Internationales Symposion
INTERPRAEVENT 1988 — GRAZ
Tagungspublikation, Band 4, Seite 43—54

Rückhalt eines hundertjährlichen Ereignisses durch die Speicher im Zillertal

Retention of a 100 years event by the Zillertal reservoirs

P. Ganahl

Zusammenfassung:
In diesem Bericht werden die Ursachen besprochen, die zum stärksten Hochwasser dieses Jahrhunderts im Bereich des Zillertales führten. Durch eine gezielte Speicherwirtschaft und zusätzliche Maßnahmen der Betriebsführung konnte der Abfluß beim Pegel Hart/Ziller von 852 auf 507 m^3/s reduziert werden.

Summary:
This report deals with the causes of the strongest earthquake that has occured in the area of the Ziller valley during this century. Thanks to adequate reservoir management and additional operational measures taken it was possible to reduce the discharge at the gauge installed at Hart/Ziller from 852 to 507 m^3/s.

1 Einführung

Das untere Zillertal wurde bis zur Errichtung der Zemmkraftwerke (1971) ca. alle drei Jahre von kleineren bis größeren Hochwässern teilweise überflutet, wobei der Bevölkerung das Ereignis vom 20. August 1956 in Erinnerung ist. Damals war nahezu der gesamte Bereich von Zell am Ziller bis zur Mündung in den Inn bei Straß überflutet. Seit der Errichtung der Speicher Durlaßboden (1967), Stillupp (1969), Schlegeis (1971) und Zillergründl (1986) wird besonders bei den Kamm-nahen Niederschlagsereignissen im Verhältnis zur Gesamtfläche ein großer Anteil zurückgehalten. (Abb.1)

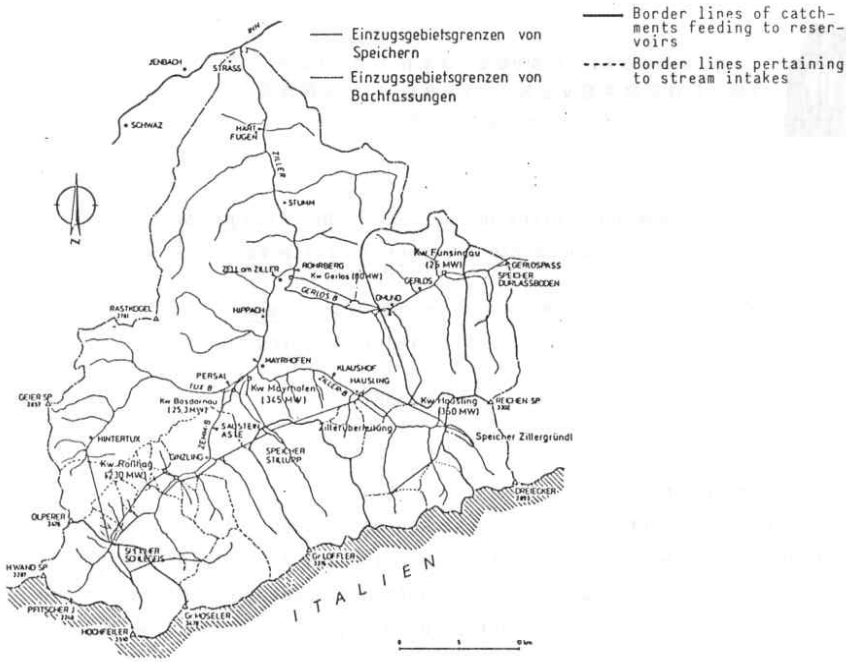


Abb.1: Voll und teilweise wirksame Einzugsgebiete im Zillertal

Fig.1: Chatchment areas entirely or partly draining into the Ziller valley

2. Ursachen der Hochwasserereignisse des Jahres 1987

2.1. Klimatische Verhältnisse der Vorperiode

Der Winter 1986/87 brachte gegenüber den Vorjahren erstmals wieder Niederschläge, die einige Prozente über dem Mittelwert lagen. Im Frühjahr verzögerte sich im Hochgebirge der Schmelzgang bis in den Frühsommer hinein. Nur spärliche Erwärmungen im Mai führten zu kurzfristigen Schmelzgängen, die jeweils durch Kalteinbrüche gestoppt wurden. Zusätzlich lagen in dieser Periode die Niederschläge über dem Regelwert, sodaß sich im Hochgebirge in Form von Schnee zusätzliche Rücklagen bildeten. Die ersten Erwärmungen im Juni mit nachfolgenden Niederschlägen führten dann zu den ersten Hochwässern dieses Jahres.

(15.06.: Pegel Hart: 356 m^3/s ohne Speicherrückhalt
220 m^3/s mit Speicherrückhalt)

Im Juli war durch die vorgegebenen Umstände die Abflußsituation sehr angespannt. Schmelzgänge in Verbindung mit Niederschlägen führten am 08.07. und 19.07.1987 zu den ersten starken Hochwasserführungen im Ziller, wobei am 19.07. die Abflußspitze von 595 m^3/s durch die Speicherretention auf 387 m^3/s vermindert und eine Ausuferung des Ziller verhindert werden konnte.
Die späte Schmelze und der nahezu tägliche Niederschlag in den Monaten Juli und August führten zu einem stark mit Wasser gesättigten Boden.

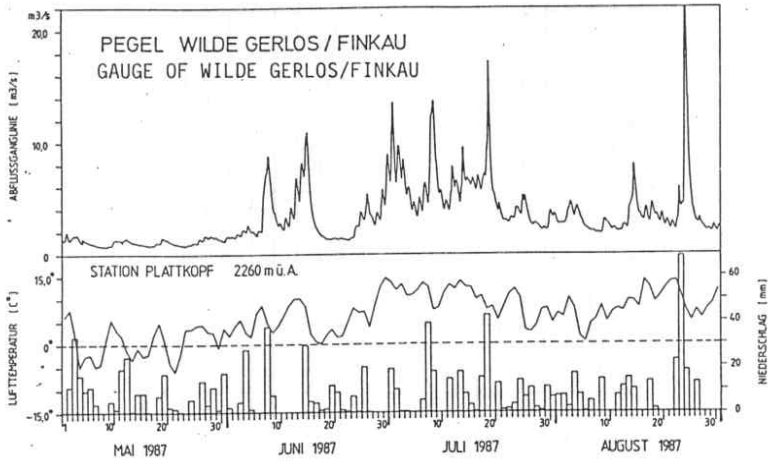


Abb. 2: Klima- und Abflußdaten für Periode Mai bis August 1987

Fig. 2: Climatic and flow data for the time period between May and August 1987

2.2. Wetterlage und Niederschlagsverteilung von 23.-25.08.1987

Am 23.08.1987 steuerte ein Tief mit Kern über Südskandinavien Störungsausläufer gegen die Alpen. Vor Eintreffen der in der südwestlichen Höhenströmung eingelagerten Kaltfront kommt es an der Alpennordseite zu Föhn, sodaß die Nullgradgrenze bei 4000 m lag.
Der Vorregen vom 23.08.1987 setzte um 18:00 Uhr ein und war am 24.08. zwischen 7 bis 09:00 Uhr beendet. Die Niederschlagswerte im Bereich des Alpenhauptkammes erreichten 15 bis 40 mm, sodaß es zu einer ausreichenden Befeuchtung des Bodens kam. Am Abend des 24.08.1987 setzte wieder der Niederschlag ein, die stärksten Intensitäten erreichten 10-15 mm pro Stunde (0,2 mm/min.) zwischen 21:00 und 02:00 Uhr. Ab diesem Zeitpunkt nahm die Intensität bis 08:00 Uhr früh am 25.08.1987

ab. Nur ein kurzfristiger Starkregen wurde zwischen 09:00 und 10:00 Uhr in einzelnen Gebieten registriert. In der Abb. 3 sind die Niederschlagsintensitäten von der Station Stillupp mit der Zuflußganglinie zum Speicher Stillupp dargestellt.

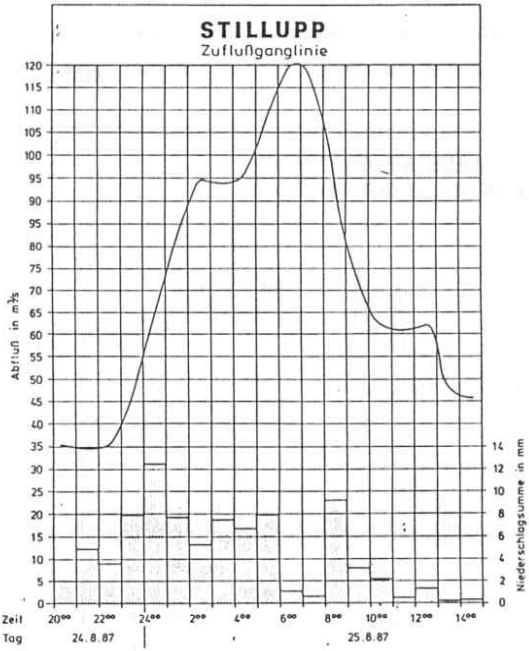


Abb. 3: Niederschlagsintensitäten und Zufluß vom Speicher Stillupp

Fig. 3: Intensitites of precipitation and inflow of Stillupp reservoir
Flow curve

In der Tab. 1 sind die Niederschlagswerte vom 23.-25.08.1987 von 32 nördlich des Alpenhauptkammes liegenden Stationen zusammengestellt. Aufgrund dieser Unterlagen wurden die Niederschlagsisohypsen vom 24. und 25.08. gezeichnet. Die Darstellung zeigt deutlich, daß nur im Bereich des Alpenhauptkammes vom Ötztal bis zur Krimmler Ache im Oberpinzgau größere Tagesniederschläge als 90 mm gefallen sind.

Niederschlag von 23. bis 25.08.1987

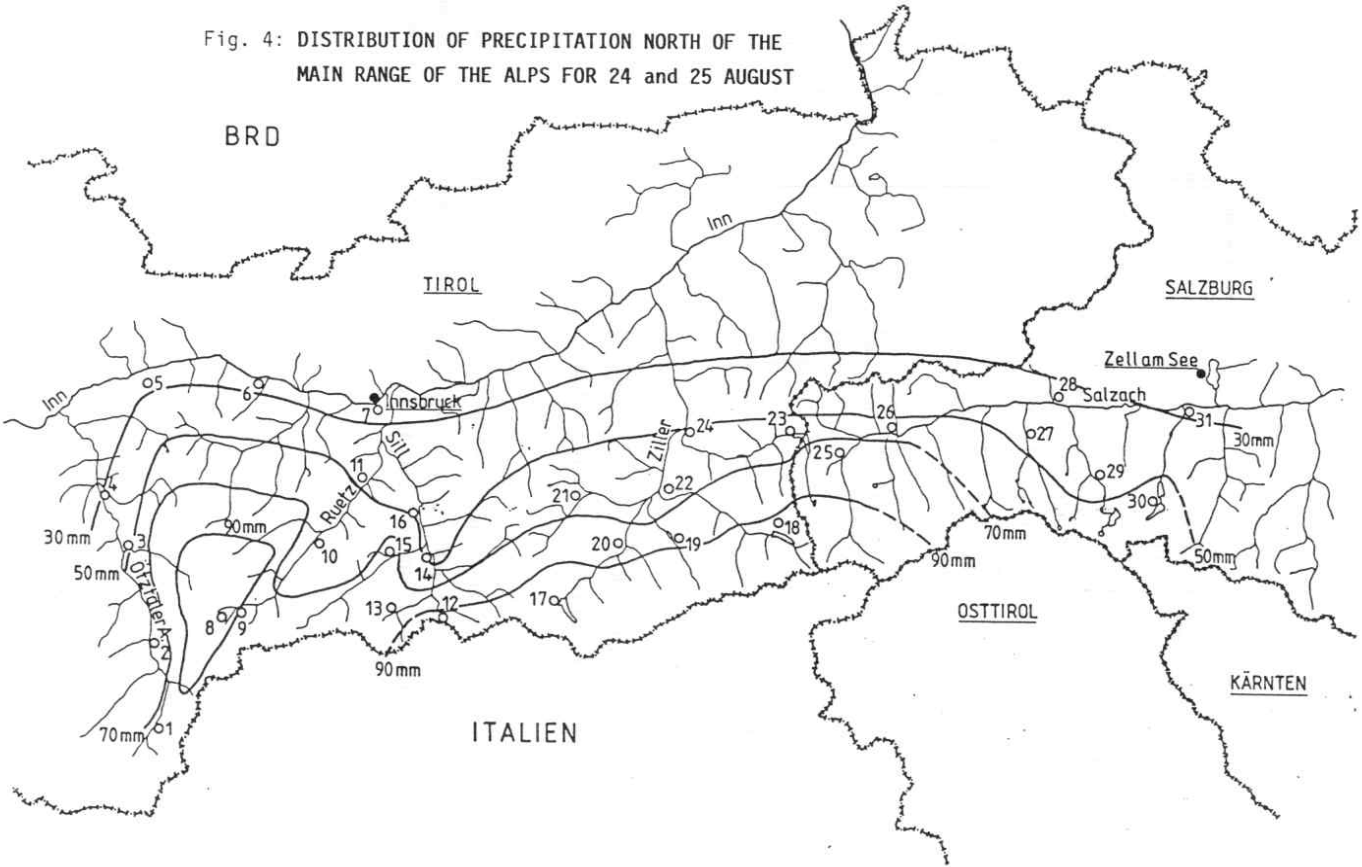
Nr.	Station	Fluß-gebiet	23.08.	24.08.	25.08.	Σ24./25.08.
1	Obergurgl	Ötz	25,4	59,0	15,0	74,0
2	Sölden		14,3	33,7	19,8	53,5
3	Längenfeld		20,6	40,6	7,8	48,4
4	Umhausen		21,0	19,3	12,3	31,6
5	Stams	Inn	26,3	14,0	12,8	26,8
6	Foblaten		19,3	14,8	11,2	26,0
7	Innsbruck		8,1	15,3	8,8	24,1
8	Dresdrahütte	Ruetz	34,0	94,0	30,6	124,6
9	Mutterbergalm		28,0	80,0		80,0
10	Krößbahn		17,1	44,3	8,6	52,9
11	Telfes		13,0	34,0	15,6	49,6
12	Brenner	Sill	34,3	78,3	16,9	15,2
13	Obernberg		38,2	71,9	13,5	85,4
14	Steinach		39,4	45,8	1,7	47,5
15	Trips		26,5	60,8	14,2	75,0
16	Matrei		21,6	34,1	14,0	48,1
17	Schlegeis	Ziller	35,9	81,1	28,0	109,1
18	Plattkopf		22,7	68,5	24,4	92,9
19	Stillupp		29,7	69,7	18,1	87,8
20	Ginzling		24,8	56,9	16,2	73,1
21	Lanerbach		31,4	44,0	18,4	62,4
22	Mayrhofen		21,8	40,0	23,5	63,5
23	Durlaßboden		18,0	43,1	14,6	57,7
24	Zell am Ziller		12,2	29,8	20,2	50,0
25	Krimml	Salzach	12,6	72,0	14,2	86,2
26	Neukirchen		5,7	37,8	12,4	50,2
27	Haidbach		2,2	25,0	20,8	45,8
28	Stuhlfelden		6,7	19,2	13,3	32,5
29	Schneiderau		4,0	23,0	12,1	35,1
30	Mooserboden		3,7	45,6	13,9	59,5
31	Kaprun		1,1	16,2	13,2	29,4

Tab. 1: Niederschlag vom 23. bis 25.08.1987
Table 1: Precipitation fallen between 23 and 25 August 1987

Von Seiten der Häufigkeit entsprach der Tagesniederschlag vom 24.08.87 nur einem 10-25 jährlichen Ereignis. Betrachtet man nur den Zeitraum 20:00 bis 08:00 Uhr (12 Stunden), so steigt diese auf eine 50-Jährlichkeit an.

Abb. 4 NIEDERSCHLAGSVERTEILUNG NÖRDLICH DES ALPENHAUPTKAMMES VOM 24.8. UND 25.8.1987

Fig. 4: DISTRIBUTION OF PRECIPITATION NORTH OF THE MAIN RANGE OF THE ALPS FOR 24 and 25 AUGUST



3. Temperaturverlauf und Gletscherspende

Von der Station Plattkopf im Zillergrund auf 2250 m Höhe wurden im Zeitraum vor und während des Hochwasserereignisses folgende Temperaturen gemessen:

Datum	7 Uhr	14 Uhr	19 Uhr	Max.	Min.	Tagesmittel
20.08.	7,3	13,0	10,9	13,8	7,3	10,6
21.08.	10,5	15,1	12,4	15,8	8,8	12,3
22.08.	11,5	16,8	14,4	16,9	10,3	13,6
23.08.	12,5	16,8	11,1	17,1	10,6	13,9
24.08.	10,0	12,6	11,4	14,4	6,8	10,6
25.08.	6,5	8,4	3,9	11,6	2,8	7,2

Entsprechend den hohen Temperaturen an den niederschlagsfreien Tagen von 20. bis 22.08.1987 erreicht die Spende je nach Grad der Vergletscherung 70 $l/s.km^2$ (bei einer Vergletscherung von 4,2 %) bis 350 $l/s.km^2$ (bei einer Vergletscherung von 42 %). Die anhaltenden warmen Temperaturen zum Zeitpunkt des Niederschlages bewirkten eine Zunahme des Abflusses an den vergletscherten bzw. noch zum Teil schneebedeckten Flächen im Hochgebirge.

4. Abfluß

4.1. Im Bereich der Speicher

All die oben angeführten Umstände wie Bodenfeuchte, Temperatur und Niederschlag führten im Zillertal zu Spitzenzuflüssen bei allen Speichern, die einem Jahrhundertereignis entsprachen. In Tab. 2 sind von den Speichern im Zillertal der maximale Zufluß, die Spende, die Speicherung, die Zuflußfracht, der Niederschlag und der Abflußbeiwert zusammengestellt.

Zuflüsse zu den Speichern

Speicher	E km^2	$\frac{Jn}{Qg}$	HQ m^3/s	Hq $m^3/s.km^2$	Speicherung hm^3 22-16Uhr	Zufluß-fracht hm^3	Niederschlag 24./25.08.mm	Abfluß-beiwert
Schlegeis	57,8	0,63	110	1,90	4,85	5,11	109,1	0,80
Stillupp	61,0	0,024	120	1,97	4,55	5,22	87,2	0,97
Zillergründl	29,9	0,81	71	2,37	2,55	2,69	92,9	0,97
Durlaßboden	43,9	0,53	43,6	0,99	1,78	1,78	57,7	0,70
Gmünd	108,4	0,003	50,3	0,47	0,27	1,91	(60,0)	0,30
Summe 14,00								

$\frac{Jn}{Qg}$ Speicherkennzahl = $\frac{\text{Speichervolumen}}{\text{Jahreszufluß}}$

Tab. 2: Zuflüsse zu den Speichern

Table 2: Flows into the reservoirs

Die größten Abflüsse traten im Bereich des Alpenhauptkammes ein. Die nördlich gelegenen Speicher im Gerlostal zeigen schon starke Verminderung der Spenden an. Dementsprechend verhält sich der Abflußbeiwert. Durch die starke Schmelze und Vorfeuchte wurden Abflußwerte bei 1,0 erreicht.

4.2. Betriebsführung der Speicher

Aus der Speicherkennzahl der Tab. 2 müßten jene Speicher mit geringem Speichervolumen eine geringe Speichermöglichkeit besitzen. Dies trifft beim Tagesspeicher Gmünd zu. Beim Wochenspeicher Stillupp war aufgrund der guten Betriebsführung eine nahezu gleich große Speicherung als beim Jahresspeicher Schlegeis möglich.

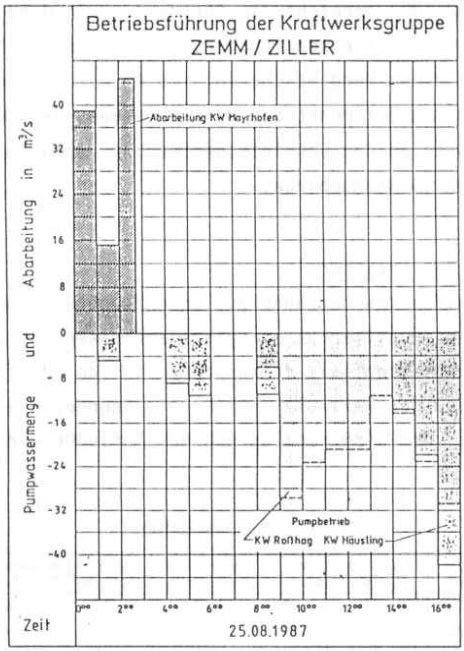


Abb. 5: Betriebsführung der Kraftwerksgruppe Zemm/Ziller

Fig. 5: Operation management of the Zemm/Ziller hydro-electric power stations

Dies war nur durch eine gezielt hochwasserrückhaltende Speicherbewirtschaftung möglich. Nach den ersten beiden Hochwässern im Juni und Juli

wurden vorsorglich die Speicher abgefahren, damit das Volumen eines neuen Hochwassers aufgenommen werden kann. Der Wochenspeicher Stillupp wurde bei Bekanntwerden vom Zustrom neuer Niederschläge kurzfristig abgesenkt. Während dem Hochwasser wurden wie Abb. 5 zeigt, die Abarbeitung um 02:45 Uhr früh auf Null reduziert und die Speicherpumpen vom KW Roßhag und KW Häusling eingesetzt, um einen Überlauf des Speichers Stillupp zu vermeiden. Da in Österreich jedoch nicht ausreichend Pumpenergie zur Verfügung stand, mußten kurzfristig Gasturbinen in Wien und Niederösterreich eingesetzt werden und zusätzlich sprang auch der deutsche Partner der Tauernkraftwerke AG, die Elektrizitätsversorgung Schwaben AG ein und stellte Pumpenergie für das Zillertal zur Verfügung. Trotz einer Speicherung von 14 hm^3 zwischen 22:00 und 16:00 Uhr, die einem mittleren Rückhalt von 216 m^3/s entsprach, war zu diesem Zeitpunkt noch 11,5 hm^3 Speicherraum zur Verfügung.

4.3. Abfluß im Unterlauf zwischen Mayrhofen und Straß

Wie bereits in der Einführung erwähnt, kam es vor dem Kraftwerksbau bereits bei einem 2-3-jährlichen Hochwasser zu Überflutungen. Im Zuge des Baues der Zemmkraftwerke (1964-71) wurde der Ziller oberhalb Zell am Ziller bis kurz vor Hart reguliert und eingetieft. Bei Hart besteht weiterhin die Gefahr, daß der Ziller schon bei niederen Hochwässern ausufert. Aus diesem Grunde wurde für den Pegel Hart ein Grenzwert von 340 cm festgelegt, bei dem der Kraftwerksbetrieb einzustellen ist.
Beim Hochwasser vom 24./25.08.1987 wurde mit dem Erreichen des Grenzwertes die Abarbeitung um 02:45 Uhr eingestellt.
Trotz eines Rückhaltes von 290 m^3/s in den Kraftwerken Zemm und Ziller der TKW AG trat der Ziller vereinzelt aus den Ufern. Ohne Speicherrückhalt wäre schon ab Mayrhofen der Ziller ca. 150 cm über die Ufer getreten.
Zell am Ziller, daß 1956 vom Hochwasser stark überflutet war, verzeichnete dank der Zillerregulierung und dem Speicherrückhalt keine Schäden. Der Abfluß konnte von 680 m^3/s auf 390 m^3/s reduziert werden.

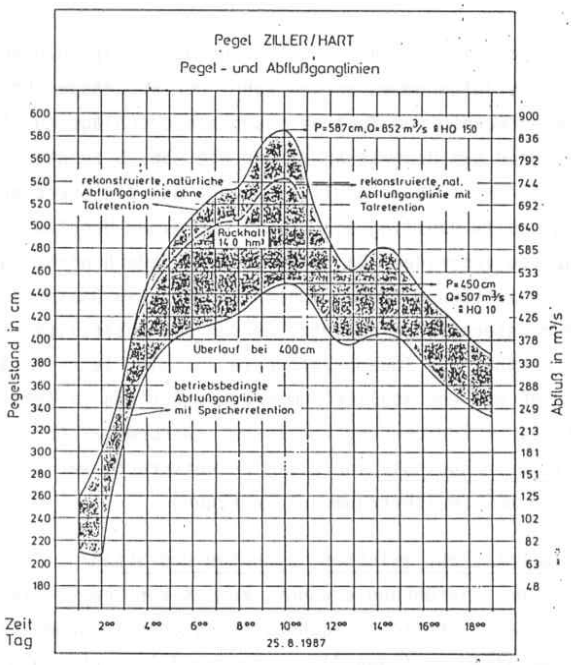


Abb. 6: Pegel Ziller/Hart - Pegel und Abflußganglinie

Fig. 6: Water gauge at Ziller/Hart - Gauge and flow curves

Im Bereich Fügen-Hart begann ab 04:30 Uhr der rückgestaute Gießer zu überfluten. An Abb. 6 ist die betriebsbedingte Abflußganglinie mit Speicherretention und eine natürlich konstruierte Abflußganglinie mit und ohne Talretention dargestellt. Ohne Speicherretention wäre der maximale Abfluß von 507 m^3/s auf ca. 852 m^3/s gestiegen, eine Reduktion von ca. 350 m^3/s. Berücksichtigt man die im Zuge der Zillerregulierung errechnete Talretention von ca. 100 m^3/s, so hätte der Abfluß noch immer 750 m^3/s betragen und der Ziller wäre ähnlich wie ab Mayrhofen ca. 150 cm über die Ufer getreten. So wurden nur lokale Gebiete für einige Stunden überflutet und bereits am 25.08. abends war auch aus den Gebieten das Wasser abgeflossen.

5. Hochwasserwahrscheinlichkeit

Für den Pegel Ziller/Hart wurde schon in früheren Interpräventpublikationen die Hochwasserhäufigkeit für den natürlichen und den durch Speicherretention verminderten Abfluß dargestellt. Durch die starken

Hochwässer der Jahre 1985 und 1987 ist das 100-jährliche Hochwasser des rekonstruierten natürlichen Abflusses unter Berücksichtigung der Talretention von 722 auf 792 m^3/s für die Jahreswerte 1948-1987 gestiegen. Für den gleichen Zeitraum wurde die Hochwasserwahrscheinlichkeit für den betriebsbedingten Abfluß berechnet.

Datum	Q Betrieb		Q nat. berechnet		Rückhalt	
	m^3/s	Rückhalt durch die Speicher hm³	m^3/s	Gesamtabfluß-fracht in hm^3	m^3/s	%
06.05.1973	288	6,2	407	21,0	119	29
19.07.1975	357	5,4	483	21,0	126	26
01.08.1977	331	7,7	465	18,9	134	29
18.07.1980	276	4,4	427	18,8	151	35
18.07.1981	381	9,6	577	28,9	196	34
06.08.1985	476	8,9	651	30,2	175	27
19.07.1987	387	9,5	595	25,1	208	36
25.08.1987	507	13,9	852	36,3	345	40

Tab. 3: Rückhalt durch die Speicher beim Pegel Hart

Table 3: Retention by the reservoirs measured at the gauge of Hart/Ziller

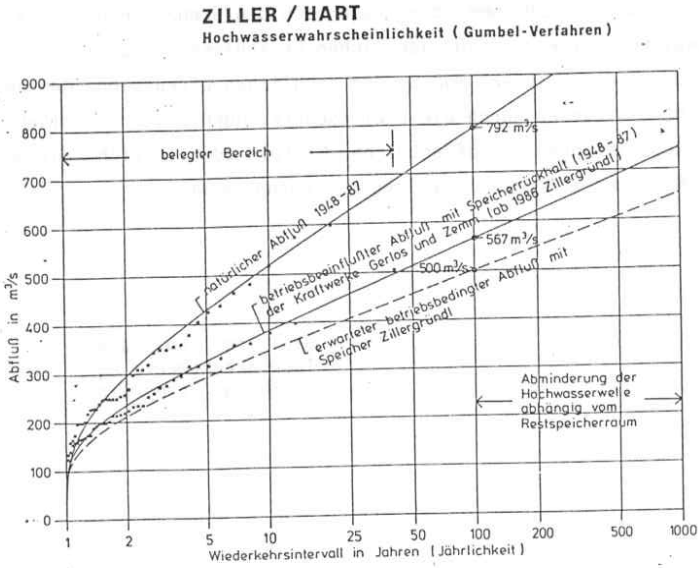


Abb. 7: Ziller/Hart - Hochwasserwahrscheinlichkeit (Gumbel-Verfahren)

Fig. 7: Ziller/Hart - Porbability of flood occurrence (Gumbel method)

In Abb. 7 sind die Hochwasserwahrscheinlichkeiten nach Gumbel eingetragen. Die Werte nach dem Log-Pearson III-Verfahren sind nahezu gleich. Da in der betriebsbedingten Reihe nur für die Jahre 1986 und 1987 der Speicher Zillergründl berücksichtigt wurde, ist in einer Reihe 1971-2000 ein HQ_{100} von ca. 500 m^3/s zu erwarten, also eine Reduzierung des 100-jährlichen Hochwassers von fast 300 m^3/s. Dies stimmt mit den Werten aus dem Ereignis vom 24./25.08.1987 gut überein. Das ca. 100-150 jährliche Hochwasserereignis konnte auf ein ca. 10-jährliches reduziert werden.

6. Vergleich mit Nebentälern und weitere Entwicklung

Wie aus der Abb. 4 ersichtlich ist, zog sich der Starkniederschlag von Ötz bis zum oberen Salzachtal. Mit Ausnahme des Zillertales kam es im Ötz-, Stubai-, oberen Salzachtal und Gschlößtal in Osttirol zu starken Verwüstungen, deren Aufräumungsarbeiten bis jetzt noch nicht abgeschlossen sind.

Die Anlagen der Tauernkraftwerke AG, echte Mehrzweck-Speicherkraftwerke, brachten dem Zillertal den erwünschten Hochwasserschutz. Sicherlich sind nicht in allen Gebieten ähnliche Voraussetzungen wie im Zillertal gegeben. Daher wird immer die Frage nach den Grenzen eines möglichen Hochwasserschutzes bei 100-jährlichen Ereignissen zu diskutieren sein. Die Lösung dieser Frage muß in der sachlichen Diskussion, Mehrzweck-Speicherkraftwerke durch die E-Wirtschaft, Hochwasserrückhaltebecken oder Regulierungen aus öffentlichen Mitteln oder Verzicht auf Hochwasserschutz aus ethischen Überlegungen gefunden werden.

Dipl.Ing. Paul Ganahl
Tauernkraftwerke AG
Salzburg, Österreich