

Das hydrographische Regime der Öztaler Ache

Wolfgang Gattermayr

Zusammenfassung

Die Öztaler Ache ist einer der größten Zu-bringer des Inn in Tirol. Seit der Gründung des Hydrographischen Dienstes in Österreich 1893/94 wird das Gewässer hydrographisch erforscht. Die ältesten Messstellen wurden 1897 eingerichtet, nur wenige davon gibt es heute noch. Die Erfassung des hydrographischen Regimes erfolgt an Pegelanlagen. Die Messungen betreffen Wasserstand, Durchfluss, Wassertemperatur, Schwebstoff und Geschiebe. Ziel ist die Schaffung langer Messreihen, damit auf Basis dieser Datenreihen stete Veränderungen dokumentiert werden, Aussagen zum Klimawandel und extremwertstatistische Aussagen für Langzeitprojekte wie Flussverbauungen gemacht werden können. Die Daten bilden Grundlagen für wasserwirtschaftliche Planungen aller Art, u.a. auch für Kraftwerksplanungen. Mit der Automatisierung des Messnetzes können die Messwerte online abgefragt werden und zum Zwecke der Hochwasserwarnung in Niederschlag-Abfluss-Modelle Eingang finden.

Abstract

The Öztaler Ache (catchment area 894 km²) is one of the largest tributaries of the Inn River in Tyrol. The hydrological regime is since the foundation of the Hydrographical Service in Austria (1893/94) under observation. In 1897 the first water gauge has been installed. Only few of the historical gauges are working until today. The monitoring includes parameters as water level, discharge, water temperature, suspended load and bed load transport. The aim of the measurements is the generation of long-term series to identify trends or variation in the different parameters of alpine catchment areas, e.g. caused by climate change. Measurement data are also needed for statistical analysis, for planning of watershed management and especially for flood forecasting by applying rainfall-runoff-models.

Hintergrund

Die Erhebung von hydrographischen Grundlagendaten erfolgt durch den Hydrographischen Dienst in Erfüllung eines gesetzlichen Auftrages, wie er im Wasserrechtsgesetz 1959 i.d.g.F., §59 c, e und f festgelegt ist. Der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft hat durch Verordnung Art, Umfang und örtlichen Bereich der durchzuführenden Beobachtungen und Messungen zu bestimmen. Im Rahmen der Erhebung und Überwachung hat der Landeshauptmann u.a. auch für die Verbreitung von hydrographischen Nachrichten insoweit zu sorgen, als dies für den Betrieb der Schifffahrt, der Wassernutzung, die Erfüllung internationaler Verpflichtungen und die Abwehr von Gefahren für Leben und Eigentum notwendig wird. Die geprüften Messergebnisse werden im Hydrographischen Jahrbuch von Österreich, Abteilung VII/3-Wasserhaushalt im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, veröffentlicht.

Einleitung

3000 v. Chr. (und davor) erfolgten bereits gewässerkundliche Beobachtungen als Grundlage für Wasserbauten im Vorderen Orient, in Mesopotamien, Ägypten, Ceylon, Indien,

Altchina, Java und in den Inka-Staaten Südamerikas (HZB 1996).

1893/94 wurde im österreichischen Teil der Monarchie das Hydrographische Zentralbüro gegründet. Das war der Auftakt für den Beginn von regelmäßigen Beobachtungen und die schrittweise Einrichtung von hydrographischen Messnetzen.

Anfangs standen Augenbeobachtungen im Vordergrund. Der darauf abgestimmte Messrhythmus ist teilweise heute noch Taktgeber im Beobachtungswesen. Der technische Fortschritt ab den 1980er Jahren hat schließlich das Messwesen revolutioniert. Dienten in der 2. Hälfte des 20. Jahrhunderts zunächst analoge Schreibgeräte und Messgeber der kontinuierlichen Datenerfassung, so hat sich in der letzten Dekade des 20. Jahrhunderts die digitale Mess- und Registriertechnik durchgesetzt. Die Weiterentwicklung der Sensoren bis zur berührungslosen Messung von Niederschlag, Schneehöhen und vor allem Wasserstand erlaubt nun auch bei „schwerem Wetter“ z.B. Hochwasserabflüsse zu erfassen, ohne dass die Messpegel ein Opfer der Naturgewalten werden. Somit ist es auch möglich, in Wildbächen und Talflüssen, die bei Hochwasser wildbachähnlichen Charakter annehmen, Hochwasserganglinien aufzuzeichnen, auch wenn Schlamm und Geröll durch die Gewässerprofile geschleust werden. So ist auch zu erklären, dass die hydrographischen Beobachtungsreihen im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache trotz des frühen Beginns im Jahre 1897 erst ab der 2. Hälfte des letzten Jahrhunderts verlässliche Abflussangaben erwarten lassen.

Vom Ursprung der Öztaler Ache

Die Öztaler Ache entwässert ein 894 km² großes Einzugsgebiet (HZB 1984) zwischen dem Alpenhauptkamm und dem Inntal. Sie ist nach dem Ziller (Tiroler Unterland) der größte Zubringer des Inn zwischen Finstermünz und Kufstein und zugleich der Talfluss des Ötztales. 2,1 km² des Einzugsgebietes entfallen auf Italien.

Im Oberlauf wird die Öztaler Ache Rofenache und ab Vent, nach Einmündung des Niedertalbaches, Venter Ache genannt. Es gibt keine Quelle, aus der die Öztaler Ache entspringt. Ihr Wasser entstammt vielmehr dem Entwässerungssystem des Hintereisferners, der als Quellbach der Rofenache angesehen werden kann. Erst an seiner Gletscherzunge kommt der Bach zum Vorschein und wird durch die Abflüsse der unterliegenden und meist vergletscherten Teileinzugsgebiete genährt. In Zwieselstein vereinigt sich die Venter Ache mit der Gurgler Ache, einem rechtsufrigen Zubringer. Ab dem Zusammenfluss dieser beiden Achen findet man in diversen Kartenwerken die Bezeichnung Öztaler Ache, die an der Gemeindegrenze Roppen/Haiming in den Inn mündet.

Vom Oberlauf bis zur Mündung durchquert die Öztaler Ache ständig wechselnde Talformen und überwindet einen Höhenunterschied von mehr als 1800 m. Die Ache durchquert Talbecken und überwindet Geländestufen, zwingt ihre Wasser durch Engen und durchströmt Weitungen im Längs- und

Querprofil des Tales. So kommt es zum ständigen Wechsel von Strömen und Schießen der Welle, es wechseln Erosionsstrecken mit Bereichen vermehrter Ablagerung. Bei sommerlicher Wasserführung ist in den Umlageungsstrecken des Gewässers daher die Sohle laufenden Veränderungen unterworfen.

Das Einzugsgebiet und seine Umgrenzung

Das Einzugsgebiet eines Oberflächengewässers wird in der Regel durch den Verlauf der Kammlinie umgrenzt. Kämme, Rücken und Grate bilden die oberirdischen Wasserscheiden, an welchen sich für einen Wassertropfen entscheidet, welchem Vorfluter er – der Schwerkraft folgend – zustrebt. Fläche und Form eines Einzugsgebietes werden auf Basis der orographischen Verhältnisse bestimmt. Das orographische Einzugsgebiet kann jedoch vom hydrographischen Einzugsgebiet abweichen. Spalten, Klüfte und Höhlensysteme, letztere eine typische Karsterscheinung, können Niederschlag und Schmelzwasser von der Oberfläche ableiten und es unterirdisch über die orographisch festgelegte Wasserscheide hinweg dem jenseitigen Vorfluter als Berg-, Hang- oder Quellwasser zuführen. Im Großen und Ganzen beschreiben die orographisch bestimmten Grenzen ein Flusseinzugsgebiet mit ausreichender Genauigkeit. Für Detailfragen dürfen jedoch hydrogeologische

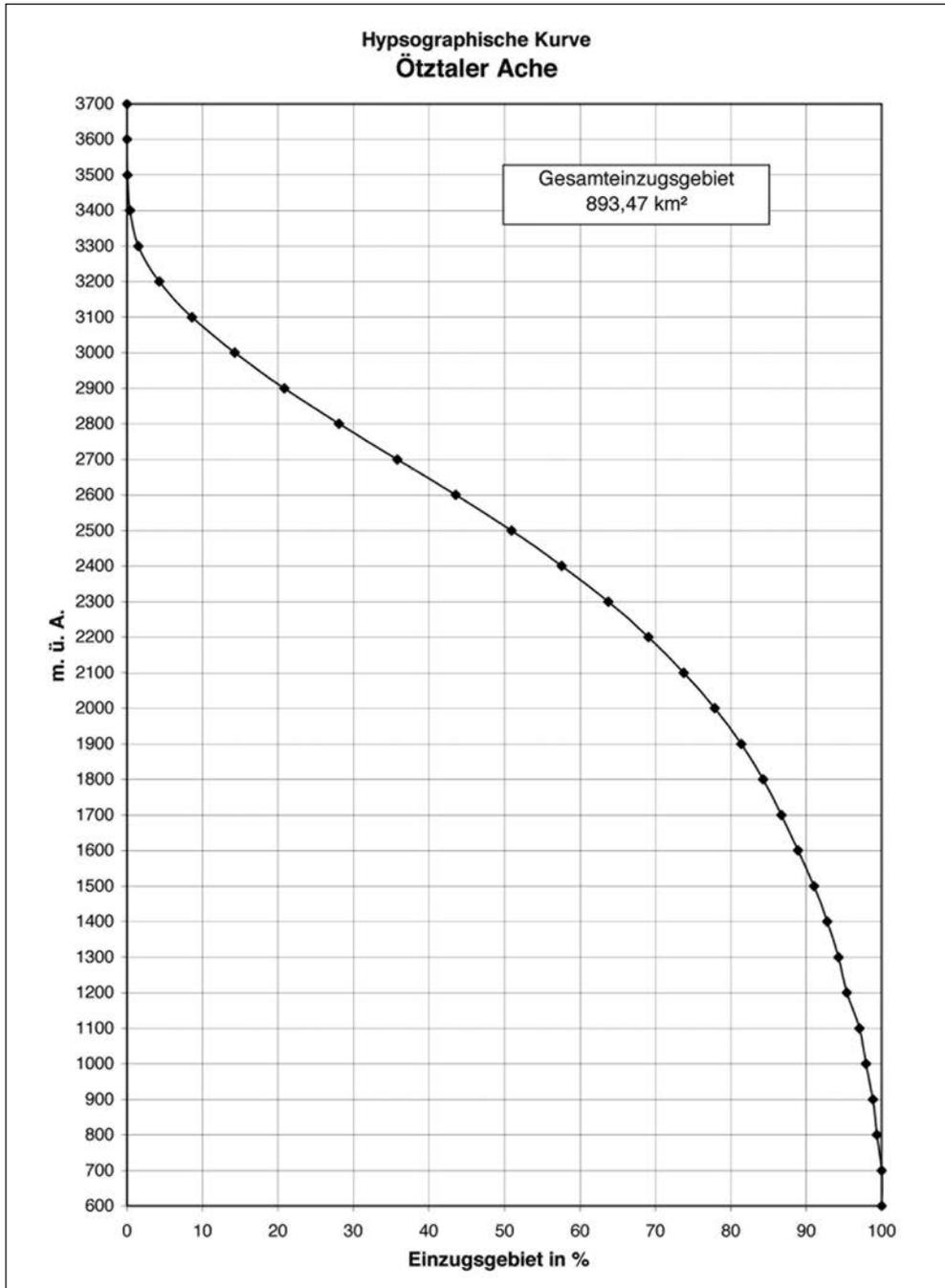


Abb. 1: Hypsographische Kurve des Einzugsgebietes der Öztaler Ache (tiris 2006)

Aspekte nicht außer Acht gelassen werden. Im Folgenden basieren sämtliche Flächenangaben auf orographisch bestimmten Grenzverläufen.

Zur Höherer Streckung des Einzugsgebietes

Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet der Öztaler Ache bildet die Wildspitze (3768 m ü.A.), der tiefste Punkt im Einzugsgebiet befindet sich an der Mündung in den Inn auf 675 m ü.A. In Abb. 1 lässt die hypsographische Kurve des Einzugsgebietes der Öztaler Ache mit der Flächenverteilung über alle Höhenstufen (tiris 2006) den hochalpinen Charakter dieses Einzugsgebietes deutlich erkennen. Rund 20 % des Einzugsgebietes liegen über 2900 m ü.A. Die Halbwertshöhe liegt bei 2500 m, d.h. die Hälfte des Einzugsgebietes befindet sich unter dieser Höhenstufe, die andere Hälfte darüber.

Mithilfe der hypsographischen Kurve lässt sich z.B. die Abflusswirksamkeit von sommerlichen Starkregenereignissen im Einzugsgebiet besser abschätzen. Liegt etwa die Schneefallgrenze bei 4000 m Seehöhe, dann gibt es auch im Hochgebirge keine Niederschlagsretention durch Neuschnee. Sinkt hingegen im Laufe eines Niederschlagsereignisses die Schneefallgrenze gegen 2000 m ab, dann nimmt der abflusswirksame Flächenanteil auf gut 20 % ab. In der Folge wird die Abflussentwicklung rückläufig.

Die Öztaler Ache und ihre größeren Zubringer

Vom Gesamteinzugsgebiet der Öztaler Ache entfallen auf den Oberlauf bis Zwieselstein (Venter Ache und Gurgler Ache) rund 41 % der Fläche. Die Teileinzugsgebiete der Öztaler Ache zeigen eine deutliche Asymmetrie in Bezug auf den Talfluss (Abb. 2, tiris 2013).

Wie in Tab. 1 ersichtlich, sind die linksufrigen Zubringer kürzer und steiler und weisen kleinere Einzugsgebietsflächen auf. Die orographisch rechten Zubringer sind länger, ausgeglichener im Längsgefälle und flächenmäßig viel größer (Österreichischer Wasserkraft-Kataster, 1948).

Die Angaben zur Vergletscherung in Tab. 1 entsprechen den Auswertungen aus der 2. österreichweiten Gletscherbefliegung um das Jahr 1999.

Hydrographische Erhebungen im Einzugsgebiet der Öztaler Ache

Mit der Gründung des Hydrographischen Dienstes in Österreich setzte auch in Tirol die systematische Erhebung des Wasserkreislaufes ein. Dazu gehörte u.a. die Errichtung von Messstellen an Oberflächengewässern zur Erfassung von Wasserstand und Abfluss.

An der Öztaler Ache entstanden um das Jahr 1900 die ersten Pegelstellen (Abb. 3), die

Tab. 1: Bedeutende Zuflüsse der Öztaler Ache mit Einzugsgebiet und Vergletscherung

rechtsufrig	Natürliches Einzugsgebiet		Gletscher	
	gesamt [km ²]	vergletschert [%]	Anzahl	Fläche [km ²]
Niedertalbach	66,5	32	19	21,18
Gurgler Ache	131,5	18	37	24,03
Windache	47,9	13	15	5,99
Fischbach	81,3	14	24	11,54
Hairlachbach	66,2	3	5	1,83
Stuibebach	52,0	1	3	0,29
Zwischensumme	445,4	15	103	64,86
linksufrig				
Rettenbach	16,2	12	4	1,92
Pollesbach	30,0	9	14	2,64
Achenaltarm	19,9	2	1	0,38
Leierstalbach	30,5	1	3	0,30
Tumpenbach	10,0	0	0	0
Zwischensumme	106,6	5	22	5,24
Öztaler Ache einschließlich Klein- und Zwischeneinzugsgebiete	894	13	171	114,86



Abb. 3: Der Pegel Vent/Rofenache (vor 1936) auf dem Felssporn zwischen der Rofenache und der Spiegelache, auch Niedertalbach genannt. Pegelausstattung: Lattenpegel, Registrierpegel nach Schwimmerprinzip, begehbare Häuschen (Foto: Hydrographischer Dienst Tirol)

Tab. 2: Übersicht der historischen Pegelstellen im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache

Pegel/Gewässer	Beginn	Ende	Betreiber
Vent/Rofenache (Abb. 3, 4)	1936	offen	Hydrographischer Dienst Tirol
Vent/Venter Ache	1902	1975	Hydrographischer Dienst Tirol
	1976	offen	TIWAG
Sölden/Ötztaler Ache	1903	1936	Hydrographischer Dienst Tirol
	1954	1972	Westtiroler Kraftwerke AG
	1973	offen	TIWAG
Huben/Ötztaler Ache	1902	offen	Hydrographischer Dienst Tirol
Gries i.S./Fischbach	1961	1970	TIWAG
	2006	offen	TIWAG
Oberried/Ötztaler Ache	1927	1928	Hydrographischer Dienst Tirol
	1941	2003	Hydrographischer Dienst Tirol
Pegel Niederthai/Hairlachbach	1955	1980	TIWAG
	1981	offen	TIWAG/Restwasserpegel
Tumpen/Ötztaler Ache	1920	1931	Hydrographischer Dienst Tirol
	1933	offen	Hydrographischer Dienst Tirol
Habichen/Ötztaler Ache	1903	1918	Hydrographischer Dienst Tirol
Ötzbruck/Ötztaler Ache	1897	1923	Hydrographischer Dienst Tirol
Zwieselstein/Ötztaler Ache Lochwaldele/Ötztaler Ache Nösslach/Ötztaler Ache	vorübergehender Betrieb von Schreibpegeln durch die Westtiroler Kraftwerke AG (Österreichischer Wasserwirtschaft-Kataster 1948)		

zunächst mit wechselndem Erfolg betrieben wurden (Tab. 2).

Hochwasser, Mureneinstöße und Sohlauflandungen, aber auch massive örtliche Sohleintiefungen oder anhaltende Eisbildung im Winter setzten dem Pegel-Messwesen gehörig zu und zwangen des Öfteren zu Pegelauflassungen, zur Verlegung von Pegelstellen und längeren Messunterbrechungen.

Das aktuelle Pegelmessnetz im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache

Nach vieljährigem Pegelbetrieb haben sich folgende Pegelstandorte (Abb. 4) als brauchbar erwiesen und für die laufende hydrographische Beobachtung und Auswertung durchgesetzt:

Die Angaben zur Vergletscherung in Tab. 3 beziehen sich auf die Auswertungen aus der 2. österreichweiten Gletscherbefliegung um das Jahr 1999.



Abb. 4: Die Pegelanlage Vent/Rofenache im Jahre 2005 mit begehbarem Pegelhäuschen, Messsteg und betoniertem Gerinne mit Einlauftrumpete im Oberwasser. Gemessen werden: Wasserstand (RADAR und Drucksonde), Oberflächengeschwindigkeit des Wassers (RADAR), Wassertemperatur, Schwebstoff (Trübungssonde), Geschiebe (Geophone in der Gewässersohle). Sämtliche Parameter werden kontinuierlich gemessen, vor Ort digital aufgezeichnet und mittels GPRS fernübertragen (Foto: Hydrographischer Dienst Tirol)

Das hydrographische Regime der Öztaler Ache

Das Abflussregime der Ötztaler Ache ist von seiner Nähe zum Alpenhauptkamm geprägt. Eingebettet zwischen Ötztaler Alpen im Süden, den Stubai Alpen im Osten und dem Geigenkamm im Westen markieren ihre höchsten Erhebungen wie Wildspitze (3768 m ü.A.) und Weißkugel (3738 m ü.A.) im Süden, Zuckerhütel (3507 m ü.A.) im Osten und Hohe Geige (3393 m ü.A.) im Westen die Eckpfeiler des Einzugsgebietes. Auch die mittlere Seehöhe mit rund 2500 m deutet da-

rauf hin, dass die „Kinderstube“ der Ötztaler Ache im Hochgebirge gelegen ist. Dementsprechend fällt der jahreszeitliche Verlauf der Abflussganglinie aus (Abb. 5).

Auf Basis langjähriger Pegelmessungen und daraus folgender Durchflussermittlungen lassen sich für die einzelnen Pegelstellen charakteristische Abflussangaben erstellen, die für die Pegel Vent/Rofenache, Obergurgl/Gurgler Ache und Tumpen/Ötztaler Ache in den Tab. 4, 5, 6 sowie in den Abb. 6, 7, 8 enthalten sind.

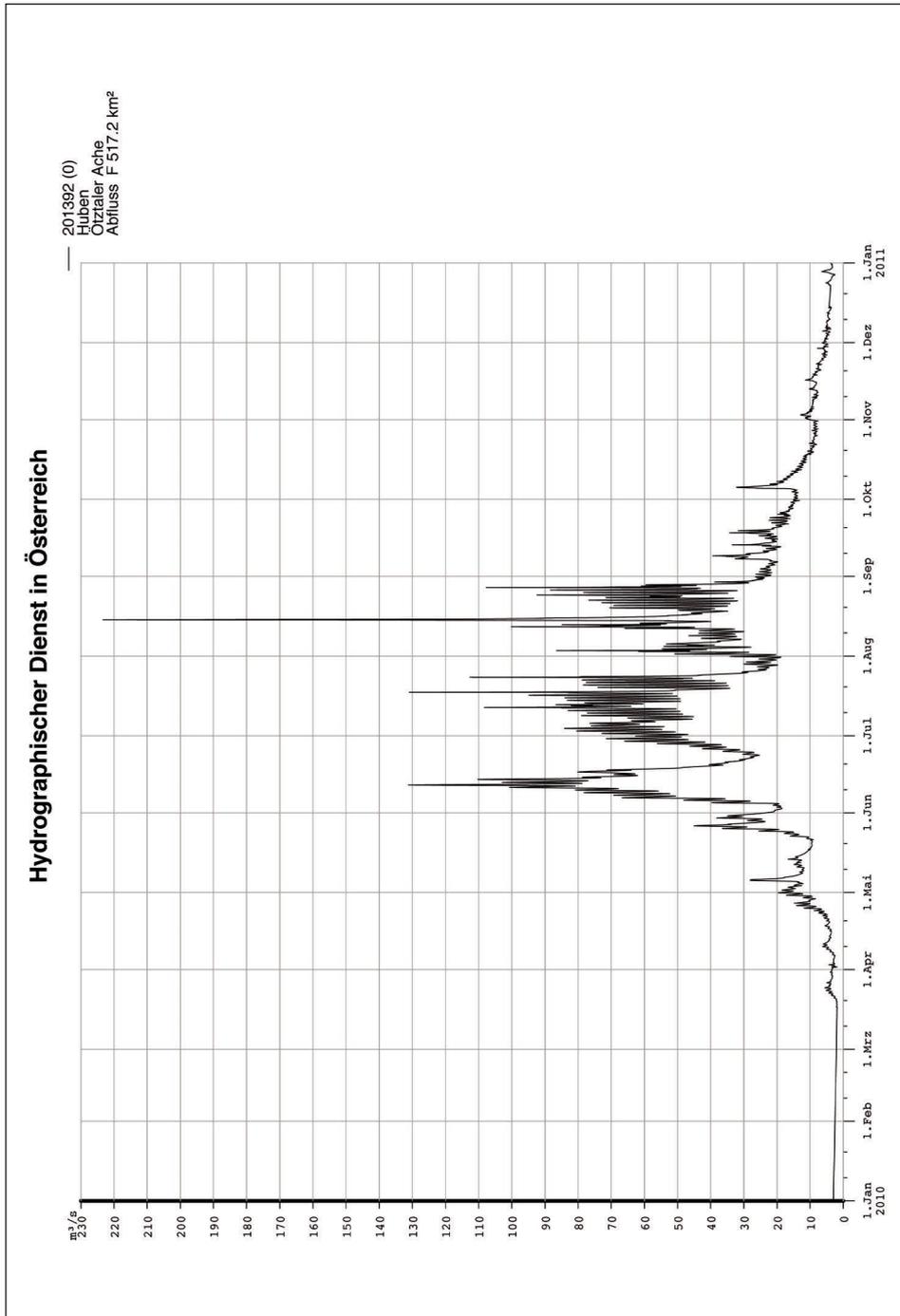


Abb. 5: Abflussganglinie der Ötztaler Ache am Pegel Huben im Jahre 2010

Tab. 3: Übersicht des aktuellen Pegelmessnetzes mit weitgehend natürlichem Einzugsgebiet

Pegel/Gewässer	EZG _{nat} [km ²]	Vergletscherung des EZG _{nat}	Mess-Parameter	Betreiber
Vernagt/Vernagtbach	11,44	78 %	W, WT, Q	BAdW
Vent/Rofenache	98,1	38 %	W, WT, Q, Q _s , Q _g	HD-Tirol
Vent/Venter Ache	164,7	36 %	W, WT, Q, Q _s	TIWAG
Obergurgl/Gurgler Ache	72,5	32 %	W, Q, Q _s	TIWAG
Sölden/Öztaler Ache	448,7	21 %	W, WT, Q, Q _s , Q _g	TIWAG
Huben/Öztaler Ache	517,2	19 %	W, WT, Q	HD-Tirol
Gries i.S./Fischbach	70,9	16 %	W, Q, Q _s , Q _g	TIWAG
Fundusalm/Fundusbach	13,1	2 %	W, Q	TIWAG
Tumpen/Öztaler Ache	785,5	15 %	W, WT, Q, Q _s	HD-Tirol
Kühtai/Längentalbach	9,2	0,7 %	W, WT, Q	TIWAG
Brunau/Öztaler Ache	890,0	13 %	W, WT, Q	TIWAG

Abkürzungen und Hinweise:

EZG _{nat} :	natürliches Einzugsgebiet [km ²]	Q:	Schwebstofffluss [kg/s]
EZG _{wirk} :	wirksames Einzugsgebiet [km ²]	Q _s :	Geschiebefluss [kg/s]
W:	Wasserstand [cm über Pegelnullpunkt (PNP)]	BAdW:	Bayerische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Glaziologie
WT:	Wassertemperatur [°C]	HD-Tirol:	Hydrographischer Dienst Tirol
Q:	Durchfluss [m ³ /s]	TIWAG:	Tiroler Wasserkraft AG

 Tab. 4: Mittlere und extreme Wasserführung am Pegel Vent/Rofenache (EZG_{nat} = 98,1 km²) für die Monate I bis XII aus dem Beobachtungszeitraum 1971 bis 2012

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NQ [m ³ /s]	0,310	0,096	0,092	0,101	0,209	1,37	2,14	2,23	1,33	0,885	0,162	0,380
MQ [m ³ /s]	0,552	0,468	0,497	0,827	3,20	9,38	15,4	14,8	6,52	2,39	1,12	0,722
HQ [m ³ /s]	1,18	0,880	4,83	6,15	28,3	63,6	75,2	109	58,6	25,3	10,0	1,49
NNQ	0,092 m³/s am 21.03.1992											
HHQ	109 m³/s am 25.08.1987											
NQ	kleinster Abfluss im Beobachtungszeitraum [m ³ /s]					NNQ	kleinster bekannter Abfluss [m ³ /s]					
MQ	mittlerer Abfluss im Beobachtungszeitraum [m ³ /s]					HHQ	größerer bekannter Abfluss [m ³ /s]					
HQ	größter Abfluss im Beobachtungszeitraum [m ³ /s]					EZG _{nat}	natürliches Einzugsgebiet [km ²]					

Tab. 5: Mittlere und extreme Wasserführung am Pegel Obergurgl/Gurgler Ache ($EZG_{nat} = 72,5 \text{ km}^2$) für die Monate I bis XII aus dem Beobachtungszeitraum 1966 bis 2011

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NQ [m^3/s]	0,171	0,052	0,100	0,093	0,190	0,73	1,64	1,66	0,64	0,262	0,221	0,195
MQ [m^3/s]	0,265	0,215	0,219	0,479	3,42	8,54	11,7	10,1	4,82	1,72	0,647	0,372
HQ [m^3/s]	0,532	0,343	1,28	7,84	24,4	63,7	57,6	87,4	109	26,7	15,7	1,26
NNQ	0,052 m^3/s am 15.02.1990											
HHQ	109 m^3/s am 20.09.1999											

Tab. 6: Mittlere und extreme Wasserführung am Pegel Tumpen/Öztaler Ache ($EZG_{nat} = 785,5 \text{ km}^2$, $EZG_{wirk} = 759,7 \text{ km}^2$) für die Monate I bis XII aus dem Beobachtungszeitraum 1951 bis 2012

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NQ [m^3/s]	2,36	1,96	1,80	2,54	4,52	12,80	21,30	17,40	9,30	5,03	4,06	3,16
MQ [m^3/s]	4,44	3,84	4,50	8,25	29,2	64,4	75,8	62,4	33,3	15,1	8,50	5,73
HQ [m^3/s]	11,8	21,2	45,1	49,3	220	278	263	410	380	154	96,8	33,2
NNQ	1,80 m^3/s am 03.03.1963											
HHQ	410 m^3/s am 25.08.1987											

Ein Vergleich der monatlichen Abflusswerte zeigt die Gemeinsamkeit der Pegelstellen:

- geringe Wasserführung ab Oktober/November bis April
- hohe Wasserführung ab Mai bis Oktober
- größte Abflüsse von Juni bis September
- die hochgelegenen Pegelstellen weisen bei Hochwasser aufgrund ihrer Nähe zum Alpenhauptkamm höhere spezifische Abflüsse [$\text{l}/\text{s} \cdot \text{km}^2$] auf als Pegelstellen im Unterlauf
- aufgrund der stärkeren Vergletscherung sind auch bei hochsommerlichen Schönwetterlagen die spezifischen Tagesmaxima der höher gelegenen Pegelstellen wie Vent und Obergurgl extremer als im Mittellauf der Öztaler Ache.

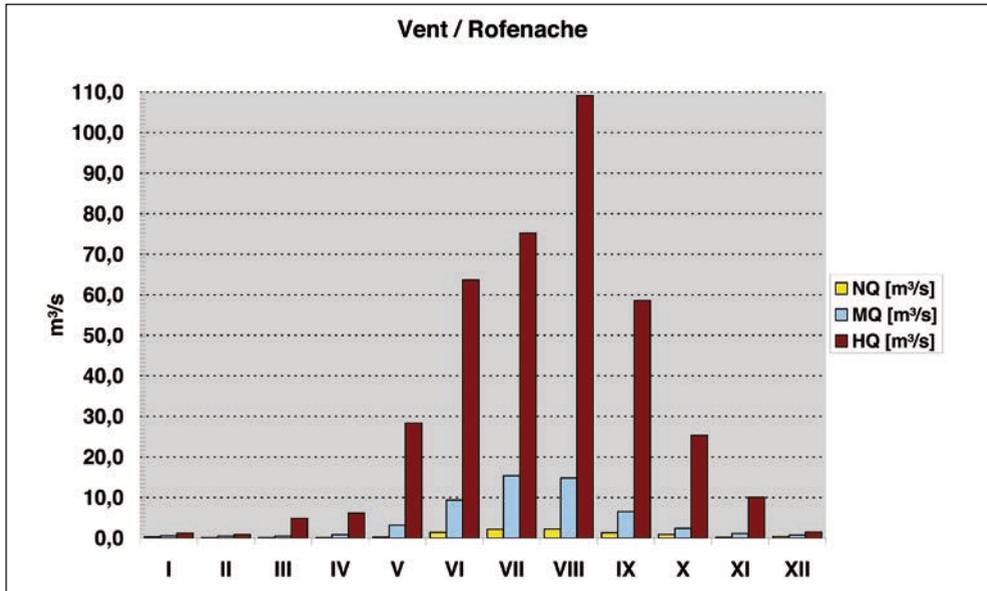


Abb. 6: Mittlere (MQ) und extreme Wasserführung (NQ, HQ) der Rofenache im Beobachtungszeitraum 1971 bis 2012

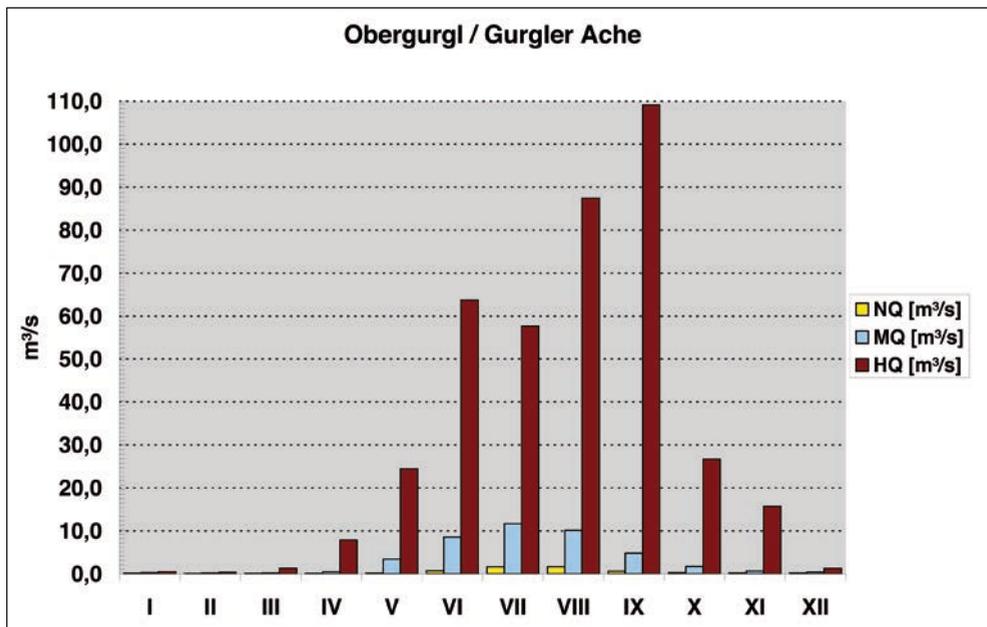


Abb. 7: Mittlere (MQ) und extreme Wasserführung (NQ, HQ) am Pegel Oberburgl/Gurgler Ache im Beobachtungszeitraum 1966 bis 2011

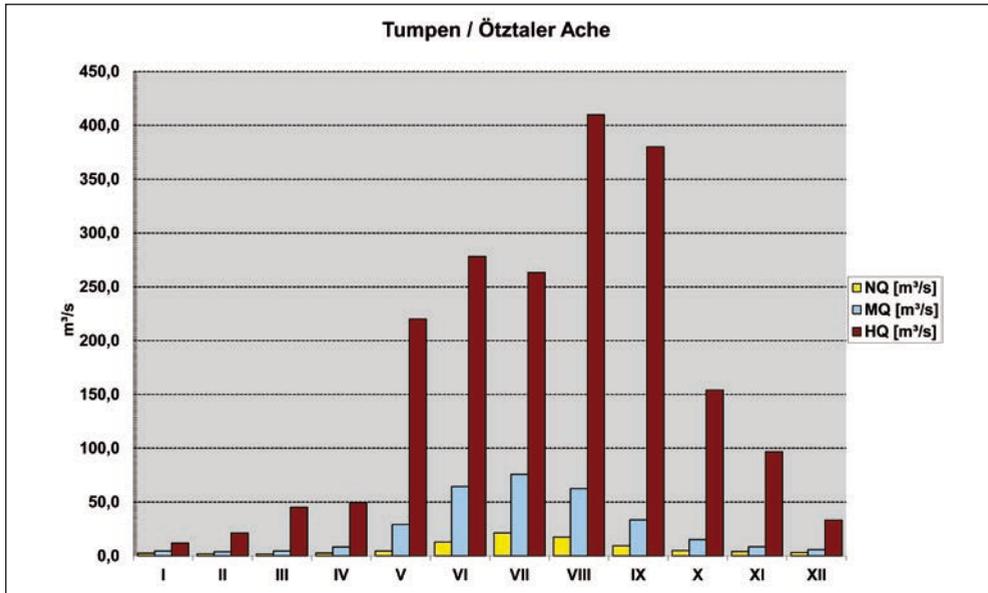


Abb. 8: Mittlere (MQ) und extreme Wasserführung (NQ, HQ) am Pegel Tumpen/Ötztaler Ache im Beobachtungszeitraum 1951 bis 2012

Hochwasser im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache

Aus den an einem Pegel aufgezeichneten Wasserständen lassen sich anhand einer Schlüsselkurve (Wasserstand-Durchfluss-Beziehung) die entsprechenden Durchflüsse ableiten. Neben dem Scheitelabfluss kann auch die Hochwasserfracht zur Charakterisierung einer Hochwasserwelle von Interesse sein. Hochwasserschäden werden jedoch meist durch hohe Scheitelabflüsse infolge hoher Wasserstände verursacht.

Da ein Hochwasserscheitelwert für ein bestimmtes Gewässerprofil zunächst keine Einschätzung erlaubt, ob er ein seltenes oder

häufig zu erwartendes Ereignis darstellt, erfolgt die Bewertung von Spitzenabflüssen durch Abschätzung der theoretischen Wiederkehrzeit. Voraussetzung hierfür ist jedoch eine langjährige Beobachtungsreihe mit entsprechend vielen Jahreshochwasserwerten.

Hochwasserschutzmaßnahmen werden in Österreich in der Regel derart ausgelegt, dass eine 100-jährliche Hochwasserspitze (= HQ_{100}) schadlos abgeführt werden kann. Für ein Hochwasser einer bestimmten Jährlichkeit (Wiederkehrzeit) müssen entlang eines Gewässerabschnittes die Durchflüsse für jedes einzelne Gewässerprofil in Abhängigkeit von der Einzugsgebietsfläche ermittelt werden.

Zu den Hochwasserkollektiven

Die Abb. 9, 10 und 11 zeigen die jährlich größten Hochwasserscheitelabflüsse an den Pegelstellen Vent/Rofenache, Obergurgl/Gurgler Ache und Tumpen/Öztaler Ache mit verschiedenen langen Beobachtungsreihen nach Erhebungen des Hydrographischen Dienstes Tirol und der TIWAG.

An der Öztaler Ache konzentrieren sich die größten Abflussspitzen eines Jahres auf die Monate Mai/Juni bis September (Tab. 7). Ein Jahreshöchstabfluss im Oktober stellt die große Ausnahme dar.

Hochwasser und seine Ursachen

Die oben dargestellten Hochwasserkollektive entstammen den regelmäßigen Wasserstands-

und Durchflusserhebungen im Rahmen des Hydrographischen Dienstes Tirol und der Tiroler Wasserkraft AG bzw. Westtiroler Kraftwerke AG. Das ausgewählte Datenmaterial von langjährigen (quasi-)kontinuierlichen Wasserstandsbeobachtungen oder Schreibpegelaufzeichnungen spiegelt die Auswirkungen des Wasserkreislaufes auf die Parameter Wasserstand/Durchfluss wider.

Das Abflussgeschehen wird hauptsächlich gesteuert durch das Niederschlagsgeschehen sowie von der Temperatur und dem Strahlungsangebot in Verbindung mit den Schnee- und Eisrücklagen. Die in den Abb. 9, 10 und 11 dargestellten Hochwasserkollektive zeigen große Unterschiede in den einzelnen jährlichen Spitzenabflüssen. Am Pegel Tumpen/Öztaler Ache ist die seit 1951 größte beobachtete Hochwasserspitze (410 m³/s am 25.8.1987) etwa viermal höher als das kleinste bekannte Jahreshochwasser (97 m³/s am 19.6.1952). Ähnliche Verhältniszahlen ergeben sich auch bei den Hochwasserkollektiven

Tab. 7: Verteilung der Jahreshochwasser auf die Kalendermonate am Beispiel der Pegel in Vent, Obergurgl und Tumpen

Monat	Vent (1967-2012) Rofenache	Obergurgl (1966-2011) Gurgler Ache	Tumpen (1951-2012) Öztaler Ache
Mai	0	0	2
Juni	3	5	15
Juli	14	19	20
August	26	18	18
September	3	3	7
Oktober	0	1	0
Summe Messjahre	46	46	62

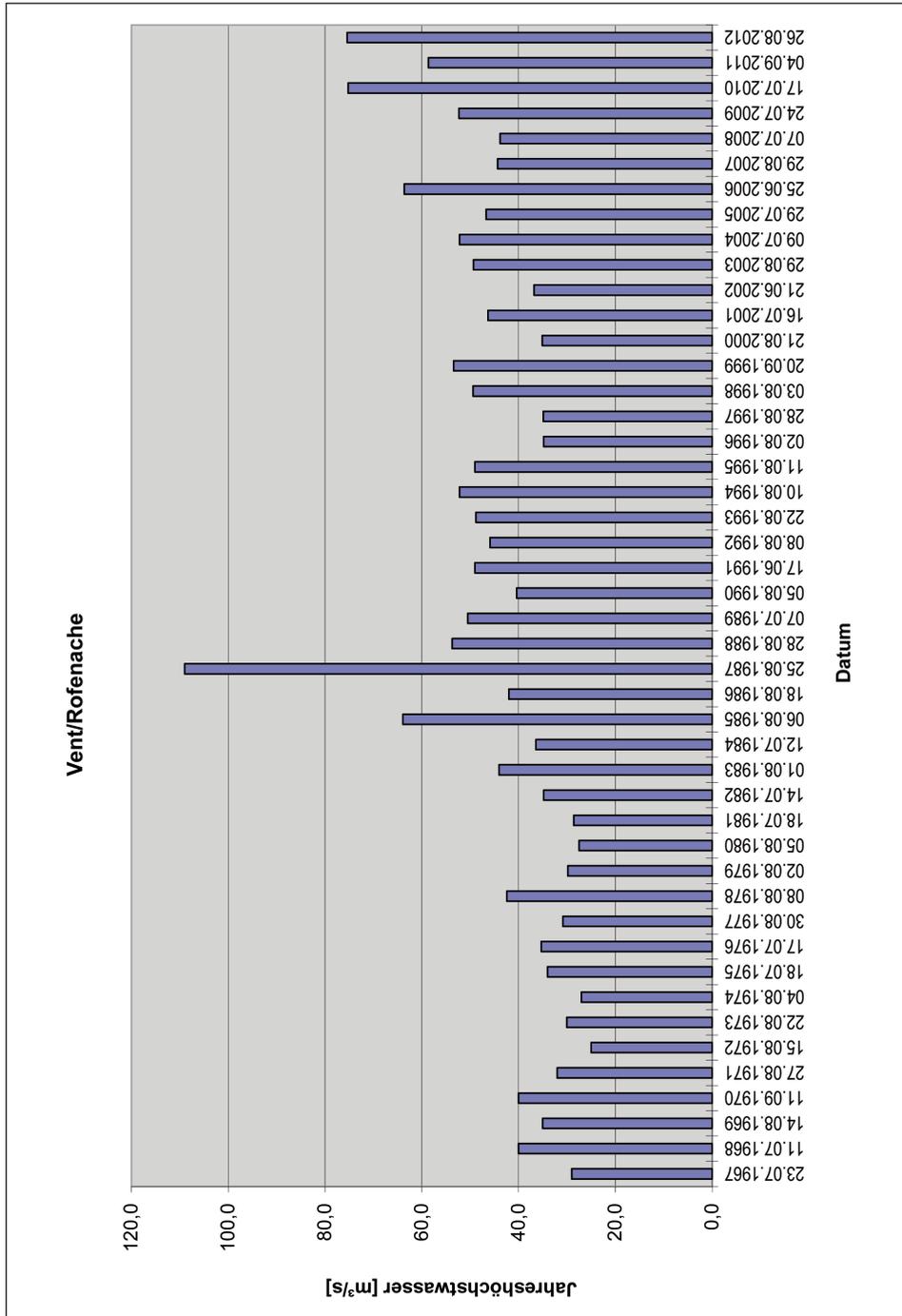


Abb. 9: Das Kollektiv der jährlich größten Abflüsse am Pegel Vent/Rofenache von 1967 bis 2012

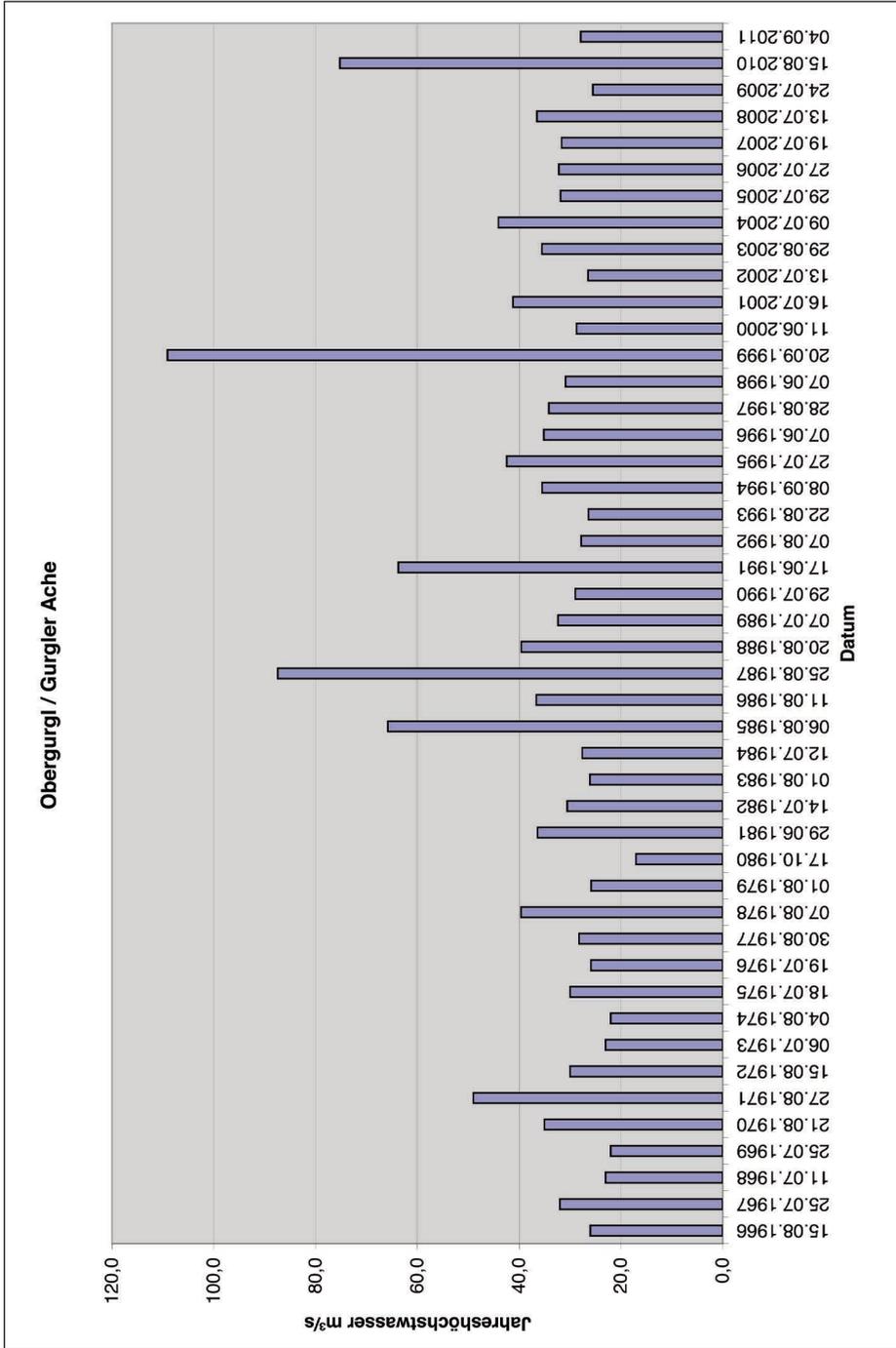


Abb. 10: Das Kollektiv der jährlich größten Abflüsse am Pegel Obergurgl/Gurgler Ache von 1966 bis 2011

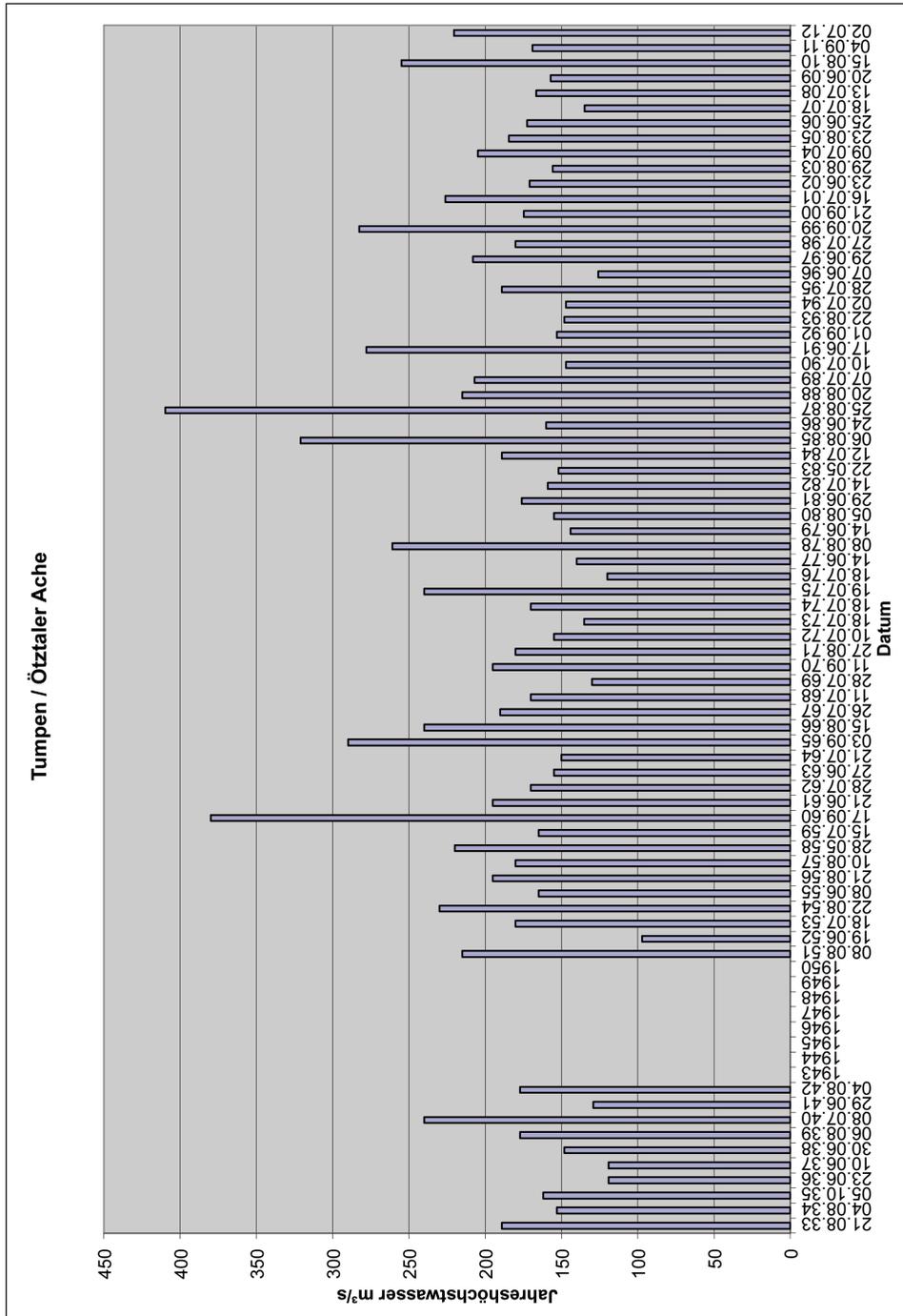


Abb. 11: Das Kollektiv der jährlich größten Abflüsse am Pegel Tumpen/Ötztaler Ache von 1933 bis 2012

im Oberlauf (Vent/Rofenache und Obergurgl/Gurgler Ache).

Die Ursache für die starke Schwankung bei den Jahreshochwassern liegt in den unterschiedlichen Auslösemechanismen:

- Jahreshochwasser infolge Schneeschmelze (ohne Niederschlag) treten im alpinen Raum nur mit bescheidenen Hochwasserspitzen in Erscheinung.
- Wenn die Gletscherschmelze im Hochsommer so richtig in Gang kommt, werden am Pegel Vent/Rofenache etwa ein- bis fünfjährliche Hochwasserspitzen infolge der relativ starken Vergletscherung erreicht. Talaustrwärts flachen diese Schmelzhochwasserwellen rasch ab, da die Vergletscherung prozentuell abnimmt.
- Konvektive Niederschläge (Schauer-Niederschläge) in den Nachmittagsstunden eines Strahlungstages können die Schmelzhochwasserspitzen deutlich anheben und an den Pegeln im Oberlauf die Jährlichkeit markant ansteigen lassen. Aus einer HQ_3 -Schmelzhochwasserspitze kann eine aus dem Niederschlag aufgesetzte Abflussspitze ein HQ_{10} und mehr generieren. Aufgrund der örtlichen und zeitlichen Begrenztheit von Regenschauern verlieren diese Hochwasserspitzen talaustrwärts meist an Bedeutung, vor allem für die Ötztaler Ache.
- Die größten Hochwasserereignisse, die das Hochwasserkollektiv der Ötztaler Ache z.B. in Tumpen (1960, 1965, 1985, 1987, 1991, 1999) aufweist, die

aber auch im Oberlauf zu markanten Spitzenabflüssen geführt haben, fallen mit jenen Wetterlagen zusammen, wie sie Steinacker (1988) beschreibt:

„Wenn kalte Luft über Frankreich ins westliche Mittelmeer vordringt, bildet sich im Golf von Genua meist ein Tief, an dessen Vorderseite eine Südströmung gegen die Alpen auflebt. Bei dieser Situation bildet sich in der Höhe – bedingt durch die Temperaturverteilung – ein Trog westlich der Alpen. Diese Konfiguration ist deshalb „günstig“ für starke Niederschläge im Alpenraum, weil dabei feuchte Mittelmeerluft gegen die Alpen geführt wird, die Hebung dieser feuchtwarmen Luft durch Stau am Alpensüdrand verstärkt wird und weiters im Sommer die 0° -Grenze bzw. Schneefallgrenze meist in Gipfelhöhe des Alpenhauptkamms liegt. Besonders günstig für ergiebige Niederschläge sind solche Zirkulationssysteme, wenn sie sich nur sehr langsam nach Osten bewegen, wie etwa die sog. Vb-Wetterlage (Mittelmeertief wandert von der Adria über den Alpenostrand bis nach Polen) oder quasistationäre Höhentiefdruckgebiete ...“

Bei einer solchen Wetterlage können große Flächen über 20 bis 30 Stunden einem Dauerregen ausgesetzt sein, wobei die Niederschlagsintensitäten meist unter 15 mm/h liegen.

- Durch eine stark verzögerte Schneeschmelze, wie 1987, können die Gerinne im Sommer eine beträchtliche Vorfüllung aufweisen und sind daher nicht

mehr voll aufnahmefähig für den niederschlagsbedingten Abfluss.

- Weitgehend ausgeaperte Gletscher im Spätsommer können die Situation verschärfen, weswegen die höchsten beobachteten Hochwasserabflüsse auf die Monate August und September fallen.

Der rückhaltlose Hochwasserabfluss aus dem Einzugsgebiet der Öztaler Ache hat natürlich auch Auswirkungen auf den Inn, dessen Hochwassergeschehen häufig von den inneralpinen Einzugsgebieten mitbestimmt wird.

In den vorliegenden Hochwasserkollektiven fehlen jedoch jene Hochwasserspitzen, wie sie von einem anderen Typ der Hochwasserentstehung verursacht wurden. Durch den wiederholten Ausbruch des Rofener und des Gurgler Eissees in den vergangenen Jahrhunderten entstanden gewaltige Flutwellen, die durch die Talschluchten auf die Öztaler Ache zugerast sind (Nicolussi, Kapitel 4 in diesem Band). In der Folge kam es zu argen Verheerungen und Verwüstungen im Siedlungsraum des Ötztales bis in das Inntal. Die Hochwasserspitzen dieser Flutwellen dürften zumindest im Oberlauf um eine ganze Größenordnung höher gewesen sein als die niederschlagsbedingten Abflussspitzen.

Die folgende Zeittafel gibt eine Übersicht zu den Ausbrüchen dieser beiden Eisseen (Leys & Reinwarth 1975):

Verheerungen durch Ausbrüche des Rofener Eissees:

- 1599 Bildung des Rofener Eissees oberhalb Vent im Öztal durch Vorstoß des Vernagtferners, dessen Zunge die Rofener Ache aufstaute.
- 1600 (25. Juli): Erster Ausbruch des Eissees; große Hochwasserschäden im Öztal mit Verwüstung von Feldern und Straßen. Das Längfelder Becken wurde in einen See verwandelt. Sogar die Bewohner von Innsbruck wurden durch plötzlich steigenden Wasserstand in Schrecken versetzt.
- 1678 (17. Juli): Zweiter verheerender Ausbruch mit großen Verwüstungen im Öztal bis in das Inntal. Zur gleichen Zeit erfolgte wegen rascher Gletscherschneeschmelze im Sulztal ein Ausbruch des Fischbaches in Längfeld mit großen Verheerungen in Oberlängfeld.
- 1679 Ausbruch mit unbedeutenden Schäden.
- 1680 (15. Juni): Dritter verheerender Ausbruch mit neuerlichen Verwüstungen durch das ganze Öztal; Eisblöcke sollen bis zur Donau geschwommen sein.
- 1771 Vierter Ausbruch ohne größeren Schaden im Öztal.
- 1845 (14. Juni): Fünfter verheerender Ausbruch; infolge neuerlichen Vorstoßes des Vernagtferners Ausbruch mit furchtbaren Verheerungen im Öztal (der Inhalt des Rofener Eissees wurde

- auf 1,320.000 m³ geschätzt, der Abfluss erfolgte in einer Stunde, Flutwellenhöhe in Vent nach Augenzeugen ca. 10 m).
- 1846 (8.-11. Februar, 7. Juli, 10. Oktober): Ausbrüche mit Schäden im Ötztal.
- 1847 (25. Mai): Ausbruch mit Schäden im inneren Ötztal.
- 1848 (13. Juni): neuerlicher Ausbruch.
- 1868 (27. Juli): Letzter verheerender Ausbruch mit Vernichtung des Weilers Huben bei Längenfeld. Dies war der letzte Ausbruch des Rofener Eissees. Durch den Rückzug des Vernagtferners bildete sich dieser See nicht mehr.

Ausbruch des Gurgler Eissees:

- 1716 Der Gurgler Eissee bildete sich durch Vorstoß des Gurgler Gletschers mit Absperrung des Längentales (Länge 1700 Schritte, Breite 650 Schritte, Tiefe 100 Klafter, wobei 1 Klafter ca. 1,9 m beträgt).
- 1717 (30. Juni): Ausbrüche mit langsamen Entleerungen; dadurch geringe Schäden im Ötztal.
- 1718 (2. Juni): Ausbrüche mit langsamen Entleerungen; dadurch geringe Schäden im Ötztal.
- 1724 (10. Juni): Ausbrüche mit langsamen Entleerungen; dadurch geringe Schäden im Ötztal.
- 1770 Ausbrüche mit langsamen Entleerungen; dadurch geringe Schäden im Ötztal.
- 1817 Neubildung des Gurgler Eissees infolge Vorstöße des Gurgler Ferners, langsame Entleerung ohne Schaden.
- 1834 Ausbruch mit großen Schäden im Ötztal.
- 1847 Aufstau des Sees mit Abfluss ohne Schäden.
- 1867 Ausbruch mit Schäden im inneren Ötztal. Durch den Rückzug des Gurgler Ferners bildete sich auch der See ab diesem Zeitpunkt nicht mehr.

Verschiedene Wasserverheerungen durch Gletscher:

- 1725 (18. Juni): Murgang im Wütenbach bei Sölden vermutlich infolge plötzlicher Entleerung eines kleinen Eissees. Die Ache wurde zu einem See gestaut, welcher nach Durchbruch große Verheerungen im Ötztal anrichtete. Am gleichen Tag brach auch der Fischbach in Längenfeld infolge großer Wasserführung durch rasche Schneeschmelze (in den Gletschern) des Sulztales aus. In Innsbruck wurden zufolge der starken Wasserführung der Ötztaler Ache Teile der Stadt unter Wasser gesetzt.

In Abb. 12 ist das Hochwasserkollektiv vom Pegel Vent/Rofenache mit den Ausbrüchen des Rofener Eissees der Jahre 1600, 1678, 1679, 1680, 1771, 1845, 1846, 1847, 1848, 1868 erweitert dargestellt.

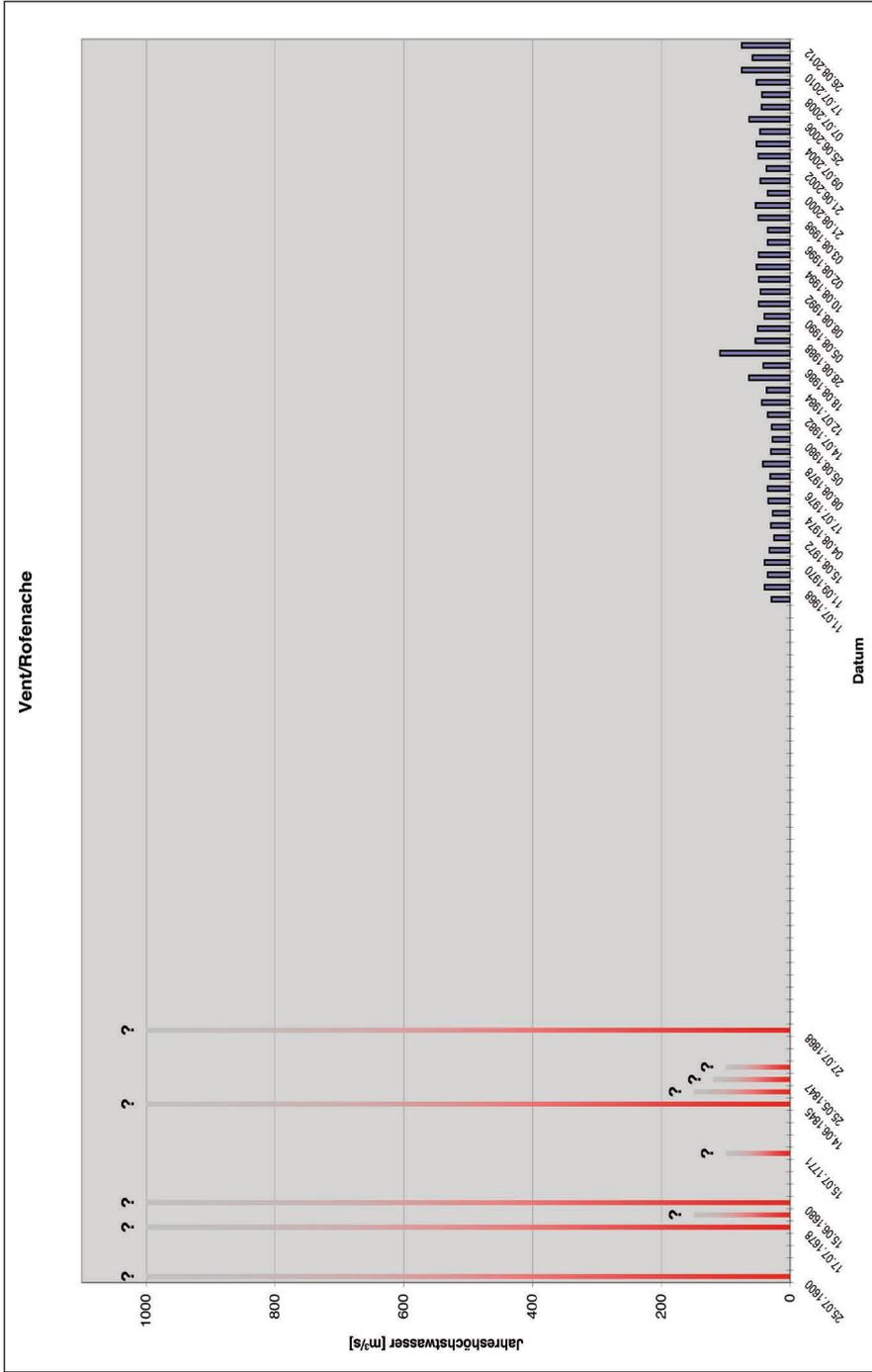


Abb. 12: Das Kollektiv der jährlich größten Abflüsse am Pegel Vent/Rofenache, erweitert um die Flutwellen ab dem Jahre 1600, verursacht durch die Ausbrüche des Rofener Eisees. Blaue Säulen nach Ermittlungen des Hydrographischen Dienstes Tirol, rote Säulen (ohne definierte Obergrenze) stellen Interpretationsversuche des Autors auf Basis von Augenzeugenberichten dar

Ergebnisse der Wassertemperaturmessung

Die Erfassung der Wassertemperatur ist nicht ganz einfach zu bewerkstelligen. Stark schwankende Wasserstände im Sommerhalbjahr und Eisbildung im Gewässer im Winterhalbjahr können die kontinuierliche Erfassung der Wassertemperatur erheblich erschweren. Die Eis-Erscheinungen sind nicht nur von der Höhenlage der Pegelstelle abhängig. Talaufweitungen, wie sie an der Öztaler Ache z.B. am Pegel Huben im mittleren Ötztal gegeben sind, begünstigen bereits im Oktober die Eisbildung. Ein starker Rückgang der Wasserführung, die Verlangsamung der Fließgeschwindigkeit und geringe Wassertiefen führen be-

sonders nach Neuschnee in Strahlungs Nächten zu starker Abkühlung der Gewässer. An der Pegelstelle Vent/Rofenache ist bereits im September mit Wassertemperaturen von 0 °C zu rechnen, die auch den gesamten Monat Mai betreffen können (Tab. 8, Abb. 13). Im Regelfall bildet sich im Pegelgerinne von Vent/Rofenache eine geschlossene Eisdecke im Laufe des Herbstes, die erst im März/April wieder aufbricht. Der gesamte Messbetrieb kann dadurch erheblich erschwert werden. Die höchsten gemessenen Wassertemperaturen liegen in den Monaten Mai bis August um 10 °C. Der absolute Höchstwert von 11,1 °C im Mai ist für diese Jahreszeit außergewöhnlich, er kann aber in der Temperaturganglinie nicht als Ausreißer abqualifiziert werden.

Tab. 8: Mittlere und extreme Wassertemperaturen am Pegel Vent/Rofenache für die Monate I bis XII aus dem Beobachtungszeitraum 2000 bis 2012

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NT [°C]	0,0	-0,1	0,0	-0,3	0,0	0,1	0,7	0,6	0,0	-0,1	-0,1	0,1
MT [°C]	0,2	0,3	0,5	1,4	3,1	4,2	4,6	4,6	3,9	2,5	0,6	0,2
HT [°C]	1,5	1,4	2,9	7,8	11,1	9,8	10,2	9,3	9,2	8,3	5,1	2,0

NT niedrigste Wassertemperatur im Beobachtungszeitraum (kleinster 15-Minuten-Mittelwert) [°C]

HT höchste Wassertemperatur im Beobachtungszeitraum (höchster 15-Minuten-Mittelwert) [°C]

MT Monatsmitteltemperatur des Wassers [°C]

Tab. 9: Mittlere und extreme Wassertemperaturen am Pegel Tumpen/Öztaler Ache für die Monate I bis XII aus dem Beobachtungszeitraum 1992 bis 2012

Monat	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
NT [°C]	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	2,1	3,1	4,3	4,8	2,3	0,0	-0,1	-0,2
MT [°C]	0,4	0,9	3,1	5,7	7,1	7,9	8,8	8,9	7,8	5,7	2,6	0,9
HT [°C]	4,6	5,3	9,3	12,0	12,7	13,3	13,8	13,1	12,1	10,6	8,7	5,1

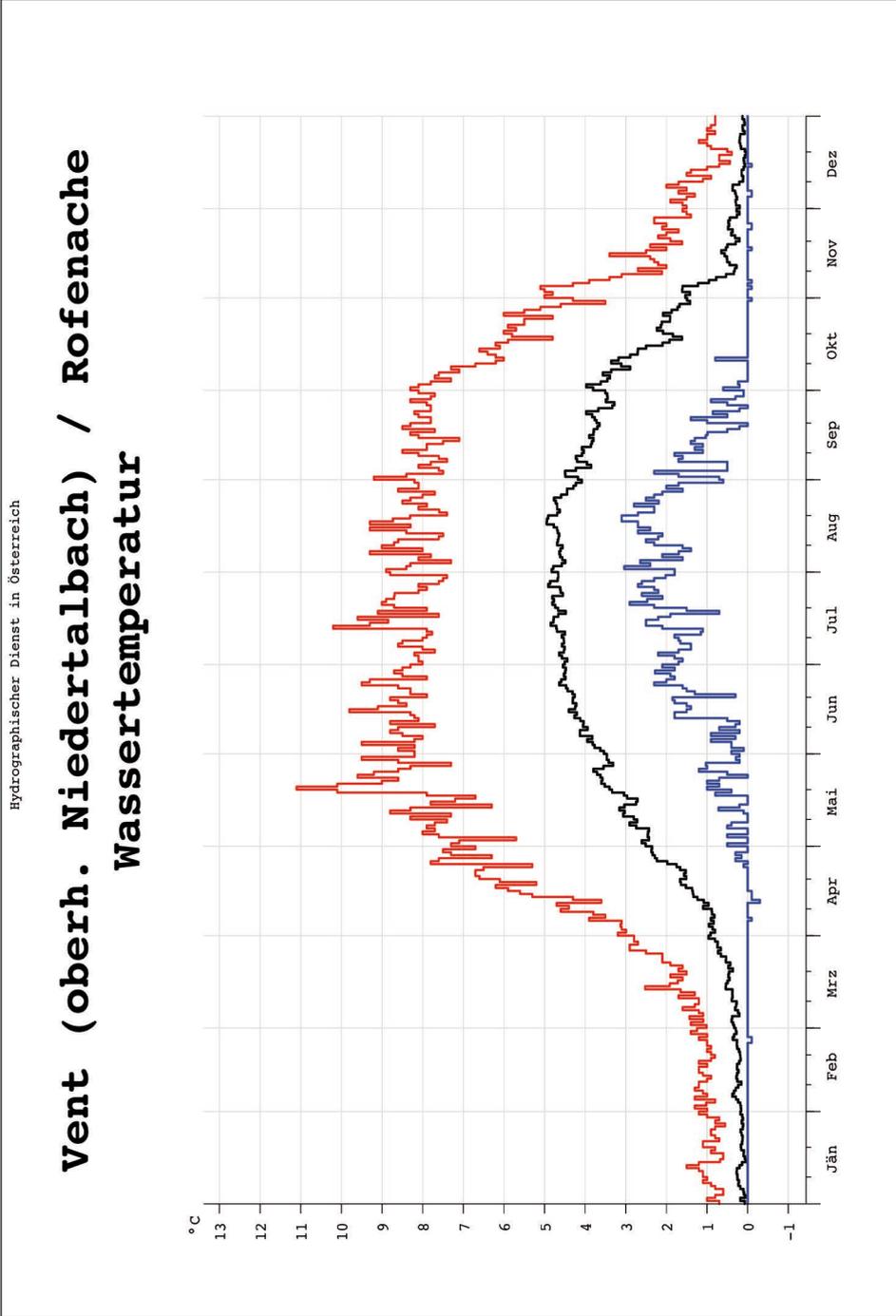


Abb. 13: Verlauf der mittleren und extremen Wassertemperaturen am Pegel Vent/Rofenache aus dem Zeitraum 2000 bis 2012

Hydrographischer Dienst in Österreich

Tumpen / Öztaler Ache Wassertemperatur

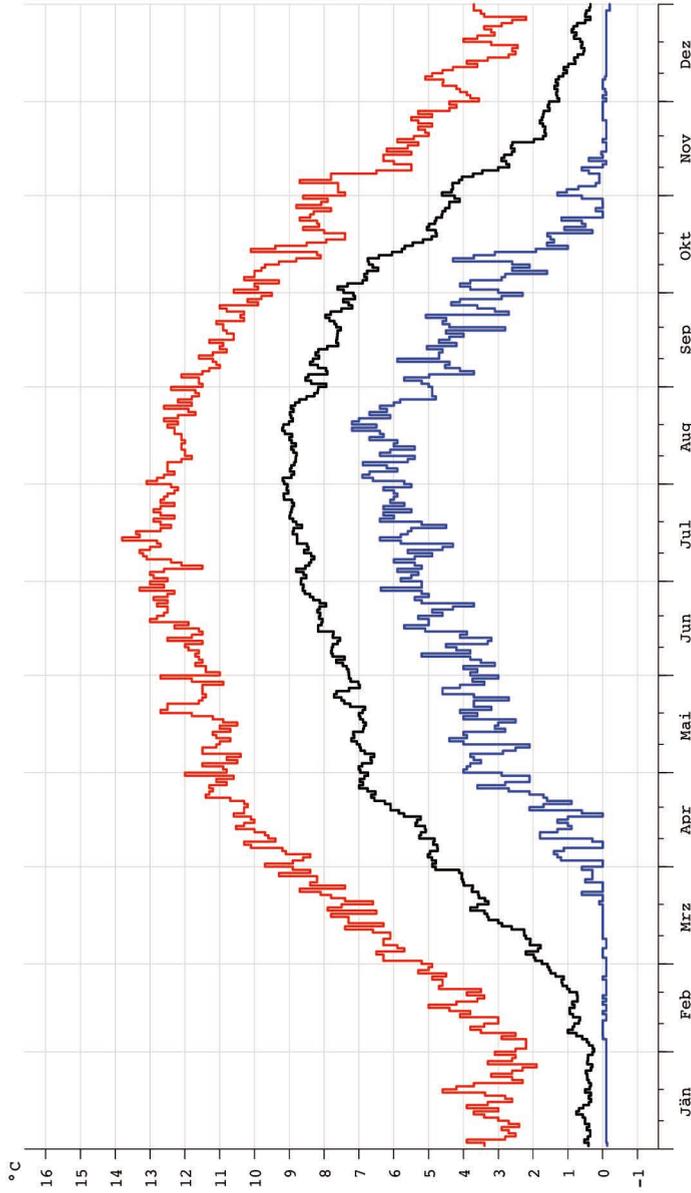


Abb. 14: Verlauf der mittleren und extremen Wassertemperaturen am Pegel Tumpen/Öztaler Ache aus dem Zeitraum 1992 bis 2012

Am tiefer gelegenen Pegel Tumpen/Ötztaler Ache sind Wassertemperaturen um 0 °C von Oktober bis April bekannt (Tab. 9, Abb. 14). Die höchsten gemessenen Wassertemperaturen liegen knapp unter 14 °C und beschränken sich auf den Zeitraum Juni bis August. Auch die historischen Pegelstandorte in Tumpen waren teilweise von starker und anhaltender Vereisung im Winterhalbjahr betroffen.

Feststoffführung der Ötztaler Ache

Gemäß ÖNORM B 2400 wird unter Punkt 6 „Durch das Wasser bewegte feste Stoffe“ die Gesamtheit von Geschiebe, Schwebstoffen und Schwimmstoffen verstanden.

Im Rahmen der Erhebung des Zustandes von Gewässern (WRG 1959) bezieht sich die Erhebung des Wasserkreislaufes u.a. auch auf die Erhebung der Feststoffe in den Gewässern hinsichtlich Verteilung nach Menge und Dauer.

Im Einzugsgebiet der Ötztaler Ache wurden die ersten Feststoffmessstellen des Hydrographischen Dienstes Tirol in Vent/Rofenache (1999: kontinuierliche Geschiebemessung, 2006: kontinuierliche Schwebstoffmessung) und in Tumpen/Ötztaler Ache (2005: kontinuierliche Schwebstoffmessung) im Bereich der jeweiligen Pegel installiert und seither durchgehend betrieben. Die Erfassung der Feststoffe erfolgt mit Hilfe indirekter und direkter Messverfahren.

- Die kontinuierliche Ermittlung der Schwebstoffführung wird mit einer am

Ufer installierten Trübungssonde und fallweisen Kalibriermessungen mittels Flaschenproben durchgeführt.

- Die Geschiebemessung erfolgt mit Hilfe von Geophonen, welche kontinuierlich die Impulse der darüber bewegten Steine erfassen, und fallweisen Fangkorbmessungen.

Mit den Kalibriermessungen wird eine Beziehung zwischen der Gewässertrübung und den Schwebstoffen hergestellt bei bekannter Wasserführung am Pegel. Für die Ermittlung des Geschiebeflusses müssen Wertepaare zwischen den registrierten Geophonimpulsen und dem mittels Fangkorb gesammelten Geschiebe pro Zeiteinheit gefunden werden. Diese Kalibriermessungen sind bei unterschiedlichen Durchflüssen am Pegel durchzuführen, damit die Wertepaare möglichst den gesamten Messbereich zwischen Niedrigwasser und Hochwasser abdecken.

Der gleichzeitig am Pegel ermittelte Durchfluss erlaubt in vielen Fällen auch eine Korrelation zwischen der Wasserführung und dem Feststofftransport. Der Schwebstofftransport setzt wesentlich früher ein als der Geschiebetransport. Die Menge des transportierten Schwebstoffes ist ein Vielfaches von der Menge des durchdriftenden Geschiebes. Besonders in vergletscherten Einzugsgebieten wie dem hinteren Ötztal färbt der Schwebstoff das Bachwasser milchig weiß, weshalb die von der Gletscherschmelze beaufschlagten Fluten gemeinhin als Gletschermilch bezeichnet werden.

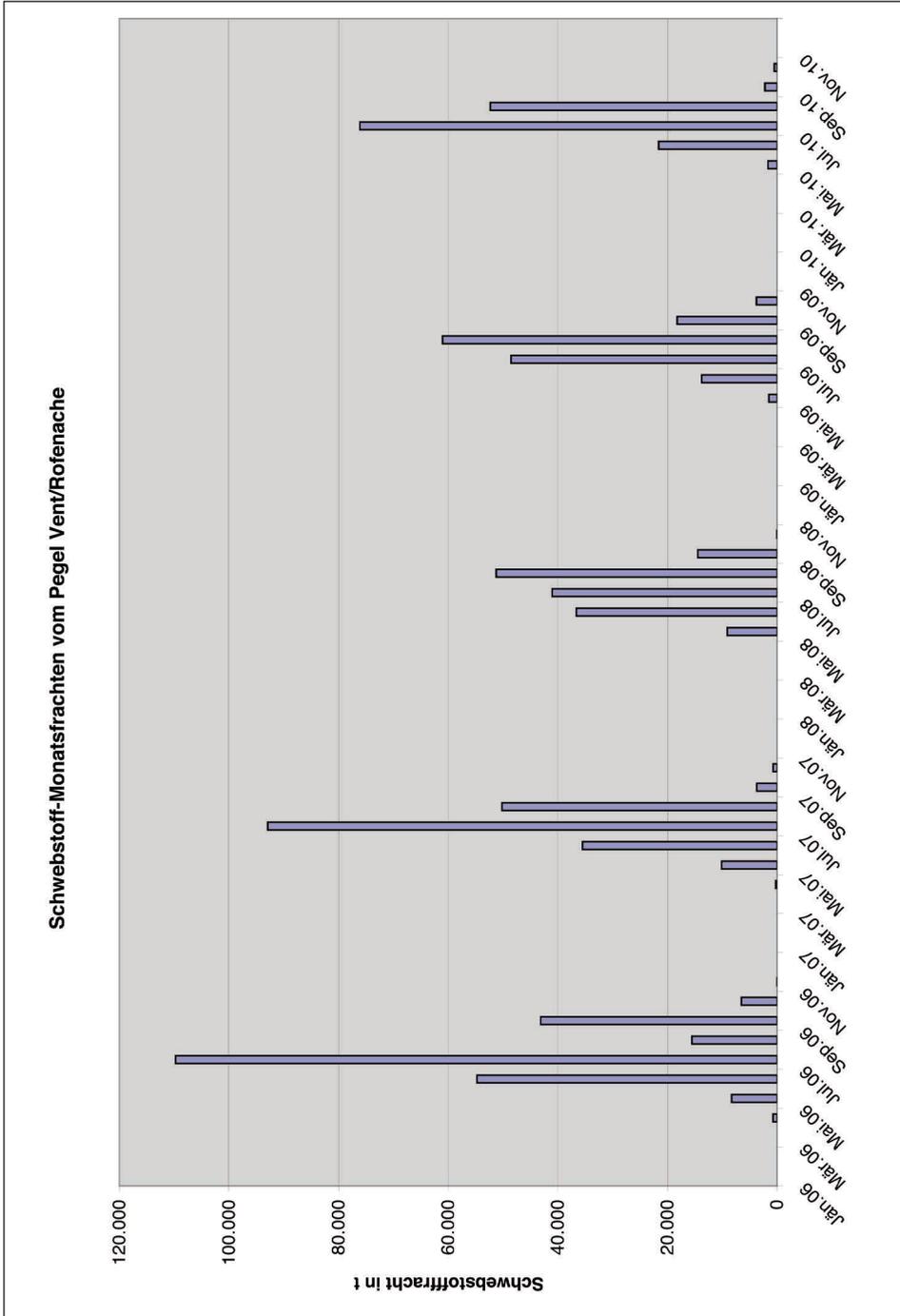


Abb. 15: Monatliche Schwebstofffrachten am Pegel Vent/Rofenache in den Jahren 2006 bis 2010

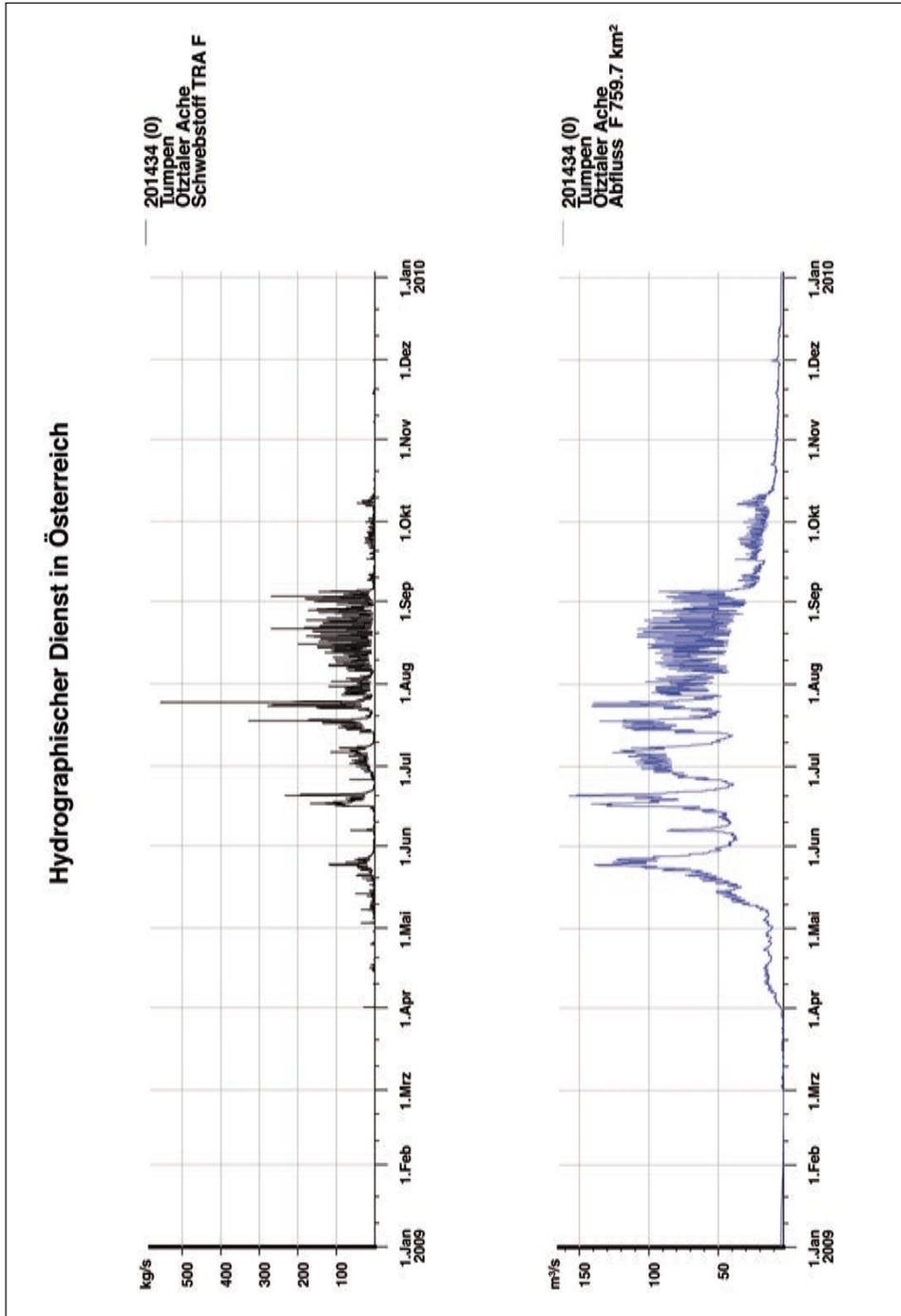


Abb. 16: Jahresganglinie 2009 von Schwebstoff und Durchfluss am Pegel Tumpen/Örtzaler Ache, oben: Schwebstofftransport, unten: Durchfluss

Der Geschiebetransport hängt von der Schleppkraft der fließenden Welle (Durchfluss im Gerinne) und vom bereitgestellten Geschiebepotential ab. Neben den transportierten Geschiebemengen (Geschiebefracht) interessiert auch, ab welcher Strömungsgeschwindigkeit der Geschiebetrieb einsetzt.

Der Nachschub von Feststoffen in den Talfluss erfolgt meist durch Starkregen und davon ausgelösten Oberflächenabfluss oder Murgängen bzw. Rutschungen. Auch die ansteigende Permafrostgrenze begünstigt die Freisetzung von Lockermaterial, welches besonders bei Starkregen und Hochwasser in Bewegung gerät. Geschiebe, das vom Bach/Fluss nicht mehr transportiert wird, lagert sich auf der Gewässersohle ab und führt zu deren Anhebung. Solche Auflandungen können dazu führen, dass das dadurch verkleinerte Gewässerprofil

u.U. größere Hochwasser nicht mehr ohne Ausuferung abführen kann.

Der Feststofftransport in der Öztaler Ache weist einen ausgeprägten Jahresgang auf (Abb. 15). Wie in Abb. 16 ersichtlich, unterliegt auch der Abfluss einem Jahresgang, der aber wegen anderer Einflussfaktoren – wie oben erwähnt – nur bedingt mit dem Feststofftransport korreliert. Im Beobachtungszeitraum 2006 bis 2010 schwanken die jährlichen Schwebstofffrachten am Pegel Vent/Rofenache zwischen 150.000 und 240.000 Tonnen (Abb. 17). Für den Unterlauf der Öztaler Ache sind vom Pegel Tumpen in Abb. 18 die monatlichen Schwebstofffrachten der Jahre 2006 bis 2010 dargestellt. In diesem Zeitraum schwankten die jährlichen Schwebstofffrachten zwischen 340.000 und 720.000 Tonnen (Abb. 19).

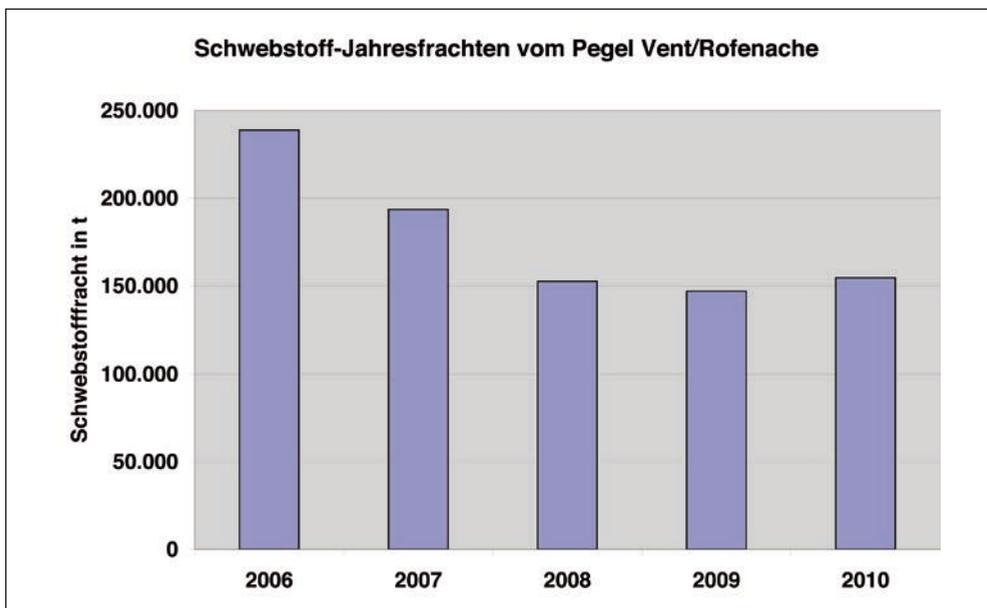


Abb. 17: Schwebstoff-Jahresfrachten am Pegel Vent/Rofenache von 2006 bis 2010

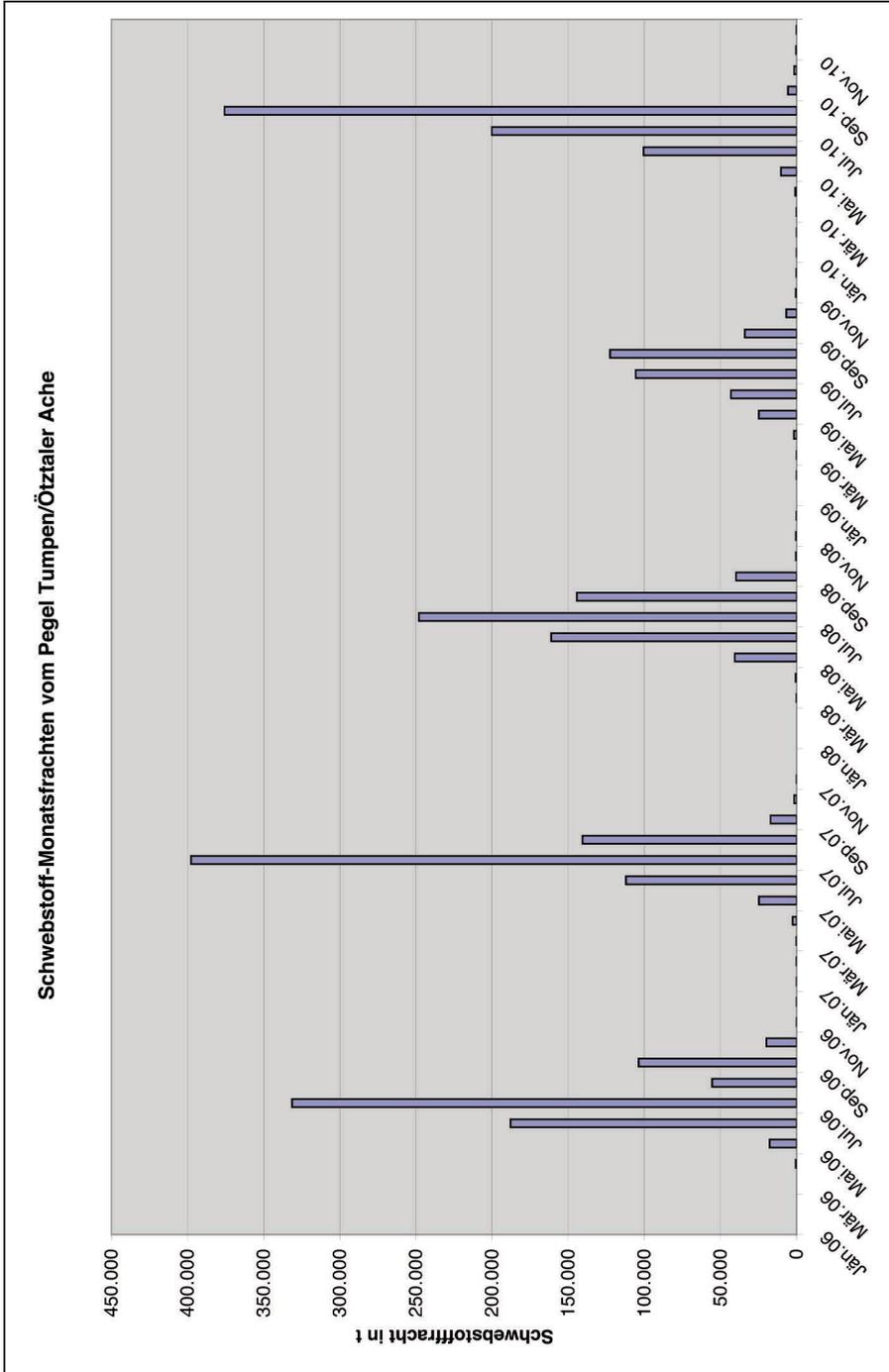


Abb. 18: Monatliche Schwebstofffrachten am Pegel Tumpen/Öztalener Ache in den Jahren 2006 bis 2010

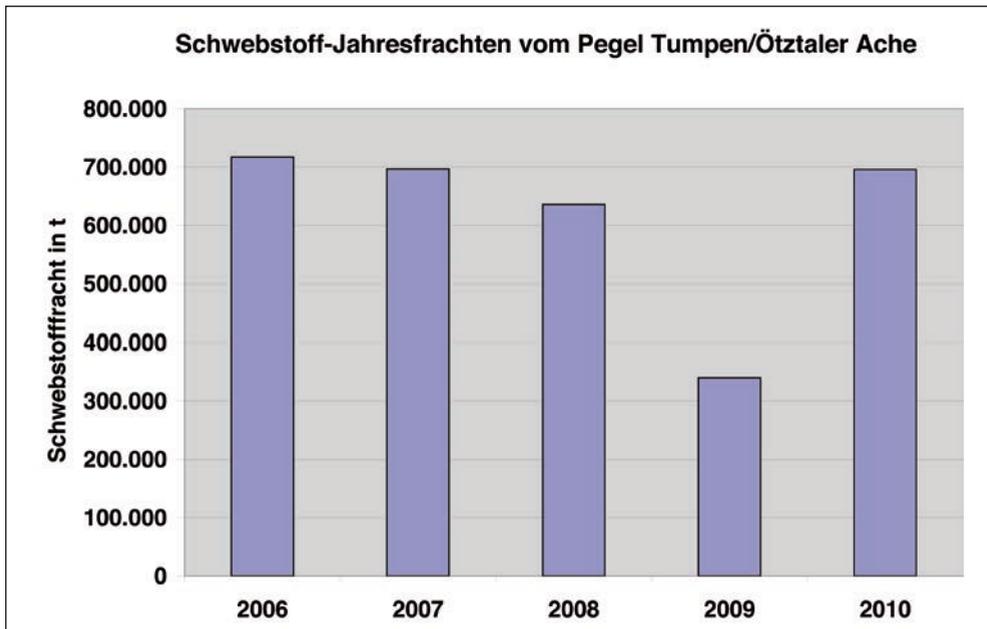


Abb. 19: Schwebstoff-Jahresfrachten am Pegel Tumpen/Ötztaler Ache von 2006 bis 2010



Abb. 20: Geschiebemessung mit einem mobilen Geschiebefänger (a, b) und die erschotete Geschiebeprobe (c) am Pegel Vent/Rofenache (Fotos: Hugo Seitz, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, IWHW, an der BOKU/Wien)

Wie aufwändig die Gewinnung von Geschiebeproben ist, zeigt Abb. 20. Bei höherer Wasserführung muss der Geschiebefänger mittels LKW-Kran bündig in der Gerinnesohle aufgesetzt werden. Der Sammelzeitraum wird sekundengenau protokolliert, damit der Geschiebetransport ermittelt werden kann.

Wie die aufgezeichneten Geophonimpulse erkennen lassen, rollt kein gleichmäßiges Geschiebeband durch das Pegelgerinne (Abb. 21). Obwohl die Abflusskurve einen gleichmäßigen glockenförmigen Verlauf im Tagesgang aufweist, driften das Geschiebe eher schubweise durch. Die Geschiebefronten

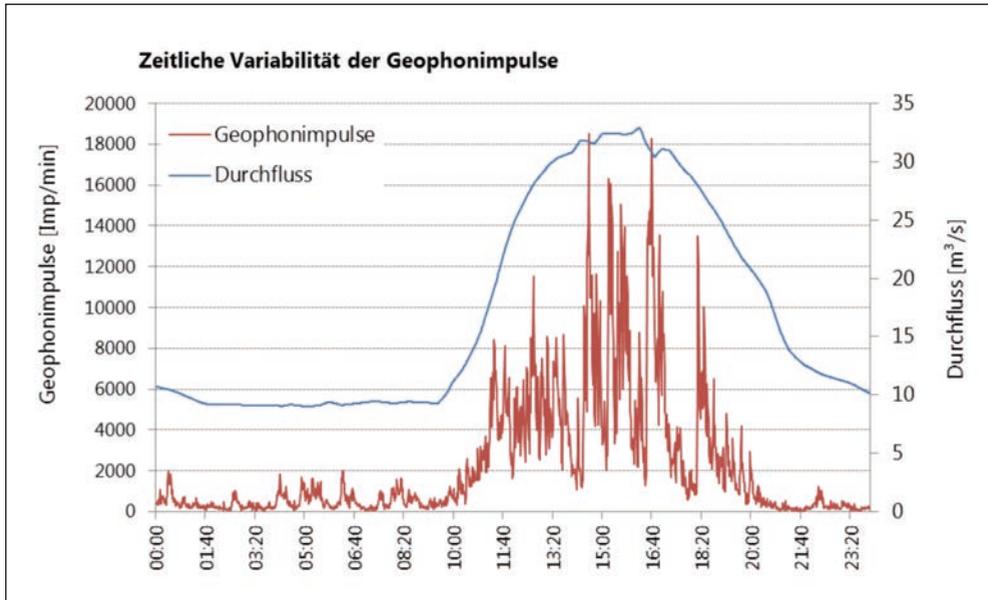


Abb. 21: Variabilität der Geophonimpulse bei bekannter Abflusskurve nach Aufzeichnungen des Hydrographischen Dienstes Tirol und Auswertungen des Institutes für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, IWHW, an der BOKU/Wien

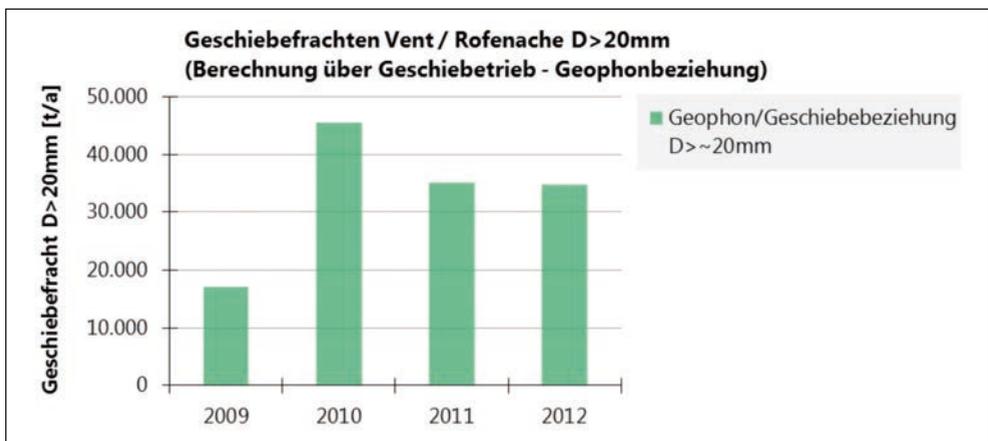


Abb. 22: Übersicht der angeschätzten Geschiebefrachten am Pegel Vent/Rofenache für die Jahre 2009 bis 2012 für Korndurchmesser über 20 mm (Auswertung: Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, IWHW, an der BOKU/Wien im Auftrag des Hydrographischen Dienstes Tirol)

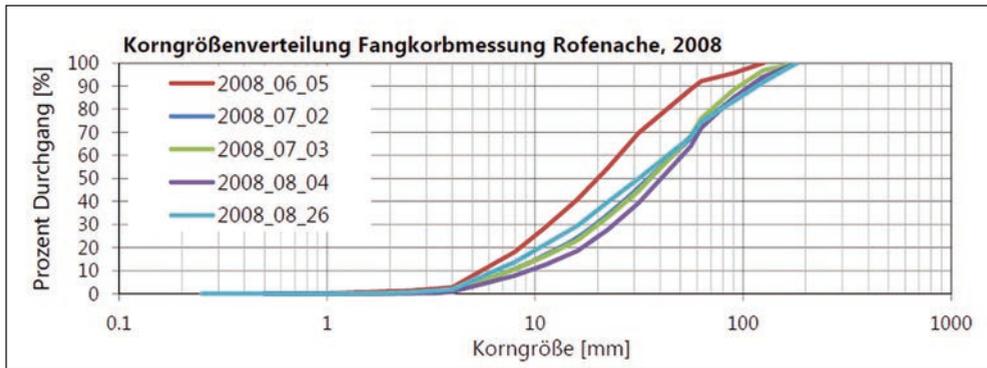


Abb. 23: Die Korngrößenverteilung aus Fangkorbmessungen an fünf Tagen im Jahr 2008 am Pegel Vent/Rofenache

wandern wie Dünen durch das Pegelgerinne und werden von den sohlgleich eingebauten Geophonen detektiert. Nach aufwändigen Auswertarbeiten liegen für die Messjahre 2009 bis 2012 vorläufige Jahresfrachten des Geschiebes mit einem Korndurchmesser ≥ 20 mm vor, welches durch das Pegelgerinne in Vent/Rofenache gedriftet ist (Abb. 22). In diesem Zeitraum schwankten die jährlichen Geschiebefrachten am Pegel Vent/Rofenache zwischen 18.000 und 46.000 Tonnen.

Im Zuge der Fangkorbmessungen wurde auch die Textur des gesammelten Materials ermittelt. Im Jahre 2008 wurden an fünf Messtagen Geschiebeproben aus der Rofenache gezogen. Die Korngrößenverteilungen an diesen Tagen sind in Abb. 23 dargestellt. Die Kalibriermessungen und die Datenbearbeitung erfolgte durch das Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, IWHW, an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) im Auftrag des Hydrographischen Dienstes Tirol.

Diskussion

Die systematische Erfassung des Wasserkreislaufes hat nach der Gründung des Hydrographischen Zentralbüros eingesetzt. Aufgrund der fehlenden technischen Hilfsmittel kam in den ersten Jahrzehnten der hydrographischen Messtätigkeit den Augenbeobachtungen eine große Bedeutung zu. Notgedrungen war der Stichprobenumfang der Messparameter damals stark eingeschränkt. Starkregen im Kurzzeitbereich konnten ohne Registriergeräte ebenso wenig ermittelt werden wie Tagesgänge des Wasserstandes oder der Wassertemperatur. Augenbeobachtungen konnten die Form einer Hochwasserspitze sicherlich nur ansatzweise beschreiben; wie weit der wahre Hochwasserscheitel erfasst wurde, war von der Einsatzbereitschaft eines vor Ort tätigen Beobachters abhängig. Erst mit der Entwicklung von entsprechenden Registriergeräten war es möglich, Vorgänge und Abläufe im

Wasserkreislauf kontinuierlich zu erfassen. Mit dieser schrittweisen technischen Weiterentwicklung war parallel dazu eine stetige Verbesserung der Datenqualität verbunden. Aber auch Messstellenverlegungen oder anthropogene Beeinflussungen von Pegelstellen z.B. durch Kraftwerksbauten sind bei der Herstellung eines homogenen Datenmaterials eine Herausforderung. Hinzu kommen die natürlichen Schwankungen der Wasserkreislaufkomponenten, an denen auch der Klimawandel beteiligt sein kann. Die Häufung von niederschlagsarmen Jahren oder von größeren Hochwasserereignissen prägen Datenkollektive, die als Grundlage für extremwertstatische Auswertungen herangezogen werden müssen. Für wasserbauliche Maßnahmen müssen gelegentlich Hochwassersicherheiten ermittelt werden, die vom HQ_{100} (100-jährliches Hochwasser) bis zum HQ_{5000} reichen. In vielen Fällen umfassen die Datenkollektive jedoch kaum 50 Jahre und nur selten 100 Jahre. Damit wird klar, dass die Fortsetzung der hydrographischen Messungen und Erhebungen unabdingbar ist.

Die Natur hat sicherlich noch einige Überraschungen in Form von neuen, unerwarteten, noch größeren Ereignissen im Köcher, die bis jetzt in den Datengrundlagen nicht enthalten sind.

Das geflügelte Wort „Nach dem Hochwasser ist vor dem Hochwasser“ hat sich immer noch bewahrt. Daher sollten wir uns nicht zu sicher fühlen und die Messausrüstung nicht in die Ecke stellen.

Literaturverzeichnis

- HZB (1984) Flächenverzeichnis der österreichischen Flussgebiete Inn bis zur Salzach. Hydrographisches Zentralbüro/Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 1984.
- HZB (1996) Lebendiges Wasser – Vom Kreislauf des Wassers. Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros Nr. 68, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 1996.
- Leys, E. & Reinwarth, O. (1975) Auswirkungen der Gletscher und der Gletscherabflüsse auf die Wildbach- und Lawinengefahr und ihre Berücksichtigung in den Gefahrenzonenplänen. http://www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Publikationen/Tagungsbeitraege/1975_1_345.pdf
- ÖNORM B 2400 (2003) Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen. Wien, 2003.
- Österreichischer Wasserkraft-Kataster (1948) Ötztaler Ache. Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau, Wien, 1948.
- Steinacker, R. (1988) Die alpinen Hochwasserereignisse des Sommers 1987 und ihre meteorologischen Rahmenbedingungen. ÖWW 40 (1988), H5/6: 129-134.
- tiris (2006) Land Tirol, Abteilung Geoinformation, 2006.
- tiris (2013) Land Tirol, Abteilung Geoinformation, 2013.

WRG 1959 i.d.g.F. Wasserrechtsgesetz 1959
– WRG 1959 in der Fassung BGBl.
I Nr. 14/2011, Siebenter Abschnitt,
Erhebung des Zustandes von Gewässern –
Wasserkreislauf und Wassergüte
(Hydrographie), § 59c Grundsätze der
Überwachung und Erhebung, Abs. 3,
Land Tirol, 2011.

Verzeichnis des Autors

Wolfgang Gattermayr
Sachgebiet Hydrographie und Hydrologie
Abteilung Wasserwirtschaft
Amt der Tiroler Landesregierung
Herrengasse 1-3, 6020 Innsbruck
wolfgang.gattermayr@tirol.gv.at