbar.

### 2.6.2

Tab. 2.1: Evidenzdaten der Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet Oselitzenbach (O... Ombrograph T... Totalisator)

Station Name:	Seehöhe m ü. A.	Auswertungszeitraum		Temp.	Niederschlag	
		Beginn:	Ende:		O	T
Pumpenhaus	980	19.08.1988	07.04.2021	ja	ja	
Lawinengalerie	1360	01.06.1989	13.10.1995	nein	ja	
Rudnigalm	1630	21.07.1987	28.09.1995	nein	ja	
Tressdorfer Alm	1595	26.05.1988	20.05.2019	ja	ja	
Tröpolacher Alm	1658	16.11.2003	07.07.2021	ja	ja	
	1640	06.09.1988	28.10.1998	nein		ja
Rudnigalm	1630	23.07.1987	30.10.1996	nein		ja
Gartnerkofel	1900	29.01.1987	26.05.1999	nein		ja

### 2.6.3 Niederschlag

Bei Start des Messbetriebs 1988 wurden an sechs Punkten im Einzugsgebiet insgesamt acht Niederschlagsmessstationen betreut. Die Lage der Messstationen ist aus Abbildung 2.1 ersichtlich, zusätzliche Informationen, u.a. zum Beobachtungszeitraum finden sich in Tabelle 2.1.

Die Station „Pumpenhaus“ wurde seit 1988 als Ganzjahresmessstelle mit kontinuierlicher Aufzeichnung betrieben. Schon vor der Umstellung auf eine Niederschlagswage im Jahre 2003 konnten - durch den Einsatz eines beheizbaren Ombrographen mit Wippensystem - auch Niederschläge in fester Form registriert werden. Die anderen Messstellen waren entweder Totalisatoren oder Sommermessstellen (genaue Aufzeichnungszeiträume siehe Anhang B). Die zusätzlichen Sommermessstationen sollten das Messnetz verdichten, um kleinräumige Starkregenereignisse (konvektive Niederschläge) besser zu erfassen.

Die parallel geführten Messungen des Niederschlags mit Totalisatoren erwiesen sich für die Korrektur der Ombrographendaten als wichtig. Die Messgeräte wurden wöchentlich kontrolliert und im turnusmäßigen Außendienst in einem ungefähren Abstand von 4 Wochen gewartet. Eine Reduktion von Messlücken wurde ab dem Jahr 2003 gleichzeitig mit der Umstellung auf Datenlogger durch den Einsatz der Funk-Fernübertragung der Messdaten erreicht.



Abb. 2.3: Station Tressdorfer Alm nach starken Schneefällen im Jahr 2014

#### 2.6.3.1 Schneemessung

Maximale Schneehöhe und Schneedeckendauer wurden mit einem Schneesensor der Firma Sommer (USH8) an der Station Tressdorfer Alm im Zeitraum 2009 bis 2019 erhoben. Abb.2.3 zeigt eine Extremschneehöhe, die fast bis zum Sensor reicht.

#### Händische Schneemessungen:

Die Datensätze stammen aus Erhebungen an insgesamt 15 Schneemesslinien im Zeitraum 1986-2007. Die Lage der Schneemesslinien ist in Abbildung 2.4, die Bezeichnung

Tab. 2.2: Lage und Kennwerte der Schneemesslinien

86-98	Lage	Art	m Ü. A.	Exposit.	Neigg. (%)
1	Gartnerkofel	Freifl.	1730	WNW	13
2	Gartnerkofel	Piste	1720	W	12
3	Alpenhof Plattner	Piste	1560	NNW	30
4	Alpenhof Plattner	Wald	1560		0
5	Sonnleit'n	Freifl.	1340	NO	30
6	Sonnleit'n	Wald	1340	NO	38
7	Bodensee	Wald	1100		0
9	Pumpenhaus	Wald	1000	WNW	15
10	Pumpenhaus	Wald	1000		0
11	Abflussmessstelle	Wald	820	NNO	50
12	Abflussmessstelle	Freifl.	820	N	25
13	Rudnigalm Bergstat.	Piste	1670	NO	22
14	Rudnigalm Bergstat.	Freifl.	1670	NNO	18
15	Rudnigalm Talstat.	Piste	1370	NNO	5
16	Rudnigalm Talstat.	Freifl.	1370	O	7

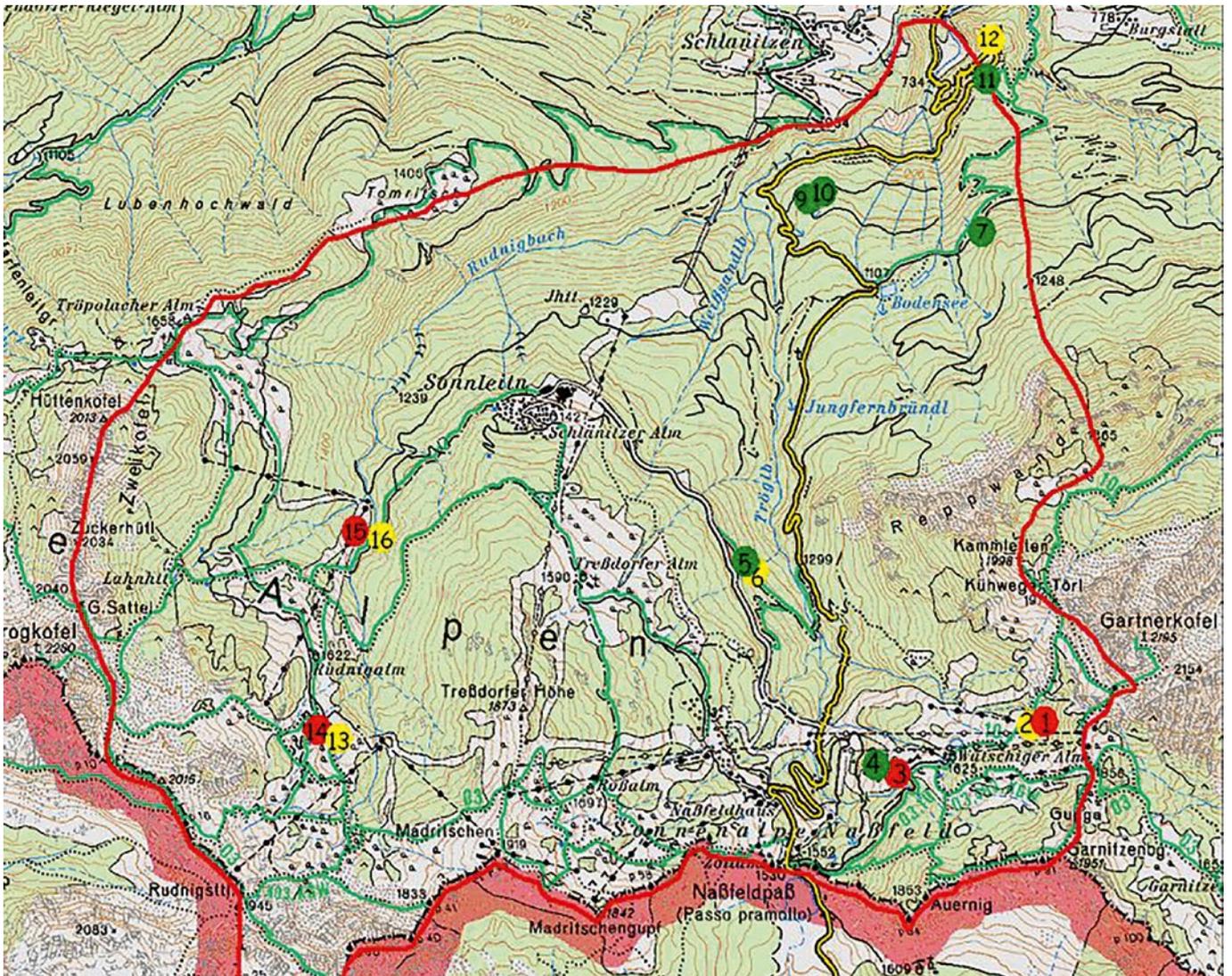


Abb. 2.4: Lage der Schneemesslinien im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches. Beschreibung siehe Tabelle 2.2.; rote/gelbe Punkte = Freifläche bzw. Piste, grüne Punkte = Wald.

und Kennwerte der einzelnen Aufnahmeorte zusammenfassend in Tabelle 2.2 dargestellt. Die teilweise unterschiedliche Steilheit und Exposition der Aufnahmeorte der einzelnen Messlinien ist bei der Gegenüberstellung und Interpretation der Messdaten von Bedeutung (Hagen und Lang, unveröffentlicht).

Vom Winter 1986/87 bis zum Winter 2012/2013 wurden die Messstellen im 14-tägigen Intervall beprobt, danach die Beprobung für die Hälfte der Punkte eingestellt und die andere Hälfte im wöchentlichen Intervall erhoben. Im Jahre 2007 wurden einige Schneemesslinien aufgrund von Schipistenerweiterungen verlegt.

Ergebnisse zur Schneedeckenentwicklung im Projektgebiet werden in Kapitel nur kurz angerissen. Dazu befindet sich eine eigene Publikation in Vorbereitung.

#### 2.6.4 Abflussmessung

In einer Zusammenarbeit von WLW und BFW wurde eine Abflussmessstelle am unteren Ende des Felskanals ein-

gerichtet. Die Lage dieser Abflussmessstelle ist aus Abbildung 2.1 ersichtlich.

Das Messwehrdesign fußt auf Erfahrungen aus anderen Monitoring-Gebieten und besteht im Wesentlichen aus einem vorgelagertem Beruhigungsbecken und einem trapezförmigen Messgerinne mit anschließendem vollkommenem Überfall. Damit werden annähernd stationäre Fließbedingungen im Messgerinne erreicht und Rückstauwirkungen vermieden. Die Seitenkanten des Trapezes reichen bis in eine Höhe von 2.80 m und haben einen Anzug von 1:2. Die Abflussmesssektion ist zum Teil mit Stahlplatten verkleidet und hat eine Längsneigung von 1 %. Es wurden stichprobenweise Fließgeschwindigkeitsmessungen mit Hilfe hydrometrischer Flügel durchgeführt. Anhand dieser Messungen wurde ein Pegelschlüssel für die Messstelle erstellt. Mit Hilfe dieses Pegelschlüssels erfolgt die Umrechnung der Wasserstände in Durchflussmengen, die aber insbesondere für hohe Wasserstände mit Unsicherheiten behaftet sind.



Abb. 2.5: Messwehr ab 2013 – Abflussmessstelle an der Nicolaibrücke mit Radarpegel

Der Wasserstand wurde anfangs über einen Schwimmer in einem seitlichen Schacht erfasst und von einem selbstschreibenden Gerät permanent aufgezeichnet.

Im Oktober 2013 wurde die Messstelle modernisiert und mit einer auf einem Kragarm (siehe Abb.2.5) angebrachten Radarmessgerät ausgestattet. Ein Kraftwerk leitete ab 2014 ca. 100 Höhenmeter oberhalb Wasser aus dem Bachbett ab. Die Daten der abgeleiteten Wassermengen wurden vom Kraftwerk an die Messstelle gemeldet und dort zum Gesamtdurchfluss gerechnet.

### 3. Kommentierte Messergebnisse

#### 3.1 Temperatur

In Tabelle 3.1 finden sich Temperaturkennwerte für die Station Pumpenhaus.

Die Mittelwerte, die Maxima und die Minima der Tagestemperaturen für die einzelnen Monate des Beobachtungszeitraumes sind in Anhang A angeführt.

Absolut frostfrei waren während des Beobachtungszeitraumes 1988-2020 nur die Monate Juni, Juli und August.

Um einen Vergleich zu den Messergebnissen des Hydrographischen Dienstes in Österreich zu ermöglichen, sind in Tabelle 3.2 die Monatsmittel der BFW-Station Pum-

penhaus jenen der im Gailtal nächstgelegenen Temperaturmessstellen (Reisach und Waidegg) des hydrographischen Dienstes Kärnten (Hydrographischer Dienst in Österreich, 2004) gegenübergestellt.

Im Jahresdurchschnitt ist die Temperatur der um über 300 m höher gelegenen Station Pumpenhaus um beinahe 2 °C niedriger als die der Stationen im Tal, während der Sommermonate liegt sie um rund 3 °C tiefer. In den Monaten Jänner und Dezember sind die Durchschnittstemperaturen an der Station Pumpenhaus bedingt durch Inversionswetterlagen höher als an den Vergleichsstationen im Tal.

Anzumerken ist, dass der Hydrographische Dienst, der die Stationen Reisach und Waidegg betreibt, seine Tagesdurchschnittswerte aus dem arithmetischen Mittel von Früh-, Mittags- und Abendmessung ermittelt, das BFW die Tageswerte jedoch aus dem Mittel der Einstundenwerte errechnet, was die Vergleichbarkeit der Werte beeinflusst.

Wie Abbildung 3.2 zeigt, stiegen sowohl die durchschnittlichen als auch die maximalen Jahrestemperaturen im Beobachtungszeitraum deutlich an, während sich die Minimum-Werte kaum veränderten.

Betrachtet man die Temperaturverläufe des Beobachtungszeitraumes differenziert nach Jahreszeiten (siehe Abb. 3.3), zeigt sich ein teilweise unterschiedlicher Verlauf. Die maximalen Tagestemperaturen im Frühling steigen geringer als die des ganzen Jahres. Im Winter

Tab. 3.1: Extrem- und Mittelwerte der Tagestemperatur an der Station Pumpenhaus (Beobachtungszeitraum 1988-2020)

1988-2020	Mittel (°C)	Höchstwert (°C)	Tiefstwert (°C)
Maximum	7.9	36.4	-9.5
Datum	1994	27.06.2019	27.12.2020
Mittel	6.4	30.2	-13.2
Minimum	3.9	24.2	-18.3
Datum	1991	27.08.1997	06.02.1991, 01.03.2005

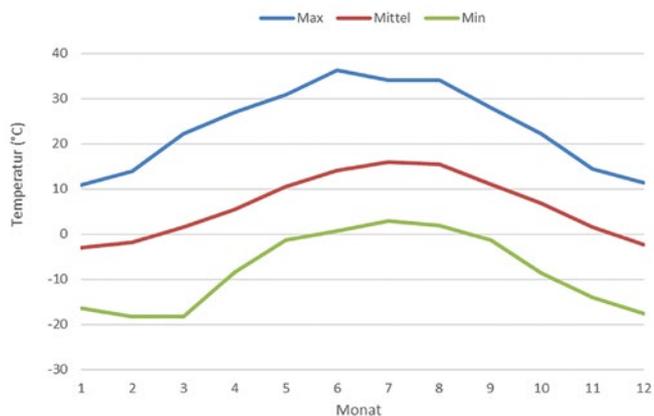


Abb 3.1 zeigt die Mittelwerte, Maximal- und Minimalwerte aus den Jahren 1988-2020 (ohne Messausfälle).

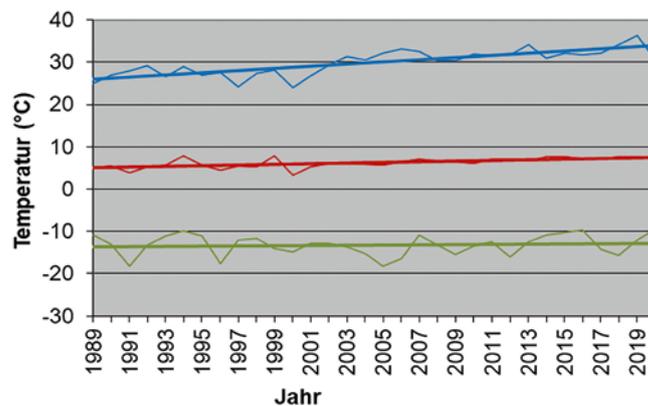


Abb. 3.2: Verlauf und Trend der jährlichen Extrem (Max: blau, Min: grün) und Mittelwerte (rot) der Jahrestemperatur an der Messstelle Pumpenhaus (Beobachtungszeitraum 1989-2020)

Tab. 3.2: Monatsmittelwerte der Temperatur an der BFW-Station Pumpenhaus und der Stationen Reisach, Waidegg des hydrographischen Dienstes Kärnten (Beobachtungszeitraum 1991-2000)

Station	Höhe (m)	Monatsmittelwerte der Temperatur (°C) 1991-2000											
		Jän	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez
Pumpenhaus	980	-3.0	-2.5	1.1	4.5	9.7	12.6	14.8	15.0	10.7	5.4	1.1	-3.0
Reisach	646	-3.7	-1.3	3.6	7.4	12.6	16.0	17.7	17.7	13.0	7.6	2.1	-3.4
Waidegg	635	-3.9	-0.9	3.8	7.3	12.6	15.5	17.2	17.4	12.8	7.2	1.3	-3.9

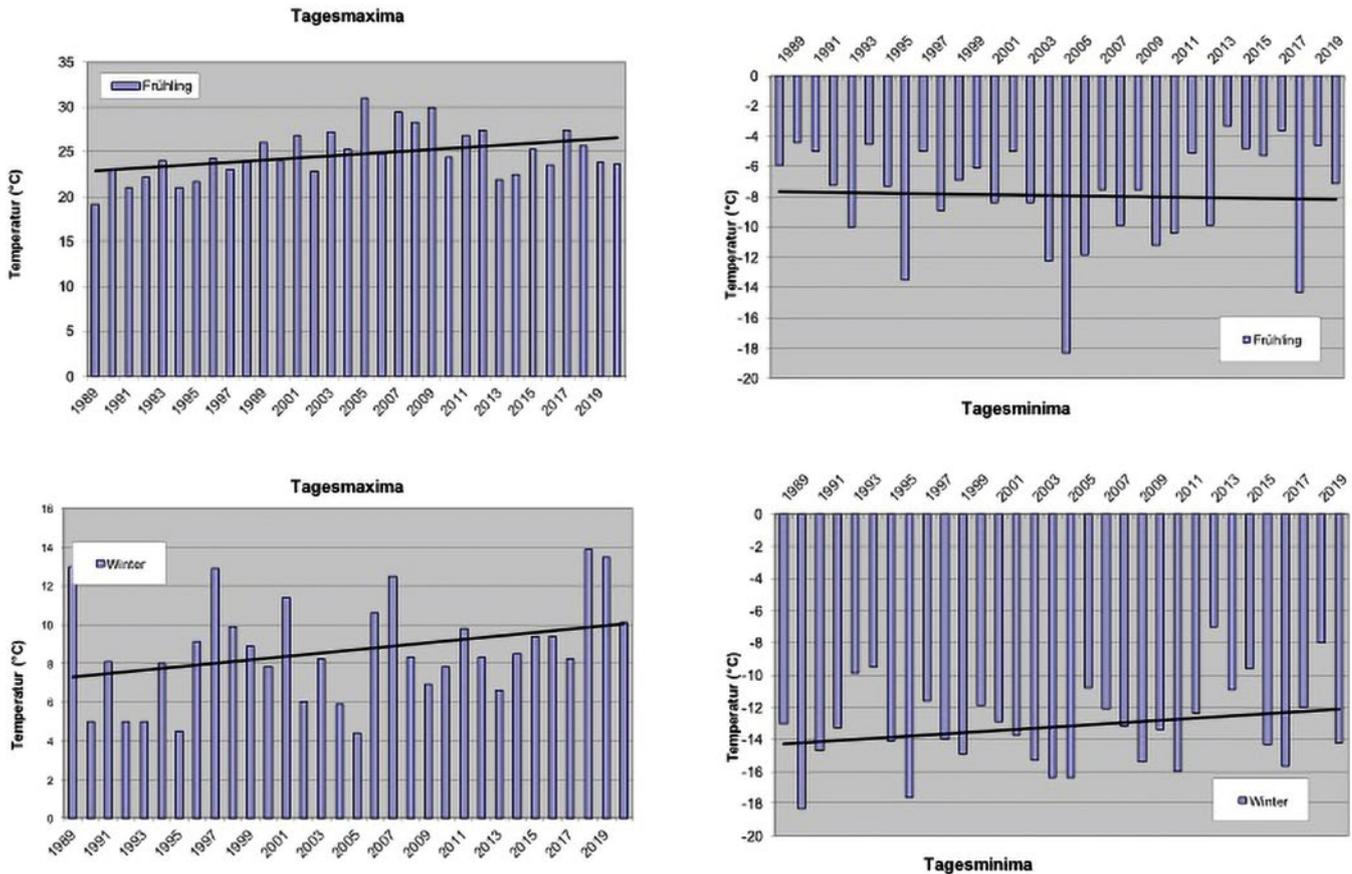


Abb. 3.3: Verlauf und Trend der Extremwerte der Temperatur an der Messstelle Pumpenhaus im Frühling und Winter (Beobachtungszeitraum 1989-2020)

entsprechen sie dagegen annähernd jener des Gesamtjahres. Im Winter steigen auch die Tagesminima der Temperatur im Verlauf der Jahre, nur im Frühling sinken diese etwas ab (Abb. 3.3 - rechts im Bild). Auch im Sommer und im Herbst sind die Tagesminima über den Zeitraum der Beobachtungsperiode gestiegen (nicht abgebildet).

## 3.2 Niederschlag

### 3.2.1 Jahresniederschläge

Die Jahresniederschlagssummen aller Messstellen (1988-2020) zeigt Tabelle 3.3, für die Station Pumpenhaus wurden die Jahressummen sowohl für die hydrologischen als auch die kalendarischen Jahre zusammengestellt. Die Jahressummen über den Zeitraum hydrologischer Jahre wurden gebildet, damit dem Abflussgeschehen während der Schneeschmelze vergleichbare - d.h. im selben hydrologischen Jahr gefallene - Niederschlagssummen zugeordnet werden können.

Um einen Vergleich der Messwerte der Ganzjahresmessstellen Pumpenhaus - und ab 2004 auch der Stationen Tressdorfer Alm und Tröpolacher Alm - zu den Sommermessstellen zu ermöglichen, wurden zusätzlich für diese Stationen die Niederschlagssummen für die Monate Juni bis einschließlich September gebildet, da die Som-

mermessstellen in diesen Monaten Daten lieferten. Diese sind ebenfalls in Tabelle 3.3 angeführt.

Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme über den Beobachtungszeitraum 1989-2020 betrug an der Basismessstelle Pumpenhaus 1829 mm (Kalenderjahr). Mittels einer linearen Ausgleichsfunktion lässt sich derzeit ein positiver Trend der Niederschläge feststellen (vgl. Abbildung 3.4). Die höchste in einem Kalenderjahr aufgezeichnete Jahresniederschlagssumme an der Station „Pumpenhaus“ (2950 mm) aus dem Jahr 2019 liegt um den Faktor 3,3 über der niedrigsten Niederschlagssumme aus 1997 (905 mm) des Beobachtungszeitraumes. Maximale Jahresniederschlagssummen wurden bei den erst im Jahr 2004 in Betrieb genommenen, höher gelegenen Ganzjahresmessstationen „Tressdorfer Alm (2014)“ und „Tröpolacher Alm (2019)“, mit 3230 mm bzw. 3525 mm verzeichnet.

Wie aus Tabelle 3.3 ersichtlich, ist das Jahr des niederschlagsärmsten Sommers (1997) an der Station Pumpenhaus, über das Gesamtjahr gesehen, auch das Trockenste des gesamten Beobachtungszeitraums gewesen. Im Jahr 2020 (höchste Sommerniederschlagsmenge 1027 mm an der Station Pumpenhaus) erreichte die Gesamtjahresniederschlagssumme den vierthöchsten Wert des Beobachtungszeitraumes 1988-2020. Im niederschlagsreichsten Jahr (2019) - am Pumpenhaus wie auch an der Station

Tab. 3.3: „Jahresniederschlagssummen“ der BFW-Messstationen im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches (Beobachtungszeitraum 1988-2020)  
 Werte in Klammer: bei Ganzjahresmessstelle, wenn < 345 Tage Messaufzeichnungen, bei Sommermessstelle: wenn < 90 Tage Messaufzeichnungen  
 Max, Mittel, Min. ohne Berücksichtigung von Jahren mit Messausfällen  
 \*... Tressdorfer Alm ab 2004 ganzjähriger Betrieb, Werte von Juni-Sept.  
 \*\*... Tressdorfer Alm wurde am 20.05.2019 eingestellt

Jahr	Summen der Niederschläge in mm							
	Ganzjahresbetrieb				Betrieb während des Sommerhalbjahres			
	Pumpenhaus Hydr. Jahr	Pumpenhaus Kal.Jahr	Tressdorfer Alm**	Tröpolacher- alm	Lawinengalerie	Rudnigalm	Tressdorfer Alm *	Pumpenhaus Juni-Sept.
1988		(522)				653	855	
1989	1618	1815			808	799	755	681
1990	1500	2294			1032	936	632	749
1991	2411	1537			965	1051	592	457
1992	1384	1762			833	896		476
1993	1557	1768			1188	1244	1194	769
1994	1997	1518			1124	1120	1087	721
1995	1481	1276			477	472	446	506
1996	1437	2002						615
1997	1562	905					890	306
1998	1283	(1171)					1532	800
1999	(1103)	1594					1701	629
2000	1302	1928					1497	318
2001	2528	1521					926	527
2002	1225	1889					1362	654
2003	(1744)	(1576)					1448	(402)
2004	1881	1797	1999	(1823)			734	625
2005	1499	1292	1489	1399			696	610
2006	1622	1653	1790	1764			569	486
2007	1596	1440	1551	(904)			723	656
2008	1722	2523	2736	2773			830	752
2009	2474	1932	2077	2202			785	674
2010	1638	1939	2279	2245			694	616
2011	2003	1586	1789	1696			925	837
2012	1381	2143	2843	2755			1304	869
2013	2378	1903	2246	2160			469	399
2014	2594	2565	3230	2863			855	767
2015	1520	1158	1488	1478			761	648
2016	1922	1996	2268	2203			790	709
2017	1539	2109	2188	2162			872	771
2018	2097	1731	2067	2004			502	398
2019	2499	2950		3525				745
2020	2478	2341		2693				1027
Maximum	2594	2950	3230	3525	1188	1244	1701	1027
Mittel	1804	1829	2136	2133	918	896	911	639
Minimum	1225	905	1488	1399	477	472	446	306

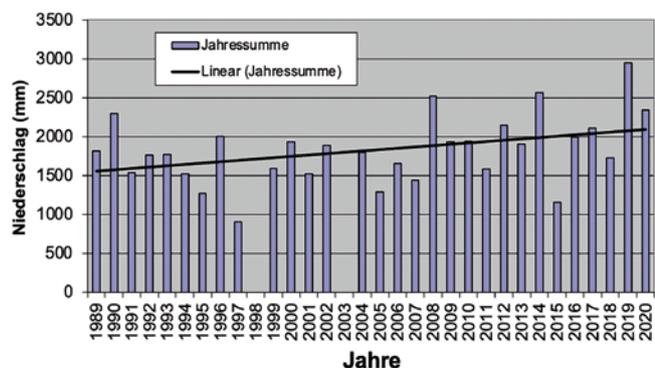


Abb. 3.4: Verlauf und Trend der jährlichen Niederschläge (Messstelle Pumpenhaus; Beobachtungszeitraum 1989-2020). 1998 und 2003 unvollst. Messreihe, daher nicht berücksichtigt

Tröpolacher Alm - lagen die Sommerniederschlagsmengen an allen Messstationen im Durchschnitt. Dies lag an den hohen Niederschlagsmengen im Februar und November.

Betrachtet man den jeweiligen Trend der Niederschlagssummen, getrennt nach Jahreszeiten (Abb. 3.5), ergibt sich im Winter und im Sommer ein deutlicher Anstieg, dieser ist im Frühling gering, im Herbst ist keine Veränderung der Niederschlagssummen zu beobachten. Der Trend ist durch die niederschlagsreichen Wintermonate der Jahre 2000, 2008, 2013, 2017, 2018 und 2020 ausgeprägt (siehe dazu auch Anhang C). In den Herbstmonaten ist die Variabilität der Niederschlagsmengen besonders hoch (Oberitalientiefs). In den Jahreszeiten

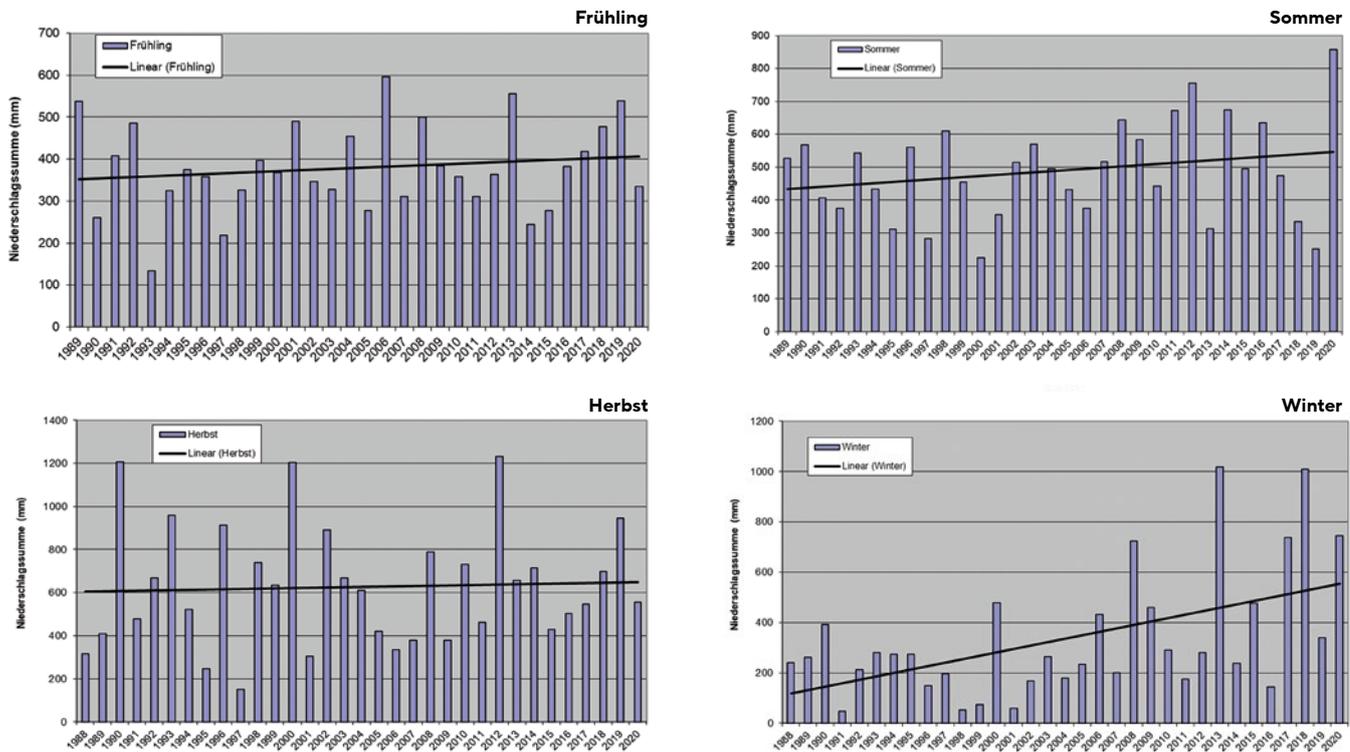


Abb. 3.5: Verlauf und Trend der Niederschläge in den vier Jahreszeiten (Messstelle Pumpenhaus; Beobachtungszeitraum 1989–2020)

Frühling, Sommer und Herbst zeigen sich im Messzeitraum keine Trends.

In den drei meteorologischen Sommermonaten Juni bis August fallen an der Station Pumpenhaus im Mittel ca. 37 % des Jahresniederschlags.

Tabelle 3.4 stellt die acht Jahre, welche an der Basismessstelle „Pumpenhaus“ als die niederschlagsreichsten identifiziert wurden, jenen der Nachbarstationen des hydrographischen Dienstes gegenüber (Hydrographischer Dienst 1994 bzw. 2004).

Wie Tabelle 3.4 zeigt, wurden nur zwei der acht höchsten Jahresniederschlagssummen an der Basismessstelle „Pumpenhaus“ vor dem Jahr 2000 verzeichnet. Mit einer Ausnahme verzeichneten die gegenüber der Basismessstelle tiefer gelegenen Messstationen (Höhendifferenzen zwischen 325 m und 345 m) auch niedrigere Jahresniederschlagssummen. Die Unterschiede betragen dabei teilweise über 30 %. Nur im Jahr 2012 erreichte die Niederschlagssumme der Station „Tröpolach“ einen Wert auf

ungefähr gleichem Niveau. Die um 550 m höher gelegene Station „Nassfeld“ des hydrographischen Dienstes Kärnten weist bis auf das Jahr 2017 durchgehend höhere Jahresniederschlagssummen auf als die Basismessstation des BFW, wobei die maximale Differenz im Jahre 1996 erreicht wurde, in welchem die Jahressumme um fast 40 % über jener der Station „Pumpenhaus“ lag. Die Station Reisach des HD wurde nach 1996 aufgelassen.

### 3.2.2 Monatsniederschläge

Abbildung 3.6 veranschaulicht die Verteilung der Niederschläge an der Messstelle Pumpenhaus im Jahresverlauf. Es sind Mittel- und Extremwerte der Monatssummen dargestellt.

Die Verteilung der durchschnittlichen Niederschläge zeigt einen ausgeprägten Schwerpunkt in den Monaten Oktober und November, während Jänner und Februar vergleichsweise niederschlagsarm waren. Der Maximalwert im Februar war ein einmaliges Ereignis (Information HD-

Tab. 3.4: Gegenüberstellung der acht höchsten Jahresniederschlagssummen an der Basismessstelle Pumpenhaus und der zugehörigen Messwerte an den benachbarten Stationen des hydrographischen Dienstes Kärnten. Die fett gedruckten Werte zeigen die jeweiligen Maximalwerte der Stationen an.

Jahresniederschlagssummen in mm									
Station	Seehöhe	2019	2014	2008	2020	1990	2012	2017	1996
Pumpenhaus	980m	<b>2950</b>	2565	2523	2341	2294	2143	2109	2002
Reisach	646m					1505			1790
Waidegg	635m	1882	2116	1885	1870	1548	2081	1483	1899
Nassfeld	1530m		2649	2558		2317	2611	2091	2765
Tröpolach	655m	<b>1917</b>	2281	2083	1884		2149	1559	

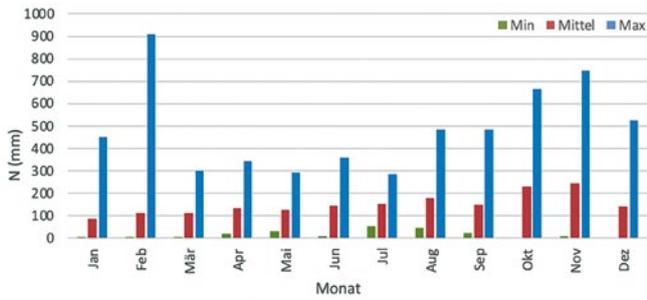


Abb. 3.6.: Jahresgang der maximalen (blau), mittleren (rot) und minimalen (grün) monatlichen Niederschlagssummen (Messstelle Pumpenhaus; Messperiode 1989-2020)

Kärnten). Außergewöhnlich hohe Monatssummen der Niederschläge traten aber auch in diesen beiden Monaten auf. Ausgelöst werden diese Extremniederschläge häufig von Oberitalientiefs, welche durch orographisch bedingte Aufgleitprozesse eine entsprechende Verstärkung erfahren und im gesamten Süden des Bundesgebietes häufig für schwere Niederschläge verantwortlich sind. Diese Wetterlagen treten nicht regelmäßig auf. Bei ihrem Ausbleiben können daher auch die Monaten Oktober und November ausgesprochen trocken verlaufen.

In Tabelle 3.5 sind die 25 Monate, in denen mehr als 400 mm Niederschlag an mindestens einer Messstation des BFW im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches im Beobachtungszeitraum registriert wurden, aufgelistet und

Tab.3.5: Monatsniederschlagssummen über 400 mm an den BFW-Messstationen im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches im Vergleich zu den Messwerten nahe gelegener Stationen des hydrographischen Dienstes in Österreich (Beobachtungszeitraum 1989-2020) Die höchste Niederschlagssumme jeder Jahresmessstation ist fett gedruckt dargestellt.

Jahr	Monat	Stationen BFW					Stationen Hydrographischer Dienst			
		Pumpenhaus	Lawinengalerie	Rudnigalm	Tressdorfer Alm	Tröpolachermalm	Reisach	Waidegg	Tröpolach	Nassfeld
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1990	11	703.7					454	366		555
1992	10	400.9	392.9	353.4			318	323		463
1993	10	665.7	(214.9)	(295.0)	(238.6)		<b>603</b>	<b>586</b>		<b>841</b>
1996	11	598.8					497	541		781
1997	6	109.4			400.7		264	282		419
1999	10	368.6			475.9		161	159		377
2000	10	473.9			566.3		415	389		487
2000	11	636.5			(268.0)		522	500		672
2002	11	522.4			(14.2)		539	450		631
2004	10	360.1			380.1	425.2	350	388	<b>331</b>	447
2008	10	455.0			474.4	504.8		332	<b>371</b>	409
2008	12	403.3			425.7	565.6		204	241	230
2011	6	358.5			401.3	354.6		315	<b>318</b>	383
2012	9	484.6			516.0	532.7		370	<b>428</b>	445
2012	11	444.7			501.5	504.5		342	336	437
2014	1	450.4			486.7	522.1		374	345	432
2014	2	404.9			808.8	361.8		345	387	<b>510</b>
2014	11	571.4			637.9	702.0		436	468	480
2017	12	525.9			344.8	372.0		201	<b>264</b>	292
2018	10	461.1			450.7	466.0		<b>325</b>	<b>366</b>	
2019	2	<b>910.2</b>			<b>933.5</b>	<b>1135.6</b>		159		
2019	11	<b>745.3</b>				896.3		643		
2020	8	483.9				527.2		402		
2020	10	361.8				426.6		302		
2020	12	466.4				623.9		423		

Normal geschriebene Werte: kein Fehltag im Monat

Kursiv geschriebene Werte: 1-9 Fehltag im Monat

Werte in Klammer: ab 10 Fehltag im Monat

Unvollständige Messzeiträume wurden in den folgenden Analysen und Berechnungen nicht berücksichtigt.

mit den Nachbarstationen des Hydrographischen Dienstes verglichen.

Die benachbarten Messstellen des Hydrographischen Dienstes zeigen ebenfalls ein ausgeprägtes Herbstmaximum. Eine detaillierte Aufstellung aller Monats- und Jahressummen der Niederschläge ist im Anhang C angeführt.

### 3.2.3 Tagesniederschläge

Die angeführten 24-Stunden-Niederschlagssummen beziehen sich, zur direkten Vergleichbarkeit mit den Daten des HD, auf den Zeitraum von 7 Uhr des jeweiligen Kalendertages bis 7 Uhr des Folgetages.

In Abbildung 3.7 sind die an der Station „Pumpenhaus“ registrierten höchsten, mittleren und geringsten Tagesmaxima dargestellt. Eine Zusammenstellung der monatlichen Tagesmaxima, sowie der jährlichen Tagesmaxima der Niederschläge der BFW-Messstationen enthält Anhang D. Bei den Sommermessstellen werden die Werte aufgrund unvollständiger Messreihen zu Beginn und Ende der Messperiode beeinflusst.

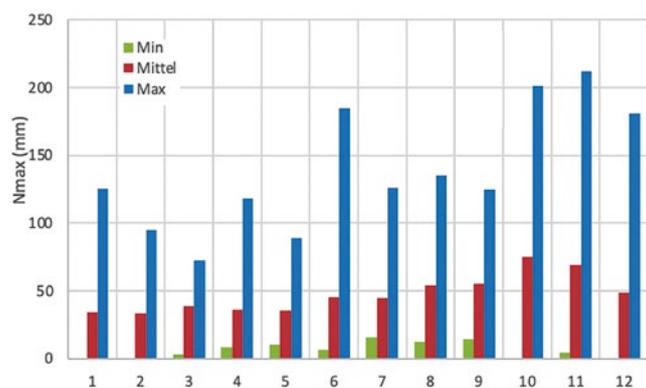


Abb. 3.7: Minimale (grün), mittlere (rot) und maximale (blau) Tagesmaxima der Niederschläge im Jahresverlauf (Station Pumpenhaus, Beobachtungszeitraum 1988-2020)

Die Tagesniederschläge sind, entsprechend der Monatsniederschlagssummen, im Oktober und November am höchsten. Abweichend vom Jahresverlauf der maximalen Monatsniederschläge, zeigt sich bei den maximalen Tagesniederschlägen (Abb. 3.7) auch eine ausgeprägte Niederschlagsspitze im Juni. Der höchste maximale Tagesniederschlag an der Station „Pumpenhaus“ wurde im November 1990 mit 212,1 mm verzeichnet, gefolgt von Oktober 1999 mit 201,2 mm und Juni 2009 mit 184,9 mm Niederschlagssumme (jeweils Dauerregen). Mit Ausnahme der Monate Februar, März und Mai wurden im Beobachtungszeitraum in allen Kalendermonaten Tagesniederschlagsmaxima von über 100 mm verzeichnet.

Die 10 höchsten Tagesniederschlagssummen der Messperiode an der Station „Pumpenhaus“ sind in Tabelle 3.6 – im Vergleich zu den Stationen Tressdorfer Alm, Tröpöcheralm und den Stationen des HD – aufgelistet.

Betrachtet man die Zeitpunkte des Auftretens der in Tab. 3.7 aufgelisteten maximalen Tagesniederschläge an der Basismessstation „Pumpenhaus“, so fallen 7 der 10 in die niederschlagsreichen Monate Oktober bzw. November. Die beiden Höchstwerte der Tagesniederschläge aus den Monaten im Oktober und im November lagen sogar über den durchschnittlichen Monatssummen der Niederschläge des Beobachtungszeitraumes von 1989 – 2020 (siehe Abb. 3.6).

Tab. 3.6 zeigt auch, dass die am süd-südöstlichen Rand des Einzugsgebietes situierte Station Nassfeld in sechs von zehn Fällen, in denen die BFW-Station „Pumpenhaus“ hohe Tagesniederschlagssummen aufwies, ebenfalls außergewöhnlich hohe Niederschläge verzeichnete, während das bei der rund 5,5 km nordwestlich der Station „Pumpenhaus“, am Fuße des Gegenhanges gelegenen Niederschlagsmessstation „Waidegg“ kaum der Fall war.

Tab. 3.6: Zehn höchste Tagesniederschläge an der Station „Pumpenhaus“ im Vergleich zu den Werten der weiteren BFW-Messstationen im Einzugsgebiet Oselitzenbach, und denen der benachbarten Messstellen des hydrographischen Dienstes in Österreich (Beobachtungszeitraum 1989-2020)

Datum	Tagesniederschlagssummen in mm							
	Pumpenhaus	Lawinengalerie	Rudnigalm	Tressdorfer Alm	Tröpöcheralm	Waidegg	Tröpolach	Nassfeld
25.11.1990	212.1					119.2		169.0
03.10.1999	201.2			252.5		54.3		195.4
14.11.1996	187.6					162.7		165.2
06.06.2009	184.9			205.8	168.1		147.5	120.0
11.12.2017	180.7			157.7	189.1	80.4	132.2	129.5
22.11.1990	171.7					98.5		120.4
29.10.2008	162.1			141.0	168.2	108.3	131.4	145.5
27.10.2018	160.8			133.5	133.5	110.0	154.0	
18.06.2011	149.4			162.2	139.5		119.0	160.6
17.10.2002	143.7			188.1				230.1

### 3.2.3.1 Jährlichkeiten der Tagesniederschläge

Da für die Bemessung von Schutzwasserbauten Ereignisse mit einer bestimmten Jährlichkeit (Auftrittswahrscheinlichkeit) zu Grunde gelegt werden, wurden mittels Gumbel-Verteilung aus der Zeitreihe der Niederschlagsmessungen an der Basismessstation „Pumpenhaus“ Niederschläge für markante Jährlichkeiten berechnet (Tab. 3.7). Die Gumbel-Verteilung ist in der Extremwerttheorie gebräuchlich, insbesondere auch in der Meteorologie und im Wasserbau, wo sie unter anderem für Abschätzung extremer Niederschläge und Hochwasserabflüsse eingesetzt wird.

Es muss in Bezug auf die Aussagekraft der Ergebnisse der Analyse berücksichtigt werden, dass die der Analyse zu Grunde gelegte Messreihe nur 32 Jahre umfasst. Die Extrapolation der Messwerte auf 150 Jahre liefert daher nur Orientierungswerte.

Die Werte sind dabei so zu interpretieren, dass z.B. ein 100-jährliches Niederschlagsereignis mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit ein Tagesmaximum zwischen 211,6 mm und 345,3 mm aufweist. Der maximal gemessene Tagesniederschlag von 212,1 mm entspricht einem rund 25-jährlichem Ereignis. Diese Jährlichkeiten passen gut zu den Jährlichkeiten des Gitternetzpunktes 6258 der ehyd-Karte des Hydrographischen Dienstes.

### 3.2.4 Schneemessungen

Tab. 3.7: Niederschlagshöhen bestimmter Jährlichkeit an der Station Pumpenhaus, ermittelt über Gumbel Analyse (Beobachtungszeitraum 1988-2020)

Jährlichkeit	Tagesniederschlag			
	Mittelwert (mm)	Standardabw. (mm)	Intervallbereich von mm bis mm	
2	111,2	7,1	97,3	125,2
5	156,0	12,9	130,7	181,2
10	185,6	17,8	150,8	220,4
25	223,1	24,3	175,5	270,6
50	250,9	29,2	193,7	308,0
100	278,4	34,1	211,6	345,3
150	299,3	37,8	225,1	373,4

Die Ergebnisse der Messungen zum Winterniederschlag werden hier nur auszugsweise wiedergegeben, es ist dazu eine eigene Veröffentlichung vorgesehen.

Die maximalen Schneehöhen an der Station Tressdorfer Alm wechseln im Beobachtungszeitraum Winter 2009/2010 bis Winter 2018/2019 stark, sie zeigen eine leichte Zunahme, die jedoch aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraumes nicht statistisch gesichert ist (Abb.3.8).

Im 10-jährigen Beobachtungszeitraum ging die Anzahl der Tage mit Schneebedeckung an der Station Tressdorfer Alm zurück (statistisch nicht gesicherter Trend – siehe Abb.3.9).

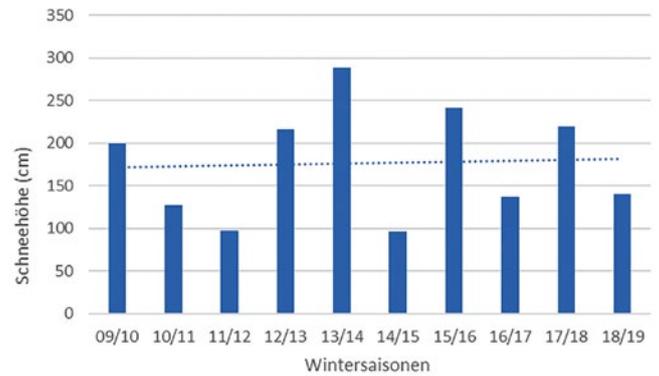


Abb.3.8: Maximale jährliche Schneehöhen Winter (09/10-18/19)

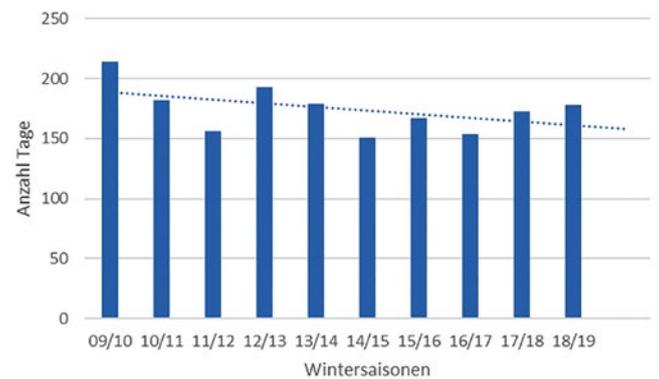


Abb.3.9: Saisonale Schneedeckendauer (09/10-18/19)

### 3.2.4.1 Schneemesslinien

Während des Erhebungszeitraumes herrschten keine ausgeglichenen klimatischen Verhältnisse. Würde man die Grafik in der Saison 98/99 in zwei Teile teilen, da in dieser Saison viele Schneemesslinien versetzt wurden, würde man im ersten Teil einen abnehmenden Trend sehen und im 2. Teil einen leicht ansteigenden Trend (statistisch jeweils nicht gesichert). So zeigt sich über den gesamten Zeitraum ein leicht abnehmender Trend für die Messlinien Linie 12 und Linie 4) und ein leicht ansteigender Trend bei Linie 1 (Abb. 3.8). Interessanterweise steigt die

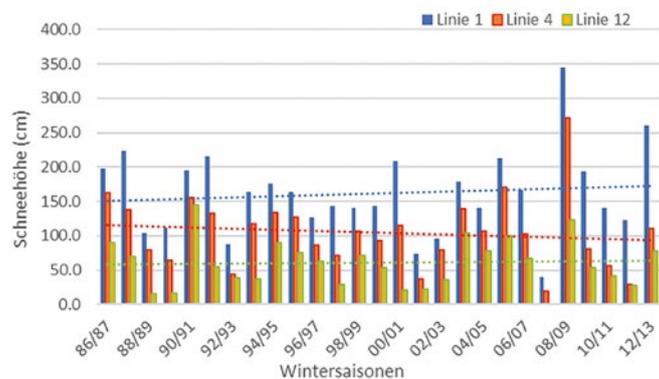


Abb.3.10. Entwicklung der maximalen jährlichen Schneehöhen (Winter 1986/87-2012/13)

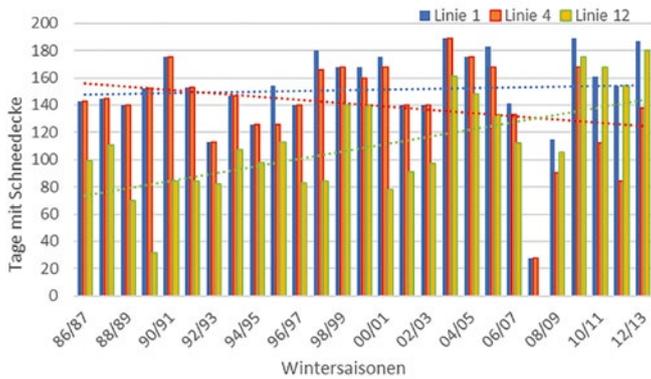


Abb.3.11: Entwicklung der saisonalen Schneedeckendauer (Winter 1986/87-2012/13)

Anzahl der Tage mit Schneebedeckung leicht (Linie 12 und Linie 1) und sinkt bei Linie 4 (siehe Abb.3.11). Informationen zur Lage der Schneemesslinien gibt Abb. 2.4. Linie 1 und Linie 12 liegen im Freiland, Linie 4 im Wald.

### 3.3 Abflussmessungen

#### 3.3.1 Jahresabflussfrachten

In Abbildung 3.12 sind die Jahresabflussfrachten der Abflussmessstelle Oselitzenbach den hydrologischen Jahressummen der Niederschläge der Station Pumpenhaus gegenübergestellt. Die Abflusskurve ist in den Jahren 1993 bis 1996 unterbrochen, da die Messstelle nach der schweren Beschädigung infolge eines Hochwassers 1993 erst 1996 wieder in Betrieb ging.

Aus den Aufzeichnungen vom 1. September 1990 bis 31. August 2020 der Abflussmessstelle Oselitzenbach ergibt sich eine mittlere Jahresabflussfracht von 50,2 Millionen m<sup>3</sup>. Klammert man von dieser Betrachtung Tage mit Messausfällen aus, so ergibt sich eine durchschnittliche Abflussfracht des gesamten Einzugsgebietes

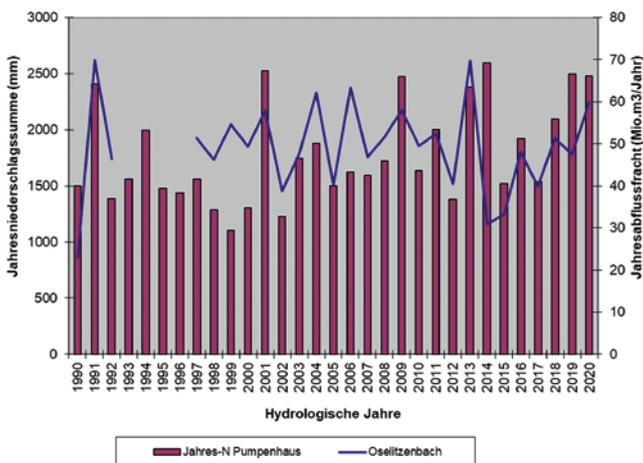


Abb. 3.12: Abflussfrachten und Niederschlagssummen im Beobachtungszeitraum 1990 bis 2020 (jeweils für die „hydrologischen Jahre“: 1. September des Vorjahres bis 31. August des Berichtsjahres)

tes von 1590 l/sec und somit eine Abflussspende von 67,2 l/(sec\*km<sup>2</sup>). Zum Vergleich: In den anderen langjährigen Testgebieten des BFW, z.B. im Einzugsgebiet Gradenbach (Lang und Hagen 1999), beträgt die Abflussspende nur 29,4 l/(sec\*km<sup>2</sup>) und im Einzugsgebiet Mödrtschbach 31,1 Lt/(sec\*km<sup>2</sup>) (Hagen und Stary 2001).

Die höchste Jahresabflussfracht wurde im hydrologischen Jahr 1991 mit 69,9 Millionen m<sup>3</sup> registriert, die geringste im Jahr 2002 mit 38,9 Millionen m<sup>3</sup>. Die Abflussfrachten korrelieren dabei gut mit den Jahresniederschlagsmengen (siehe auch Tab. 3.10). Die Schwankungsbreite der Jahresabflussfrachten (höchste/niedrigste) liegt bei 2,26.

In Anhang E sind die Durchflussganglinien der Abflussmessstelle Oselitzenbach für jedes Jahr des Beobachtungszeitraumes grafisch dargestellt.

#### 3.3.2 Monatsabflüsse

In Abbildung 3.13 sind maximalen, mittleren und minimalen Monatsabflussfrachten im Jahresverlauf dargestellt.

Sowohl bei den maximalen als auch den mittleren Abflussfrachten zeigt sich wie bei den Niederschlägen ein stark ausgeprägtes Herbstmaximum im November sowie ein schwächer ausgeprägtes Frühjahrsmaximum. Die durchschnittliche, monatliche Abflussfracht im November ist mit 5,88 Millionen m<sup>3</sup> fast 3,5-mal so hoch wie im Februar. Insgesamt wurden im Messzeitraum 27 Monate mit über 9 Millionen m<sup>3</sup> verzeichnet, zehn davon lagen im Oktober und November. Die höchste Abflussfracht weist mit 21,01 Millionen m<sup>3</sup> der November 2000 auf. Vergleicht man die Abflussfrachten der einzelnen Monate mit den durchschnittlichen Niederschlagsmengen dieser Monate (siehe Abb. 3.7), so wird deutlich, dass die Schneeschmelze speziell im Monat Mai eine bedeutende Rolle am Abflussgeschehen einnimmt.

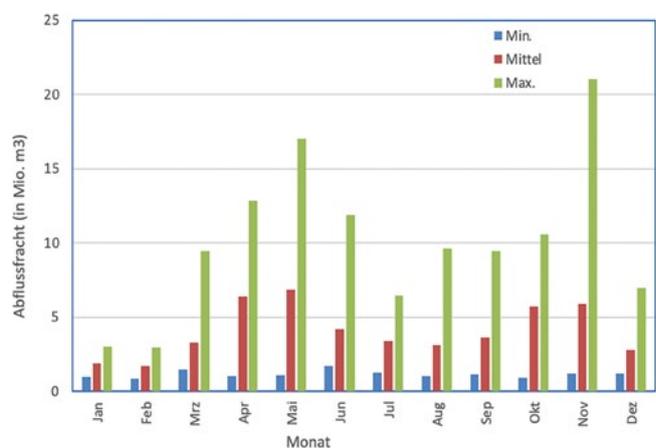


Abb. 3.13: Verteilung der maximalen, mittleren und minimalen Monatssummen der Abflussfrachten über das Kalenderjahr (Messstelle Oselitzenbach; Beobachtungszeitraum 1990-2020)

### 3.3.3 Tagesabflüsse

Die Spitzenabflüsse wurden mittels einer Gumbel-Verteilung ermittelt, die nur auf einer 32-jährigen Messreihe basiert. Die Extrapolation solcher vergleichsweise kurzen Datensätze mittels Extremwertstatistik zur Bestimmung von Bemessungsereignissen ist wie bereits erwähnt per se schon kritisch zu sehen. Zudem setzt sie konstante Bedingungen im Einzugsgebiet voraus, die aber durch den Klimawandel und die sich ändernde Landnutzung nicht gegeben sind. Die Werte können aber unter Bedachtnahme auf diese Entwicklungen und vergleichend mit anderen Informationsquellen als Orientierung dienen.

Abb. 3.14 zeigt die Unterschreitungsdauerlinie der Tagesmittelwerte des Durchflusses an der Abflussmessstelle Oselitzenbach. Die Unterschreitungsdauerlinie gibt an, an wie vielen Prozent der Tage im Jahr im Mittel ein bestimmter Durchfluss unterschritten wird (nach Fachabteilung 19A- Wasserwirtschaftliche Planung, 2008).

Von den durchschnittlich im Jahr vorkommenden 6,2 Tagen mit Abflussfrachten über 8.68 m<sup>3</sup>/s liegen 2,84 in den Monaten Oktober und November, aber kein einziger Tag im Jänner.

Tabelle 3.8 zeigt die 15 größten gemessenen Tagesabflussfrachten (0-24h), die an den jeweiligen Tagen an der Basismessstelle gemessenen Niederschlagssummen (0-24h) und den Vorniederschlag 48 bzw. 144 Stunden vor dem Ereignistag. Auch der maximale stündliche Niederschlag an den Stationen Pumpenhaus, Tressdorfer Alm und Tröpolacher Alm beim Ereignis ist angeführt.

Insgesamt wurden zweimal Tagesfrachten von mehr als drei Millionen m<sup>3</sup> verzeichnet. Vier der größten Tagesabflussfrachten sind zwei Ereignissen zuzuordnen. Die größte Tagesabflussfracht trat ebenfalls im Zuge eines Ereignisses vom 14. bis 18. November 1996 auf. Überwiegend liegen die Spitzenwerte der Tagesabflussfrachten im und um den Zeitraum, in dem auch die mittleren und maximalen Monatsfrachten hohe Werte aufweisen, nämlich im Oktober und November. Im Vergleich der Tagesniederschlagsmengen mit den Tagesabflussfrachten zeigt sich, dass nur vier dieser Tagesniederschläge höchste

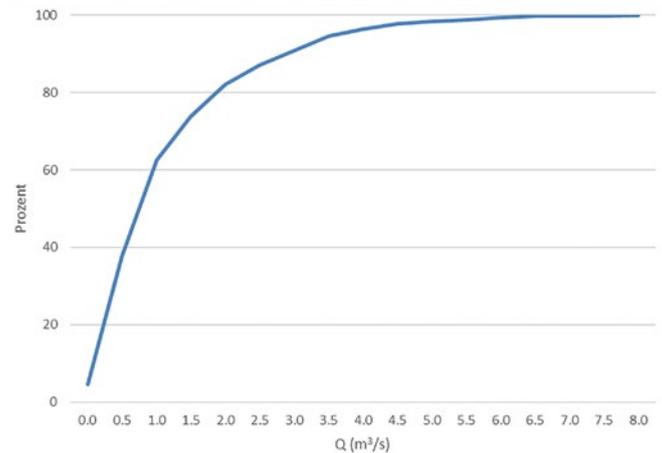


Abb. 3.14: Unterschreitungsdauerlinie der Tagesmittelwerte (Beobachtungszeitraum 1990-2020)

Tab. 3.8 Gegenüberstellung der 15 größten Tagesabflussfrachten und der Niederschlagssummen des Ereignistages, sowie der Vorniederschlagssummen und der maximale stündliche Niederschlag (Messstelle Oselitzenbach, Beobachtungszeitraum: 1990-2020)

Datum	Abflussfracht (m <sup>3</sup> )	Niederschlag (0-24 <sup>h</sup> ) (mm)			Max. Stundennieders. (mm)			konv. o. strat.
		24 h	48 h	144 h	Pump	Tress	Tröp	
14.11.1996	3,498,006	211.5	240.7	325.1	15.0			strat.
04.10.1999	3,311,202	163.5	228.0	261.4	36.5	51.5		strat.
14.11.2000	2,830,972	111.3	159.4	159.5	12.1			strat.
11.11.2012	2,577,295	119.9	123.0	123.0	10.5	9.9	11.3	strat.
05.11.2012	2,502,186	107.6	141.3	192.0	26.0	28.5	30.1	strat.
14.10.1993	2,407,112	130.1	178.0	203.4	38.2			strat.
27.04.2017	2,292,587	144.0	208.7	217.3	10.1	12.2	14.8	strat.
30.08.2020	2,280,899	75.6	244.8	256.6	31.1		36.9	strat.
29.10.2018	2,256,719	133.8	234.9	365.9	19.9	19.0	28.5	strat.
01.11.2003	2,160,140	129.5	185.9	201.3	14.6			strat.
27.09.2012	2,087,316	52.0	145.0	288.5	32.6	32.6	41.1	strat.
22.06.1996	2,084,072	153.3	183.8	189.0				strat.
06.06.2009	2,034,703	190.7	196.0	196.2	36.4	40.7	46.1	strat.
29.08.2020	2,033,739	169.2	181.0	192.8	29.4		33.2	strat.
30.10.2018	1,977,070	53.0	186.5	419.0	19.9	19.0	28.5	strat.

Tagesabflussfrachten zur Folge hatten, da die Abflussreaktion stark vom jeweiligen Systemzustand, u.a. dem Grad der Vorbefeuchtung der Böden, abhängig ist. So zeigten Bodenfeuchteanalysen (Hagen et al., 2020) an mehreren Messstationen in Tirol einen signifikanten Einfluss auf die verfügbare Speicherkapazität der Böden, in Abhängigkeit von der Vorfeuchte, auf der Plot- genauso wie auf der Einzugsgebietsebene (Schöner & Stone 2019).

Abbildung 3.15 zeigt die Häufigkeit von Tagen bestimmter Abflussfrachten (in 1000 m<sup>3</sup>) über den gesamten Beobachtungszeitraum. 62 % aller Tagesabflussfrachten lagen zwischen 50.000 m<sup>3</sup> und 200.000 m<sup>3</sup>.

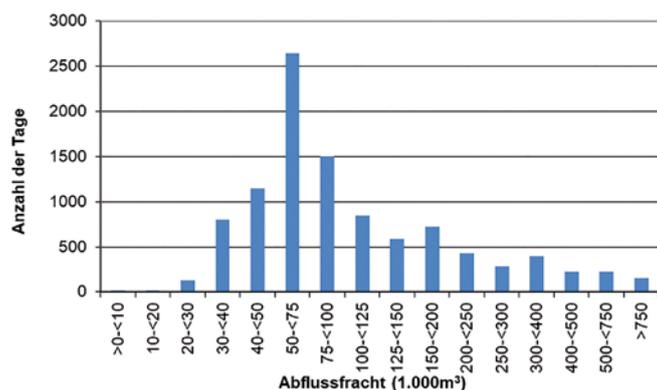


Abb. 3.15: Absolute Häufigkeiten von Tagen bestimmter Abflussfrachten (Messstelle Oselitzenbach; Beobachtungszeitraum 12/1989 bis 12/2020)

### 3.3.3.1 Berechnung von Spitzendurchflüssen mit Schätzformeln und Gumbel-Verteilung

Im Bereich der Wildbachverbauung spielen überwiegend Abflussereignisse kurzer Zeitdauer eine entscheidende Rolle. Sowohl für die Bemessung baulicher Schutzmaßnahmen als auch für die Festlegung von Gefahrenzonen sind die absoluten Spitzendurchflüsse maßgebend, die für festgelegte Jährlichkeiten abgeschätzt werden müssen. Für die Berechnung von Spitzendurchflüssen bei Hochwasserereignissen stehen folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- empirisch basiert (Schätzformeln)
- statistisch (Extremwertstatistik)
- Modellierungen

In der Praxis wird, um einen ersten Eindruck der Größenordnung zu gewinnen oder bei Projekten geringer Bedeutung, gelegentlich noch auf Schätzformeln zurückgegriffen. Mit Schätzformeln können zwar Ergebnisse mit wesentlich geringerem Aufwand gewonnen werden, diese streuen aber weit. Was für das Einzugsgebiet der Abflussmessstelle Oselitzenbach in einem Vergleich gezeigt wird. Die Formeln wurden dabei nach dem Jahr ihrer Veröffentlichung gereiht - die sich ergebenden Werte entsprechen

dem prognostizierten Hochwasserereignis (HHQ). Die für die Abflussmessstelle relevante Fläche (F) beträgt 23,64 km<sup>2</sup>. Die im Folgenden angeführten Schätzformeln sind der Arbeit von Hagen et al. (2007) entnommen:

#### 1. Kressnik (1886)

$$HHQ = a * F * 32 / (0,5 + F^{1/2})$$

$$HHQ = 141,1 m^3/s$$

a: Gebietsparameter, der gutachtlich festgelegt wird und zwischen 0,6 (sehr günstige Gebieteigenschaften) und 6,0 (sehr ungünstige) schwankt.

Annahme für den Oselitzenbach: a = 1,0

#### 2. Iskowski (1886)

$$HHQ = 10^{-3} * c_n * m * h_n * F$$

$$HHQ = 72,3 m^3/s$$

c<sub>n</sub>: Beiwert, der von der Höhenlage und der Bodenart abhängt - im Mittelgebirge liegt er zwischen 0,06 bei stark durchlässigem Boden und 0,8 bei undurchlässigen Böden.

m: Reduktionskoeffizient für die Einzugsgebietsgröße

h<sub>n</sub>: mittlere jährliche Niederschlagshöhe (mm)

Annahme für den Oselitzenbach: c<sub>n</sub> = 0,19; m = 8,8; h<sub>n</sub> = 1829mm (Station Pumpenhaus)

#### 3. Lauterburg (1887)

$$HHQ = (MQ + 2,9 * a * F * (114 / (115 + 0,05 * F) + 0,007)) * H_{n(1)} / 250$$

$$MQ = 10^{-3} * 0,03964 * a * h_n * F$$

$$HHQ_{(1)} = 38,3 m^3/s$$

$$HHQ_{(2)} = 68,7 m^3/s$$

a: Abflusskoeffizient, gutachtlich festgelegt,

h<sub>n</sub>: mittlere jährliche Niederschlagshöhe (mm)

H<sub>n(1)</sub>: größte Tagesniederschlagshöhe (mm) gemessen

H<sub>n(2)</sub>: 100-jährige Tagesniederschlagshöhe (mm) errechnet

Annahme für den Oselitzenbach: a = 0,65; h<sub>n</sub> = 1829mm;

H<sub>n(1)</sub> = 212,1mm (Station Pumpenhaus); H<sub>n(2)</sub> = 380,1mm (siehe Tab.3.12)

#### 4. Hofbauer (1916)

$$HHQ = a * 60 / F^{1/2}$$

$$HHQ = 7,4 m^3/s$$

a: Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt, der zwischen 0,25 (Flachland) und 0,70 (Hochgebirge) liegen kann

Annahme für den Oselitzenbach: a = 0,6

#### 5. Kürsteiner (1917)

$$HHQ = a * F^{2/3}$$

$$HHQ = 82,4 m^3/s$$

a: Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt, der zwischen 9 (günstige Gebieteigenschaften) und 12 (ungünstige) liegen kann

Annahme für den Oselitzenbach: a = 10

### 6. Hofmann (1921)

$$HHQ = m \cdot (F / (1 + F))^{1/3} \cdot (1 - 0,4 \cdot F^{Wald} / F)$$

$$HHQ = 25,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

m: Parameter für das Talgefälle, der zwischen 3,0 und 4,5 schwankt

$F^{Wald}$ : Waldfläche

Annahme für den Oselitzenbach:  $m = 4,0$ ;  $F^{Wald} = 12,77 \text{ km}^2$

### 7. Melli (1924)

$$HHQ = 18,5 \cdot a \cdot F^{5/6}$$

$$HHQ = 103,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

a: beträgt nach Melli im Mittel 0,4

### 8. Weyrauch - Strobel (1930)

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

$$HHQ = 31,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

$n_1$ : Parameter für Tallänge (zwischen 0,5 und 1)

$n_2$ : Parameter für Bewaldungsgrad (zwischen 0,6 und 1)

$n_3$ : Parameter für Steilheit des Geländes (zwischen 0,8 und 1)

$n_4$ : Parameter für die Durchlässigkeit des Bodens (zwischen 0,7 und 1)

Annahme für den Oselitzenbach:  $n_1 = 0,54$ ;  $n_2 = 0,8$ ;  $n_3 = 0,92$ ;  $n_4 = 0,8$

### 9. Müller (1943)

$$HHQ = 43 \cdot Y \cdot F^{2/3}$$

$$HHQ = 177,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Y: Parameter, der von der Höhenlage, Vegetationsart und Neigung abhängt (zwischen 0,05 und 0,8)

Annahme für den Oselitzenbach:  $Y = 0,5$

### 10. Wundt (1959)

$$HQ_{90\%} = 13,8 \cdot F^{0,6}$$

$$HQ_{90\%} = 92,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 11. Hampel (1968)

$$Q = 0,25 \cdot H_n / F^{0,5}$$

$$Q = 19,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$H_n$ : 100-jährige Tagesniederschlagshöhe (mm) errechnet

Annahme für den Oselitzenbach:  $H_n = 380,1 \text{ mm}$  (siehe Tab.3.12)

### 12. Hoffmann (1970)

$$HHQ = a \cdot F / (1 + F)^{1/3}$$

$$HHQ = 48,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

a: Gebietsparameter, gutachtlich festgelegt (zwischen 5 - günstige Geländeeigenschaften - und 8 - ungünstige Geländeeigenschaften)

Annahme für den Oselitzenbach:  $a = 6$

### 13. Wundt nach Länger

$$HQ_{90\%} = 92,1 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (Wundt)}$$

Mittlerer Jahresniederschlag: 1829 mm: 60 %, kurzzeitige Starkregen: selten -> Zuschlag 5 %, Interception: unbewaldet -> Zuschlag 10 %, Infiltration: Kalkgebiet -> Abschlag: 10 %, Retentionswirkung: Seen, Inundationsgebiete -> Abschlag 10 %

$$HQ = 87,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

In Tabelle 3.9 werden die Ergebnisse der Berechnungen mittels Schätzformeln zusammengefasst und einander gegenübergestellt.

Tab. 3.9: Vergleich der Ergebnisse verschiedener empirischer Ansätze zur Hochwasserabflussberechnung für das Einzugsgebiet der BFW-Abflussmessstelle Oselitzenbach

Autor	Jahr	HHQ (m <sup>3</sup> /s)
Kressnik	1886	141.1
Iszkowski	1886	73.6
Lauterburg	1887	38,2/54,3
Hofbauer	1916	7.4
Kürsteiner	1917	82.4
Hofmann	1921	25.5
Melli	1924	103.3
Weyrauch-Strobel	1930	31.6
Müller	1943	177.1
Wundt	1959	92.1
Hampel	1968	15.5
Hoffmann	1970	48.7
Wundt n. Länger	1981	87.5
Maximum		177.1

Die Tatsache, dass in viele Formeln Parameter eingehen, die lediglich gutachtlich festgelegt werden können, ist keine ausreichende Erklärung für die großen Differenzen bei der Abschätzung der Durchflussmengen, da deren Einfluss im Allgemeinen gering ist. Verändert man die Größen der Parameter, so beträgt zum Beispiel die untere Grenze der Hofbauer-Formel in diesem Gebiet 3,1 m<sup>3</sup>/s, die obere Grenze 8,6 m<sup>3</sup>/s, dagegen die Untergrenze des Durchflusses bei der Kürsteiner-Formel 7,4 m<sup>3</sup>/s und deren Obergrenze bei 177,1 m<sup>3</sup>/s.

Von größerer Bedeutung ist der Umstand, dass die Formeln teilweise in unterschiedlichen Regionen, dementsprechend auf verschiedenen Datengrundlagen und für verschiedene Einzugsgebietsgrößen entwickelt wurden. Wissensstand und Erfahrung des Anwenders sind daher ein entscheidendes Kriterium zur Beurteilung der Frage, welche der Formeln die lokalen Gegebenheiten am besten widerzuspiegeln vermag (Hagen et al. 2007). Da inzwischen bei größeren Verbauungsprojekten auf Simulationsmodelle zurückgegriffen wird und sich die Daten-

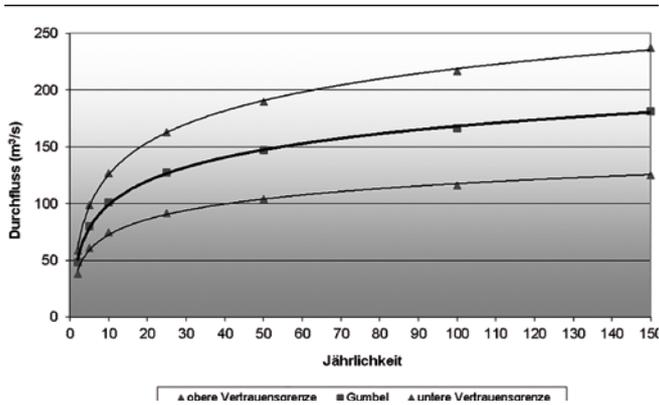


Abb. 3.16: Spitzenabflüsse bestimmter Jährlichkeit ermittelt anhand einer Gumbelanalyse, sowie der zugehörige Vertrauensbereich bei einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von 95% (Einzugsgebiet der BFW-Messstelle Oselitzenbach-Nikolaibrücke)

grundlagen wesentlich verbessert haben, können diese, je nach Art und Güte der vorhandenen Ausgangsdaten, deutlich bessere Ergebnisse liefern.

Auffallend ist, dass die vier höchsten Spitzenabflüsse gegen Ende des Messzeitraumes beobachtet wurden. Nur in vier Jahren lag der Spitzenabfluss unter einem Meter Wasserstandshöhe.

In Abb.3.16 sind die Spitzenabflüsse bestimmter Jährlichkeit, ermittelt über Gumbelanalyse, dargestellt. Die Gumbelanalyse basiert auf Jahreshöchstwerten (29 Jahreshöchstwerte). Davon lagen 25 Werte über einen Meter Abflusshöhe.

### 3.3.3.2 N/A-Modellierung mit ZEMOKOST (Beitrag von B. KOHL)

Am 30.08.2020 um 12:25 Uhr zeichnete der Pegel Oselitzensperre (HZB-Nummer: 212688) eine Abflussspitze von 86 m<sup>3</sup>/s auf. Im Gebietsschwerpunkt des Oselitzenbach Einzugsgebietes weist das Analyse- und Nowcastingsystem INCA (Geosphere Austria; 1 km x 1 km; Stundenwerte; GeoSphere Austria Data Hub) einen Niederschlagspeak von 44,8 mm/h auf. Der Vorniederschlag dieses Hochwasserereignisses war ebenso beträchtlich. Innerhalb von 87 Stunden fiel zufolge den INCA-Daten eine Regensumme von 307,6 mm auf das Gebiet.

Mit dem am BFW entwickelten Niederschlag-/Abflussmodell ZEMOKOST (ZEMOKOST V2.0 - das Hydrologie-Programm des BFW - BFW; Kohl, 2011) wurde dieses Ereignis nachgerechnet. Dafür wurden sowohl alte, aber auch rezente Grundlagen-Daten des BFW herangezogen. In mehreren Forschungsprojekten wurden unter anderem im Nassfeld (Oselitzenbach Einzugsgebiet) Beregnungsversuche durchgeführt und nach dem System von Markart et al. (2004) Abflussbeiwerte kartiert. Abbildung 3.17 (oberes Bild) zeigt eine Abflussbeiwertkartierung aus dem Jahr 2003 und eine Abflussbeiwert-Interpretation auf regionalem Maßstab, die im Rahmen einer Forschungs-

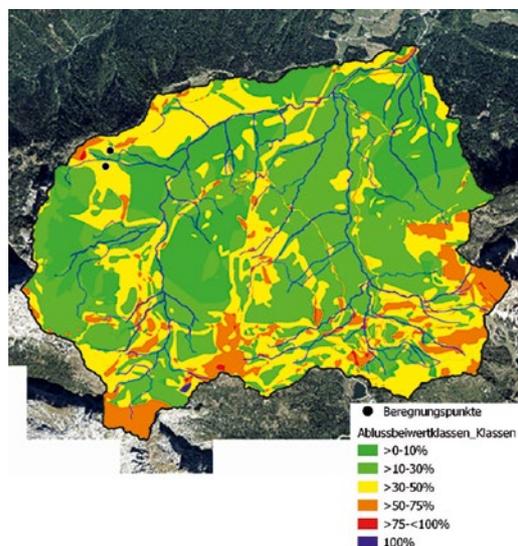
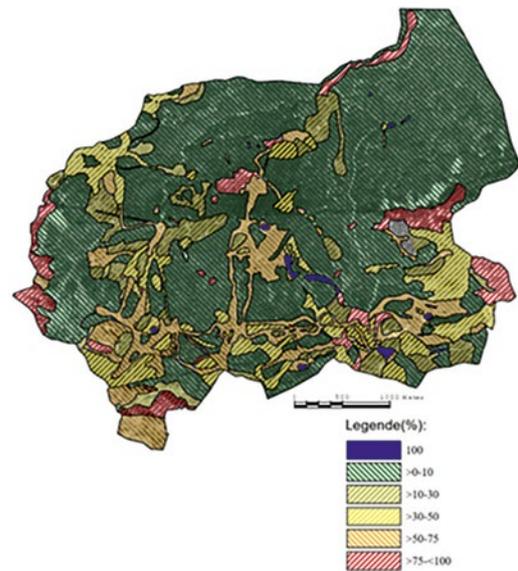


Abb. 3.17: Abflussbeiwertkartierung - oben: terrestrische Abflussbeiwertkartierung 2003, unten: Abflussbeiwert-Interpretation aus flächigen Daten 2023

operation des BFW mit dem Land Kärnten 2023 abgeleitet wurde (unteres Bild).

Dem Namen „Nassfeld“ lässt sich bereits einige hydrologische Information entnehmen. Die in Beregnungsversuchen festgestellte vorwiegend geringe Infiltrationsleistung kann gut durch die bodenphysikalischen Eigenschaften der Versuchsflächen erklärt werden

Aus der Feldansprache ergibt sich ein mit der Tiefe zunehmender Skelettanteil (Durchmesser > 2 mm), mit Werten um 25 %. Trotz der eingeschränkten Aussagekraft von Labordaten bei skelettreichen Böden (Markart 2002) lässt die Profilgrafik in Abb.3.19 (links) deutlich erkennen, dass im obersten Bodenhorizont (0 - 10 cm Tiefe) eine ausgeprägte Weidestausohle mit deutlich vermindertem Dränporenvolumen vorhanden ist.

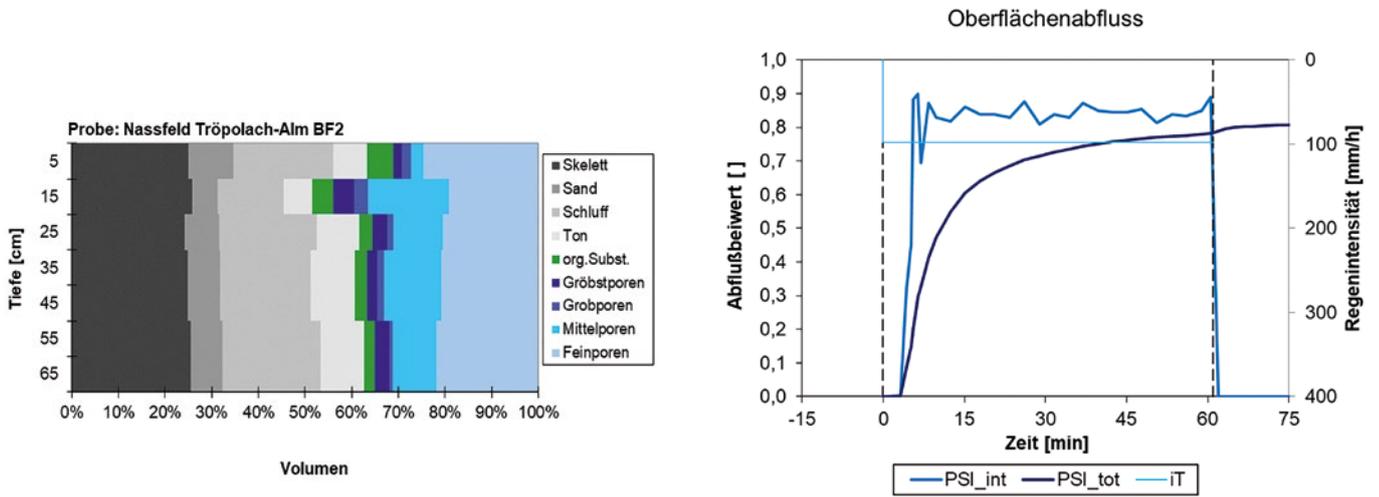


Abb.3.18: Profilgrafik(links) und Beregnungsversuch (rechts)

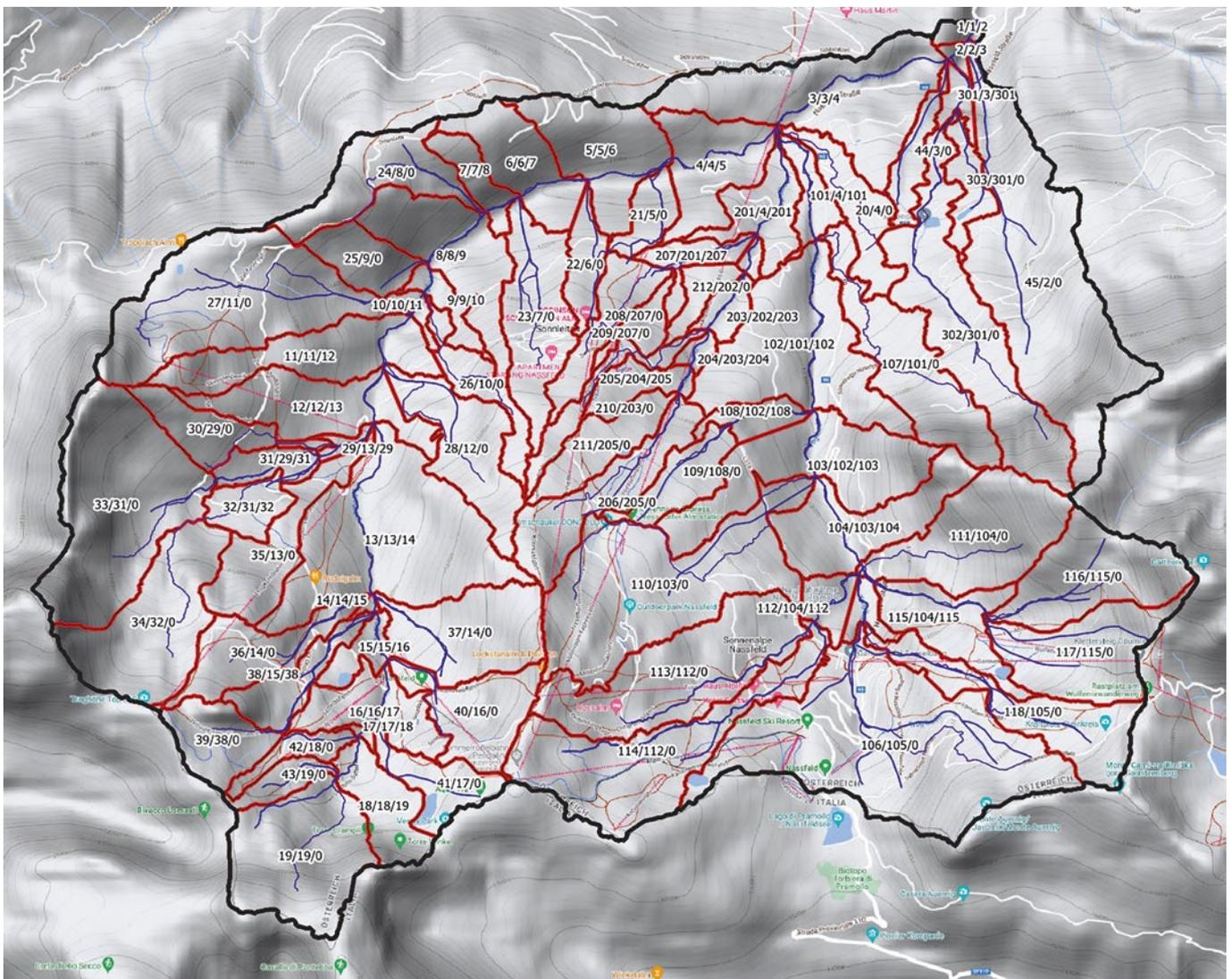


Abb.3.19: Karte des Einzugsgebietes mit den ausgewiesenen Teilgebieten für die Berechnungen mit ZEMOKOST

Lokal treten bei einem normierten Starkregen von 100 mm/h Abflussbeiwerte über 75 % auf (Abflussklasse 4; in Abb.3.18 rot dargestellt). Auch im Beregnungsexperiment konnten solche hohen Abflüsse auf Kalkbraunlehm-Böden bzw., bedingt durch die Weidestausohle, beobachtet werden (Abb.3.18, rechtes Bild). Aus Messungen mittels Georadars und Geoelektrik lässt sich schließen, dass ein Großteil des nicht oberflächlich abfließenden Niederschlags als oberflächennaher Zwischenabfluss zur Abflusswelle am Pegel Oselitzenbach beiträgt.

Für die Nachrechnung des Ereignisses vom 30.08.2020 wurde das 23,4 km<sup>2</sup> große Einzugsgebiet in 78 Teilgebiete gegliedert (siehe Abb.3.19.). Jedem Teilgebiet wurden die notwendigen Topologieparameter aus dem Geländemodell und die Abflussbildungsparameter (Abflussbeiwertklasse und Rauheitsklasse) aus den beschriebenen Kartierungen zugewiesen. Für den Zwischenabfluss wurde ohne Verwendung weiterer hydrogeologischer Daten dem Gesamtgebiet ein Abflussanteil von 60 % zugeordnet (Parameter ZAA Zwischenabflussanteil in ZEMOKOST). Für die Fließgeschwindigkeit im Untergrund wurden zwei Fließkompartimente definiert, Teilgebiete mit sehr viel Oberflächenabfluss mit sehr schnellem Zwischenabfluss (Parameter ZAF = 1 Zwischenabflussfaktor in ZEMOKOST) und die andere Hälfte der Teilgebiete mit einem deutlich langsameren Faktor (ZAF4) belegt.

Das derart aufgesetzte Modell wurde mit dem eingangs erwähnten INCA-Niederschlag im Gebietsschwerpunkt (unabgemindert) angetrieben.

In Abbildung 3.20 sind die beobachtete und die simulierte Abflussganglinie dem INCA-Input gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass das zu Grunde gelegte Abflussbildungsmodell (die Abflussbeiwert-Interpretation auf regionalem Maßstab) das Ereignis sehr gut abbildet. Weiters zeigt sich, dass der vor allem die Abflussfracht betreffende Zwischenabfluss mit einer sehr groben Kalibrierung

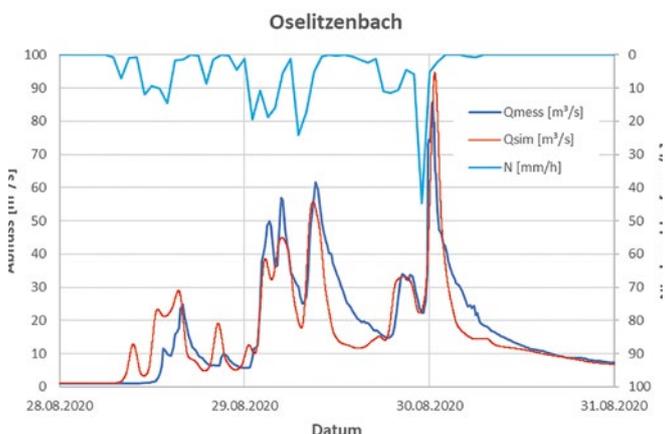


Abb.3.20: Gegenüberstellung beobachteter und mit ZEMOKOST simulierter Ganglinie auf Basis der INCA-Niederschlagsverteilung

Tab. 3.10: Gütemaße der N/A-Modellierung

Gütemaße	
Nash-Sutcliffe Efficiency (McCuen et al. 2006)	0,81
Kling-Gupta Efficiency (Gupta et al. 2009)	0,81
Kling-Gupta Efficiency, modifiziert (Kling et al. 2012)	0,79
Spearman's rank correlation (Zar 1972)	0,92

(ZAA = 60 %, ZAF = 1 und 4) eine sehr gute Übereinstimmung liefert. Tabelle 3.10 listet ausgewählte Gütemaße der Modellierung.

### 3.3.3.3 Registrierte Spitzenabflüsse am Messwehr Nicolaibrücke (Jährlichkeiten)

#### 3.3.3.3.1 Hochwasserereignis 5.11.2012

Am 5.11.2012 verzeichnete die Abflussmessstation des BFW um 04:10 h den Durchgang einer Hochwasserspitze, die 94,3 m<sup>3</sup>/sec erreichte (Abb.4.1).

Dem Tag des Extremereignisses gingen wiederholte ergiebige Niederschläge voraus, die sich innerhalb eines Monats an der Basisklimamessstation „Pumpenhaus“ auf 341 mm und an der Station Tressdorfer Alm auf 383 mm summierten.

Für den Ereignistag (bis 10 Min. vor dem Spitzendurchgang) ergeben die Auswertungen eine maximale Niederschlagsintensität von 29 mm/h und eine Niederschlagssumme von 111 mm an der Station Tressdorfer Alm. Dadurch allein kann die extreme Abflussmenge nicht hinreichend erklärt werden, vielmehr scheint intensive Schneeschmelze wesentlich am Abfluss beteiligt gewesen zu sein.

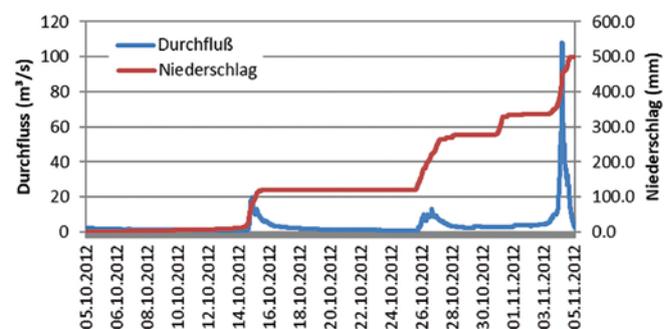


Abb.4.1: Durchflussganglinie und Niederschlagssummenlinie (Tressdorfer Alm) im direkten Vergleich

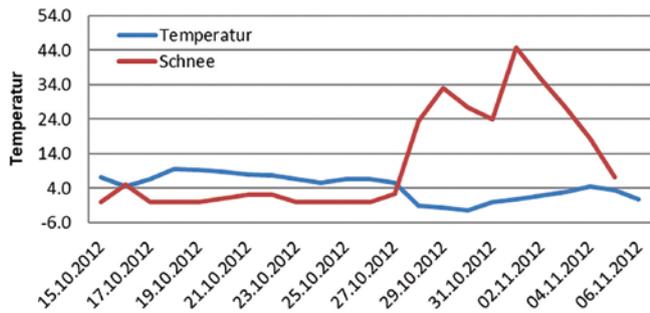


Abb.4.2: Tagesmittelwerte der Temperatur und der Schneehöhe an der Station Tressdorfer Alm (SH 1595 m) im Vorfeld des Hochwasserereignisses am 5.11.2012

An den Vortagen bildete sich im Gebiet eine beträchtliche Schneedecke in höheren Lagen (Abb.4.2). Von 27.10. bis 1.11.2012 summierten sich die Niederschläge an der Station Tressdorfer Alm auf beinahe 170 mm. Die maximale Schneehöhe an dieser Station wurde mit 51 cm am 1.11.2012 verzeichnet. Im Lauf dieses Tages erreichte die Temperatur wieder den positiven Bereich, wodurch die Schneedecke abzuschmelzen begann, besonders rasch in der Nacht von 4.11. auf 5.11.2012. Das Maximum der Lufttemperatur wurde dabei am 5.11.2012 um 6 h früh mit 10,1 °C erreicht. Gleichzeitig wurden in den letzten Stunden vor dem Hochwasserspitzendurchgang auch die höchsten Regenintensitäten verzeichnet.

Auslöser für das Hochwasserereignis war somit die außergewöhnlich rasche Freisetzung beachtlicher, in der Schneedecke zwischengespeicherter Niederschlagsmengen, hervorgerufen durch einen plötzlichen Warmwettereinbruch, begleitet von neuerlichen flüssigen Niederschlägen.

### 3.3.3.3.2 Das Ereignis vom 14.10.1993

Am 14. Oktober 1993 wurde am Messwehr Oselitzenbach ein Abflussereignis mit absolutem Seltenheitswert aufgezeichnet. Mit einem gemessenen Wasserstand von 201,7 cm, und einem rechnerischen Durchfluss von 84,1 m<sup>3</sup>/s war es das erste Ereignis dieser Größenordnung, das von Messgeräten des Institutes aufgezeichnet werden konnte.

Der Hochwasserwelle gingen hohe Niederschlagssummen voraus. Allein in der Woche von 8. bis 14. Oktober 1993 fielen 316,1 mm Niederschlag. Die Niederschlagssumme in den 3 Tagen vor dem Extremereignis betrug 48,9 mm. Am 14. Oktober fiel dann eine Regenmenge von 130,1 mm. Die maximale Niederschlagsintensität für die Zeitdauer von 3 h lag bei 25,1 mm/h. Abbildung 4.3 zeigt den Verlauf des Niederschlags- und Abflussgeschehens vor und während des Hochwasserwellenablaufes.

Im Verlauf dieses Hochwassers kam es zum Bruch der Abflussmessstelle. Im Betongerinne wurden die zum

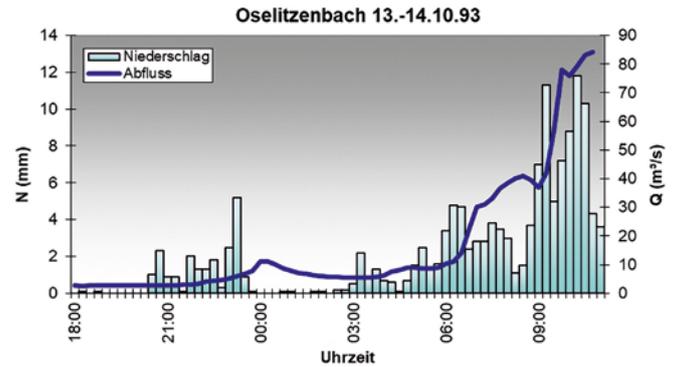


Abb.4.3: Niederschlag und Durchfluss am Oselitzenbach beim Ereignis 13./14. Oktober 1993

Schutz der Sohle und des unteren Teils der geböschten Seitenflächen eingebauten Stahlplatten weggerissen. Auch die stählerne Abdeckung des Messschachtes wurde durch starke Geschiebeführung zerstört. Das Bauwerk selbst blieb stehen, jedoch wurde es derart beschädigt, dass es umfangreicher Sanierungsarbeiten bedurfte, um die Abflussmessung wieder aufnehmen zu können (Abb. 4.4).

Der letzte plausible Messwert für den Wasserstand - und gleichzeitig der höchste Wert - wurde um 10.45 Uhr (Normalzeit) aufgezeichnet.

### 3.3.3.3.3 Ereignis 14.11.1996

Im November 1996 wurden an der Basismessstation Niederschlagsmengen registriert, welche zum Teil weit über denen lagen, die 1993 zu dem damals 100-jährlichen Hochwasserereignis führten. In der Woche von 8. bis 14. November 1996 fielen insgesamt 325,7 mm Niederschlag. In den letzten 3 Tagen vor der Hochwasserspitze belief sich die Summe der Niederschläge auf 110,4 mm. Am 14. November wurde eine Tagessumme von 211,8 mm verzeichnet - ein Rekordwert in diesem Gebiet. Trotz dieser hohen Niederschläge wurde nur ein maximaler Durchfluss von 57,3 m<sup>3</sup>/s beobachtet. Dieser Wert entspricht in etwa einem Ereignis mit einem 10-jährlichen Wiederkehrintervall. Abb. 4.5 zeigt den Verlauf des Niederschlags- und Abflussgeschehens vor und während des Hochwasserereignisses vom 13.-15.10.1996, Abb. 4.6 den Oselitzenbach am 14. November 1996, knapp oberhalb der Abflussmessstelle.

Grund für die niedrige Abflussspitze sind einerseits geringere Niederschlagsintensitäten und andererseits ein Temperatursturz, der dazu führte, dass Niederschläge in höheren Lagen in Form von Schnee gebunden wurden und nicht unmittelbar abflusswirksam werden konnten.

Anmerkung: Durch die hohe Vorberegnung war der Wasserstand konstant hoch und trotz der nur 10-jährigen Ereignisspitze (lt. Gumbel) das Ereignis mit der höchsten gemessenen Tagesabflussfracht.



Abb.4.4: Dokumentation der Beschädigungen an der Abflussmessstelle Oselitzenbach nach dem Ereignis vom 14. Oktober 1993.

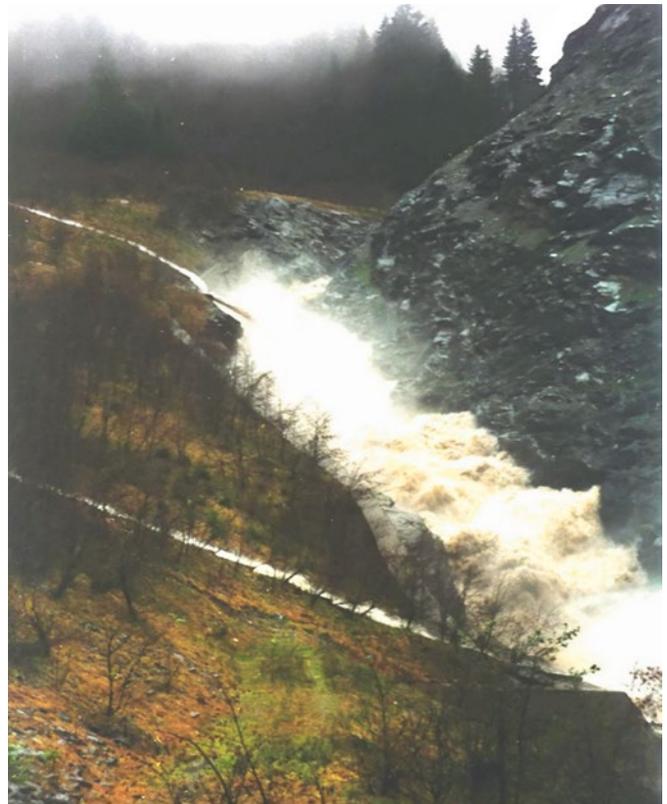


Abbildung 4.6: Oselitzenbach am 14. November 1996, im Bereich der Steilstrecke knapp oberhalb der Abflussmessstelle (Foto: Forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinerverbauung Österreichs/Sektion Kärnten)

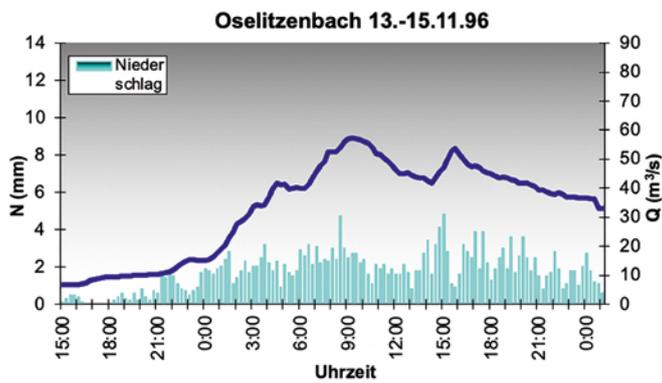


Abb. 4.5: Niederschlag und Durchfluss am Oselitzenbach von 13. bis 15. 11. 1996.

## 4. Zusammenfassung

Im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches bei Tröpolach im Bezirk Hermagor in Kärnten hatte das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) von 1988 bis 2020 einen wildbachkundlichen Messdienst eingerichtet. Der vorliegende Bericht fasst die wichtigsten Ergebnisse dieses Messzeitraumes zusammen.

Vom BFW wurden insgesamt 6 Niederschlagsmessstellen und von der WLW-Sektion Kärnten eine Abflussmessstelle errichtet mit der Station Pumpenhaus als Basismessstelle und kontinuierlicher Aufzeichnung.

Die durchschnittliche Jahresniederschlagssumme an der Station Pumpenhaus betrug 1829 mm. Der durchschnittliche Jahresgang der Niederschläge wies eine Spitze der Monatssummen im Oktober und November auf. Die durchschnittlichen und maximalen Tagessummen erreichten ihr Maximum ebenfalls im Oktober und November. So wurde an der Basismessstelle Pumpenhaus der höchste Tagesniederschlag am 25.11.1990 mit 212,1 mm verzeichnet, der höchste Niederschlag der „Sommermessstellen“ (Station ohne Winterbetrieb) wurde an der Station Tressdorfer Alm am 03.10.1999 mit 252,2 mm registriert.

Die Abflussmessungen starteten im Jahre 1989 an einem trapezförmigen Messwehr (Station Oselitzenbach) in 725 m Seehöhe. In den Jahren 1994 und 1995 gab es keine Aufzeichnungen, da die Messstelle nach der Zerstörung am 14. Oktober 1993 infolge eines Hochwassers erst am 19. April 1996 wieder in Betrieb ging.

Auf Basis dieser 29-jährigen Messreihe wurde eine Gumbelanalyse zur Bestimmung der Jährlichkeiten der Spitzenabflüsse an der Abflussmessstelle Oselitzenbach durchgeführt. Der extrapolierte Wert für das 100-jährliche Ereignis ergab dabei  $166,4\text{m}^3/\text{s} \pm 50,3\text{m}^3/\text{s}$  Abflussmenge. Dieses Ergebnis wurde mit den ebenfalls aus einer Gumbelanalyse gewonnenen Werten der benachbarten Niederschlagsmessstelle des Hydrographischen Dienstes Kärntens verglichen, wobei für diese Messstelle zusätzlich auch eine Gumbelverteilung für eine 50-jährige Messreihe gerechnet wurde, um die Güte der extrapolierten Werte nachzuweisen. Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich Ereignisse großer Jährlichkeit über die 33-jährige Messreihe der Station Pumpenhaus hinreichend genau abschätzen lassen.

Zusätzlich wurden - für eine erste Schätzung - die Durchflüsse für ein in der Praxis übliches Bemessungsereignis aus zwölf verschiedenen Schätzformeln errechnet. Dabei zeigte sich eine enorme Bandbreite der ermittelten Werte, die für ein Bemessungsereignis von  $7,4\text{m}^3/\text{s}$  bis  $177,1\text{m}^3/\text{s}$  reichten. Um den Vergleich der aus Hochwasserformeln ermittelten Abflüsse zu den Abflussmessungen des BFW herzustellen, wurden die Daten des BFW einer statistischen Analyse nach Gumbel unterzogen.

Das am 30.08.2020 am Pegel Oselitzensperre aufgezeichnete Abflussereignis ( $86\text{m}^3/\text{s}$ ) wurde mit dem N/A-Modell ZEMOKOST unter Verwendung der Ergebnisse terrestrisch erstellter sowie GIS-basierter Abflussbeiwert- und Rauigkeitskarten nachgerechnet. Mit den Niederschlagsdaten aus INCA (unabgemindert, Niederschlagspeak  $44,8\text{mm}/\text{h}$ ), dem zu Grunde gelegten Abflussbildungsmodell und der gewählten Einschätzung des zum Abflussereignis beitragenden Zwischenabflusses konnte das Ereignis mit ZEMOKOST sehr gut nachvollzogen werden, vor allem der Beitrag aus dem Zwischenabfluss konnte mit einer sehr groben Kalibrierung (ZAA = 60 %, ZAF = 1 und 4) gut eingeschätzt werden.

Analysen der stärksten registrierte Spitzenabflussereignisse am Messwehr Nicolaibrücke runden die Ergebnisdarstellung ab.

Aufgrund abnehmender personeller und finanzieller Ressourcen wurden die Messungen im Oselitzenbach 2020 eingestellt, die Niederschlagsstationen abgebaut und die Abflussmessstelle Oselitzenbach im Jahr 2021 vom Hydrographischen Dienst Kärnten übernommen.

## 5. Summary

From 1988 to 2020, the Austrian Research Centre for Forests (BFW) set up a torrential stream monitoring survey in the catchment area of the Oselitzenbach near Tröpolach in the district of Hermagor in Carinthia. This report summarises the most important results of this measurement programme.

The BFW set up a total of 6 precipitation measuring stations with the Pumpenhaus station as the base measuring station and continuous recording and the WLV, Carinthia section, established a discharge measuring station at the Nicolaibrücke.

The average annual precipitation sum at the Pumpenhaus station was 1829 mm. The average annual precipitation curve showed a peak in the monthly totals in October and November. The average and maximum daily totals also reached their maximum in October and November. The highest daily precipitation was recorded at the Pumpenhaus base station on 25 November 1990 with 212.1 mm, while the highest precipitation of the 'summer measuring stations' (station without winter operation) was recorded at the Tressdorfer Alm station on 3 October 1999 with 252.2 mm.

The discharge measurements started in 1989 at a trapezoidal measuring weir (Oselitzenbach station) at 725 meters above sea level. There were no recordings in 1994 and 1995, as the measuring station was only put back into operation on 19 April 1996 after being destroyed on 14 October 1993 because of a flooding event.

For an initial estimate - the discharge for a typical design event was calculated from twelve different estimation formulas („Fist formulas“). The calculations revealed an enormous bandwidth of the values determined, which ranged from 7.4 m<sup>3</sup>/s to 177.1 m<sup>3</sup>/s for a design event.

Based on this 29-year measurement series, a Gumbel analysis was carried out to determine the annuality of the peak discharges at the Oselitzenbach gauging station. The extrapolated value for the 100-year event was 166.4m<sup>3</sup>/s ± 50.3m<sup>3</sup>/s discharge volume. This result was compared with the values also obtained from a Gumbel analysis of the neighboring precipitation measuring station of the Carinthian Hydrographic Service, whereby a Gumbel distribution for a 50-year measuring series was also calculated for this measuring station to prove the quality of the extrapolated values. The calculation results show that events of high annuality can be estimated with sufficient accuracy over the 33-year measurement series of the Pumpenhaus station.

The discharge event recorded on 30 August 2020 at the Oselitzenbach gauge (86 m<sup>3</sup>/s) was recalculated with the P/R model ZEMOKOST using the results of terrestrially generated and GIS-based discharge coefficient and roughness maps. With the precipitation data from INCA

(without reduction, precipitation peak 44.8 mm/h), the underlying runoff generation model and the selected estimation of the interflow contributing to the runoff event, the event with ZEMOKOST could be reproduced very well, especially the contribution from the interflow could be estimated well with a very rough calibration (Contributing area to the interflow (ZAA) = 60 %, interflow factor (ZAF) = 1 and 4).

Analyses of the highest recorded peak discharge events at the Nicolaibrücke discharge gauge complete the presentation of the results.

Due to decreasing staff and financial resources, the measurements in the Oselitzenbach catchment were stopped in 2020, the precipitation stations were dismantled and the Oselitzenbach discharge measuring station was taken over by the Carinthian Hydrographic Service in 2021.

## 6. Literatur

- BFW (2024): Bundesforschungszentrum für Wald (2024): Waldkarte der Österreichischen Waldinventur. Stand 11.2024 ([www.waldinventur.at](http://www.waldinventur.at))
- Fachabteilung 19A (2008) – Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft, Land Steiermark, Graz, 2008
- Gartner K. (2020 - schriftliche Mitteilung): Klima der Karawanken (unveröffentlicht).
- Gupta, H. V., Kling, H., Yilmaz, K. K., & Martinez, G. F. 2009. Decomposition of the mean squared error and NSE performance criteria: Implications for improving hydrological modelling. *Journal of Hydrology*, 377(1-2), 80-91.
- Hagen K. und Sary U. 2001: Wildbacheinzugsgebiet Mödritschbach, Analyse des Niederschlag- und Abflussgeschehens 1968-1995, Wien, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Band 125.
- Hagen K., Ganahl E., Hübl, J.: 2007: Analyse und Evaluierung von gebräuchlichen empirischen Ansätzen zur Hochwasserabschätzung in Wildbächen, Wien, Bericht 137, BFW.
- Hagen, K., Berger, A., Gartner, K., Geitner, C., Kofler, T., Kogelbauer, I., Kohl, B., Markart, G., Meißl, G. and Niederscheider, K. 2020: Soil moisture monitoring – event-driven dynamics of the soil water content at alpine sites (Tyrol Austria). *CATENA* 194. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104682>
- Hagen K. und E. Lang (2000): Schneemessungen im Oselitzenbach-Einzugsgebiet im Zeitraum 1986 – 1998, Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) – unveröffentlicht.
- Hydrographischer Dienst in Österreich 1964-1994: Die Niederschläge, Schneeverhältnisse und Lufttemperaturen in Österreich im Zeitraum 1951-1960, 1961-1970, 1971-1980, 1981-1990. Wien, Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Hydrographisches Zentralbüro im BMLF.
- Hydrographischer Dienst in Österreich (1990): Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes. Wien, Hydrographisches Zentralbüro im BMLF, Nr. 63, S. 44-45.
- Hydrographischer Dienst in Österreich, 1984-2023: Hydrographische Jahrbücher von Österreich 1981-2020. Wien, Hydrographisches Zentralbüro im BMLF.
- Ihrenberger C. (2000): Problematik geologisch sensibler Einzugsgebiete am Beispiel des Oselitzenbaches. *Zeitschrift für Wildbach-, Lawinen-, Erosions- und Steinschlagschutz*, Jahrgang 64, Heft 143, S. 31-38.
- Kaspar H., Fäh, A.O., Storchenegger, I. und Weiß, H.W. (1991): Pegelschlüsselkurven Abflussbildung. Zürich, Analyse des Hochwassers 1987 in der Schweiz; Basler & Hofmann.
- Kilian, W., Müller, F. und Starlinger, F. (1994): Die forstlichen Wuchsgelände Österreichs, Wien, Forstliche Bundesversuchsanstalt, S. 40-42.
- Kling, H., Fuchs, M. and Paulin, M. (2012): Runoff conditions in the upper Danube basin under an ensemble of climate change scenarios, *J. Hydrol.*, 424-425, 264-277.
- Kohl, B. (2011): Das Niederschlags-/Abflussmodell ZEMOKOST. Entwicklung eines praktikablen Modells zur Ermittlung von Hochwasserabflüssen in Wildbacheinzugsgebieten unter Einbeziehung verbesserter Felddaten. Dissertation, Universität Innsbruck.
- Lang, E. (1997): Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach – Spitzenwerte von Niederschlag und Abfluss 1987-1995, FBVA-Berichte, Wien, (96): 7-20.
- Lang, E. und Sary, U. (2012): Wildbachmonitoring als Mittel der Ursachenforschung und Prävention - Fallbeispiel Hochwasserereignis in Kärnten November 2012. Newsletter des Instituts für Naturgefahren und Waldgrenzregionen des BFW, Innsbruck (2012/1),
- Lang, E. und Hagen K. (1999): Wildbacheinzugsgebiet Gradenbach, Analyse des Niederschlag- und Abflussgeschehens 1968-1996, Wien, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Band 108.
- Markart, G. (2002): Kleinräumige Variabilität und Aussagekraft bodenphysikalischer Kennwerte in Wildbacheinzugsgebieten. *Mitt. Österr. Bodenkundl. Ges.*, (65), 123-124.
- Markart, G., Kohl, B., Sotier, B., Schauer, T., Bunza, G. und Stern, R. (2004): Provisorische Geländeanleitung zur Abschätzung des Oberflächenabflusses auf alpinen Boden-/Vegetationseinheiten bei konvektiven Starkregen (Version 1.0). BFW-Dokumentation, Nr.3.
- Mattern M. (1996): Räumliche Abminderung von Starkniederschlägen. Wien Universität Wien, Diplomarbeit.
- McCuen, R.H., Knight, Z. and Cutter, A.G. (2006): Evaluation of the Nash-Sutcliffe efficiency index. *Journal of Hydrologic Engineering*, 11(6), 597-602.
- Moser M., Angerer, J. und Seitz S. (1988): Geotechnische Untersuchungsergebnisse im Rahmen des Verbauungsprojektes Oselitzenbach / Kärnten. In: *Interpraevent 1988 – Graz, Tagungspublikation*, Band 3, 77-102.
- Neuwinger, I. (1990): Wasseraufnahme und Versickerung bei verschiedenen Bodenformen im Nassfeld, Karnische Alpen. FBVA-Berichte: Schriftenreihe der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, 43, 41-66.
- Ruf, G. (1977): Konzept und Methodik hydrologischer Untersuchungen in den Mustereinzugsgebieten der Forstlichen Bundesversuchsanstalt. Wien, Wildbach- und Lawinenverbau. Sonderheft, 80-96.
- Ruf, G. (1981): Abflussmessanlagen in geschiefbeführenden Wildbächen. Wien, Mitteilungen der Forstlichen Bundesversuchsanstalt, Bd. 138, 125-136.
- Schoener, G. and Stone, M.C. (2019): Impact of antecedent soil moisture on runoff from a semiarid catchment. *J. Hydrol.* 569, 627-636. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.12.025>.
- Schönlaub, H.P. (1979): Das Paläozoikum in Österreich – Abh. der Geol. Bundesanstalt. Wien, Geologische Bundesanstalt, Bd. 33, 124 S.
- Spitzbart, G. (1996): The significance of temperature and precipitation in snowmelt runoff estimation. Diplomarbeit, Institut für Wildbach- und Lawinenschutz, Universität für Bodenkultur, Wien.
- Sary, U. und Lang, E. (2003): Wildbacheinzugsgebiet Oselitzenbach – Spitzenwerte aus Niederschlag und Abfluss, 19. November 2003, Conference on Water and Society – Needs, Challenges, and Restrictions (S. 55) Universität für Bodenkultur.
- Weidner, S. (2000): Kinematik und Mechanismus tiefgreifender alpiner Hangdeformationen, unter besonderer Berücksichtigung der hydrogeologischen Verhältnisse. Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Naturwissenschaftliche Fakultät.
- Zar, J.H. (1972): Significance testing of the Spearman rank correlation coefficient. *Journal of the American Statistical Association*, 67 (339).

## 6.1 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1.1: Messwehr Oselitzenbach nach einem Ereignis während der Bauphase im Jahr 1983
- Abb. 2.1: Lage des Einzugsgebietes Oselitzenbach und der Messstellen des BFW
- Abb. 2.2: Sohlstaffelung im Oselitzenbach
- Abb. 2.3: Station Tressdorfer Alm nach starken Schneefällen im Jahr 2014
- Abb. 2.4: Lage der Schneemesslinien im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches
- Abb. 2.5: Messwehr ab 2013 – Abflussmessstelle an der Nicolaibrücke mit Radarpegel
- Abb. 3.1: Extrem- und Mittelwerte der Tagestemperaturen an der Station Pumpenhaus im Jahresgang (Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Abb. 3.2: Verlauf und Trend der jährlichen Extrem- (Max: blau, Min: grün) und Mittelwerte (rot) der Temperatur an der Messstelle Pumpenhaus (Beobachtungszeitraum 1989-2020)
- Abb. 3.3: Verlauf und Trend der Extremwerte der Temperatur an der Messstelle Pumpenhaus im Frühling und Winter (Beobachtungszeitraum 1989-2020)
- Abb. 3.4: Verlauf und Trend der jährlichen Niederschläge (Messstelle Pumpenhaus, Beobachtungszeitraum 1989-2020)
- Abb. 3.5: Verlauf und Trend der Niederschläge in den Jahreszeiten (Messstelle Pumpenhaus; Beobachtungszeitraum 1989-2020)
- Abb. 3.6: Jahresgang der maximalen (blau), mittleren (rot) und minimalen (grün) monatlichen Niederschlagssummen (Messstelle Pumpenhaus, Messperiode 1989-2020)
- Abb. 3.7: Minimale (grün), mittlere (rot) und maximale (blau) Tagesmaxima der Niederschläge im Jahresverlauf (Station Pumpenhaus, Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Abb. 3.8.: Maximale jährliche Schneehöhen (9/10-18/19)
- Abb. 3.9: Saisonale Schneedeckendauer (9/10-18/19)
- Abb. 3.10: Entwicklung der maximalen jährlichen Schneehöhen (86/87-12/13)
- Abb. 3.11: Entwicklung der saisonalen Schneedeckendauer (86/87-12/13)
- Abb. 3.12: Abflussfrachten und Niederschlagssummen im Beobachtungszeitraum 1990 bis 2020 („hydrologische Jahre“: 1. September des Vorjahres bis 31. August des Berichtsjahres)
- Abb. 3.13: Verteilung der maximalen, mittleren und minimalen Monatssummen der Abflussfrachten über das Kalenderjahr (Messstelle Oselitzenbach; Beobachtungszeitraum 1990-2020)
- Abb. 3.14: Unterschreitungsdauerlinie der Tagesmittelwerte (Beobachtungszeitraum 1990- 2020)
- Abb. 3.15: Absolute Häufigkeiten von Tagen bestimmter Abflussfrachten (Messstelle Oselitzenbach, Beobachtungszeitraum 1990 -2020)
- Abb. 3.16: Spitzenabflüsse bestimmter Jährlichkeit ermittelt anhand einer Gumbelanalyse, sowie der zugehörige Vertrauensbereich bei einer Sicherheitwahrscheinlichkeit von 95% (Einzugsgebiet der BFW-Messstelle Oselitzenbach-Nikolaibrücke)
- Abb. 3.17: Abflussbeiwertkartierung - links: terrestrische Abflussbeiwertkartierung 2003, rechts: Abflussbeiwert-Interpretation 2023
- Abb. 3.18: Profilgrafik(links) und Beregnungsversuch (rechts)
- Abb. 3.19: Karte des Einzugsgebietes mit den ausgewiesenen Teilgebieten für die Berechnungen mit ZEMOKOST
- Abb. 3.20: Gegenüberstellung beobachteter und mit ZEMOKOST simulierter Ganglinie auf Basis der INCA-Niederschlagsverteilung

- Abb. 4.2: Tagesmittelwerte der Temperatur und Schneehöhe an der Station Tressdorfer Alm (SH 1595m) im Vorfeld des Hochwasserereignisses am 5.11.2012
- Abb. 4.3: Niederschlag und Durchfluss am Oselitzenbach (13./14. Oktober 1993)
- Abb. 4.4: Dokumentation der Beschädigungen an der Abflussmessstelle Oselitzenbach nach dem Ereignis vom 14. Oktober 1993
- Abb. 4.5: Niederschlag und Durchfluss am Oselitzenbach von 13. bis 15. 11 1996
- Abb. 4.6.: Oselitzenbach am 14. November 1996, im Bereich der Steilstrecke, knapp oberhalb der Abflussmessstelle (Foto: Forsttechnischer Dienst der Wildbach- und Lawinenverbauung Österreichs/Sektion Kärnten)

## 6.2 Tabellenverzeichnis

- Tab. 2.1: Evidenzdaten der Niederschlagsmessstationen im Einzugsgebiet Oselitzenbach
- Tab. 2.2: Lage und Kennwerte der Schneemesslinien
- Tab. 3.1: Extrem- und Mittelwerte der Tagestemperatur an der Station Pumpenhaus (Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Tab. 3.2: Monatsmittelwerte der Temperatur der BFW-Station Pumpenhaus und der Stationen Reisach, Waidegg des hydrographischen Dienstes Kärnten (Beobachtungszeitraum 1991- 2000)
- Tab. 3.3: „Jahresniederschlagssummen“ der BFW-Messstationen im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches (Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Tab. 3.4: Gegenüberstellung der acht höchsten Jahresniederschlagssummen an der Basismessstelle Pumpenhaus und der zugehörigen Messwerte an den benachbarten Stationen des hydrographischen Dienstes in Österreich)
- Tab. 3.5: Monatsniederschlagssummen über 400 mm an den BFW-Messstationen im Einzugsgebiet des Oselitzenbaches im Vergleich zu den Messwerten nahe gelegener Stationen des hydrographischen Dienstes in Österreich (Beobachtungszeitraum 1989-2020)
- Tab. 3.6: 10 höchste Tagesniederschläge an der Station Pumpenhaus im Vergleich zu den Werten der weiteren BFW-Messstationen im Einzugsgebiet Oselitzenbach und denen der benachbarten Messstellen des hydrographischen Dienstes in Österreich (Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Tab. 3.7: Niederschlagshöhen bestimmter Jährlichkeit an der Station Pumpenhaus, ermittelt über Gumbelanalyse (Beobachtungszeitraum 1988-2020)
- Tab. 3.8: Gegenüberstellung der 15 größten Tagesabflussfrachten und der Niederschlagssummen des Ereignistages, sowie der Vorniederschlagssummen und der maximale stündliche Niederschlag (Messstelle Oselitzenbach, Beobachtungszeitraum: 1990- 2020)
- Tab. 3.9: Vergleich der Ergebnisse verschiedener empirischer Ansätze zur Hochwasserabflussberechnung für das Einzugsgebiet der BFW-Abflussmessstelle Oselitzenbach
- Tab. 3.10: Gütemaße der Modellierung



# Anhang A

## Mittel- und Extremwerte der Tagestemperaturen der Basismessstelle Pumpenhaus

### Erläuterungen 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 sind die Werte in Klammern gesetzt
- 4) Zur Bildung der Monats- und Jahresmittelwerte wurden nur Tage berücksichtigt, in welchen Aufzeichnungen stattfanden.
- 5) Die Mittelwerte wurden aus Stundenwerten des jeweiligen Tages (0-24 Uhr) gebildet.

Extrem- und Mittelwerte der Temperatur (°C) - Station Pumpenhaus (980 m ü. A.)														
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1988	Max								(23.0)	21.0	18.0	8.0	8.0	23.0
	Mittel								(12.3)	10.7	8.0	-2.5	-1.7	5.4
	Min								(4.9)	1.0	-3.0	-14.0	-12.0	-14.0
1989	Max	6.6	12.2	17.5	14.2	19.2	22.1	23.0	24.9	21.0	16.3	11.2	8.2	24.9
	Mittel	-2.3	-0.1	1.6	4.4	8.6	10.8	13.3	13.7	10.2	5.5	-1.3	-2.7	5.1
	Min	-7.4	-5.2	-5.9	-2.0	-0.3	3.4	7.2	3.3	1.7	-1.3	-9.4	-10.9	-10.9
1990	Max	5.0	13.0	18.0	18.0	23.0	(26.0)	27.0	26.8	19.0	19.0	7.0	-5.3	27.0
	Mittel	-3.8	1.3	3.3	3.3	10.1	(11.0)	14.6	14.9	10.4	7.3	-0.4	1.0	6.1
	Min	-13.0	-4.0	-4.4	-2.9	0.0	(2.0)	5.3	7.0	3.0	-3.0	-6.4	-10.9	-13.0
1991	Max	5.0	5.0	12.0	17.0	21.0	24.0	28.0	24.0	22.0	14.0	5.0	2.0	28.0
	Mittel	-5.6	-6.5	2.1	3.5	6.0	11.5	14.7	14.0	11.7	3.0	-1.8	-5.3	3.9
	Min	-14.8	-18.3	-5.0	-5.0	-1.0	4.0	6.0	5.2	5.0	-7.0	-7.0	-14.7	-18.3
1992	Max	3.2	8.1	11.9	19.6	22.2	22.1	27.3	29.2	20.5	12.3	10.1	4.8	29.2
	Mittel	-3.2	-1.4	0.1	2.7	9.4	12.0	15.0	17.1	10.9	3.8	2.1	-4.0	5.4
	Min	-12.8	-11.1	-7.2	-5.5	-0.9	5.0	6.9	7.9	1.4	-6.1	-7.1	-13.3	-13.3
1993	Max	4.9	5.0	17.0	18.7	24.0	24.5	26.5	26.0	19.0	14.5	11.0	5.0	26.5
	Mittel	-1.3	-3.7	1.5	5.7	11.3	13.1	13.5	14.6	9.4	5.8	0.2	-2.2	5.7
	Min	-8.5	-11.0	-10.0	-2.0	3.0	5.5	3.0	3.0	1.9	-2.0	-9.2	-9.8	-11.0
1994	Max	4.0	(7.0)	17.0	20.2	21.0	27.0	29.0	27.8	22.0	21.0	11.8	8.0	29.0
	Mittel	-1.4	(-0.1)	4.8	4.1	10.4	14.3	16.9	18.7	14.9	6.0	5.5	0.2	7.9
	Min	-8.0	(-9.9)	-3.0	-4.5	1.0	4.0	10.0	11.2	7.9	-1.5	0.0	-5.0	-9.9
1995	Max	(1.9)		(4.5)	18.7	21.7	24.7	26.9	25.4	17.2	16.9	11.0	2.9	26.9
	Mittel	(-1.8)		(-2.4)	5.0	8.2	10.4	16.0	13.1	8.6	7.1	0.9	-3.1	5.6
	Min	(-9.5)		(-7.3)	-3.4	-0.2	3.9	8.3	2.0	-1.3	-2.1	-8.9	-11.1	-11.1
1996	Max	2.6	4.5	9.0	18.6	24.3	27.3	23.8	27.5	17.1	14.0	12.5	2.9	27.5
	Mittel	-4.0	-4.8	-2.1	4.6	9.1	14.1	13.7	13.9	7.8	5.1	1.3	-5.3	4.5
	Min	-12.0	-14.1	-13.5	-3.0	0.6	4.4	5.0	7.0	1.0	-1.3	-8.6	-17.6	-17.6
1997	Max	2.5	9.1	14.0	16.9	23.0	22.3	23.8	24.2	23.8	18.7	9.9	2.3	24.2
	Mittel	-3.6	-1.7	2.3	4.5	10.0	12.2	13.4	14.4	11.5	4.8	0.9	-2.2	5.5
	Min	-10.0	-12.0	-4.3	-5.0	0.0	4.5	6.6	5.2	3.3	-8.5	-8.7	-8.9	-12.0
1998	Max	5.7	12.9	15.2	16.8	23.9	25.2	27.3	26.6	19.4	13.8	10.5	4.2	27.3
	Mittel	-2.5	-0.3	0.3	4.0	9.6	13.0	14.4	14.3	9.2	6.5	-1.0	-3.9	5.3
	Min	-11.6	-10.8	-8.9	-2.7	1.3	3.0	4.8	3.8	-0.7	-0.4	-8.8	-11.6	-11.6
1999	Max	5.7	9.9	13.0	17.2	26.0	24.8	28.2	24.9	22.2				28.2
	Mittel	-1.8	-3.1	1.8	6.0	11.0	13.1	15.2	14.9	13.1				7.8
	Min	-13.3	-14.0	-6.9	-1.8	4.1	3.8	7.1	8.9	7.0				-14.0
2000	Max	8.9	7.2	14.8		24.0				21.0	13.0	8.7	7.8	24.0
	Mittel	-4.7	-0.6	2.8		11.9				10.2	6.4	1.8	-1.0	3.4
	Min	-14.9	-9.2	-6.1		1.2				3.4	0.1	-3.3	-11.9	-14.9

Extrem- und Mittelwerte der Temperatur (°C) - Station Pumpenhaus (980 m ü. A.)														
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
2001	Max	4.2	6.4	13.0	19.8	26.8	25.1	24.5	26.0	19.0	17.4	7.5	11.4	26.8
	Mittel	-3.6	-1.9	2.4	3.1	11.1	12.1	14.9	15.6	8.4	8.7	-0.8	-5.9	5.3
	Min	-11.7	-11.8	-8.4	-7.9	2.1	0.8	7.0	6.2	2.2	1.9	-7.1	-12.9	-12.9
2002	Max	8.0	7.5	15.0	15.7	22.8	29.4	25.7	22.7	19.0	13.1	13.2	3.2	29.4
	Mittel	-4.0	-0.3	2.7	4.0	10.3	15.1	15.3	14.1	9.3	6.3	3.3	-2.3	6.2
	Min	-12.9	-6.8	-5.0	-3.3	1.1	5.1	7.0	8.4	-0.6	-0.9	-7.2	-10.1	-12.9
2003	Max	3.0	6.0	18.0	18.7	27.2	27.5	28.0	31.4			(10.0)	7.8	31.4
	Mittel	-4.4	-6.0	2.4	4.1	12.2	17.0	16.3	17.8			(3.0)	-1.5	6.1
	Min	-13.7	-12.6	-5.5	-8.4	0.3	10.0	7.7	5.8			(-2.0)	-13.3	-13.7
2004	Max	2.5	8.2	12.7	21.0	25.3	30.6	30.6	30.0	26.5	19.8	10.7	3.6	30.6
	Mittel	-5.1	-1.6	-0.2	4.7	9.0	13.8	15.6	15.7	11.1	8.9	1.4	-2.2	5.9
	Min	-15.3	-12.0	-12.2	-4.3	-0.3	4.9	5.3	6.3	1.6	0.6	-6.2	-9.9	-15.3
2005	Max	2.5	5.9	13.7	22.1	31.0	31.6	32.2	26.0	26.2	16.5	12.2	2.7	32.2
	Mittel	-4.3	-4.8	0.1	5.5	11.8	15.5	16.0	14.1	11.9	7.2	0.7	-4.4	5.8
	Min	-14.0	-16.4	-18.3	-2.5	0.4	2.0	5.1	3.9	2.4	0.1	-9.4	-12.9	-18.3
2006	Max	1.7	4.4	12.4	20.3	24.8	31.4	33.1	24.4	28.1	19.5	11.2	8.1	33.1
	Mittel	-5.7	-3.2	-0.5	5.1	10.4	15.3	18.6	12.7	13.1	8.9	3.6	-0.2	6.5
	Min	-16.4	-12.2	-11.8	-2.9	-0.4	0.9	9.9	5.6	5.6	1.6	-5.5	-8.6	-16.4
2007	Max	10.6	9.6	13.4	24.6	29.4	29.5	32.5	28.7	23.2	21.7	9.3	6.3	32.5
	Mittel	0.3	0.3	1.9	9.3	12.5	15.3	16.7	14.7	9.9	5.8	0.6	-2.2	7.1
	Min	-10.8	-4.8	-7.5	0.0	2.4	7.2	4.9	7.1	1.9	-3.0	-6.0	-8.2	-10.8
2008	Max	10.9	12.5	13.5	18.7	28.3	30.4	28.4	(27.7)	25.5	17.3	11.7	2.7	30.4
	Mittel	-0.3	-0.6	1.0	5.0	11.9	15.0	15.9	(16.0)	9.6	8.2	1.9	-2.6	6.8
	Min	-10.1	-12.1	-9.9	-1.5	2.4	3.8	6.6	(8.6)	1.2	0.5	-9.6	-13.2	-13.2
2009	Max	3.4	8.3	10.8	15.9	29.9	28.0	30.3	30.3	25.5	20.6	10.8	5.7	30.3
	Mittel	-4.4	-2.7	0.8	4.2	11.8	13.7	16.7	17.1	13.0	6.6	2.8	-2.7	6.4
	Min	-13.2	-12.4	-7.5	0.7	2.5	5.5	7.0	8.4	6.9	-2.7	-2.1	-15.4	-15.4
2010	Max	3.0	6.9	13.5	21.8	24.4	29.0	32.0	28.3	21.5	17.2	11.3	4.2	32.0
	Mittel	-5.3	-2.5	0.5	6.4	10.1	15.2	18.3	15.3	10.4	5.0	2.5	-3.7	6.0
	Min	-11.6	-11.9	-11.2	-2.1	2.0	4.2	9.0	3.9	3.7	-3.3	-7.4	-13.4	-13.4
2011	Max	6.3	7.8	17.8	26.2	26.8	30.0	28.2	31.5	27.4	22.0	12.0	7.1	31.5
	Mittel	-2.6	-1.4	1.7	8.7	12.0	14.2	15.3	16.9	14.3	5.5	1.7	-0.7	7.1
	Min	-12.4	-11.0	-10.4	-0.4	0.6	6.4	4.9	6.5	3.7	-1.6	-3.3	-9.3	-12.4
2012	Max	4.9	9.8	22.2	27.1	27.4	30.2	31.7	30.4	23.1	18.2	8.5	5.7	31.7
	Mittel	-3.2	-5.4	4.9	6.1	11.5	16.1	16.6	17.2	11.9	7.3	3.3	-2.8	7.0
	Min	-11.3	-16.0	-4.3	-5.1	-0.3	5.7	7.3	6.5	3.8	-5.4	-1.9	-10.3	-16.0
2013	Max	8.3	7.8	10.2	21.9	21.8	30.0	30.8	34.1	24.8	17.1	10.9	5.7	34.1
	Mittel	-1.6	-3.6	-0.2	5.4	8.9	14.6	18.7	16.7	11.4	8.4	1.9	-0.3	6.7
	Min	-11.1	-12.4	-9.9	-2.1	0.5	5.2	9.1	7.9	3.8	2.0	-7.9	-6.1	-12.4

Extrem- und Mittelwerte der Temperatur (°C) - Station Pumpenhaus (980 m ü. A.)														
		Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
2014	Max	5.6	6.6	14.3	19.3	22.5	31.0	28.4	25.5	25.0	20.0	12.1	7.9	31.0
	Mittel	-0.3	0.1	3.0	6.3	10.6	15.0	16.2	14.2	11.7	9.3	4.9	-0.3	7.6
	Min	-7.0	-5.5	-3.3	-1.7	1.2	6.0	7.8	6.3	4.5	-2.0	-1.4	-10.9	-10.9
2015	Max	8.5	8.4	14.5	21.2	25.3	29.3	32.2	30.1	26.3	14.8	14.1	7.1	32.2
	Mittel	-0.9	-1.7	2.2	7.2	12.0	15.6	19.0	16.9	11.1	6.5	3.8	0.9	7.7
	Min	-10.2	-8.8	-4.8	-3.7	2.5	6.5	9.3	8.5	1.9	-0.4	-7.0	-4.0	-10.2
2016	Max	8.6	9.4	12.9	19.0	23.5	31.7	29.2	30.3	26.5	16.7	11.3	6.6	31.7
	Mittel	-1.7	0.6	1.8	7.0	10.5	14.8	17.2	15.5	13.6	6.6	2.7	-0.6	7.3
	Min	-9.6	-5.7	-5.3	-3.8	1.2	7.1	7.2	6.6	6.3	-0.3	-6.5	-5.4	-9.6
2017	Max	6.7	9.4	20.3	22.1	27.4	30.2	30.7	32.2	20.4	19.1	10.3	6.5	32.2
	Mittel	-6.0	0.4	5.0	7.2	12.4	16.9	17.0	17.3	9.8	8.2	0.9	-2.4	7.2
	Min	-14.3	-4.3	-3.0	-3.6	1.3	3.8	7.4	7.2	2.6	-1.5	-6.6	-10.3	-14.3
2018	Max	8.2	4.2	11.4	25.7	25.5	28.0	34.1	31.9	27.2	18.3	13.0	6.6	34.1
	Mittel	-0.3	-4.3	0.1	8.6	12.3	16.1	17.5	17.6	13.2	8.8	3.7	-0.5	7.7
	Min	-5.9	-15.7	-14.3	-1.2	4.4	6.7	10.2	4.0	0.1	1.2	-5.3	-7.6	-15.7
2019	Max	6.2	13.9	20.2	22.1	23.8	36.4	33.7	28.7	25.1	22.2	10.6	5.4	36.4
	Mittel	-3.1	-0.1	3.4	6.6	8.0	18.6	17.7	17.1	12.4	9.0	2.4	-0.4	7.6
	Min	-12.0	-7.9	-4.6	0.2	-1.3	8.3	8.7	9.5	3.4	0.3	-1.5	-8.0	-12.0
2020	Max	7.7	13.5	17.0	22.8	23.6	27.2	29.6	30.8	26.0	15.4	14.4	4.7	30.8
	Mittel	-0.4	1.7	1.6	8.1	10.8	13.9	16.3	16.4	12.3	6.4	1.9	-1.7	7.3
	Min	-6.7	-5.4	-7.1	-5.7	2.2	6.0	7.6	9.1	1.8	-0.6	-4.9	-9.5	-9.5

## Anhang B

### Messzeiträume der Sommerniederschlagsmessstellen

#### **Erläuterungen zu den Tabellen**

- 1) Die Aufstellung der Tabelle erfolgte nach Kalenderjahren.
- 2) Monate ohne Fehlzeiträume sind schwarz gekennzeichnet.
- 3) Monate mit Fehlzeiträumen sind grau gekennzeichnet.
- 4) Monate ohne Aufzeichnungen sind weiß gekennzeichnet.

Messzeiträume der Stationen Lawinengalerie (L), Rudnigalm (R) und Tressdorfer Alm (Tr)																					
	Mai			Jun			Jul			Aug			Sept			Okt			Nov		
	L	R	Tr	L	R	T	L	R	Tr	L	R	Tr	L	R	Tr	L	R	Tr	L	R	Tr
1987																					
1988																					
1989																					
1990																					
1991																					
1992																					
1993																					
1994																					
1995																					
1996																					
1997																					
1998																					
1999																					
2000																					
2001																					
2002																					
2003																					
2004																					
2005																					
2006																					
2007																					
2008																					
2009																					
2010																					
2011																					
2012																					
2013																					
2014																					
2015																					
2016																					
2017																					
2018																					
2019*																					
2020																					

## Anhang C

### Monats- und Jahressummen der Niederschläge im Einzugsgebiet Oselitzenbach

#### Erläuterungen 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 (dies betrifft hauptsächlich Sommermessstellen)

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im EZ Oseltzenbach																		
1987	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980																	
Lawngalerie	1380																	
Rudrigalm	1630							(58,9)	288,9	119,5	(308,4)					775,7		
Tressdorfer Alm	1595																	
1988	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980								(141,0)	152,7	154,5	7,2	65,4			521,8		
Lawngalerie	1380																	
Rudrigalm	1630							140,5	216,5	140,9	(125,2)					853,1	308,4	Okt 87
Tressdorfer Alm	1595					(84,7)	138,3	187,9	228,6	117,2	(120,5)					855,2		
1989	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	0,4	172,2	104,3	344,3	89,0	221,8	200,3	105,4	153,8	16,6	238,2	167,8			1815	154,5	Okt 88
Lawngalerie	1380						270,4	223,0	115,7	186,1	13,0				808,2			
Rudrigalm	1630						291,2	243,3	117,4	137,8	(8,1)				798,8	308,4	Okt 87	
Tressdorfer Alm	1595					(21,7)	281,7	210,1	113,1	140,4	(8,0)				755,0	228,6	Aug 88	
1990	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	74,8	19,3	112,5	104,8	42,2	211,8	220,8	138,1	180,7	321,3	703,7	168,3			2294,4	344,3	Apr 89
Lawngalerie	1380						(91,3)	218,9	138,4	225,8	312,7	(45,1)			1032,0	270,4	Jun 89	
Rudrigalm	1630						(102,7)	228,2	145,2	205,0	254,8				935,7	308,4	Okt 87	
Tressdorfer Alm	1595					(85,5)	217,9	107,2	181,8	(40,2)					832,4	281,7	Jun 89	
1991	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	82,9	141,0	163,4	108,4	138,8	155,9	188,6	81,4	50,0	151,2	276,3	20,3			1537,2	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380					(0,2)	208,9	250,4	85,8	288,8	(130,0)				885,0	312,7	Okt 90	
Rudrigalm	1630						(132,1)	284,0	131,3	322,8	(180,7)				1051,0	308,4	Okt 87	
Tressdorfer Alm	1595					(133,6)	246,8	119,9	62,3	(29,2)					591,8	251,7	Jun 89	
1992	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	12,8	13,8	163,9	255,8	85,2	115,9	132,8	125,6	101,8	400,9	185,9	207,3			1762,0	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380							170,7	152,5	117,2	382,9				832,7	312,7	Okt 90	
Rudrigalm	1630								(138,5)	129,7	353,4	276,3			895,8	322,8	Sep 91	
Tressdorfer Alm	1595														251,7	251,7	Jun 89	
1993	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	3,4	1,0	43,3	36,7	54,3	113,8	298,1	142,4	228,8	885,7	69,6	128,3			1768,2	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380					92,4	151,1	288,2	142,4	289,0	(214,9)				1188,0	392,8	Okt 92	
Rudrigalm	1630					83,1	127,9	292,2	110,9	335,2	(295,0)				1244,3	353,4	Okt 92	
Tressdorfer Alm	1595					100,3	151,4	285,8	118,3	299,7	(238,6)				1194,1	251,7	Jun 89	
1994	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	(149,0)	(2,5)	25,0	187,0	112,5	84,2	185,4	154,5	287,1	182,0	72,1	88,7			1518,0	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380					129,3	103,2	226,0	248,4	340,2	(81,5)				1123,8	392,8	Okt 92	
Rudrigalm	1630					153,2	104,9	198,7	190,4	389,4	(83,1)				1119,7	353,4	Okt 92	
Tressdorfer Alm	1595					135,0	98,3	204,9	218,4	351,4	(79,3)				1087,3	259,7	Sep 93	
1995	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	88,8	59,4	127,0	82,2	188,3	140,1	51,5	118,5	195,3	0,0	51,0	158,7			1275,8	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380					(0,3)	69,8	156,0	250,4	(0,1)					476,6	392,8	Okt 92	
Rudrigalm	1630					(0,1)	60,2	137,5	273,8						471,6	389,4	Sep 94	
Tressdorfer Alm	1595					(0,2)	54,8	132,4	258,3						445,7	351,4	Sep 94	
1996	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	43,6	72,0	20,0	107,7	229,7	221,3	142,1	197,5	54,4	259,2	586,8	55,7			2010,0	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380																	
Rudrigalm	1630																	
Tressdorfer Alm	1595																	
1997	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr			
		Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum		
Station																		
Pumperhaus	980	79,0	13,3	12,2	30,5	175,8	109,4	108,2	67,4	22,5	6,0	122,6	160,2			906,1	703,7	Nov 90
Lawngalerie	1380																	
Rudrigalm	1630																	
Tressdorfer Alm	1595					(77,3)	400,7	172,9	156,7	74,8	6,0	(1,6)			890,0	351,4	Sep 94	

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im EZ Oselitzenbach																	
1998	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	27.8	7.7	16.6	245.8	64.3	224.3	252.5	133.1	(189.9)			(8.5)	1170.5	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595				(46.1)	271.1	258.2	190.3	353.8	366.4	(86.5)			1532.4	400.7	Jun.97
1999	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	15.4	37.2	147.1	218.0	32.2	95.6	137.1	220.7	174.7	358.6	92.3	53.6	1993.5	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595			(3.0)	149.8	202.9	220.1	356.8	287.9	475.9	(24.9)			1701.1	400.7	Jun.97
2000	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	0.9	19.1	127.4	122.7	117.9	7.6	172.9	43.9	93.7	473.9	635.5	112.0	1928.4	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595				(112.8)	75.1	226.8	118.7	129.0	568.3	(268.0)			1496.5	475.9	Okt.99
2001	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	317.2	48.7	225.7	218.6	46.1	91.0	138.8	125.3	171.9	64.9	68.7	4.2	1521.1	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595				41.5	215.6	228.4	131.8	208.9	98.3				925.5	566.3	Okt.00
2002	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	3.3	51.9	57.9	126.2	161.9	127.1	199.1	188.1	129.4	238.7	522.4	83.2	1889.2	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595			(0.2)	228.8	197.7	267.6	204.9	130.2	317.9	(14.2)			1361.5	566.3	Okt.00
2003	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	67.9	15.0	4.8	133.1	190.4	(1.7)	(113.8)	243.3	43.8	323.1	301.2	138.2	1578.1	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595			(0.2)	238.0	115.7	209.8	326.0	58.1	341.7	(143.7)	15.2		1448.4	566.3	Okt.00
2004	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	19.5	106.4	159.8	107.0	190.0	185.5	135.4	174.1	130.3	360.1	120.1	112.5	1797.5	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	(4.2)	116.8	156.2	117.0	224.3	215.9	65.8	227.9	123.9	350.1	126.4	140.6	1899.1	566.3	Okt.00
	Tropolacher Alm	1658	19.7	135.2	212.7	110.0	213.0	(12.1)	(97.1)	205.1	123.6	425.2	134.0	150.3	1838.0		
2005	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	9.1	58.0	33.2	138.4	108.0	85.9	175.7	189.9	178.3	125.5	115.4	98.2	1291.6	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	10.9	103.9	103.5	156.6	116.2	110.5	192.5	193.2	200.0	121.1	118.0	62.5	1488.9	566.3	Okt.00
	Tropolacher Alm	1658	6.8	78.2	38.2	155.4	121.5	89.3	175.2	200.4	208.8	132.7	116.1	75.8	1399.4	425.2	Okt.04
2006	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	57.7	78.2	258.5	170.5	126.8	51.1	53.8	270.2	111.3	188.4	34.8	210.9	1653.2	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	135.1	70.7	125.3	201.2	137.2	47.7	85.7	325.1	110.0	232.5	47.3	272.6	1790.4	566.3	Okt.00
	Tropolacher Alm	1658	184.5	81.0	112.6	190.5	152.4	57.6	67.2	310.0	110.7	189.1	41.2	266.7	1763.5	425.2	Okt.04
2007	Station	Höhe m.ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	186.8	54.4	170.3	19.0	121.5	134.6	148.5	234.2	138.3	76.4	162.2	11.3	1439.5	703.7	Nov.90
	Lawnergalerie	1360														392.9	Okt.92
	Rudrigalm	1630														389.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	103.5	67.7	156.4	28.8	144.5	146.7	189.9	248.8	157.6	100.7	216.6	10.4	1551.6	566.3	Okt.00
	Tropolacher Alm	1658	183.8	61.9	186.7	29.3	145.1	154.8	(142.8)						(904.4)	425.2	Okt.04

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im EZ Osefzenbach																	
2008	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumpenhaus	980	133.5	55.5	137.1	168.0	195.2	214.0	194.5	234.7	108.3	455.0	224.6	403.3	2522.7	703.7	Nov.90
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	133.0	54.4	149.7	205.9	242.4	209.1	205.3	310.2	105.6	474.4	220.7	425.7	2738.4	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	(0.2)	69.3	159.4	189.3	249.9	198.3	189.4	335.7	113.2	504.8	200.6	565.6	2772.7	425.2	Okt.04
2009	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	155.8	163.9	193.1	111.5	75.7	312.7	117.7	152.7	91.3	94.5	191.6	271.4		1932.1	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	51.9	114.8	234.0	140.6	102.2	355.6	104.5	122.1	202.8	106.5	190.8	350.9	2078.7	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	80.9	265.5	246.4	132.8	110.9	297.5	120.9	130.2	176.1	104.7	208.3	327.4	2201.6	565.6	Dez.08
2010	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	60.1	129.9	109.2	43.2	205.2	120.7	89.1	232.9	173.3	291.0	275.9	219.6		1808.3	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	84.5	137.7	134.9	55.0	255.4	130.4	106.5	282.9	175.6	314.8	326.3	275.1	2279.1	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	75.1	102.2	142.8	57.9	249.7	125.4	127.1	200.6	183.9	310.9	327.7	223.3	2244.6	565.6	Dez.08
2011	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	32.3	36.3	106.8	42.1	102.3	356.5	183.2	131.2	163.9	251.2	35.0	73.3		1986.1	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	35.2	40.5	127.1	47.9	102.8	401.3	236.2	153.6	162.3	297.5	53.6	80.5	1788.5	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	35.9	44.1	125.0	43.6	195.3	354.6	177.1	136.6	175.4	289.9	56.4	73.9	1695.8	565.6	Dez.08
2012	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	42.9	57.2	26.0	198.2	199.2	123.9	(29.5)	231.2	484.6	910.5	444.7	65.4		2142.7	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	50.3	32.1	30.4	215.9	172.8	107.7	337.0	263.6	516.0	339.6	501.5	195.1	2943.0	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	46.7	45.2	33.7	211.5	195.8	189.7	352.4	252.4	532.7	340.7	504.5	89.1	2755.4	565.6	Dez.08
2013	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	107.8	105.1	186.1	75.1	294.5	55.3	52.7	205.3	85.9	270.5	301.3	162.7		1903.3	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	130.4	168.9	227.3	104.2	349.2	68.9	51.0	229.3	120.0	293.3	390.3	123.6	2246.4	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	119.9	175.1	204.1	110.1	302.7	69.7	47.4	231.3	106.9	293.7	342.1	108.5	2159.5	565.6	Dez.08
2014	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	450.4	404.9	123.5	44.9	75.6	232.3	124.3	317.3	92.8	48.8	571.4	79.2		2565.4	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	498.7	808.8	156.8	39.4	95.8	265.2	163.4	318.4	108.3	59.2	637.9	50.5	3229.5	566.3	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	622.1	361.8	169.3	49.6	92.0	264.6	173.7	269.6	89.0	68.4	702.0	50.1	2862.6	565.6	Dez.08
2015	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	131.4	26.9	64.8	33.6	(52.3)	105.0	189.8	124.3	222.1	182.4	18.0	0.0		1157.0	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	136.6	30.1	79.5	58.4	179.3	136.2	234.0	131.4	259.1	223.7	17.8	1.8	1487.9	606.8	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	140.8	4.9	60.7	61.5	101.9	126.3	196.9	151.1	252.7	218.0	25.0	0.1	1439.9	702.0	Dez.08
2016	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	110.5	365.0	125.0	141.5	116.1	224.0	255.3	155.3	74.7	146.2	281.3	0.8		1895.7	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	122.8	264.7	227.8	174.8	162.4	243.3	301.2	165.9	79.4	171.2	351.9	2.5	2267.9	606.8	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	115.1	265.5	177.1	183.8	153.4	252.3	287.7	190.8	82.5	185.9	330.9	6.3	2227.1	702.0	Dez.08
2017	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumpenhaus	980	27.7	116.0	66.1	288.0	63.9	138.1	155.6	160.1	297.0	45.2	205.3	525.9		2108.9	703.7
	Lawinengalerie	1350														392.9	Okt.92
	Ruzingalm	1630														399.4	Sep.94
	Tressdorfer Alm	1595	32.8	133.7	64.7	354.2	94.8	164.1	165.2	210.6	331.9	38.8	252.3	344.0	2187.9	606.8	Okt.00
	Tröpolacher Alm	1658	26.5	112.0	73.0	350.0	109.7	154.6	169.7	208.6	320.3	35.2	229.0	372.0	2161.6	702.0	Dez.08

Monats- und Jahressummen der Niederschläge im EZ Oselitzenbach																	
2018	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
			Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Juli	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez		mm	Datum
	Pumperhaus	980	104,5	107,7	226,7	137,8	113,3	47,7	74,9	212,2	63,2	461,1	173,9	8,5	1730,6	703,7	Nov. 90
	Lawinengalerie	1360														392,9	Okt. 92
	Rudnigalm	1630														389,4	Sep. 94
	Treszarter Alm	1595	124,9	147,4	250,0	175,9	147,4	70,4	101,9	256,4	63,5	450,7	224,9	13,5	2066,9	505,8	Okt. 00
	Tröpolacher Alm	1658	(131,9)	117,4	250,0	160,0	168,2	56,2	107,7	254,7	63,4	466,0	212,2	13,8	2004,5	702,0	Okt. 04
2019	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumperhaus	980	90,4	910,2	102,1	271,7	165,5	18,6	93,3	140,3	85,7	114,8	745,3	212,1		2650,0	703,7
	Lawinengalerie	1360														392,9	Okt. 92
	Rudnigalm	1630														389,4	Sep. 94
	Treszarter Alm	1595	142,4	593,5	120,7	325,4	(140,6)								1663,6	505,8	Okt. 00
	Tröpolacher Alm	1658	113,4	1135,6	85,4	327,1	190,5	14,6	103,3	141,2	141,8	133,9	896,3	231,2	3524,3	702,0	Dec. 06
2020	Station	Höhe m ü.A.	Summen in mm												im Jahr	Größte Monats- summe v.d. Jahr	
	Pumperhaus	980	111,7	16,6	143,5	36,0	154,1	156,6	177,6	493,9	169,9	361,8	22,8	465,4		2341,0	910,2
	Lawinengalerie	1360														392,9	Okt. 92
	Rudnigalm	1630														389,4	Sep. 94
	Treszarter Alm	1595													0,0	503,5	Okt. 00
	Tröpolacher Alm	1658	17,9	20,4	164,1	29,1	182,8	249,3	204,4	527,2	222,0	425,6	25,3	323,9	2394,0	1135,6	Feb. 19



## Anhang D

### Monats- und Jahresmaxima der Tagesniederschläge im Einzugsgebiet Oselitzenbach

#### Erläuterungen zu den Tabellen

- 1) Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren und 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 10 Fehltagen wurden die Werte in Klammern gesetzt (dies betrifft hauptsächlich Sommermessstellen)
- 4) Die Tagesniederschlagssumme wurde jeweils für die Zeitspanne von 7 Uhr des Kalendertages bis 7 Uhr des Folgetages ermittelt.
- 5) An der Ganzjahresmessstelle Pumpenhaus wurde der höchste Tagesniederschlag jedes Jahres farblich hinterlegt.

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm)										Station: Pumpenhaus			
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1988								(80.7)	65.5	79.2	4.2	37.9	80.7
1989	0.3	74.8	51.4	62.8	37.3	47.3	34.7	38.7	63.6	6.0	70.0	57.6	74.8
1990	42.1	9.0	67.7	24.6	10.7	32.5	51.0	60.9	121.1	81.4	212.1	123.8	212.1
1991	19.5	68.3	50.4	39.5	40.8	54.4	37.5	19.9	14.2	64.0	49.4	15.9	68.3
1992	6.8	10.5	53.8	32.1	14.2	17.4	36.2	76.7	32.2	92.2	73.2	93.2	93.2
1993	2.0	0.8	20.3	8.4	12.8	17.7	101.0	33.1	65.9	103.3	19.5	55.8	103.3
1994	(44.0)	(2.5)	20.5	64.3	21.4	28.3	66.8	27.6	112.8	42.4	45.7	21.0	112.8
1995	47.7	25.8	26.1	40.9	51.7	50.2	20.5	17.7	58.1	0.0	21.1	39.5	58.1
1996	11.2	52.2	4.1	25.2	38.0	99.3	42.8	59.7	22.7	75.2	187.6	18.3	187.6
1997	20.1	9.0	4.7	9.5	56.1	20.5	36.5	14.9	16.0	2.1	29.7	33.8	56.1
1998	13.9	6.1	5.2	36.7	19.9	63.7	62.0	50.9	(53.1)			(5.8)	63.7
1999	12.7	21.4	38.6	66.8	11.5	32.4	74.0	66.8	93.1	201.2	18.2	20.4	201.2
2000	0.9	16.6	45.0	32.1	25.7	6.5	44.4	12.7	42.5	137.7	114.5	24.5	137.7
2001	125.1	21.9	52.8	44.4	12.5	48.2	64.5	64.6	58.8	24.8	29.9	3.4	125.1
2002	3.1	24.7	18.4	41.1	38.8	35.0	43.5	36.3	37.1	143.7	92.3	33.6	143.7
2003	17.2	7.5	3.5	65.5	56.3	(0.9)	(45.3)	98.4	41.0	75.7	118.5	51.1	118.5
2004	6.8	42.6	25.7	29.8	43.0	42.7	26.7	49.2	50.6	86.1	82.1	56.4	86.1
2005	3.4	10.2	11.3	36.1	21.0	21.8	39.2	43.9	64.3	46.0	53.7	34.4	64.3
2006	34.6	23.0	38.8	39.0	54.9	15.0	15.4	54.8	60.9	97.7	12.4	61.1	97.7
2007	64.7	25.7	66.8	14.7	38.9	24.8	42.0	33.1	42.8	22.3	69.2	3.7	69.2
2008	58.9	25.7	29.4	37.6	89.3	37.8	44.9	114.9	38.2	162.1	44.7	95.4	162.1
2009	67.3	49.7	72.4	21.6	19.9	184.9	37.8	59.8	61.3	49.1	94.3	107.6	184.9
2010	16.3	57.2	47.6	20.0	53.5	36.2	35.9	51.2	49.7	83.9	83.9	78.9	83.9
2011	21.5	27.1	58.1	12.6	79.3	149.4	44.8	31.5	69.4	57.9	15.7	32.0	149.4
2012	35.1	12.7	20.7	27.0	26.5	36.5	21.8	89.9	125.0	106.0	115.6	19.7	125.0
2013	26.6	23.5	63.3	33.5	45.4	21.4	22.5	47.3	32.8	123.7	88.0	80.3	123.7
2014	92.6	70.6	68.8	19.8	27.3	72.4	25.9	100.7	71.6	25.0	137.3	25.3	137.3
2015	50.0	6.8	29.9	16.9	(24.2)	35.0	57.8	23.3	72.9	60.7	15.4	0.0	72.9
2016	73.9	95.0	46.6	28.6	23.9	43.0	125.7	42.7	25.6	53.0	78.3	0.8	125.7
2017	20.9	69.9	53.4	118.3	24.6	43.0	58.0	62.6	44.3	28.4	66.4	180.7	180.7
2018	49.1	44.7	64.9	35.1	24.9	13.5	18.0	76.6	42.6	160.8	53.6	4.8	160.8
2019	23.4	91.9	39.1	52.8	45.8	7.3	20.8	29.3	28.6	42.8	98.8	52.4	98.8
2020	96.5	6.9	52.3	26.2	45.9	66.7	38.7	135.2	50.2	67.2	11.2	100.4	135.2
Max	125.1	95.0	72.4	118.3	89.3	184.9	125.7	135.2	125.0	201.2	212.1	180.7	
Mittel	34.4	33.3	39.1	36.4	35.5	45.3	44.9	53.8	55.5	75.1	69.0	48.9	
Min	0.3	0.6	3.5	8.4	10.7	6.5	15.4	12.7	14.2	0.0	4.2	0.0	
Absolutes Tagesmaxima/Monat						212.1	Absolutes Tagesmaxima/Jahr					212.1	
Durchschnittliches Tagesmaxima/Monat						47.6	Durchschnittliches Tagesmaxima/Jahr					118.0	
Minimales Tagesmaxima/Monat						0.0	Minimales Tagesmaxima/Jahr					56.1	

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm)										Station: Lawinengalerie			
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1989						55.1	38.7	29.1	53.5	8.4			55.1
1990						(31.7)	51.8	58.8	144.9	50.2	(31.3)		144.9
1991					(0.2)	64.9	40.7	24.3	80.6	(86.4)			86.4
1992							51.6	89.0	27.6	91.0			91.0
1993					20.4	26.4	101.0	33.1	65.9	(104.1)			104.1
1994					34.6	28.7	63.4	43.3	111.2	(27.5)			111.2
1995						(0.3)	22.6	29.1	63.5	(0.1)			63.5
Max					34.6	64.9	101.0	89.0	144.9	104.1			
Mittel					27.5	40.0	52.8	43.7	78.2	49.9			
Min					20.4	26.4	22.6	24.3	27.6	8.4			
Absolutes Tagesmaxima/Monat						144.9	Absolutes Tagesmaxima/Jahr					144.9	
Durchschnittliches Tagesmaxima/Monat						48.7	Durchschnittliches Tagesmaxima/Jahr					93.7	
Minimales Tagesmaxima/Monat						8.4	Minimales Tagesmaxima/Jahr					55.1	

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm)										Station: Rudnigalm			
Jahr	Jan	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr
1987							(18.4)	160.1	51.7	(85.4)			160.1
1988							35.3	89.7	41.9	(94.7)			94.7
1989						55.5	48.8	31.0	39.6	(3.5)			55.5
1990						(36.8)	43.7	60.2	132.4	54.3			132.4
1991						(56.3)	46.4	47.1	84.2	(118.3)			118.3
1992								(91.6)	23.0	71.6	49.4		91.6
1993					15.8	83.1	101.2	34.1	91.7	(111.5)			111.5
1994					35.3	23.2	77.1	29.6	140.0	(27.8)			140.0
1995						(0.1)	16.6	30.9	78.0				78.0
Max					35.3	83.1	101.2	160.1	140.0	118.3	49.4		
Mittel					25.6	53.9	52.7	60.2	75.8	63.0	49.4		
Min					15.8	23.2	16.6	28.6	23.0	54.3	49.4		
Absolutes Tagesmaxima/Monat						160.1	Absolutes Tagesmaxima/Jahr					160.1	
Durchschnittliches Tagesmaxima/Monat						54.4	Durchschnittliches Tagesmaxima/Jahr					109.1	
Minimales Tagesmaxima/Monat						15.8	Minimales Tagesmaxima/Jahr					55.5	

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm)												Station: Tressdorfer Alm		
Jahr	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr	
1988					(38.4)	60.1	32.6	87.2	56.8	(94.9)			94.9	
1989					(10.5)	55.1	38.7	28.7	50.0	(3.4)			55.1	
1990						(31.7)	51.8	53.8	135.6	(22.8)			135.6	
1991						(66.8)	41.9	50.2	16.1	(11.1)			66.8	
1992														
1993					19.2	22.8	97.1	33.3	75.8	(109.4)			109.4	
1994					35.6	25.8	73.1	36.0	124.1	(27.5)			124.1	
1995						(0.2)	21.3	27.2	77.0				77.0	
1996														
1997					(27.7)	119.8	47.2	59.6	46.7	2.7	(1.8)		119.8	
1998					(35.5)	63.1	63.8	33.5	100.8	107.2	(36.7)		107.2	
1999				(2.9)	42.7	37.4	62.2	101.8	129.7	252.5	(16.1)		252.5	
2000					(39.2)	28.8	54.2	28.6	52.7	158.0	(116.5)		158.0	
2001					19.8	131.2	82.2	71.6	58.5	37.8			131.2	
2002				(0.2)	46.2	53.5	61.4	38.3	36.0	188.1	(11.2)		188.1	
2003				(0.2)	40.8	44.7	51.4	137.7	16.5	131.2	(141.2)	(12.0)	141.2	
2004	(4.1)	42.6	29.8	33.3	53.0	51.1	32.9	56.3	58.5	92.5	44.8	73.9	92.5	
2005	4.8	19.1	16.8	34.4	23.9	32.8	43.9	47.4	71.8	42.7	56.5	17.5	71.8	
2006	51.4	20.9	43.2	49.0	52.4	15.6	16.7	58.3	73.0	119.9	16.9	94.9	119.9	
2007	50.9	29.4	45.9	10.8	44.6	27.6	48.3	35.1	45.1	28.9	86.9	3.6	86.9	
2008	48.6	29.4	33.1	48.3	105.7	30.3	47.5	129.6	34.1	141.0	35.1	120.9	141.0	
2009	17.5	47.4	79.3	30.8	28.8	205.8	34.8	45.4	76.7	49.3	80.4	116.5	205.8	
2010	22.9	46.9	57.9	17.6	61.1	36.4	42.5	82.3	45.4	93.1	56.6	97.4	97.4	
2011	17.8	30.1	55.0	12.8	79.0	162.2	63.0	38.6	67.0	59.7	19.5	33.8	162.2	
2012	36.5	18.1	22.6	30.9	34.1	38.5	76.5	90.2	123.0	103.1	123.6	43.7	123.6	
2013	28.2	43.7	50.0	54.5	47.4	25.0	22.2	57.9	37.8	132.0	95.3	61.4	132.0	
2014	107.2	332.1	80.8	13.7	23.7	80.5	32.5	120.4	22.2	31.4	123.2	31.5	332.1	
2015	57.9	8.6	28.2	21.7	52.8	35.9	67.5	28.2	84.2	63.3	13.5	1.8	84.2	
2016	75.9	37.7	78.5	35.8	30.5	46.1	146.3	42.4	20.7	52.6	88.9	1.3	146.3	
2017	24.5	71.7	45.7	151.4	37.5	49.1	54.6	68.9	44.7	34.1	75.9	157.7	157.7	
2018	47.6	57.4	80.1	48.3	18.5	20.1	27.1	81.3	38.5	149.5	63.2	6.5	149.5	
2019	24.9	147.2	42.0	65.9	(33.9)								147.2	
Max.	107.2	332.1	80.8	151.4	105.7	205.8	148.3	137.7	135.6	252.5	141.2	167.7		
Mittel	41.1	61.4	49.3	41.2	42.7	57.7	52.9	61.0	62.7	94.1	65.4	57.5		
Min.	4.8	8.6	16.8	10.8	18.5	15.6	16.7	27.2	16.1	2.7	13.5	1.3		
Absolutes Tagesmaxima/Monat						332.1	Absolutes Tagesmaxima/Jahr					332.1		
Durchschnittliches Tagesmaxima/Monat						57.3	Durchschnittliches Tagesmaxima/Jahr					133.7		
Minimales Tagesmaxima/Monat						1.3	Minimales Tagesmaxima/Jahr					55.1		

Monatsmaxima der Tagesniederschläge (mm)												Station: Tröpolacher Alm		
Jahr	Jan	Feb	März	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez	Jahr	
2004	7.5	45.7	34.9	35.1	52.7	10.3	59.0	53.1	54.9	93.9	46.9	85.3	93.9	
2005	3.4	20.4	9.6	41.8	23.8	27.2	44.5	48.4	71.5	47.0	55.9	29.6	71.5	
2006	55.5	21.3	31.4	51.3	83.3	22.3	20.6	60.9	62.1	90.4	14.2	94.3	94.3	
2007	90.4	29.1	77.7	8.0	39.9	24.2	(47.5)						90.4	
2008		35.0	29.5	47.6	111.1	31.9	37.3	126.6	32.8	168.2	45.5	113.3	168.2	
2009	16.3	94.9	87.4	29.5	23.1	168.1	34.6	56.4	52.9	49.8	88.3	110.7	168.1	
2010	18.7	55.8	57.9	20.6	59.3	38.7	35.8	51.3	53.2	92.5	54.2	85.7	92.5	
2011	18.5	30.2	63.2	12.5	98.7	139.5	42.9	31.5	75.9	65.2	16.3	23.7	139.5	
2012	30.2	23.0	25.9	27.4	29.0	42.2	104.6	103.2	147.0	112.6	132.0	21.0	147.0	
2013	28.7	33.3	59.4	59.5	61.5	22.0	24.3	55.3	35.4	110.6	89.9	48.8	110.6	
2014	100.8	86.1	97.3	18.8	25.0	80.8	38.9	101.8	19.7	27.0	150.3	27.5	150.3	
2015	62.0	11.1	29.6	25.1	53.7	34.7	45.9	36.0	79.0	67.6	20.0	0.1	79.0	
2016	74.5	35.3	48.2	34.8	28.0	51.1	141.2	50.4	29.2	62.9	87.5	3.1	141.2	
2017	18.2	52.2	57.3	155.2	38.4	45.3	48.1	65.6	41.8	29.9	63.1	189.1	189.1	
2018	53.6	42.2	85.1	45.0	25.7	23.7	33.8	88.6	43.4	165.2	61.8	5.7	165.2	
2019	27.9	248.5	31.4	63.1	42.0	6.4	23.4	31.4	61.1	49.5	169.6	56.8	248.5	
2020	8.9	7.7	46.9	26.4	51.3	91.1	47.9	151.0	70.4	84.6	13.4	138.7	151.0	
Max.	100.8	248.5	97.3	155.2	111.1	168.1	141.2	151.0	147.0	168.2	169.6	189.1		
Mittel	38.4	51.3	50.9	41.3	48.5	50.6	48.9	69.5	58.1	82.3	69.3	64.7		
Min.	3.4	7.7	9.6	8.0	23.1	6.4	20.6	31.4	19.7	27.0	13.4	0.1		
Absolutes Tagesmaxima/Monat						248.5	Absolutes Tagesmaxima/Jahr					248.5		
Durchschnittliches Tagesmaxima/Monat						56.1	Durchschnittliches Tagesmaxima/Jahr					135.3		
Minimales Tagesmaxima/Monat						0.1	Minimales Tagesmaxima/Jahr					71.5		



## Anhang E

### Tagesdurchflüsse der Abflussmessstelle Oselitzenbach

#### Erläuterungen zu den Tabellen

- 1) Die Aufstellung der Tabellen erfolgte nach Kalenderjahren.
- 2) Die Station Oselitzenbach wurde ganzjährig betrieben.
- 3) Die Mittelwerte der Durchflüsse beziehen sich auf den Zeitraum von 0-24 Uhr des jeweiligen Kalendertages.
- 4) Messausfälle sind durch eine Unterbrechung der Durchflussganglinie gekennzeichnet.
- 5) Erhöhte Werte im Jänner der letzten Jahre entstehen durch den Tourismus.

