

Hydrologische Erkenntnisse im Osttiroler und Kärntner Draugebiet besonders hinsichtlich der Hochwässer

Hochwässer entstehen im Draugebiet nach heftigen Niederschlägen, die durch die Hindernisse der Bergketten verursacht werden. Die Frühjahrschmelzfluten geben große Abflußmassen, aber nicht gefährliche Spitzenwerte, da der Tagesgang der Temperatur den Tauvorgang bestimmt.

Für die Größe des Geschehens sind bestimmend:

Gestaltung und Gliederung des Raumes,
Temperaturverhältnisse,
Niederschlagsverhältnisse.

Für den Abfluß sind bestimmend:

Schneebedeckung,
Beschaffenheit der Böden in geologischer und bodenkundlicher Hinsicht,
Rückhalt im Abflußsystem selbst.

Gestaltung und Gliederung des Raumes (Abb. 1) *

Osttirol und der Westteil von Kärnten sind in der Form eine mächtige O-W und SO-NW gegliederte Gebirgsmasse. Die Beckenlandschaft von Mittelkärnten ist durch die von Süd gegen Nord verlaufenden Gebirge der Saualpe und Koralpe vom offenen Pannonischen Becken getrennt. Die Nordgrenze des Gebietes bestimmt der Hauptkamm der Ostalpen. Der Südrand ist durch die Ost-West verlaufenden Züge der südlichen Kalkalpen gegeben. **Das maßgebende Wettergeschehen** ist jenes aus der Biskaya und aus dem Golf von Genua, der Wetterzugstraße Vb, welches, gegen den Alpenrand geworfen, diese am Ostrand in der Richtung zum baltischen Raum umzieht und durch die Tiefpunkte der Umrahmung in das Draugebiet eindringt.

Das Tagliamentoknie bei Tolmezzo ist die schmalste Einbruchsstelle. Westlich davon sind dem Draugebiet die Venezianer Voralpen schützend vorgelagert. Auch die östliche Seite ist durch die mächtigen Julischen Alpen abgeschirmt. In der Umströmung über die Adelsberger Senke und am Ostrand der Julier bilden die Karawanken das erste Hindernis zum Drauraum.

* Die Abbildungen 1 — 15 befinden sich im Anhang.

Für die feuchtwarmen Luftmassen sind die Tiefpunkte der südlichen Kalkalpen bevorzugte Wege. Von Ost gegen West aufgezählt sind dies in den Karawanken der Seebergpaß und der Loibl, in den Juliern die Predil-Tarvisfurche, in der Karnischen Kette das Naßfeld, der Plöcken und schließlich am Westende der Kreuzbergsattel in der Piavetalfurche.

Temperaturverhältnisse

Temperatur und Höhe

Für die Temperatur ist die Seehöhe bestimmend. Der Temperaturgradient ist nicht einheitlich, sondern nach Jahreszeit und Höhenlage verschieden. Mit einem mittleren Gradienten von 1° für 200 m Höhe können gute Einblicke in die Besonderheiten der Landschaft gewonnen werden. In der Bearbeitung des Zeitabschnittes 1950/51—65/66 erscheinen das Klagenfurter Becken und die Hochregion der Tauern im **Jahresmittel** relativ kälter. Als besonders warm erscheinen dagegen das Gailtal und die von Nordwinden geschützten Lagen um Millstatt, Obervellach, Heiligenblut und Matrei. Im **Jännermittel** ist besonders das Klagenfurter Becken durch einen Kältestausee als relativ kalt vertreten. Relativ warm erscheinen die höheren Gebiete der Tauern.

Im **Julimittel** zeigen sich die Warmluftmassen des Mittelkärntner Beckens und die der Längstäler der Drau und der Gail als besonders warm. Die Hochgebiete der Tauern dagegen sind wegen der Schneeschmelze relativ kühl.

Temperaturänderungen in langzeitiger Sicht

In kosmischer Abhängigkeit ändert sich die Temperatur in größeren Zeitabschnitten. Langzeitige Beobachtungen im Draugebiet sind in Kornat im Gailtal und in Klagenfurt durchgeführt worden. Sie begannen um das Jahr 1850.

Kalt waren die Jahrzehnte	in Klagenfurt	1851—60	in Kornat	1901—10
		1871—80		1961—70
		1961—70		

Warm waren dagegen die Jahrzehnte 1921—30 und 1941—50

Derzeit leben wir in einer Periode kühler und nasser Sommer und wärmerer und daher auch feuchterer Winter. Die Gletscherzungen verkürzen sich noch,

doch die Eismasse der Gletscher nimmt seit dem Tiefpunkt im Jahr 1949 ständig zu.

Niederschlagsverhältnisse

Weiträumig gesehen nehmen im Raum der südlichen Ostalpen die Niederschläge von Ost gegen West und von Süd gegen Nord ab. Aus den Beobachtungen an den Stationen des Draugebietes und des adriatischen Voralpenraumes für die Jahre 1951—66 sind die Niederschlagswerte erarbeitet und Karten gezeichnet worden. Als Ergebnis dieser Arbeit wird die Beziehung des Niederschlages zur Höhe und die Änderung des Niederschlagscharakters besonders behandelt.

Einfluß der Seehöhe auf die Niederschläge (Abb. 2 u. 3)

Die größten Jahressummen der Niederschläge werden am Fuß der Julischen Alpen beobachtet, wo schon auf einer Seehöhe von 300 m im Isonzotal 3000 mm überschritten werden, in 1500 m Seehöhe aber schon 3500 mm. Gegen West nehmen die Niederschlagssummen ab. Am Naßfeld, in 1500 m Seehöhe, sind es im Mittel noch 2500 mm, am Kreuzbergsattel auch in 1500 m Seehöhe noch 1000 mm. Der Höheneinfluß wird aber gegen Westen stärker.

In den Tauern (siehe Abb. 3) nimmt der Niederschlag von 1000 mm in 600 m Seehöhe auf 1500 mm in 2500 m Seehöhe relativ wenig zu. Erst die Hochregion, die den Winden aus NW und SW frei ausgesetzt ist, zeigt starke Zunahmen auf 2500 mm und mehr in 3000 m Seehöhe. Die Täler des Draugebietes liegen im Regenschatten der Umrahmung.

Einfluß der Bergketten auf die Niederschläge (Abb. 4 u. 5)

In den Schnitten der Abb. 4 u. 5 ist der Einfluß der Bergketten auf den Niederschlag für die Wetterzugstraßen dargestellt. Die Gebiete hinter den Bergketten werden trockener und kontinentaler.

Jahressumme der Niederschläge, Karte des Adria-Drau-Savegebietes

In dieser Karte sind die Jahressummen der Niederschläge für die Zeit 1951—60 dargestellt. Dieser Zeitabschnitt ist im Gebiet um ca. 5 % trockener als das Mittel 1901—50, ist daher repräsentativ. Aus der Karte ist besonders

deutlich die Abschirmung durch die Julischen Alpen ersichtlich. Das Draugebiet liegt im Schatten der südlichen Kalkalpen. Besonders trocken ist das Gurk- und das Lavantgebiet. In den Tauern ist der Einfluß der Wetterzugrichtung aus Nord sichtbar (Abb. 6 u. 7 = Karte „Jahressumme der Niederschläge“).

Änderung des Niederschlagscharakters (Abb. 1)

Die Änderung des Niederschlagscharakters ergibt sich durch die Filterwirkung der Gebirgshindernisse. Im Sommer, wenn diese warm sind, sind sie für die feuchten Luftmassen passierbar; im Winter mit Kaltluft gefüllt sind sie verschlossen, so daß die Niederschläge an den Südhängen der Julischen Alpen und der Karnischen Alpen niedergehen.

In Meeresnähe sind die Niederschläge mit ca. 1000 mm Jahressumme über das ganze Jahr verteilt. Am Südrand der Julier und am Karstrand des Golfes von Rijeka ist das Herbstmaximum ausgeprägt. Im Drauraum sind die Sommerspitzen vorherrschend, wobei im Gebiet der Gail und in den Karawanken jedoch Herbstspitzen die Regel sind, wenn auch nicht so ausgeprägt wie auf der Adriaseite. Den großen Niederschlägen in den Juliern entsprechen die geringen Niederschläge des Nordostens von Kärnten. Die breiten Venezianer Voralpen sind die Ursache der Trockenzonen der Täler Osttirols.

Die Tauernkette selbst erhält die meisten Niederschläge aus Nordwest, vom Atlantik. Die Fenster in den Nordalpen, das Inntal bei Kufstein und das Salzachtal haben auf die Größe des Niederschlages entscheidenden Einfluß.

Größte Niederschläge (Abb. 8)

Größte 24-Stunden-Niederschläge

In Abb. 8 sind die größten seit 1900 bekannten Tagesniederschläge dargestellt. Die Höchstwerte wurden im Gailtal und den Karawanken sowie in der Richtung vom Naßfeld gegen Mallnitz und Malta verzeichnet. Die größten Werte im Gebiet wurden im September 1903 in Sachsenburg mit 254 mm und in Waidegg mit 255 mm beobachtet. Der hohe Wert von 268 mm in Preitenegg im Juli 1913 war nur ein örtliches Ereignis. Große Niederschläge gab es auch im Winter im Lesachtal, und zwar 239 mm im Jänner 1917 in Kornat. Solche Wintergeschehen geben Anlaß zu Lawinenunglücken und Dachzusammen-

brüchen. Da die Schneemassen vom April bis Juni nach verfügbarer Wärme zum Schmelzen und zum Abfluß kommen, sind solche winterlichen Starkniederschläge keine oder seltenere Hochwassererzeuger.

Summen der Niederschlagsgeschehen (Abb. 9 u. 10)

Für die Bildung von Hochwässern sind die Summen der Niederschläge von 2—5 Tagen maßgebend. Solche Summen entsprechen im Draugebiet etwa dem doppelten Wert des größten 24-Stunden-Wertes. In den Abbildungen sind die Summengleichen für die Katastrophenfälle vom 11. — 16. 9. 1903 und vom 1. — 3. 9. 1965 dargestellt. In den Hochwasserjahren 1903, 1965 und 1966 lag das Maximum des Geschehens zwischen Plöcken und dem Naßfeld in der Karnischen Kette mit 400—500 mm Niederschlag. Gleiche und noch höhere Werte dürften im Raibler Gailitzgebiet aufgetreten sein.

Die größten Niederschlagsmassen dürften sich im Jahr 1903 gebildet haben. Die Hochwässer der Jahre 1965 und 1966 waren wegen des rascheren Abflusses größer als jenes vom Jahr 1903.

So große kurzzeitige Geschehen zeigen in der Niederschlagsverteilung keine Steigerungen mit der Höhe. Die feuchten Luftmassen wälzen sich durch die Tiefstellen und in den Tälern. Die Station Sonnblick zeigte beim Geschehen 1965 und 66 Werte unter 100 mm. Erwähnt sei noch, daß in den Friaulischen Vorbergen, an der Meduna, im September 1965 die Niederschlagssumme von 2 Tagen mit 750 mm gemessen wurde.

Der Abfluß

Abflußmittel der Drau und ihrer wichtigsten Zubringer (Abb. 11)

Das Jahresmittel „MQ“ ist im Bild für das Jahrzehnt 1950/51—59/60 dargestellt und als Wert \sqrt{Q} eingezeichnet.

Gewässer und Pegel:		MQ m ³ /s	Mq l/s.km ²	Gewässer und Pegel:		MQ m ³ /s	Mq l/s.km ²
Drau	Lienz	22,8	34,1	Gail	Mauthen	12,5	35,9
Isel	Lienz	38,9	32,5	Gail	Nötsch	32,5	34,7
Möll	Möllbrücke	35,0	31,7	Gailitz	Thörl	8,6	45,5
Malta	Gmünd	10,5	39,1	Gail	Federaun	47,9	36,7
Lieser	Spittal	29,5	28,4	Vellach	Miklauzhof	7,6	38,9
Weißbach	Feistritz	3,6	19,8	Gurk	Gumisch	31,3	12,2
Drau	Villach	154,3	29,3	Lavant	Lavamünd	11,8	12,3
Seebach	Seebach	6,8	21,1	Drau	Schwabegg	277,6	25,2
				Drau	Staatsgr.	290,5	24,1

Die Abflüsse entsprechen durchaus dem Niederschlagsbild. Isel, Möll und Malta sind auch Gletscherabflüsse und haben daher höhere Spendenwerte, besonders bei der Malta. Hohe Spenden haben auch die Gail und die Karawankenflüsse. Bei den Karawanken tritt wegen der durchlässigen Kalkgebirge noch eine zweite Trockenzeit im Sommer auf. Gurk und Lavant haben wegen der geringeren Niederschläge und der hohen Verdunstung spezifisch niedrigere Abflußwerte. Wegen der sommerlichen Verdunstung erscheint auch der Abfluß im Winter- und Sommerhalbjahr ausgeglichen.

Anteile des Abflusses im Winterhalbjahr (% des Jahresabflusses)

Gewässer u. Pegel:		% J. A.	Gewässer und Pegel:		% J. A.
Drau	Tassenbach	29,8	Gail	Mauthen	30,1
Isel	Lienz	17,1	Gail	Nötsch	40,8
Drau	Oberdrauburg	24,5	Gailitz	Thörl	43,6
Möll	Möllbrücke	21,6	Gail	Federaun	38,2
Malta	Gmünd	17,9	Vellach	Miklauzhof	47,6
Lieser	Spittal	27,2	Gurk	Gumisch	42,3
Weißbach	Gassen	59,7	Lavant	Lavamünd	38,9
Drau	Villach	25,8	Drau	Schwabegg	33,2
Seebach	Seebach	46,7			

Die Hochwässer

Jahre großer Hochwässer

Besonders große Hochwässer sind im Draugebiet in den folgend angeführten Jahren aufgetreten:

2. 11. 1851, 29. 10. 1882, 15. 9. 1903, 3. 9. 1965 und 6. 1. 1966.

An oben angeführten Tagen traten Größtwerte des ganzen Gebietes auf. In den einzelnen Flußsystemen traten auch höhere Werte in den gleichen Jahren, jedoch in anderen Monaten auf. In Hochwasserjahren gab es mehrere Hochwässer hintereinander. Sie beginnen in Ost- und Mittelkärnten und steigern sich im Jahresablauf gegen Westen und Süden. Das Hochwasser vom 3. 9. 65 kann als das größte Hochwasser des ganzen Gebietes aufgefaßt werden (Abb. 12).

Jahreszeiten der Hochwässer

Im Ablauf des Jahres treten Hochwässer zuerst im Gurk- und dem Lavantgebiet auf (Juli—August). Die Tauernflüsse führen Hochwässer im Spätsom-

Die größten bekannten Durchflüsse

Gewässer u. Pegel:	Durchfluß m³/s	Datum	Gewässer u. Pegel:	Durchfluß m³/s	Datum		
Drau	Lienz	280	03. 09. 65	Gail	Mauthen	500	04. 11. 66
Isel	Brühl	470	07. 07. 46	Gail	Rattend.	850	04. 11. 66
Kalserbach	Staniska	150	18. 08. 66	Gail	Nötsch	700	04. 11. 66
Isel	Lienz	720	03. 09. 65	Gailitz	Thörl	370	04. 11. 66
Drau	Oberdraub.	860	17. 09. 82	Gail	Federaun	850	04. 11. 66
Möll	Möllbr.	600	18. 08. 66	Drau	Rosegg	2411	18. 08. 66
Malta	Pflüglhof	200	18. 08. 66	Drau	Annabr.	2434	18. 08. 66
Lieser	Gmünd	190	04. 11. 66	Vellach	Miklauzh.	300	30. 10. 26
Weißbach	Gassen	69	04. 11. 66	Gurk	Rain	261	02. 08. 65
Millstätter	Seebach	33	30. 05. 51	Glan	Zollfeld	48	14. 10. 33
Drau	Villach	1900	18. 08. 66	Drau	Schwab.	2325	18. 08. 66
				Lavant	Krottend.	172	02. 08. 65

Die Verhältniszahl: HQ/MQ (Bei den Hochwässern 1965 und 1966)

Isel: Oberlauf:	30fach	Drau	Villach	12fach	Gail	Federaun	18fach
Möll: Oberlauf:	17fach	Gail	Mauthen	40fach	Gurk	Oberlauf	18fach
Malta: Oberlauf:	33fach	Gail	Rattendorf	42fach	Gurk	Unterlauf	6fach
Millst.: Seebach:	4fach	Gail	Nötsch	22fach	Drau	Schwabegg	8fach
		Gailitz	Thörl	45fach			

mer (August—September). Auf die Schmelzflut überlagert sich die Flut des Regens. Die Schmelzfluten selbst geben im Juni und Juli wohl große Abflußfrachten, aber keine großen Spitzen. Die Gail und die Karawankenflüsse haben ihre Hochwässer im Herbst, besonders wenn dann Regen auf Schnee folgte und die Böden schon gefroren waren (Oktober—Dezember).

Die Hochwasserspenden: m³/s.km² (Abb. 13 u. 14)

In den Abb. 13 u. 14 sind die Hochwasserspenden in der Beziehung zum Einzugsgebiet dargestellt, und zwar die Hochwässer vom 4. 9. 65 und vom 3. 11. 66.

Als Richtlinie sind die Spendenwerte nach „Wundt 90 %“ für das alle 100 Jahre zu erwartende Hochwasser gezogen: $H_q = 13,8 \cdot E^{0,6} \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.

Das Gailhochwasser vom 3. 11. 66 überschritt im Bereich der Einzugsgebiete von 150 bis 1000 km² die Wundtlinie. Durch Vergleich der beiden Hochwasserlinien ist zu ersehen, daß die Hochwässer der Tauernabflüsse im September noch spezifisch hohe Spenden aufweisen, während im November diese Spendenwerte schon viel kleiner waren. Der Frost hat die Niederschläge gebunden.

Beim Novemberhochwasser 1966 wurden die höchsten Spenden an der Gail und in den Karawanken erreicht. In den Diagrammen ist der große Rückhalt des Millstätter Sees und beim Hochwasser vom November 1966 auch der des Weißensees sichtbar. Beim Hochwasser vom 18. 8. 66 wurde der Rückhalt des verschotterten Talbodens des Wolayerbaches zu $0,4 \text{ m}^3/\text{s.km}^2 \times 25 \text{ km}^2 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$, errechnet.

Rückhalt der Hochwässer

Verzögernd auf den Ablauf der Hochwässer und verkleinernd auf deren Spitze wirkt ein Kälteeinbruch, der Dauerregen unterbricht oder beendet. Die Schneedecke gibt im Gebirge den größten Rückhalt, der nach verfügbarer Wärme erst aufgelöst wird.

Rückhalt in der Vegetationsdecke

Die lebende Bodenbedeckung gibt in der Vegetationszeit ganz wesentliche Ermäßigungen des Abflusses. In Kärnten ist dies in der üppigen Vegetation einzelner Täler der Karnischen Kette und der Karawanken gut ausgeprägt. In diesen Gebieten sind eben deshalb die Herbsthochwässer hoch, weil dann der Rückhalt der Decke schon fehlt und weil der Frost die Böden schließt und dadurch die Sickerung unterbricht.

Ganzjährig wirken die Moose in den Urgesteinsböden der Norischen Alpen auf einen Ausgleich des Abflusses und verkleinern die Abflußspitzen.

Rückhalt im Untergrund

In Kärnten ist der Rückhalt in den Kalkzonen des Gailgebietes, des Weißbaches und der Karawanken bedeutend, allerdings begrenzt bei großer Aufnahmskapazität durch die Sickergeschwindigkeit in den Böden. Der Bewuchs wirkt hierbei vergrößernd. Beispiele solchen Rückhaltes sind der Wolayerbach in den Karnischen Alpen, Weißbach und Freibach in den Karawanken. Bei der Vellach ist der Rückhalt wegen der Urgesteinsböden im Mittellauf nicht ausgeprägt.

Rückhalt im Ablaufsystem der Flüsse (Abb. 15)

Die Hochwasserspitzen werden durch die Kärntner Seen bedeutend herabgesetzt. In der Tabelle „Die Verhältniszahl: HQ/MQ“ ist für den Millstätter

See das höchste Hochwasser als 4 x MQ (Abflußmittel) angegeben. An allen übrigen Seen treten gleichartige Verzögerungen des Abflusses ein.

Der Rückhalt in den Flußstrecken ist ausgeprägt im Drautal von Lienz bis Sachsenburg und ganz besonders im Gailtal. War in Rattendorf das Hochwasser noch 42mal größer als das Mittel, so beträgt der Wert in Nötsch nur mehr 22mal MQ. Dies ist zum überwiegenden Teil auf den Rückhalt in den Überschwemmungsräumen des mittleren Gailtales zurückzuführen. Beim Hochwasser vom 1.—4. September 1965 waren bis zur Gailitzmündung 2520 ha Talboden mit einem Flutraum von 33 hm³ Inhalt überschwemmt. Die Hochwasserspitze wurde durch diese Fluträume im September 1965 um 480 m³/s verkleinert und beim Hochwasser vom 1. — 3. November 1966 um 600 m³/s. Der Spitzenwert wurde dadurch fast halbiert. Dieser Rückhalt war der wichtigste Schutz für den Unterlauf und für Villach. Die Laufzeit der Hochwasserspitze betrug von Mauthen bis Villach 30—33 Stunden und aus der Gailitz bis Villach nur 2,5—4,5 Stunden.

Die Niederschläge zu Hochwasserzeiten bestehen meist aus zwei Starkregen, die von Kälteeinbrüchen zeitlich getrennt sind. Im Abflußhydrogramm sind dann meist auch zwei Spitzenwerte sichtbar. Im Unterlauf der Gail ist die Auflage der Gailitzspitze auf die Flut der Gail von entscheidender Bedeutung. Auch die Stauseen der Draukette der Draukraftwerke haben zur Erniedrigung der Spitze beigetragen. Bei allen Speicherwerken des Drauraumes wurde das Hochwasser in den Speichern abgefangen, so daß in diesen Gebieten keine schädlichen Hochwässer mehr auftraten.

Schlußbetrachtung

Das Hochwassergeschehen im Draugebiet ist immer aus der Richtung der Wetterzugstraße Vb (Golf von Genua) bestimmt.

Die Gebirge lösen die Niederschläge aus, sie schützen unser Gebiet aber auch durch Filterwirkung vor noch größeren Geschehen, indem sie die Hauptmassen der Niederschläge schon an der Südabdachung der Grenzberge, besonders in der kälteren Jahreszeit, zur Auslösung bringen.

Das Niederschlagsgeschehen ist durch die entstehende Abkühlung selbsthemmend, besonders in der Hochregion der Alpen. Schnee gibt den größten Rückhalt. Durch die Überschwemmungen im Oberlauf vermindern die Flüsse ihre Spitzen. Besonders ermäßigend wirken die Kärntner Seen. Die Speicher

der Energiewirtschaft des Kärntner Raumes und auch die Durchlaufspeicher der Draukraftkette wirken ermäßigend, sogar abfangend.

Wegen unvollkommener Messungen und Schätzungen wurden in früheren Zeiten die Hochwasserdurchflüsse überschätzt.

Das Wasser ist wohl die Ursache der Schäden, es findet in Katastrophenzeiten die Schwachpunkte der Böden und auch jene, die ihm der Mensch bietet.

Die schwersten Schäden im Gebirgstheil des Landes sind durch geologische und erdmechanische Eigenschaften der Böden gegeben. Durch Veränderung bei Wasseraufnahme und durch die mechanische Beanspruchung unter dem Druck des Hangwassers sind die größten und die am schwersten zu behandelnden Schäden entstanden. Durch Verbauung der Wildbäche und der Hangrisse kann der Mensch, wenn er außerdem die Vegetationsdecke schonend behandelt, diese Schäden mildern. Wenn die Sicherung nicht gewährleistet werden kann, muß der Mensch den von Wasserläufen beanspruchten Räumen ausweichen.

Diese Erkenntnisse sind ein Auszug aus meiner Grundlagenforschung und den hydrologischen Arbeiten, die ich in den vergangenen 20 Jahren für die Kärntner Elektrizitäts-A.G. (Kelag) und besonders bezüglich der Hochwässer für das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft durchgeführt habe. Die Jahrbücher des hydrographischen Zentralbüros sowie des italienischen und des jugoslawischen hydrometeorologischen Dienstes wurden verwendet. Die Niederschlags- und die Abflußbeobachtung der Kelag und der Österreichischen Draukraftwerke und der Studiengesellschaft Osttirol wurde verwertet.

Weiterer Quellen- und Literaturnachweis:

Archiv der hydrographischen Landesabteilung Klagenfurt.

Bidovec: Vergleich der Ergebnisse aus empirischen Formeln mit erhobenen Werten im slowenischen Alpengebiet. Mitteilungsblatt HDÖ Nr. 37 1963.

Frithum: Hochwasseruntersuchungen der HLA Klagenfurt.

Güntschi: Der Gailfluß. Verlag Natur und Technik Wien 1961.

Kravogel und Wurzer: Hochwasserschäden 1966 ÖWW 1967 H 3/4. Die Hochwasserschäden 1965 ÖWW 1966 H 3/4.

Kreps: Kritische Betrachtung von Hochwasserformeln. Mitteilungsblatt Nr. 36 1963
Methodik der Berechnung hydrologischer Grunddaten, besonders der Hochwasserwahrscheinlichkeit. Mitteilungen Nr. 40 1964.

Remenieras: L'hydrologie de l'ingenieur. Eirrolles Paris 1965.

Schreiber und Zettel. Hydrologische Charakteristik der Hochwasserkatastrophe im Jahre 1965 ÖWW 1966 H 3/4.

Hydrologische Charakteristik der Hochwasserkatastrophe v. August und November 1966 ÖWW 1967 H 3/4.

Steinhäusser: Orographische und dynamische Einflüsse bei Föhn und Staulagen in den Südalpen. Meteorologische Rundschau 1959 Seite 54–58.

Hochwasserspanden und mittlerer Jahresniederschlag. 5. Int. Tagung für alpine Meteorologie Garmisch 1958.

Hydrometeorologische Untersuchungen in den Österr. Südalpen ÖWW 1955 H 7–12. Wetterlostage aus Volkssagen (Vellach-Eisenkappel) Carinthia II 1957. Die Naturgewalten des Lesachtals Carinthia II 1952.

Troschl: Die jährlichen und die monatlichen Niederschläge nördlich und südlich der Karawanken. Wetter und Leben 1962 S 57–67.

Bericht über die Wetterlage vom 16. und 18. August 1966. Wetter und Leben 1966 H 9/10

Die neuerliche Niederschlags- und Hochwasserkatastrophe im österr. Südalpengebiet vom 3. und 5. November 1966. Wetter und Leben 1967 H 1–2.

Tschada F.: Die Wasserkraft, ein Naturschatz Kärntens ÖWW 1962 S 229–245.

Dienstag, 17. Oktober 1967:

Hans Steinhäuser, Klagenfurt

Hochwasser-Wetterlagen und ihre orographische Beeinflussung in den Südostalpen

In vorliegender Studie zu Fragen der Hochwasserbeeinflussung wird untersucht, ob bestimmte Gebiete der Alpen infolge ihrer starken Exposition gegenüber Hochwasser-Wetterlagen besonders gefährdet sind, und ob andere Gebiete infolge geschützter Lage möglicherweise geringere Schutzmaßnahmen beanspruchen. Allgemeiner formuliert lautet die Frage, ob Einflüsse der orographischen Lage und des Geländes oder der Landschaft auf den Ertrag starker Regenfälle und damit auf die Größe der Hochwasserspanden festzustellen sind.

Hochwasser werden in erster Linie durch anhaltende, intensive Regenfälle verursacht; als weitere Faktoren wirken das Relief, die Geländegestaltung, die Gefällsverhältnisse im Einzugsgebiet, die Durchlässigkeit und Struktur

des Bodens, nicht zuletzt die Pflanzenbedeckung an der Höhe der Hochwasserwellen mit.

Verschiedene Landschaftstypen geben dem Hochwasserabfluß ihr Gepräge: Im Hochgebirge mit seinem steilen Relief und seinen Böden von geringer Wasseraufnahmefähigkeit treten, bevorzugt während der Sommermonate, in den Hochlagen der Südalpen auch noch im Herbst, starke Hochwasser auf. Im Frühjahr und Frühsommer können solche Hochwasser durch Schnee- und Eisschmelze verstärkt sein. Der Regen bildet dann „Schneematsch“ mit hohem Wassergehalt. Schneeschmelze allein wirkt sich, auch bei starkem Anstieg der Lufttemperatur, in den Südostalpen selten als Ursache starker Hochwasser aus. Allerdings kann durch anhaltende Schnee- und Eisschmelze der Abfluß aus dem höheren Gebirge im Frühjahr wochenlang als leichtes Hochwasser erfolgen. Dies ist besonders in Frühjahren mit großen Schneevorräten und günstigem Strahlungswetter der Fall¹.

In Einzugsgebieten, die vorwiegend Mittelgebirgscharakter aufweisen, wird der Hochwasserabfluß durch die Pflanzendecke und durch Waldgebiete verringert und verzögert; Seen und Moorflächen üben eine Retentionswirkung aus.

Das Verhalten von Karstgebieten bei Hochwasser ist nicht einheitlich, vielmehr davon abhängig, wie stark die Gesteine bei intensiven Regenfällen noch wasserdurchlässig sind. Flußgebiete mit Karstcharakter liegen auch in Teilen der Südostalpen, wie den Gailtaler Alpen, den Karnischen