

MITTEILUNGSBLATT

DES HYDROGRAPHISCHEN DIENSTES
IN ÖSTERREICH

NR. 79



HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

HYDROGRAPHISCHES
ZENTRALBÜRO



MITTEILUNGSBLATT

DES HYDROGRAPHISCHEN DIENSTES
IN ÖSTERREICH

NR. 79

Wien, 2000



IMPRESSUM

**Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Abt. VII 3 (Hydrographisches Zentralbüro; Leitung: MR Univ.Prof.Dr.F.Nobilis)
A-1030 Wien, Marxergasse 2**

Redaktion: MR Dipl.-Ing.Dr.F.Pramberger

Fachbeirat: MR Dipl.-Ing. J.Spörg, OR Dipl.-Ing.R.Godina, ORätin Dipl.-Ing.G.Fuchs, Rat Dipl.-Ing. P. Lorenz

Technische Mitarbeit:S.Spreitzer und ADir.Ing.J. Wurth

Redaktionsanschrift: A-1030 WIEN, Marxergasse 2

Tel: ++43 1 71100 6942 Fax: ++43 1 71100 6851



Druckerei RIEGELNIK Ges.m.b.H Print,A-1080 Wien, Piaristengasse 17-19

Gedruckt auf umweltschonend hergestelltem Papier mit
Pflanzenöl – Druckfarben.

©BMLFUW, Wien, 2000 - Alle Rechte vorbehalten

INHALT

ORIGINALARBEITEN	Seite
Nobilis F.: Der Hydrographische Dienst in Österreich im 21. Jahrhundert	1
Bergmann H. und O. Hable: Entwicklung im hydrologischen Beobachtungsnetz im Einzugsgebiet des Annabaches in Graz	25
Hable O.: Über die Eichung von Niederschlagsmessgeräten am Beispiel des hydrologischen Versuchsgebietes Annabach in Graz	35
Lalk P. und R. Godina: Extremwertstatistische Bewertung des Bodensee – Hochwassers im Jahre 1999	53
BERICHTE UND MITTEILUNGEN	
Hochwasserereignisse im Mai und Juni 1999 in Vorarlberg – (C.Mathis und R.Grabher)	59
Hochwasserereignisse des Jahres 1999 in Tirol - (W. Gattermayr u. K.Niedertscheider)	69
Hochwasserereignisse im Juli 1999 in der Steiermark – (R.Schatzl)	83
Hochwasserereignisse im Jahr 1999 in Niederösterreich – (C.Kramer)	88
Stubacher Sonnblickkees , Massenbilanz – Messreihe – Bericht für 1998 – (H. Slupetzky und G.Ehgartner)	89
IAHS – Veranstaltungen im Rahmen der IUGG – Generalversammlung (19.-30. Juli 1999 – Birmingham, UK) – (F.Nobilis)	108
ÖWAV – Seminar „Bergwässer“ – (21.-22. Oktober 1999 – Fieberbrunn) – (G. Völkl)	112
ÖWAV – Seminar „Schipisten“ – (21.-22. Oktober 1999 – Fieberbrunn) – (G. Völkl)	117
Personelle Veränderungen im Hydrographischen Dienst	118
Verzeichnis der staatlichen Hydrographischen Dienststellen in Österreich	119
Impressum - Redaktion und Redaktionshinweise	122

Der Hydrographische Dienst in Österreich im 21. Jahrhundert

The Hydrographic Service in Austria in the 21st century

F. Nobilis

Zusammenfassung

Der Hydrographische Dienst von Österreich, gegründet 1893, versucht, den Anforderungen der Zeit zu entsprechen und auch nützliche Zukunftsaktivitäten zu entwickeln. Basis und Strukturen dieses operationellen Dienstes sind immer wieder anzupassen und im Hinblick auf Daten und Produkte auszurichten.

Als non-profit Organisation, basierend auf einem eigenen Bundesgesetz, dient die Organisation dem Steuerzahler. Dieser bekommt jene hydrographischen Daten, welche dem Umweltinformationsgesetz entsprechen, kostenlos oder zu marginalen Kosten. Damit wird die Wirtschaft auf dem Planungs- und Ausführungssektor der Wasserwirtschaft angekurbelt. In dem Artikel werden nun die Grundlagen des Dienstes und die auf ihnen aufbauenden und in die Zukunft weisenden Aktivitäten diskutiert.

Summary

The "Hydrographical Service" of Austria, founded in 1893, tries to satisfy the requirement of the present and to develop useful activities for the future. Basis and structures of this operational service should be adapted regularly with respect to data and products requested.

As a non-profit organization based on an own Federal Act, the organization „serves“ the tax payer. He gets those hydrographical data with respect to the Environment Information Act free of charge or with marginal costs. Through this the economy in the field of planning and building for water resources management is promoted. In the paper now the fundamental elements of the service and the future directed activities are discussed.

1. Einleitung

Die Zukunft hat schon begonnen!
Robert Jungk

Tatsächlich ist der Hydrographische Dienst in Österreich nicht nur über 100 Jahre alt, sondern auch im 3. Jahrhundert höchst erfolgreich für die Erhebung des Wasserkreislaufes tätig. Anlässlich der Hundertjahrfeier wurden Vergangenheit und Gegenwart des Hydrographischen Dienstes in Österreich eingehend beleuchtet und auch die Zukunftsaspekte kurz behandelt (SCHREIBER, 1994). Bei dieser Gelegenheit waren auch die Hydrographischen Landesdienststellen und der Hydrographische Dienst bei der Wasserstraßendirektion eingeladen sich vorzustellen (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1994 a). Natürlich rundeten Darstellungen der Hydrographischen Dienste der Nachbarländer das Bild ab ((HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1994 b).

In den nun folgenden Überlegungen sollen auf der Basis der rasanten Entwicklungen der letzten Jahre die Zukunftsaspekte näher beleuchtet, ergänzt und präzisiert werden. Die Basis dafür bieten u.a. die Ergebnisse einer Veranstaltung im Jahre 1999 über die Zukunftsperspektiven der Hydrologie in Österreich und der Schweiz mit dem Schwerpunkt Wasserhaushalt (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1999a).

Dies soll in verständlicher Form geschehen, ohne in einem Zahlenmeer zu ertrinken oder durch hunderte Literaturzitate zu verwirren (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1994 c). Bestehende Probleme sollen dabei angesprochen und Lösungswege aufgezeigt werden. Detaillierte Zahlenangaben über Netze, Personal und Budget werden daher hier vergebens gesucht werden.

2. Ziele, Aufgaben, Leitbild, gesetzliche Grundlagen und finanzielle Rahmenbedingungen

2.1 Ziele, Aufgaben und Leitbild

Die Ziele der Sektion IV (Wasserwirtschaft und Wasserbau) im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, betreffen die nachhaltige Nutzung der Ressource Wasser, eine auch regional ausgeglichene Wasserbilanz, eine weitgehend natürliche Gewässerbeschaffenheit und den Schutz des menschlichen Lebensraumes vor Bedrohungen durch Wasser.

Die Ziele des Hydrographischen Zentralbüros betreffen daraus abgeleitet und durch das Hydrographiegesetz festgelegt,

- die bundeseinheitliche und langfristige Erhebung des Wasserkreislaufes in Österreich,
- die zeitgemäße Erfassung, Auswertung und Analyse sowie nachhaltige Sicherung hydrographischer Daten,
- die nutzerorientierte Bereitstellung und aktuelle Veröffentlichung der hydrographischen Daten und
- die wirksame Vertretung der Interessen des Hydrographischen Dienstes in Österreich im In- und Ausland.

Diese Ziele müssen natürlich in der Aufgabenstruktur ersichtlich sein. Das Hydrographische Zentralbüro hat daher im Rahmen eines Workshops über die „Ziele und Aufgaben der Sektion IV“ drei Aufgabenbereiche definiert, die sich in insgesamt 39 Teilaufgaben gliedern. Diesen sind wieder über 300 Tätigkeiten zuzuordnen, die auch für jede Mitarbeiterin und jeden Mitarbeiter quantifiziert wurden. Diese drei Aufgabenbereiche sind, ohne weiter ins Detail zu gehen,

- Vollziehung Hydrographiegesetz – Erhebung des Wasserkreislaufes
- Sachverständigen“tätigkeit“
- Vertretung der Hydrographie

Bei der Analyse des Ist-Zustandes wurde hier festgestellt, dass der erste Aufgabenbereich natürlich die Kernaufgabe ist und etwa 85% der Kapazität bindet. Allerdings werden eine Reihe von Aufgaben, die im Gesetz definiert sind, aus Kapazitätsgründen kaum oder gar nicht wahrgenommen. Dieser notwendige Mehranteil wird mit etwa 25% abgeschätzt. Die Arbeiten zu diesen Fragestellungen können natürlich je-

derzeit vom amtierenden Bundesminister eingefordert werden und widersprechen billigen Managementphilosophien, welche grundsätzlich 20% Einsparungspotential bei größeren Organisationen sehen ohne jedoch bereits bestehende Defizite und die ständig steigenden Bedürfnisse mit zusätzlichen neuen Fragestellungen zu beachten. Das Hydrographische Zentralbüro selbst hat in einem Seminar eine „Machbarkeitsanalyse der Aufgaben“ vorgenommen. Dabei wurden Dringlichkeit und Wichtigkeit der Aufgaben sowie die Abhängigkeiten untersucht. Zudem stand die Frage der Umsetzbarkeit der Ergebnisse, die Arbeitsaufwandsbilanz und die Suche nach kostengünstigeren Lösungen im Vordergrund. Diskutiert wurden dabei auch die eigenen Kapazitäten und Optimierungspotentiale. Abschließend wurde auch eine Prioritätsreihung jener Aufgaben gemacht, die bei entsprechender budgetärer Vorsorge mit fachlicher Begleitung vergeben werden könnten.

Diese bisher genannten Aktivitäten ermöglichten es auch dem Hydrographischen Zentralbüro ein aktuelles Leitbild zu entwickeln, welches auf der nächsten Seite als geschlossenes Ganzes abgedruckt ist.

2.2 Gesetzliche Grundlagen

Mit dem 58. Bundesgesetz vom 25. Jänner 1979 über die Erhebung des Wasserkreislaufes (Hydrographiegesetz) war ein gesetzlicher Meilenstein für den Hydrographischen Dienst in Österreich geschaffen worden. Diese Problematik, in mittelbarer Bundesverwaltung gelöst, wurde durch verschiedene Novellen präzisiert und u.a. die Gewässergüte 1990 eingefügt, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Die letzte Änderung des Hydrographiegesetzes erfolgte mit dem 156. Bundesgesetz, ausgegeben am 17. August 1999, wobei u.a. in § 4 Abs. 4 festgehalten wird, dass die hydrographischen Daten Umweltdaten im Sinne des Umweltinformationsgesetzes, BGBl. Nr. 495/1993, sind. Darauf wird noch unter Punkt 4 eingegangen werden. Weitere Änderungen wurden im neuen § 4a (1) und (3) eingebracht: (1) Arbeitsprogramme für die Erhebung des Wasserkreislaufes umfassen Festlegungen über die Errichtung und Ausstattung von gewässerkundlichen Einrichtungen, über Maßnahmen zur Qualitätssicherung, den Umfang der Beobachtungselemente, die Frequenz der Beobachtungen und Messungen sowie über die finanzielle Abwicklung. (3) Die Arbeitsprogramme werden vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft durch Verordnung getroffen.

Dieser Einschub wird bei einer etwaigen Bundesstaatsreform, d.h. bei einer möglichen „Verlängerung“ des Hydrographiegesetzes greifen. Eine Einheitlichkeit bei der Erhebung des Wasserkreislaufes muss gewahrt bleiben. Soweit zu den wichtigsten Änderungen in der letzten Novelle.

Auch die EU-Wasser-Rahmenrichtlinie (WRR) wird mittelfristig für die quantitative Hydrographie von Bedeutung werden. Über den „guten Zustand“ des Grundwassers hinaus wird das Ziel der WRR eine Gewässerbewirtschaftung auf Grundlage von Flusseinzugsgebieten sein. Diese Denkweise ist für die Hydrographie eine Selbstverständlichkeit. Neu werden die staatenübergreifenden Koordinationsmechanismen sein und die Notwendigkeit sich mit „fremden“ Sichtweisen und Bedürfnissen auseinander zu setzen und diese zu akzeptieren. Dies wird auch zusätzliche, u.U. komplizierte Ausarbeitungen bei den künftigen Berichtspflichten nach sich ziehen.

LEITBILD DES HYDROGRAPHISCHEN ZENTRALBÜROS

DAS HYDROGRAPHISCHE ZENTRALBÜRO IST EINE ORGANISATIONSEINHEIT DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT UND ALS SOLCHE HABEN WIR NON PROFIT-CHARAKTER. WIR LEITEN UND KOORDINIEREN FACHLICH KOMPETENT DIE ERHEBUNG DER KOMPONENTEN DES WASSERKREISLAUFES IN ÖSTERREICH AUF DER BASIS DES HYDROGRAPHIEGESETZES.

WIR SIND DAHER IN DER LAGE, DEN WEG DES WASSERS AUS DER ATMOSPHERE IN DEN GEWÄSSERN UND IM GRUNDWASSER ZU VERFOLGEN.

UNSERE WICHTIGSTEN KOOPERATIONSPARTNER SIND DIE HYDROGRAPHISCHEN LANDESDIENSTSTELLEN, WELCHE DIE MEBNETZE IN DER NATUR BETREUEN.

WIR ANALYSIEREN DIE DATEN ENTSPRECHEND DEM AKTUELLEN STAND DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG UND BEURTEILEN DIE URSACHEN VON WASSERBEDINGTEN NATURKATASTROPHEN.

SOMIT SIND WIR DIE OFFIZIELLEN ANSPRECHPARTNER FÜR WIRTSCHAFT, WISSENSCHAFT UND ÖFFENTLICHKEIT HINSICHTLICH DER GRUNDLAGEN DER NACHHALTIGEN / UMWELTSCHONENDEN NUTZUNG DES VORHANDENEN WASSERDARGEBOTES UND DER ANTHROPOGENEN EINFLÜSSE AUF DEN WASSERHAUSHALT.

WIR SIND BEMÜHT, AUF GEÄNDERTE ANFORDERUNGEN ANTWORTEN ZU FINDEN UND DIESE AUF GRUND UNSERES ENTWICKLUNGSPOTENTIALS UMZUSETZEN.

DIE SICHERUNG DER ÖSTERREICHWEIT EINHEITLICHEN DATENQUALITÄT IN RAUM UND ZEIT BETRACHTEN WIR ALS UNSERE HÖCHSTE AUFGABE.

INNOVATIVE MEBTECHNIK, HÖCHSTER STANDARD BEI DER DATENHALTUNG UND DATENVERARBEITUNG, OPTIMALE DATENAKTUALITÄT, VORHANDENES EXPERTENWISSEN UND STÄNDIGE FACHLICHE WEITERBILDUNG DER MITARBEITER, UNSERE KOOPERATIONSBEREITSCHAFT UND DER WILLE, FÜR UNSERE GESELLSCHAFT POSITIV ZU WIRKEN, LASSEN UNS MIT FREUDE UND IDEALISMUS FÜR DAS SENSIBLE PRODUKT WASSER ERFOLGREICH ARBEITEN. DIES WERDEN WIR AUCH IN DER ZUKUNFT TUN.

BESTE FACHLICHE QUALIFIKATION UND DIE IDENTIFIKATION MIT DEM AUFGABENGEBIET ZEICHNEN DIE MITARBEITER DES HYDROGRAPHISCHEN ZENTRALBÜROS AUS.

WIR ERSTELLEN HYDROGRAPHISCHE FACHGUTACHTEN ZU GROßPROJEKTEN UND FÜR WASSERRECHTSVERFAHREN, FÜR DIE DAS BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT ZUSTÄNDIG IST. DABEI VERTRETEN WIR DAS ÖFFENTLICHE INTERESSE.

DIE ERFORDERLICHE QUALITÄT GEWINNEN WIR AUS UNSERER SCHLÜSSELROLLE ALS BINDEGLIED ZWISCHEN WISSENSCHAFT UND PRAXIS, WOBEI UNS DIE BESTMÖGLICHE VERTRETUNG DER HYDROGRAPHISCHEN INTERESSEN ÖSTERREICHS IN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN GREMIEN SEHR NÜTZLICH IST.

SEIT ÜBER 100 JAHREN STELLEN WIR ALS EINER DER AM LÄNGSTEN BESTEHENDEN HYDROGRAPHISCHEN DIENSTE EUROPAS GEPRÜFTE DATEN ÜBER DEN WASSERHAUSHALT FÜR DIE WASSERVERSORGUNG, DEN HOCHWASSERSCHUTZ, DEN GEWÄSSER- UND UMWELTSCHUTZ IN FORM VON HYDROGRAPHISCHEN JAHRBÜCHERN, BEITRÄGEN, KARTEN UND ANDEREN INFORMATIONEN BEREIT. IN ZUKUNFT KOMMEN HIEZU NOCH DIE EINSCHLÄGIGEN BERICHTSPFLICHTEN IM RAHMEN DER EUROPÄISCHEN UNION.

WIR FÜHLEN UNS DEN GRUNDSÄTZEN DER ZWECKMÄßIGKEIT, SPARSAMKEIT UND NÜTZLICHKEIT VERBUNDEN, DENEN WIR DURCH RICHTLINIEN, ANLEITUNGEN UND MINDESTVORGABEN FÜR DEN GESAMTEN HYDROGRAPHISCHEN DIENST IN ÖSTERREICH GELTUNG VERSCHAFFEN. DER VOLKSWIRTSCHAFTLICHE UND WISSENSCHAFTLICHE NUTZEN UNSERER DATEN BETRÄGT EIN VIELFACHES DER MIT IHRER ERHEBUNG VERBUNDENEN KOSTEN.

2.3 Finanzielle Rahmenbedingungen

Festzuhalten ist auch, dass die Erhebung und Analyse hydrographischer Daten durch den Hydrographischen Dienst in Österreich wesentliche Grundlagen für die Wasserwirtschaft sind. Die Kosten für die Steuerzahler belaufen sich dabei auf insgesamt rd. 140 Millionen S. Darin sind die Personalkosten von Bund und Land, die auf Grund verschiedener zusätzlicher Aufgaben auf Landesebene schwer einzuschätzen sind, die ordentlichen Budgetmittel, die Mittel aus dem Katastrophenfond sowie die Instandhaltungs- und Betriebskosten der Länder enthalten. Von diesen Mitteln fließen rund 30 Millionen S über Aufträge etc. direkt in die Privatwirtschaft zurück (ohne Personalkosten und Beobachtervergütungen), d.s. rund 20%.

Diese analysierten Daten sind nach internationalen Erhebungen bis zum 40-fachen ihrer Entstehungskosten wert (KARNER und KUGI, 1998). Das Geld der Steuerzahler ist also hervorragend angelegt. Bedenklich stimmt hier aber, dass die ordentlichen Mittel beim Bund im Zeitraum 1986 bis 1999 von 100% auf 15% reduziert wurden, wenn auch gleichzeitig zweckgebundene Katastrophenmittel „ausgleichend“ erhöht wurden. Die Aktivitäten des Hydrographischen Dienstes auf dem innovativen Sektor (diverse Projekte, Geräteentwicklungen, Öffentlichkeitsarbeit, internationale Kooperationen etc.) wurden und werden damit wenig sinnvoll beschnitten. Hier werden künftig große Anstrengungen zu unternehmen sein, um diese „Schere“ wieder zu öffnen.

3. Strukturen, Organisations- und Personalentwicklung

3.1 Strukturen

Der pyramidenförmige Aufbau der Struktur zur Erfassung des Wasserkreislaufes hat sich bewährt. Das Hydrographische Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft steuert über das Hydrographiegesetz fachlich die Hydrographischen Landesdienststellen und den Hydrographischen Dienst der Wasserstraßendirektion (zusammen etwa 170 Personen), diese wiederum die breite Basis der über 3000 Beobachterinnen und Beobachter. Wie das Hydrographische Zentralbüro als Abteilung in der Sektion Wasserwirtschaft und Wasserbau fungiert, so sind die Hydrographischen Landesdienststellen i.a. in einer ähnlichen Struktur bei den Ämtern der Landesregierungen beheimatet. Die Wertigkeit dieser Einheiten ist auf Grund unterschiedlicher Aufgaben in den Ländern neben der Erfüllung des Hydrographiegesetzes unterschiedlich. Die guten persönlichen Beziehungen zwischen den Betroffenen in Bund und Land sichern eine effektive und kostengünstige Arbeit. Die innere Struktur des Hydrographischen Zentralbüros (Referate für zentrale Aufgaben; Niederschlag, Lufttemperatur und Verdunstung; Oberflächenwasser und Feststoffe in vorwiegend Flachland- und Hügellandgebieten bzw. in vorwiegend alpinen Gebieten; unterirdisches Wasser einschließlich Quellen) spiegelt sich auch mehr oder weniger in den Sachgebieten bei den Hydrographischen Landesdienststellen. Diese haben zusätzlich gemäß § 7 des Hydrographiegesetzes in der Verantwortung des Landeshauptmannes den Hochwassernachrichtendienst und die Verbreitung dieser Informationen zu besorgen.

Im nunmehrigen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft könnten bei einer möglichen Geschäftseinteilungsänderung durchaus

sinnvoll die Angelegenheiten des Karstwasserhaushaltes wieder zurück vom Umweltbereich in die Sektion Wasserwirtschaft und Wasserbau kommen. Erinnerung sei daran, dass das frühere „Speläologische Institut“, später „Bundesanstalt für den Wasserhaushalt von Karstgebieten“, einst eine nachgeordnete Dienststelle des Hydrographischen Zentralbüros war.

3.2 Organisationsentwicklung und Personalentwicklung

Das Hydrographische Zentralbüro hat als Steuergruppe des Hydrographischen Dienstes in Österreich nicht nur die Ziele definiert sondern auch das Leitbild entwickelt. Wenn diese Meilensteine gesetzt sind, dann muss eine innovative Organisation weitere Aktivitäten setzen. Das Hydrographische Zentralbüro hat daher ein Seminar „Organisationsentwicklung“ mit allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt. Dabei ging es u.a. um die Weichenstellung zu einer flexiblen Organisation, um Prozesse, Effektivität, Kommunikation, Teamarbeit und Konflikte. Hier wurde der Weg bestimmt, den die Organisation in den nächsten Jahren zur Erreichung der genannten Ziele beschreiten möchte. Solche Weichenstellungen mit Korrekturen, Veränderungen und Neupositionierungen werden periodisch stattfinden müssen. Im Anschluss daran wurde vom Leiter in einer Arbeitsgruppe innerhalb des Ressorts ein Projekthandbuch betreffend die Erstellung eines Personalentwicklungskonzeptes entworfen. Als Basis für die interne Weiterarbeit ist das Projekt „Personalentwicklung in der Österreichischen Bundesverwaltung“ (TRIGON, 1990) zu sehen. Es entstanden hier Anregungen zu den Fragen „fachliche Kompetenz“, „persönliche Fähigkeiten“, „soziale Kompetenz“ und „konzeptuelle Kompetenz“, die jedenfalls für die Sachgebietsleiter eine solide Grundlage bei den jährlichen Mitarbeitergesprächen sind. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Fortbildungsmöglichkeiten in Österreich aufgezeigt, die wesentlich umfangreicher sind, als man annehmen würde. Zukünftig wird das Führungsteam des Hydrographischen Zentralbüros gemeinsam mit den Leitern der Hydrographischen Landesdienststellen ein Aus- und Weiterbildungsprogramm auf verschiedenen Niveaus für die Angehörigen des Dienstes zu entwickeln haben. Es gibt hier ausgezeichnete internationale Beispiele (WMO, 1984 und 1994; BEKEN, 1993), die als Grundgerüst zu verwenden sind und auch externe Unterstützung (WMO 1997 a).

4. Datenerfassung, Datenauswertung und Datenweitergabe

Natürlich war und ist die Datenerfassung die solide Basis für den Hydrographischen Dienst. Dazu bedarf es allgemeingültiger Richtlinien, die auch immer wieder zu überarbeiten sind. Abgeschlossen wurden in den vergangenen Jahren Richtlinien und Anleitungen über den Grundwasserstand und die Grundwassertemperatur für die Beobachtung und für die Aufbereitung der Daten (Hydrographisches Zentralbüro 1989 a und b), für die Beobachtung und Messung bzw. Bearbeitung von meteorologischen Parametern zur Erfassung des Wasserkreislaufes im Rahmen des Hydrographischen Dienstes von Österreich (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1992a und 1996) sowie eine Richtlinie für die Vorprüfung von Niederschlagsregistrierungen (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1992b). In Überarbeitung ist als weitere Richtlinie die sogenannte „Pegelordnung“. Weitere Richtlinien sind in Planung. Besonderes Augenmerk wird auf verschiedene Stufen der Qualitätssicherung von Daten gelegt werden. Selbstverständlich werden neueste Technologien beim Einsatz von Messgeräten genutzt, seien es neue Sensoren, Messverfahren, Spei-

cher- oder Übertragungssysteme. Der nahen Zukunft bei den letztgenannten gehört die billige GSM-Technik. Technische Einzelheiten zu den Sensoren, den Messverfahren und den Speichersystemen und deren künftige Entwicklungen würden hier zu weit führen. Die Weiterentwicklungen sind hier nicht so rasant wie bei den Übertragungssystemen. Auch die Probleme mit allen gleichzeitig in Echtzeit anstehenden Daten werden mit Hochleistungstechnologie gelöst werden können. Die Schwierigkeiten liegen hier beim Menschen selbst. Alle Daten sind einer Kontrolle zu unterwerfen bzw. müssen einem Qualitätsstandard genügen. Die Verringerung der Personalressourcen, wie dies überall angestrebt wird, setzt entsprechende Grenzen in der Datenerfassung und primären Bearbeitung.

Abgesehen von der technologischen Seite der Datenerfassung darf auf den Beobachter bzw. die Beobachterin nicht vergessen werden. Diese Säule des Dienstes, herübergerettet aus der Zeit der Monarchie, von der Republik mit kaum ausreichenden Beobachtervergütungen abgespeist, wankt derzeit unter den Auswirkungen eines schlecht überlegten „Werkvertragsgesetzes“. Hier ist die genaue Stellung (freier Dienstnehmer, Unternehmer, Tätigkeiten im hoheitsrechtlichen Sinn) noch nicht einheitlich ausdiskutiert. Zum Teil haben frustrierte Beobachter vor der überbordenden Bürokratie kapituliert. Das Netz darf aber nicht gefährdet werden. Dies ist eine der Grundregeln des Dienstes.

Mit der Erfassung der Daten bzw. den Richtlinien dafür ist auch die Frage der fachspezifischen ÖNORMEN verbunden. Die Experten und Expertinnen des Dienstes haben bei der Erstellung einschlägiger Normen federführend mitgearbeitet:

- B 2400: Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen
- B 2401: Durchflussmessung in offenen Gerinnen
- B 2402: Durchflussmessung in offenen Messgerinnen – Venturikanäle
- B 2403: Durchflussmessung mit dem hydrometrischen Flügel

Außer bei den Normen, die zwischen 1986 und 1998 herausgegeben wurden, erfolgte auch eine Mitwirkung bei anderen Normen, welche z.T. auf hydrologische Begriffe zurückgreifen. Alle diese Arbeiten auf nationaler Ebene sind abgeschlossen. Die Zukunft liegt bei den europäischen Normen (CEN), die z.T. auf internationale Standards (ISO) zurückgreifen. Hier haben die Österreicher im Gegensatz zu den Vertretern anderer Länder noch nicht begriffen, dass Normen nicht nur fachspezifisch sondern auch wirtschaftsspezifisch als Randbedingung für Aufträge auf Grund von EU-Ausschreibungen zu sehen sind. Wir werden daher zunehmend in Fachgremien dieser Art auch Wirtschaftsvertreter zuziehen müssen.

Ist die Frage der Erfassung grundsätzlich geklärt, so stellt sich sofort die Frage des optimalen Messnetzes. Dieses Fernziel eines optimalen Netzes, d.h. jeweils optimal entsprechend der zu beantwortenden Fragestellung, wird mit der Messnetzoptimierung angestrebt. Das Hydrographische Zentralbüro hat hier, natürlich auch im Hinblick auf eine mögliche Kostenreduzierung, Aufträge zur Optimierung von Grundwasserstandsmessnetzen erteilt (FANK & FUCHS, 1996) bzw. auch von Abfluss- und Niederschlagsmessnetzen im Jahre 1999 und zwar in einer ersten Stufe hinsichtlich Kriterien und Methoden. Diese Arbeiten werden fortgesetzt und sind im Zusammenhang mit dem Versuch zu sehen, Kosten und Nutzen hydrographischer Daten zu quantifizieren (KARNER & KUGI, 1998). Der Zukunft gehört hier die Aussage mit Daten, die ein optimales Kosten/Nutzen-Verhältnis haben und daher aus einem objektiv

optimierten Messstellennetz stammen. Die Lösung dieses Problems für alle Sachgebiete ist eine besondere Anforderung an den Hydrographischen Dienst. Um einer überzogenen Forderung zu begegnen, überall präsent sein zu müssen, wurde im Hydrographiegesetz der Begriff „Basisnetz“ 1997 eingeführt. Das Netz des Hydrographischen Dienstes ist daher dieses Basisnetz, wofür die Kriterien in den genannten Projekten definiert wurden bzw. werden. Die Erhaltung des Basisnetzes über viele Jahre ist notwendig, um die Grundlagen für die nachhaltige/umweltschonende Nutzung des vorhandenen Wasserdargebotes sicherzustellen und die anthropogenen Einflüsse auf den Wasserhaushalt nachzuweisen und zu quantifizieren.

Über die primäre Datenbearbeitung im direkten Anschluss an die Erfassung der Daten wurde bereits gesprochen. Ein Feld, auf dem noch sehr viel zu tun sein wird, ist die sekundäre Datenbearbeitung. Darunter wollen wir weiterführende Statistik, die Einbindung hydrologischer Modelle, die kartenmäßige Darstellung von Parametern bzw. abgeleiteten Größen mit Regionalisierungsansätzen und GIS verstehen. Die erste Frage dabei ist die Beschaffung des jeweiligen „Werkzeugs“, die zweite Frage betrifft die operationelle Implementierung und die dritte Frage betrifft die Präsentationsform.

Im Rahmen der sekundären Datenbearbeitung, die über das bisher erste durchgeführte Ausmaß hinausgeht, hat das Hydrographische Zentralbüro bereits Schritte gesetzt. Als Basis ist auch hier, wie bei der primären Datenbearbeitung, das Hydrographische Datenmanagementsystem des Hydrographischen Dienstes in Österreich (HyDaMS) zu sehen. HyDaMS baut auf einer konsequenten und kompromisslosen Datenanalyse auf, ermöglicht einen schnellen Datenzugriff, bietet einfache Benutzeroberflächen an, stellt alle hydrologisch relevanten Funktionalitäten auf Zeitreihen bereit und ermöglicht die Gestaltung der Oberflächen und Prozeduren in einfachen Scripts (LORENZ, 1998). Die erste Ausbaustufe ist als File-Share-Applikation realisiert worden, wobei der Server in erster Linie für die Datenhaltung fungiert und die Applikation am Client abläuft. In einer zweiten Ausbaustufe wurde die bestehende Applikation um Multi-User- und Netzwerkfähigkeiten weiter entwickelt und befindet sich derzeit in der Testphase.

Für die Erweiterung der sekundären Datenbearbeitung, aufbauend auf einem stabilen HyDaMS, sollen nun verschiedene Programmpakete zusätzlich aufgesetzt werden. Dabei wurde ein Projekt beim Institut für Mathematik und Angewandte Statistik der Universität für Bodenkultur (PLONER, 1997) beauftragt. Dieses beschäftigte sich mit der Häufigkeit von Ereignissen, der Regionalisierung, nichtparametrischen Verfahren, Zeitreihenverfahren und in einem Konzept für ein modulares Analysesystem. Im Prinzip soll in den nächsten Jahren ein Modulsystem für alle Statistikfragen der modernen Hydrologie erstellt werden, welches derzeit nirgends auf der Welt als geschlossen verfügbares Menü existiert. Als zweiten Meilenstein müssten hier die hydrologischen Modelle für den Bereich Oberflächenwasser, aufbauend auf bereits vorhandenen Teilen, gesetzt werden, während für den Bereich unterirdisches Wasser lediglich die Randbedingungen für die überaus komplexen und nur sehr selten notwendig einzusetzenden Modelle definiert und verfügbar sein müssten. Beide Gruppen spielen natürlich in das Personalentwicklungskonzept des gesamten Dienstes hinein, wobei am Schluss eine einheitliche Vorgangsweise in allen Bundesländern bei der Gutachtererstellung stehen muss. Zu diesem Fragenkomplex wurden auch internationale Kontakte geknüpft. Alle Softwaremodule sollten natürlich im Rahmen von HyDaMS laufen.

Durchaus im Sinne sekundärer Datenbearbeitung sind bereits abgeschlossene Projekte wie zur koordinierten Starkregenauswertung ÖKOSTRA (1990 und SKODA, 1993) und zum vermutlich größten Niederschlag PMP (KAHLIG ET AL., 1989 und 1991) zu sehen. Das Hydrographische Zentralbüro ist heute im Stande, Gebietsniederschläge für beliebige Gebietskonfiguration und Wiederholungszeiten zu ermitteln und auch grafisch darzustellen (LORENZ und SKODA, 1999). Solche mit einem physikalischen Modell und GIS hinterlegten Auswertungen sind zukunftsweisend. Dieses Problem wird auch mit dem Projekt, welches das Hydrographische Zentralbüro federführend betreibt, nämlich dem „Hydrologischen Atlas von Österreich (ÖHAT)“ angesprochen. Zwei Aufträge zu diesem Thema betreffen eine Machbarkeitsstudie und die Erstellung eines Prototyps (NACHTNEBEL & FÜRST, 1997 bzw. FÜRST & NACHTNEBEL, 2000). Ein weiterer Auftrag über die vertiefende Bearbeitung spezifischer Themen wurde erteilt und die Vorbereitung ist im Gange. Der Plan für diesen Atlas, der in einer gedruckten Form etwa 60 Karten beinhalten könnte, sieht auch eine PC-Version für Planer und Personen in Aus- bzw. Fortbildung vor und ist sicher ein exklusives Werkzeug für Hydrologie und Wasserwirtschaft, der richtige Startschuss für die Zukunft. Dieser soll offiziell mit der Konstituierung der Atlas-Kommission in diesem Jahr erfolgen.

Die Frage der Datenweitergabe wurde bereits unter Punkt 2.2 bei den gesetzlichen Grundlagen angesprochen. Die Aussage war hier, dass hydrographische Daten solche im Sinne des Umweltinformationsgesetzes sind. Diese Feststellung ist der sichtbare Ausdruck der Philosophie des Hydrographischen Dienstes in Erfüllung einer Hoheitsaufgabe als Non-profit-Organisation. Die Daten sollen, wie in den USA, den Bürgerinnen und Bürgern kostenlos bzw. gegen marginale Kosten zur Verfügung stehen und damit die Wirtschaft fördern. Für das Hydrographische Zentralbüro ist es daher kurzfristig notwendig, Art und Umfang dieser Daten genau zu spezifizieren und, aufbauend auf einer noch zu erlassenden Gebührenordnung des Bundes oder auf Basis einer Grobabschätzung, Manipulationsgebühren festzulegen. Dabei ist auch die internationale Resolution der Meteorologischen Weltorganisation zu beachten (WMO, 1996 und 1999 a).

Datenweitergabe im besten Sinne geschieht natürlich durch das Hydrographische Jahrbuch von Österreich, den Beiträgen zur Hydrographie, dem Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes bzw. den Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros.

Mittelfristig wird es auch sinnvoll sein, dem Jahrbuch z.B. zusätzlich eine CD-Rom beizugeben bzw. ganze Publikation oder Teile davon ins Internet zu stellen. Überlegungen dafür gibt es bereits.

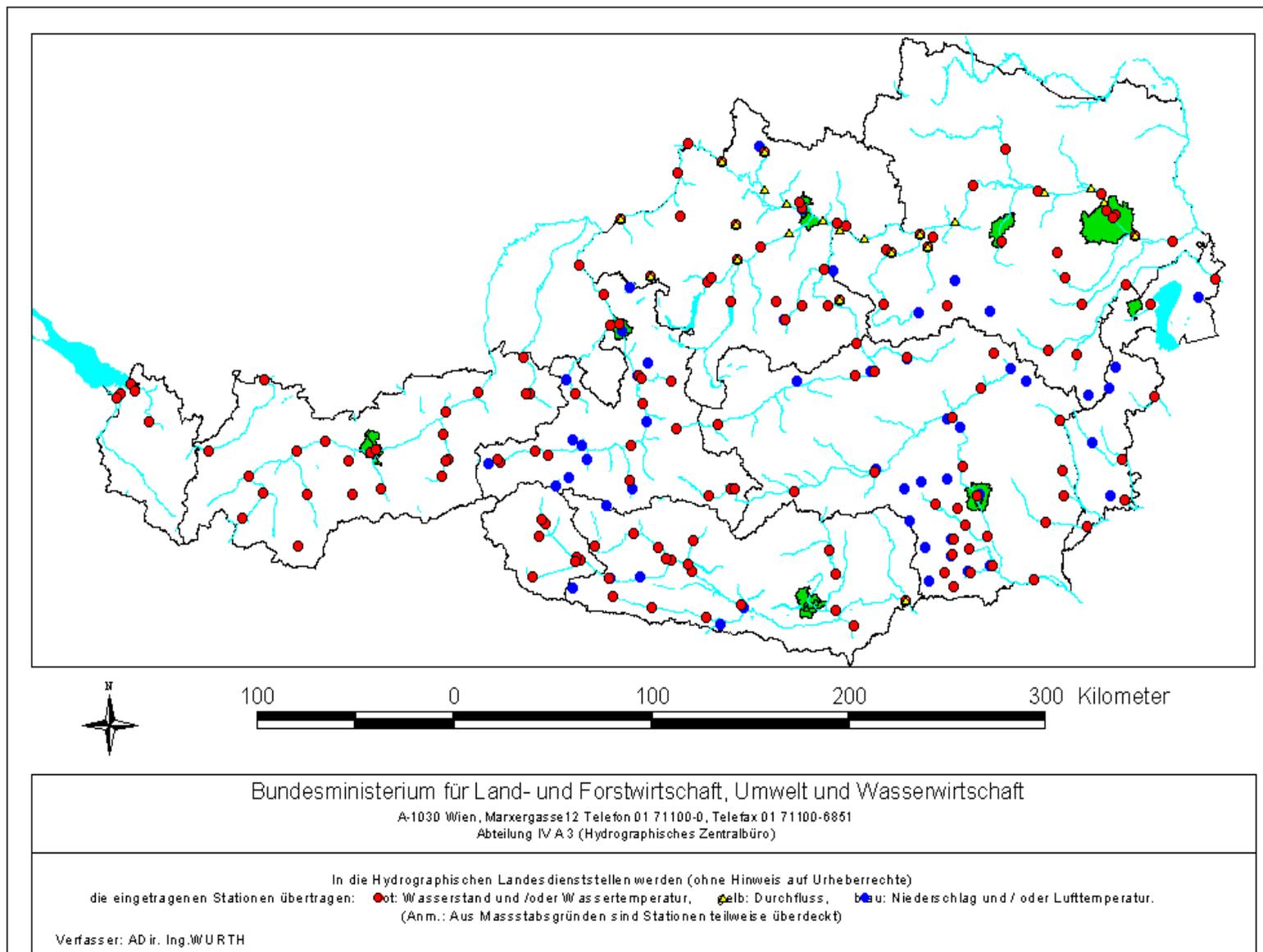
5. Nachrichtendienst, Hochwasser und Hochwasservorhersage

Historisch gewachsen ist der Austausch von hydrographischen Nachrichten mit den Diensten der Nachbarländer. Zum Teil ist dies in den bilateralen Gewässerkommissionen offiziell zwischen Österreich und dem jeweiligen Nachbarstaat festgelegt, zum Teil wird dies zwischen der jeweiligen Hydrographischen Landesabteilung und der betreffenden Dienststelle im Nachbarland direkt geregelt. Die technischen Gegebenheiten werden dem Stand der Technik laufend angepasst und die Daten in Echtzeit

oder verzögert übermittelt, dienen verschiedenen wasserwirtschaftlichen Zwecken, vor allem natürlich der Hochwasserwarnung und Hochwasservorhersage.

Gemäß der Zuständigkeit des Landeshauptmannes für die Verbreitung von hydrographischen Nachrichten, soweit dies für den Betrieb der Schifffahrt, die Wassernutzung, die Erfüllung internationaler Verpflichtungen und die Abwehr von Gefahren für Leben und Eigentum notwendig ist (§ 7 des Hydrographiegesetzes i.d.g.F.); wird diesem Sektor besondere Wirksamkeit zugemessen. Das Hydrographische Zentralbüro trägt hier bei, sofern das Netz auch im Bundesinteresse für die optimale Erhebung des Wasserkreislaufes ist. Etwa 200 Stationen (Wasserstand, Abfluss, Wassertemperatur, Niederschlag, Lufttemperatur) werden derzeit in die Bundesländerzentralen übertragen, teilweise auch in jene anderer Bundesländer. Die Abbildung dazu findet sich auf Seite 11. Die Hydrographischen Landesdienststellen haben entweder Warnsysteme (Vorarlberg, Tirol, Steiermark) oder Vorhersagesysteme (Salzburg, Kärnten, Oberösterreich, Niederösterreich (auch für Wien), Burgenland), die entweder allein oder gemeinsam mit Kraftwerksgesellschaften betrieben werden. Die Basis für die genannten Systeme (NOBILIS, 2000 a) bilden natürlich die fernübertragenen Daten, wobei die Einbeziehung hydrologischer Modelle weiter im Vormarsch ist. Für Tirol gibt es schon Grundüberlegungen und in der Steiermark werden voraussichtlich auch Wetterradardaten in Echtzeit dafür verwendet werden. Der Öffentlichkeit zur Verfügung stehen diese Daten direkt bei der Hydrographischen Landesabteilung, der jeweiligen Landeswarnzentrale oder in der Homepage des Landes. Eine Übersicht über die Kontaktstellen im Hochwasserfall findet sich als angeschlossenes Ganzes auf der Seite 12. Derzeit scheinen rund 80 Stationen im Oberflächenwasser (Wasserstand, Wassertemperatur) und rund 20 Stationen betreffend Niederschlag und Lufttemperatur im Rahmen der Homepages der Länder Vorarlberg, Tirol, Salzburg und Steiermark auf, vorwiegend als Grafik und teilweise als Tabellen, die in nächster Zukunft in Grafiken umgewandelt werden sollen. Mindestens weitere 30 Stationen sollen im Rahmen der geplanten Homepages der Länder Niederösterreich, Oberösterreich, Burgenland und von der Wasserstraßendirektion voraussichtlich im Laufe des Jahres 2000 dazukommen.

Das Hydrographische Zentralbüro konzipiert derzeit im Rahmen der Homepage des Bundesministers einen Informationsblock „Hochwasser“, der mehrere modulare Teile enthalten wird. Ein Teil wird allgemeine Informationen zum Thema Hochwasser aufweisen, ein weiterer wird sich mit der Situation auf der Donau befassen. Hier ist daran gedacht, ausgewählte Wasserstände des österreichischen Donaulaufes zu präsentieren. In weiterer Folge könnten hier im Rahmen eines länderübergreifenden „Danube-HYCOS“ – Projektes (HYCOS = Hydrological Cycle Observing System), an wichtigen Pegeln im Donauebiet die Wasserstände in Echtzeit sichtbar gemacht werden. Entsprechende „links“ zu den Homepages der Landesregierungen würden das Bild komplettieren. Mittelfristig wird das Hydrographische Zentralbüro mit den Hydrographischen Landesdienststellen diskutieren, ob nicht die Möglichkeit besteht, die tägliche Abflusssituation in Österreich, als Pendant zu täglichen Wetterkarten, verfügbar zu machen. Das auf der Seite 13 abgebildete fiktive Beispiel basiert auf einer Idee des US Geological Survey, der gegenwärtig als einziger Dienst auf der Welt vor wenigen Monaten eine solche Präsentation umgesetzt hat. Dabei werden an ausgesuchten Stationen mit langer Beobachtungsdauer Echtzeitwasserstände mit vorläufigen Wasserstands-Durchfluss-Beziehungen umgesetzt, aber lediglich als Perzentilwertebereich für den betreffenden Tag dargestellt. Entsprechend der Nachführungszeit entsteht hier ein wirklich aktuelles Bild.



HOCHWASSERNACHRICHTEN

Kontaktstellen bei den Ämtern der Landesregierungen



Die Ämter der Landesregierung haben entsprechend ihrer Zuständigkeit gemäß §7 des Hydrographiegesetzes i.d.g.F. im Hochwasserfall Nachrichtendienste einzurichten. Diese Informationen können über telefonische Auskünfte, Teletext und über Homepages der Landesregierungen abgefragt werden. Diese Meldungen werden natürlich unmittelbar an die Landeswarnzentralen und andere Stellen vereinbarungsgemäß weitergegeben.

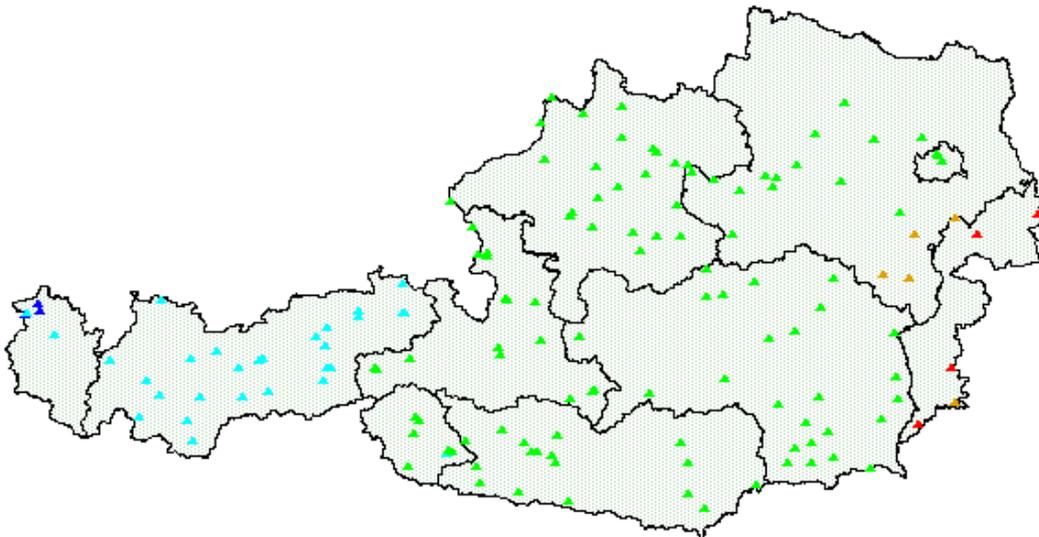
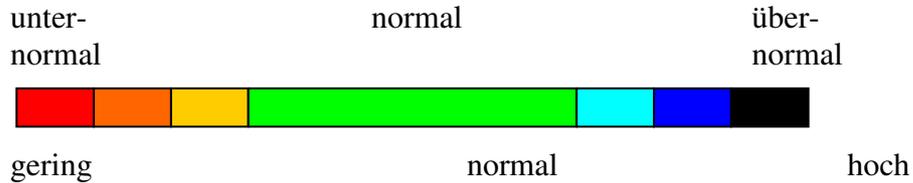
Sind Sie an diesen Informationen interessiert, so kontaktieren Sie :

- Vorarlberg:** <http://www.vorarlberg.at/Landesregierung/lwba/lwba.htm>;
Hydrographischer Dienst, Tel.: 05574/511/43610 oder 43616
Teletext S. 618;
- Tirol:** <http://www.tirol.gv.at/wasserstand>
Hydrographischer Dienst – Hochwassermeldedienst, Tel.: 0512/508/4262
- Salzburg:** <http://www.land-sbg.gv.at/wasserwirtschaft/hydrograph>;
Hydrographischer Dienst – Hochwassermeldedienst, Tel.: 0662/8042/4644
- Oberösterreich:** Hydrographischer Dienst – Hochwasserdienst, Tel.: 0732/654048 od.
6584/2724
- Niederösterreich:** Hydrographischer Dienst, Hochwasserwarnzentrale Tel.: 02742/200/3178;
Wasserstandsnachrichtendienst – Tonbanddienst, Tel.: 01/1558
Hochwassertelefon: 01/1558
Teletext S. 618
- Wien:** MA 45, Gruppe Hydrologie - aktuelle Wasserstände auf Tonband
Tel.: 01/1577
- Burgenland:** Hydrographischer Dienst, Tel.: 02682/600/2524
- Steiermark:** <http://www.stmk.gv.at/verwaltung/fa3a/REF1d.stm>;
Hydrographischer Dienst, Tel.: 0316/877/2014,
Fernmeldestationen, Tel.: 0316-877-3852
- Kärnten:** Hydrographischer Dienst, Tel.: 0463/536/31806, 31819

Tägliche Abflußsituation in Österreich – Übersicht

Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Tag, Monat, Jahr



△	Neues Max. für den Tag
△	>90. Perzentil
△	75.-89. Perzentil
△	25.-74. Perzentil
△	10.-24. Perzentil
△	< 10. Perzentil
△	Neues Min. für den Tag
○	dz. Keine Messung

[Folge der Abflußindizes als Karte für die letzten 30 Tage](#)

Die Echtzeitdaten, die verwendet werden um diese Karten zu produzieren sind vorläufig und wurden nicht überprüft. Sie können somit bedeutende Änderungen erfahren.

Die Karte zeigt die Wasserführungsverhältnisse, wie sie bei den Stationen des [Hydrographischen Dienstes](#) auftreten. Die Farben repräsentieren die Wasserführung als [Perzentil](#), die für den angesprochenen Tag dieses Jahres aus den bisherigen Beobachtungen berechnet wurden. Es wurden nur Stationen verwendet, wo mindestens 30 Beobachtungsjahre vorliegen.

6. Vertretung der Belange der Hydrographie in nationalen, bilateralen und internationalen Gremien

Die Tätigkeit im nationalen Umfeld wurde bereits angesprochen. Dies betrifft z.B. Tätigkeiten im Rahmen des Normungswesens, die Teilnahme an verschiedenen Arbeitsgruppen, wo hydrographische Fragen auch behandelt werden. Die bilateralen Tätigkeiten im Rahmen von Gewässerkommissionen wurde ebenfalls bereits kurz gestreift. Etwas vertiefender soll hier auf einige internationale Gremien beispielhaft eingegangen werden. Die Ziele, die Strukturen und die wichtigsten Organisationen im Rahmen der Vereinten Nationen (WMO und UNESCO) und im nichtstaatlichen Bereich (Internationale Vereinigung für hydrologische Wissenschaften, IAHS), die regionalen Aktivitäten und die Auflistung der tatsächlichen und potentiellen Möglichkeiten Österreichs sind in einer ausführlichen Veröffentlichung (NOBILIS, 2000 b) nachzulesen. Dabei wird auch eingehend auf die Resolution 25 des XIII. Kongresses der WMO 1999 eingegangen, die sich mit dem Austausch hydrologischer Daten und Produkte beschäftigt. Hier sollen nur die österreichischen Aktivitäten kurz behandelt werden, wobei natürlich die regionalen Vorgaben und Richtlinien bzw. Konzepte oder Projekte dieser Organisationen die praktische Arbeit des Dienstes beeinflussen.

Österreichische Aktivitäten im Rahmen der WMO

Auf dem Sektor der Hydrologie liegt bei der WMO der Schwerpunkt beim operationellen Dienst. Der derzeitige Vorsitz des Leiters des Hydrographischen Zentralbüros bei der Arbeitsgruppe für Hydrologie lässt eine beträchtliche Einflussnahme auf die behandelnden behandelten Themen zu. Gegenwärtig beschäftigt man sich hier mit hydrologischen Netzen, der Integration und der Verbindung von hydrologischen Modellen mit Gewässergütemodellen, GIS-Anwendungen in der Hydrologie, regionalen Aspekten von HOMS (Hydrological Operational Multipurpose System), Fragen von Klima und Wasser, extremen Hochwässern sowie operationellen hydrologischen Referenzeinzugsgebieten und Geschiebetransport. Aktivitäten dieser Arbeitsgruppe sind auch Kontakte mit allen europäischen Körperschaften mit staatsübergreifenden Einzugsgebietsverantwortlichkeiten, Datenaustausch innerhalb der Region und das World Wide Web. Eine besondere Untergruppe, ausgelöst durch die Hochwasserereignisse im Sommer 1997, ist für Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung gebildet worden. Das Hydrographische Zentralbüro fungiert auch als nationales Referenzzentrum für HOMS und hat damit auch Möglichkeiten, den Komponentenaustausch zu fördern. Eine weitere Mitarbeit ergibt sich aus der Tatsache, dass in der Kommission für Hydrologie (CHy) die regionalen Aspekte vertreten werden können.

Eine weitere Aktivität in der Region betrifft ein angedachtes Danube-HYCOS (wie unter Punkt 5 bereits näher erläutert). Unabhängig von einer etwaigen finanziellen Beteiligung wird versucht werden, einige Stationen in Echtzeit mit verschiedenen Parametern in dieses Netz zur Erhebung des Wasserkreislaufes und zur Hochwasserwarnung, großflächig gesehen, einzubinden.

Zweifellos war die Werbetätigkeit für die Möglichkeiten der WMO außerhalb des Hydrographischen Dienstes bisher beschränkt, allerdings hat das Internet hier die Möglichkeit geschaffen, rasch auf bestimmte Aktivitäten aufmerksam zu machen. Zudem erfolgt der Startschuss für den jährlichen Weltwassertag am 22. März durch die WMO. Dieser hatte heuer das Thema „Wasser für das 21. Jahrhundert“ und wurde

durch verschiedene Veranstaltungen im ganzen Land auch der Öffentlichkeit entsprechend zur Kenntnis gebracht.

Österreichische Aktivitäten im Rahmen des IHP der UNESCO

Das IHP (Internationales Hydrologisches Programm) ist in Österreich als Nationalkomitee bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften angesiedelt. Das Nationalkomitee unter dem Vorsitz eines wirklichen Mitglieds der Österreichischen Akademie der Wissenschaften besteht aus den Vorständen der Hydrologieinstitute der Universitäten in Wien (BOKU und TU) und Graz (TU), verschiedenen Mitgliedern der Österreichischen Akademie der Wissenschaften sowie Vertretern der operativen Hydrologie und verschiedener staatlicher und privater Forschungsinstitutionen auf diesem Gebiet. Das Nationalkomitee orientiert sich an den Prinzipien des jeweils geltenden IHP-Programmes und legt einen für Österreich interessanten Schwerpunkt fest. Sodann erfolgt eine Bekanntgabe dieses Schwerpunktes an potentielle Interessenten und Institutionen, die ein Ansuchen für die Finanzierung eines Forschungsprojektes zum jeweiligen Thema stellen können. Diese Anträge werden nach einem Hearing einer internationalen Begutachtung zugeführt. Damit ist die vernünftige Verteilung der ohnehin beschränkten Geldmittel sichergestellt. Durch die Mitwirkung des Hydrographischen Zentralbüros wird auch der Gesichtspunkt der Anwendung bei der Auswahl der Projekte berücksichtigt.

Ein Mitglied des Nationalkomitees ist derzeit als Vertreter Österreichs im Intergovernmental Council tätig. Hier ist auch eine direkte Einflussnahme und ein Mitspracherecht Österreichs bei der Programmgestaltung gesichert.

Eine besondere Aktivität stellt die Arbeitsgruppe für die regionale Zusammenarbeit der Donauländer im Rahmen des IHP der UNESCO dar. Seit über 20 Jahren hat sich diese Gruppe auf freiwilliger Basis gefunden, um anstehende Probleme der Hydrologie im Donaureaum zu lösen. Die Arbeiten befassten sich mit der Wasserbilanz des Donauebietes, mit speziellen Untersuchungen über gelöste Stoffe und Geschiebe an der Donau und ihren Zubringern, dem Temperatur- und Eisregime der Donau, Langzeitschwankungen des Niederschlages im Einzugsgebiet, dem Zusammentreffen von Hochwässern an der Donau und den größten Zubringern u.a.m. Diese Gruppe wird jeweils von einem Mitglied eines Nationalkomitees bzw. eines Beauftragten koordiniert. Deutschland hat dies von 1987 bis 1992, Österreich von 1993 bis 1998 getan. Dabei war der Verfasser vier Jahre einer der beiden Koordinatoren. Derzeit koordiniert ein Vertreter des Nationalkomitees für das IHP der Slowakei. Einen Schwerpunkt der laufenden Arbeiten bildet die Neuerarbeitung der Wasserbilanz des Donauebietes unter Zuhilfenahme von GIS und modernen Regionalisierungsansätzen. Die künftige Arbeit wird sehr stark in das IHP VI einzubinden sein, damit die Möglichkeit der Publikationsfinanzierung durch die UNESCO genützt werden kann.

Die Nationalkomitees sind in den letzten Jahren immer auch an den Konferenzen der Donauländer über hydrologische Vorhersagen und hydrologisch-wasserwirtschaftliche Grundlagen beteiligt gewesen. Ursprünglich war diese Konferenzserie, die in Abständen von zwei Jahren stattfindet, als freiwillige Veranstaltung neben der Donaukommission in Budapest gegründet worden. Es sollten die Vorhersagemethoden diskutiert werden. Österreich hat diese Konferenz bereits dreimal durchgeführt, zweimal davon hat das Hydrographische Zentralbüro diese Veranstaltung ausgerichtet. Die XX. Donauländerkonferenz findet heuer vom 4. bis 8. September in Bratisla-

va statt. Themen sind die hydrologischen Vorhersagen; ökohydrologische Prozesse; Erosion, Geschiebe und Sedimente; Gewässergüte und Gewässerökologie; Wasserwirtschaft in der Donauregion.

Österreichische Aktivitäten im Rahmen der IAHS

Seit der Abhaltung der Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) 1991 in Wien, wo der Verfasser mit einem Team des Hydrographischen Zentralbüros federführend für die Abhaltung der IAHS-Teilveranstaltungen war (rund 600 Hydrologen von insgesamt 5000 Teilnehmern), haben die Nationalen Korrespondenten der einzelnen Kommissionen und andere fachspezifisch involvierte Kolleginnen und Kollegen immer wieder im Rahmen der IAHS mitgewirkt. Bei der Veranstaltung von Symposien, beim Aufbau der wissenschaftlichen und organisatorischen Strukturen sowie bei Aktivitäten, die als Herausgeber oder Mitherausgeber der sogenannten Red Books (Symposienberichte) zu setzen sind, kann eine Menge Erfahrung gewonnen werden. In der Regel ergeben sich dabei auch neue wissenschaftliche Querverbindungen zu Personen oder Institutionen, die über Jahre hindurch fruchtbringend verwertet werden können.

Die Aktivitäten der IAHS werden von den wissenschaftlichen Kommissionen gesteuert:

- International Commission on Surface Water (ICSW)
- International Commission on Groundwater (ICGW)
- International Commission on Continental Erosion (ICCE)
- International Commission on Snow and Ice (ICSI)
- International Commission on Water Quality (ICWQ)
- International Commission on Water Resources Systems (ICWRS)
- International Commission on Remote Sensing (ICRS)
- International Commission on Atmosphere-Soil-Vegetation Relations (ICASVR)
- International Commission on Tracers (ICT)

Bis 1995 war Österreich besonders im Rahmen der ICSI (Generalsekretär und Präsident) aktiv (M. Kuhn). 1995 bis 1999 war der Verfasser Präsident der Oberflächenwasserkommission (ICSW) und 1999 wurden W. Summer als Vizepräsident der ICCE, G. Kaser als Sekretär der ICSI und G. Blöschl als Präsident der ICWRS gewählt. Die Anschriften der Nationalen Korrespondenten für ICSW (D. Gutknecht), ICGW (P. Nachtnebel), ICCE (W. Summer), ICSI (M. Kuhn), ICWQ (H. Fleckseder), ICWRS (H. Bergmann), ICRSDT (H. Rott), ICT (H. Zojer) und ICASVR (E. Klaghofer) können jederzeit beim Verfasser in seiner Funktion als Nationaler Repräsentant der IAHS erfragt werden.

Die IAHS ist gerade auf Grund der Tatsache, dass hier alles freiwillig und unbürokratisch vor sich geht, besonders effizient und durch die Qualität der Publikationen eine Fundgrube für alle Wissenschaftler und Praktiker.

Österreichische Aktivitäten im Rahmen der operationellen hydrologischen Dienste der Donauländer

Besondere Beachtung verdienen die freiwilligen, informellen Treffen der Leiter der operationellen hydrologischen Dienste der Donauländer, die seit 1997 jährlich stattfinden. Nach Budapest, Wien und Bratislava wird heuer Prag der Ort dieses eintägi-

gen Informationsaustausches sein. Ohne die Zwänge internationaler Gremien können die Vertreter der Dienste hier ihre wirklichen Probleme diskutieren und aktuelle Hintergrundinformationen behandeln.

Beim diesjährigen Treffen werden u.a. ein Überblick über die Aktivitäten und Programme im Einzugsgebiet der Donau gegeben sowie Informationen über Ergebnisse von Forschungen und Studien zu ausgewählten hydrologischen Fragestellungen. Weitere Punkte werden das Danube-HYCOS, Datenmanagementsysteme für Wassermenge und Gewässergüte, der Bericht über die Subarbeitsgruppe der WMO zur Frage Hochwasservorhersage und Hochwasserwarnung, die XX. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen und die Tätigkeit der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau sein.

7. Zukunftsaspekte

Die internationalen Rahmenbedingungen für die zukünftige Richtung eines operativen Dienstes sind teilweise auch im Langzeitplan der WMO und im VI. IHP-Rahmenprogramm der UNESCO vorgegeben (NOBILIS, 2000 b). Auf Veranstaltungen mit globalem Bezug sei hier nicht eingegangen, da sie oft nur für Politiker ausgerichtet sind. Natürlich haben auch Nachbarländer in den letzten Jahren versucht, Perspektiven aufzuzeigen (z.B. Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1995; ProClim, 1997). Auch die Frage der nachhaltigen Wasserwirtschaft in Deutschland wurde gesondert behandelt (KAHLENBORN & KRAEMER, 1998). Aus einer Veranstaltung im Jahre 1998 in Deutschland (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE, 1998) über die Zukunft der Hydrologie in Deutschland, entstand die Idee, gemeinsam mit der Schweiz und ihren orographiebedingten ähnlichen Problemen eine analoge Veranstaltung für diese beiden Länder mit dem Schwerpunkt „Wasserhaushalt“ 1999 in Wien in kleinerem Rahmen abzuhalten (HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1999 a). Die verschiedenen, bereits genannten Unterlagen und andere Informationen (z.B. JOANNEUM RESEARCH, 1998; Forschungsprogramme der EU) waren die Basis für eine angeregte Diskussion einer Expertengruppe aus der Schweiz und Österreich, die mit den Vertretern der einschlägigen Universitäten, der operationellen Dienste und den fachlich einschlägig tätigen Zivilingenieuren die Schwerpunktsbereiche diskutierten:

- Datenerhebung
 - *Niederschlag*
 - *Abfluss*
 - *Verdunstung*
 - *Unterirdisches Wasser*
 - *Feststoffe*
- Datenbearbeitung, Datenanalyse und Datenhaltung
- Anwendungen (Modelle und Vorhersagen)
- Wissensvermittlung und Aufbau von Fachkompetenz

Die Defizite in Forschung und Praxis (o) für Österreich seien mit den Lösungsansätzen (→) hier nochmals angeführt. Auf eine textliche Ausarbeitung wurde zur besseren Übersicht verzichtet:

Schwerpunktsbereich: DATENERHEBUNG

NIEDERSCHLAG

- zu wenig Stationen mit hoher zeitlicher Auflösung
 - Verdichtung (Höhenbereiche) in den Alpen
- durchgehende Erfassung des Winterniederschlages
 - Meßtechnik verbessern
- aktuelle Bestimmung des Wassergehaltes der Schneedecke
 - Evaluierung des derzeitigen Wasseräquivalent-Meßnetzes; Meßnetzkonzept entwickeln
- Fehlerabschätzung und Korrektur
 - Arbeitsgruppe Forschung – operationelle Dienste einrichten (besondere Beachtung der Wasserbilanz)
 - Verdichtung des Meßnetzes in ausgewählten Regionen
 - Brauchbarkeit von Korrekturverfahren in verschiedenen Regionen überprüfen (Wasserhaushaltsmodell). Niederschlag als Restglied im Hochgebirge
- Schätzen der Extremniederschläge und ihrer Jährlichkeiten
 - Fläche-Zeit-Intensitätsdiagramm verbessern, Wahrscheinlichkeiten zuordnen und flächendeckend erstellen
 - Nachführung der Starkregenauswertungen in hoher zeitlicher Auflösung; Einbringung neuer Erkenntnisse (feinmaschige meteorologische Kurzfristprognoseverfahren)

ABFLUSS

- Erfassung der Scheiteldurchflüsse und der Durchflußganglinien bei Extremereignissen, auch in Wildbächen
 - Meßtechnik entwickeln bzw. verbessern
- Einbeziehung von historischen Daten für verbesserte Extremwertstatistik
 - Verlängerung von Hochwasserkollektiven unter Heranziehung meteorologischer Information und Analyse historischer Hochwasser für verlässlichere Extremwertstatistik
- Abschätzung von Niederwasserkenngößen in kleinen Einzugsgebieten
 - Zusätzliche Meßnetze in kleinen Gebieten mit verbesserter, kostengünstiger Technik
 - Ökologische Aspekte einbeziehen
- Testeinzugsgebiete (auch mesoskalig)
 - Forschung und Dienste bilden Arbeitsgruppe (Art, Umfang, Dauer; OHRB: Operational Hydrological Reference Basins der WMO beachten)
- Wassertemperatur - Datenauswertung und -interpretation
 - Nutzer und Fragestellungen klären; Methodik entwickeln und Meßnetz optimieren

VERDUNSTUNG

- Bereitstellung der notwendigen Basisdaten für aktuelle Verdunstung
 - Methoden evaluieren bzw. weiterentwickeln, Datenbasis verbessern, flächendeckende Karten für Boden- und Vegetationstypen erstellen

UNTERIRDISCHES WASSER

- Quellmeßstellen
 - Meßnetze ausbauen und evaluieren; Datenanalysen vornehmen
- Bodenwasserhaushalt
 - flächendeckende bodenhydrologische Kartierung
 - Bodenwassermeßnetz weiter ausbauen und evaluieren
- Datengrundlagen für mathematische Grundwassermodelle
 - Kombination geophysikalischer Methoden (vorwiegend Geoelektrik, Seismik und Elektromagnetik) mit Daten aus Bohrungen verstärkt einsetzen
- Tiefengrundwasserhaushalt
 - Informationsbasis bezüglich Neubildungs- und Transportmechanismen verbessern
 - Umweltisotope verstärkt einbeziehen
 - zusätzliche Datenerhebungen (auch für Modellierung) vornehmen
 - Forschungsprojekte starten; hydrogeologische Untersuchungen fortsetzen

FESTSTOFFE

- Meßnetzplanung und Meßmethodik
 - Meßmethoden weiterentwickeln (z.B. Geschiebetracer)
Kooperationsmöglichkeiten, u.a. mit Gewässergüte, ausnützen
- Feststofffrachtbestimmung in Wildbächen
 - hydrologisches Risikopotential feststellen und Prozeßuntersuchungen bei Murgängen intensivieren
- Erfassung des Geschiebehaushaltes
 - Stauraumverlandungen, Baggerungen etc. regelmäßig erfassen; aktuelle Dokumentation von Murgängen durchführen
- Schwebstofffrachtbestimmung in alpinen Gewässern
 - Kombination Trübungssonde-Stichprobe der Schwebstoffkonzentration

Schwerpunktsbereich: DATENBEARBEITUNG, DATENANALYSE UND DATENHALTUNG

- Qualitätssicherung
 - Fehlerabschätzungen der erhobenen und verarbeiteten (aggregierten) Daten
 - Verstärkung komplexer statistischer Auswertungen
 - Entwicklung und Einsatz von neuen statistischen Methoden für inhomogene und inkonsistente Zeitreihen
 - Bessere Koordination in der Bereitstellung von hydrologisch relevanten Datensätzen in kleinster Auflösung zur besseren Ausschöpfung von GIS (Maßstäbe, Copyrights etc.)
 - Analysen für gesamten Alpenraum (im Rahmen von EU-Projekten) durchführen
 - Standardisierung der Datenformate unter Berücksichtigung von Normen
- Optimierung
 - Ausgleich zwischen unterschiedlichen Anforderungen suchen
 - Kosten/Nutzen – Abschätzungen je nach Fragestellungen durchführen
 - länderübergreifende Optimierung der Meßnetze insbesondere im Alpenraum verstärken

- Zugangsmöglichkeiten zu Daten
 - politische Entscheidungen herbeiführen, technisch einfachen Zugriff (z.B. Internet) sicherstellen und aktuelle Übersicht präsentieren
 - für die verschiedenen Nutzer in den Alpenländern verbessern

Schwerpunktsbereich: ANWENDUNGEN (MODELLE UND VORHERSAGEN)

- Abschätzung von Hochwasserabflüssen
 - Vergleich und Bewertung der Modelle für kleine und große Einzugsgebiete; Einbeziehung des Risikos und des Schadenspotentials auf die Wahl des Modells
- Prozeßverständnis für die Weiterentwicklung von Modellen
 - Analysen von Einzelereignissen vertiefen
 - physikalisch basierte Modelle weiterentwickeln
 - Extrapolationsmethoden von mittleren auf extreme Ereignisse erarbeiten; Übertragbarkeit dieser Ergebnisse untersuchen
- Vorhersage von Abflußveränderungen bei Landnutzungsänderungen und anderen anthropogenen Einflüssen
 - Methodik und Fallbeispiele erarbeiten
 - Vergleichende Beurteilung der Güte und Fehler der Modelle, die in der Praxis angewendet werden, durchführen
- Wechselwirkung zwischen Datensituation und Modellanforderung
 - nationale Arbeitsgruppe bilden; Definitionen und Randbedingungen berücksichtigen, Kriterien für die Meßnetzoptimierung festlegen
- Schneeschmelzprozeß
 - neue bzw. vorhandene, physikalisch fundierte Modelle einsetzen bzw. weiterentwickeln
- großräumige Wasserbilanzmodelle für den Wasserhaushalt des Alpenraums und großer Flußgebiete
 - internationale Kooperationen unter Abklärung der geforderten Genauigkeit verstärken
- Koppelung hydrologischer und atmosphärischer Modelle
 - MAP (Mesoscale Alpine Programme) unterstützen bzw. daran mitarbeiten
- Koppelung von Oberflächen- und Grundwassermodellen
 - Forschungsprojekte für „vollständige“ hydrologische Modelle starten
- operationelle Vorhersage des Abflusses insbesondere in kleineren Einzugsgebieten (Kurz-, Mittel- und Langfrist)
 - quantitative Kurzfrist-Niederschlagsvorhersage im Alpenraum weiterentwickeln
 - Schneedeckenentwicklungen in die Modelle für die Abflußvorhersage einbeziehen

Schwerpunktsbereich: WISSENSVERMITTLUNG UND AUFBAU VON FACHKOMPETENZ

- Einbeziehung relevanter Institutionen bei Planungen und angewandter Forschung in großen Flußgebieten
 - Kontakte der Behörden mit Privaten ausbauen
 - Kontakte zwischen dem operationellen Dienst und den relevanten Hochschulinstituten intensivieren

- Informationskampagnen vor und während der Realisierung wasserwirtschaftlicher Projekte
 - spezifische Konzepte mit Ausbildung (z. B. in Kooperation mit ÖWAV oder ÖIAV, ÖAW)
- laufende Weiterbildung (Kurse, Projektsberichte, wiss. Veröffentl., Bibliographien, etc.)
 - Aufbau einer koordinierten Kommunikationsschiene
- Multidisziplinarität
 - vorhandene Ansätze fördern bzw. neue starten
 - Beiträge der Hydrologie zu den Strategien der Wasserwirtschaft liefern

Intern sahen die Verantwortlichen der Hydrographischen Landesdienststellen einige Punkte als besonders wichtig und dringlich:

Starkregenanalysen, Niederwasseranalysen, Regionalisierung hydrologischer Parameter, Analysen langfristiger Änderungen und Fehlerabschätzungen (bei Daten- oder Analysenangaben).

Die Diskussion bei der o.a. Veranstaltung beschäftigte sich auch, wie die Tätigkeit des Hydrologen in 10 Jahren aussehen könnte und was der Weg zu mehr Interdisziplinarität für die beteiligten Personen, Datenbanken und die notwendige Förderung des Prozessverständnisses bedeutet.

Im Detail wurden rasch verfügbare regionale Wasserhaushaltsbilanzierungen gefordert, eine Klärung der noch immer offenen Frage des Bemessungshochwassers, eine vertiefte fachübergreifende Behandlung der Restwasserthematik und die neuerliche Befassung mit der mittel- und langfristigen Abflussvorhersage, auch zu Optimierungszwecken für die Energiewirtschaft. Eine besondere Schwachstelle bilden Kartendarstellungen.

Die Hoffnung liegt hier bei dem als Prototyp fertiggestellten Hydrologischen Atlas von Österreich. Das ist ein hervorragendes Instrument, in dem die Ergebnisse der neuesten Forschung und die Erfahrungen der Praxis für die Nutzer auf verschiedenen Niveaus zur Verfügung gestellt werden können.

Die Sichtweise des Hydrographischen Zentralbüros ist in den Kapiteln 1 bis 6 eingehend dargelegt worden und soll hier nicht nochmals wiederholt werden. Gemeinsam mit den vorher angeführten Überlegungen ergibt sich aber ein solides Gerüst für die zukünftige Arbeit zum Wohle aller Staatsbürgerinnen und Staatsbürger. Diese Tätigkeiten werden im Rahmen einer verstärkten Öffentlichkeitsarbeit präsentiert werden müssen. Dies sollte mit Dokumentationen (Hydrographisches Zentralbüro 1996) und Videos über den Wasserkreislauf in den Schulen beginnen und schlussendlich mit einer PC-Version des Hydrologischen Atlases von Österreich enden. Erst wenn in unserer Medienwelt die Tätigkeit des Hydrographischen Dienstes in jedem Haushalt präsent ist, wird dessen Bedeutung allgemein klar sein.

In diesem Sinne ist es notwendig, alle Anstrengungen zu unternehmen, denn es gilt, wie anfänglich zitiert, der Satz von Robert Jungk:

„Die Zukunft hat schon begonnen!“

LITERATUR:

BEKEN, A. van der (1993): Continuing education in hydrology. Technical Documents in Hydrology (UNESCO), Paris

BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE (1998): Zukunft der Hydrologie in Deutschland. Mitteilung Nr. 16, Koblenz

DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (1995): Perspektiven der Wasserforschung (Ergebnisse aus der 50. Sitzung der Kommission am 10. und 11. März 1994). Mitteilung 14, Weinheim

FRANK, W. und K. FUCHS (1996): Optimierung des Grundwasserstandsnetzes und Auswahl charakteristischer Messstellen im Leibnitzer Feld. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes von Österreich, Nr. 74, Wien

FÜRST, J. und H.P. NACHTNEBEL (2000): Hydrologischer Atlas von Österreich – Prototyp und Zielsetzungen. Kurzfassung eines Projektsberichtes des IWHW der Universität für Bodenkultur, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1989 a): Grundwasserstand-Richtlinie für die Beobachtung und Aufbereitung der Daten, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1989 b): Grundwassertemperatur-Richtlinie für die Beobachtung und Aufbereitung der Daten, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1992 a): Anleitung zur Beobachtung und Messung von meteorologischen Parametern zur Erfassung des Wasserkreislaufes im Rahmen des Hydrographischen Dienstes von Österreich, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1992 b): Interne Richtlinie für die Vorprüfung von Niederschlagsregistrierungen, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1994 a): Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros Nr. 67, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1994 b): Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich Nr. 71, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1994 c): Verzeichnis der Veröffentlichungen (mit aktueller Ergänzung). Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1996 a): Anleitung zur Bearbeitung von meteorologischen Parametern zur Erfassung des Wasserkreislaufes im Rahmen des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Wien

HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1996 b): Lebendiges Wasser – Vom Kreislauf des Wassers, Mitteilungen des Hydrographischen Zentralbüros, Nr. 68, Wien

- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO (1999 a): Zukunftsperspektiven der Hydrologie; Schweiz und Österreich; Schwerpunkt: Wasserhaushalt. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 78, Wien
- JOANNEUM RESEARCH (1998): Draft Report on the International Workshop „Water-related conflicts of interests in the alpine environment – research deficits, demands and solution in Warmbad Villach, Austria (28. 9. bis 1. 10. 1998). Graz
- KAHLENBORN, W. und R. A. KRAEMER (1998): Nachhaltige Wasserwirtschaft in Deutschland. Forschungsbericht 102 04 110 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin
- KAHLIG, P. et al. (1989): Untersuchungen zum vermutlich größten Niederschlag PMP. Wasserwirtschaft-Wasservorsorge, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- KAHLIG, P. et al. (1991): Forschungen zu meteorologisch relevanten Parametern im Hinblick auf den vermutlich größten Abfluss (PMF). Wasserwirtschaft-Wasservorsorge, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- KARNER, C. und W. KUGL (1998): Kosten und Nutzen hydrographischer Daten – Fallbeispiele aus Österreich. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, Nr. 77
- LORENZ, P. (1998): HyDaMS – Das Hydrographische Datenmanagementsystem des Hydrographischen Dienstes in Österreich. XIX. Konferenz der Donauländer über hydrologische Prognosen und die hydrologischen Grundlagen der Wasserwirtschaft, Osijek (Kroatien)
- LORENZ, P. und G. SKODA (1999): Ermittlung von Flächenmitteln des Niederschlags aus punktuellen Messungen. Mitteilungen des Hydrographischen Dienstes von Österreich, Nr. 78, Wien
- NACHTNEBEL, H.P. und J. FÜRST (1997): Hydrologischer Atlas von Österreich – Machbarkeitsstudie und Ausführungsplan. Projektsbericht des IWHW der Universität für Bodenkultur, Wien
- NOBILIS, F. (2000 a): Flood Forecasting Systems in Austria. XX. Konferenz der Donauländer über hydrologische Vorhersagen, Bratislava (im Druck).
- NOBILIS, F. (2000 b): Internationale Hydrologie und Österreichs Aktivitäten am Beispiel WMO, UNESCO und IAHS. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. Jg. 52 (im Druck)
- ÖKOSTRA-93 (1990): Richtlinien zur Starkregenauswertung in Österreich (Grundlagen und Strategien). Forschungsbericht, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien

- PLONER, A. (1997): Konzept zur Entwicklung von Statistik-Experten-Tools für hydrographische Analysen. Projektbericht für das Hydrographische Zentralbüro, Institut für Mathematik und Angewandte Statistik, Universität für Bodenkultur, Wien
- PROCLIM (1997): Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel – Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden. Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften, Bern
- SCHREIBER H. (1994): Der Hydrographische Dienst in Österreich. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft. Jg. 46, H. 3/4
- SKODA, G. (1993): Eine optimierte Starkniederschlagsauswertung. Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes von Österreich, Nr. 69, Wien
- TRIGON (1990): Personalentwicklung in der Österreichischen Bundesverwaltung. Bericht zur Vertiefungsstudie „Führung und Personalwesen“ im Rahmen des Projektes „Verwaltungsmanagement“, Graz
- WMO (1984): Compendium of Meteorology. Vol. II (Part 5 – Hydrometeorology), Genf
- WMO (1994): Education and Training Requirements in Meteorology and Operational Hydrology. WMO/TD-No. 668, Genf
- WMO (1996): Austausch meteorologischer Daten (Richtlinien über die Beziehungen zu kommerziellen meteorologischen Aktivitäten). WMO – No. 837, Genf
- WMO (1997 a): Catalogue of the WMO Training Library. WMO/TD-No. 791, Genf
- WMO (1999 a): Resolution 25 (Austausch hydrologischer Daten und Produkte). Abridged Final Report of the XIII Congress with Resolutions, WMO – No. 902, Genf

Anschrift des Verfassers:

Min.Rat Ao.Univ.Prof.Dr. Franz Nobilis
Leiter des Hydrographischen Zentralbüros
Marxergasse 2, A-1030 Wien
e-mail: franz.nobilis@bmlf.gv.at

Entwicklung im hydrologischen Beobachtungsnetz im Einzugsgebiet des Annabaches in Graz

Development of the Hydrological Urban Research Basin of the Annabach-creek in Graz

Bergmann H. und O. Hable

Schlagwörter: Hydrologie, städtisches Einzugsgebiet, Niederschlag, Abfluss, Bemessungsdaten

Keywords: Hydrology, Urban Research Basin, Precipitation, Runoff, Design Values

Zusammenfassung

In städtischen Einzugsgebieten gibt es kaum langfristige Abflussbeobachtungen. Dies war der Anlass für die Errichtung eines hydrologischen Beobachtungsnetzes im Einzugsgebiet des Annabaches in Graz im Jahre 1989. Nunmehr liegt ein erster Bericht bezüglich der Entwicklung im Beobachtungsgebiet vor, der sich mit den Problemen bei der Installation der Niederschlags- und Abflussmessstationen befasst. Neben einer eingehenden hydrologischen Beschreibung des Versuchsgebietes werden die Ergebnisse der durchgeführten Niederschlags- und Abflussuntersuchungen dargelegt. Die vom Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz gesammelten hydrologischen Daten bilden die Grundlage zur Lösung von wasserwirtschaftlichen Bemessungsaufgaben.

Summary

In urban basins long-term runoff observations are hardly available. For this reason a hydrological observation net in the urban basin of the Annabach-creek in Graz was installed in 1989. Now a first report about the development in the research basin is available, dealing with the problems about the installation of the gauging stations. The report concludes a detailed hydrological description of the research basin and the first results of the investigation of precipitation and runoff are represented. The hydrological work done by the Institute for Hydraulics and Hydrology of the Technical University Graz is the basis to solve water management design valueproblems.

1. Allgemeines

Im Jahr 1989 wurde mit der Errichtung eines hydrologischen Beobachtungsnetzes im Auftrag der Magistratsabteilung 10/2 (Kanalbauamt) der Stadt Graz begonnen. Anlass dafür war eine diesbezügliche Empfehlung im Rahmen einer zuvor vom Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz durchgeführten Abflussstudie im Auftrag der Stadt Graz.

Die dem Einzugsgebiet des Annabaches nächstgelegene Niederschlagsmessstation ist die Station „Graz - Universität“. Sie wird vom Institut für Meteorologie der Universität Graz sowie von der Hydrographischen Landesabteilung betreut. Für Plausibilitätsabschätzungen sowie für Untersuchungen über den zeitlichen Verlauf der Niederschlagsereignisse können auch die Daten der Niederschlagsmessstation

des Institutes für Hydraulik und Hydrologie auf dem Gelände der Technischen Universität Graz herangezogen werden. Die im weiteren Umkreis liegenden Niederschlagsmessstationen „Thalerhof“, „Straßgang“ und „Laßnitzhöhe“ sind für das Einzugsgebiet des Annabaches mit Sicherheit weniger repräsentativ und sind daher für eingehende Untersuchungen nicht geeignet.

2. Geschichtlicher Überblick

Der Annabach, dessen Ursprung in der Talniederung zwischen dem Ruckerlberg (Rudolfstraße) und der Waltendorfer Höhe (Waltendorfer Hauptstraße) liegt, durchfloss nachweislich bereits vor 200 Jahren eine Reihe von Teichanlagen, ehe er das Einzugsgebiet verließ und im Bereich der heutigen Kreuzung Waltendorfer Hauptstraße - Plüddemangasse in die Schotterebene des Grazer Feldes eintrat. Noch bis in die erste Hälfte des 19. Jahrhunderts ist er als selbständiger Gewässerlauf bis zu seiner Mündung nachzuweisen.

Das Bachbett verlief von Waltendorf westwärts etwas nördlich und etwa den heutigen Waltendorfer Gürtel entlang bis zum Hafnerriegel, vorbei am Dominikanerkloster (vormalige Kirche St. Anna im Münzgraben) bis zur Klosterwiesgasse, von dort in einem Bogen in südwestlicher Richtung weiter am Schönaus Schloss vorbei um in der Nähe der Kirchnerkaserne in den damaligen linksufrigen Mühlgang zu münden. Allerdings wurde das Bachbett im Bereich der quartären Schotterebene nach und nach aufgelassen, so dass bereits Mitte des vorigen Jahrhunderts nur noch vereinzelte Spuren in den Stadtplänen nachzuweisen sind. Um die Jahrhundertwende fand der Annabach als offenes Fließgewässer in einem größeren Teich knapp unterhalb des Managettaweges ein plötzliches Ende. Über das Auftreten von Hochwässern oder über deren Ableitungen geben die Annalen aus dieser Zeit keine Auskunft. Schließlich wurde der Annabach im Zuge der Errichtung des Grazer Kanalisationsnetzes unterhalb des Managettaweges eingezogen und wird seitdem darin abgeleitet (BERGMANN et al., 1988).

3. Hydrologisches Beobachtungsnetz

Zu den Abflussdaten ist generell zu bemerken, dass es bis zur Errichtung dieses Beobachtungsnetzes weder im Einzugsgebiet des Annabaches noch an einem anderen Gewässer des Grazer Stadtgebietes eine Pegelanlage gab. In diesem Mangel an Abflussmessstationen in kleinen Stadtrandeinzugsgebieten liegt vor allem die Schwierigkeit begründet, fundierte Aussagen über das Abflussregime machen zu können und damit Hochwasserschutzmaßnahmen bzw. Maßnahmen zur Ableitung von Niederschlagswässern im allgemeinen besser und auch wirtschaftlicher planen zu können. Die Hochwasserwahrscheinlichkeit konnte daher für das Einzugsgebiet des Annabaches bzw. dessen Teilgebiete nur mit Hilfe einer hydraulischen Rückrechnung oder mit Hilfe von empirischen Verfahren auf der Grundlage von charakteristischen Gebietskennwerten und Erfahrungswerten abgeschätzt werden.

Aus den hier angeführten Gründen ist die Sinnhaftigkeit eines hydrologischen Beobachtungsnetzes durchaus fachlich begründet, wobei sein Zweck in der Erfassung von Niederschlags- und Abflussdaten besteht, um genauere Aussagen über das Abflussregime und Auswirkungen von regimeändernden Maßnahmen machen zu können.

Die Durchführung der Datenerhebung im hydrologischen Beobachtungsnetz im Einzugsgebiet des Annabaches erfolgt im Auftrag der Magistratsabteilung 10/2 (Kanalbauamt) der Stadtgemeinde Graz.

Die erste Niederschlagsmessstation wurde bei einer Wohnhaussiedlung („ALWOG - Siedlung“) errichtet und lieferte von 1989 bis 1995 zuverlässig Daten. Im Jahr 1990 wurde die bestehende Messstation erweitert, um fortan auch Wasserstandsdaten erfassen zu können. Ab diesem Zeitpunkt liegen kontinuierlich aufgezeichnete Niederschlags- und Wasserstandsdaten vor. Die Niederschlags- und Abflussmessstation „ALWOG-Siedlung“ konnte nur bis Mitte 1995 betrieben werden, da die in der Nähe des Aufstellungsortes vorhandene Vegetation ab diesem Zeitpunkt eine unzulässig große Beeinflussung der Niederschlagsdaten mit sich brachte. Aus diesem Grund erfolgte im Jahr 1995 die Umsetzung der kompletten Messstation an einen etwas weiter bachabwärts gelegenen neuen Standort, der als Station „LANG“ bezeichnet wird. Die Niederschlags- und Abflussmessstation „LANG“ wird seit 1995 betrieben und liefert bis heute zuverlässig Niederschlags- und Wasserstandsdaten.

Gleichzeitig mit der Errichtung der Messstation „ALWOG-Siedlung“ in Jahr 1989 wurde weiter oberhalb im Einzugsgebiet des Annabaches in der Nähe eines privaten Fischteiches (FT) eine Niederschlagsmessstation errichtet, die als Station „KOLAR“ bezeichnet wurde und ebenfalls bis Mitte 1995 kontinuierlich Niederschlagsdaten lieferte. Im Jahr 1995 wurde diese Messstation zu einem weiter bachaufwärts gelegenen Standort versetzt. Die dort neu errichtete Niederschlagsmessstation trägt den Namen „HOHENSINNER“, sie ist zusätzlich für eine zukünftige Erfassung von Wasserstandsdaten des nahegelegenen Annabaches ausgelegt.

Im Jahr 1991 wurde am Einlaufschacht (ES) in das städtische Kanalnetz beim Managettaweg (Ausgangsquerschnitt des Einzugsgebietes) eine Abflussmessstation errichtet, die seither kontinuierlich Wasserstandsdaten liefert und als „KANALEINLAUF“ bezeichnet wird.

Stationsname	Stationsnummer	Betrieb von	Betrieb bis	Erhobene Daten	Anmerkungen
Alwog-Siedlung	2	1989	1995	Niederschlag	ab 1995 nach Station Lang versetzt
	2	1990	1995	Wasserstand	
Lang	2	1995	lfd.	Niederschlag Wasserstand	
Kolar	3	1989	1995	Niederschlag	ab 1995 nach Station Hohensinner versetzt
Hohensinner	3	1995	lfd.	Niederschlag	
Kanaleinlauf		1991	lfd.	Wasserstand	

Tab. 1: Messstationen im Einzugsgebiet des Annabaches

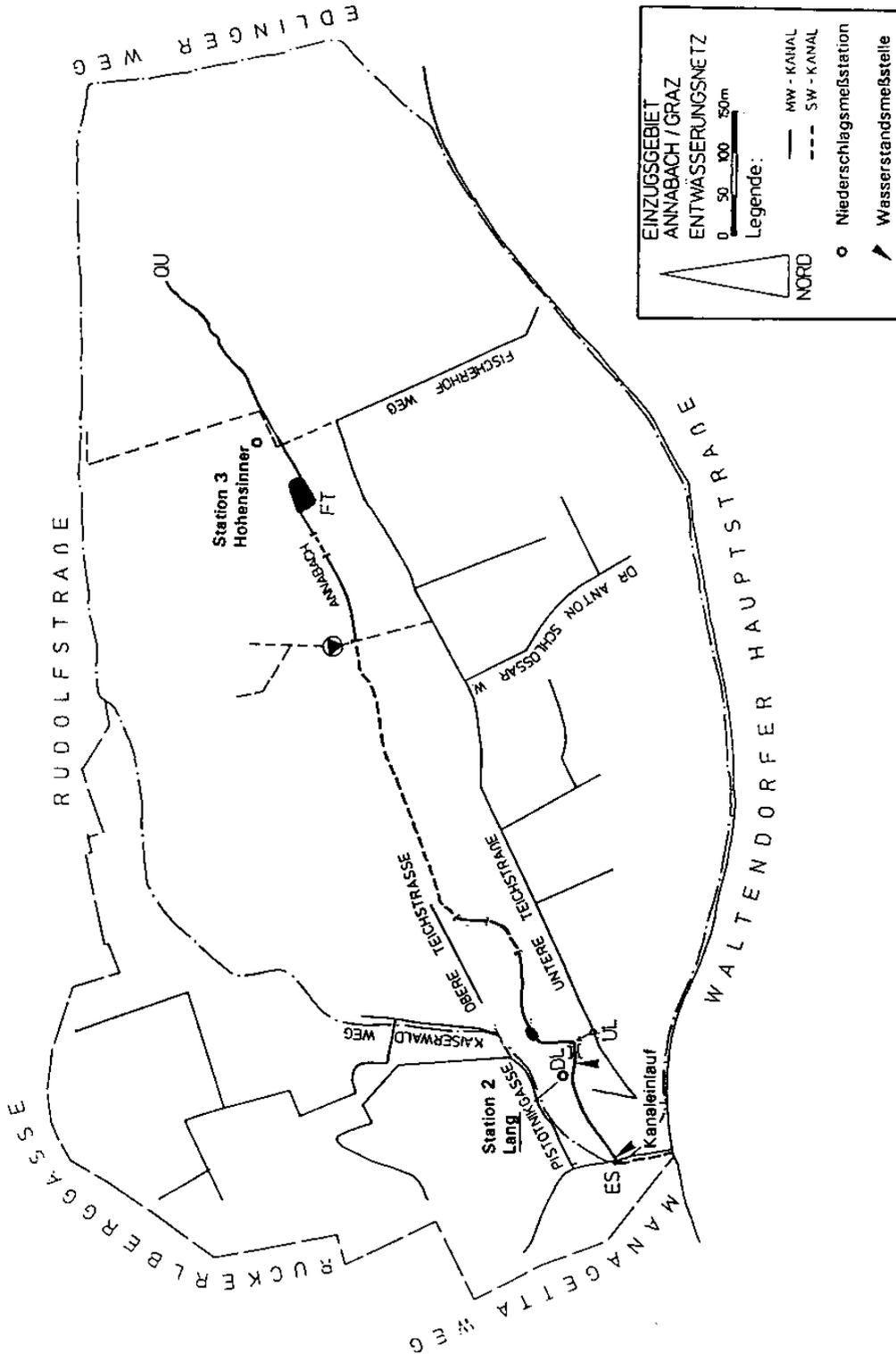


Abb.1: Lageplan der Messstationen im Einzugsgebiet des Annabaches/Graz

Somit umfasst das bestehende Messnetz im Einzugsgebiet des Annabaches (Abbildung 1) derzeit zwei Niederschlagsmessstationen und zwei Abflussmessstationen, die über drei Beobachtungspunkte im Einzugsgebiet verteilt sind. Die technische Ausrüstung der Messstationen wurde seit Beginn der Messungen laufend erneuert und dem Stand der Technik angepasst. Die kontinuierliche Betreuung der Messstationen und die Auswertung der Messergebnisse erfolgt durch das Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz. In jährlichen Berichten werden die Messergebnisse dem Auftraggeber übermittelt.

Nachfolgend ist in Tabelle 2 eine Auswahl von charakteristischen Gebietskennwerten für das Einzugsgebiet des Annabaches in Graz angegeben.

Einzugsgebiet	A_E	[km ²]	0,74
Größte Tallänge	L	[km]	1,58
min. Höhe	H_{min}	müA	379
max. Höhe	H_{max}	müA	425
Konzentrationszeit:			
nach Kirpich	T_C	[h]	0,37
nach Kreps	T_C	[h]	0,69
Abflusskoeffizient	ψ	[-]	0,30-0,40

Tab. 2: Annabach, Gesamteinzugsgebiet bis „KANALEINLAUF“ Managettaweg (BERGMANN et al., 1988)

Die Hochwasserspitzenabflüsse des gesamten natürlichen Einzugsgebietes des Annabaches sind für bestimmte Überschreitungswahrscheinlichkeiten bzw. Jährlichkeiten mit einem Gutachten der Hydrographischen Landesabteilung der Steiermärkischen Landesregierung vom 7.1.1986 festgelegt und in Tabelle 3 zusammengestellt.

Der mittlere Abfluss wird mit $MQ = 7,1$ l/s angegeben und die mittlere Jahreslufttemperatur beträgt $t = 8,9$ °C.

T_n	Jahre	1	5	10	25	50	100
HQ_n	[m ³ /s]	0,8	2,2	3,0	4,3	5,5	6,5

Tab. 3: Gutachten der Hydrographischen Landesabteilung der Steiermärkischen Landesregierung

Die im Rahmen der durchgeführten Abflussstudie erfolgte Berechnung der maßgeblichen Hochwasserereignisse und deren Wahrscheinlichkeit ergab die in Tabelle 4 angegebenen Werte.

T_n	Jahre	1	2	5	10	25	50	100
HQ_n	[m ³ /s]	0,8	1,3	2,2	3,0	4,3	5,5	6,5
$h_{N,60'}$	[mm]	16	25	28	34,7	45	54	64
ψ	[-]	0,30	0,30	0,39	0,40	0,40	0,40	0,40
$V_{D,n}$	[10 ³ m ³]	4,0	6,0	9,0	11,5	14,9	17,9	21,3

Tab.4: n-jährliche Hochwasserabflussspitzen und -volumina für das Gesamtgebiet des Annabaches ($A_E = 0,74 \text{ km}^2$) (BERGMANN et al., 1988)

HQ_n	[m ³ /s]	n-jährlicher Hochwasserspitzenabfluss
T_n	[Jahre]	Jährlichkeit, Wiederkehrintervall
$V_{D,n}$	[10 ³ m ³]	n-jährliches Direktabflussvolumen
$h_{N,t}$	[mm]	n-jährliche Niederschlagshöhe der Dauer t
t	[h]	maßgebliche Niederschlagsdauer
Ψ	[-]	Abflusskoeffizient
A_E	[km ²]	Einzugsgebietsgröße

4. Ergebnisdarstellung

Station Lang: Die Niederschlags- und Abflussuntersuchungen für den Beobachtungszeitraum 1995 – 1998 sind in den Beilagen „Lang 1“ bzw. „Lang 2“ tabellarisch zusammengestellt.

Station Hohensinner: Die Niederschlagsuntersuchung für den Beobachtungszeitraum 1995 – 1998 sind in der Beilage „Hohensinner“ tabellarisch zusammengestellt.

5. Ausblick

Gegenwärtig wird an der Entwicklung eines elektronischen Kalibriergerätes zur Durchführung von Eichungen an Niederschlagsmessgeräten im Gelände gearbeitet.

Die damit zur Verfügung stehende Hard- und Software wird es ermöglichen, die Eichung von Niederschlagsmessgeräten in praktikabler Weise durchzuführen und nach Korrektur der gemessenen Niederschlagsdaten, verbessertes hydrologisches Datenmaterial verfügbar zu machen.

6. Literatur

BERGMANN, H., G. RICHTIG, B. SACKL, 1988: Abflussstudie Annabach/Graz - Waltendorf, Technische Universität Graz, Institut für Hydraulik und Hydrologie

Anschrift der Verfasser:

O.Univ.-Prof. Dipl.- Ing. Dr.techn. Dr.h.c. Heinz Bergmann
 Univ.- Ass. Dipl.- Ing. Oskar Andreas Hable

Technische Universität Graz, Institut für Hydraulik und Hydrologie
 Mandellstraße 9
 A-8010 Graz

Niederschlagsuntersuchung

Übersicht: Station Lang / Annabach (1995 – 1998)

Jahr	Niederschlag [mm]	Monatssumme [mm]												Tages- maximum [mm]	Jahres- summe [mm]
		Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		
1995	Max.	-	-	-	0,4	13,4	31,0	35,0	26,5	-	2,7	10,5	-	35,0	
	am:	-	-	-	30	13	15	5	20	-	31	17	-	5.7.1995	
	Monatssumme	-	-	-	0,4	63,0	155,1	103,9	51,3	-	4,7	16,6	-		(395,5)
1996	Max.	9,5	35,5	9,6	23,6	23,6	22,4	26,0	26,3	-	26,7	8,4	6,5	35,5	
	am:	9	19	12	4	27	30	24	15	-	16	18	20	19.2.1996	
	Monatssumme	31,2	39,5	19,5	50,1	116,5	74,1	75,2	137,5	-	96,1	34,3	16,2		(690,2)
1997	Max.	5,5	1,2	3,1	10,2	11,7	30,9	25,3	31,3	35,2	5,8	18,1	15,6	35,2	
	am:	4	15	24	19	8	23	11	29	7	10	30	26	7.9.1997	
	Monatssumme	(8,9)	(2,3)	17,3	30,6	44,5	152,4	165,9	81,5	87,4	18,9	84,3	76,5		(770,5)
1998	Max.	1,5	0,6	25,7	9,9	14,8	42,1	36,0	34,0	50,3	17,8	15,4	10,6	50,3	
	am:	22	24	1	18	18	30	14	27	5	19	4	4	5.9.1998	
	Monatssumme	3,1	1,2	42,5	68,1	38,4	161,4	180,6	129,3	138,9	100,6	45,0	23,8		933,5

Abflussuntersuchung

Übersicht: Station Lang / Annabach (1996 – 1998)

Jahr	Niederschlag [mm]	Tägliche Abflüsse [l/s]											Jahres- werte [l/s]	
		Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.		Dez.
1996	Max.	-	-	-	-	-	-	1156,3	1539,9	251,0	731,4	29,7	16,3	1539,9
	am:	-	-	-	-	-	-	24	22	23	18	18	21	22.8.1996
	Monatsmittel	-	-	-	-	-	-	(2,1)	(5,7)	(9,4)	17,1	3,5	(2,2)	(6,7)
1997	Max.	1,8	20,1	42,2	47,7	165,1	1071,7	591,1	345,7	1715,3	11,3	113,6	193,2	1715,3
	am:	4	13	22	19	23	17	31	19	7	10	13	3	7.9.1997
	Monatsmittel	(1,1)	(4,9)	1,5	1,4	1,3	6,1	6,5	5,2	7,1	1,0	4,2	14,9	4,6
1998	Max.	7,4	2,6	42,2	516,9	33,2	1447,1	479,8	795,3	890,2	438,5	68,4	11,6	1447,1
	am:	1	6	1	29	18	30	2	3	5	7	5	16	30.6.1998
	Monatsmittel	2,6	1,1	2,8	3,7	1,4	5,7	(13,9)	7,0	14,9	11,1	6,4	4,5	6,2

Niederschlagsuntersuchung

Übersicht: Station Hohensinner / Annabach (1995 –1998)

Jahr	Niederschlag [mm]	Monatssumme [mm]												Tages- maximum [mm]	Jahres- summe [mm]
		Jän.	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.		
1995	Max.	-	-	-	-	12,2	31,7	33,4	39,0	58,0	3,6	9,7	23,2	58,0	
	am:	-	-	-	-	13	15	5	28	14	31	17	26	14.9.1995	
	Monatssumme	-	-	-	-	62,8	150,7	82,1	149,8	125,5	6,5	13,7	97,8		(689,5)
1996	Max.	17,3	35,4	8,8	31,3	23,6	26,6	22,5	25,5	32,6	25,2	7,8	-	35,4	
	am:	8	19	12	4	27	30	24	22	23	16	18	-	19.2.1996	
	Monatssumme	38,1	53,7	24,2	97,8	114,8	79,5	84,1	138,8	101,7	112,0	34,3	-		(888,8)
1997	Max.	8,5	1,1	3,1	11,3	11,1	27,9	23,3	29,5	35,8	5,5	16,1	13,9	35,8	
	am:	10	15	24	19	8	23	11	29	7	10	30	3	7.9.1997	
	Monatssumme	14,6	2,1	15,8	31,5	38,8	138,6	153,8	68,3	83,8	17,4	77,0	69,6		711,3
1998	Max.	1,5	0,7	22,8	9,6	14,6	37,0	32,6	29,5	53,9	15,7	13,8	9,3	53,9	
	am:	22	24	1	6	18	30	14	27	5	6	4	4	5.9.1998	
	Monatssumme	3,1	1,1	38,2	61,3	33,3	141,7	166,2	118,7	135,1	88,6	44,6	21,4		853,3

Beilage „Hohensinner“

Die Eichung von mit Wippe ausgestatteten Niederschlagsmessgeräten am Beispiel des hydrologischen Versuchsgebietes Annabach in Graz

Calibration of Tipping Bucket equipped Hyetographs at the example of the Hydrological Urban Research Basin of the Annabach-creek in Graz

O. Hable

Schlagwörter: Hydrologie, Niederschlag, Wippe, Eichung, städtisches Einzugsgebiet

Keywords: Hydrology, Precipitation, Tipping bucket, Calibration, Urban Research Basin

Zusammenfassung

Das Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz betreibt seit 1989 ein hydrologisches Versuchsgebiet im Bereich der Stadt Graz. Es werden Niederschlags- und Abflussdaten erhoben. Die mit Wippe ausgestatteten Niederschlagsmessgeräte bedürfen einer regelmäßigen Eichung, um aus den gemessenen Zeitpunkten der Wippenumschlägen korrekte Intensitätswerte des Niederschlages zu berechnen. Im Rahmen einer Institutskooperation wurde die zur Eichung erforderliche Hard- und Software entwickelt. Über die erste praktische Anwendung bei der Eichung der im Versuchsgebiet aufgestellten Niederschlagsmessgeräte und der Korrektur der gemessenen Niederschlagsdaten wird ausführlich berichtet.

Summary

The Institute for Hydraulics and Hydrology of the Technical University Graz is operating a hydrological observation net in the area of the city of Graz since 1989. Precipitation and runoff data are collected. The tipping bucket hyetographs have to be calibrated regularly to get correct precipitation intensity values on the base of the measured time of the turn over of the tipping bucket. In the context of an institute cooperation the required hard- and software for calibrating was developed. First experiences are made by the calibration of the hyetographs and the correction of the measured precipitation data are reported.

1. Allgemeines

Im hydrologischen Einzugsgebiet des Annabaches in Graz werden vom Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz seit 1989 Niederschlags- und Abflussmessungen im Auftrag der Magistratsabteilung 10/2 (Kanalbauamt) der Stadt Graz durchgeführt. Der Niederschlag wird mit Hilfe von automatisch registrierenden, mit einer Wippe ausgestatteten Niederschlagsmessgeräten gemessen.

Das Ziel der nun vorliegenden Untersuchung war, Kontrollmessungen an den im Einsatz stehenden Niederschlagsmessgeräten durchzuführen um zu ermitteln, inwieweit zwischen den registrierten Messwerten und den tatsächlichen Niederschlagsintensitäten Abweichungen bestehen. Diese sollten in Form einer Eichkurve als Gerätecharakteristik für alle im Einsatz stehenden Messgeräte angegeben werden. Mit den ermittelten Gerätecharakteristiken bzw. Korrekturfaktoren können die an der Wippe gemessenen Intensitäten korrigiert und in die tatsächlichen umgerechnet werden. Aufgrund der Datenmenge ist eine Korrektur praktischer Weise nur durch eine entsprechende Software möglich.

Die Abweichungen können durch Alterung und Abnutzung des Materials, durch äußere Einwirkungen und Umstände am Aufstellungsort verursacht werden, deren Bestimmung nicht Gegenstand dieser Untersuchung ist.

Die Überprüfung der Niederschlagsmessgeräte erfolgt mit folgenden Zielsetzungen:

- Ermittlung der Abweichung zwischen Ist- und Sollwert für den erfassbaren Intensitätsbereich. Die Untersuchung der Niederschlagsmessgeräte soll vor allem den niedrigen Intensitätsbereich von 0 bis 1 [mm/min] abdecken, da dieser einen Großteil der Niederschlagsereignisse umfasst und deshalb für die Niederschlagsmessung von besonderer Bedeutung ist. Weiters sollen auch höhere Intensitätsbereiche bis 7 [mm/min] untersucht werden, da auch Starkniederschläge zu erfassen sind.
- Angabe von Eichkurven (Gerätecharakteristik) in Form von Ausgleichsgeraden in graphischer und tabellarischer Form.
- Ausarbeitung eines Vorschlages zur Prüfung und Eichung der Messgeräte.
- Entwicklung entsprechender Hard- und Software zur computergestützten Durchführung des Eichvorganges im Feld.
- Entwicklung einer praxisingerechten Software zur Durchführung der erforderlichen Niederschlagsdatenkorrektur.

2. Niederschlagsmessgerät

Das Wasserdargebot aus den atmosphärischen Niederschlägen ist zeitlich und räumlich stark unterschiedlich verteilt. Die Messung des Niederschlages an einem bestimmten Ort erfolgt mit Ombrometern, welche nach dem Wippenprinzip funktionieren. Eine Wippenschale kippt, wenn sie sich mit einer Regenwassermenge gefüllt hat, die einer Niederschlagshöhe von 0,1 mm (0,2 mm) entspricht. Der Tag und die Tagessekunde (MEZ) der Kippung werden auf einer RAM-Speicherkarte, die im Messsystem integriert ist, aufgezeichnet. Während sich diese Wippenschale nach

der Kippung entleert, füllt sich eine zweite, solange bis die oben erwähnte Regenwassermenge auch diese zum Kippen bringt. Die Abspeicherung auch dieses Kippzeitpunktes ermöglicht die kontinuierliche Messung des Niederschlages.

Das in Abbildung 1 schematisch dargestellte Niederschlagsmessgerät besteht im wesentlichen aus vier Elementen

- dem Auffangtrichter
- der Wippe mit der Pulsumformelektronik
- der Datenaufzeichnung
- dem Sammelgefäß.

Die Auffangfläche beträgt 500 cm^2 . Die Wippe ist austauschbar. Wahlweise können Wippen mit 5 cm^3 oder 10 cm^3 Schalinhalt entsprechend einer Niederschlagshöhe von $0,1 \text{ mm}$ bzw. $0,2 \text{ mm}$ eingebaut werden. Die Datenaufzeichnung erfolgt zeitvariabel, wobei der Zeitpunkt jeder einzelnen Wippung binär auf Festspeicher registriert wird. Das Niederschlagswasser wird nun in einen Auffangbehälter weitergeleitet. Da die im Behälter gesammelte Wassermenge mit der über die Wippungen gemessenen Menge übereinstimmen muss, kann durch einen Vergleich der beiden bereits hier eine sehr einfache erste Kontrolle der Funktionstüchtigkeit der Niederschlagsmessstation erfolgen.

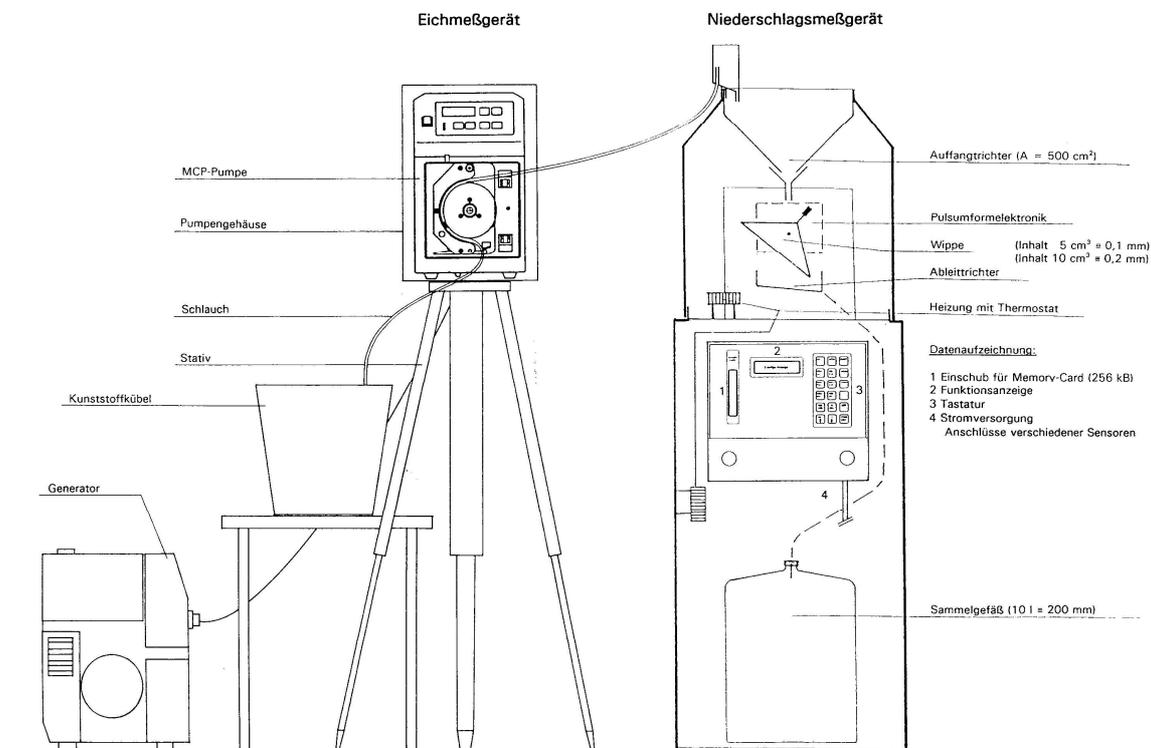


Abb.1 Eichmesseinrichtung für Niederschlagsmessgeräte

3. Problemstellung

Beim Vergleich der aus den Wippenumschlägen ermittelten Niederschlagshöhen mit den durch die Entleerung der Behälter gemessenen Niederschlagshöhen konnten systematische Abweichungen festgestellt werden. Eine Neukalibrierung der Wippen (-anschlüsse) ist dadurch erforderlich und soll mittels folgendem Testaufbau erfolgen:

3.1 Eichmessgerät

Die Messeinrichtung ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Sie dient der Einstellung und der kontinuierlichen Förderung eines zeitlich konstanten Versuchsdurchflusses (Sollwert i_0 der Niederschlagsintensität). Zentraler Bestandteil der Einrichtung ist eine MCP-Schlauchpumpe der Firma ISMATEC. Die MCP-Pumpe ist eine vielseitig einsetzbare Pumpe, die je nach Wahl des Pumpsystems zum Dosieren als auch zum Fördern bestens geeignet ist. Die Versuchswassermenge wird über eine Versuchsleitung (transparenter Schlauch) dem zu eichenden Gerät (Auffangtrichter) zugeführt, fließt über die Wippe und wird letztendlich im Sammelbehälter aufgefangen. Während der Messung werden die von der Pulsumformelektronik der Wippe abgegebenen Signale am Datenregistriergerät aufgezeichnet (Istwert i der Niederschlagsintensität). Die Konfiguration besteht aus einem MCP-Pumpentrieb, einem einkanaligen Pumpsystem, einem Pumpenkopf mit drei Rollen, und dem transparenten Schlauch entsprechenden Innendurchmessers.

3.2 Messvorgang

Grundsätzlich werden der Sollwert i_0 und der Istwert i der simulierten Niederschlagsintensität in voneinander unabhängigen Messvorgängen erfasst. Der konstante Sollwert wird an der Pumpe so eingestellt, dass das aufgrund der Pumpeneichung für verschiedene Drehzahlen des Pumpentriebes ermittelte Förderdiagramm unter Berücksichtigung der gegebenen Fläche (500 cm^2) des Auffangtrichters und des Durchflusses in bestimmte Intensitäten umgerechnet werden kann. Da an der Pumpe nur die Drehzahl, nicht aber direkt der Durchfluss geregelt werden kann, welcher in Abhängigkeit des Schlauchinnendurchmessers einem bestimmten Intensitätswert entspricht, wird im Laufe des Messvorganges die Drehzahl in Zehner-Schrittweiten von 10 bis 200 [U/min] gewählt. Eine Schrittweite entspricht etwa einer Intensitätsstufe von $0,04 \text{ [mm/min]}$ beim Schlauchtyp B. Aus der genannten Tatsache ergibt sich, dass dem ganzzahligen Vielfachen des Schaleninhaltes entsprechende Durchflüsse bzw. Intensitäten schwer einstellbar sind. Da jedoch nur ganzzahlige Wippungen (eine Wippung entspricht dem Schaleninhalt) messbar sind, muss sich die Messdauer nach den Wippungen richten. Die Anzahl der Wippungen variiert je nach Einstellung, in der Regel zwischen 5 und 15. Die Wippenfrequenz, die den Istwert ergibt, wird durch drei aufeinanderfolgende Zeitmessungen bestimmt und außerdem am Datenträger des Niederschlagsmessgerätes registriert. Die Messdaten werden gemeinsam mit allfälligen Wahrnehmungen über die Gerätefunktion während des Betriebes in Protokollblätter eingetragen.

3.3 Ergebnisse der Messdatenauswertung

Die Ergebnisse der Messdatenauswertung wurden in graphischer und tabellarischer Form dargestellt. Ermittelt wurden der Sollwert i_0 der Niederschlagsintensität aus der Dosiermenge und der jeweils zugehörige Istwert i aus der Wippenfrequenzmessung. Weiters wurde die relative Abweichung a [%] des Istwertes i vom Sollwert i_0 bezogen auf den Sollwert i_0 nach der Formel

$$a = 100 \cdot \frac{i - i_0}{i_0}$$

und der Korrekturfaktor c [-] nach der Formel

$$c = \frac{i_0}{i}$$

errechnet. Den Korrekturfaktor c und die Abweichung a verbindet die nachfolgend angeführte Beziehung

$$c = \frac{1}{1 + \frac{a}{100}}$$

Mit Hilfe des Korrekturfaktors c kann der Sollwert i_0 aus dem Istwert i wie folgt unmittelbar bestimmt werden:

$$i_0 = c \cdot i$$

wobei der Korrekturfaktor c als Funktion des Istwertes $c = c(i)$ gegeben ist.

Nach Auswertung der Kontrollmessungen zur Überprüfung der beiden Niederschlagsmessgeräte im Einzugsgebiet des Annabaches in Graz ist folgendes zu bemerken:

- Die tatsächlichen Niederschlagsintensitäten i_0 weichen im niedrigen Intensitätsbereich von 0 bis 1 [mm/min] von den gemessenen Werten erheblich ab. Die oben definierte Abweichung (Fehler) liegt für die beiden Niederschlagsmessgeräte des Annabaches im Bereich zwischen -3% und +13%.
- In den hohen Intensitätsbereichen bis 7 [mm/min] beträgt der maximale Fehler für beide Stationen zwischen +5% und +48 %.
- Die Abweichungen sind durch Korrekturkurven (Korrekturfaktor c als Funktion des Sollwertes i_0 definierbar).
- Beide Niederschlagsmessgeräte weisen im Messbereich vorwiegend positive, aber auch vereinzelt negative Abweichungen auf.

4. Lösung

Eine μ P-gesteuerte Schlauchpumpe pumpt kontinuierlich eine festgesetzte Wassermenge in das Niederschlagsmessgerät. Aus der festgesetzten Wassermenge kann auf die Soll-Zeitdauer zwischen den einzelnen Wippungen geschlossen werden. Das μ P-gesteuerte Kalibriergerät misst nun die Zeitdauer

zwischen den Ist-Zeiten der Wippenkippen und ermittelt zwischen beiden Werten eine Eichgerade. Diese Prozedur wird für verschiedene Wassermengen durchlaufen, wodurch sich für das untersuchte Niederschlagsmessgerät eine Eichkurve angeben lässt. Die Korrektur der Wippenanschläge vor Ort mittels Justierschrauben zum Zweck der direkten Eichung am Gerät, dürfte nach praktischen Erfahrungen nicht den gewünschten Erfolg bringen. Die ermittelte Eichkurve ist geräteabhängig und stellt die Grundlage für die Korrektur der gemessenen Niederschlagsdaten dar. Im speziellen erfolgt die Abgleichung der Niederschlagsdaten durch ein Ausgleichspolygon, das auf Basis der gemessenen Niederschlagsintensitäten bestmöglich an die Eichkurve angepasst wird. Niederschlagsereignissen mit geringer Intensität kommen infolge ihrer Häufigkeit besondere Bedeutung zu. Die sorgfältige Anpassung des Ausgleichspolygons hat somit großen Einfluss auf die Qualität der korrigierten Daten.

Am Institut für Elektrische Messtechnik und Messsignalverarbeitung wird in Zusammenarbeit mit dem Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz im Rahmen von zwei Diplomarbeiten ein μ P-gesteuertes Kalibriergerät für Niederschlagsmessgeräte entwickelt. Das zu entwickelnde Gerät wird auf die Erfordernisse der praktischen Arbeiten abgestimmt und daher für den Feldeinsatz bestens geeignet sein. Die erforderliche Software zur Korrektur der gemessenen Niederschlagsdaten auf Basis der ermittelten Eichkurve wurde am Institut für Hydraulik und Hydrologie im Rahmen einer Projektarbeit erstellt.

5. Eichung der Niederschlagsmessgeräte im Einzugsgebiet des Annabaches

Bei der Erhebung von Niederschlags- und Abflussdaten im Einzugsgebiet des Annabaches ist die Frage nach einer möglichen Verbesserung der Datenqualität entstanden. Das Institut für Hydraulik und Hydrologie führte daher im Beobachtungsjahr 1998 eine Eichung der Niederschlagsmessgeräte durch. Für die Station Lang erfolgte die Eichung am 2. April 1998. Die Station Hohensinner wurde am 8. April 1998 geeicht. Die tabellarische und graphische Darstellung der bei der Eichung ermittelten Messwerte der Niederschlagsintensität sind für die Station Lang in der Beilage Lang zusammengestellt. Für die Station Hohensinner sind diese Darstellungen der Beilage Hohensinner zu entnehmen. In der Beilage Lang bzw. Hohensinner sind die aus der Eichung ermittelten Eichgeraden für das jeweilige Niederschlagsmessgerät dargestellt. Die Eichung erfolgt durch Gegenüberstellen der Sollwerte an der Pumpe und der Istwerte an der Wippe, auf Basis von Intensitätswerten in [mm/min]. Die praktische Durchführung der Korrektur erfolgt für einen Jahresdatensatz eines Beobachtungsjahres durch die dafür am Institut für Hydraulik und Hydrologie entwickelte Software.

EingDialog Institut für Hydraulik und Hydrologie Technische Universität Graz

NIEDERSCHLAGSDATENKORREKTUR

Eingabe ohne Extension (.xls):

Pfad aller Dateien : A:\Nskorr\ Stationsart : Einzelstation
 Gruppenstation

Name der Quelldatei : pr02lg98
von welcher die Daten gelesen werden sollen

Name der Eichdatei : eichlang
von welcher die Eichgrößen gelesen werden sollen

automatische Benennung der Zieldateien

Name der Zieldateien, die neu erstellt oder überschrieben werden sollen : Anhängsel

Jahrhundertzahl : 19

Wollen Sie die Wippenwerte ändern ?

Wippenvolumen 5 cm³

Regenauffangfläche 500 cm²

Stations - Nr. : 2

Stationsname : Lang

korrig. Quelldatei : pr02lg98kor kor
hier werden die korrig. Quelldaten gespeichert

Tabellendatei : pr02lg98tab tab
hier wird die Tabelle gespeichert

Diagrammdatei : pr02lg98dia dia
hier wird das Diagramm gespeichert

wenn OK - Taste :

- erstellen einer Tabelle mit den korrigierten Tages-Niederschlagswerten

- und dazu anschließend

Tabellendatei drucken

Diagrammdatei drucken

Abbrechen OK

Abb. 2: Eingabemaske zur Niederschlagsdatenkorrektur

In Abbildung 2 ist die Eingabemaske des Programmes zur Korrektur der Niederschlagsdatenkorrektur dargestellt. Zur Durchführung der Korrektur werden benötigt:

- Jahresdatensatz (Tabelle der Zeitpunkte der Wippenumschläge)
- Eichgeraden in tabellarischer Form

Die ursprünglich gemessenen Daten bestehend aus den Zeitpunkten der Wippenumschläge bleiben von der Korrektur unberührt und stehen zur weiteren Verwendung zur Verfügung. Als Ergebnis liegen Jahresübersichten der täglichen Niederschlagssummen (Tabelle 2 bis Tabelle 5) für die betrachtete Niederschlagsmessstation vor. Eine Gegenüberstellung der korrigierten und nicht korrigierten Daten bezogen auf die Monatssummen beider Niederschlagsstationen ist in Abbildung 3 bzw. Abbildung 4 dargestellt. Die Jahresniederschlagssummen sind Tabelle 1 zu entnehmen. Beim Vergleich des Jahresniederschlages nach erfolgter Korrektur ist eine gute Annäherung zwischen den beiden Stationen zu erkennen.

Messstation	Stat.- Nr.	Jahresniederschlag [mm]		
		Wippe korrigiert	Wippe nicht korrigiert	Behälter
Lang	2	924,5	933,5	899,7
Hohensinner	3	919,4	853,3	901,8

Tab. 1: Jahresniederschlagssummen im Beobachtungsjahr 1998

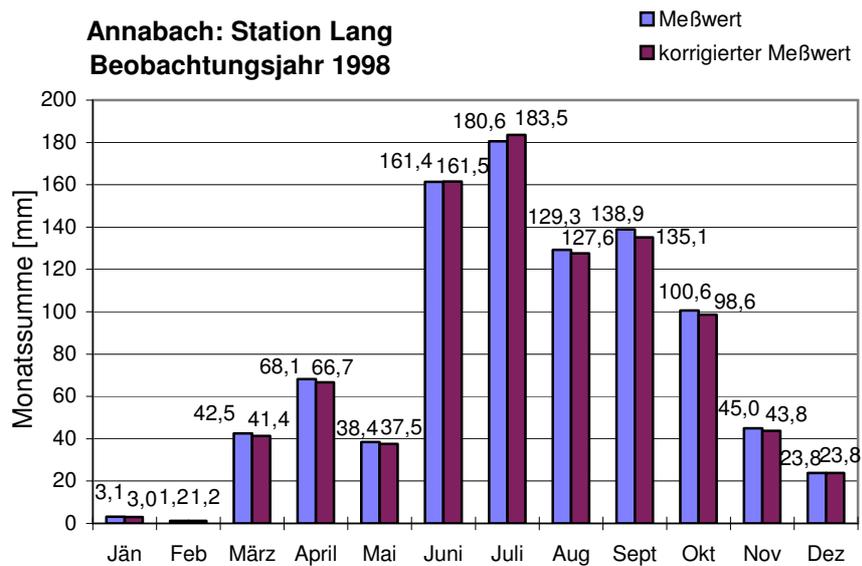


Abb. 3: Gegenüberstellung der Niederschlagssummen für Station Lang

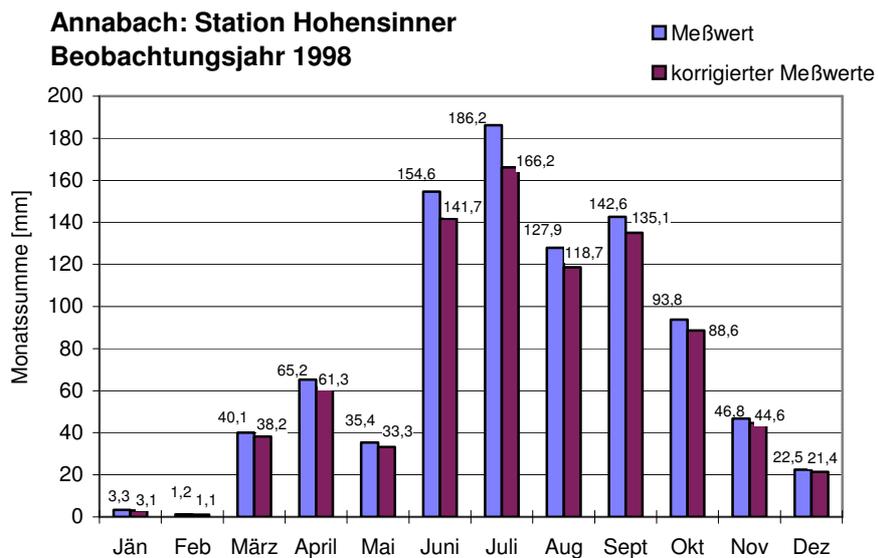


Abb. 4: Gegenüberstellung der Niederschlagssummen für Station Hohensinner

NIEDERSCHLAGSUNTERSUCHUNG JAHRESÜBERSICHT 1998

Tägliche Niederschlagssummen in [mm]

Messung: 0 - 0 Uhr

Einzelstation		Status:	korrigiert
Stationsnummer(n):	2	Eichung:	02.04.1998
Stationsname(n):	Lang	Eichgeraden (Datei):	EichLang
Jahr:	1998		

	Jän	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
1		0,2	25,1			2,6	0,1	2,5		8,2		0,1
2				3			11,2			1,9		2,5
3	0,8					2,1	11,4	20,7	4,2	2	1,7	
4					3	14,1	0,1	1,3	0,5	0,8	15	10,3
5				0,1		0,5	0,2	18,6	49,3	6,7	8,7	0,1
6				9,1		0,1			3,3	17,1	0,2	
7					0,1		20,9			13		
8			1,8	1,7		13,1				3,7		
9				6,3					0,1	0,2		
10											5,6	0,2
11				0,7		16,6						2,2
12						4,3	1,6		28,3	6		
13				6,9	0,4	1,2			17	0,1		
14				2,2	0,8	0,2	35,1		3,4	0,3	0,3	0,2
15			3,3			0,5	0,1				0,6	
16			6	7,4	0,9	2,2	1,3	0,8	2,6			
17	0,2		1,5		1,7	19,7	4,1		14,1	0,1		
18				9,7	14,4				0,3	11,4		
19							31,6	14,1		17,4		
20	0,1		3,3							0,1	0,4	0,4
21					4,9							6,8
22	1,5		0,5	6,5				12,2			5,4	
23								5,4			4,8	
24		0,6		5,3	6,8	5,3	19,1	16,2		1,1	0,3	
25					0,6		6,3	0,1		3,4		
26						2,6	0,1				0,3	
27					0,7	6,2		33,3	2,9			
28		0,4		1,2		6,1	27,8	2,6	8,5			
29				6,6		18,1	0,3		0,1	4,1	0,4	
30						44,3			1,3		0,3	
31	0,5				3,2		11,4					
max.:	1,5	0,6	25,1	9,7	14,4	44,3	35,1	33,3	49,3	17,4	15	10,3
am	22.	24.	1.	18.	18.	30.	14.	27.	5.	19.	4.	4.
Summe	3	1,2	41,4	66,7	37,5	161,5	183,5	127,6	135,1	98,6	43,8	23,8
Jahressumme:	924,5 mm											
Tagesmaximum:	49,3 mm am 5.9.1998											

Tab. 2: Korrigierte Niederschlagsdaten für die Station Lang

**NIEDERSCHLAGSUNTERSUCHUNG
JAHRESÜBERSICHT 1998
Tägliche Niederschlagssummen in [mm]**

Messung: 0 - 0 Uhr

Einzelstation		Status:	korrigiert
Stationsnummer(n):	3	Eichung:	08.04.1998
Stationsname(n):	Hohensinner	Eichgeraden (Datei):	EichHosi
Jahr:	1998		

	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
1		0,1	23,1			2,4	0,1	2,2		7,7		0,9
2				2,3			11,4			1,1		2,3
3	0,8					3,2	10,8	26,6	4,2	1,8	1,5	
4					2,9	12,4	0,2	4,2	0,6	0,6	14,5	9,8
5				0,2		0,8	0,3	16,9	57,1	6,4	7,8	
6				10,1					4,5	16,5		
7					0,1		21,5			12,5		
8			1,8	1,7		12,8	0,1			3,7		
9				5,5					0,1	0,1		
10											11,1	0,2
11				0,7		14,2	0,1					1,9
12						4,6	1,7		28,5	6,6		
13				4,9	0,6	1	0,1		15,5			
14				1,9	0,3	0,6	34,2		3,4	0,3	0,3	0,2
15			3,8			0,5					0,5	
16			5,1	7,3	0,8	0,5	1,6	0,7	2,8			
17	0,2		1,4		1,4	15,5	3,1		12,8			
18				9,6	15,8				0,3	10,7		
19							29,5	10,1		15,8		
20			2,7				0,1				0,4	0,5
21					2,4							6,6
22	1,6		0,5	6,3				10,6			5	
23								5,6			4,7	
24		0,7		5,6	6,8	4,2	23,5	16,5		1,8	0,2	
25					0,5		6,6			2,5		
26						3,4	0,1				0,2	
27					0,6	6,3		31,1	2,8			
28		0,3		1,4		9,3	28,5	2,4	8,5			
29				7,7		18,1	0,1			4,7	0,3	
30						43,6			1,4		0,2	
31	0,6				3,1		12,5					
max.:	1,6	0,7	23,1	10,1	15,8	43,6	34,2	31,1	57,1	16,5	14,5	9,8
am	22.	24.	1.	6.	18.	30.	14.	27.	5.	6.	4.	4.
Summe	3,3	1,2	40,1	65,2	35,4	155	186	127,9	142,6	93,8	46,8	22,5
Jahressumme:	919,4 mm											
Tagesmaximum:	57,1 mm am 5.9.1998											

Tab. 3: Korrigierte Niederschlagsdaten für die Station Hohensinner

**NIEDERSCHLAGSUNTERSUCHUNG
JAHRESÜBERSICHT 1998
Tägliche Niederschlagssummen in [mm]**

Messung: 0 - 0 Uhr

Einzelstation		Status:	nicht korrigiert
Stationsnummer(n):	2	Eichung:	
Stationsname(n):	Lang	Eichgeraden (Datei):	
Jahr:	1998		

	Jän	Feb	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
1		0,2	25,7			2,7	0,1	2,5		8,4		1,0
2				3,1			11,2			2,0		2,6
3	0,8					2,1	11,7	20,1	4,3	2,1	1,7	
4					3,1	14,0	0,1	1,3	0,5	0,8	15,4	10,6
5				0,1		0,5	0,2	19,0	50,3	6,9	8,9	0,1
6				9,3		0,1			3,4	17,5	0,3	
7					0,1		21,1			12,9		
8			1,8	1,7		13,4				3,8		
9				6,5					0,1	0,2		
10											5,7	0,2
11				0,7		16,8						2,3
12						4,4	1,6		29,0	6,2		
13				7,1	0,4	1,2			17,4	0,1		
14				2,3	0,8	0,2	36,0		3,5	0,3	0,3	0,2
15			3,4			0,5	0,1				0,6	
16			6,2	7,6	0,9	2,3	1,3	0,8	2,7			
17	0,2		1,5		1,7	20,2	4,2		14,3	0,1		
18				9,9	14,8				0,3	11,7		
19							29,2	14,4		17,8		
20	0,1		3,4							0,1	0,4	0,4
21					5,0							7,0
22	1,5		0,5	6,7				12,4			5,5	
23								5,5			4,9	
24		0,6		5,4	7,0	5,4	19,0	16,5		1,1	0,3	
25					0,6		6,5	0,1		3,5		
26						2,7	0,1				0,3	
27					0,7	6,3		34,0	3,0			
28		0,4		1,2		7,1	26,7	2,7	8,7			
29				6,5		19,4	0,3		0,1	5,1	0,4	
30						42,1			1,3		0,3	
31	0,5				3,3		11,2					
max.:	1,5	0,6	25,7	9,9	14,8	42,1	36,0	34,0	50,3	17,8	15,4	10,6
am	22	24	1	18	18	30	14	27	5	19	4	4
Summe	3,1	1,2	42,5	68,1	38,4	161,4	180,6	129,3	138,9	100,6	45,0	23,8
Jahressumme:	933,5 mm											
Tagesmaximum:	50,3 mm am 5.9.1998											

Tab. 4: Nicht korrigierte Niederschlagsdaten für die Station Lang

NIEDERSCHLAGSUNTERSUCHUNG JAHRESÜBERSICHT 1998

Tägliche Niederschlagssummen in [mm]

Messung: 0 - 0 Uhr

Einzelstation		Status:	nicht korrigiert
Stationsnummer(n):	3	Eichung:	
Stationsname(n):	Hohensinner	Eichgeraden (Datei):	
Jahr:	1998		

	Jän	Feb	März	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Dez
1		0,1	22,8			2,3	0,1	2,1		7,3		0,9
2				2,2			10,4			1,9		2,2
3	0,8					2,9	10,3	22,7	4,0	1,7	1,4	
4					2,8	11,4	0,2	3,9	0,6	0,6	13,8	9,3
5				0,2		0,8	0,3	16,1	53,9	6,1	7,4	
6				9,6					4,3	15,7		
7					0,1		19,7			11,3		
8			1,7	1,6		12,2	0,1			3,5		
9				5,2					0,1	0,1		
10											10,6	0,2
11				0,7		13,5	0,1					1,8
12						4,4	1,6		27,1	6,2		
13				4,6	0,6	1,0	0,1		14,7			
14				1,8	0,3	0,6	32,6		3,2	0,3	0,3	0,2
15			3,6			0,5					0,5	
16			5,7	7,0	0,8	0,5	1,5	0,7	2,7			
17	0,2		1,3		1,3	14,8	3,0		12,1			
18				9,1	14,6				0,3	10,2		
19							24,3	10,4		15,1		
20			2,6				0,1				0,4	0,5
21					2,3							6,3
22	1,5		0,5	6,0				10,1			4,8	
23								5,3			4,5	
24		0,7		5,3	6,5	4,0	20,3	15,6		1,7	0,2	
25					0,5		6,3			2,4		
26						3,2	0,1				0,2	
27					0,6	5,9		29,5	2,7			
28		0,3		1,3		8,7	24,1	2,3	8,1			
29				6,7		18,0	0,1			4,5	0,3	
30						37,0			1,3		0,2	
31	0,6				2,9		10,9					
max.:	1,5	0,7	22,8	9,6	14,6	37,0	32,6	29,5	53,9	15,7	13,8	9,3
am	22	24	1	6	18	30	14	27	5	6	4	4
Summe	3,1	1,1	38,2	61,3	33,3	141,7	166,2	118,7	135,1	88,6	44,6	21,4
Jahressumme:	853,3 mm											
Tagesmaximum:	53,9 mm am 5.9.1998											

Tab. 5: Nicht korrigierte Niederschlagsdaten für die Station Hohensinner

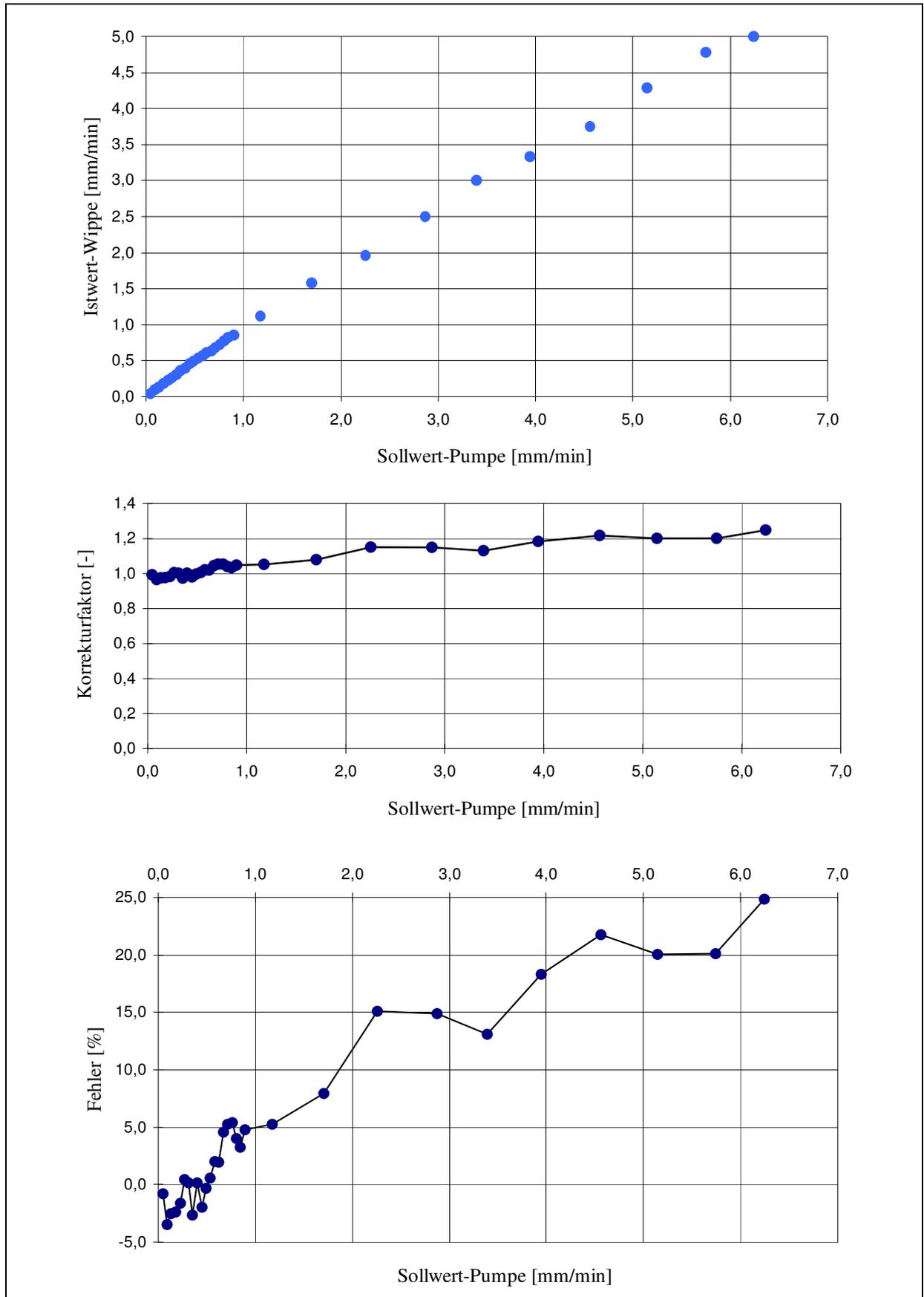


Abb. 5: Eichmessung für das Niederschlagsmessgerät Lang/Annabach (0,1 mm) am 2.4.1998

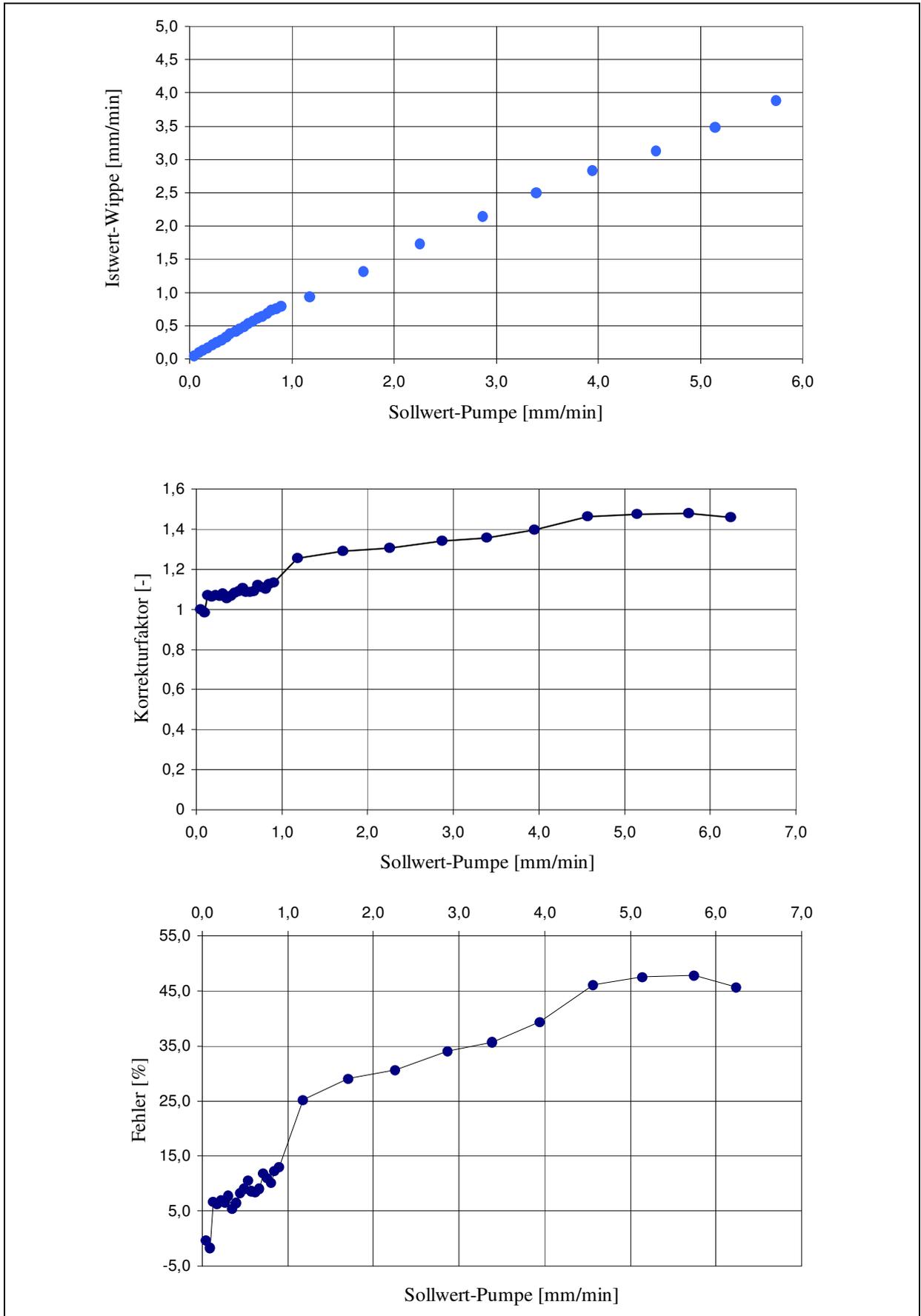


Abb. 6: Eichmessung für das Niederschlagsmessgerät Hohensinner/Annabach (0,1 mm) am 8.4.1998

Eichung - Niederschlagsmessgerät am 2.4.1998			
Annabach / Station : Lang			
Sollwert i [mm/min]	Istwert i₀ [mm/min]	Korrektur- faktor c [-]	Fehler a [%]
0,0466	0,0470	0,9921	-0,79
0,0914	0,0947	0,9652	-3,48
0,1335	0,1370	0,9745	-2,55
0,1769	0,1812	0,9763	-2,37
0,2260	0,2298	0,9835	-1,65
0,2675	0,2664	1,0041	0,41
0,3110	0,3106	1,0013	0,13
0,3550	0,3647	0,9734	-2,66
0,3990	0,3985	1,0013	0,13
0,4480	0,4570	0,9803	-1,97
0,4890	0,4905	0,9969	-0,31
0,5375	0,5344	1,0058	0,58
0,5796	0,5680	1,0204	2,04
0,6209	0,6089	1,0197	1,97
0,6698	0,6406	1,0456	4,56
0,7116	0,6759	1,0528	5,28
0,7630	0,7239	1,0540	5,40
0,8049	0,7740	1,0399	3,99
0,8463	0,8194	1,0328	3,28
0,8979	0,8571	1,0476	4,76
1,1745	1,1157	1,0527	5,27
1,7040	1,5790	1,0792	7,92
2,2543	1,9583	1,1512	15,12
2,8725	2,5000	1,1490	14,90
3,3930	3,0000	1,1310	13,10
3,9440	3,3334	1,1832	18,32
4,5660	3,7500	1,2176	21,76
5,1453	4,2857	1,2006	20,06
5,7467	4,7841	1,2012	20,12
6,2426	5,0000	1,2485	24,85

Tab. 6: Ergebnis der Eichung Station Lang 1998

Eichbereich [mm/min]		Eichgerade (Eichung am 2.4.1998)		
von	bis	k [-]	d [mm/min]	R²
0	0,20	1,0259	0	0,9998
0,20	0,32	0,9511	0,0139	0,9983
0,32	0,50	0,9687	0,0182	0,9927
0,50	0,65	0,8930	0,0531	0,9962
0,65	0,80	0,8953	0,0402	0,9992
0,80	1,00	0,8870	0,0632	0,9864
1,00	3,00	0,8034	0,1804	0,9979
3,00	5,00	0,6400	0,8217	0,9992
5,00	7,00	0,6572	0,9364	0,9717

Tab. 7: Eichgeraden für das Niederschlagsmessgerät Station Lang

Eichung - Niederschlagmessgerät am 8.4.1998			
Annabach / Station : Hohensinner			
Sollwert i_0 [mm/min]	Istwert i [mm/min]	Korrektur- faktor c [-]	Fehler a [%]
0,0466	0,0467	0,9979	-0,21
0,0914	0,0930	0,9828	-1,72
0,1335	0,1250	1,0680	6,80
0,1769	0,1665	1,0625	6,25
0,2260	0,2114	1,0691	6,91
0,2675	0,2508	1,0666	6,66
0,3110	0,2885	1,0780	7,80
0,3550	0,3365	1,0550	5,50
0,3990	0,3748	1,0646	6,46
0,4480	0,4138	1,0826	8,26
0,4890	0,4486	1,0901	9,01
0,5375	0,4862	1,1055	10,55
0,5796	0,5337	1,0860	8,60
0,6209	0,5727	1,0842	8,42
0,6698	0,6144	1,0902	9,02
0,7116	0,6362	1,1185	11,85
0,7630	0,6871	1,1105	11,05
0,8049	0,7310	1,1011	10,11
0,8463	0,7532	1,1236	12,36
0,8979	0,7942	1,1306	13,06
1,1745	0,9375	1,2528	25,28
1,7040	1,3204	1,2905	29,05
2,2543	1,7257	1,3063	30,63
2,8725	2,1429	1,3405	34,05
3,3930	2,5000	1,3572	35,72
3,9440	2,8292	1,3940	39,40
4,5660	3,1241	1,4615	46,15
5,1453	3,4876	1,4753	47,53
5,7467	3,8877	1,4782	47,82
6,2426	4,2857	1,4566	45,66

Tab. 8: Ergebnis der Eichung Station Hohensinner 1998

Eichbereich [mm/min]		Eichgerade (Eichung am 8.4.1999)		
von	bis	k [-]	d [mm/min]	R²
0	0,20	0,9527	0	0,9936
0,20	0,40	0,9517	-0,0042	0,9988
0,40	0,60	0,8952	0,0109	0,9933
0,60	0,80	0,7829	0,0864	0,9886
0,80	0,90	0,6842	0,1781	0,9886
0,90	3,00	0,7120	0,1066	0,9996
3,00	5,00	0,5308	0,7117	0,9956
5,00	7,00	0,7252	-0,2548	0,9971

Tab. 9: Eichgeraden für das Niederschlagmessgerät Station Hohensinner

Wesentlich für die Qualität der Korrektur ist die Anpassung eines geeigneten Ausgleichspolygons an die ermittelte Eichkurve. In Abbildung 5 (Station Lang) bzw. in Abbildung 6 (Station Hohensinner) sind die zur Korrektur erforderlichen Ausgleichsgeraden für die betreffende Niederschlagsstation graphisch dargestellt. Die tabellarische Zusammenstellung der Eichgeraden ist den Tabellen 6 bis 9 zu entnehmen. Die darin ersichtlichen Eichbereiche haben sich als günstig herausgestellt und sollten bei der Erstellung von Ausgleichspolygonen für andere Niederschlagsmessstationen beibehalten werden, da die praktisch möglichen Intensitätswerte durch das Pumpensystem vorgegeben sind.

6. Ausblick

Die Ergebnisse der an den Niederschlagsmessgeräten durchgeführten Kontrollmessungen zeigen, dass der laufende Einsatz und die örtlichen Gegebenheiten eine Abminderung der Messgenauigkeit verursachen können. Durch die für jedes Messgerät ermittelten Korrekturfaktoren ist es jedoch möglich Fehlerquellen zu berücksichtigen und die gemessenen Niederschlagswerte in die tatsächlichen umzurechnen. Nach Abschluss der laufenden Entwicklungsarbeiten für das elektronische Kalibriergerät, wird ein effizientes und leicht zu bedienendes Instrument zur zuverlässigen Eichung der Niederschlagsmessgeräte im Gelände zur Verfügung stehen.

Diese Hard- und Software wird es ermöglichen, die Eichung von Niederschlagsmessgeräten praxisorientiert durchzuführen und nach Korrektur der gemessenen Niederschlagsdaten, verbessertes hydrologisches Datenmaterial verfügbar zu machen.

7. Literatur

VASVÁRI, V., 1994: Bericht über die Kontrollmessungen zur Eichung der mit Wippe ausgestatteten Niederschlagsmessgeräte, Institut für Hydraulik und Hydrologie der Technischen Universität Graz

Betriebsanleitung MCP-Antrieb und Pumpensystem, ISMATEC SA, 1993

Anschrift des Verfassers:

Univ.- Ass. Dipl.- Ing. Oskar Andreas Hable

Technische Universität Graz
Institut für Hydraulik und Hydrologie
Mandellstraße 9
A-8010 Graz

Extremwertstatistische Bewertung des Bodensee – Hochwassers im Jahre 1999

Statistical Analysis of the extreme water-level of the lake Bodensee in the year 1999

Lalk, P. und R. Godina

Schlagworte: Homogenitätstest, Extremwertstatistik

Keywords: homogeneity test, water-level frequency estimation

Zusammenfassung: Dargestellt wird, wie auf Grund eines Homogenitätstests die langjährige Reihe der Jahreshöchstwasserstände des Bodensees korrigiert werden konnte. Diese Korrektur ermöglichte eine extremwertstatistische Berechnung mit einer Zeitreihe von 182 Jahren.

Summary: This paper presented deals with the application of a homogeneity test, to analyse long time, extreme water-level time series from lake Constance. Based on the test results the water-level time series were corrected. With the corrected data an extreme value static procedure was carried through.

1. Einleitung

Aussergewöhnliche Hochwasserereignisse werfen in der Regel die Fragen auf: Hat es ein derartiges Ereignis schon einmal gegeben und wann wird es wieder auftreten? Spätestens dann besinnt sich die Öffentlichkeit auf die Arbeit der Hydrographischen Dienste, die mit diesen Fragestellungen, auch in Hinblick auf zukünftig notwendige schutzwasserbauliche Massnahmen, konfrontiert werden.

Aufgrund der Größe und des damit verbundenen Schadens war das Hochwasserereignis im Mai 1999 Anlass, die hochwasserstatistischen Kennwerte des Bodensee - Wasserstandes zu überarbeiten. Die Güte einer extremwertstatistischen Analyse steht im engen Zusammenhang mit einer möglichst langjährigen, homogenen und trendfreien Datenreihe.

Die Beobachtung des Wasserstandes ist die am einfachsten und am unmittelbarsten zu messende Kenngröße. Trotzdem bedeutet die Erstellung eines langjährigen Kollektives der Jahreshöchstwerte einen nicht unbeträchtlichen Aufwand, vor allem dann, wenn gewässerbauliche Massnahmen in der Vergangenheit, die Umrechnung der beobachteten Wasserstände auf eine gemeinsame Bezugsebene erfordern. Dazu sind oft genaue Recherchen mit Berücksichtigung historischer Quellen notwendig. Eine visuelle Betrachtung der graphischen Darstellung dieser Reihen reicht nicht aus um die Homogenität zu bestätigen, oder eine Inhomogenität zu identifizieren. Aus diesem Grund wurden die Daten einem Test unterzogen.

2. Homogenitäts- und Tendenztest nach Sneyers

Dieser Test kann nur für äquidistante Zeitreihen verwendet werden. Für jede Beobachtung x_j der betrachteten Reihe wird die Anzahl n_j der ihm vorausgehenden Elemente x_j ($j < k$), für die $x_j < x_k$ gilt, berechnet (Sneyers, 1975). Die Testgröße

$$t = \sum_k n_j$$

ist bei Gültigkeit der Nullhypothese (Trendfreiheit) näherungsweise normalverteilt mit dem Mittelwert

$$E(t) = \frac{n(n-1)}{4}$$

und der Varianz

$$\text{var}(t) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{72}$$

Mit der Größe $u(t)$, wobei $u(t)$ durch

$$u(t) = \frac{t - E(t)}{\sqrt{\text{var}(t)}}$$

definiert ist, wird mittels der standardisierten Normalverteilung entschieden, ob die Nullhypothese angenommen werden darf.

Die Anwendung des Algorithmus in umgekehrter Reihenfolge liefert eine analoge Größe $u'(t)$. Die Lage der Kurven zueinander gibt einen Hinweis auf die Existenz von Trends. Bei Fehlen eines signifikanten Trends sind die Kurven ineinander verwickelt, bei Vorhandensein einer Tendenz laufen sie auseinander. Ein Wert $u(t)$ oder $u'(t) > 2$ oder < -2 deutet auf Inhomogenität in der Reihe (Nobilis, 1990 und Cehak, 1973).

3. Homogenisierung der Daten

Der Hydrographische Dienst für Vorarlberg erstellte eine Reihe der Jahreshöchstwasserstände für den Pegel Bregenz / Bodensee (siehe. Abb.1). Der Pegel in Bregenz am Bodensee wurde 1856 errichtet, die Werte dieses Pegels sind seit 1861 vorhanden. Für den Zeitraum 1817 bis 1860 wurden einzelne Jahreshöchstwasserstände, beobachtet am Pegel Konstanz, auf den Pegelnullpunkt des Pegels Bregenz umgerechnet. Diese Datenreihe (ab 1861) wurde im Hydrographischen Zentralbüro einem Homogenitätstest (Sneyers-Test) unterzogen.

Der Test zeigt einen Sprung der Maßzahlen $u(t)$ und $u'(t)$ um 1940 und eine deutliche Inhomogenität der Zeitreihe vor 1930 im Vergleich zu den jüngeren Daten (siehe Abb. 2).

Dieses Ergebnis wurde dem Hydrographischen Dienst für Vorarlberg mitgeteilt und gab dort Anlass zu einer neuerlichen Prüfung der Wasserstandsdaten unter Berücksichtigung historisch belegter gewässerbaulicher Massnahmen am Bodensee und am Seeauslauf bei Konstanz.

Die Ursache der aufgezeigten Inhomogenität konnte durch Baumassnahmen - Bau der Konstanzer Rheinbrücke im Jahre 1938/39-, sowie der Tieferlegung der Schifffahrtsrinne ab 1941 begründet werden

Die Daten von 1861 bis 1940 wurden vom Hydrographischen Dienst für Vorarlberg überarbeitet und um 22 cm korrigiert. Weiters wurde die Reihe um die Werte von Konstanz von 1817 bis 1861 verlängert und ebenfalls bereinigt (siehe Abb. 3). Diese Korrekturen und die Verlängerung der Daten um die Zeit von 1817 bis 1860 wurde mit Dr. Luft von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg abgestimmt

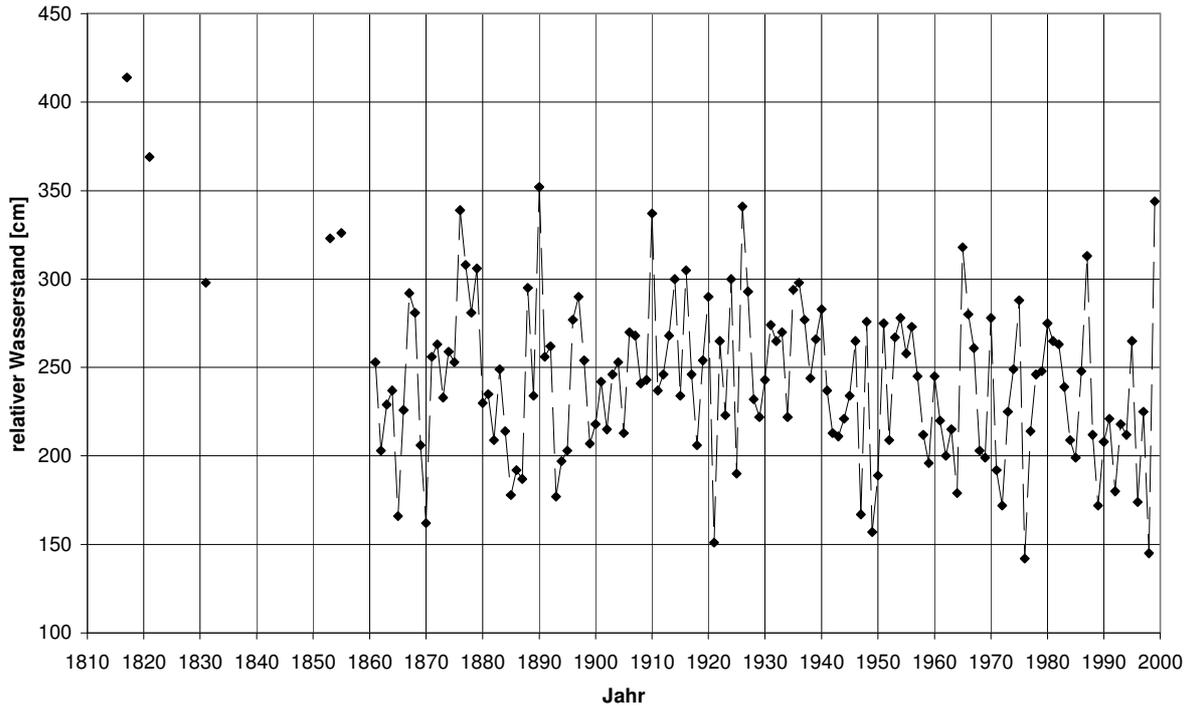


Abb. 1: Bodensee-Jahreshöchstwasserstände 1861-1999

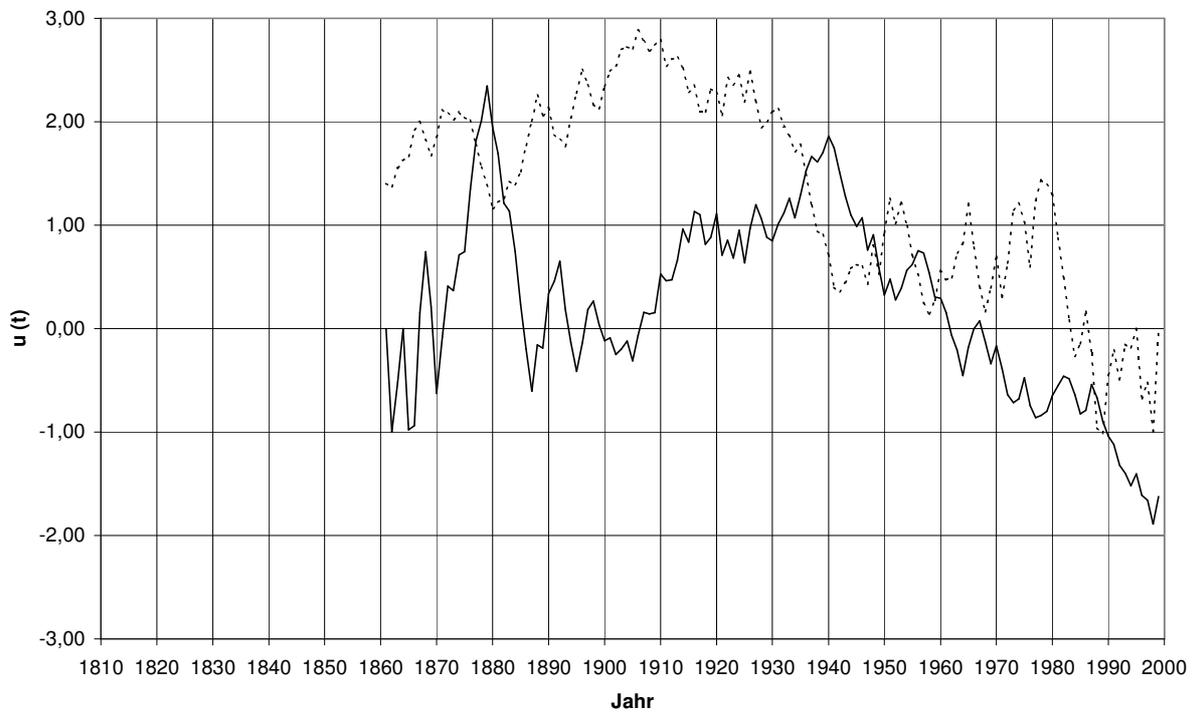


Abb. 2: Sneyers-Test Bodenseewasserstände 1861-1999

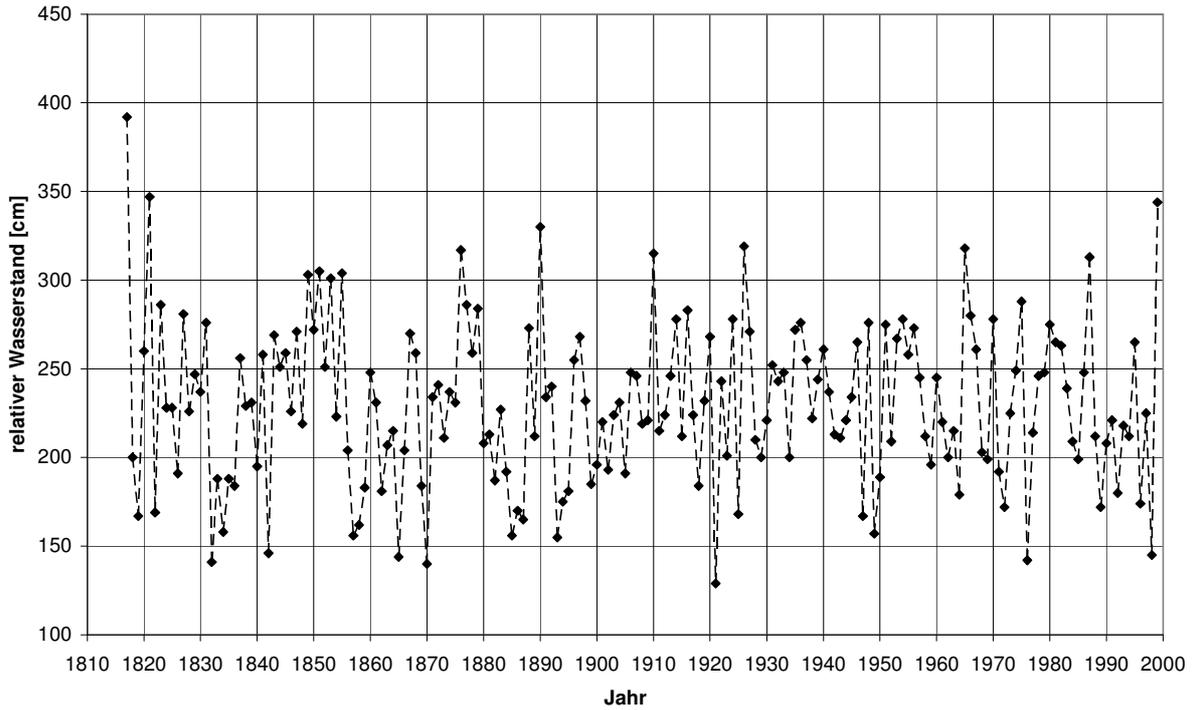


Abb. 3: Bodensee-Jahreshöchstwasserstände 1817-1999 (bereinigte Daten)

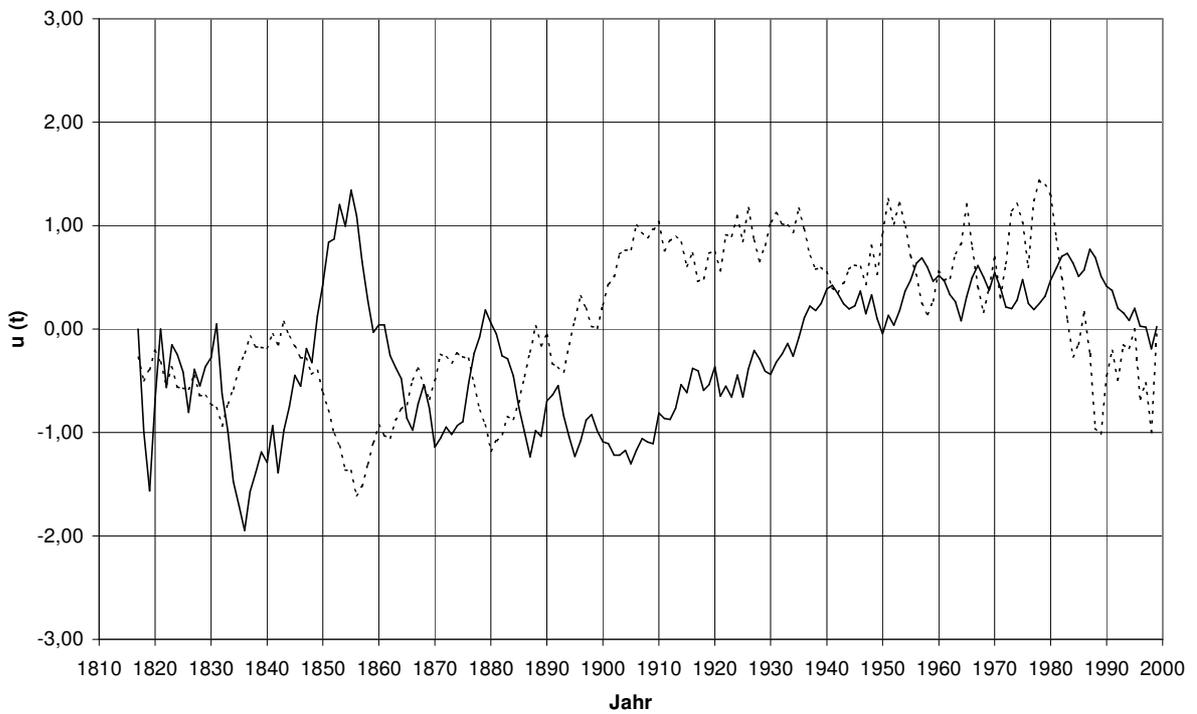


Abb. 4: Sneyers-Test Bodenseewasserstände 1817-1999 (bereinigte Daten)

Mit dem nochmals durchgeführten Sneyers-Test konnte die ursprünglich identifizierte Inhomogenität mit den korrigierten Daten nicht mehr festgestellt werden, weder in der Datenreihe ab 1817, noch in jener ab 1861 (siehe Abb. 4).

Im Detail ist die Reihe der Jahreshöchstwasserstände in den Jahren 1830-1910 und 1935-1985 durch kürzere, über jeweils ca. 5-10 Jahre dauernde, Trends gekennzeichnet, die in ihrer Richtung immer wieder umkehren und sich in ihrer Größe ausgleichen. Insgesamt ist über den gesamten Zeitraum kein signifikanter Trend feststellbar, daher können die Daten einer extremwertstatistischen Berechnung unterzogen werden.

4. Extremwertstatistische Berechnung

Die Wahl der theoretischen Verteilungsfunktion wurde in erster Linie optisch, anhand des Frequenzdiagrammes (Abb. 5) vorgenommen. Ein nachträglich durchgeführter, statistischer Test bestätigte, dass sich die 2 parametrische log. Normalverteilung und die 3 parametrische logarithmische Normalverteilung mit vorgewählter Irrtumswahrscheinlichkeit (5%) anpassen lassen.

Von der Landesanstalt für Umweltschutz Baden Württemberg wird die 3 parametrische logarithmische Normalverteilung zur Festlegung der charakteristischen Hochwasserwerte am Bodensee verwendet. Dagegen ist nichts einzuwenden, solange man sich auf Angaben bis zu einem HW_{100} beschränkt.

Betrachtet man das Frequenzdiagramm, so ist ersichtlich, dass der höchste Wasserstand mit 392 cm im Jahr 1817 gemessen wurde und relativ stark von der theoretischen Verteilungsfunktion (3 par. log. Normalverteilung) abweicht. Diese Tatsache kann entweder damit erklärt werden, dass dieser historische Wert, aufgrund der nicht mehr ausreichend genau recherchierbaren, gewässerbaulichen Situation des Sees, ungenau gemessen bzw. korrigiert werden konnte, oder diese seltenen, extremen Ereignisse können nur mit einer anderen Verteilungsfunktion beschrieben werden.

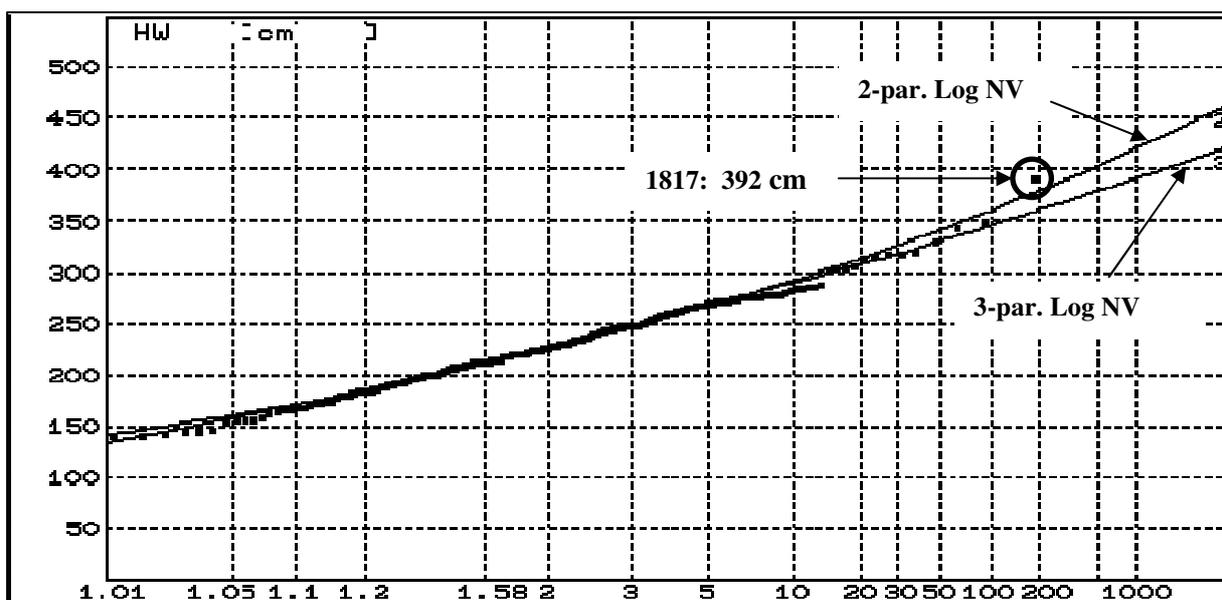


Abb. 5: Frequenzdiagramm der HW_j - Reihe 1817 bis 1999

Mit der 3-parametrischen log. Normalverteilung ergeben sich die in der folgenden Tabelle angeführten HW – Werte für ausgewählte Wiederkehrintervalle (Tn) in Jahren.

Tn	HW	HW	HW oG	HW uG
[Jahre]	[cm]	[m.ü.Adria]	[cm]	[cm]
10	289	397,26	296	283
20	308	397,45	316	301
30	319	397,56	327	310
50	331	397,68	340	321
100	346	397,83	357	336

Tab.: Ergebnis der extremwertstatistischen Berechnung
(HW oG: obere Grenze; HW uG: untere Grenze);

Aufgrund dieser Berechnungen kann angenommen werden, dass dem Ereignis im Mai 1999 (Höchstwert 344 cm) ein Wiederkehrintervall von 100 Jahren zuzuordnen ist und daher als ein 100 – jährliches Hochwasserereignis bezeichnet werden kann.

Literatur und Datenquelle:

CEHAK, K.: On flood probabilities of east alpine rivers. Journal of Hydrology, 20; 1973.

NOBILIS, F.: Statistische Untersuchungen zur Frage des vermutlich größten Niederschlages (PMP); Bericht über das Forschungsprojekt Nr. 46 im Rahmen der Hydrologie Österreichs bei der Österreichischen Akademie der Wissenschaften; 1990.

SNEYERS, R.: Sur l'analyse statistique des séries d'observations; Organisation Météorologique Mondial, Note Technique Nr. 143; 1975.

Die extremwertstatistische Berechnung wurde mit dem Programm Unistat (hydroconsult – Sackl / Graz; Version 4.0, 1993) durchgeführt.

Die Daten des Hochwasserkollektives wurden vom AMT DER VORARLBERGER LANDESREGIERUNG - ABTEILUNG VII d Hydrographischer Dienst (Ing. Ralf Grabher) erstellt und aufbereitet.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.Ing. Petra Lalk
Dipl.Ing. Reinhold Godina

Hydrographisches Zentralbüro
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
Marxergasse 2
A-1030 WIEN

BERICHTE UND MITTEILUNGEN

Hochwasserereignisse im Mai und Juni 1999 in Vorarlberg

Floods in spring 1999 in Vorarlberg

Zusammenfassung:

Im Mai 1999 traten in Vorarlberg zwei extreme Hochwasserereignisse auf. Beim zweiten (größeren) Ereignis wurden an einigen Stationen die höchsten Niederschläge seit Messbeginn registriert. An der Bregenzerach wurde ein hundertjährliches Hochwasser verzeichnet. Die extremen Niederschläge führten gemeinsam mit dem Schmelzwasser der großen Schneemengen des Winters 1998/1999 zu einem Hochwasser am Bodensee, welches zu einem so frühen Zeitpunkt im Jahr bisher noch nicht beobachtet wurde.

1. Allgemeines

Der Herbst 1998 war sehr niederschlagsreich. Im Winter 1998/1999 fielen insbesondere im Februar überdurchschnittliche Schneemengen. Auch der April 1999 war sehr feucht. Für die Bildung von Hochwasser waren daher im Mai 1999 ideale Bedingungen gegeben.

2. Wetterlage, Witterung

Beim ersten intensiven Niederschlagsblock von 10. bis 14. Mai wurden stellenweise Niederschlagssummen bis zu 150 mm innert 2 Tagen gemessen. Vor dem 2. „Extremereignis“ war es von 16. bis 18. Mai unter Hochdruckeinfluss mit föhnigen Temperaturen bis 27 °C recht sonnig. Ab 19. Mai zog von Südfrankreich ein Tiefdruckgebiet mit feuchter warmer Mittelmeerluft südlich der Alpen entlang. Dieses Tief verwirbelte sich zu einer Spirale und vermischte sich mit der nördlich der Alpen gelegenen, kühleren Luftmasse. Da die Wolkenspirale ständig von Norden gegen die Alpen gepresst wurde, verstärkte sich die Regenbildung. Die Niederschlagssumme von 19. bis 22. Mai hat vielerorts über 300 mm betragen, wobei am Freitag den 21. Mai Tagesniederschläge bis zu 250 mm aufgetreten sind und in manchen Gebieten die höchsten Regenmengen, seit Messbeginn gemessen wurden. Die höchsten Tagesmengen wurden in Thüringerberg mit **251,0 mm**, Schönenbach mit **236,0 mm**, Innerlaterns mit **223,3 mm** (Tagesmaxima seit 1895, am 14.06.1910 bei 223,1 mm), und in Thüringen mit **193,7 mm** (Tagesmaxima seit 1895, am 14.06.1910 bei 146,5 mm) gemessen. Statistisch gesehen treten diese Tagesniederschlagswerte alle **100 Jahre** und darüber auf! Die Niederschläge einiger Messstationen in Vorarlberg im Mai 1999 können der Tabelle 1 entnommen werden.

Im Mai 1999 wurden in Vorarlberg Niederschläge von 150 bis 630 mm gemessen und entsprechen 150 bis 350 % der durchschnittlichen Niederschlagshöhe der Jahresreihe 1961 bis 1990. Bei einigen Niederschlagsmessstationen wurde die bisher beobachtete maximale Monatssumme der Niederschläge im Mai 1999

übertroffen. Einige Stationen mit Monatssummen der Niederschläge können der Tabelle 2 entnommen werden.

	Schönenbach	Schoppernau	Egg	Thüringerberg	Nenzinger Himmel	Innerlaterns	Lustenau	Bregenz
Höhe müA.	1040	835	670	960	1300	1040	404	443
Datum								
1	1,7	4,0	1,5	3,4	3,9	3,0	4,0	
2								
3								
4			0,1	0,1				
5	8,0	5,9	10,9	18,8	5,6	24,2	3,0	9,4
6	6,1	3,5	3,8	2,3	1,4	3,4	6,6	3,8
7			0,1	0,0				0,4
8	31,6	19,0	17,2	19,6	14,4	16,2	16,3	24,6
9								
10	8,3	7,2	14,4	3,8	1,8	6,1	5,9	12,5
11	72,0	45,9	68,0	41,3	28,6	39,5	39,0	48,5
12	88,8	68,3	92,2	57,0	41,3	72,7	71,8	57,2
13	22,5	16,9	22,2	17,1	12,8	17,6	19,8	22,4
14	18,8	11,3	16,2	11,2	7,3	9,8	14,1	14,2
15	3,9	3,8	2,0	2,0	2,8	0,7	0,3	0,2
16								
17				0,1				
18				0,0			0,2	
19	2,0	1,5	7,5	7,1	10,7	13,3	3,9	3,0
20	58,5	52,1	24,3	50,5	23,6	43,9	11,3	22,2
21	236,0	197,4	141,7	251,0	184,8	223,3	58,0	86,5
22	46,2	44,9	32,7	32,7	5,8	29,6	18,5	25,0
23				0,1				
24								
25	10,0	5,6	1,5	2,6	def.	2,6	3,3	4,1
26								
27								
28				18,0				
29								
30				0,0				
31	13,4	7,7	5,3	5,7	def.	20,5	0,2	3,6
Summe	627,8	495,0	461,6	544,4	344,8	526,4	276,2	337,6
Mai 61-90	218	158	170	----	----	150	128	166
% zu NZ.	288	313	272	----	----	351	216	203
Seit Messbeginn:	1955	1927	1895	1988	1998	1895	1931	1893
Tagesmaxima	115,5	195	117,2	125,2	----	223,1	125,3	173,7
Datum	28.8.1995	30.5.1940	29.5.1940	22.12.1991	----	14.6.1910	15.7.1934	17.7.1968

Tab. 1: Niederschlagswerte einiger Messstationen in Vorarlberg vom Mai 1999

Messstation	Monatssummen der Niederschläge					
	Mai 99	NZ Mai 61-90	Vh	bisheriges Monatsmaximum		Beobachtet seit
	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	Monat, Jahr	
Thüringen	385,1	123	313	319	Juli 36	1895
Thüringerberg	544,4			381	August 95	1988
Schönenbach	627,8	218	288	556	August 95	1955
Schoppernau	495,0	158	313	505	August 95	1927
Egg	461,6	170	272	440	August 95	1895
Alberschwende	478,0	171	280	459	Juli 93	1983
Innerlaterns	526,4	150	351	462	Juli 54	1895
Lustenau	276,3	128	216	309	Juli 66	1923
Bregenz	337,6	166	203	475	August 70	1893

Tabelle 2: Monatssummen der Niederschläge einiger Messstationen in Vorarlberg

Für die Niederschlagsmessstation Bregenz und Damüls wurden in Abbildung 1 bis 2 die Monatssummen der Niederschläge des Jahres 1999 und die durchschnittlichen Monatssummen der Jahre 1961 bis 1990 dargestellt. Daraus ist gut ersichtlich, dass in den Monaten Februar und Mai des Jahres 1999 die Niederschlagssummen weit über dem Durchschnitt lagen.

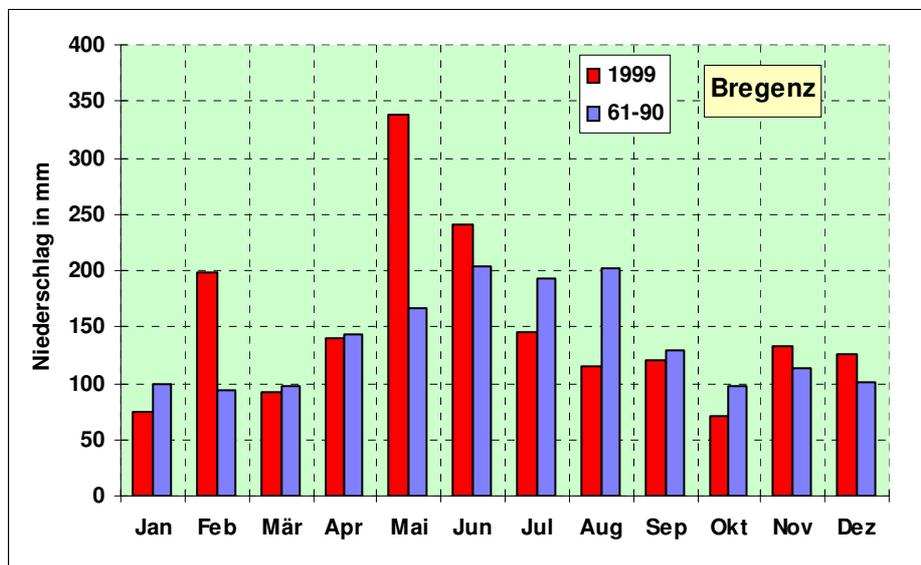


Abb. 1: Monatssummen der Niederschläge in Bregenz Jänner bis Dezember 1999 und Durchschnitt 1961-1990

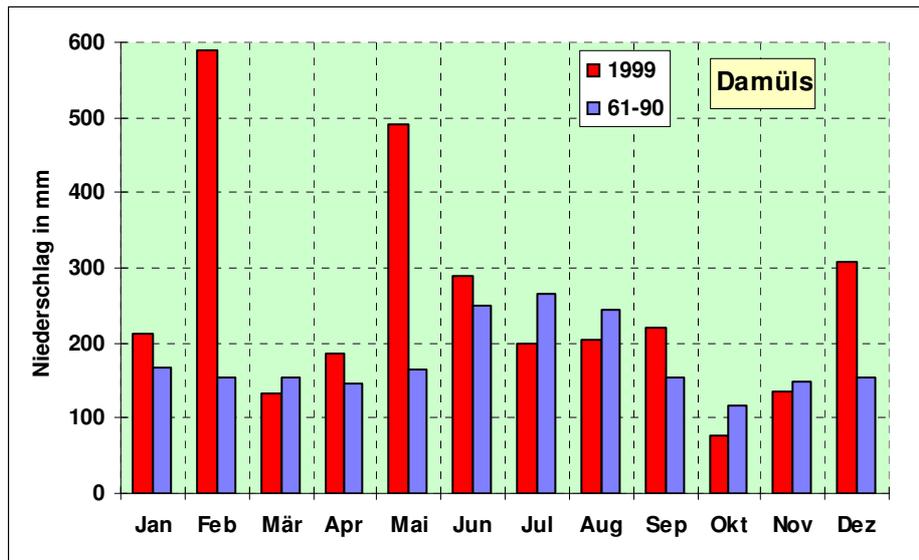


Abb. 2: Monatssummen der Niederschläge in Damüls Jänner bis Dezember 1999 und Durchschnitt 1961 – 1990

3. Abfluss

Der bereits stark gesättigte Boden konnte kaum Wasser aufnehmen. Die Folge waren Abflussmengen mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von zum Teil über 100 Jahren, sowie großräumige Überschwemmungen! Bei einigen Flüssen traten die höchsten Abflussmengen seit Messbeginn auf. Im ganzen Land wurden viele Ortschaften von verheerenden Muren und Erdrutschen betroffen, Brücken zerstört, Evakuierungen mussten vorgenommen, sowie Bahnlinien gesperrt werden. Mit dem Anstieg des Bodensees an die Höchstwerte in diesem Jahrhundert wurde die Innenstadt in Bregenz sowie große Wohngebiete in Hard überflutet. Zur Erhöhung der Dammkrone wurde der Polderdamm von Fußbach bis Gaißau auf einer Länge von 6500 m mit Sandsäcken erhöht.

An der Bregenzerach, dem zweitgrößten Bodenseezubringer, traten am 13. und 21. gleich zwei, noch nie gemessene Hochwasserspitzen von **970 m³/s** (entspricht einem **40-jährlichen Ereignis!**), und **1090 m³/s** (entspricht einem **100-jährlichen Hochwasserereignis!**) auf! Der höchste bisher gemessener Abfluss seit 1951 wurde am 10.06.1965 mit 910 m³/s verzeichnet.

Die Hochwasserabflussspitze am Rhein erreichte **1800 m³/s**, was einem 5-jährlichen Hochwasser entspricht. Hier wirkte sich die Schneefallgrenze, die knapp unter 2000 m lag, dämpfend auf die Hochwasserspitze aus. Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes des Alpenrheins liegt bei 1800 m.

Weiters traten an der Leiblach und an der Frutz, **50** bzw. **100-jährliche** Hochwasserspitzen auf.

Auch aus dem benachbarten Allgäu und Oberschwaben wurden an der Unteren und Oberen Argen 30- bzw. 100-jährliche Hochwasserereignisse gemeldet.

Die Abflussspitzen der Hochwasserereignisse und deren Jährlichkeit an einigen Vorflutern in Vorarlberg während der Hochwässer im Mai können Tabelle 3 entnommen werden. Die Jährlichkeiten wurden aus den Hochwasserkollektiven der

Jahre 1951 – 1996 entnommen. Teilweise standen nur kürzere Zeitreihen zur Verfügung.

Abflüsse in m³/s	HW-Spitze in m³/s	Datum	Jährlichkeit	HW-Spitze in m³/s	Datum	Jährlichkeit
Lustenau - Rhein	1300	13.5.	HQ ₂	1800	22.5.	HQ ₅
Gisingen - Ill	340	12.5.	HQ ₂₋₃	570	22.5.	HQ ₃₀
Klösterle - Alfenz	19,0	13.5.	HQ ₂	13,0	22.5.	HQ ₁
Laterns - Frutz	70,0	13.5.	HQ ₃₀	130	21.5.	> HQ ₁₀₀
Kennelbach - Bregenzerach	970	13.5.	HQ ₄₀	1100	21.5.	HQ ₁₀₀
Mellau - Bregenzerach	230	12.5.	HQ ₁₅	370	22.5.	> HQ ₁₀₀
Au - Bregenzerach	133	12.5.	HQ ₁₀	180	22.5.	HQ ₁₀₀
Thal - Rotach	101	12.5.	HQ ₂	145	21.5.	HQ ₁₀
Lauterach - Dornbirnerach	140	13.5.	HQ ₅	210	22.5.	HQ ₁₅
Lustenau - Rheintalinnenkanal	40,0	13.5.	HQ ₅	45,0	22.5.	HQ ₅₋₁₀
Schwarzach - Schwarzach	35,0	13.5.	HQ ₅₋₁₀	53,6	21.5.	HQ ₂₅
Unterhochsteg - Leiblach	120	12.5.	HQ ₅₀	95,0	21.5.	HQ ₂₀
Lech - Lech	90,0	12.5.	HQ ₃₀	76,0	22.5.	HQ ₁₀

Tab. 3: Abflusswerte der Hochwasserspitzen im Mai 1999

Die **Abflussfrachten** der Oberflächengewässer lagen im Mai bei **200 bis 400 %** gegenüber dem langjährigen Mittelwert. An der Bregenzerach, Ill, Dornbirnerach, Leiblach aber auch in deren Nebengewässern erreichten die Abflussfrachten Werte, die schon seit mehreren Jahrzehnten nicht mehr auftraten.

Am Rhein ist im Mai ein mittlerer Abfluss von **730 m³/s** (langjähriges Mittel 357 m³/s) aufgetreten. An der Bregenzerach lag der mittlere Monatsabfluss bei **190 m³/s**, (langjähriges Mittel 82,7 m³/s), an der Ill bei **216 m³/s** (langjähriges Mittel 103 m³/s) und an der Dornbirnerach bei **29,4 m³/s** (langjähriges Mittel 8,10 m³/s).

4. Bodensee

Ende April 1999 lag der Wasserstand des Bodensees beim Pegel Bregenz bei 125 cm und somit 13 cm über dem Mittelwert von 112 cm der Jahresreihe 1864 bis 1996. Durch das Hochwasserereignis zu Christi Himmelfahrt stieg der Wasserstand des Bodensees innerhalb von fünf Tagen (vom 11. Mai bis 16. Mai 1999) um beinahe einen Meter (96 cm von Pegelstand 173 cm auf 269 cm), und von 21. bis 23. konnte innert 48 Stunden ein Anstieg von **60 cm** festgestellt werden! Bis zum Pfingstsonntag den 23. Mai stieg der Wasserstand auf 343 cm (397,80 müA).

Durch die zu dieser Jahreszeit übliche Schneeschmelze führte der Rhein Ende Mai und Anfang Juni eine Wasserführung von mindestens 700 m³/sec. Dem Bodensee flossen ca 1000 m³/s über einen längeren Zeitraum zu. Von der Landesanstalt für Umweltschutz von Baden-Württemberg wurde beim Wasserstand von 397,77 müA eine Abflussmessung im Seerhein in Konstanz durchgeführt. Dabei wurde ein Abfluss aus dem Obersee von 1.080 m³/sec festgestellt. Im Obersee des Bodensees mit einer Wasserfläche von ca 470 km² konnte der Wasserstand daher nur gering fallen. Durch weitere Niederschläge im Juni stieg der Pegelstand am 9. Juni beim **Pegel Bregenz auf 344 cm (397,81 müA; Bregenzer Schifffahrtspegel 586 cm)**. Vom 13. Mai bis 13. Juni 1999 wurden die höchsten Wasserstände zu dieser Jahreszeit seit Beginn der täglichen Beobachtung am Pegel Bregenz im Jahre 1864 beobachtet.

Pegel, Gewässer	Einzugsgebiet [km ²]	
	beim Pegel	bei der Mündung in den See
Lustenau, Rhein	6 110	6 111
Kennelbach, Bregenzerach	826	835
Bregenz, Bodensee (Obersee)	10 907	

Tab. 4: Einzugsgebietgröße des Bodensees und der beiden wichtigsten Zuflüsse

Ein deutliches Absinken des Wasserstandes im Bodensee konnte erst ab dem 12. Juni 1999 verzeichnet werden. Durch den Rückgang der Wasserführung des Alpenrheins auf unter 600 m³/s sank der Bodenseewasserstand nach dem 12. Juni 1999 zumeist um 5 cm pro Tag.

Der Wasserstandsverlauf des Bodensees im Jahre 1999 und die in den Jahren 1894 bis 1996 beobachteten minimalen, maximalen und durchschnittlichen Tageswerte können der Abbildung 3 entnommen werden. In der Abbildung 4 sind die Wasserstandsganglinie des Bodensees und der beiden größten Zubringer (Rhein und Bregenzerache) für den Zeitraum 30.4. bis 18. 6. 1999 dargestellt. In der Abbildung 5 sind die Durchflussganglinien der Bodenseezubringer Rhein, Bregenzerach und Dornbinerach sowie die Wasserstandsganglinie des Bodensee dargestellt.

Diesem Bericht sind einige Fotos, die die extremen Wasserstandsverhältnisse im Bereich der Stadt Bregenz dokumentieren, angeschlossen.

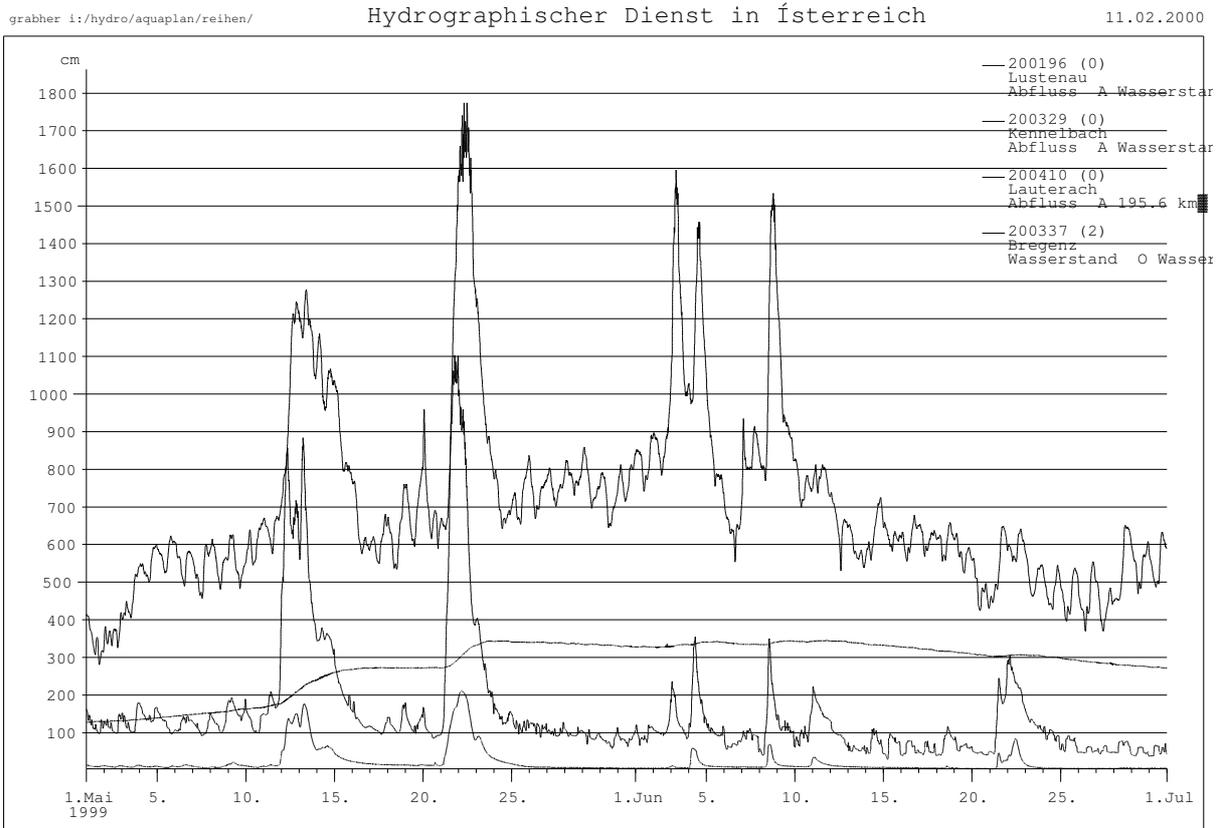


Abb. 5: Durchflussganglinie Pegel Lustenau (Rhein), Kennelbach (Bregenzerach), Lauterach (Dornbirnerach) und Wasserstandsganglinie Bodensee

Verstärkt wurde die Hochwassersituation am Bodensee dadurch, dass ein schneereicher Winter vorangegangen war. Das Monatsmittel der Gesamtschneehöhe lag im Mai 1999 zum Beispiel in Zürs auf einer Absoluthöhe von 1720 müA mit **95 cm**, ca. **40 cm** über den 30-jährlichen Mittelwerten. Die Schneedecke fiel Anfang Mai von 175 cm kontinuierlich um ca. 5 cm/Tag und aperte Ende Mai aus.

Der Verlauf der Schneelage im Winter 1998/99 im Vergleich mit langjährigen Maximum- Minimum- und Mittelwerten kann der Abbildung 6 entnommen werden. Der Wasserstand des Bodensees erreichte auf Grund der beiden Hochwasserereignisse im Mai 1999 und der Schneeschmelze, einen der höchsten in diesem Jahrhundert verzeichneten Wert. Etwas höhere Wasserstände am Bodensee traten in den Jahren 1910 und 1926 auf. Im September 1890 wurde der Wert um 15 cm übertroffen. Der Wasserstand beim Hochwasserereignis am **28.06.1965** lag bei **397,55 müA.**, und am **29.07.1987** bei **397,50 müA.**

Durch Profileintiefungen des Auslaufes des Obersees in Konstanz sind die Hochwasserstände seit den Vierzigerjahren dieses Jahrhunderts um 22 cm gegenüber den früheren Hochwasserständen abgesenkt. Durch die Veränderungen im Konstanzer Auslaufbereich sind daher diese älteren Wasserstände an die heutigen Verhältnisse anzupassen bzw zu homogenisieren. Auf Grund der Anpassung und Angleichung übertrifft das Ereignis von 1999 den

Höchstwasserstand von September 1890 und wird zum **dritthöchsten** beobachteten Wasserstand seit 1817.

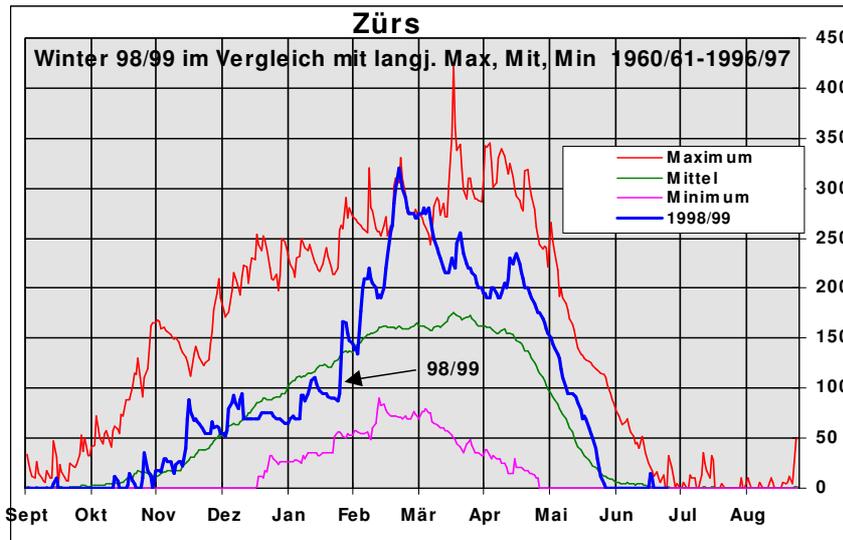


Abb. 6: Schneehöhen in Zürs

Der Hochwasserstand 1999 wurde seit 1817 nur von den historischen Höchstständen im Juli 1817 und August 1821 übertroffen. Übertroffen wurde der Hochwasserstand 1999 des Bodensees ebenfalls durch die historischen Hochwasserstände der Jahre 1566 und 1817. Auch in diesen beiden Jahren gab es schneereiche Winter und überdurchschnittliche Niederschläge im Sommerhalbjahr. Allerdings ist jedoch zu beachten, dass diese historischen Höchstwasserstände nicht unmittelbar miteinander verglichen werden können.

5. Grundwasserstände

Extrem reagierten im Monat Mai 1999 auch die Grundwasserstände in Vorarlberg. Die Anstiege waren zum Teil sehr deutlich und betrug, je nach Charakter des Grundwasserfeldes, bis zu mehreren Metern. Der Grundwasserspiegel in Feldkirch-Altenstadt beim Pegel 01.32.01 stieg von Anfang März bis Ende Mai um ca. 3 Meter an, in Stallehr beim Pegel 60.1.01 betrug dieser im gleichen Zeitraum beinahe 20 Meter. Im Nahbereich größerer Flüsse reagierten die Grundwasserstände, entsprechend der Wasserführung. Ansonsten war eine stete Zunahme bis in den Bereich der absolut höchsten Grundwasserstände zu beobachten.

Anschrift der Verfasser:

Ing. Ralf Grabher

Dipl. Ing. Clemens Mathis

Landeswasserbauamt Bregenz, Hydrographischer Dienst

Jahnstraße 13

6901 Bregenz



Pegel Bregenz Bodensee des HD Vorarlberg



Die Informationen im Schaukasten des Pegels in Bregenz waren sehr gefragt



Bei den Jahrhunderthochwässern 1566 und 1817 war der Wasserstand deutlich höher



Klein -Venedig in Bregenz



Inselstraße in Bregenz noch ohne Steg



Inselstraße in Bregenz mit Steg

Hochwasserereignisse des Jahres 1999 in Tirol

Zusammenfassung

Mit dem Mai begann die Hochwassertätigkeit in Tirol und wurde erst im Dezember mit nahe HQ1 an der Vils beendet.

Die ausserordentliche Niederschlagstätigkeit im Mai und im September führte zu teilweise extremen Hochwasserabflüssen im Nordalpenraum und in den inneralpinen, nach Norden entwässernden Einzugsgebieten.

Hochwasserereignisse mit einem Durchfluss mit einer Jährlichkeit von gleich bzw. grösser 1 traten an folgenden Gewässern auf:

12./13. Mai	Lech, Hornbach, Vils, Gurglbach, Sanna
21./22. Mai	Lech, Hornbach, Vils, Loisach, Gurglbach, Sanna, Brandenberger Ache, Windauer Ache, Kelchsauer Ache, Brixentaler Ache, Weissache, Sparchenbach, Jennbach, Walchentaler Bach, Aschauer Ache, Kitzbüheler Ache, Fieberbrunner Ache, Grossache, Leutascher Ache, Giessenbach, Isar
2./3. Juni	Lech, Sanna, Inn, Öztaler Ache
8. Juni	Sill
6. Juli	Öztaler Ache
13. Juli	Fieberbrunner Ache
10. August	Lech, Öztaler Ache
16./17. u. 20. August	Isel, Schwarzach
20./21. September	Rofenache, Gurgler Ache, Öztaler Ache, Ruetz, Sill, Inn
26. September	Lech
19. Dezember	Vils

Aus dieser Fülle von Ereignissen werden jene in den Monaten Mai und September 1999 näher beschrieben.

1. Hochwasserereignisse im Mai 1999

1.1 Witterungsübersicht

Wechselhaftes Wetter kennzeichnete den Monatsbeginn. Am 11. des Monats gelangten wiederholt Störungen bei westlicher Höhenströmung in unseren Raum. Die Niederschläge intensivierten sich zum 12. hin und bewirkten im westlichen Nordalpenraum (Ausserfern, Raum Arlberg) eine drastische Anhebung der Wasserstände.

Am 15. drehte die Höhenströmung über NW auf N und führte zu einer Abkühlung, wobei Gewitter und Schauer die Witterung dominierten.

Am 18. des Monats bewirkte kurzfristig Hochdruckeinfluss und Warmluftzufuhr aus dem Süden zunächst eine Wetterbesserung. Am 20. wanderte ein Höhentief über Österreich hinweg. Die nachfolgenden Störungsdurchgänge aus NW verursachten in Vorarlberg und Tirol weitere Niederschläge von aussergewöhnlicher Dauer mit Hochwasser besonders im westlichen Nordtirol.

Nach einem Kaltfrontdurchgang am 23. trat dann Wetterberuhigung ein. Bis zum Monatsende herrschte wechselhaftes Wetter mit Schauern und Gewittern bei steigenden Temperaturen.

1.2 Niederschlag

Mit dem abgelaufenen Mai verzeichnet dieses Jahr im Tiroler Nordalpenraum einen weiteren extrem niederschlagsreichen Monat, der den niederschlag- und lawinenreichen Februar zum Teil übertraf oder diesem zumindest gleichzustellen ist (vergl. Tabelle 1).

Die ergiebigsten Niederschläge ereigneten sich im westlichen Nordalpenraum mit Zentrum Außerfern. An mehreren Meßstellen wurden im Stau der Allgäuer Alpen wie Reuttener Hahnenkamm, Tannheim und Jungholz im Mai bis zu 500 l/m² an Niederschlag gemessen.

In abgeschwächter Form setzten sich diese hohen Regenmengen ostwärts entlang dem nördlichen Alpenbogen fort und blieben auch im Tiroler Unterland überdurchschnittlich hoch. Nordtirol südlich des Inn, vom Oberg'richt im Oberinntal ostwärts über Öztaler-Stubaier-Zillertaler-Tuxer und Kitzbüheler Alpen, war mit weniger als 200 l/m² am wenigsten stark überregnet.

In Osttirol verzeichnete das Pustertal von Sillian bis Lienz einschließlich Gailtal deutlich mehr Niederschlag als das Einzugsgebiet der Isel.

Außerfern entlang der Allgäuer Alpen und Tannheimer Berge	bis 400 %
Außerfern entlang der Lechtaler Alpen Raum Fernpaß, Mieminger Plateau bis zum Inntal	über 300 %
vom Karwendel übers Rofan, Sonnwendgebirge bis zu den Chiemgauer Alpen und Kaisergebirge	220 bis 270 %
Paznaun, Oberinntal, Kaunertal, Pitztal, Ötztal	bis 200 %
vom Wipptal über Tuxer Alpen, Zillertal und Kitzbüheler Alpen (bis Hochfilzen)	140 - 170 %
Osttiroler Pustertal, oberes Lesachtal	verbreitet 130 - 160 %
im Einzugsgebiet der Isel vom Felbertauern bis gegen Lienz	110 - 130 %

Tabelle 1: Regionale Verteilung der Niederschläge in Prozent vom Mittelwert 1981-95

In der Abbildung 1 wird die Niederschlagsverteilung vom 21. Mai 1999 an Hand von Isohyeten dargestellt. Dabei werden die Hauptniederschlagsgebiete im Außerfern, Kühtai und Pillerhöhe deutlich sichtbar. Die Niederschlagsverteilung wurde anhand von Rohdaten erstellt zum Zweck der raschen Information über die Niederschlagsschwerpunkte.

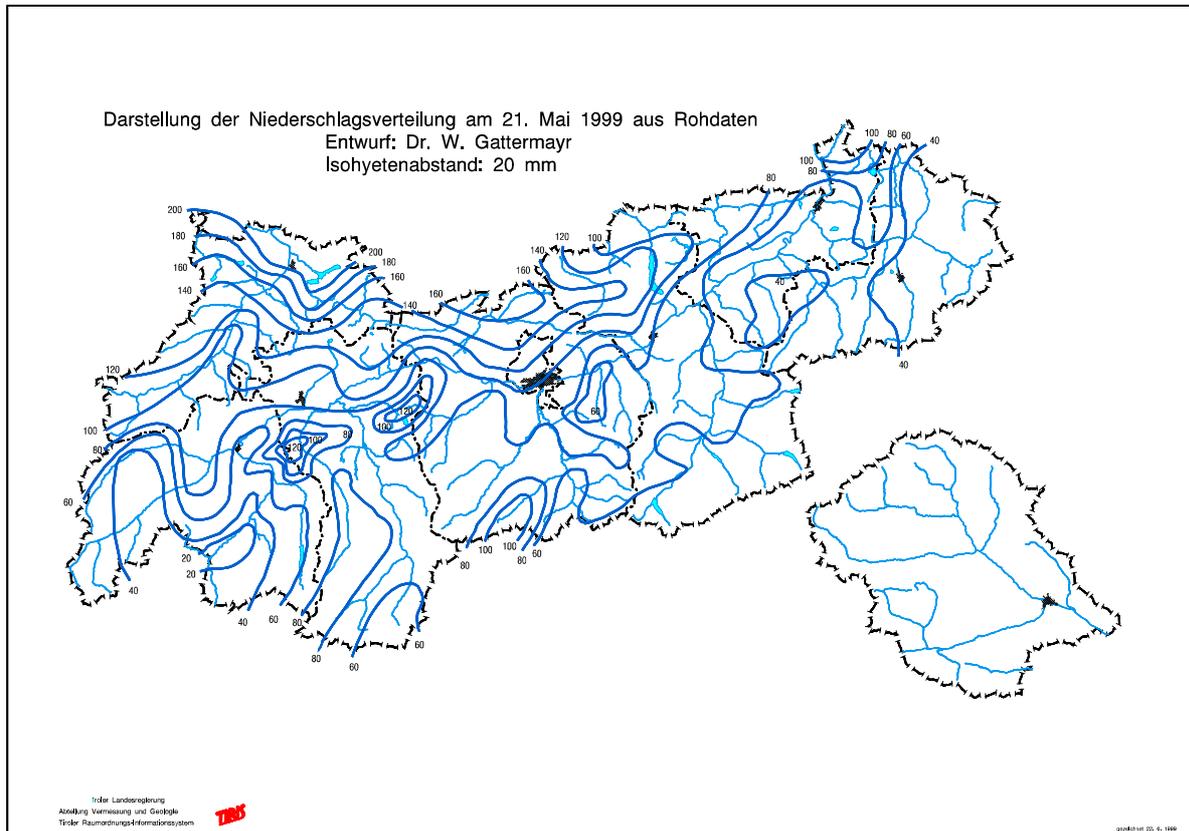


Abbildung 1: Niederschlagsverteilung vom 21. Mai, Nordtirol, Isohyetendarstellung, Abstand 20 mm

1.2.1 Zeitliche Verteilung

Während der westliche Nordalpenraum von 2 markanten Niederschlagsperioden betroffen war, nämlich am 11./12. Mai sowie vom 20. - 22. Mai, war für die übrigen Regionen Tirols nur der Niederschlag ab dem 20. d.M. bemerkenswert.

Das Niederschlagsmaximum lag jedoch eindeutig am 21. Mai !

An diesem Tag fielen an einigen Meßstellen im Außerfern bis zu 200 mm Niederschlag in Form von stundenlangem Dauerregen (Berwang 180 mm, Hahnenkamm bei Reutte 185 mm, Jungholz 191 mm, Reutte 212 mm).

Dieser extreme Tagesniederschlag war begleitet von Vor- und Nachregen mit jeweils 20 - 30 mm.

Die Zone mit mehr als 100 mm Tagesniederschlag (siehe Isohyetendarstellung Abbildung 1) erstreckte sich von Vorarlberg über das Lechtal, über Fernpaß -

Mieminger Plateau - Leutasch - Scharnitz bis zum Rofengebirge und führte dort zum Teil zu extremen Hochwasserabflüssen und zahlreichen Murgängen.

Bemerkenswert ist, dass die Anzahl der Niederschlagstage im Nordalpenraum kaum vom Mittelwert abweicht (verbreitet 100 - 110 %), die Niederschlagsmengen jedoch nahe am Vierfachen des Mittelwertes liegen.

Überdurchschnittlich viele Niederschlagstage mit bis zu 140 % weisen jedoch einige inneralpine Stationen wie Ried i.Oberinntal (131 %), Sölden (136 %), Lanersbach (144 %) auf, bei einem Übergenuß an Niederschlag von „nur“ 60 - 90 % gegenüber der mittleren Monatssumme für Mai.

1.2.2 Statistische Betrachtungen

An mehreren Meßstellen im Außerfern und im Bereich der östlich angrenzenden Gebirgsketten stellt der Tagesniederschlag vom 21. Mai 1999 den höchsten Meßwert seit Beobachtungsbeginn im letzten Jahrhundert dar. Die Wiederkehrwahrscheinlichkeit dieses Tagesniederschlages ist örtlich so gering, dass mit Wiederholungszeiten von weit über 100 Jahren gerechnet werden kann, wie es die folgenden Beispiele zeigen (siehe Tabelle 2).

Meßstelle	h _N (mm) am 21.5.1999	Bisher beobachteter größter Tagesniederschlag		Beobachtungsbeginn	bisher größte Monatssumme für Mai	
		H _N (mm)	Datum		h _N /Jahr	1999
Gramais	93,8	91,2	19.01.1910	1895	240/1930	276,1
Boden/Bschlabertal	110,5	91,5	10.06.1965	1957	204/1965	282,4
Namlos	126,0	117,3	02.08.1901	1900	260/1930	332
Forchach	135,6	104,0	20.01.1951	1895	256/1930	335
Reuttener Hahnenkamm	185,0	73,6	29.08.1995	1986		476
Berwang	180,2	123,0	10.06.1965	1895	297/1930	379,0
Reutte	212,5	131,5	10.06.1965	1895	286/1940	391,0
Tannheim	158,5	148,2	09.08.1970	1895	337/1964	479
Jungholz	190,6	78,3	14.02.1990	1980	215/1987	457
Seefeld	116,6	114,7	04.09.1922	1895	199/1933	
Leutasch	141,5	128,2	31.07.1977	1900	217/1933	282
Scharnitz	162,0	130,0	02.08.1901	1897	290/1940	289
Obsteig	124,9	83,3	08.07.1955	1880	174/1912	236

Tabelle 2: Niederschlagsmaxima einst und jetzt (Mai 1999)

Bei den Meßstellen im Tiroler Unterland verliert die Regenhöhe des 21. Mai rasch an Bedeutung, da sich das Niederschlagsgeschehen zunehmend auf den Zeitraum 20.-22. Mai ausdehnt. Dadurch wird der im westlichen Nordtirol auf den 21. Mai konzentrierte Starkregen in Richtung Unterland zunehmend auf 2 Tage (20. und 21.5.) etwa gleichmäßig aufgeteilt. Das bedingt, dass der 1-Tagesniederschlag von einem mehr als 100jährigen Ereignis im Nordwesten Tirols bei gleichzeitiger Abschwächung gegen Osten hin auf das 1- bis 5jährige 1-Tagesereignis abnimmt.

In Abbildung 2 wurde versucht, den 1-Tagesregen vom 21. Mai 1999 im Sinne der Wiederkehrwahrscheinlichkeit dieses Ereignisses mit Linien gleicher Jährlichkeit darzustellen. Die Linie „100“ verbindet alle Orte, an denen die Niederschlagshöhe vom 21. Mai 1999 ein 100jähriges Ereignis darstellt. Aus dieser Darstellung kann die regional unterschiedliche Betroffenheit von diesem 1-Tages-Niederschlag erkannt werden.

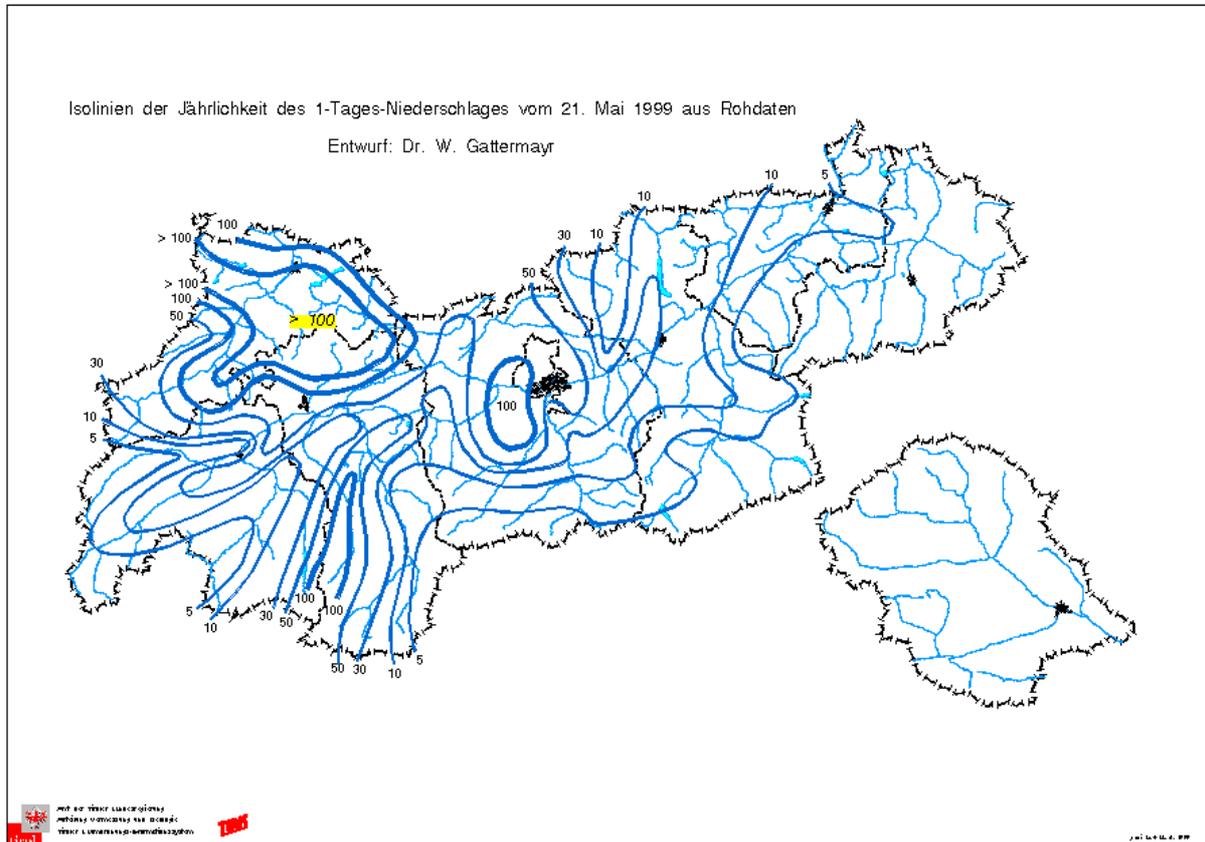


Abbildung 2: Isolinien der Jährlichkeit des 1-Tagesniederschlages vom 21. Mai 1999

In Summe wurden aber auch im Tiroler Unterland vom 20.-22. Mai verbreitet um 100 mm Niederschlag beobachtet.

Ein Vergleich der heurigen Niederschlagssummen bis einschließlich Mai zeigt, dass im laufenden Jahr bereits ein Überschuß von 50 - 100 % gegenüber dem mittleren Dargebot vorliegt.

Die an der Meßstelle Höfen im Lechtal gemessene Niederschlagsmenge beträgt nach den ersten 5 Monaten dieses Jahres 1077 l/m² gegenüber 556 l/m² im Durchschnitt, das bedeutet 194 % vom Mittelwert.

1.3 Lufttemperatur

Der Mai war tirolweit überdurchschnittlich warm. Mit wenigen Ausnahmen lagen die Tagesmittel der Lufttemperaturen über längere Zeiträume hinweg über der mittleren Temperaturkurve. Das Temperaturmaximum wurde gegen Monatsende erreicht.

Das anhaltend hohe Temperaturniveau wurde nur ab dem 14. und ab dem 19.d.M. jeweils für ein paar Tage unterbrochen. Das begünstigte ein Absinken der Schneefallgrenze vorübergehend auf rd. 1800 m. Der übertemperierte Mai hat dazu beigetragen, dass die Schneeschmelze voll eingesetzt und die Wasserreserven, die der vergangene Februar in der Schneedecke angelegt hatte, dem Abfluß zugeführt hat.

1.4 Abflußgeschehen

Aussergewöhnlich starke Niederschläge verbunden mit einsetzender Schneeschmelze führten an den Fliessgewässern Nordtirols zu deutlich erhöhten Monatsmitteln der Abflüsse.

Das überdurchschnittliche Temperaturniveau in diesem Monat begünstigte das Einsetzen der Schneeschmelze und die Ausbildung typischer sich aufschaukelnder Schmelzwassergänge in den Fliessgewässern.

Besonders im westlichen Nordalpenraum führte die Überlagerung hochwasserähnlicher Basisabflüsse mit Niederschlag nicht nur zu deutlich überhöhten Monatsmitteln der Abflüsse sondern auch zur Ausbildung von z.T. extremen Hochwasserscheiteln und zahlreichen Murgängen.

Besonders betroffen waren die Einzugsgebiete von Lech, Vils, Loisach, Leutascher Ache, Isar und die Gewässer bis zum Achenttal. Auch an den Seen des westlichen Nordalpenraumes kam es zu seltenen Hochwasserständen, wie beispielsweise am Plansee, Blindsee, Heiterwanger See und bei den nur sporadisch erscheinenden Seen des Seefelder Plateaus (Lottensee, Wildmoos-See).

1.4.1 Hochwasserereignis vom 12. / 13. Mai 1999

Im oberen Lechtal und im Einzugsgebiet der Vils führten Störungsdurchgänge aus West verbunden mit beachtlichen Niederschlägen zu einer drastischen Erhöhung der Abflüsse. Am oberen Lech wurden die höchsten Abflussspenden seit Aufzeichnungsbeginn registriert (Tabelle 3). Lechabwärts ebte die Hochwasserwelle ab und richtete nur geringen Sachschaden an. Somit lag die Jährlichkeit der Hochwasserdurchflüsse im unteren Lechtal deutlich unter dem 50jährigen Abflussereignis des Pegels Steeg.

Die Sanna hat den einjährigen Hochwasserscheitel gerade überschritten. Sie wurde besonders von der hochwasserführenden Rosanna aus dem Arlberggebiet gespeist.

Der schwach schmelzwasserführende Inn reagierte auf das Niederschlagsereignis gedämpft und erreichte um den 13./14. des Monats Pegelhöchststände, welche die Bezeichnung „Hochwasser“ allerdings nicht verdienen.

Hochwasserabflüsse am 12.5. / 13.5.1999							
Pegel	Gewässer	E wirks. [km ²]	Datum	HQ [m ³ /s]	q [l/s.km ²]	Jährlichkeit	HHQ [m ³ /s] seit:
Steeg	Lech	241,7	12.05.99	185	765	~50	1951: 171 am 17.06.1993
Vorderhornbach	Hornbach	64,0	12.05.99	52,0	813	<10	1975: 57,4 am 17.06.1982
Lechaschau	Lech	931,0	12.05.99	545	585	~25	1971: 481 am 15.10.1981
Vils	Vils	198,1	13.05.99	185	934	~30	1961: 200 am 10.08.1970
Ehrwald	Loisach	88,4	13.05.99	19,0	215	~2	1951: 63,0 am 10.08.1970
Nassereith	Gurglbach	78,3	13.05.99	11,0	140	<10	1981: 12,1 am 11.07.1995
Imst	Gurglbach	191,0	13.05.99	24,0	126		
Landeck	Sanna	563,4	12.05.99	129	229	<1	1971: 230 am 18.07.1975

Tabelle 3: Hochwasserabflüsse am 12. / 13. 5. 1999

1.4.2 Hochwasserereignis vom 21. / 22. Mai 1999

Am 21.5.1999 begannen im Tiroler Unterland die ersten Pegel auf die von Osten her einsetzenden Niederschläge zu reagieren.

Am Nachmittag des 21.5.1999 wurde an den Pegeln St. Johann i.T./Kitzbüheler Ache und Almdorf/Fieberbrunner Ache die Hochwassermeldemarke überschritten. Der gleichmäßige Anstieg der Wasserstände in Verbindung mit der niederschlagsträchtigen Wetterlage ließ Ärgstes befürchten.

Die Niederschläge intensivierten sich von Ost nach West fortschreitend. Im westlichen Nordalpenraum zeigten die Wasserstände der Pegel vorerst keine Reaktion.

Eine von Salzburg heranziehende Zone mit abgeschwächter Niederschlagstätigkeit führte am Nachmittag zu einer unerwarteten Dämpfung der Abflüsse im Tiroler Unterland. In der Folge pendelten die Wasserstände der Großachenzubringer wie Kitzbüheler und Fieberbrunner Ache etwas über dem 1jährlichen Hochwasserstand und führten während des weiteren Niederschlagsgeschehens zu keiner weiteren Verschärfung.

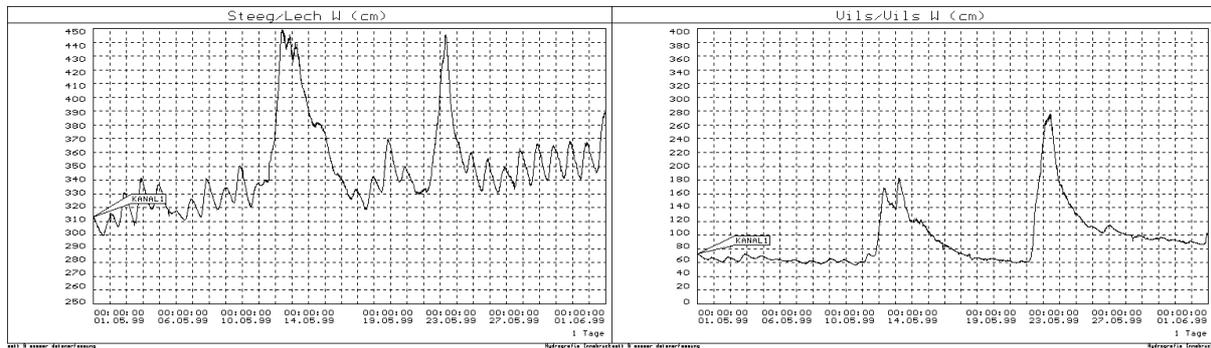
Gegen den späten Nachmittag hin setzten sich die starken Niederschläge gegen Westen fort und legten sich am nördlichen Alpenbogen an. Wie eine Woche zuvor (12/13.5.99) kam es zur Hochwasserbildung im mittleren und nordwestlichen Teil Tirols. Lech und Vils im Außerfern, Bezirk Reutte, erreichten in der Nacht zum Samstag ihre Scheitelwerte.

Der am Pegel Vils-Lände/Vils aufgezeichnete Hochwasserscheitel entspricht einem Spitzendurchfluss von 260 - 310 m³/s und liegt damit über einem 100jährlichen Ereignis.

Die am Pegel Steeg/Lech registrierte Hochwasserspitze entsprach einem 40jährlichen Abflussereignis, vergleichbar mit dem Scheitelwert vom 12. Mai (Abbildungen 3 und 4).

Aufgrund der starken Zuflüsse im Einzugsgebiet zwischen Steeg und Reutte steigerte sich der Durchfluss bis zum Pegel Lechaschau/Lech auf ein weit über 100jährliches Hochwasserereignis.

Erst in den späten Vormittagsstunden des Samstags, 22.5.1999, waren die Wasserstände an Lech und Vils eindeutig rückläufig.



Abbildungen 3 und 4: Wasserstandsganglinien von Lech und Vils

Die starken Zuflüsse aus Norden (Rosanna, Gurglbach, Kasbach, Stanser Bach, Brandenberger Ache) führten am Inn zu einer merklichen aber ungefährlichen Abflußreaktion. Im Tiroler Oberland westlich von Innsbruck näherten sich die Inn-Pegelstände der 1jährigen Hochwassermarke bis auf rd. 50 cm.

Im Tiroler Unterland blieben die Meldemarken der Innpegel in den Nachtstunden aufgrund der hochwasserführenden Sill (HQ1) nur 2-3 Dezimeter unterschritten.

In der Nacht wurde am Pegel Bruckhäusl/Brixentaler Ache ein Wasserstand gemeldet, der etwa einem 5-jährlichen Ereignis entspricht.

Das Osttiroler Gewässernetz war von dieser Hochwasserperiode so gut wie nicht betroffen.

Hochwasserabflüsse am 21.5. / 22.5.1999							
Pegel	Gewässer	E wirks. [km ²]	Datum	HQ [m ³ /s]	q [l/s.km ²]	Jährlichkeit	HHQ [m ³ /s] seit:
Steeg	Lech	241,7	22.05.99	179	741	~ 40	1951: 185 am 12.05.1999
Vorderhornbach	Hornbach	64,0	22.05.99	63,0	984	~ 20	1975: 57,4 am 17.06.1982
Lechaschau	Lech	931,0	22.05.99	814 *)	874	>100	1971: 545 am 12.05.1999
Vils	Vils	198,1	22.05.99	260-310 *)		>100	1961: 200 am 10.08.1970
Ehrwald	Loisach	88,4	22.05.99	53,0	600	~ 50	1951: 63,0 am 10.08.1970
Nassereith	Gurglbach	78,3	22.05.99	40,0	511		1981: 12,1 am 11.07.1995
Imst	Gurglbach	191,0	22.05.99	63,0	330		
Landeck	Sanna	563,4	21.05.99	119	211	2	1971: 230 am 18.07.1975
Mariathal	Brandenb. A.	272,6	21.05.99	245	899	~ 5	1976: 317 am 06.08.1985
Unterwindau	Windauer A.	82,1	21.05.99	40,0	487		1990: 84,9 am 09.07.1990
Hörbrunn	Kelchs. A.	134,5	21.05.99	45,0	335	~ 5	1971: 80,7 am 06.08.1985
Bruckhäusl	Brixent. A.	322,3	21.05.99	122	379	~ 5	1951: 240 am 29.07.1969
Kaiserwerk	Weißache	91,7	21.05.99	52,0	567	~ 20	1982: 93,4 am 03.08.1991
Kufstein	Sparchenb.	34,0	21.05.99	30,0	882		
Niederndorf	Jennbach	37,6	21.05.99	56,0	1489		
Rettenschöb	Walchent. B.	3,9	21.05.99	8,00	2051	~ 50	1984: 7,35 am 03.08.1991
Kitzbüchel	Kitzb. A.	153,0	21.05.99	50,0	327	2	1951: 101 am 06.08.1985

Hochwasserabflüsse am 21.5. / 22.5.1999							
Pegel	Gewässer	E wirks. [km ²]	Datum	HQ [m ³ /s]	q [l/s.km ²]	Jährlichkeit	HHQ [m ³ /s] seit:
Sperten	Aschauer A.	147,4	21.05.99	61,0	414	< 5	1961: 130 am 22.12.1991
St.Johann i.T.	Kitzb. A.	332,4	21.05.99	134	403	5	1951: 218 am 06.08.1985
Almdorf	Fieberbr. A.	165,3	21.05.99	57,0	345	2	1956: 221 am 26.06.1995
Kössen-Hütte	Großache	701,4	21.05.99	272	388	~ 5	1993: 374 am 26.06.1995
Klamm	Leutasch. A.	45,0	22.05.99	32 *)	711		1984: 13,3 am 20.08.1988
Scharnitz	Gießenbach	65,1	22.05.99	14,0	215		1986: 16,1 am 15.02.1990
Scharnitz	Isar	203,6	22.05.99	105	516	~100	1979: 57,2 am 14.06.1983

Tabelle 4: Hochwasserabflüsse am 21./22. 5. 1999; Anmerkung: Die mit *) gekennzeichneten HQ-Angaben sind noch nicht ausreichend abgesichert und stellen daher nur vorläufige Angaben dar.

Statistisch bemerkenswert ist der Umstand, dass sich z.B. am Pegel Steeg/Lech innerhalb von 10 Tagen ein 50- und ein 40jähriger Hochwasserscheitelabfluss ereigneten. Noch extremer war die Abfolge der Hochwasserspitzen am Lech in Reutte und an der unteren Vils (vergl. Tabellen 3 und 4).

2. Hochwasserereignis im September 1999

2.1 Witterungsübersicht

Bis zum 7. des Monats bestimmte ein kontinentales Tief mit Störungsausläufern das Wettergeschehen. Nachfolgender Hochdruckeinfluss bewirkte eine tagelange stabile Schönwetterperiode, welche zum 16. von Störungsdurchgängen bei SW-Strömung beendet wurde. Die Vorderseite eines Tiefdrucksystems über den Britischen Inseln bewirkte bei südlicher Strömung besonders in Osttirol beträchtliche Niederschlagsmengen. Die in die westliche Höhenströmung eingelagerte Kaltfront verursachte mit ihren intensiven Niederschlägen am 20. d. M. gefährliche Hochwasserentwicklungen im Ötztal und Stubaital.

Zunehmender Hochdruckeinfluss wurde bei auflebender SW-Strömung von erneuten Störungsdurchgängen (24.-26.) abgelöst. In der Folge bescherten Zwischenhocheinfluss und Störungsausläufer bis zum 28. d. M. einen wechselhaften Wettercharakter. Bei neuerlicher Drehung der Höhenströmung auf SW überquerten weitere Störungszonen unseren Raum.

2.2 Niederschlag

Im Monatsmonat war die Überregnung recht unterschiedlich. Größtenteils wurden die mittleren Niederschlagshöhen für September erreicht. Intensive Niederschläge führten zur Auslösung von Hochwasseralarm am 20.d.M. und begünstigten die Ausbildung von stark überhöhten Monatssummen vor allem in den unmittelbar nördlich des Alpenhauptkammes angrenzenden Bereichen.

Die regionale Verteilung der Niederschläge in % vom Mittelwert (1981-95) ist Tabelle 5 zu entnehmen:

westlicher Nordalpenraum(vom Außerfern über Karwendel und Rofan inkl. Raum Arlberg)	130 - 110
östlicher Nordalpenraum mit Sonnwendgebirge,Kaisergebirge, Chiemgauer Alpen einschl. Tiroler Unterland	110 - 80
Inntal mit allen Seitentälern vom Ober'gricht bis zum Ziller	190 - 140
Kitzbüheler Alpen von Gerlos bis Hochfilzen	120 - 90
Osttiroler Pustertal von Sillian bis Lienz	110 - 90
gesamtes Iselgebiet und Lienzer Becken	110 - 130

Tabelle 5: Regionale Verteilung der Niederschläge in % vom Mittelwert (1981-95)

2.2.1 Niederschlagsintensitäten

Am 20.d.M. führte eine in die südliche Höhenströmung eingebettete Luftmassengrenze zu intensiven Stau- und Aufgleitniederschlägen, wobei lokale Schauerzellen lt. Radarortung die Intensitäten noch verstärkt hatten.

Niederschlagsmaxima mit bis zu 100 mm wurden sowohl in Osttirol zwischen Karnischem Kamm und Lienzer Dolomiten beobachtet als auch unmittelbar nördlich des Alpenhauptkammes. Die größten Tagesniederschlagsmengen werden in Tabelle 6 für ausgewählte Stationen wiedergegeben.

<i>Station</i>	<i>größter Tagesniederschlag</i>	<i>Station</i>	<i>größter Tagesniederschlag</i>
Spiss	35,3 mm	Sillian	51,1 mm
Feichten	18,8 mm	Innevillgraten/Hochberg	41,1 mm
Plangeroß/Pitztal	33,3 mm	Kartitsch	71,2 mm
Sölden	45,1 mm	Anras	43,3 mm
Gries i. Sulztal	41,6 mm	Kerschbaumeralm	89,4 mm
Längenfeld	33,6 mm	Felbertauern-Südportal	32,2 mm
Obernberg a.Br.	94,4 mm	Hopfgarten i.Def.	44,3 mm
Innerschmirn	42,0 mm	Zettersfeld	54,0 mm
Navis	39,6 mm	Iselsberg/Penzelberg	73,8 mm
Matrei a.Br.	45,5 mm	Lienz	80,2 mm
Mutterbergalm	84,3 mm	Lavant/Deponie	99,1 mm
Schlegeis	67,0 mm	Nikolsdorf	74,9 mm
Lanersbach	33,2 mm	Obertilliach	81,8 mm

Tabelle 6: größter Tagesniederschlag am 20. September an ausgewählten Stationen

In Abbildung 5 ist der Niederschlagsverlauf am 20. September an der Meßstelle Kerschbaumeralm/Lienzer Dolomiten erkennbar.

Nach einem unbedeutenden Vorregen setzte ab 10.00 Uhr MEZ mäßiger Niederschlag mit stündlichen Intensitäten um 3 mm ein.

11 Stunden später, etwa ab 21.00 Uhr MEZ, intensivierte sich der Niederschlag deutlich. Zwischen 21.00 Uhr MEZ und 2.00 Uhr MEZ lagen die Intensitäten bei 10 mm/h.

Der anschließende Nachregen brachte in den Morgenstunden des 21. September zwischen 2.00 Uhr und 6.00 Uhr MEZ noch einen Zuwachs von insgesamt 4 mm.

Der Intensitätsverlauf bestätigt übrigens die mittels Radarortung erfaßten Schauerzellen (flach verlaufende Kurve in unterer Abbildung).

Im 1/4-Stunden-Raster ist um 23.37 Uhr MEZ die größte Intensität mit 6,74 mm/15 min erkennbar. Nach anschließender Abschwächung treten in Abständen von rd. 1½ Stunden weitere Intensitätspeaks auf, die jedoch unter 5 mm/15 min bleiben.

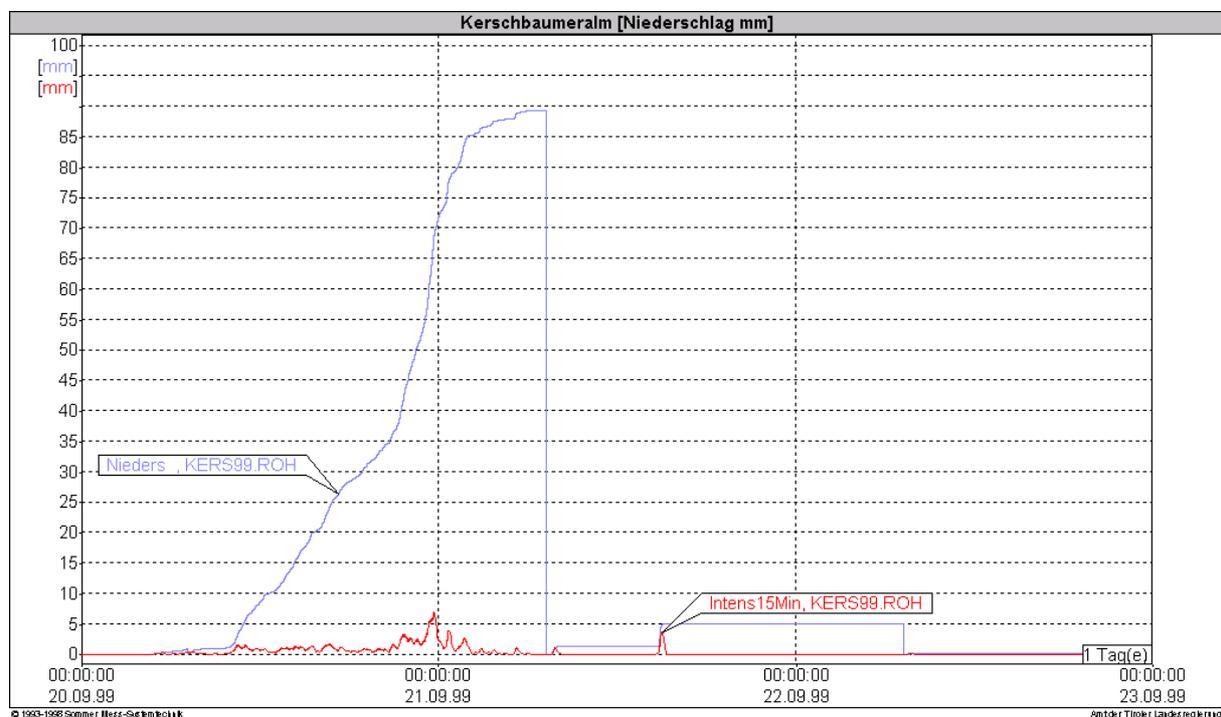


Abbildung 5: Niederschlagsverlauf Kerschbaumer Alm/Lienzer Dolomiten

Ein rasches Anschwellen der Flüsse mit drohender Hochwassergefahr besonders im Bereich der südlichen Innzubringer war die Folge dieser intensiven Niederschlagsfelder.

Im Inntal selbst und entlang des nördlichen Alpenbogens waren die Niederschlagsintensitäten weder an diesem 20. September noch im gesamten Berichtsmonat außergewöhnlich. Die Tagesniederschläge überschritten nur vereinzelt die 30 mm-Marke.

Ein Hinweis auf regional überdurchschnittliche Niederschlagsintensitäten ergibt sich auch im Vergleich der Niederschlagstage mit den Niederschlagsmengen. Während

die mittlere Zahl der Niederschlagstage nur um bis zu 25 % übertroffen wurde (Imst und Sölden 15 Tage statt 12) lagen dort die Niederschlagssummen um 80 und 56 % über dem Mittelwert. Ansonsten wich die Zahl der Niederschlagstage im September meist um weniger als + 20 % vom Mittelwert ab, häufig wurde der Mittelwert nicht weit verfehlt (+/- 10 %).

2.2.2 Zeitliche Verteilung der Niederschläge

Von 8. bis 15. September herrschte in ganz Tirol niederschlagsfreies Wetter.

Sowohl in Nord- als auch in Osttirol war die Niederschlagstätigkeit in der 2. Monatshälfte deutlich reger.

Besonders im Nordalpenraum weisen die Tage der 3. Dekade den meisten Niederschlag auf. Tagesmengen zwischen 15 und 25 mm wurden mehrmals hintereinander beobachtet.

In Osttirol trägt vor allem der 20.9. wesentlich zu einem normalen bzw. überdurchschnittlichen Niederschlagsangebot bei. Die längste zusammenhängende Niederschlagsperiode beginnt hier am 16.d.M. und endet meist mit dem Maximum am 20.d.M.

2.3 Lufttemperatur

Nach einem etwas zu kühlen Monatsbeginn bewegen sich die Tagesmittelwerte in der Folge fast nur noch über der mittleren Temperaturkurve. Extreme Abweichungen konnten nicht beobachtet werden.

Das andauernd überdurchschnittliche Temperaturniveau bewirkte im Berichtsmonat verbreitet zu hohe Monatsmittelwerte.

In Nordtirol liegen die Abweichungen teilweise über +2 °C, in Osttirol um +1 °C.

2.4 Abflußgeschehen

Bei leicht überdurchschnittlichen Beträgen im Westen nimmt die Wasserführung im östlichen Nordalpenraum auf 70 % der durchschnittlichen Menge ab.

Der Inn und seine Zubringer aus dem Alpenhauptkammbereich haben deutlich überhöhte Abflüsse aufzuweisen, wobei die mittlere Wasserführung der Öztaler Ache den mittleren Septemberabfluss um 50 % überschritt.

In Osttirol lag das Monatsmittel der Durchflüsse um etwa 20 % über dem Mittelwert des Vergleichszeitraumes.

Tirolweit weisen die Abflüsse bis Ende September überdurchschnittliche Frachten von 10 bis 40 % über dem Mittel für diesen Zeitraum auf.

2.4.1 Hochwasserereignis vom 20./21. September 1999

Am 20. d. M. verursachte ein kräftiger Südweststau mit Föhn an der Alpennordseite mehrstündige starke Niederschläge, die im südlichen Osttirol (Karnische Alpen, Lienzer Dolomiten, Gailtaler Alpen) und an der Nordabdachung des Alpenhauptkammes (Öztaler -, Stubaier-, Zillertaler Alpen) zu einer überraschenden Hochwassersituation geführt hatten (vergl. Tabelle 7).

Besonders betroffen waren das Einzugsgebiet der Gurgler Ache und das Stubaital mit der Ruetz.

In der Folge verursachten diese Hochwasserwellen auch talauswärts in der Öztaler Ache sowie in der Sill bedrohliche Hochwasserscheitel, die im Bereich der Jährlichkeit 100 liegen.

Bereits zu Mittag des 20. September wurde die Meldemarke in Oberried überschritten, und gegen Nachmittag zeichnete sich in Sölden eine dramatische Verschärfung der Hochwassersituation ab. Zu diesem Zeitpunkt (ca. 15.30 Uhr) lag bereits die Wasserführung in Längenfeld/Oberried im Bereich eines 5jährigen Ereignisses.

Diese Entwicklung war insoferne überraschend, als der erst im Juni wieder in Betrieb gegangene Pegel Vent/Rofenache mit autom. HW-Alarm und Datenfernübertragung bis dahin keinen auffälligen Wasserstand (Hochwasserführung) gemeldet hatte.

Ganz anders war das Abflußverhalten der Gurgler Ache, die bereits gegen 10.30 Uhr Hochwasser (HW1) zu führen begonnen hatte.

Zum Abend hin verlagerte sich das Niederschlagsfeld ostwärts über die Tuxer und zu den Zillertaler Alpen.

Daraufhin reagierte die Ruetz in Neustift (Pegel Krößbach) mit einer etwa 100-jährlichen HW-Spitze, während die Sill den Raum Matrei a.Br. (Pegel Puig) nur mit einer ca. 20jährigen Hochwasserspitze durchlief.

Nur auf diese unterschiedlichen Reaktionen von oberer Sill und Ruetz ist es zurückzuführen, dass die Sill in Innsbruck keine Schäden verursachte, zumal der Spitzendurchfluß beinahe einem 100jährigen Hochwasser entsprach.

Die Abflussspitzen am Inn verringerten sich in ihrer Jährlichkeit von ca. 5 im Oberlauf auf ca. Jährlichkeit 3 in Innsbruck und auf unter Jährlichkeit 1 in Jenbach.

Hochwasserabflüsse am 20./21.9.1999 nach vorläufiger Auswertung							
Pegel	Gewässer	E wirks. [km ²]	Datum	HQ [m ³ /s]	q [l/s.km ²]	Jährlichkeit	HHQ [m ³ /s] seit:
Vent	Rofenache	98,1	20.09.1999	53,0	540	5	1967: 109 am 25.08.1987
Obergurgl	Gurgler Ache	72,5	20.09.1999	104*)	1434	>100	1966: 87,4 am 25.08.1987
Oberried	Öztaler Ache	623,0	20.09.1999	332	533	100	1956: 451 am 24.08.1987
Tumpen	Öztaler Ache	759,7	20.09.1999	373	491	100	1951: 501 am 25.08.1987
Puig	Sill	341,8	20.09.1999	101	295	20	1951: 118 am 06.08.1985
Krößbach	Ruetz	127,5	20.09.1999	129	1012	~ 100	1991: 146 am 17.06.1991
Innsbruck	Sill	830,7	20.09.1999	316	380	<~100	1951: 358 am 06.08.1985
Prutz	Inn	2698,9	21.09.1999	500	185	>5	1951: 700 am 17.09.1960
Magerbach	Inn	4901,7	20.09.1999	871	178	>5	1951: 1150 am 17.09.1960

Hochwasserabflüsse am 20./21.9.1999 nach vorläufiger Auswertung							
Pegel	Gewässer	E wirks. [km ²]	Datum	HQ [m ³ /s]	q [l/s.km ²]	Jährlichkeit	HHQ [m ³ /s] seit:
Innsbruck	Inn	5651,9	21.09.1999	830	147	3	1951: 1159 am 06.08.1985
Jenb.-Rotholz	Inn	7285,2	21.09.1999	864	119	<1	1971: 1590 am 06.08.1985

Tabelle 7: Hochwasserabflüsse vom 20./21.9.1999; *) HW-Spitze ergänzt

In Osttirol reagierte die Wasserführung an der Isel auf das Niederschlagsgeschehen mit einer geringfügigen Überschreitung der Hochwassermeldemarken an den Pegeln. Die Wasserstände an der Drau blieben generell unter den einjährigen Hochwassermarken.

Anschrift der Verfasser:

Dr. Wolfgang Gattermayr
Mag. Klaus Niedertscheider
Abteilung VIh – Sachgebiet Hydrographie

Amt der Tiroler Landesregierung
Landesbaudirektion
Herrengasse 1/II
6010 Innsbruck

Hochwasserereignisse im Juli 1999 in der Steiermark

Zusammenfassung

In diesem Bericht werden die beiden Julihochwässer in der Steiermark überblicksmäßig beschrieben. Für jedes Ereignis wird die Wetterlage, die die Niederschlagstätigkeit auslöste, dargestellt, wobei der Niederschlagsverteilung anhand ausgewählter Regenmesser und des Wetterradars aufgezeigt wird. Im zweiten Teil werden die Hochwässer analysiert, wobei Ganglinien ausgewählter Pegel zusammen mit Tabellen, in denen die höchsten Wasserstände, der dazugehörige Abfluß und die jeweilige Jährlichkeit gezeigt werden.

1. Hochwasserereignis am 10./11. Juli 1999

1.1 Wetterlage und Niederschlagstätigkeit

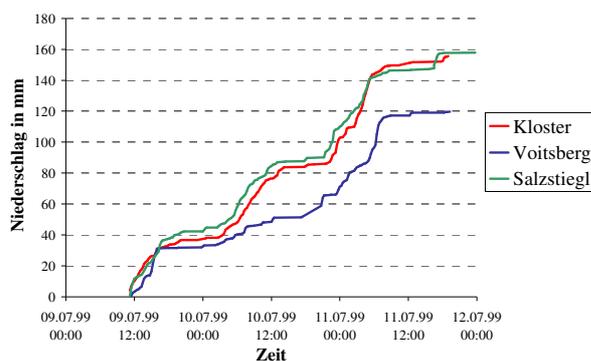


Abb. 1: Niederschlagssummenlinien ausgewählter Stationen der Weststeiermark vom 9.7. – 12.7.1999

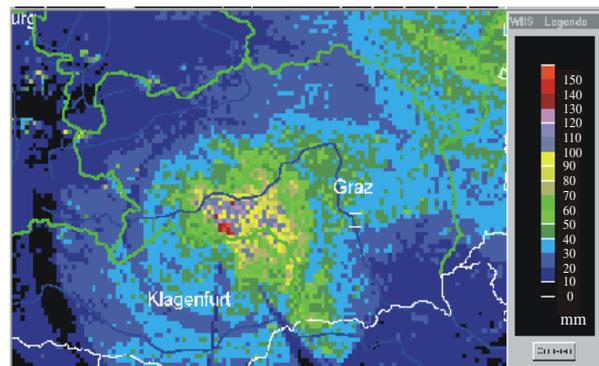


Abb. 2: Wetterradarsumme vom 9.7. und 10.7.1999

Ein Höhentief über mit Schwerpunkt über Italien und Dalmatien bestimmte das Wettergeschehen im Ostalpenraum. In der Steiermark lag der Kernbereich der Niederschläge in der Weststeiermark, an den Niederschlagsstationen in diesem Gebiet wurden sowohl am 9. als auch am 10. Juli zwischen 50 und 80 mm beobachtet, am Salzstiegl sogar 100 mm, in Summe etwa 150 mm (Abb. 1). Begünstigt waren die Obersteiermark, aber auch die Oststeiermark, wo die Niederschlagsmengen deutlich unter jenen der Weststeiermark lagen. Diese Tatsachen können auch durch das Wetterradar bestätigt werden (Abb 2).

1.2 Abflußgeschehen

Dementsprechend auch die Hochwassersituation mit einer Konzentration in der Weststeiermark, in der Oststeiermark wurde lediglich am Pegel Feldbach/Raab ein

HQ1 beobachtet, wohingegen am Pegel Frauental/Laßnitz ein HQ₁₀ - HQ₂₀ verzeichnet wurde.(Abb. 3 und Tab. 1).

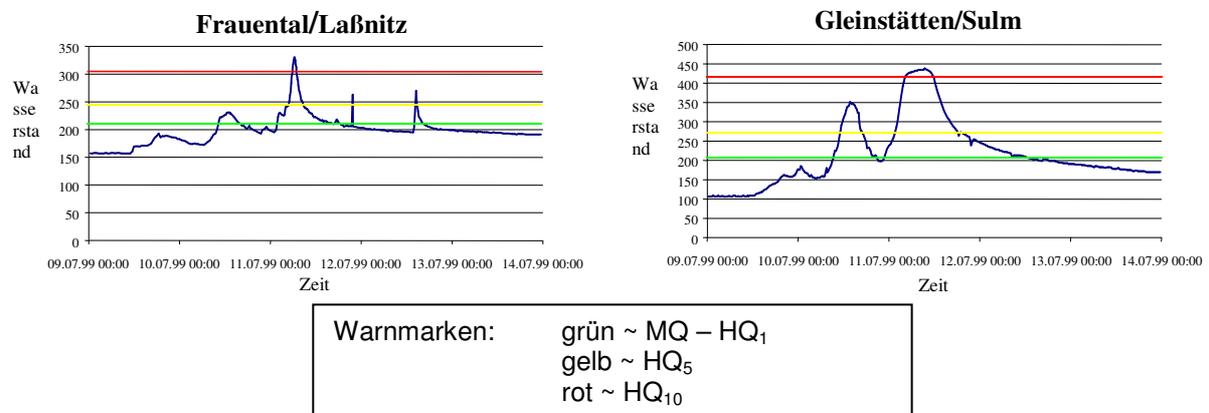


Abb. 3: Wasserstandsganglinien ausgewählter weststeirischer Pegel mit Warnmarken

HLA-Nr.	Station	HW-Spitze(cm)	Datum	HQ [m ³ /s]	Jährlichkeit
2055	Gestüthof/Mur	209	10.7.	77	-
2400	Zeltweg/Mur	245	11.7.	110	-
2940	Neuberg/Mürz	243	10.7.	49	-
3001	Kindthal/Mürz	226	10.7.	54	-
3100	Bruck/Mur	365	11.7.	277	-
3397	Graz/Mur	393	11.7.	283	-
3500	Mellach/Mur	378	11.7.	306	-
3670	Voitsberg/Kainach	177	11.7.	56	HQ ₂ -HQ ₃
3690	Hitzendorf/Liebochbach	235	11.7.	15	HQ ₁ -HQ ₂
3701	Lieboch/Kainach	483	11.7.	171	HQ ₂
3791	Gleinstätten/Sulm	438	11.7.	127	HQ ₁₀
3800	Hörmsdorf/Saggau	196	10.7.	23	HQ ₁
3805	Güendorf/Saggau	328	10.7.	80	HQ ₁
3822	Frauental/Laßnitz	330	11.7.	57	HQ ₁₀ -HQ ₂₀
3829	Stainz/Stainzbach	116	11.7.	5.2	-
3831	Wieselsdorf/Stainzbach	259	11.7.	24	-
3856	Leibnitz/Sulm	363	11.7.	216	HQ ₁ -HQ ₂
3902	Mureck/Mur	506	11.7.	765	HQ ₁
4240	Feldbach/Raab	344	11.7.	92	HQ ₁
4580	Waltersdorf/Safen	166	11.7.	4.5	-
4667	Maierhofen/Feistritz	190	11.7.	51	-

Tab. 1: Tabellarische Übersicht des Hochwasserereignisses vom 10.7./11.7. ausgewählter steirischer Fernmeldepegel

(HLA...Hydrographische Landesabteilung)

2. Hochwasserereignis am 22./23. Juli 1999

2.1 Wetterlage und Niederschlagstätigkeit

Ausgelöst durch eine Kaltfront, die die Steiermark von Südwesten kommend ostwärts überquerte, waren vor allem in der West- aber auch in der Obersteiermark starke Regenfälle zu beobachten. So wurden zB. an den Niederschlagsstationen der Weststeiermark am 22. Juli Niederschlagssummen von 50-100 mm registriert, die Stationen des Mürztales lieferten ähnliche Werte, auch in Graz wurde ein Tagesniederschlag von 54 mm registriert, die Station Sölk im obersteirischen Ennstal registrierte 48 mm (Abb. 4). Diese Werte werden auch durch das Wetterradarbild untermauert (Abb. 5).

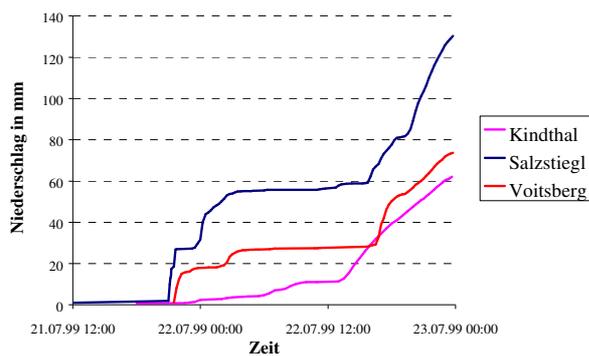


Abb. 4: Niederschlagssummenlinien ausgewählter Stationen vom 21.7. – 22.7.1999

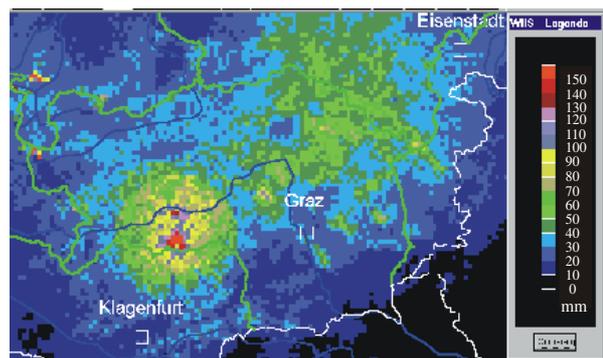


Abb. 5: Wetterradarsumme vom 21.7. – 22.7.1999

2.2 Abflußgeschehen

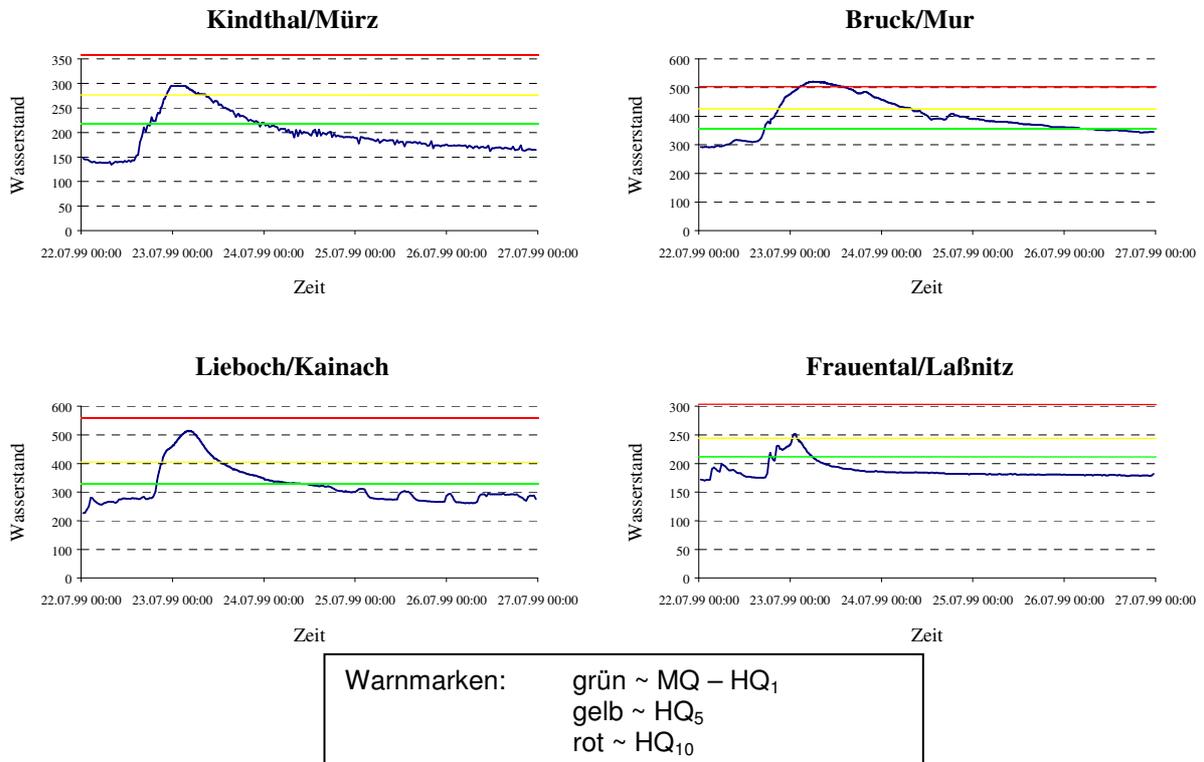


Abb. 6: Wasserstandsganglinien ausgewählter Pegel mit Warnmarken

Aus der beschriebenen Niederschlagsverteilung resultierten die Hochwässer an der Mürz und Mur und an den weststeirischen Murzubringern Kainach, Laßnitz und Sulm, in der Obersteiermark auch an der Enns. Wenig betroffen von den Regenfällen und Hochwässern war die gesamte Oststeiermark (Tab. 2).

HLA-Nr.	Station	HW-Spitze (cm)	Datum	HQ [m ³ /s]	Jährlichkeit
1035	Schladming/Enns	225	22.7.	134	HQ ₃
1610	Hieflau/Erzbach	310	22.7.	32.2	-
2055	Gestüthof/Mur	286	23.7.	195	HQ ₁
2400	Zeltweg/Mur	339	23.7.	295	HQ ₂
2940	Neuberg/Mürz	278	22.7.	72	HQ ₁ -HQ ₂
3001	Kindthal/Mürz	295	22.7.-23.7.	98	HQ ₁ -HQ ₂
3100	Bruck/Mur	521	23.7.	786	HQ ₁₀
3397	Graz/Mur	567	23.7.	715	HQ ₅ -HQ ₁₀
3500	Mellach/Mur	572	23.7.	760	HQ ₁₀
3670	Voitsberg/Kainach	197	23.7.	77	HQ ₅

HLA-Nr.	Station	HW-Spitze (cm)	Datum	HQ [m³/s]	Jährlichkeit
3690	Hitzendorf/Liebochbach	210	23.7.	10	HQ ₁
3701	Lieboch/Kainach	515	23.7.	198	HQ ₂ -HQ ₅
3791	Gleinstätten/Sulm	364	23.7.	86	HQ ₂ -HQ ₅
3800	Hörmsdorf/Saggau	168	23.7.	14	-
3805	Gündorf/Saggau	124	23.7.	8.6	-
3822	Frauental/Laßnitz	251	23.7.	21	HQ ₁
3829	Stainz/Stainzbach	125	23.7.	6.7	-
3831	Wieselsdorf/Stainzbach	326	23.7.	33	-
3856	Leibnitz/Sulm	362	23.7.	216	HQ ₁ -HQ ₂
3902	Mureck/Mur	575	23.7.	1006	HQ ₂ -HQ ₅
4240	Feldbach/Raab	241	23.7.	30	-
4667	Maierhofen/Feistritz	210	23.7.	66	-

Tab. 2: Tabellarische Übersicht des Hochwasserereignisses vom 22./23.7.1999
(HLA...Hydrographische Landesabteilung)

Anschrift des Verfassers:

Dipl.Ing. Robert Schatzl

Hydrographische Landesabteilung für Steiermark
Stempfergasse 7/3.Stock
A-8010 Graz

Hochwasserereignisse im Jahr 1999 in Niederösterreich

Im Jahr 1999 kam es in Niederösterreich lokal im Zuge schwerer Unwetter in den Monaten Juli und August zu größeren Hochwässern, die in einzelnen Fällen das Ausmaß von echten Katastrophen erreichten. Bei diesen Hochwässern gab es jeweils bereits eine teilweise Vorsättigung der Böden durch die vorangegangenen Niederschläge der Tage vor dem schadenbringenden Ereignis.

Besonders betroffen waren die Gemeinde Warth im Pittental und ihre Umgebung. Am Nachmittag, des 7.8.1999, wurde der Höhenrücken westlich der Pitten im Bereich zwischen Scheiblingkirchen und Grimmenstein sowie die Täler der linksufrigen Zubringer Feistritz und Haßbach vom schwersten Unwetter seit Menschengedenken heimgesucht, verbunden mit Hagelschlag. Einwohner des Haßbachtals berichteten, daß sich eine Gewitterzelle zunächst von West nach Ost bis hin ins Pittental bewegte, und danach wieder von dort zurück nach Westen gezogen sei. Laut detaillierten Erhebungen des Forsttechnischen Dienstes lagen die höchsten Niederschlagssummen bei über 140 mm in 90 Minuten. Die Folge waren schwere Vermurungen an den Hängen und eine Hochwasserkatastrophe im Haßbach, die das Tal im Unterlauf verwüstete und die Ortschaft Warth teilweise unter Wasser setzte. Obwohl der Pegel Warth/Pitten oberhalb der Haßbachmündung liegt, ergoß sich ein Teil der Wasserführung des Haßbaches auch bereits oberhalb des Pegels in die Pitten. Mit einem geschätzten Spitzendurchfluß von über 80 m³/s hat der Haßbach bei einem Einzugsgebiet von 30,3 km² das 100-jährliche Hochwasser bei weitem überschritten. Die Zuflüsse im Bereich Warth waren so massiv, daß sogar die Pitten ab Warth etwa ein 20-jährliches Hochwasser führte. Daneben führten auch mehrere Kleingerinne bei Warth extreme Hochwässer mit Jährlichkeiten weit über 100.

Schwere Gewitter am Abend des 10. Juli 1999 waren auch die Ursache für Hochwasser am Plambach (Gemeinde Grünau) und mehrerer kleiner Gerinne im Gemeindegebiet von Lilienfeld und Eschenau. In Plambach wurden 70 mm Niederschlag in 30 Minuten gemessen. Man erinnert sich lediglich an ein Unwetter im Jahr 1959, das diesem annähernd gleichgekommen sei. Am Plambach betrug der Spitzenabfluß bei einem Einzugsgebiet von 9 km² über 40 m³/s (abgeschätzt aufgrund von Wasserspiegelaufnahmen im Nachhinein).

Unter den übrigen Hochwässern des Jahres 1999 sind jenes vom 10.7.1999 am Stössingbach (Marktgemeinde Stössing), wo die auf 100-jährliche Hochwässer ausgebaute Regulierung zu klein wurde, sowie am Lengbach (Marktgemeinde Neulengbach) und jenes vom 12.7.1999 am Loibach bei Langenlois besonders hervorzuheben. Daneben gab es noch zahlreiche weitere schwere Unwetter in Niederösterreich, hauptsächlich in der ersten Julihälfte und in der ersten Augushälfte.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Christian Krammer

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, WA5 – Abteilung Hydrologie
A-3109 St. Pölten, Landhausplatz 1

Programm "Wasser- und Eishaushaltsmessungen im Stubachtal"
(Massenbilanzmessreihe vom Stubacher Sonnblickkees)
Ergebnisbericht für 1998

Zusammenfassung

Das Haushaltsjahr 1997/98 - das 35. Messjahr seit Beginn der Reihe 1963/64 - endete mit einer stark negativen Bilanz von $-169,6 \text{ g/cm}^2$ mittlerer spezifischer Nettobilanz oder $-2,548 \text{ Mio. m}^3$ Netto-Massenverlust. Das Haushaltsjahr endete schon am 12.9.1998. In den 35 Jahren waren 18 Haushaltsjahre positiv und 17 negativ, seit 1982 endeten von den 17 Haushaltsjahren 13 negativ. Die Gleichgewichtslinie lag am 12.9.1998 am Ende des Haushaltsjahres in einer Höhe von 2.960 m, um ca. 120 m oberhalb des Mittels 1982 bis 1998 (2.837 m).

Insgesamt ist der zweitnegativste Haushalt in der Messreihe seit 1958 auf eine ungünstige Kombination von wenig Winterschnee und einem warmen Sommer zurückzuführen: Einerseits auf den relativ schneearmen Winter bzw. unterdurchschnittlichen Schneehöhen am Ende der Akkumulationsperiode und andererseits auf die zu warme Ablationsperiode, die Temperaturmittel von April bis August lagen über dem Durchschnitt, besonders das Junimittel mit $+1,6 \text{ °m}$. Seit 1982 wurden $-17,8 \text{ Mio m}^3$ (mittlere spezifische Bilanz $-11,1 \text{ m}$) abgebaut, der Längenverlust betrug seitdem $-38,3 \text{ m}$.

Der Zufluß in den Speicher Weißsee betrug im hydrologischen Jahr 1997/98 $15,1 \text{ Mio m}^3$ und entsprach damit genau dem langjährigen Mittel 1942-1998. Die Jahresabflußhöhe im Einzugsgebiet war 2.854 mm .

Aus der Wasserhaushaltsgleichung läßt sich eine Jahresniederschlagshöhe von $2.638 \text{ mm} \pm 5,5 \%$ abschätzen. Die Gletscherspende war mit $23,3 \%$ relativ hoch.

Eisdickenmessungen am Sonnblickkees mittels Radioecholot lassen eine Berechnung des Eisvolumens zu und damit in Zukunft einen Bezug zur Gesamtmasse des Gletschers.

Erstmals wurden die Pegelvermessungen mit der GPS- und gleichzeitig mit den klassischen geodätischen Methoden durchgeführt.

1. Die Bestimmung der Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses 1997/98

In diesem Jahr wurde zum 35. mal in ununterbrochener Reihenfolge die Massenbilanz des Stubacher Sonnblickkeeses (SSK) bestimmt (davon 17 mal mit der direkten glaziologischen Methode und 18 mal über die maximale Ausaperung).

1.1. Witterungsverlauf 1997/98

Vergleicht man den Jahresverlauf der glazialmeteorologisch wichtigen Parameter: Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe sowie fester Niederschlag, gewonnen aus den Klimadaten der Station Rudolfshütte (2.304 m), so ergibt sich für das Haushaltsjahr 1997/98 folgendes Bild:

1.1.1 Temperatur (Tab. 1, Abb. 1 und 2):

Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1997/98 bei $\pm 0^\circ$ und war somit um $0,6^\circ$ über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1998 ($-0,6^\circ\text{C}$). Das Winterhalbjahr lag mit $-4,0^\circ$ deutlich über dem Mittelwert von $-5,0^\circ$, das Sommerhalbjahr mit $+4,1^\circ$ etwas über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1998 von $3,7^\circ$.

Der Früh- und Hochwinter mit den Monaten Oktober bis Januar zeigte unterschiedliche Temperaturverhältnisse. Während der Oktober deutlich zu kalt war, hatten die Monate November 1997 und Januar 1998 zu hohe Temperaturen. Der Dezember lag mit $-6,0^\circ$ genau im langjährigen Mittel. Der Februar wies mit $-2,7^\circ$ einen nur selten erreichten Extremwert auf und wich um $+5,0^\circ$ (!) vom zu erwartenden Wert ab. Der März beendete das Winterhalbjahr mit leicht unterdurchschnittlichen Temperaturen.

Das Sommerhalbjahr ist durch keine extremen Abweichungen von den Mittelwerten gekennzeichnet. Tendenziell waren die Monate April bis August zu warm, was sich auch im Gesamtwert des Sommerhalbjahres widerspiegelt. Der September war deutlich zu kalt.

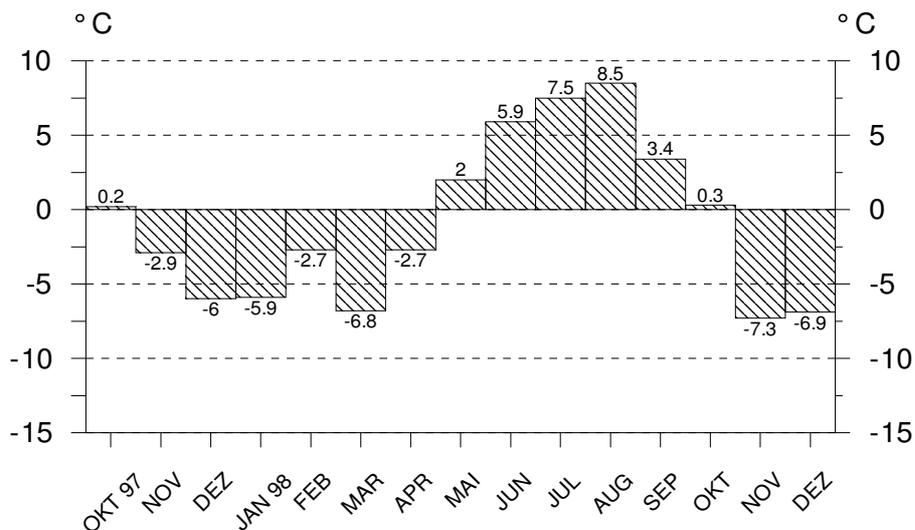


Abb. 1: Monatsmittel der Temperatur 1997/98 an der Station Rudolfshütte (°C)

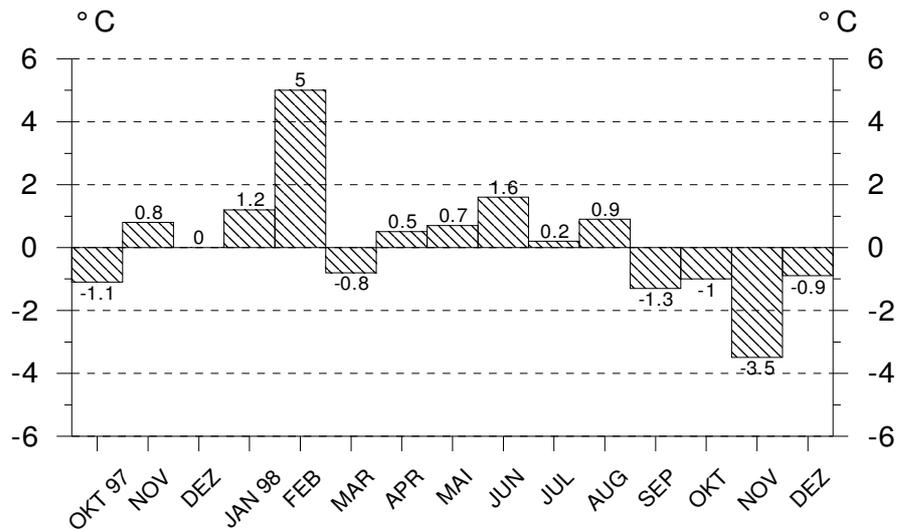


Abb. 2: Abweichungen der Monatsmittel der Temperatur vom Mittel 1980-98 (°C).

1.1.2 Niederschlag (Tab.1, Abb. 3 und 4):

Die Niederschläge im hydrologischen Jahr 1997/98 lagen mit 2.423 mm (gemessen am Ombrometer der Station Rudolfshütte) knapp 10% über dem Durchschnitt der Jahre 1981-1998 (2.214 mm).

Der hydrologische Winter war mit einer Niederschlagssumme von 1.017 mm etwas zu feucht (Mittelwert 897 mm), der Sommer konnte mit einer überdurchschnittlichen Niederschlagssumme (1.406 mm gegenüber 1.317 im Mittel) einen weiteren Beitrag zu einem sehr feuchten Jahr leisten.

Der Winter begann mit einem feuchten Oktober, es fielen mit 209 mm um etwa 50% mehr Niederschlag als im Mittel der Jahre 1981-1998. Die Monate November 1997 bis Jänner 1998 waren durchschnittlich feucht, dagegen war der Februar sehr trocken, es fielen nur 42 mm Niederschlag, was etwa einem Drittel des langjährigen Durchschnitts entspricht. Der März war wieder deutlich zu feucht.

Insgesamt gesehen wurden im Sommerhalbjahr im wesentlichen die zu erwartenden Niederschläge gemessen. Der August war zu trocken (lediglich 187 mm gegenüber 251 mm im Mittel). Im September hingegen wurde ein extrem hoher Niederschlag beobachtet, mit 315 mm war der Wert fast doppelt so hoch wie im Mittel der Jahre 1981 bis 1998.

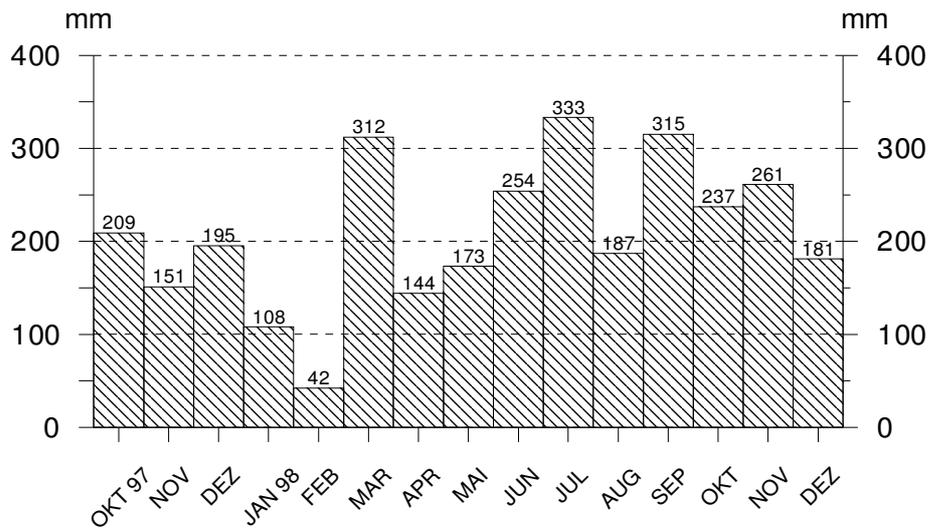


Abb. 3: Monatssummen des Niederschlages 1997/98 an der Station Rudolfshütte (in mm)

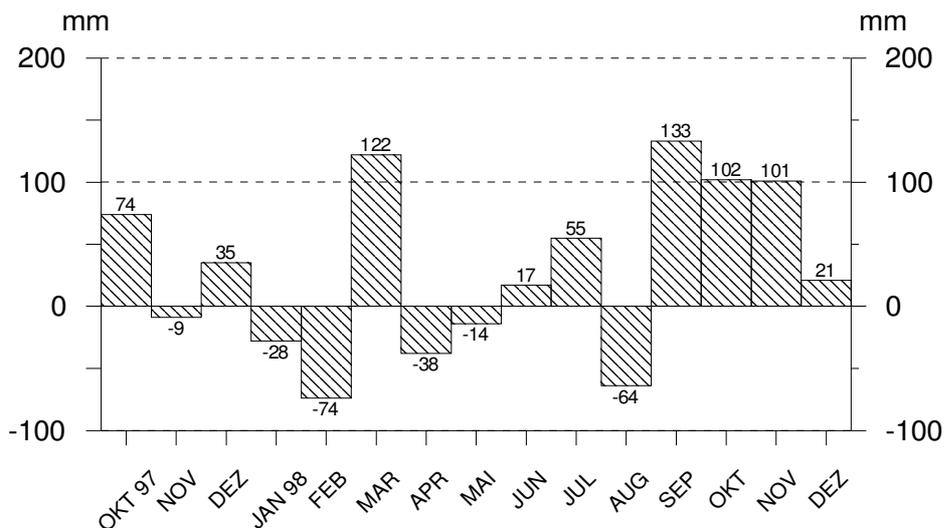


Abb. 4: Abweichungen der Monatssummen des Niederschlages vom Mittel 1981-98 (in mm)

1.1.3 Schneehöhe am Unteren Boden des SSK in 2.530 m Seehöhe (Tab. 2, Abb. 5 und 6):

Am 1. Oktober 1997 war am Unteren Boden noch keine Schneedecke, in einem durchschnittlichen Winter liegen zu diesem Zeitpunkt bereits etwa 30 cm. Die Schneehöhe blieb den gesamten Winter hindurch unterdurchschnittlich, lediglich am 1. Jänner wurde mit 220 cm ein Wert gemessen, der im Mittel der Jahre 1980 bis 1998 zu dieser Jahreszeit beobachtet wurde.

Ab Februar setzte sich die Tendenz einer unterdurchschnittlichen Schneedeckenmächtigkeit fort. Insbesondere zwischen 1. Jänner und 1. März

stagnierte der Schneezuwachs fast völlig, was dazu führte, daß am 1. März mit 240 cm eine außerordentlich dünne Schneedecke gemessen wurde. Das Minus von 66 cm blieb in dieser Größenordnung im Frühjahr und Sommer erhalten. Am 1. August ergab sich somit eine starke relative negative Abweichung der Schneedeckenmächtigkeit von mehr als 80% gegenüber dem langjährigen Mittelwert (nur 15 cm gegenüber 91 cm in den Jahren 1980 bis 1998).

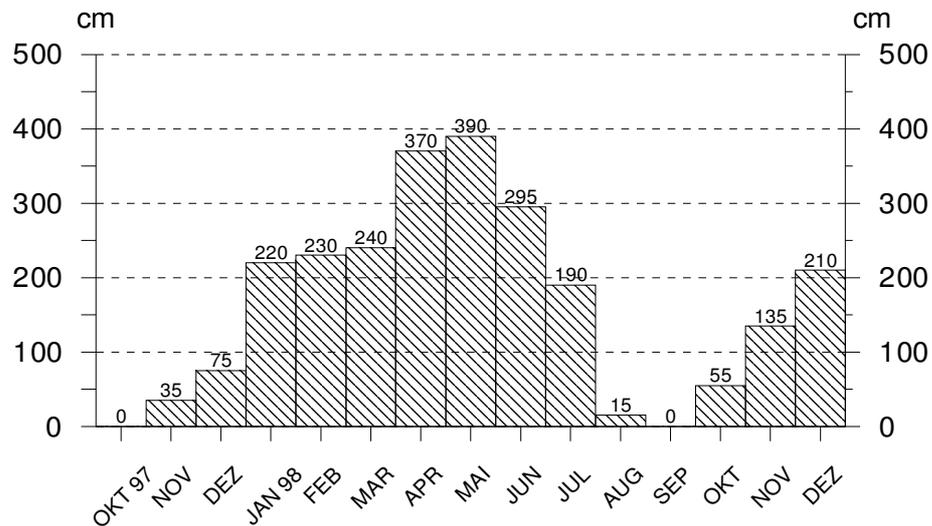


Abb. 5: Schneehöhen am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1997/98 (gemessen am 1. jeden Monats)

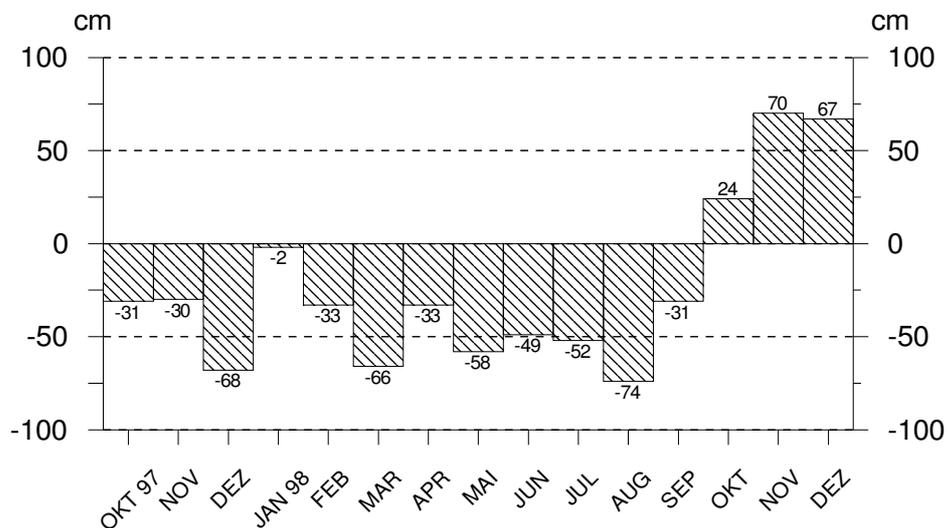


Abb. 6: Abweichungen der Schneehöhen (in cm) am SSK (Unterer Boden, 2.530 m) vom Mittel der Jahre 1980 - 1998.

1.1.4 Fester Niederschlag - Schnee etc. und 50% von Schnee und Regen gemischt (Tab. 2, Abb. 7 und 8):

Der Oktober 1997 wies mit $-10,5\%$ Abweichung im Vergleich zum langjährigen Mittel einen zu geringen Festniederschlagsanteil auf. Zwischen November und April wurden durchschnittliche Festniederschlagsanteile beobachtet.

Im Mai fiel mit 95% fast der gesamte Niederschlag in fester Form. Im Mittel der Jahre 1980 – 1990 fielen im Mai lediglich drei Viertel des Niederschlags in Festform.

Im Sommerhalbjahr zeigte der Juli mit $-9,6\%$ und der September mit $+8,7\%$ deutliche Abweichungen beim Festniederschlagsanteil gegenüber dem Mittelwert.

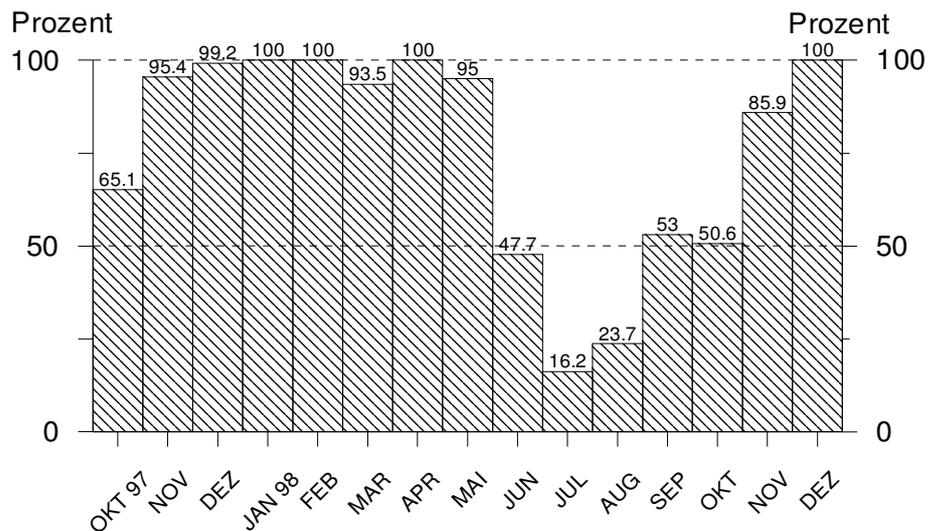


Abb. 7: Anteil des festen Niederschlages 1997/98 an der monatlichen Gesamtniederschlagsmenge

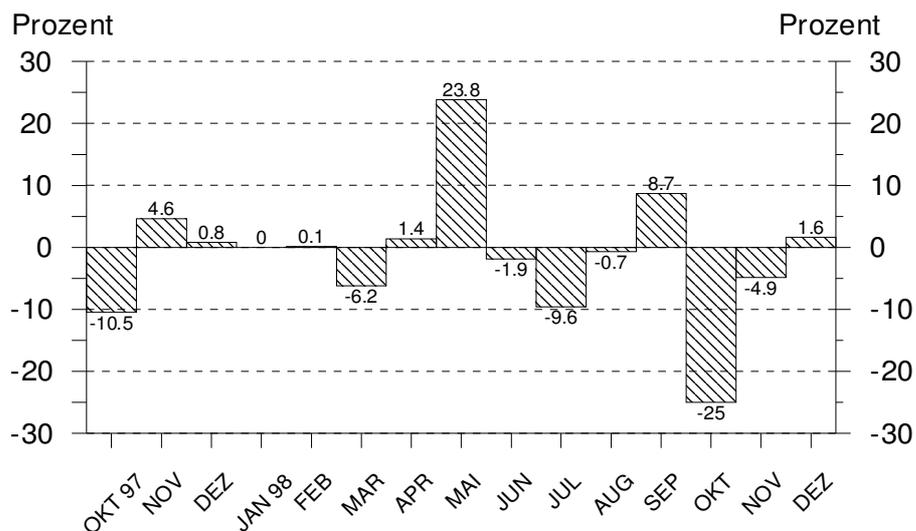


Abb. 8: Abweichung des Anteiles am monatlichen Festniederschlag 1997/98 vom langjährigen Mittel 1980 - 1990

	Temperatur	Mittelwerte	Niederschlag	Mittelwerte
	1997/98	1980-1998	1997/98	1981-98
Oktober 1997	0,2	1,3	209	135
November	-2,9	-3,8	151	160
Dezember	-6,0	-6,0	195	160
Januar 1998	-5,9	-7,1	108	136
Februar	-2,7	-7,7	42	116
März	-6,8	-6,0	312	190
April	-2,7	-3,2	144	182
Mai	2,0	1,3	173	187
Juni	5,9	4,3	254	237
Juli	7,5	7,3	333	278
August	8,5	7,6	187	251
September	3,4	4,7	315	182
Oktober	0,3	1,3	237	135
November	-7,3	-3,8	261	160
Dezember	-6,9	-6,0	181	160
Hydr. Winter	-4,0	-4,9	1017	897
Hydr. Sommer	4,1	3,7	1406	1317
Hydr. Jahr 1997/98	0,0	-0,6	2423	2214
Kalenderjahr 1998	-0,4	-0,6	2547	2214

Tab. 1: Monatsmittel der Temperatur (in °C) und Monatsniederschlagssummen (in mm) 1997/98 gemessen an der Station Rudolfshütte, und die Mittelwerte der Jahre 1980 (bzw. 1981) bis 1998

	Schneehöhen	Mittelwert	Anteil	Mittelwert
	1997/98	1980-98	1997/98	1980 - 1990
Oktober 1997	-	31	65,1	75,6
November	35	65	95,4	90,8
Dezember	75	143	99,2	98,4
Januar 1998	220	222	100,0	100,0
Februar	230	263	100,0	99,9
März	240	306	93,5	99,7
April	370	403	100,0	98,6
Mai	390	448	95,0	71,2
Juni	295	344	47,7	49,6
Juli	190	242	16,2	25,8
August	15	89	23,7	24,4
September	-	31	53,0	44,3
Oktober	55	31	50,6	75,6
November	135	65	85,9	90,8
Dezember	210	143	100,0	98,4

Tab. 2: Schneehöhen (in cm) am Sonnblickkees (Unterer Boden 2.530 m) im hydrologischen Jahr 1997/98 und der Vergleich mit den mittleren Schneehöhen in den Jahren 1980 - 1998 (gemessen am 1. des jeweiligen Monats) und Anteil des festen Niederschlages am Gesamtniederschlag in % verglichen mit den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 1990.

1.1.5 Überblick über die klimatischen Verhältnisse 1997/98 an der Station Rudolfshütte:

Das Winterhalbjahr (-4,0 °C) war um 0,9 °C zu warm, der Niederschlag mit 1.017 mm etwas über dem Durchschnitt. Der Sommer war mit +4,1 °C leicht überdurchschnittlich temperiert (1980 bis 1998 +3,7 °C). Das Sommerhalbjahr war etwas zu feucht, die Niederschlagssumme betrug 1.435 mm (Mittelwert 1981 bis 1997 1.312 mm). - Das Jahresmittel der Temperatur lag im hydrologischen Jahr 1996/98 bei ± 0 °C und war damit um 0,6° C über dem Durchschnitt der Jahre 1980 bis 1998. Der Niederschlag (am Ombrometer Rudolfshütte) lag mit 2.423 mm mehr als 200 mm über dem Mittel der Jahre 1981 bis 1998 von 2.214 mm. Das Temperaturmittel in der Hauptablationsperiode Juni bis September betrug 1998 6,3 °C und war damit 0,3 °C über dem Mittel 1980 bis 1998 von 6,0 °C.

1.2. Berechnung der Massenbilanz 1997/98

1.2.1. Bestimmung der Akkumulations- und Ablationsflächen der maximalen Ausaperung

Die Massenbilanz des SSK wird seit 1981 aus dem Flächenverhältnis S_c/S (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) ermittelt. Diese Beziehung wurde aus der 17-jährigen Messreihe mit direkten Massenbilanzmessungen gewonnen. Voraussetzung dafür ist die Erfassung der glaziologisch sehr aussagekräftigen maximalen Ausaperung (die der maximalen Höhenlage der Altschneelinie bzw. Gleichgewichtslinie am Ende des Haushaltsjahres entspricht). Es ist daher notwendig, ab etwa 20. August bis Mitte Oktober, die Ausaperung laufend durch Fotos und Kartierungen zu verfolgen, um mit Sicherheit die maximale Ausaperung zu erfassen. Wie im Vorjahr wurde die Ausaperung photographisch festgehalten. Dabei sollte wiederum ein möglichst nahe der maximalen Ausaperung liegender Stand dokumentiert werden, um damit die Akkumulations- und Ablationsflächen auswerten zu können.

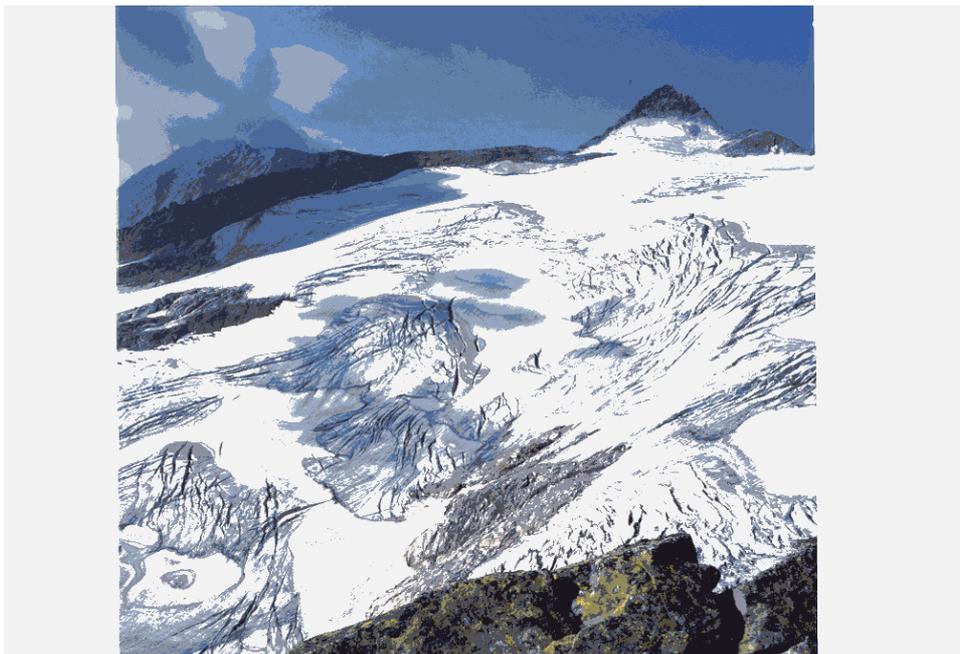


Abb. 9: Das Stubacher Sonnblickkees am 3. September 1998
(Flugfoto: H. Slupetzky)

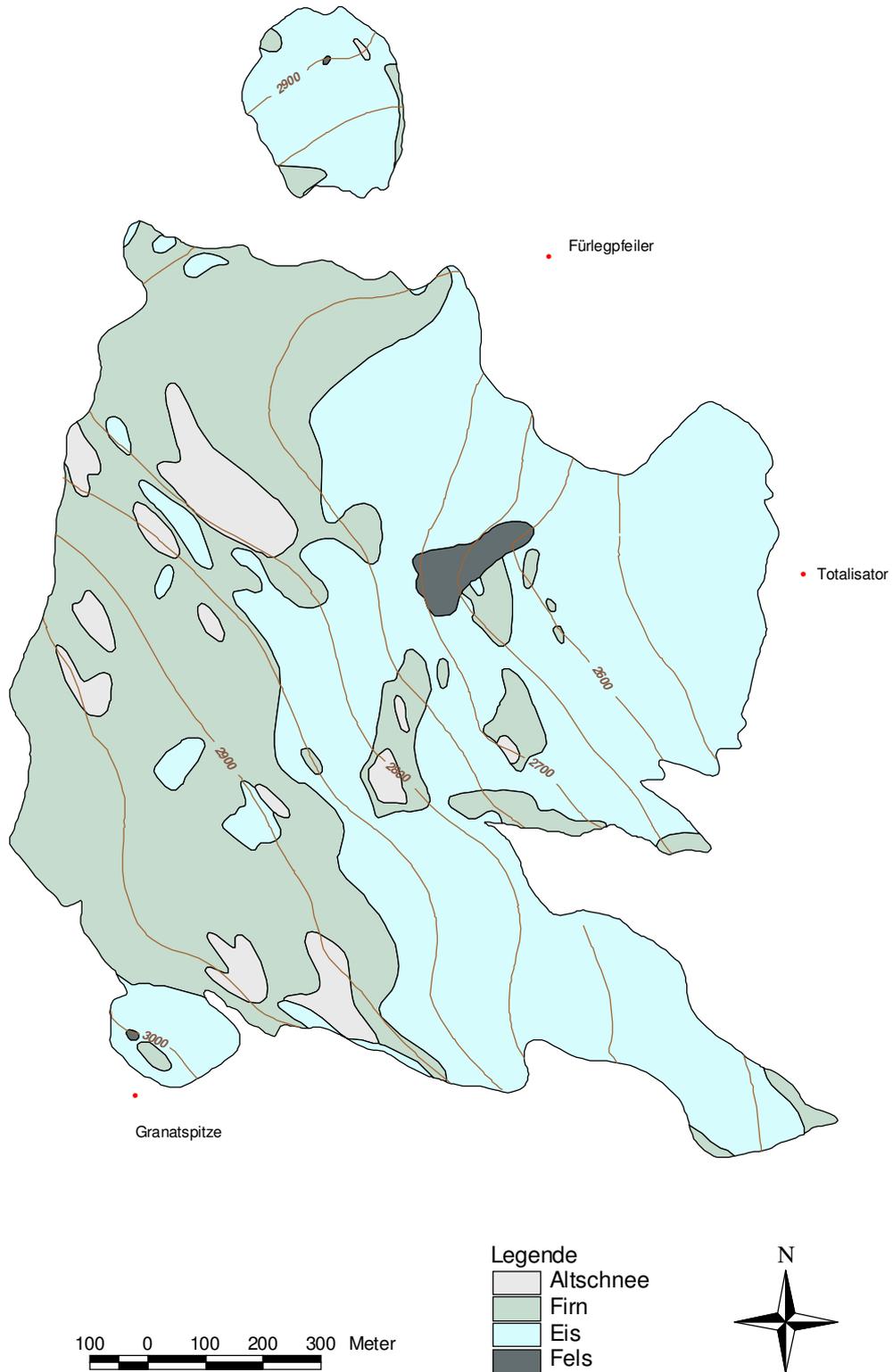


Abb. 10: Karte der maximalen Ausaperung des Stubacher Sonnbliekees am 12.9.1998

Mit den Fotos wurde unter Zuhilfenahme früherer, ähnlicher Ausaperungszustände die Ausaperung für den 12. September 1998 bestimmt und die Karte für die maximale Ausaperung gezeichnet (Abb. 10).

Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2800- 2850	-	3657	18225	21883	21883
2850- 2900	186	961	27485	28447	28633
2900- 2950	252	1071	18558	19629	19881
Gesamt	438	5690	64270	69960	70399
Sonnblickkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	-	-	112019	112019	112019
2550- 2600	-	1453	66279	67732	67732
2600- 2650	-	9901	50046	59948	59948
2650- 2700	615	13504	75644	89149	89765
2700- 2750	448	56306	175062	231368	231816
2750- 2800	29165	134905	88200	223106	252272
2800- 2850	11671	37670	110366	148036	159708
2850- 2900	5883	109111	50241	159352	165235
2900- 2950	25243	139277	13341	152619	177862
2950- 3000	2344	85021	20904	105926	108270
3000- 3050	-	1622	6470	8092	8092
Gesamt	75370	588775	768576	1357352	1432723
Sonnblickkees und Filleckkees					
Höhenstufe	Altschnee	Firn	Eis	Firn+Eis	Summe
2500- 2550	-	-	112019	112019	112019
2550- 2600	-	1453	66279	67732	67732
2600- 2650	-	9901	50046	59948	59948
2650- 2700	615	13504	75644	89149	89765
2700- 2750	448	56306	175062	231368	231816
2750- 2800	29165	134905	88200	223106	252272
2800- 2850	11671	41328	128592	169920	181591
2850- 2900	6069	110072	77726	187799	193868
2900- 2950	25495	140348	31900	172248	197744
2950- 3000	2344	85021	20904	105926	108270
3000- 3050	-	1622	6470	8092	8092
Gesamt	75809	594466	832846	1427312	1503122

Tab. 3: Altschnee-, Firn- und Eisflächen nach Höhenzonen in m² (Stand der Ausaperung: 12.09.1998)

Die Digitalisierung der Karte der maximalen Ausaperung nach Altschnee-, Firn- und Eisflächen je 50-m Höhenstufen im Originalmaßstab 1:5.000 ergab die entsprechenden Flächenwerte (Tab. 3) , mit denen in weiterer Folge die Massenbilanz des SSK und Filleckkeeses berechnet wurde.

Wie alljährlich wurde während des ganzen August und im September die Ausaperung durch Fotos und Kartierung der Ausaperung festgehalten. Besonders mit den Fotos vom 3. und vor allem 11. September, einen Tag vor dem Haushaltsende, und den Kartierungen am 15. und 18. 8. konnte die Karte der maximalen Ausaperung gezeichnet werden. Der Vermessungsflug zwischen dem 9. und 12. 8. (durch die Photogrammetrie Ges.m.b.H. München) im Auftrag des Nationalparks Hohe Tauern bzw. die CIR-Fotos vom SSK standen noch nicht zur Verfügung, können aber, wenn die Möglichkeit einer Auswertung besteht, für eine neue Gletscherkarte herangezogen werden; die jetzt verwendete stammt von 1990.

Der Schneefall bis 1.850 m herab am 28. 8. und am 6.9. bis 1.900 m bedeutete noch nicht das Haushaltsende, erst am 12. 9. schneite es im Laufe eines Kaltlufteinbruches am Nachmittag bis auf 1.750 m herab, an der Station Rudolfshütte wurden um 17 Uhr 22 cm Neuschnee gemessen. Damit war die maximale Ausaperung des SSK bzw. das Haushaltsende am 12. September 1998.

1.2.2. Ermittlung der Kenngrößen der Massenbilanz

Die Massenbilanz des SSK 1997/98 wurde aus dem Flächenverhältnis S_c/S (Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche) bzw. aus dem negativen (B_a/S) und positiven (B_c/S) Anteil am spezifischen Nettomassenumsatz berechnet. Es wurden folgende Gleichungen verwendet:

$$b_c = 29,19 \cdot (-\log(1-S_c/S))^{1,125}$$

$$b_a = -56,808 \cdot \log(S_c/S) + 0,925$$

Daraus ergeben sich für das Haushaltjahr 1997/98 folgende Massenbilanzwerte:

Spezifische Nettoakkumulation:	b_c	=	+1,0 g/cm ²
Spezifische Nettoablation:	b_a	=	-170,6 g/cm ²
Mittl. spez. Nettobilanz:	b	=	-169,6 g/cm ²

Die Massenbilanz des SSK 1997/98 ist durch folgende Haushaltsgrößen beschrieben:

S_c km ²	b_c g/cm ²	B_c 10 ⁶ m ³	S_a km ²	b_a g/cm ²	B_a 10 ⁶ m ³	S km ²
0,076	1,0	0,016	1,427	-170,6	-2,564	1,503
B 10 ⁶ m ³	b g/cm ²	S_c/S	S_c/S_a	GW	natürliches Haushaltjahr	
-2,548	-169,6	0,050	0,053	2.960	10.10.97 - 12.09.98	

(S_c = Akkumulationsfläche, S_a = Ablationsfläche, S = Gletscherfläche, B = Nettobilanz, b = mittlere spezifische Nettomassenbilanz, S_c/S = Flächenverhältnis Akkumulationsgebiet zu Gesamtgletscherfläche, S_c/S_a = Flächenverhältnis Akkumulationsgebiet zu Ablationsgebiet, GW = Gleichgewichtslinie)

Das SSK hatte mit einer mittleren spezifischen Massenbilanz von $-169,6$ cm eine stark negative Bilanz. Wie alljährlich wurde während des ganzen August und im September die Ausaperung durch Fotos und Kartierung der Ausaperung festgehalten. Besonders mit den Fotos vom 3. und vor allem 11. September, einen Tag vor dem Haushaltsende, und den Kartierungen am 15. und 18. 8. konnte die Karte der maximalen Ausaperung gezeichnet werden. Der Vermessungsflug zwischen dem 9. und 12. 8. (durch die Photogrammetrie Ges.m.b.H. München) im Auftrag des Nationalparks Hohe Tauern bzw. die CIR-Fotos vom SSK standen noch nicht zur Verfügung, können aber, wenn die Möglichkeit einer Auswertung besteht, für eine neue Gletscherkarte herangezogen werden; die jetzt verwendete stammt von 1990.

Der Schneefall bis 1.850 m herab am 28. 8. und am 6.9. bis 1.900 m bedeutete noch nicht das Haushaltsende, erst im Laufe des 12. 9. schneite es im Laufe eines Kaltlufteinbruches am Nachmittag bis auf 1.750 m herab, an der Station Rudolfshütte wurden um 17 Uhr 22 cm Neuschnee gemessen. Damit war die maximale Ausaperung des SSK bzw. das Haushaltsende am 12. September 1998.

1.3. Die Längen-, Pegel- und Eisdickenmessungen sowie Seenlotungen

Die Längenänderung des Stubacher Sonnblickkeeses wurde - im Rahmen der OeAV-Gletschermessungen - am 8.9.1998 gemessen. Es ergab sich ein Rückschmelzen von $-4,4$ m. Trotz des stark negativen Massenhaushalts ist dies ein nicht großer Betrag, der Grund liegt darin, daß der Eisrand größtenteils an einer parallel dazu verlaufenden Felsschwelle angelagert ist. Die Messmarken, der Eisrand und der Eisrandsee wurden geodätisch eingemessen.

Am 25. 8. wurden beim Ödenwinkel- und SSK unter der Leitung von E.Achleitner (Fa. ECOSAT) und G. Griesebner Realtime GPS - Vermessungen der Ablationapegel durchgeführt, und am 28.8. konventionelle terrestrische geodätische Messungen unter der Leitung von M. Kiskemper, FH Neubrandenburg. Ziel war die gleichzeitige Vermessung mit beiden Methoden um den alleinigen Einsatz von GPS zu prüfen. Der durchschnittliche Unterschied ist nur etwa 10 cm, d.h. für die bei den Pegelneinmessungen nötige Genauigkeit mehr als befriedigend. Am 3. und 4. 9. wurden die Pegel am SSK eingebohrt.

Innerhalb eines eigenen Projektes wurden am 14. 2. 98 am Stubacher Sonnblickkees Eisdickenmessungen durchgeführt. Unter der Leitung von N. Span vom Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck, das ein von der Geophysikalischen Kommission der Österr. Akademie der Wissenschaften in Wien gefördertes Projekt zur Bestimmung der Gletschervolumina (unter der Leitung von M. Kuhn) betreibt, wurden in Zusammenarbeit mit H. Slupetzky mittels Radioecholot an 6 Profilen über den Gletscher die Eistiefen bestimmt. Damit ist es nun erstmals möglich, mit befriedigender Genauigkeit das Eisvolumens des SSK abzuschätzen, wodurch nicht nur die jährliche Relativänderung, sondern auch die Absolute Massenänderung berechnet werden kann. Erste grobe Annäherungsrechnungen ergeben eine mittlere Eisdicke des SSK von 50 m, das ist mehr, als die bisherigen indirekten Bechnungen (durch W. Haeberli) ergeben haben.

Im Rahmen einer Diplomarbeit von G. Seitlinger wurden beim Eisrandsee des SSK Lotungen durchgeführt.

2. Niederschlagswerte 1997/98 bzw. 1998 in den Einzugsgebieten der Speicher Weißsee und Tauernmoossee

Bei den fünf Totalisatoren wurden auch in diesem Jahr die Ablesungen am 1. jeden Monats durchgeführt, außer der Totalisator Landeckbach, der jeweils am 2. abgelesen wurde. In diesem Fall wurde eine Reduktion auf Monatswerte mit Hilfe der Station RH durchgeführt.

Die Ergebnisse der monatlichen Niederschlagsmessungen (bzw. die Abweichungen vom langjährigen Mittel über ± 100 mm) mit Totalisatoren sind in Tabelle 4, die Jahresniederschläge in Tabelle 5 zusammengestellt (für den Ombrometer RH: Tabelle 1).

Die Schwankungen des Monatsniederschlags bei den Totalisatoren Weißsee und Tauernmoossee (Alpennordseite) und Landeckbach (Alpensüdseite) zeigt Abb. 11, die Abweichungen des Mittelwertes aus den Totalisatoren Weißsee, Kaiser Tauern und Sonnblickkees Abb. 12.

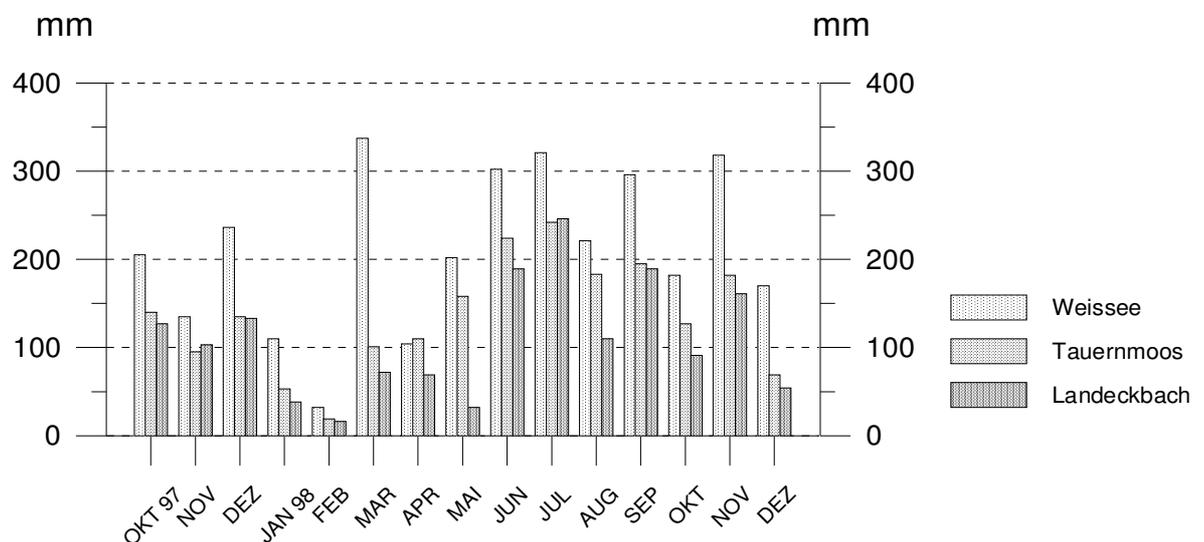


Abb. 11: Monatsniederschlag 1997/98 bei den Totalisatoren Tauernmoossee, Weißsee und Landeckbach (in mm)

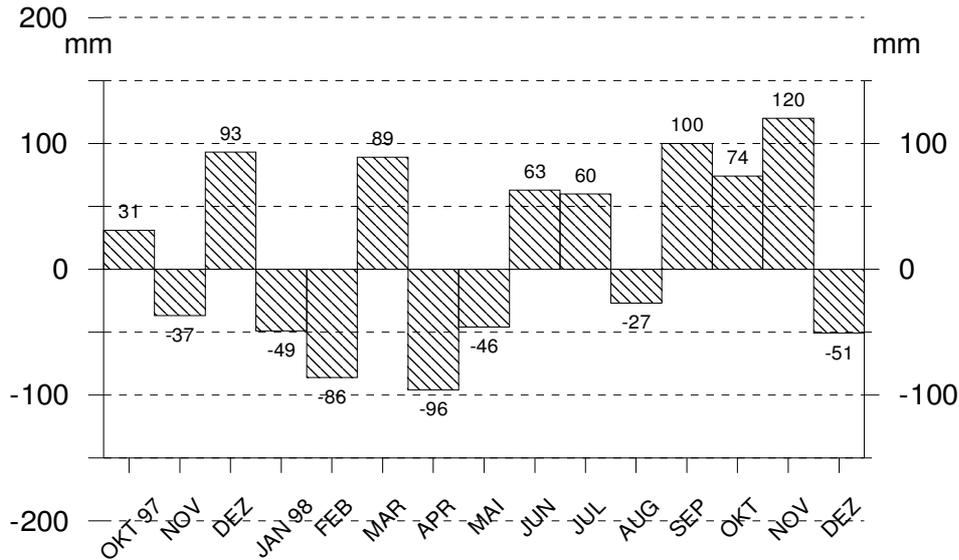


Abb. 12: Abweichungen des Mittelwertes der Totalisatoren Weisse, Kaiser Tauern und Sonnblickkees vom langjährigen Durchschnitt (1964 bis 1998) in mm

	WS	KT	SK	TM	BS	LB	RH
	2.270m	2.390m	2.510m	2.040m	2.040m	2.040m	2.304m
Oktober 1997	205	158	155	140	137	127	209
November	135	129	130	95	107	103	151
Dezember	236	261	263(+131)	135	163	133	195
Januar 1998	110	78	103	53	74	38	107
Februar	32(-100)	25	26	19	22	16	40
März	337(+125)	214	241	101	107	72	315(+131)
April	104(-141)	101	111	110	104	69	143
Mai	202	161	167	158	167	32(-112)	167
Juni	302	343	335	224	248	189	294
Juli	321	350	366	242	285	246	328
August	221	277	229	183	209	110	208
September	296	306(+106)	296	195	222	189	290(+110)
Oktober	182	238	229	127	123	91	210
November	318(+128)	314(+146)	333(+186)	182	196	161	261(+103)
Dezember	170	76	81	69	74	54	180
Kalenderjahr 1998	2595	2483	2517	1273	1831	1267	2543
hydr. Jahr 1997/98	2683	2641	2651	1392	1968	1415	2657
hydr. Sommer 98	1446	1538	1504	722	1235	835	1430
hydr. Winter 97/98	1055	865	918	543	610	489	1017

Tab. 4: Niederschlagswerte aus Totalisatormessungen im Einzugsgebiet der Speicher Weißsee und Tauernmoossee im Hydrologischen Jahr 1997/98 und im Kalenderjahr 1998 (in mm) - Abweichungen über +/-100 mm vom Mittel der Jahre 1964-98 in Klammern. (RH = Ombrometer Rudolfshütte, WS = Totalisator Weißsee, KT = Tot. Kaiser Törl, SK = Tot. Sonnblickkees, TM = Tot. Tauernmoos, BS = Tot. Beileitung, LB = Tot. Landeckbach Süd

	1998	1964-98	Abweichungen	%
Tot.Weißsee (2.270m)	2595	2619	-24	99
Tot.Kalser Törl (2.390 m)	2483	2326	+157	107
Tot. Sonnblickkees	2517	2128	+389	118
Tot.Tauernmoos (2.040 m)	1273	1789	-516	71
Tot.Landeckbach (2.040 m)	1267	1626	-359	78
Tot.Beileitung Süd (2.040 m)	1831	1673	+158	109
Ombr.Rudolfshütte (2.304 m)	2542	2362	+180	108
"Mittel der 6 Totalisatoren" 1998	1994	2027	+33	97

Tab. 5: Jahressummen des Niederschlages im Kalenderjahr 1998 (in mm), Abweichungen vom Mittel 1964 (bzw. 1981) bis 1998 und relativ zum Mittelwert (Prozent).

Die Jahressummen der Niederschläge an den Totalisatoren waren im Verhältnis zu den Mittelwerten der Jahre 1980 bis 1998 zwischen 29% zu niedrig (Tot. Tauernmoos) und 18% zu hoch (Tot. Sonnblickkees).

Am Totalisator Weißsee wurden durchschnittliche Werte gemessen (99% vom Mittel). Die beiden Messstellen Tauernmoos und Landeckbach zeigten unterdurchschnittliche Messwerte, der Totalisator Sonnblickkees mit 118% einen stark überdurchschnittlichen Wert. Die Messstellen am Kalser Törl und an der Beileitung Süd lagen mit 107 bzw. 109% des Mittelwertes auch noch deutlich über dem zu erwartenden Wert, während der Totalisator am Weißsee einen durchschnittlichen Wert lieferte.

Im Mittel der Totalisatoren wurde ein Niederschlag ermittelt, welcher mit 97% nur unwesentlich unter dem langjährigen Durchschnitt lag.

Der maximale Monatsniederschlag wurde im Juli 1998 am Totalisator Sonnblickkees mit 366 mm ermittelt. Mit Ausnahme der Messstelle Weißsee zeigten in diesem Monat alle Totalisatoren und der Ombrometer bei der Rudolfshütte den höchsten Monatswert in diesem Beobachtungsjahr. Der Juli war somit ein sehr feuchter Monat, etwa 15% mehr Niederschlag als im Mittel wurde beobachtet. Außerordentlich trocken hingegen war der Februar 1998, er brachte an allen Messstellen nur etwa ein Viertel des Niederschlages eines durchschnittlichen Jahres.

3. Der Abfluß 1997/98 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Die Messungen durch die ÖBB im Kraftwerk Enzingerboden ergaben folgende monatliche Zuflüsse (natürlicher Zufluß ohne die Beileitung Nord) in den Speicher Weißsee (Tab. 8):

	1997/ 97	1942- 98	% vom Mittel		1997/98	1942- 98	% vom Mittel
Oktober 1997	432	653	65	Juli	4887	4311	113
November	208	177	118	August	2431	3692	66
Dezember	172	109	158	September	1684	1951	86
Januar 1998	92	116	79	Oktober	365	652	56
Februar	118	83	142	November	189	177	107
März	168	83	202	Dezember	139	109	128
April	106	128	83				
Mai	884	878	101	Hyd. Jahr 1997/98	15128	15127	100
Juni	4065	2946	138	Kalenderjahr 1998	15238	15127	101

Tab. 8: Monatlicher Abfluß 1997/98 und Abweichungen vom Mittel der Jahre 1942-1998 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee (Werte in 1.000 m³)

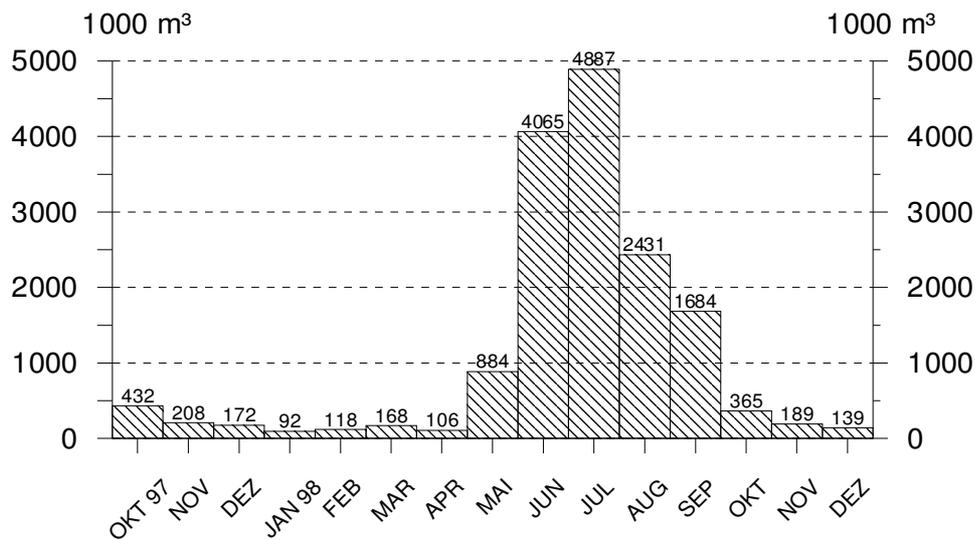


Abb. 13: Monatliche Abflußhöhen im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee 1997/98 (in 1000 m³)

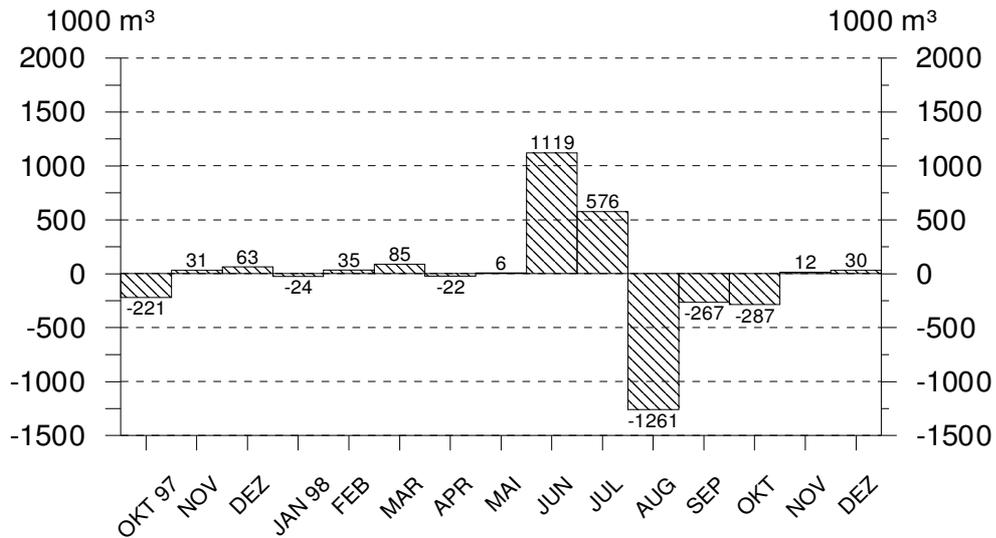


Abb. 14: Abweichungen der monatlichen Abflußhöhe vom langjährigen Mittelwert 1942/43 bis 1997/98 (in 1000 m³)

Der Speicher Weißsee erreichte am 17. August den Vollstau. Der Zufluß im hydrologischen Jahr 1997/98 lag mit 15,1 Mio. m³ genau im langjährigen Mittel 1942 bis 1998. Die Jahres-Abflußhöhe betrug 2.854 mm (Mittel 1942-98 2854 mm).

In Abb. 13 sind die monatlichen Abflußhöhen, in Abb. 14 die Abweichungen im Hydrologischen Jahr 1997/98 vom langjährigen Mittel dargestellt.

Im Winterhalbjahr waren die Abflußwerte durchwegs normal, lediglich der Oktober 1997 zeigte einen unterdurchschnittlichen Abfluß. Das Sommerhalbjahr begann mit einem durchschnittlichen Abfluß im April und im Mai. Der Juni wies hingegen einen sehr hohen Abflußwert (4.065 gegenüber 2.946 Mio. m³) auf, auch der Juli lag mit 4.887 m³ gegenüber 4.311 m³ deutlich über dem Mittelwert. Im August flossen aus dem Einzugsgebiet nur 2.431 m³ in den Speicher Weißsee, der Wert liegt etwa ein Drittel unter dem langjährigen Mittel für diesen Monat.

4. Berechnung der Größenordnung der hydrologischen Bilanz 1997/98 im Einzugsgebiet des Speichers Weißsee

Das (natürliche) Einzugsgebiet des Speichers Weißsee hat 5,3 km² (die ÖBB verwenden bei ihren Berechnungen 5,4 km²), die mittlere Gebietshöhe ist 2.570 m, das Einzugsgebiet ist zu etwa 1/3 vergletschert, wobei das Sonnblickkees 28% (1.503 km²) ausmacht.

Nachstehend die einzelnen Parameter der Wasserhaushaltsgleichung $N = A + V + (R - B)$ mit den berechneten und geschätzten Beträgen für 1997/98 und der Fehlerschätzung (Tabelle 9).

	spezifisch (in mm)	absolut (in m ³)	geschätzter Fehler
Niederschlag	2490	13197000	±5,5%
Abfluss	2854	15128000	± 5%
Verdunstung	400	2120000	±25%
Bilanz SSK	-480	-2548000	±5%
Bilanz Weißseekees	-38	-200000	±30%
Firnflecken	-98	-520000	±30%
Altschneeflecken	1	+5000	±30%

Tab. 9: Abschätzung der hydrologischen Bilanz im Einzugsgebiet Weißsee

Die Niederschlagshöhe für das 5,3 km² große Einzugsgebiet des Speichers Weißsee betrug 2.638 mm ±5,5 %. Die Gletscherspende war 616 mm oder 3,265 Mio. m³, das sind etwa 23,3 %.

Berechnet man aus den Niederschlagssummen der Totalisatoren Weißsee und Sonnblickkees sowie dem Ombrometer Rudolfshütte den „mittleren Jahres-Gebietsniederschlag“ im Einzugsgebiet Weißsee, erhält man für 1997/98 2.658 mm. Gegenüber der Niederschlagshöhe (abgeschätzt aus der Wasserhaushaltsgleichung) von 2.638 mm ist dies um 20 mm zu viel (!). Das bedeutet, daß die Totalisatoren im Mittel etwa denselben Wert, ca. +1%, anzeigten (im Vorjahr: 31 % zu wenig).

5. Überblick über die Massenbilanz - Messreihe vom Stubacher Sonnblickkees 1964-1998

Von den seit 1964 jährlich bestimmten 35 Massenbilanzen waren 18 positiv und 17 negativ. Von 1964 bis 1998 betrug die kumulative Massenbilanz -9,48 Mio. m³ oder -6,3 m spezifische Bilanz. Der Massenzuwachs von 1965 bis 1981 betrug 9,836 Mio. m³ (Spez. Bilanz: 5,5 m); seit 1982 wurden -17,8 Mio. m³ (Spez. Bilanz: -11,1 m) abgebaut. Der Massenverlust seit 1959 betrug kumulativ -11,6 Mio. m³ oder -7,8 m spez. Bilanz. Mit der heurigen Bilanz setzt sich der Trend des starken Massenverlustes seit 1982 wieder voll fort. Die kurze Phase mit Jahren annähernd ausgeglichener Bilanzen ist damit zu Ende.

Nachdem der Eisrand von Beginn der Messungen 1960 bis 1964 19 m zurückgeschmolzen war, stieß das SSK bis 1981 17,3 m vor. Seit 1981 verlor der Gletscher insgesamt -38,3 m an Länge.

Dank

Die Wasser- und Eishaushaltsmessungen am Stubacher Sonnblickkees bzw. im Einzugsgebiet der Speicher im Stubachtal werden im Auftrag des Hydrographischen Zentralbüros beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft über den Hydrographischen Dienst in Salzburg durchgeführt.

Die Betreuung des Totalisator-Messnetzes erfolgt durch R. Winter, Uttendorf. - Die Abflußdaten stellten die ÖBB zur Verfügung. - Die Wetterdaten stammen von der Station Rudolfshütte bzw. von der Wetterdienststelle Salzburg, die Station wurde vor allem von M. Soriat, A. Theuermann, S. Aigner, A. Slapschy, Ch. Hofstätter und M. Maislinger betreut. - Verschiedene freiwillige Mitarbeiter halfen bei den Feldarbeiten (z. B.: P. Geissler, N. und B. Slupetzky, G. Seitlinger, B. Zagel).

M. Kiskemper von der FH für Vermessungswesen, Neubrandenburg, und R. Puruckher von der FH Bochum, Fachbereich Vermessungswesen, leiteten die terrestrischen geodätischen Vermessungen, die GPS- Satellitenvermessung der Pegel fand unter der Leitung von E. Achleitner (Fa. ECOSAT) unter Mitarbeit von G. Griesebner und M. Fally statt. G. Seitlinger koordinierte die Seenvermessungen im Rahmen seiner Diplomarbeit.

Der Eisenbahner-Sportverein ermöglichte die Unterbringung in der Erich Steinböck Hütte am Weißsee. - Als Stützpunkt wurde auch die Hochgebirgs- und Nationalparkforschungsstelle Rudolfshütte der Universität Salzburg benutzt. Herr H. Gregoritsch gewährte Ermäßigungen im Alpinzentrum Rudolfshütte und stellte bei Bedarf die Infrastruktur des Alpinzentrums zur Verfügung. - Die Gletscherbahnen Weißsee gewährten ermäßigte Fahrkarten.

Wir danken allen genannten Personen und Institutionen und auch den nicht namentlich erwähnten Mitarbeitern, vor allem vom Institut für Geographie und Angewandte Geoinformatik der Universität Salzburg, für ihre Hilfe und die gute Zusammenarbeit herzlich.

Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof.Dr. Heinz Slupetzky
Institut für Geographie und Angewandte
Geoinformatik der Universität Salzburg,
Abteilung für Gletscher- und vergleichende
Hochgebirgsforschung
Hellbrunnerstraße 34
A-5020 Salzburg

Mag. Gerhard Ehgartner
Firma GEOID
Tiefgraben 420/43
A-5310 Mondsee

Univ.-Prof.Dr. Michael Kuhn
Institut für Meteorologie und Geophysik
der Universität Innsbruck
Innrain 52
A-6020 Innsbruck

Veranstaltungen der Internationalen Vereinigung für hydrologische Wissenschaften (IAHS) im Rahmen der Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik (IUGG) (19. bis 30. Juli 1999; Birmingham, UK)

Die Generalversammlung der IUGG, die alle vier Jahre in einem anderen Kontinent stattfindet, wurde diesmal in Birmingham (UK) abgehalten. Unter den 4000 Teilnehmern der sieben Teilorganisationen der IUGG waren etwa 350 Experten aus über 40 Ländern, welche die Veranstaltungen der IAHS besuchten. Der Berichterstatter nahm in seinen Funktionen als Nationaler Repräsentant der IAHS sowie als amtierender Präsident der International Commission on Surface Waters (ICSW) und Mitveranstalter teil.

Folgende Symposien (HS) und Workshops (HW) standen auf dem Programm:

HS1: Hydrological extremes: understanding, predicting, mitigating

HS2: Interactions between the cryosphere, climate and greenhouse gases

HS3: Impact of land-use change on nutrient loads from different sources

HS4: Integrated methods in catchment hydrology-tracer, remote sensing and new hydrometric techniques

HS5: Impacts of urban growth on surface and groundwater quality

HW1: Global databases

HW2: Hydro-ecology: riverine ecological response to changes in hydrological regime, sediment transport, and nutrient loading

HW3: Hydrology of ice-covered rivers

HW4: Regionalization of parameters of hydrological and atmospheric landsurface models

HW5: Interactions between surface and groundwater-quantity and quality

Zu den Symposia liegen bereits gedruckte Tagungsbände vor, jener von HS1 kann beim Berichterstatter eingesehen werden (siehe auch <http://www.wlu.ca/~wwwiahs/index.html>).

In der Zeit der Anwesenheit (26. bis 30. Juli 1999) konnten auf Grund der Parallelveranstaltungen sowie von IAHS- und ICSW-Bürositzung und Plenarveranstaltungen lediglich HS1 und HW2 besucht werden.

In dem Symposium HS1 (Hydrological extremes: understanding, predicting, mitigating), wurden 39 Arbeiten präsentiert. Diese sollten dem Verständnis für auslösende globale Zirkulationsmuster, die Problematik der Nichtstationarität, die Vorhersage von Dürren und Hochwassern sowie deren Vermeidung dienen.

Ohne auf einzelne Vorträge aus Platzgründen eingehen zu können seien einige Themen erwähnt, die für den Hydrographischen Dienst von Österreich aus fachlichen Gründen von besonderer Wichtigkeit waren. Es ging dabei u.a. um den Einfluß der Klimaänderung auf die hydrologischen Verhältnisse in mitteleuropäischen

Einzugsgebieten, um spezielle Studien über hydrologische Extreme inklusive Trends, um die Variabilität in Spektrencharakteristiken hydrologischer Daten, um die Verteilungsfunktionen extremer Hochwasserabflüsse, um die praktische Anwendung historischer Informationen für die Einschätzung von Hochwassern, um die Vorhersage von Niederschlagsbemessungsgrößen mit inadäquaten Daten, um regionale Hochwasserinformationen, um die Saisonalität von Hochwassern u.a.m. Die Ergebnisse dieser Studien werden in die praktische Arbeit des Hydrographischen Dienstes von Österreich und in die Planung künftiger Projekte einfließen.

Zu den Arbeiten, die im Workshop 2 (Hydro-ecology) vorgestellt wurden und für die lediglich Zusammenfassungen publiziert sind, sei i.a. festgestellt, daß diese neue Stoßrichtung der Hydrologie an Bedeutung gewinnt. Die Folgerungen für die Zukunft werden im Rahmen des IHP von Österreich aber auch im Rahmen des Dienstes zu diskutieren sein.

Zusätzlich zu dem wissenschaftlichen Programm war vom Berichterstatter als Präsident der International Commission on Surface Water (ICSW) die Plenarsitzung mit Neuwahlen abzuhalten.

Im Bericht über die abgelaufenen vier Jahre wurde dabei besonders auf die Veranstaltungen, bei denen ICSW als Hauptverantwortlich (*) oder als mitwirkend (●) auftrat, eingegangen:

- Bureau meeting of IAHS (21-22 April 1996, Vienna, Austria)
- * *Destructive Water: Water-Caused Natural Disasters – Their Abatement and Control (24-28 June 1996, Anaheim USA) The proceedings were published as IAHS Publ.no. 239*
- XVIIIth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Basis of Water Management (26-30 August 1996, Graz, Austria)
- *XIIèmes Journées Hydrologiques of ORSTOM (10-11 October 1996, Montpellier, France)*
- Fifth IAHS Scientific Assembly (April 1997, Rabat, Marocco) concerning S 1 (Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty), W 1 (Scaling Issues in the Coupling of Hydrological and Atmospheric Models) and W 4 (Flow Forecasting under Conditions of Limited Data)
- * FRIEND '97 Conference (Postojna, Slovenia, 1-4 October 1997). Proceedings published as IAHS Publ.no.246
- HeadWater '98 Conference on Hydrology, Ecology and Water Resources in Headwaters (20-23 April, Merano, Italy)
- Second International Workshop on Barriers to Sustainable Management of Water Quantity and Quality (12-15 May 1998, Wuhan, China)
- XIXth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Basis of Water Management (15-19 June 1998, Osijek, Croatia)
- Second International Conference on Climate and Water (17-20 August 1999, Espoo, Finland)
- Abidjan '98: International Conference on Water Resources Variability in Africa during the XXth Century (16-19 November 1998, Abidjan, Ivory Coast)

- Conference on Quality, Management and Availability of Data for Hydrology and Water Resources Management (22-26 March 1999, Koblenz, Germany)

Außerdem war ICSW bei der Generalversammlung in Birmingham in HS1, HS4, HW1 und HW2 als Mitveranstalter involviert. Zudem hatte 1995 ICSW ein Task Committee für „Mitigating Hydrological Disaster: Flood and Drought“ geschaffen, welches im Rahmen verschiedener Veranstaltungen tätig wurde. Da der Berichterstatter sein Amt als Präsident nach vier Jahren zurücklegte, wurde ein neuer Präsident (Dr. Alan Gustard, UK) und ein neues ICSW-Büro gewählt. Die aktuelle Liste der österreichischen Vertreter in diesen Kommissionen und die Übersicht über die neugewählten Büromitglieder in diesen Gremien finden sich im Anschluß an den Bericht.

Die Planung der künftigen Arbeit von ICSW läuft. Als nächste Veranstaltung, an der auch der Berichterstatter mitwirkt, darf z.B. das Symposium „The Extremes of the Extremes – International Symposium on Extraordinary Floods“ erwähnt werden, welches vom 17. bis 19. Juli 2000 in Island stattfinden wird.

Selbstverständlich wurden auch Plenarsitzungen der IAHS selbst abgehalten. Neben grundsätzlichen Fragen des Budgets, der Statuten, der Drucklegung von Publikationen u.a.m. wurde dabei auch die Wahl des ab dem Jahr 2001 amtierenden Präsidenten durchgeführt. Prof. Takeuchi (Japan) erhielt in einer Stichwahl das Vertrauen der Nationalen Repräsentanten. Als Vizepräsidenten wurden Gottschalk (Norwegen), Oyebande (Nigeria) und Tucci (Italien) sowie als Generalsekretär Young (Canada) gewählt.

Die nächste Großveranstaltung der IAHS, die 6. Wissenschaftliche Versammlung, wird vom 18. bis 27. Juli 2001 in Maastricht, Niederlande, stattfinden.

Im Rahmen der IUGG wurden ebenfalls Wahlen durchgeführt, wobei M. Kono (Japan) als Präsident das Rennen machte und U. Shamir (Israel, IAHS) als Vizepräsident wiedergewählt wurde. Die nächste Generalversammlung der IUGG wird 2003 in Sapporo, Japan, stattfinden.

Nationale Repräsentanten und nationale Korrespondenten Österreichs in der IAHS-Kommission

Nationaler Repräsentant: Ao.Univ.Prof.Dr.F. Nobilis, Hydrographisches
Zentralbüro, Bundesministerium für Land- und
Forstwirtschaft, Marxergasse 2, A-1030 Wien
Telephone: +43 1 71100 6942
Fax: +43 1 71100 6851
E-mail: FRANZ.NOBILIS@BMLF.GV.AT

- ICSW** O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.D. Gutknecht, Technische Universität Wien, Institut für Hydraulik, Gewässerkunde und Wasserwirtschaft,
Karlsplatz 13, A-1040 Wien
Telephone: +43 1 58801-22 300
Fax: +43 1 58801/22399
E-mail: GUTKNECHT@HYDRO.TUWIEN.AC.AT
- ICGW** O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.P. Nachtnebel, Universität für Bodenkultur, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau,
Nussdorfer Lände 11, A-1190 Wien
Telephone: +43 1 36 006/5501
Fax: +43 1 36 006/5549
E-mail: NACHT@EDV2.BOKU.AC.AT
- ICCE** Dr. W. Summer
Roseneeggasse 21-23/1/11, A-1160 Wien
Telephone und Fax: +43 1 4939 106
E-mail: SUMMER@AON.AT
- ICSI** O.Univ.Prof.Dr.M. Kuhn, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck,
Innrain 52, A-6020 Innsbruck
Telephone: +43 512 507 5450
Fax: +43 512 507 2924
E-mail: MICHAEL.KUHN@UIBK.AC.AT
- ICWQ** Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.H. Fleckseder,
Bellevuestraße 29, A-1190 Wien
Telephone: +43 1 26060-5737
Fax: +43 1 26060-5895
E-mail:
HELLMUT.FLECKSEDER@UNVIENNA.U
N.OR.AT
- ICWRS** O.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.H. Bergmann, Technische Universität Graz, Institut für Hydromechanik, Hydraulik und Hydrologie,
Mandellstraße 9/I, A-8010 Graz
Telephone: +43 316 873 6260
Fax: +43 316 873 6264
E-mail: BERGMANN@HYDRO.TU-GRAZ.AC.AT
- ICRSDT** Ao.Univ. Prof. Dr.H. Rott, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck,
Innrain 52, A-6020 Innsbruck
Telephone: +43 512 507 5455
Fax: +43 512 507 2924
E-mail: METEOROLOGIE@UIBK.AC.AT

- ICT** Ao.Univ.Prof.Dr.H. Zojer, Institut für Geothermie und Hydrogeologie, Joanneum Research, Elisabethstraße 16, A-8010 Graz
Telephone: +43 316 876 1377
Fax: +43 316 876 1321
E-mail: HANS.ZOJER@JOANNEUM.AC.AT
- ICASVR** Ao.Univ.Prof.Dipl.-Ing.Dr.E. Klaghofer, Bundesinstitut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, A-3252 Petzenkirchen
Telephone: +43 7416 521080
Fax: +43 7416 521083
E-mail: BAW.IKT@ART.AT

MR Univ.Prof.Dr.F. NOBILIS

**ÖWAV-Symposium „Bergwässer“
(21. bis 22. Oktober 1999, Fieberbrunn, Tirol)**

In schematischen Darstellungen des Wasserkreislaufes wird jener Anteil des Niederschlages, der letztendlich in den Untergrund infiltriert, als strichlierte Linie bis zum Grundwasserspiegel, oder bis zum Austritt als Quelle geführt und somit als Blackbox dargestellt.

In der ÖNORM B 4401 wird der Begriff „Bergwässer“ wie folgt definiert: „Wasser, das meist zusammenhängende Hohlräume im Fels auffüllt“. Im Wort „auffüllt“ ist eine gewisse Dynamik ausgedrückt, sodass der Begriff „Bergwässer“ sehr gut in diese unterirdische Blackbox im Wasserkreislauf passt. In Karstgebirgen kann man stellenweise in Höhlen einen Blick in diese Blackbox werfen, der überwiegende Teil des unterirdischen Abflusses ist aber der direkten Beobachtung entzogen. Zwangsläufig trifft man aber auf das Bergwasser, wenn man künstliche Hohlräume anlegt.

Vom antiken Bergbau bis zum heutigen Tunnelbau hat das Bergwasser dem Menschen große Probleme bereitet, zunächst die Gewaltigung und anschließend die eventuelle Nutzung. Diesem Themenkreis war das vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (ÖWAV) unter Leitung des Berichterstatters durchgeführte Symposium gewidmet. Der Tagungsort Fieberbrunn wurde vor allem deshalb gewählt, weil vom Mittelalter (Kupfer, Blei, Eisen) bis heute (Magnesit) eine durchgehende Bergbautradition besteht und die Marktgemeinde einen Großteil des Trinkwassers aus mittelalterlichen Bergbaustollen bezieht. Diese sind zum Teil noch zugänglich, sodass das Bergwasser im Zuge einer Exkursion auch „hautnah“ erlebt werden konnte.

Der Kreis der Teilnehmer setzte sich aus Ziviltechnikern verschiedener Sparten (34%), aus Beamten von Bund und Land (34%), aus Vertretern kommunaler Wasserversorgungen (25%) und von Universitäten (7%) zusammen.

Das fachliche Spektrum umfasste die Bereiche Geologie, Hydrologie, Montanistik, verschiedene technische Sparten, Chemie, Hygiene, Recht und Verwaltung. Diese kaum jemals anzutreffende Gruppierung garantierte niveauvolle Diskussionen und regen Erfahrungsaustausch.

Bürgermeister Herbert Grander begrüßte die Teilnehmer im Festsaal des neuen Gemeindezentrums, das erst wenige Tage vor der Veranstaltung fertiggestellt worden war und der Veranstaltung einen perfekten Rahmen bot. Mitarbeiter des Hydrographischen Dienstes für Tirol hatten eine Seitenwand im Saal mit Postern ausgestellt, die das Quellmessnetz des Landes zeigten und eine eigene Broschüre über die Messstelle „Schreiende Brunnen“ im Gemeindegebiet von Fieberbrunn aufgelegt.

Im Folgenden werden in Kurzkomentaren die einzelnen Beiträge zusammengefaßt:

Trinkwasserversorgung und Wasserwirtschaftskonzept Tirol (Dipl.-Ing. KUTZSCHBACH, Amt der Tiroler Landesregierung)

Dem Gebirgscharakter des Landes zufolge (90% Gebirgsanteil, 10% Talflächen) wird der überwiegende Teil der Wasserversorgung aus Quellen gedeckt. Unter den 6.000 Wasserversorgungsanlagen gibt es nur 200 Grundwasserbrunnen. Von der wasserwirtschaftlichen Planung werden in Tirol in vorbildlicher Weise in einer ORACLE-Datenbank eine Reihe einschlägiger Kataster geführt: Quell-, Grundwasser-, Wasserkraftanlagen-, Sperren-, Fließgewässer-, Schutz- und Schongebiets-, Behälter- und Anlagenkataster. Diese Datenbanken haben sich auch schon in Forschungsprojekten wie jenem der Geologischen Bundesanstalt „Erfassung und Bewertung ehemaliger Bergbau- und Hüttenstandorten hinsichtlich Umweltrisiko am Beispiel der Kitzbühler Alpen“ bestens bewährt.

Bergwässer aus Lagerstätten: Last und Segen? (Dr. GSTREIN, Amt der Tiroler Landesregierung)

Wasser ist Leben für Menschen, Tiere und Pflanzen. Aber auch die leblose Natur hat es ganz wesentlich mitgestaltet. Von den hydrothermalen Vererzungen und Kristallisationen bis zu Oxidations-, Reduktions- und Lösungsprozessen reicht die Palette jener Vorgänge, welche die Gesteine umgestalten und die sich in irgend einer Form im ausfließenden Wasser widerspiegeln.

Schon AGRICOLA, der Begründer der Montanlehre schreibt 1557 über Quellwässer als Anzeiger von Erzlagerstätten. Er empfiehlt unter anderem das „Kosten“ und unterscheidet dabei salzige, nitrische, alaunische, kupferwässrige und bergwachsene (?) Wässer.

Sulfidische Vererzungen können bei Zutritt von sauerstoffreichem Wasser sehr heftig oxidieren (verbrennen) und dabei hohe Temperaturen, Schwefel- und Eisengehalte erreichen. Karbonatische Wässer weisen einen basischen Charakter auf, Schwermetalle gehen nicht in Lösung – eine beruhigende Feststellung für

Gemeinden wie Fieberbrunn, deren Trinkwasser aus dolomitischen Gesteinen mit Bleivererzungen stammt.

Für verschieden mineralisierte Bergwässer, vom Mineral- und Heilwasser bis hin zu hochgiftigen Brühen, sowie für Nutzungen und Katastrophen durch ein- oder ausbrechende Bergwässer brachte Dr. Gstrein eine Fülle von eindrucksvollem Bildmaterial.

Wasserkünste – Versuche zur Lösung des Bergwasserproblems in der Geschichte des Bergbaues (Michael HACKENBERG, Bergbaumuseum Enzenreith)

Als „Kunst“ bezeichnete man im historischen Bergbau eine mechanische Vorrichtung (Maschine). Von der Antike bis in die Neuzeit werden in der Folge Beispiele der Gewaltigung von zusitzendem Grubenwasser gebracht.

Von eigenen Stollen (Erbstollen) zum gravitativen Abfluss der Grubenwässer, über die Archimedische Schraube, Schöpfrad, Schöpfwerk, Becherwerk, Stiefelpumpe, Wassersäulenmaschine bis zur Erfindung der Dampfmaschine „The Miners Friend“.

Auch die sozialen und wirtschaftlichen Aspekte, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Wasserhaltung standen, wurden angesprochen. So wurde im Mittelalter der aufwendige Bau von Wasserhebeanlagen oft in Form von Leistungswetten getätigt. Der Konstrukteur wettete, dass seine Maschine eine vereinbarte Leistung erbringen musste, die Gewerken hielten dagegen. Gewann der Techniker, so wurde er fürstlich entlohnt. Bei Versagen ging er leer aus und das Konstrukt verblieb den Gewerken.

Die Fachausdrücke aus der Bergmannssprache verliehen diesem fesselnden Vortrag eine ganz besondere Note.

Quantitative und qualitative Wasserbilanzen von Bergwässern (MR Univ.Do. Dr. Leopold WEBER, Montanbehörde)

Die genaue Kenntnis der Mengen und der chemischen Beschaffenheit der in Grubengebäuden anfallenden Wässer ist für die schadlose Ausleitung, aber auch für deren allfällige Nutzung eine Grundvoraussetzung. Wässer, die aus Stollen ausfließen, sind vielfach mit dem Lagerstättenkörper in Berührung gekommen. Die chemische Beschaffenheit solcher Wässer weicht vielfach von der Trinkwassernorm ab. Derartige Wässer können aber auch Schäden am Ausleitungssystem hervorrufen. Lange Zeit wurde diesem Problemkreis nur wenig Bedeutung zugemessen.

In diesem spannenden in Power Point Technik gehaltenen Vortrag wurde an Hand von zum Teil hochaktuellen Beispielen gezeigt, welche Gefahren von stillgelegten (abgesoffenen) Bergwerken ausgehen können und welche Verantwortung die Gesellschaften mit den Bergrechten tragen. Die austretenden Bergwässer müssen laufend beobachtet werden. Die Gefahren, die von aufgelassenen Salzbergwerken (Haller Salzburg) ausgehen, sind bekannt. Die „Explosion“ der im Annastollen bei Nassereith aufgestauten Bergwässer im Sommer 1999 hätte vermieden werden können, hätte man rechtzeitig darauf reagiert, dass die Drainageleitung im Laufe der Zeit ihre Funktionstüchtigkeit eingebüsst hatte. Ein Wohnhaus und ein Campingplatz sind dabei nur um Haaresbreite einer Katastrophe entgangen.

Untersuchungen von Wässern aus dem Kohlebergbau (ROBR Dipl.-Ing. Dr. H. KRAINER und HR o.Univ.Prof.Dr. Hilmar ZETINIGG, Amt der Steiermärkischen Landesregierung)

In lockerer Doppelconference wurden von einem Chemiker und einem Geologen die Lokalität, Geologie und die Mineralisation von Grubenwässern aus stillgelegten Kohlebergwerken in der Steiermark beschrieben. Dabei wurde jeweils der Bezug Geochemie – Hydrochemie herausgearbeitet.

Die berühmte „Quelle am Sillweg“, die am 26. Juli 1991 über Nacht in einem Garten austrat wies einen Sulfatgehalt von 1060 mg/l auf. Der zugehörige Bergbau war Jahre zuvor stillgelegt und „verschlossen“ worden.

Aus einigen Beispielen wurde auch die Verantwortung jener Beamten deutlich, welche die Maßnahmen und Auflagen bei der Schließung der Bergwerke festlegen mußten.

Geologische, bautechnische und bauchemische Aspekte für die Erschließung von Trinkwasser aus Stollen- und Tunnelvortrieben (OR Dr. Gunther HEISSEL, Amt der Tiroler Landesregierung und Dr. Eckart WERTHMANN, TIWAG)

Der Tunnelbau im Zuge des Ausbaues der Verkehrswege führt zwangsläufig zu Drainagierung und Absenkung von Bergwasserkörpern (Trockenfallen von Quellen), die damit nachhaltig quantitativ und qualitativ beeinträchtigt werden.

Von beiden Referenten wurden Maßnahmen aufgezeigt, wie solche Beeinträchtigungen

- im Vorfeld der Planung
- im Rahmen der Bewilligungsverfahren
- im Rahmen der Baudurchführung

vermieden oder verringert werden können.

Dr. Werthmann ging auf die chemische Zusammensetzung von Sprengmitteln, Baustoffen und Dichtungsmitteln ein. Er beschrieb die Nachweismöglichkeiten im Trinkwasser und klassifizierte die Stoffe nach ihrer Umweltverträglichkeit.

Bergwasseraufschlüsse in Stollen und Tunnels im Rahmen karsthydrologischer Untersuchungen (Univ.Prof.Dr. Hans ZOJER, Joanneum Research)

Im Tunnelbau wurden Bergwässer früher nur mit Gefahren für die Bergleute und mit Mehrkosten assoziiert. Im modernen Tunnelbau wird die Hydrogeologie bei Planung, Voruntersuchung, Beweissicherung und Bauausführung fix eingebunden. Dadurch können Kosten eingespart, Gefahren vermindert und Nachnutzungen sichergestellt werden.

Die Ausführungen wurden durch die Beispiele Magnesitbergbau Millstätter Alpe, Karawanken-Straßentunnel und Förolacher Stollen anschaulich illustriert.

Bergwasserzutritte im Untertagebau: Prognose – tatsächlich eingetretene Verhältnisse (Dr. Walter NOWY)

Die Schwierigkeiten des Geologen bei der Voraussage der zu erwartenden Bergwassermengen erläuterte Dr. Nowy an den Beispielen:

- Schartnerkogeltunnel (Pyhrnautobahn)
- Bosrucktunnel (Pyhrnautobahn)
- Säusensteintunnel (HL-AG)
- Wasserbeileitungstollen der II. Hochquellenwasserleitung
- Lainzer-vlg. „Wildschwein“ Tunnel (HL-AG)

In diesen Tunnelbauten wurden viele verschiedene Gesteinstypen, von Tonen und Mergeln der Flyschzone, über kalkalpine und paläozoische Serien bis zum kristallinen Grundgebirge angefahren und sehr unterschiedliche Bergwasserverhältnisse angetroffen.

Der Schneealpenstollen: Probleme, Untersuchungen und technische Maßnahmen im Zusammenhang mit den Bergwasserzutritten (Ing. Helmut WALTER, Wiener Wasserwerke und MR Dr. Gerhard VÖLKL, HZB)

Der 10 km lange Stollen durch die Schneealpe wurde 1967 bis 1968 angelegt, um die Siebenquellen aus dem Mürzgebiet in die I. Wr. Hochquellenleitung überzuleiten. Der Stollen wurde gleichzeitig von Süden und Norden aufgeföhren, aber schon bei Stollenmeter 510 brach das Siebenquellensystem mit bis zu 1300 l/s im Südtrum (bei fallendem Vortrieb!) ein. Unter unglaublichen Schwierigkeiten konnten die Wassermassen gewältigt, der Stollen abgemauert und das Quellsystem mit geänderter Stollenföhren umfahren werden.

Die vielen Wassereintritte in den Stollen wurden laufend gemeinsam mit einem umfangreichen Beweissicherungsprogramm rings um das Schneealpen Massiv untersucht. Neben Schüttung, Temperatur und Chemismus wurden erstmals auch Isotopenuntersuchungen durchgeführt. Bei einem Markierungsversuch im Jahr 1968 konnte der Farbstoff auch in verschiedenen Stollenwasserzutritten – bei manchen erst nach mehreren Jahren – nachgewiesen werden. Manche Bergwasserzutritte haben in den Tritiumgehalten bis heute nicht auf die Atombombenversuche in den frühen 60er Jahren reagiert.

In jüngster Zeit versuchen die Wiener Wasserwerke durch Abdichten von Schwinden und Dolinen im Plateaubereich Trübungseinbrüche bei Starkregen zu vermindern.

Der Semmering-Basistunnel-Pilotstollen: Hydrogeologische Routinearbeit unter Tag (Dr. Josef KAISER, HL-AG und Mag. Peter REICHL, Joanneum Research)

Völlig abgehoben von der politischen Polemik rund um dieses Projekt wurde vom Baugeologen und vom Hydrogeologen über die begleitenden Maßnahmen zur Gewältigung der prognostizierten Wasserzutritte berichtet. Ähnlich wie beim Schneealpenstollen wurde auch hier fallend vorgetrieben.

Es wurde versucht, durch gezieltes Absenken des Bergwasserspiegels den Stollen trocken zu halten.

Im Vergleich zum Schneealpenstollen bot hier vor allem der Einsatz von Datensammler-Messsystemen weitere Möglichkeiten die hydrogeologische Situation im Berg zu erfassen.

Erwartungsgemäß ergab sich im Anschluß an diesen Vortrag eine besonders rege Diskussion.

Exkursion in das mittelalterliche Bergbaurevier Rettenwand; Bergwasserverhältnisse – Trinkwasserfassungen – Gefährdungspotential

Am 22. Oktober fanden sich ca. 40 Exkursionsteilnehmer bei prachtvollem Herbstwetter bei der Badeanstalt „Lauchsee“ ein. Nach der Einkleidung mit Übergewand, Helm und Stirnlampe wurde das nahegelegene mittelalterliche Bergbaurevier Rettenwand besucht. Hier wurde im Schwazer Dolomit nach Bleierzen geschürft. Die in den Werfener Schiefeln stehenden Erbstollen sind längst verstürzt, das aus den Pingen (Einbruchnischen) austretende Wasser wird durchwegs für Trinkwasserversorgungen genutzt. Ca. 50 m darüber treten Einsturzpingen und Tagverhaue auf, die teilweise von den Bauern als illegale Müllplätze verwendet wurden. Bei einem malerischen 50 x 50 cm weiten „Tagloch“ war es dann soweit: Alle mussten dem Berg ihre Reverenz erweisen und bäuchlings die Grube befahren. Im Berg konnten nun die einsickernden Wässer, wassergefüllte „Gesenke“, die Müllhalde unter einem Tagschlot, Reste der Vererzung und die noch gut erhaltenen Spuren der bergmännischen Arbeit mit Schlögel und Eisen besichtigt werden. Nach 4 Stunden im Berg kamen alle tief beeindruckt und nicht mehr ganz so sauber wieder ans Tageslicht.

MR Dr. Gerhard VÖLKL

ÖWAV-Seminar „SKIPISTEN“

(20. Jänner 2000; Schladming)

Im Rahmen einer Seminarveranstaltung wurde am 20. Jänner 2000 in Schladming dieses neue Regelblatt 212 des Österreichischen Wasser- und Abfallverbandes vorgestellt. Darin werden die wasserwirtschaftlichen, rechtlichen, technischen und ökologischen Aspekte aufgezeigt, um eine einheitliche Vorgangsweise bei Planung, Errichtung und Betrieb von Skipisten sowie in den Behördenverfahren zu erreichen.

Die Arbeitsgruppe unter der Leitung von Dr. Gunther SUETTE umfasste Beamte, Wissenschaftler und Praktiker aus Bergbahngesellschaften, welche die Fachbereiche Wasserwirtschaft, Geologie, Bodenkunde, Forstwirtschaft, Botanik, Bauwesen, Recht und Verwaltung abdeckten.

Die Wasserwirtschaft war durch Dr. Suette, Dipl.-Ing. Müller und Dipl.-Ing. Wirth sehr effizient vertreten. Es wird ausdrücklich auf die Grundlagendaten der Hydrographischen Landesdienststellen und des Hydrographischen Zentralbüros verwiesen, wie auch auf die Untersuchungsprojekte zur Abschätzung des vermutlich größten Niederschlages (PMP) und des größten Abflusses (PMF) von Nobilis, Gutknecht et. al. hingewiesen wird.

Der Vermeidung von Erosionsschäden durch bauliche Maßnahmen, der Rekultivierung und der schadlosen Abfuhr des Drainagewassers wird breiter Raum gewidmet.

Das Regelblatt stellt mit Sicherheit einen ausgezeichneten Arbeitsbehelf für Techniker und Behördenvertreter dar.

MR Dr. Gerhard VÖLKL

PERSONELLE ÄNDERUNGEN
im Hydrographischen Dienst von Österreich

Hydrographisches Zentralbüro

Herrn MR Univ.Prof. Dr. Franz Nobilis wurde im Dezember 1999 das Große Ehrenzeichen für die Verdienste um die Republik Österreich verliehen.

Herr Erich Fischer wurde mit 1. Jänner 2000 Amtsdirektor.

Frau Anna Rainer ist auf eigenen Wunsch mit 29. Februar 2000 aus dem Dienst ausgeschieden.

Hydrographischer Dienst für Burgenland

Herr Ignaz Schütz wurde mit 1. Jänner 2000 zum Fachoberinspektor befördert.

Hydrographischer Dienst für Niederösterreich

Nachstehende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter wurden befördert:

Frau Ingrid Gabriel zur Fachoberinspektorin,

Herr Herbert Prohaska zum Tech.Fachinspektor

Ernannt wurden:

Herr Mag. Dr. T. Ehrendorfer zum Oberbaurat,

Herr Mag. Friedrich Salzer zum Bauoberkommissär,

Herrn Gerald Kainz wurde der Titel Regierungsrat verliehen.

Neueingetreten sind:

Frau Ernestine Gleiss mit 6. September 1999 und Herr Mag. Franz Hauer mit 31. Jänner 2000

Herr Dipl.Ing.Dr. Wolfgang Burböck wurde auf eigenen Wunsch im März 2000 zur Gebietsbauleitung Korneuburg versetzt, Herr Dr. Edwin Berger trat mit 1. Juli 1999 in den Ruhestand.

Hydrographischer Dienst für Oberösterreich

Herr Ing. Jürgen Rafetseder wurde auf eigenen Wunsch versetzt.
Herr Ing. Reinhard Enzenebner kam neu zum Hydrographischen Dienst.
Herr Ing. Hans-Peter Kabicher wurde zum Tech. Oberamtsrat ernannt.

Hydrographischer Dienst für Salzburg

Herr Simon Pötzelsberger trat mit 31. Jänner 2000 in den Ruhestand.
Herr Johann Reiter wurde mit 1. Jänner 2000 pragmatisiert.

Hydrographischer Dienst für Tirol

Herr Ing. Johannes Steindl wurde mit 1. Jänner 2000 zum Amtssekretär befördert.
Seit 1. September 1999 ist Herr Martin Neuner und seit 2. November 1999 ist Herr Robert Wolf neuer Mitarbeiter.
Mit 1. März 2000 trat Herr ADir. Erwin Mair in den Ruhestand.

Bei den Hydrographischen Diensten für *Kärnten, Steiermark, Vorarlberg, Wien* sowie der *Wasserstraßendirektion* sind keine personellen Veränderungen eingetreten.

Verzeichnis der staatlichen Hydrographischen Dienststellen in Österreich

Hydrographisches Zentralbüro, Marxergasse 2, A-1030 Wien,
Tel.: 01/71100/Kl., Fax: 01/71100/6851

Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Hydrologie, WA5, Landhausplatz 1, A-3100 St. Pölten,
Tel.: 02742/200/Kl., Fax: 02742/200/3040

Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Hydrographischer Dienst, Kärntner Straße 12, A-4020 Linz,
Tel.: 0732/6584/Kl., Fax: 0732/6584/2411

Amt der Salzburger Landesregierung, Fachabteilung Wasserwirtschaft, Referat 6/64 - Hydrographischer Dienst, Postfach 527,
A-5010 Salzburg,
Tel.: 0662/8042/Kl., Fax: 0662/8042/4199

Amt der Tiroler Landesregierung, Landesbaudirektion, Abteilung VIh - Sachgebiet Hydrographie, Herrengasse 1/II, A-6010
Innsbruck,
Tel.: 0512/508/Kl., Fax: 0512/508/4205

Landeswasserbauamt Bregenz, Hydrographischer Dienst, Jahnstraße 13-15,
A-6900 Bregenz,
Tel.: 05574/511/Kl., Fax: 05574/511/4309

Amt der Kärntner Landesregierung, Hydrographischer Dienst, Völkermarkter Ring 29,
A-9021 Klagenfurt,
Tel.: 0463/536/Kl., Fax: 0463/536/31828

Hydrographische Landesabteilung für Steiermark, Postfach 630, Stempfergasse 7,
A-8010 Graz,
Tel.: 0316/877/Kl., Fax: 0316/877/2116

Amt der Burgenländischen Landesregierung, Hydrographischer Dienst, Landhaus-Neu, Freiheitspl. 1, A-7000 Eisenstadt,
Tel.: 02682/600/Kl., Fax: 02682/600/2789

Magistrat der Stadt Wien, MA 45 - Hydrographischer Dienst, Wilhelminenstraße 93,
A-1160 Wien,
Tel.: 01/48829/Kl., Fax: 01/48829/997290

Wasserstraßendirektion, Abteilung Wasserwirtschaft, Hydrographischer Dienst, Hetzgasse 2, A-1030 Wien
Tel.: 01/7180990/Kl., Fax: 01/7134070

Impressum:

Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich

Herausgeber: Hydrographisches Zentralbüro im Bundesministerium
für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft
(Leitung: MR Univ.Prof.Dr.F.Nobilis)
A-1030 Wien, Marxergasse 2
Tel: ++43 1 71100 6942
Fax: ++43 1 71100 6851
E-mail: Franz.Nobilis@bmlf.gv.at

Redaktion: MR Dipl.-Ing.Dr.F.Pramberger

Fachbeirat: MR Dipl.-Ing.J.Spörg
OR Dipl.-Ing.R.Godina
ORätin Dipl.-Ing.G.Fuchs
Rat Dipl.-Ing. P. Lorenz

Technische Mitarbeit: S. Spreitzer und ADir.Ing.J. Wurth

Redaktionsanschrift: Hydrographisches Zentralbüro
A-1030 WIEN, Marxergasse 2

Druck: Druckerei RIEGELNIK Ges.m.b.H
Piaristengasse 17-19
A-1080 Wien



Gedruckt auf umweltschonend hergestelltem Papier mit
Pflanzenöl – Druckfarben.

REDAKTIONSHINWEISE

Vor Übermittlung von Originalarbeit-Manuskripten ist mit der Redaktion Kontakt aufzunehmen.

Die Redaktion behält sich vor, unverlangt eingesandte Manuskripte anzunehmen oder ohne Angabe von Gründen abzulehnen.

Grundsätzlich dürfen nur Beiträge eingesandt werden, die nicht gleichzeitig an anderer Stelle zur Veröffentlichung eingereicht oder bereits veröffentlicht worden sind. Der Autor verpflichtet sich, seinen im Mitteilungsblatt veröffentlichten Beitrag auch nachträglich nicht an anderer Stelle zu publizieren.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Verfasser allein verantwortlich.