Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung Band 73

Karsthydrologische Untersuchungen im Einzugsgebiet des Mixnitzbaches

von Hermann Stadler

Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion Fachabteilung IIIa – Wasserwirtschaft Graz 1992

INHALT

	Einleitung	1
1.	Allgemeiner Teil	
1.1.	Geologischer Aufbau	
1.1.1.	KALKSCHIEFER-FOLGE	5
1.1.1.1.	Hydrogeologische Wertigkeit	
1.1.2.	LAUFNITZDORFER GRUPPE	
1.1.2.1.	Hydrogeologische Wertigkeit	
1.1.3.	HOCHLANTSCHGRUPPE	6
1.1.3.1.	Hydrogeologische Wertigkeitigkeit der Gesteine der Hochlantschgruppe	
1.1.4.	NACHPALÄOZOISCHE ENTWICKLUNGEN	9
1.2.	Die morphologischen Verhältnisse	10
1.2.1.	DIE ENTWICKLUNG DER HOCHFLÄCHEN UND DER TALSYSTEME	10
1.2.1.1.	Lateralerosion der Altflächen	14
1.2.2.	KARSTFORMEN	15
1.2.2.1.	Höhlen	15
1.2.2.2.	Weitere Karstformen	15
1.2.3.	FLUVIATILE FORMEN	16
1.2.4.	PERIGLAZIALE ENTWICKLUNGEN	16
1.2.4.1.	Moore	17
1.2.5.	REZENTE ENTWICKLUNGEN	17
2.	Hydrologischer Teil	19
2.1.	Die Quellaufnahme	19
2.1.1.	BISHER DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	19
2.1.2.	AUSWAHL DER AUFNAHMEGEBIETE	
2.1.3.	DURCHFÜHRUNG DER QUELLAUFNAHME	
2.1.4.	ERGEBNISSE DER QUELLAUFNAHME	
2.1.4.	Zur Frage der Quelltypen	20
2.1.4.2.	Statistische Bearbeitung der Quellaufnahmeergebnisse	21
2.2.	Der Abfluβ	32
2.2.1.	HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER SCHÜTTUNGSSTUFEN	34
2.2.2.	ÜBERSCHREITUNGSDAUER DER ABFLÜSSE	
	TROCKENWETTERFALLINIEN	
2.2.3. 2.2.3.1.	Kaskadenfall	3
2.2.3.1.	Mixnitzbach	43
2.2.3.3.	Kritik und Zusammenfassung	45
2.3.	Die Alimentierung des Kaskadenfalls durch den Mixnitzbach	
2.3.1.	DIE WASSERFÜHRUNG DES MIXNITZBACHS	46
2.3.1.1.	Schüttungsanstieg am Kaskadenfall durch Teichabsenkung	48
2.4.	Chemisch-physikalische Eigenschaften der Quellwässer	5
2.4.1.	CHEMISCH-PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN WÄHREND DER	
∠. ¬,⊥,	QUELLAUFNAHME	5
2.4.1.1	Ziel	5

2.4.1.2.	Zusammenfassung	53
2.4.2.	JAHRESUNTERSUCHUNG AUSGEWÄHLTER QUELLEN	53
2.4.2.1.	Ziel	53
2.4.2.2.	Ergebnisse	54
2.4.2.3.	Zusammenfassung	59
2.4.3.	EREIGNISBEOBACHTUNG AM KASKADENFALL	60
2.4.3.1.	Schüttungsanstieg nach Gewitterereignis	60
2.4.3.2.	Beprobung während des Markierungsversuchs	
2.4.3.3.	Zusammenfassung	62
2.5.	Isotopenmessungen	63
2.5.1.	BEPROBUNG VON EINZELEREIGNISSEN	63
2.5.2.	DAUERBEOBACHTUNG DER 18O-KONZENTRATIONEN	67
2.6.	Der Markierungsversuch	70
2.6.1.	AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG	70
2.6.2.	VORBEREITUNGEN	70
2.6.2.1.	Auswahl des Tracers, der Einspeisestelle und der	
	Probennahmepunkte, Beprobungsplan	70
2.6.3.	DURCHFÜHRUNG	73
2.6.4.	ERGEBNISSE	75
2.6.4.1.	Kaskadenfall	75
2.6.4.2.	Mixnitzbach/Klammausgang-Brücke 1	
2.6.4.3.	Die restlichen Probenpunkte	
2.6.4.4.	Zusammenfassung	
2.7.	Der Wasserhaushalt des Untersuchungsgebiets	80
2.7.1.	ZIELSETZUNGEN UND PROBLEMATIK DER BERECHNUNGEN	
2.7.2.	VORAUSSETZUNGEN	80
2.7.3.	BERECHNUNGEN DER EVAPOTRANSPIRATION	81
2.7.3.1.	Potentielle Evapotranspiration nach HAUDE	81
2.7.3.2.	Reelle Evapotranspiration nach TURC	
2.7.4.	INTERPRETATION DER ERGEBNISSE FÜR DAS EINZUGSGEBIET DES	
	MIXNITZBACHS BIS ZU PEGEL TEICHALM	83
2.7.5.	VERSUCH EINER BERECHNUNG DES	
	EINZUGSGEBIETS DES KASKADENFALLS	86
2.7.6.	BERECHNUNGEN FÜR DEN GESAMTABFLUSS MIXNITZBACH	
	UND KASKADENFALL	
2.7.7	BERECHNUNGEN FÜR DAS EINZUGSGEBIET DES TYRNAUERBACHS	87
	Literaturverzeichnis	89
	Anhang (Tabellen und Abfluβganglinien)	

VERZEICHNIS DER TABELLEN IM TEXT

Tabelle 1:	Höhenstufen der Altflächenreste:	
Tabelle 2:	Niveaugliederung im Hochlantsch nach A. WINKLER-HERMADEN	
Tabelle 3:	Daten zur Eichkurve Kaskadenfall	32
Tabelle 4:	Rezessionen Kaskadenfall 1987 bis 1991	38
Tabelle 5:	Rezessionen Kaskadenfall 1987/88	
Tabelle 6:	Frequency Tabulation (\alpha Karstwasser)	41
Tabelle 7:	Frequency Tabulation (α Baseflow)	42
Tabelle 8:	Rezessionen Mixnitzbach 1987/88	43
Tabelle 9:	Korrelation der Sättigungsindizes zu p(CO2):	57
Tabelle 10:	δ18O-Werte der Niederschläge am 6. September 1987	64
VERZEICI	CHNIS DER DIAGRAMME IM TEXT	
Diagramm	1: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach	22
	2: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Tyrnauerbach	
	3: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Breitenauerbach-S	
	4: Höhenverteilung der Höhlen und Quellen der einzelnen Einzugsgebie	
	5: Eichkurve Kaskadenfall	
	6: Häufigkeitslinien der Schüttungsstufen nach Tagen	
	7: Abfluβdauerlinien Kaskadenfall und Mixnitzbach	
_	8: Trockenwetterfallinien Kaskadenfall 1987	
_	9: Trockenwetterfallinien Kaskadenfall 1988	
_	10: Trockenwetterfallinien Mixnitzbach	
-	11: Wasserführung des Mixnitzbachs	47
Diagramm :	12: Schüttungsanstieg am Kaskadenfall und Mixnitzbach durch	
	Teichabsenkung sowie Gang der Leitfähigkeit	49
-	13: Typisierung der Einzugsgebiete, Quellaufnahme	
Diagramm:	14: Verhältnis der Calcitsättigung zum p(CO2)	58
Diagramm	15: Leitfähigkeit und Ca/Mg-Verhältnis am Kaskadenfall, September 198	760
Diagramm :	16: Leitfähigkeit und Ca/Mg-Verhältnis am Kaskadenfall, August 1988	62
	17: 818O und Schüttung Kaskadenfall und Mixnitzbach, September 1987.	63
_	18: 818O und Schüttung Kaskadenfall und Mixnitzbach bei	
	Teichabsenkung am 28. Oktober 1987	65
_	19: Isotopendauerbeobachtung	
Diagramm	20: Kaskadenfall; Schüttung und Tracerkonzentration	76
	21: Wasserüberschuß und -defizit für die Station Rechberg	82
Diagramm	22: Reelle Evapotranspiration nach TURC für die	
	Niederschlagsstation und den Pegel Teichalm	85
Diagramm	23: Evapotranspiration nach HAUDE für die	
	Niederschlagsstation und den Pegel Teichalm	85

*	/ED	761	CHNIS	DED	ADDII	DIIN	CEN	TNA	TEVT
٦	V P.K	ZEI	CHNIS	DEK	AKKII	JUUN	CTEN	IIVI	ICAL

	数	
Abb. 1:	Der Hochlantschgipfel von W	7
Abb. 2:	Blick auf die Bucheben von SE	13
Abb. 3:	Blick von NNE auf die Wandbildungen der Burgstallbrekzie	15
Abb. 4:	Höhlen in der Burgstallbrekzie.	
VERZEIC	HNIS DER FIGUREN IM TEXT	
Figur 1:	Begrenzung und Unterteilung des Arbeitsgebiets	2
Figur 2:	Geologischer Überblick nach GOLLNER, J. & Ch. ZIER 1985	
Figur 3:	Abflußmeßstellen am Mixnitzbach und Tyrnauerbach	32
Figur 4:	Markierungsversuch	71
BEILAGE		
Tafel 1	Quellkartogramm des Gebietes Hochlantsch - Teichalm - Tyrnauergraben mit Geologie	

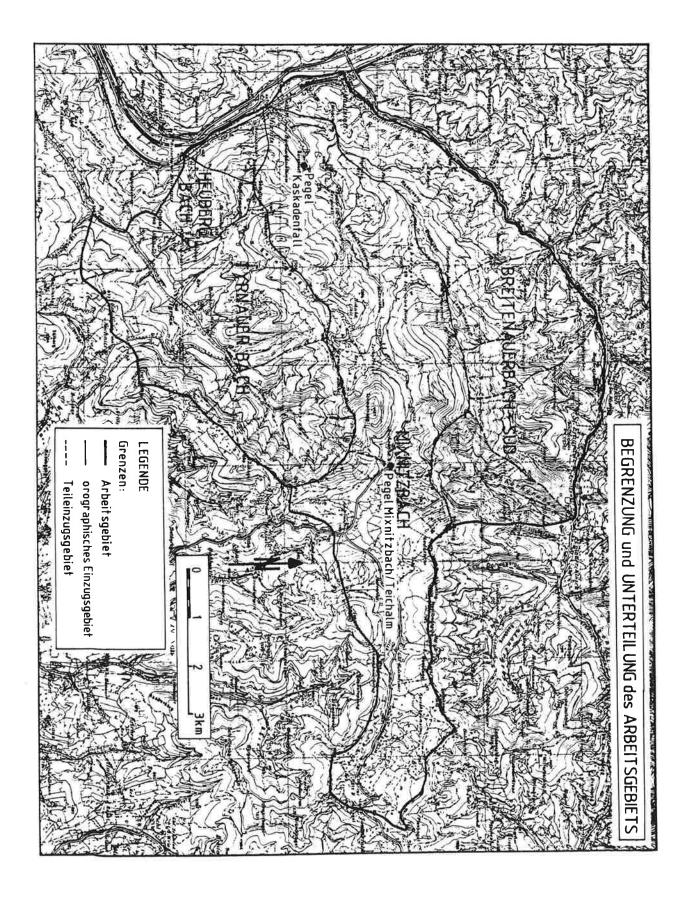
Einleitung

Das Untersuchungsgebiet liegt an der nördlichen Grenze des Grazer Paläozoikums östlich der Mur.

Die nördliche Begrenzung wird vom Breitenauerbach gebildet und steigt dann entlang der östlichen Grenze des orographischen Einzugsgebiets des Tiefenbachgrabens zum Frießenkogel auf, um dann der Kammlinie der nördlichen Umrahmung der Teichalm bis zum Plankogel zu folgen. Die weitere Begrenzung nach W bilden Saukogel, Siebenkögel und Osser. Über den Sattel beim Gasthaus Angerwirt zieht die Grenze, das Einzugsgebiet des Gerlerbachs einschließend, vom Gerlerkogel, Wildkogel, Hubenhalt bis zur Nechnitz. Von dort läuft die Grenze weiter nach SW, um an der nördlichen Einzugsgebietsgrenze des Flaschbachs den Tyrnauergraben zu erreichen. Die südwestliche Grenze wird von der Mur und der Verbindung über den Wetterbauersattel zum Tyrnauergraben gebildet.

Dieses Gebiet umschließt eine Fläche von 74,6 km² mit einer mittleren Höhe von 1030 m, wobei der tiefste Punkt mit 440 m Seehöhe an der Mur liegt; die höchste Erhebung stellt der Hochlantsch mit 1720 m dar.

Figur 1: Begrenzung und Unterteilung des Arbeitsgebiets



1. Allgemeiner Teil

1.1. Geologischer Aufbau

Der Großbau ist durch eine intensive Decken-, Falten- und Bruchtektonik gekennzeichnet, wobei ein ausgeprägtes E-W Streichen sowohl der sedimentären Abfolgen als auch der tektonischen Überschiebungsflächen vorherrscht (J. GOLLNER, 1983).

Während im nördlichen Teil (Hochlantsch) die Schicht- und Überschiebungsflächen generell nach S bzw. SSW einfallen (J. GOLLNER, 1983), fallen diese im südlichen Teil (Rote Wand, Tyrnauergraben) generell nach N ein (GOLLNER, J. & ZIER, 1985).

Im N-Teil können nach GOLLNER, J. & ZIER (1985) fünf eigenständige tektonische Stockwerke festgestellt werden, deren wichtigste Schichtglieder hier angeführt werden:

STOCKWERK I

Hochlantscheinheit

STOCKWERK II

Harrbergerformation

STOCKWERK III

Koglerformation

STOCKWERK IV

Hackensteinerformation

STOCKWERK V

Gschwendtformation

Dieser Aufbau wird noch durch eine markante Bruchtektonik geprägt. Die bedeutendsten Verstellungen sind dabei an N-S beziehungsweise NE-SW streichende Störungsbündel gebunden. Neben zahlreichen kleineren Brüchen treten einige Bruchzonen Verstellungen im 100 m-Bereich auf. Den geologischen Aufbau zeigt Figur 2.

LEGENDE

	Neogen, Quartär (Hangschutt, Felssturzmassen, etc.
0000	Burgstallbrekzie (?)
•:••:•:	Bärenschützkonglomerat (Gosau)
Hochlant	schgruppe
men.	Mixnitzer Karbon (cu-co)
	Hochlantschkalk (dm·do)
	Zachenspitzformation (dm)
	Tyrnauer-Alm Formation (dm)
	Barrandeischichten (du-dm)

Dolomitsandsteinfolge (du)

Gesteine des Breitalm-

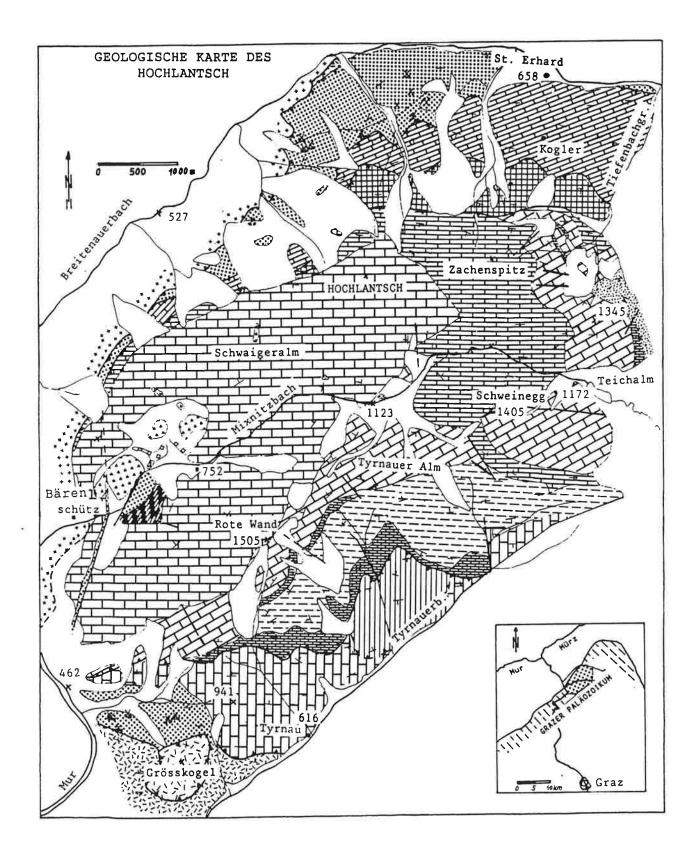
kreuz (du?)

Störung, Überschiebung

(vermutet)

X Bergbau (stillgelegt)

Figur 2:Geologischer Überblick nach GOLLNER, J. & Ch. ZIER 1985



1.1.1. KALKSCHIEFER-FOLGE

Die Kalkschiefer-Folge stellt eine sehr inhomogene Abfolge von verschiedenen Kalken, Sandsteinen und Dolomiten dar, in der die Kalke bei weitem überwiegen. Diese Kalke sind kleinräumig sehr unterschiedlich ausgebildet. Es finden sich massige, wandbildende, sehr reine Kalke bis hin zu dünnschichtigen, plattigen Entwicklungen, die oftmals Einschaltungen von Silt- oder Tonschiefern enthalten. Daneben finden sich bei ihnen alle Übergänge zu den Sandsteinen und Dolomiten. Diese lithologischen Unterschiede finden sich nicht selten auf engstem Raum.

1.1.1.1. HYDROGEOLOGISCHE WERTIGKEIT

Die hydrogeologische Bewertung, aber auch eine differenzierte Kartierung einzelner Schichtglieder wird durch mächtige Schuttentwicklungen erschwert. Die primäre Austrittsursache von Quellen und die Wasserzirkulation im Anstehenden können so oft nicht erkannt werden.

Vor allem die massigen Kalke können als gut verkarstungsfähig (Dolinen auf der Nechnitz und Hubenhalt) und daher auch als gut wasserwegig (keine Quellen auf der Nechnitz) angesehen werden. Es zeigte sich auch bei der Quellaufnahme, daβ im Liegenden derartiger Kalke immer wieder Quellaustritte zu beobachten sind (Quellen T OF und T 012). Eine Einstufung als Karstquellen konnte nach einer einmaligen Beprobung jedoch nicht erfolgen, da oftmals Leitfähigkeit und/oder Temperatur durch die Schuttentwicklungen beeinflußt sind.

Die gebankten, teilweise sehr dünnschichtigen Kalke sind in Verbindung mit den Silt- und Tonauflagen ihrer Schichtflächen im Gegensatz dazu als teilweise gute Stauer aufzufassen. So tritt zum Beispiel die Quelle T 109 als Schichtgrenzquelle über Kalken der Gschwendtformation aus, an deren Schichtgrenzflächen Silteinschaltungen auftreten.

Die bei den Kalken auftretenden Übergänge zu Sandsteinen und Dolomiten müssen wie diese als mehr oder weniger gut wasserwegig betrachtet werden.

Bei den Dolomiten sind vor allem die spätdiagenetischen wegen der dadurch entstandenen Klüftigkeit (Volumsverlust) als gute Wasserleiter zu bezeichnen. Bei den Sandsteinen ist ein gewisses nutzbares Porenvolumen anzunehmen.

Dolomite und Sandsteine beeinflussen wegen ihrer geringen lokalen Verbreitung die Entwässerung innerhalb der Kalkschiefer-Folge jedoch nur kleinräumig.

1.1.2. LAUFNITZDORFER GRUPPE

Innerhalb der Laufnitzdorfer Gruppe kommt es ebenfalls, wie innerhalb der Kalkschiefer-Folge, zu einem sehr heterogenen Wechsel verschiedener Gesteine. Es fehlen hier jedoch karbonatische Entwicklungen fast völlig. Hier finden sich auch die in diesem Raum bekannten Vererzungen. Es handelt sich dabei am Hochlantsch Nordabfall um den in Betrieb stehenden Magnesitabbau, um die einst bebauten manganhältigen Toneisensteine, sowie um die im Heuberggraben an Vulkanite gebundenen, einst genutzten Hämatitvererzungen (GOLLNER, J. & ZIER, 1985).

1.1.2.1. HYDROGEOLOGISCHE WERTIGKEIT

Ebenso wie die lithologische Unterschiedlichkeit ist auch die hydrogeologische Bewertung dieser Gesteinsabfolgen unterschiedlich. Erschwert wird dies noch dadurch, daβ wegen der schlechten Aufschlußverhältnisse nichts über die laterale Verbreitung der einzelnen Gesteine oder über eine Dominanz der einen oder anderen ausgesagt werden kann (vgl. GOLLNER 1983, S. 18). Die mächtigen Schuttentwicklungen am Hochlantsch N-Abfall überdecken oftmals die Entwässerung einzelner Schichtglieder. So können zum Beispiel Quellen, die auf Grund ihrer Leitfähigkeitswerte ausschließlich dem Kristallin zuzuordnen sind, erst im äuβersten W des Arbeitsgebiets (Mautstatt, Moscherkogel) angetroffen werden.

Bei den Sandsteinen ist im allgemeinen eine gute Wasserdurchlässigkeit und auch ein gewisses nutzbares Porenvolumen anzunehmen. Die Wasserwegigkeit wird noch durch Bankungs- und Schichtfugen erhöht.

Bei den Tonschiefern und Tonsteinen liegen die Verhältnisse komplizierter. Dies nicht zuletzt wegen der geringen Zahl an Aufschlüssen. Grundsätzlich könnte bei diesen Gesteinen eine mäßige bis gute stauende Wirkung erwartet werden. Im vorliegenden Fall treten sie jedoch immer wieder im Bereich von tektonischen Störungen und Überschiebungsbereichen auf, sodaß eine mehr oder minder starke Beanspruchung und Störung des Gesteinsverbands angenommen werden kann. Wenn es in diesen Fällen zur Ausbildung von Klüften und Spalten kommt, so ist - wenigsten regional - eine gewisse Durchlässigkeit gegeben. Inwieweit dies zutrifft, kann jedoch auf Grund der oben beschriebenen Situation nicht angegeben werden.

1.1.3. HOCHLANTSCHGRUPPE

Zur Hochlantschgruppe werden folgende lithostratigraphische Einheiten gezählt (GOLLNER, J. & ZIER, 1985):

Dolomitsandstein-Folge
"Gesteine des Breitalmkreuz"
Barrandeischichten
Tyrnauer Alm-Formation
Zachenspitzformation
Steinbergkalk
Hochlantschkalk
Mixnitzer Karbon

Die Dolomitsandstein-Folge bildet südlich und nördlich des Mixnitzbachs den Kern einer Antiklinale. Sie zeigt eine Wechsellagerung verschiedener Dolomite, in die untergeordnet Kalke, Sandsteine und Tonschiefer eingeschaltet sind.

Das Auftreten der Barrandeischichten ist auf den Tyrnauergraben beschränkt. Sie erstrecken sich vom Jagdhaus Steindl bis in den hinteren Tyrnauergraben und erreichen eine Mächtigkeit bis etwa 45 m. Es handelt sich um eine intensive Wechsellagerung verschiedener Kalke (dominant), Dolomite und Mergel, sowie untergeordnet Tonschiefer und Sandsteine. Die deutlich im cm- bis m-Bereich gebankten Kalke sind überwiegend fossilreich. Charakteristisch ist eine selektive, oft fleckige Dolomitisierung, die vor allem dicht gepackte Biogenschuttkalke und Kalke mit hohem Tongehalt erfaβt (GOLLNER & ZIER 1985, S.47f).

Die Tyrnauer Alm-Formation erstreckt sich vom Heuberggraben über die Tyrnauer Alm, Schweinegg, Teichalm, Breitalm bis in den südlichen Teil des Tiefenbachgrabens. Die bis zu 500 m mächtige Schichtfolge

ist in ein tieferes, vorwiegend dolomitisches und ein hangendes, vorwiegend kalkiges Member geteilt, wobei im Grenzbereich, aber auch innerhalb der kalkigen Schichtfolge, Vulkanite eingeschaltet sind (GOLLNER, J. & ZIER, 1985).

Die Zachenspitzformation schließt im E an den Hochlantschkalk an und reicht vom Schweinegg im S bis in den Bereich Wöllingerbach im N.

Innerhalb dieser Formation können ebenfalls zwei faziell unterschiedliche Anteile getrennt werden. Den bei weitem überwiegenden Anteil nimmt eine bis etwa 300 m mächtige kalkige Entwicklung ein. Basale Anteile desselben verzahnen sich im W mit einer maximal 80 m mächtigen heterogenen Folge von Kalken, Tuffiten und Tonschiefern, die den zweiten (westlichen) Anteil der Zachenspitzformation darstellt (GOLLNER & ZIER 1985, S. 50).

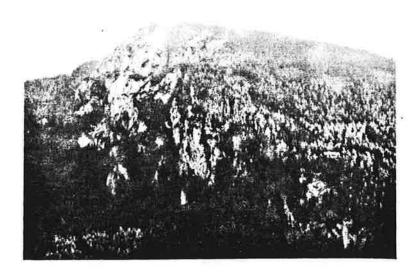


Abb. 1: Der Hochlantschgipfel von W. Im Bildvordergrund die Verebnungsfläche beim Guten Hirten.
Freigeg. vom BMLV mit Zl. 13.088/804-1.6/87.

Der Hochlantschkalk bildet sowohl morphologisch als auch hydrogeologischen vom Gesichtspunkt her auffälligste Schichtglied der paläozoischen Entwicklungen im Arbeitsgebiet. Er bildet das oberste Stockwerk und ist vom Röthelstein und der Roten Wand bis östlich des Hochlantschgipfels anzutreffen, wo er sich mit den Kalken der Zachenspitzformation verzahnt.

Der massige bis etwa 800 m mächtige Hochlantschkalk zeichnet sich infolge seiner Felswandbildungen als weithin

sichtbares Schichtglied der Hochlantschgruppe aus. Es handelt sich um eine homogene Kalkentwicklung, in der Dolomite und klastische Gesteine fehlen. Vulkanitsche Einschaltungen treten in geringer lateraler Verbreitung an zwei Stellen südlich des Mixnitzbachs auf. Typisch für den Hochlantschkalk sind zahlreiche, meist nicht schichtgebundene Farbvariationen, die von hellgrau, blaugrau, rötlich, bräunlich bis dunkelgrau reichen. Ein weiteres charakteristisches Merkmal ist die Bildung von roten Belägen (Eisenoxidhydrat) längs von Klüften, Bankungsfugen, Störungen und Stylolithen. Der Hochlantschkalk ist massig, lokal auch im m-bis 10 m-Bereich gebankt und nur äuβerst selten dünnschichtig ausgebildet (GOLLNER & ZIER 1985, S. 51).

In den reinen, rückstandsarmen Kalken sind gegenüber den anderen Schichtgliedern der Hochlantschgruppe verstärkte Umkristallisationserscheinungen zu beobachten. Es dominieren spätige bis grobspätige Typen, während dichte Gesteine nur selten auftreten. An verschiedenen Stellen sind Anreicherungen von bis zu cm groβen, authigenen Quarzen anzutreffen (GOLLNER & ZIER 1985, S. 51f).

Östlich von Mixnitz am Fuße der Nordabstürze der Roten Wand und des Röthelsteins folgt über einem Erosionsrelief des Hochlantschkalks das Mixnitzer Karbon.

1.1.3.1. HYDROGEOLOGISCHE WERTIGKEITIGKEIT DER GESTEINE DER HOCHLANTSCHGRUPPE

1.1.3.1.1. Dolomitsandsteinfolge

Auf Grund der auffallenden Dominanz der verschiedenen Dolomite innerhalb dieser Einheit, bestimmen diese im Zusammenhang mit den mächtigen Schuttentwicklungen die Entwässerung in diesem Gebiet wesentlich.

Dolomite können auf Grund ihrer Klüftigkeit und Verkarstungsfähigeit als gut wasserwegig beurteilt werden. Bei der Verkarstung neigen sie im Gegensatz zu Kalken zur Bildung kleinlumiger Hohlräume bis hin zu Mikroklüften. Dies mag auch mit der geringeren Lösungsfähigkeit des Dolomits in Verbindung stehen. Ein gutes Beispiel für die Entwässerung des Dolomits bildet die bereits weiter oben erwähnte Quelle T 109, die als Schichtgrenzquelle eine Dolomitschuppe im Liegenden der Heubergformation entwässert und als Stauer Kalke der Gschwendtformation aufweist. In Verbindung mit Schuttkörpern können in diesem Bereich Quellschüttungen von über 1 l/s auftreten (Quellen T 103 und T 063).

1.1.3.1.2. Barrandeischichten

Die hydrogeologische Wertigkeit der Barrandeischichten ist im Arbeitsgebiet wesentlich von der großen lateralen Erstreckung und der im Vergleich dazu geringen Mächtigkeit der Schichten bestimmt. Sie treten im Liegenden der Dolomitsandstein-Folge an der Überschiebungsgrenze zur Heubergformation beziehungsweise Höllgrabeneinheit auf. Auf Grund des Gesteinsbestands und der beschriebenen tektonischen Position (tektonische Beanspruchung, Störungen) können sie als gut durchlässig beschrieben werden. Die Kalke der Barrandeischichten scheinen wenig zur Verkarstung zu neigen. Die lokal auftretenden Mergel und Tonschiefer spielen nur eine untergeordnete Rolle und wirken sich als Stauer nur begrenzt aus.

1.1.3.1.3. Tyrnauer Alm-Formation

Obwohl der Gesteinsbestand der Tyrnauer Alm-Formation unterschiedliche Entwicklungen aufweist (Dolomite, Sandsteine und Kalke), ist die hydrogeologische Stellung dieser Formation einheitlicher zu beurteilen. Sie kann im allgemeinen als ±gut durchlässig beschrieben werden. Unterschiedlich scheint nur die Fähigkeit zur Karstausbildung zu sein. Die Kalke weisen eine hohe bis sehr hohe Verkarstungsfähigkeit auf, besonders in den Übergängen zu den reinen Kalken, die sich mit den Hochlantschkalken verzahnen. Aber auch die Dolomite neigen zur Verkarstung. So ist zum Beispiel im Bereich der Forststraβe im hinteren Tyrnauergraben westlich der Kote 1129 m eine rezente Dolinenbildung bemerkbar (vgl. Kapitel 1.2.), aber auch Kluftquellen treten in diesem Bereich auf (Quelle T 054).

1.1.3.1.4. Zachenspitzformation

Innerhalb der Zachenspitzformation ist besonders der östliche Anteil derselben von hydrogeologischer Bedeutung. Dieser Anteil kann aus hydrogeologischer Sicht weitgehend den Hochlantschkalken gleichgestellt werden. Nur in den basalen Anteilen kommt es durch das Auftreten von Tonschiefern und dünngebankten Kalken zu lokal begrenzten Stauwirkungen, denen die Quellen T 012 bis T 015 zuzuordnen sind. Innerhalb der dickbankigen bis massigen Kalke sind als Zeugen der Verkarstungsfähigkeit das Zechnerhubloch am

Schweinegg NW-Hang und die Zachenlucke im oberen Tiefenbachgraben zu erwähnen. Das Ochsenbodenloch scheint an ein Störungsbündel gebunden zu sein, das hier im Bereich der Verzahnung der Zachenspitzkalke mit dem Hochlantschkalk auftritt und nach S bis in den Tyrnauergraben mit Unterbrechungen zu verfolgen ist (siehe oben und Kapitel 1.2.1.).

1.1.3.1.5. Hochlantschkalk

Der Hochlantschkalk kann als sehr gut verkarstungsfähig und somit gut durchlässig charakterisiert werden. Dafür sprechen das fast völlige Aussetzen von Quellen in diesem Bereich, die zahlreichen Höhlenbildungen und nicht zuletzt die im Rahmen dieser Arbeit festgestellte Verbindung vom Mixnitzbach zum Kaskadenfall.

Von hydrochemischen Interesse ist hier vor allem die Tatsache, daβ der Hochlantschkalk völlig dolomitfrei ist (GOLLNER & ZIER 1985, S. 51).

1.1.4. NACHPALÄOZOISCHE ENTWICKLUNGEN

Es sind dies im Arbeitsgebiet vor allem das Bärenschützkonglomerat, tertiäre Konglomerate, die Burgstallbrekzie, periglaziale Schuttbildungen und Talfüllungen.

Die heutige Entwässerung wird von den periglazialen Schuttentwicklungen und den Talfüllungen wesentlich bestimmt. Beide sind, wie bereits erwähnt, als gut wasserwegig zu bezeichnen und beeinflussen so die unterirdische Entwässerung nachhaltig.

1.2. Die morphologischen Verhältnisse

Das Arbeitsgebiet ist charakterisiert durch den Wechsel von sanftwelligen Altlandschaften, jungen Kerbtälern, Felsabbrüchen und steilen Hängen, die diese Altlandschaften verbinden.

Die ältesten Leitformen des Gebiets sind von Kuppenniveaus (Frieβenkogel, Grubbauerkogel, Plankogel, Osser, Schweinegg) bestimmt, die als vererbte Flächen dem Miozän zuzuordnen sind.

Im Pliozän, als sich die klimatischen Bedingungen so entwickelten, daß Flächenbildung und -erhaltung möglich wurden, entstanden jene Altflächenreste (Sommeralm, Teichalm, Hubenhalt, Guter Hirte), die teilweise bis in die Gegenwart erhalten blieben und so das Bild der heutigen Landschaft wesentlich bestimmen.

Die Entwässerungsrichtung in diesen geologischen Abschnitten kann natürlich nicht mehr genau rekonstruiert werden, doch sind einige Hinweise darauf erhalten geblieben. Es kann angenommen werden, daß die großräumige N-S Entwässerung schon sehr lange bestand (unteres Pliozän), aber im betrachteten Gebiet eine phasenhafte W-Verlegung der Hauptvorflut stattfand (A. WINKLER-HERMADEN, 1957; J. SÖLCH, 1924 u. 1928). Auslösende Faktoren dafür können zum einen die großräumigen phasenhaften Gebirgshebungen sein aber auch kleinräumige tektonische Verstellungen.

1.2.1. DIE ENTWICKLUNG DER HOCHFLÄCHEN UND DER TALSYSTEME

Bei der Geländeaufnahme dieser Formen wurde zum einen auf die landschaftsprägende Bedeutung und auf eine gewisse Mindestgröße, die H. WILHELMY (1972) angibt, um derartige Formen als Altflächenreste anzusprechen, Rücksicht genommen.

Die solcherart ausgeschiedenen Flächensysteme wurden zu Gruppen zusammengefaβt. Tabelle 1 stellt die wichtigsten höhenmäβig zusammen:

Tabelle 1:	Höhenstufen	der Alt	flächenreste:
------------	-------------	---------	---------------

System	mittlere Höhe	
I	1700	Hochlantsch
II	1300 - 1500	W' Osser, Guter Hirte, Siebenkögel, Hahnhütte, Sommeralm, Rote Wand
III	1200 - 1240	Teichalm, Breitalm, Hubenhalt, Schwaigeralm
IV	970 - 1150	Nechnitz, Bucheben, Zehnerhube
V	640 - 900	Burgstall, Steindl, Schwaigerbauer

Diese Einteilung ist mit der von A. WINKLER-HERMADEN getroffenen nicht gänzlich in Einklang zu bringen. Eine Übersicht, mit den bei ihm für das Hochlantschmassiv erwähnten Höhenangaben (A. WINKLER-HERMADEN, 1957) bringt Tabelle 2:

Name	Höhe	Alter	Bezeichnung
KOR-NIV. WOLSCHENECK-NIV. GLASHÜTTENER-NIV. TRAHÜTTENER-NIV.	1700 1440 - 1500 1200 - 1240 1000 - 1150	Sarmat Unterpannon Mittelpannon Pannon/Daz	Hochlantsch Rote Wand Teichalm, Hubenhalt Zehneralpe, Nechnitz, Bucheben
HOCHSTRADENER-NIV.	600 - 800	oberstes Daz	Gebirgsrandflur

Tabelle 2: Niveaugliederung im Hochlantsch nach A. WINKLER-HERMADEN:

Des weiteren unterteilt er die einzelnen Niveaus noch in obere und untere Teilfluren, wobei einzelne Höhenangaben eher dem Wunsch des Verfassers entsprechen (siehe Hubenhalt: A. WINKLER-HERMADEN, 1957) als der Realität. Noch einen Schritt weiter geht J. SÖLCH, der, in fast jeder Kammlinie Altflächenreste erkennend, je nach Lesart neun bis zwölf Niveaus zwischen Hochlantsch und Passailer Becken erkennt (J. SÖLCH, 1924 u. 1928).

Die weitere Behandlung dieses Problems soll mit besonderer Berücksichtigung der Entwässerungsentwicklung erfolgen und auch die Möglichkeiten der kleinräunigen Tektonik einbeziehen.

Die ältesten im Arbeitsgebiet erhaltenen Formen sind die Kuppenniveaus des Ossers (1548 m), Plankogels (1531 m), Frießenkogels (1491 m), Schweineggs (1457 m), Hochlantschs (1720 m) und des Zachenspitzes (1601 m). Sie sind ins Miozän zu stellen. Es handelt sich dabei möglicherweise um Kuppelkarstreste, deren Entstehung in späteren Zeitabschnitten bei veränderten klimatischen Verhältnissen nicht mehr möglich gewesen wäre. Daβ der sie verkleidende periglaziale Hangschutt teilweise mächtige Entwicklungen darstellt, zeigte sich auch bei der Quellaufnahme. Bei Schüttungen bis zu 7 l/s wiesen diese Quellen auf der Teichalm niedrige Temperaturen und gegenüber Kluftquellen eine erhöhte Leitfähikeit auf.

Schon in diesem Höhenabschnitt und etwas darunter (bis etwa 1400 m) erscheinen typische Altflächenreste, die besonders auf der Sommeralm und im nördlichen Teil des Saugrabens ausgebildet sind. Auffallend ist, daβ sie westlich vom Gasthaus Holzmeister nicht mehr auftreten. Die N-Umrahmung der Teichalm ist ungegliedert. Erst ganz im NW erscheint eine Verebnungsstufe, die allerdings deutlich tiefer liegt. Aussagen über die damalige Entwässerungsrichtung sind nicht zu treffen.

Erste Vermutungen über eine solche bringt aber J. SÖLCH (1924) für das Niveau der Breitalm (1240 m) zum Ausdruck, das er als alten Talstrunk, der mit dem Sattel beim Angerwirt (1190 m) eine nach S gerichtete Entwässerungsrinne darstellte, bezeichnet. Weitere Änderungen der Entwässerungsrichtung seien nach J. SÖLCH (1924) auf minimale Verstellungen der alten Verebnungsflächen zurückzuführen. Solche Verstellungen müßten bereits während der nächsten Hebungsphase eingetreten sein. Dadurch entstand die Gefällsstufe zum Teichalmniveau, dem höhenmäßig die untere Teilflur beim Guten Hirten und die Hubenhalt zugehörig ist.

Die Verebnungsflächen beim Guten Hirten können möglicherweise in zwei Teilfluren geteilt werden, wobei die obere dem Niveau der Breitalm zuzuordnen wäre. Allerdings sind diese Flächen sehr stark von alten Talwurzeln, Karstgassen und rezenter Dolinenbildung durchzogen, sodaβ keine eindeutigen Gefällsstufen mehr zwischen den beiden Teilfluren erkennbar sind. Es wird aber deutlich, daβ die hier vorliegenden Altflächen die westlichsten Niveaus darstellen, die vor der Bildung der heutigen Klamm und möglicherweise

vor dem ersten W-Schwenken der Entwässerung über die Bucheben entstanden sind. Damit wären sie nach A. WINKLER-HERMADEN (1957) an die Basis des Oberpannons zu stellen. Es kann in diesem Gebiet aber auch eine jüngere tektonische Verstellung vorliegen.

In dieser Hinsicht ist sicherlich auch die breite Talung des Mixnitzbachs östlich Zechnerhube bis etwa zur Brücke in 1123 m interessant. Nach ihrer heutigen Höhenlage könnte sie mit dem Sattel der Bucheben (1081 m) in Verbindung gebracht werden. Ob es sich wirklich um ein altes Entwässerungssystem über die heutige Klamm hinweg gehandelt hat, oder ob hier ein Bereich vorliegt, der bei späteren Hebungen zurückgeblieben ist, kann hier nicht beantwortet werden.

In diesem Bereich finden sich auch Zeugen einer möglicherweise unterirdischen Entwässerung des Hochlantschstocks. Das Ochsenbodenloch (Nummer im Höhlenkataster: 2839/6) und der sogenannte "Lantschbrunn", eine periodisch flieβende Karstquelle in der Rinne westlich Ochsenbodenloch in etwa 1220 m Höhe. Beim Ochsenbodenloch handelt es sich um einen heute inaktiven, bis in 108 m Tiefe befahrbaren Karstschlot, dessen Eingang sich heute in 1140 m Höhe nördlich des Mixnitzbachs, 10 m über dem Gerinneniveau am Wandfuβ befindet. Einzelne Gänge desselben queren in ca. 50 m Tiefe den Mixnitzbach

Der "Lantschbrunn" ist nur nach extremen Starkregen und während der Schneeschmelze aktiv. Während des Beobachtungszeitraums war dies jedoch nicht der Fall, da die Winterniederschläge zu gering waren. Selbes gilt auch für den "Wasserspeier" (Höhlenkatasternummer 2839/30) der sich in 1080 m im Talschluβ des Tyrnauergraben, etwa 700 m nordwestlich Kote 1129 befindet.

Die Möglichkeit einer Verbindung vom Mixnitzbach in den Tyrnauergraben bei starken Hochwasserereignissen (z.B.: Schneeschmelze) wird weiter unten noch behandelt.

Ein weiteres Flächensystem, das das Erscheinungsbild der Landschaft ganz besonders prägt, ist das Niveau der Bucheben und der Nechnitz, sowie die in dieser Höhe gehäuft auftretenden Höhlen.

Bereits J. SÖLCH (1928) und später auch GÖTZINGER (ABEL, O. & G. KYRLE, 1931) nehmen eine Entwässerung über eine Verbindung Bucheben - Nechnitz in N-S Richtung an. A. WINKLER-HERMADEN stellt dieses Niveau an die Wende vom Pannon zum Daz und parallelisiert es mit dem Trahüttener Niveau. Zu diesem Zeitpunkt kann, folgt man diesen Angaben, weder die Bärenschützklamm, noch der Tyrnauergraben und auch nicht das Passailer Becken existert haben. Daraus ist zu entnehmen, daß besonders dieser Zeitraum zum einen einer langandauernden tektonischen Ruhephase entsprechen muß und zum anderen die klimatischen Verhältnisse und das Wasserdarbot günstige Vorraussetzungen zur Höhlenbildung darstellten.

Besonders im Bereich Rote Wand und Röthelstein häufen sich Höhlenportale und Löcherreihen in einer Höhe um 1000 m, also knapp unterhalb des heutigen Niveaus der Bucheben. Im steirischen Höhlenkataster sind im Bereich Rote Wand - Röthelstein die Portale von 36 Höhlen (eine ohne Höhenangabe) erwähnt, von denen 18 unter 1000 m, 13 zwischen 1000 m und 1020 m und nur 4 Höhleneingänge darüber (bis max. 1100 m) liegen. Ob diese Höhlensysteme noch diesem Entwässerungssystem tributär waren, wie GÖTZINGER (ABEL, O. & G. KYRLE, 1931) feststellt, oder den Beginn größerer unterirdischer Entwässerung eines jüngeren Zeitabschnitts darstellen, bleibt offen.

WINKLER-HERMADEN



Abb. 2: Blick auf die Bucheben von SE Freigegeben vom BMLV mit 21. 13.088/804-1.6/87.

spricht im Zusammenhang mit dem altdazisch-oberpannonen Flurensystem und Übergang zu den jüngeren Verebnungsflächen 'bedeutenden Änderungen der hydrographischen Verhältnisse' (A. WINKLER-HERMADEN, 1957). In diesem Zeitabschnitt (bis zum obersten Daz) scheinen die Bärenschützklamm, der Tyrnauergraben und, für die Entwicklung der Reliefenergie im betrachteten Gebiet von ausschlaggebender

Bedeutung, das Passailer Becken entstanden sein.

Die Rückfallkuppen der rechten Talflanke des Tyrnauergrabens scheinen innerhalb der vorpleistozänen Entwicklung dieses Gerinnes wesentlich stärker tektonisch bedingt als durch Stillstände der Hebungen. Diese Rückfallkuppen weisen eine eindeutige Abdachung nach W auf. Da sie aber nur bis östlich des Heubergs zu verfolgen sind, besteht die Möglichkeit, daβ der Tyrnauerbach bei seiner Tieferlegung vorerst über den Sattel beim Jagdhaus Steindl nach W entwässerte (der heutige Heubergbach, der zur Mur flieβt, tastet ebenfalls einer Störung nach). Erst mit zunehmender Erosionstätigkeit und dem W-Verschieben der Vorflut entstand der heute murparallele Abschnitt, ebenfalls einer geologischen Schwächezone folgend.

Auf Grund der bereits erwähnten W-Abdachung der Rückfallkuppen im Tyrnauergraben ist natürlich eine Bindung an ein Fluβsystem und möglicherweise an Altflächenreste, die durch Lateralerosion sich zu diesen verschnittenen Formen ehemaliger Niveaus entwickelt haben, denkbar. Diese W gerichtete Entwässerung würde die NS Entwässerung dieser Zeit über Bucheben - Nechnitz unterschneiden, die morphologisch besser abgesichert erscheint. Auch dies ist ein Grund diese Reste eines Niveaus in eine jüngere Zeit zu stellen als das Niveau der Bucheben.

Am N-Abfall des Hochlantschs sind ausgeprägte Altflächenreste nicht ausgebidet. Die vorhandenen Verebnungsflächen, die vom E (Tiefenbachgraben) nach W (Mur) von 1050 m auf etwa 900 m (Ranerwand) abdachen, sind zum einen an die Grenze zum Kristallin gebunden und zum anderen an die mächtigen periglazialen Schuttfächer.

In Begleitung des Mixnitzbachs treten noch zwei besonders markante Verebnungsflächen auf, deren Entstehung von der der bisher besprochenen abweicht: Die kesselartigen Verebnungen des Burgstalls (ca. 700 m) und Schwaigerbauern (ca. 800 m). Bereits A. AIGNER (1926) weist darauf hin und erkennt sie als ehemalige Karst-Sacktäler einer unterirdischen Entwässerung im Bereich des Mixnitzbachs. Er verweist in diesem Zusammenhang auf die Höhlenbildungen der Burgstallwand (zwischen Schwaigerbauer und Burgstall). Ein Zusammenhang mit dem Ochsenbodenloch konnte indes noch nicht erbracht werden. Folgt

man der Annahme A. AIGNERS, wären Verbindungen dieser Höhlen mit dem Ochsenbodenloch und den beiden Überlaufquellen denkbar. Dies könnte aber nur durch einen Markierungsversuch während der Schneeschmelze (nach ausreichenden Winterniederschlägen) bewiesen werden.

Auch R. SCHWARZ (1979) greift diese These wieder auf und diskutiert auch die Altersfrage. Danach wären diese Talkessel möglicherweise schon im Miozän entstanden.

1.2.1.1. LATERALEROSION DER ALTFLÄCHEN

Neben diesen Altflächen, in deren Mittelpunkt sicherlich die Teichalm steht, sind es vor allem die jungen Taleinschnitte, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Im eigentlichen Arbeitsgebiet handelt es sich dabei um die Bärenschützklamm und den Tyrnauerbach. Der krasse morphologische Unterschied dieser beiden, muβ im unterschiedlichen Gesteinsaufbau ihrer Einzugsgebiete gesucht werden.

Das Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs liegt zur Gänze innerhalb der Dolomitsanstein-Folge und der Kalkschiefer-Folge. Obwohl besonders innerhalb der Kalkschiefer-Folge auch massige, wandbildende Kalke (N. HUBAUER, 1984; ZIER, 1982) auftreten, ist die überwiegende Mehrzahl der innerhalb dieser Formationen auftretenden Gesteine leichter erosiv abtragbar als die Hochlantschkalke im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs. Die asymmetrische Ausbildung dieses Kerbtals ist auf die Lagerung der Gesteine zurückzuführen. Im Bereich der Rückfallkuppen liegt der Sattel einer Falte innerhalb der Dolomite der Dolomitsandstein-Folge, deren Achse etwa parallel zum Tyrnauergraben liegt.

Ein weiterer Grund ist möglicherweise in der Entwässerung des "Vorläufers" des Tyrnauerbachs zu suchen, die über den Sattel beim Jagdhaus Steindl erfolgte und dabei ebenfalls, wie der heutige Tyrnauerbach, einer Störung nachtastete. Durch erneute Hebungen (tektonische Asymmetrie des Talquerschnitts) und der W-Ablenkung der Mur bei Röthelstein wurde in Zusammenhang mit der wahrscheinlich hohen Geschiebeführung aus dem Bereich der Roten Wand der Tyrnauerbach zum heutigen Lauf gezwungen.

Der Mixnitzbach, der im Bereich Burgstall und Bärenschützklamm ebenfalls einer Störung folgt, konnte ein ähnliches Ausgleichsgefälle wie der Tyrnauerbach im massigen Hochlantschkalk noch nicht erreichen. Zusätzlich wird seine Erosionsleistung durch die teilweise unterirdische Entwässerung gemindert. Er überwindet die 350 m Höhenunterschied von der Zechnerhube zum Kassahaus in der Bärenschützklamm. Eng mit dieser Klamm verbunden sind die Karsterscheinungen, die aber nicht auf diesen Bereich beschränkt bleiben.

Das Einzugsgebiet des oberen Mixnitzbachs wird von der rückschreitenden Erosion der tief eingeschnittenen, ihn umgebenden Gerinne stark angegriffen. Am auffälligsten davon ist die in der Literatur (J. SÖLCH, 1924) schon mehrmals erwähnte bevorstehende Anzapfung des Mixnitzbachs durch die Raab beim Schwoabauerkreuz. Die Wasserscheide erhebt sich hier nur mehr 25 m über das Niveau des Mixnitzbachs, der Raabursprung ist vom Mixnitzbach in Luftlinie nur 500 m entfernt.

Vom gleichen Autor wird noch eine weitere bevorstehende Anzapfung in diesem Gebiet erwähnt. Die des Toberbachs über den Sattel beim Gasthof Angerwirt.

1.2.2. KARSTFORMEN

1.2.2.1. HÖHLEN

Im Österreichischen Höhlenkataster sind unter der Kat.Nr. 2839 zweiundsiebzig Höhlen innerhalb des Arbeitsgebiets erfaßt. Die bekanntesten davon sind die Drachenhöhle und die Mathildengrotte am Röthelstein sowie das Bärenloch oberhalb der Karstquelle Kaskadenfall. Die räumliche Verteilung über das Arbeitsgebiet ist sehr unterschiedlich. Sie treten gehäuft am tektonisch stark beanspruchten Röthelstein bis zum NW-Abfall der Roten Wand auf. Die höhenmäßige Verteilung zeigt ein Maximum des Vorkommens im der Höhenstufe um 1000 m, die ein im Arbeitsgebiet entscheidendes Niveau darstellt.

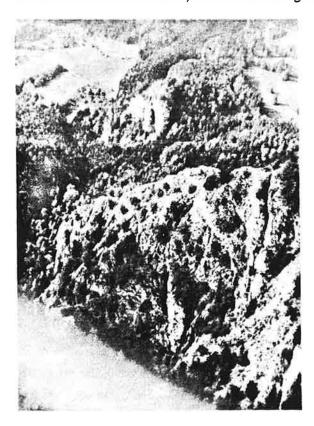


Abb. 3: Blick von NNE auf die Wandbildungen der Burgstallbrekzie zwischen Burgstall und Schwaigerbauer, im Bildvordergrund verkarsteter Hochlantschkalk. Freigegeben vom BMLV mit Zl. 13.088/804-1.6/87.

Eine Bindung von Höhlen an andere Niveaus konnte nicht festgestellt werden. Für höhere Bereiche mag daraus der Schluß gezogen werden, daß die klimatischen Verhältnisse für Verkarstung nicht günstig waren. Bei tieferen Niveaus muß bedacht werden, daß möglicherweise viele Höhlenportale durch den pleistozänen Hangschutt nicht zugänglich sind. Eine Ausnahme bilden die Hubenwandhöhlen. Hier, an der NW Flanke des Röthelstein liegt in der betreffenden Höhenstufe (um 700 m) keine pleistozäne Entwicklung vor. Diese Höhlen sind daher unter Berücksichtigung der Gesamtabdachung dem 500 m Leitniveau (Oberstpliozän) am Gebirgsrand zuzuordnen.

1,2,2,2. WEITERE KARSTFORMEN

Groβformen einer Karstlandschaft liegen im bedeckten Karst des Arbeitsgebiets selten vor. Die auffallendsten sind die beiden groβen übereinandergeschalteten Talkessel des Burgstalls und beim Schwaigerbauer.

Gut ausgebildete Dolinen finden sich gehäuft auf der Schwaigeralm und beim Schwaigerbauern, einzelne Formen auf der Nechnitz, Hubenhalt und Siebenkögel.

Anthropogen verfüllte Dolinen, teilweise im Gelände nicht mehr erkenntlich, finden sich beim Gasthaus Angerwirt. F. VORMAIER (1938) weist auf das stark verkarstete Gebiet hin und erwähnt eine Vielzahl von Kleindolinen. Diese sind laut Auskunft des Besitzers wegen der Weidewirtschaft und der Befahrung mit Traktoren weitgehend verfüllt worden. Übriggeblieben sind eine abgedichtete Doline, die augenscheinlich aus dem Hangwasser des Ossers gespeist wird (lt. Auskunft fällt sie nie trocken) und zwei weitere größere Dolinen (Durchmesser etwa 10 m) südlich der Straße auf die Sommeralm, von denen jedoch eine bereits fast verfüllt ist.

Ebenfalls anthropogen verfüllt wird derzeit eine besonders schön ausgebildete Doline auf der Nechnitz, etwa 30 m südlich des Gasthauses Frank. Hier werden vor allem Bauschutt und Streusplitt abgeladen. Das Wäldchen, das sich cica 20 m südwestlich dieser Doline befindet, dürfte auf einer ehemaligen und nun abgedichteten Doline stehen, die wesentlich gröβer war als die noch offene. Der Boden ist hier anmoorig und deutet somit auf periglaziale Verfüllung hin.

Auf der Schwaigeralm, im Areal der Pferdekoppel, westlich Gasthaus Guter Hirte, findet sich die größte Anzahl von Dolinen in einem geschlossenen Gebiet. Ihre Form weicht jedoch deutlich von den bisher beschriebenen ab. Sie sind deutlich tiefer (ca. 1,5 m) und besitzen steilere Flanken. In ihrem Aussehen erinnern sie schon etwas an Karstschlote. Ihre Bildung ist teilweise rezent. Nach Auskunft des Oberförsters müssen alle ein bis zwei Jahre neue Dolinen eingezäunt werden, da sie sich inzwischen vertieft haben. Von einer weiteren rezenten Dolinenbildung berichtete mir der Revierjäger im Tyrnauergraben. Im Talschluβ des Tyrnauergrabens (westlich Kote 1129) muβ alljährlich im Frühjahr die Forststraβe wegen einer kreisrunden Absenkung neu aufgefüllt werden.

Drei besonders schön ausgebildete Dolinen befinden sich beim Schwaigerbauern. Die größte davon hat einen Durchmesser von etwa 10 m und ist damit auch die größte im Arbeitsgebiet.

Jeweils eine Doline wurde noch auf der Hubenhalt und auf den Siebenkögeln gefunden. Ihr Durchmesser beträgt jeweils ungefähr drei Meter.

Karstkleinformen der Oberfläche sind natürlich nur dort anzutreffen, wo der nackte Fels ansteht. Dies ist im wesentlichen westlich des Hochlantschgipfels und in Begleitung des Mixnitzbachs der Fall. Dabei handelt es sich um Karren der manigfachsten Ausbildungen.

1.2.3. FLUVIATILE FORMEN

Kolke und Strudellöcher finden sich in besonders schön ausgebildeten Formen, oftmals bis zu drei Generationen übereinander, entlang des Mixnitzbachs zwischen Hinterklamm und Burgstall. Ein Großteil dieser Formen scheint nicht mehr rezent gebildet zu werden, da sie entweder völlig verfüllt sind oder bereits oberhalb des Bachbetts liegen.

Für die heutige Formenwelt der Hochflächen sind vor allem die Ablagerungen der Talbodenlehme der Teichalm von Bedeutung, da sie die heutige Almfläche gegen den klüftigen Untergrund abdichten. Nur auf Grund dieser fluviatilen Ablagerungen ist zum Beispiel der heutige Stausee möglich. Ein Gutteil der Erosionsformen der Gerinne kann rezenten Vorgängen zugeordnet werden.

1.2.4. PERIGLAZIALE ENTWICKLUNGEN

Die periglazialen Hangschuttentwicklungen stellen im Arbeitsgebiet ein wesentliches Formelement dar. Besonders mächtig entwickelt sind sie am Oberlauf des Mixnitzbachs zwischen Sommeralm und Teichalm. Ihre Mächtigkeit kann nicht genau angegeben werden, liegt aber sicher im Bereich der 10er-Meter. Aufgeschlossen sind diese Schuttbedeckungen entweder durch den mäandrierenden Mixnitzbach besonders im Bereich Gasthaus Holzmeister oder in Form von klammartigen Einschnitten durch Erosion von Quellwässern (Gully Erosion).

Der tiefste (2,2 m) derartige Aufschluß wurde im Gebiet der Sommeralm entdeckt. Auch im Bereich von Quellmulden am Talboden werden die Schutthänge angeschnitten. Großflächigere Aufschlüsse des periglazialen Hangschutts finden wir im Zuge des Straßenbaus.

Vom Ausgangsmaterial fand der Spaltenfrost, der ein wesentliches Element bei der Bildung der periglazialen Hangschleppen darstellt, in diesem Gebiet günstige Voraussetzungen zur Schuttaufbereitung vor. Die Unterschiedlichkeit der Schuttgrößen ist sehr schön mit dem Anstehenden (Ausgangsmaterial) identifizierbar. Die bis dm-großen Schuttstücke sind Hochlantschkalke, bei cm-großen Bruchstücken handelt es sich meist um Dolomit. Der Kalkschiefer verwittert zu sehr dünnblättrigen, kiesigen Komponenten.

1.2.4.1. MOORE

Moorbildungen können im Arbeitsgebiet auf der Teichalm und den Niveaus der Sommeralm angetroffen werden. Auf der Teichalm ist der Talboden östlich des Stausees, auf dem Sommeralmniveau hauptsächlich eine Verebnungsfläche auf der Kerschbaumalm in 1300 m Höhe betroffen. Die Moorbildung entlang des Mixnitzbachs wird durch Lehme ausgelöst, die in den Anrissen des mäandrierenden Mixnitzbach (z.B.: im Bereich Harrerhütte - Gasthaus Holzmeister) deutlich erkennbar sind. Ihr Wasserhaushalt ist von einem echten Moor etwas abweichend. Sie werden wahrscheinlich durch Hangwasser gespeist und entwässern in die Vorflut. Heute werden sie teilweise durch Drainagen enrtwässert und sind daher als solche nicht mehr eindeutig zu erkennen; so zum Beispiel beim Gasthaus Holzmeister und beim Schilift Sommeralm. Bei den höhergelegenen Vorkommen ist keine Entwässerung feststellbar. Die Abdichtung derselben stammt wahrscheinlich aus den pliozänen Fluβläufen. Genauere Altersangaben könnten nur durch entsprechende Pollenanalysen getroffen werden.

1.2.5. REZENTE ENTWICKLUNGEN

Hierher gehört die Sohlentalbildung des Mixnitzbachs im Bereich Saugraben-Teichalm, wo das mäandrierende Gerinne durch Lateralerosion diese Formen schafft. Das auslösende Moment für diese Lateralerosion könnte der Rückgang des Retentionsvermögens nach dem Abholzen gröβerer Waldflächen (Landnahme) sein.

Die aktuelle seitliche Erosion des Mixnitzbachs im Talsohlenbereich zeigt sich bei Hochwasser besonders deutlich: Prallhänge der Mäander werden weiter unterspült und der Gerinneverlauf verändert. Besonders westlich vom Gasthaus Holzmeister werden dabei die bereits erwähnten Talbodenlehme angeschnitten, die einen hohen biogenen Anteil aufweisen und teilweise richtige Torfhorizonte bilden.

Ebenfalls hier einzureihen sind rezente Rutschungen, die meistens in Gefolge des Forststraβenbaus auftreten. Die dadurch entstehenden Anrisse der periglazialen Hangschleppen beeinflussen auch den oberflächennahen Grundwasserabfluβ. Weitere rezente Rutschungen und Feilenanbrüche sind im Bereich von Schipisten zu beobachten; am weitesten fortgeschritten beim Schilift Sommeralm.

Ebenfalls anthropogene Ursachen haben Viehgangeln, die bei erhöhter Bestoβungszahl der Almen immer wieder auftreten.

Am auffälligsten sind jedoch neben den verschiedenen erosiven Formen vor allem die Akkumulationen der Gerinne besonders bei Hochwasser. Um einen Eindruck von der Größenordnug dieser

Materialverfrachtungen zu erhalten seien hier die Aufschüttungen des Mixnitzbachs bei der Einmündung in die Mur und die Ablagerungen beim Parkplatz Bärenschütz, die durch das Hochwasser nach einem Sommergewitter 1986 entstanden sind, erwähnt.

Die periglazialen Hangschleppen sind, wie bereits erwähnt, nur dann eingekerbt, wenn Quellabflüsse vorhanden sind. Ansonsten herrschen eher tilkenartige, von der Fallinie abweichende, kastentälchenartige Eintiefungen vor. Diese Tilken sind wahrscheinlich sehr junge Formen, die erst nach den ausgedehnten Rodungen der Landnahme und später durch die Köhlerei entstanden sind.

Wie bereits erwähnt, ist in wenigstens zwei Fällen auch die rezente Weiterbildung von Dolinen bekannt.

2. Hydrologischer Teil

2.1. Die Quellaufnahme

2.1.1. BISHER DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

Die erste systematische Quellaufnahme wurde 1949 von ZSCHUCKE im Gemeindegebiet von Breitenau zwischen Prillbauergraben und Wöllingergraben durchgeführt (ZSCHUCKE 1950, S. 19ff).

Weitere Quellaufnahmen wurden im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung (Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung) in den Sommer- und Herbstmonaten der Jahre 1984 und 1985 von HARUM (1985) und UNTERSWEG (1984 u. 1985) durchgeführt.

Dabei wurden die Quellen folgender Gebiete aufgenommen:

- * Hochlantsch Nordabfall von der Mur bis zum Rassbach
- * Der Unterlauf des Mixnitzbachs etwa bis zum Badesee auf der Teichalm
- * Die orographisch rechte Seite des Tyrnauerbachs vom Aibel bis zum Grösskogel, einschlieβlich des Heubergbachs, der zur Mur entwässert; sowie jene kleineren Gebiete, die südlich von Mautstatt direkt der Mur tributär sind.

Auf diese Arbeiten wurde teilweise zurückgegriffen.

2.1.2. AUSWAHL DER AUFNAHMEGEBIETE

Um das Arbeitsgebiet genauer kennenzulernen und eine möglichst einheitliche Quellaufnahme innerhalb der Einzugsgebiete des Mixnitzbachs und des Tyrnauerbachs zu erhalten, wurde in diesen Einzugsgebieten eine Quellaufnahme durchgeführt.

Aufgenommen wurden das gesamte Einzugsgebiet des Mixnitzbachs, das des Tyrnauerbachs bis zum Flaschbachgraben und der zur Mur entwässernde Heubergbach.

Die Quellaufnahme wurde vom 27. August bis 24. September 1987 durchgeführt. Die Fläche dieses Gebiets beträgt 50,87 km²; dabei wurden 216 Quellen und 6 Brunnen aufgenommen.

Die Kataster jener Gebiete, die nicht durch vorangegangene Quellaufnahmen abgedeckt sind, liegen am Referat für Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung beim Amt der Steiermärkischen Landesregierung auf.

2.1.3. DURCHFÜHRUNG DER QUELLAUFNAHME

Begonnen wurde die Quellaufnahme im Einzugsgebiet des Heubergbachs (nicht zu verwechseln mit dem Heubergbach, der südlich der Roten Wand entspringt und zum Tyrnauerbach entwässert; die Bezeichnung in der letzten ÖK 1:50.000 ohne Bundesmeldenetz ist hier unklar) am 27. August 1987. Dann folgte die Aufnahme im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs, die vom 31. August 1987 mit Unterbrechungen (Gewitterniederschläge) bis 20. September 1987 dauerte. Die Quellaufnahme im Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs folgte vom 17. bis 24. September 1987

Aufgenommen wurden grundsätzlich alle Austritte mit einem sichtbaren Abfluβ. Kartiert wurde, wie auch bei späteren morphologischen Kartierungen, auf Vergrößerungen der ÖK 1:25.000V im Maßstab 1:10.000.

Für den Kataster wurden bei jeder Quelle folgende Angaben gemacht:

Quellnummer Lage Seehöhe Typ Schüttung Temperatur Leitfähigkeit.

Die Zählung erfolgte für die drei erwähnten Einzugsgebiete getrennt, wobei den Quellen der Anfangsbuchstabe des jeweiligen Bachs vorangestellt wurde. Die Seehöhe wurde barometrisch bestimmt. Die Bezeichnung der Quelltypen erfolgte im wesentlichen nach STINY (1932, S. 52ff) und THURNER (1967, S. 82f). Die Quellschüttung wurde, soweit möglich, mit Schüttrohr, Meβgefäβ und Stoppuhr bestimmt. Leitfähigkeit und Temperatur konnten mit einem Leitfähigkeitsmeβgerät des Typs WTW-LF91, mit 25° C Referenztemperartur gemessen werden.

In dr beiliegenden Karte wird auch auf die Quellaufnahme von HARUM und UNTERSWEG am Hochlantsch N-Abfall zurückgegriffen. Da sich der Aufnahmezeitraum über mehrere Monate erstreckte und die Abflußsituation während dieser Zeit nicht genau bekannt ist, mußte auf eine Darstellung der Schüttung, Leitfähigkeit und Temperatur dieser Quellen verzichtet werden. In den Quellkartogrammen wird nur die Lage der Quellen und die Quellnummer dargestellt.

Quellen, deren Wässer chemisch beprobt wurden, sind mit fett gedruckten Nummern versehen.

Darüber hinaus wurde bei ausgewählten Quellen Gesamthärte, Hydrogenkarbonat, Calcium sowie der pH-Wert gemessen (siehe Kapitel 2.4.).

2.1.4. ERGEBNISSE DER QUELLAUFNAHME

2.1.4.1. ZUR FRAGE DER QUELLTYPEN

Wie bereits erwähnt, wurde bei der Bezeichnung des Quelltyps im wesentlichen nach STINY und THURNER vorgegangen.

Bei beiden Einteilungen besteht bei der Quellaufnahme des noch relativ unbekannten Gebiets das Problem, daβ geologische Ursachen eines Austritts im Gelände nicht erkannt werden können. Im Arbeitsgebiet ist dies hauptsächlich durch die mächtigen Hangschuttentwicklungen, die oftmals einen Quellaustritt aus dem Anstehenden verdecken, gegeben. Die Messungen der Temperatur des Quellwassers und seiner Leitfähigkeit können den geologisch/tektonischen Austrittsgrund meist nicht erhellen, da das Wasser im zu durchfließenden Schuttkörper diesbezüglich Veränderungen unterworfen ist. Es entstehen also Mischtypen des Quellwassers, die mannigfaltige Ursachen haben.

Wasser aus Klüften, das noch einen mächtigen Schuttbereich durchfließen muß, findet dabei noch die Möglichkeit zur Karbonatlösung vor. Diese Möglichkeit kann aber nur genutzt werden, wenn während der Infiltration genügend CO₂ aufgenommen werden konnte (Einfluß der Bodenbedeckung im Infiltrationsgebiet). Aber auch die Temperatur dieses Wassers kann sich auf dem Weg vom primären zum sichtbaren Austritt verändern. Dabei spielen neben der Tiefe, in der das Wasser den Schuttkörper passiert,

auch dessen Exposition und Bewuchs eine wesentliche Rolle. Dies führt unter Umständen dazu, daß die Temperatur des Quellwassers über die mittlere Seehöhe des Einzugsgebiets keinerlei Auskunft mehr geben kann.

Hat jedoch Wasser aus Klüften oder größeren Karsthohlräumen während der Untergrundpassage die Möglichkeit zur Entgasung, sinkt dadurch die Lösungsfähigkeit für Karbonate. Durchfließt das Wasser innerhalb von Karstgebieten jedoch hauptsächlich Mikroklüfte und andere kleinlumige Karstwege, bestehen geringere Möglichkeiten des CO₂-Verlusts und damit bessere Lösungsbedingungen. Die Leitfähigkeit kann dadurch Werte im Bereich von Wässern aus Schuttkegeln erreichen.

Umgekehrt konnte jedoch bei vielen Quellen der primäre Austrittsgrund mit Hilfe der geologischen Karten geklärt werden. Dabei wurde auf die Karten im Maβstab 1:10.000 der betreffenden geologischen Dissertationen zurückgegriffen (HUBAUER 1984, GOLLNER 1983, ZIER 1982).

Abschließend muß dazu gesagt werden, daß eine einwandfreie Festlegung des Quelltyps nach nur einmaliger Begehung bei der Quellaufnahme nicht bei allen Quellen ohne weiteres möglich ist. Eine detaillierte geologische Kartierung kann jedoch eine Hilfestellung bedeuten. In Zweifelsfällen kann nur durch eine Ereignis- oder Dauerbeobachtung endgültige Klarheit geschaffen werden. Es war jedoch nicht Ziel dieser Arbeit, diese Frage für alle Quellaustritte zu klären.

Eine Beschreibung wichtiger Quellen und charakteristischer Quelltypen der einzelnen Einzugsgebiete folgt weiter unten.

2.1.4.2. STATISTISCHE BEARBEITUNG DER QUELLAUFNAHMEERGEBNISSE

2.1.4.2.1. Höhenverteilung der Quellen

In der Literatur wird vielfach auf die Gebundenheit von Quellaustritten an Altflächenreste hingewiesen. Auch in angrenzenden Gebieten wie dem Passailer Becken (HACKER 1972) konnte eine Nivaugebundenheit der Austritte festgestellt werden.

Nach der Kartierung dieser Niveaus und der Festlegung von in Frage kommenden Höhenstufen brachte eine rein statistische Bearbeitung keine zufriedenstellenden Ergebnisse. Daher wurden in weiterer Folge die Quellen jedes orographischen Einzugsgebiets gesondert behandelt und die im folgenden dargelegte Methode gewählt. Eine ähnliche Vorgangsweise zeigte bereits KOLLMANN (1975, S. 146ff).

Aus den Aufnahmeblättern im Maβstab 1:10.000 wurde die Entfernung jeder Quelle vom Talschluß, senkrecht projiziert auf die Längsachse, ermittelt. Dies wurde für jedes orographische Einzugsgebiet durchgeführt.

Das Längsprofil für den Tyrnauerbach entspricht sehr genau dem tatsächlichen Verlauf, beim Mixnitzbach mußte etwa 2 km westlich des Teichalmsees eine Richtungsänderung von etwa W-E auf NE-SW durchgeführt werden. Ähnlich die Situation beim Breitenauerbach, wo der Punkt der Richtungsänderung etwa 500 m westlich Breitenau liegt. In diesem Einzugsgebiet sind hier jene Quellen erfaßt, die den Hochlantschstock von Mautstatt bis einschließlich Tiefenbachgraben entwässern. Die Quellaufnahmen in diesem Gebiet wurden von HARUM (1985) und UNTERSWEG (1984, 1985) durchgeführt.

Diagramm 1: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach

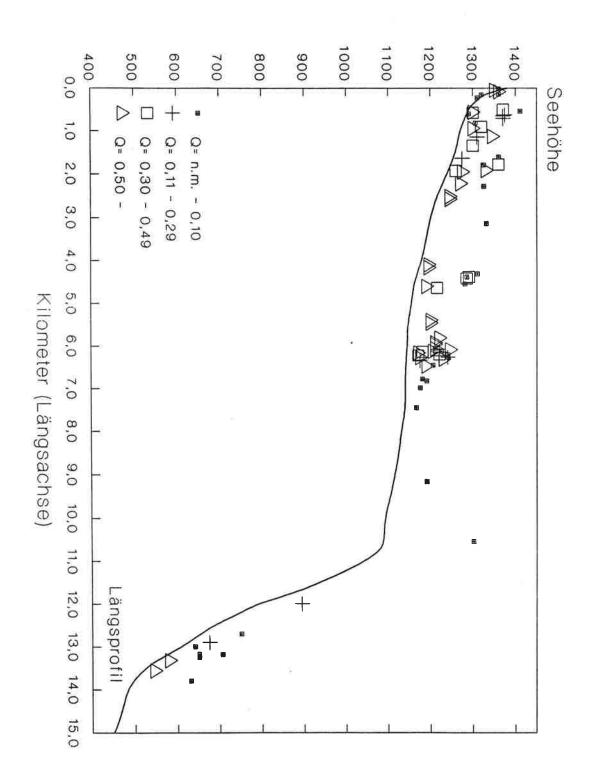


Diagramm 2: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Tyrnauerbach

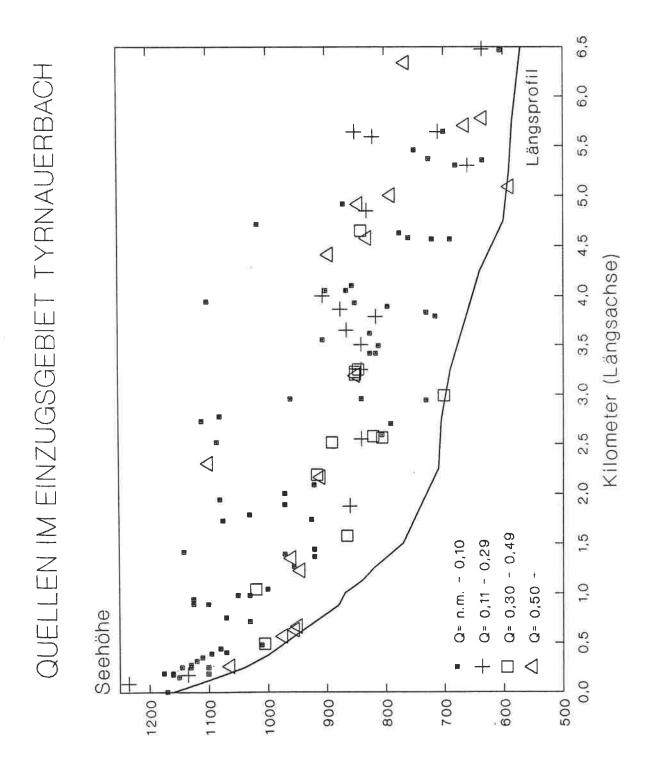
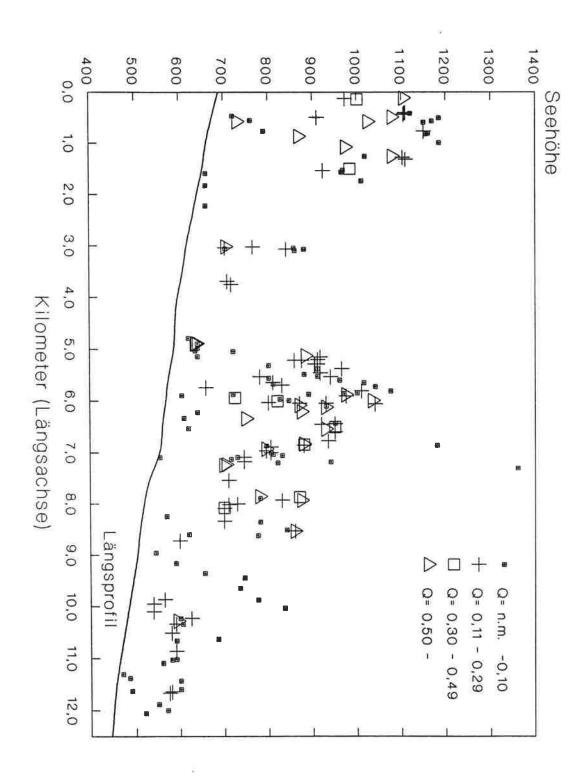


Diagramm 3: Höhenverteilung der Quellen im Einzugsgebiet Breitenauerbach-S



QUELLEN IM EINZUGSGEB. BREITENAUERBACH-S

2.1.4.2.1.1. Mixnitzbach

In der graphischen Darstellung (Diagramm 1) ist das charakteristische Flußprofil des Mixnitzbachs ersichtlich. Bis etwa Kilometer 11 (Zechnerhube) weist er ein ausgereiftes, dem Ausglättungsprofil sehr nahes Gefälle (LOUIS 1979, S. 264ff) auf. Dies muß auch als Hinweis auf das Alter dieser Landformen gewertet werden. Betrachtet man die Höhenlage der Quellaustritte und dabei speziell die relative Höhe über Vorslut (KOLLMANN 1975, S. 146ff) als dynamischen Prozeß in erdgeschichtlichen Zeiträumen, so zeigen auch sie das Alter dieser Landschaft durch die enge Gebundenheit an das Vorslutniveau. Die auffallende Quellhäufung bei Kilometer 6 widerspricht dem Gesagten nicht. Es handelt sich um Quellen im Einzugsgebiet des Gerlerbachs, eines südlichen Zubringers des Mixnitzbachs. Auch dieses Gebiet kann als Altsläche angesprochen werden.

Abweichend von dieser engen Bindung an das Vorflutniveau zeigen einige Quellen ein Beharrungsvermögen bezüglich ihrer Höhenlage und weisen damit möglicherweise auf ein älteres Niveau zwischen 1280 und 1380 m hin. Meist handelt es sich dabei um Quellen mit einer Schüttung unter 0,5 l/s. Das deutet auf eine Abhängigkeit dieses Beharrungsvermögens von der Schüttung und damit von der Erosionsleistung hin. Rein rechnerisch handelt es sich um 30 Quellen (=36,6 %). Es muβ aber bedacht werden, daβ, wie im Diagramm 1 ersichtlich, innerhalb dieser Höhenstufe jene Quellen, die aufgrund ihrer Lage am Längsprofil vorflutgebunden erscheinen, nicht in die Gruppe der niveaugebundenen Quellen eingereiht werden dürfen. Somit bleiben nur mehr etwa 12 Quellen (15 %) innerhalb dieser Höhenstufe. Jene Quelle, die am Profil bei km 11 liegt, wurde durch den Bau einer Forststraβe künstlich erschlossen.

Ab Kilometer 7,2 am Längsprofil erreicht der Mixnitzbach die verkarstungsfähigen Schweinegg- und Hochlantschkalke. Im Diagramm wird dies durch das plötzliche Aussetzen der Quellaustritte deutlich. Quellaustritte erscheinen, bis auf eine Ausnahme erst wieder im untersten Teil der Steilstufe. Bei der am tiefsten gelegenen Quelle handelt es sich um den Kaskadenfall (M 088). Sie liegt nur wenige Höhenmeter über der Liegendgrenze des Hochlantschkalks an der Grenze zum Kristallin.

Jene Quellen, die in diesem Bereich in einer Seehöhe über 700 m liegen, sind Austritte auf den, den Mixnitzbach begleitenden Altflächen (Burgstall, Schwaigerbauer), die aber im Gerinneverlauf nicht zum Ausdruck kommen.

2.1.4.2.1.2. Tymauerbach

Im Diagramm 2 ist das Profil der Längsachse des Tyrnauerbachs vom Ursprung (Aibel) bis zum Forsthaus und die Quellen in diesem Einzugsgebiet aufgetragen. Vergleicht man nun die Höhenlage der Quellen mit der im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs, fällt die größere Streuung der Höhenlagen auf. Im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs beträgt in der Regel die größte relative Höhe einer Quelle über der Vorflut etwa 150 m, im Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs liegt dieser Wert bei maximal 450 m. Bleibt man bei der Betrachtungsweise, daß die Höhe eines Quellaustritts über der Vorflut auch eine Funktion des Alters des jeweiligen Vorflutniveaus ist, ergibt sich, daß es sich beim Tal des Tyrnauerbachs um einen verhältnismäßig jungen Taleinschnitt handelt.

Auch kann, wahrscheinlich auf Grund des geringeren Alters dieser Talung, noch ein ausgeprägteres Beharrungsvermögen der Quellaustritte an ältere Flächensysteme erkannt werden. Diese Häufungen der Austritte liegen zwischen 1000 und 1150 m, sowie im Bereich von 800 bis 920 m. Auβerdem scheinen diese

beiden Bereiche in einer gewissen Abhängigkeit zu stehen. Etwa bei km 2,5 bis km 3,0, wo im wesentlichen die Quellen im höheren Bereich aussetzen, erhöht sich die Quellanzahl im tieferen Niveau. Ob dies auf tektonische Verstellungen oder auf eine Gefällsstufe innerhalb des ehemaligen Entwässerungssystems zurückzuführen ist kann hier nicht endgültig geklärt werden.

Innerhalb der Höhenstufe 1000 - 1150 m liegen 34 Quellen (29,3 %), wobei hier ebenso wie beim Mixnitzbach jene Quellen abgezogen werden, die nahe am Vorflutniveau liegen. Es bleiben dann nur mehr 19 Austritte (16,4 %), die im wesentlichen eine Schüttung unter 0,1 l/s aufweisen. Auch dies deutet auf eine Dynamik der Höhenlage von Quellaustritten hin, zumal in der unteren Höhenstufe größere Quellen überwiegen. In der Höhenstufe von 800 - 920 m treten 41 Quellen (35,3%) aus, wobei hier keine Quellen direkt im Talschlußbereich liegen. Dieser Bereich ist also deutlich ausgeprägt und weist Quellen aus allen Schüttungsgruppen auf.

Um etwa 700 m ist nochmals, jedoch nur undeutlich, eine Häufung von kleinsten Austritten erkennbar. Dabei handelt es sich möglicherweise nicht um Quellen, die an Altflächenreste gebunden sind, sondern im Sinne dieser dynamischen Interpretation um die rezent vor sich gehende Tieferlegung ehemals höherer Quellaustritte.

Ein weiterer auffallender Punkt dieser Höhenverteilung ist die Tatsache, daβ abgesehen vom Oberlauf (noch) keine Quellaustritte auf Gerinneniveau vorliegen. Bei den beiden im Diagramm ersichtlichen Austritten (km 3 und km 5,2) handelt es sich im ersten Fall um den Auslauf einer unterirdischen Quellfassung, die nicht aufgefunden werden konnte, im zweiten Fall um eine Drainage. Neben dem Alter der Talung kann ein weiterer Grund im Fehlen von stauenden Schichten innerhalb der Talfüllung gesucht werden. Diese Durchlässigkeit der kaltzeitlichen Sohlenfüllung manifestiert sich in den Wasserverlusten des Tyrnauerbachs ab der Ortschaft Tyrnau und in den Versickerungen einzelner Zubringer beim Erreichen der Talfüllung.

2.1.4.2.1.3. Breitenauerbach

Die folgenden Betrachtungen betreffen nur Quellen südlich des Breitenauerbachs von seiner Einmündung in die Mur bis einschließlich des Einzugsgebiets des Tiefenbachgrabens im E. Zusätzlich wurden jene 7 Quellen aufgenommen, die südlich von Mautstatt bis Mixnitz direkt zur Mur entwässern. Aufgenommen wurden die Quellen dieses Gebiets von UNTERSWEG (1984) und HARUM (1984).

Die dargestellte Längsachse des Breitenauerbachs im Diagramm 3 beginnt beim Gasthaus in der Eglauer Klösch und endet im W bei der Mündung in die Mur.

Zuerst fällt die relative Quellarmut im Bereich von km 2 bis km 5 auf. Etwa in der Mitte dieses Gebiets liegt der Magnesitabbau St. Jakob in einer Seehöhe von 740 - 880 m. Bei den direkt übereinander liegenden Quellaustritten in diesem Bereich handelt es sich fast ausschlieβlich um gefaβte Quellen innerhalb des Bergbaus; die Schüttung ist nur teilweise bekannt.

Nach Auskunft der Veitscher Magnesitwerke AG wurden beim Stollenvortrieb keine bedeutenden Quellaustritte angefahren, auch gibt es keinerlei Anzeichen für eine Verkarstung im Bereich der Magnesitlagerstätte (HARUM 1984).

Die vorliegende geologische Karte (GOLLNER 1983) gibt auch keinerlei Hinweise auf tektonische Störungen, die diese Quellarmut erklären könnte.

Die Höhenlage der einzelnen Austritte zeigt eine Streuung von bis zu 500 m relativer Höhe über der Vorflut im E. Dieser Wert sinkt nach W hin deutlich ab. In diesem Zusammenhang muβ auf die deutliche Obergrenze der Quellaustritte hingewiesen werden. Sie korreliert sehr gut mit der Liegendgrenze des Hochlantschkalks beziehungsweise mit der Obergrenze der mächtigen Hangschuttkörper. Somit ist auch hier ein Hinweis auf die Verkarstung des Hochlantschkalks gegeben. Nur zwei Quellen treten im Hochlantschkalk aus: Schüsserlbrunn (Sh 1360 m) und in einer Höhe von 1180 m eine Schichtstauquelle (im Liegenden Kalke der Zachenspitzformation). Die Schüttung beider Quellen lag zum Zeitpunkt der Aufnahme deutlich unter 0,1 l/s.

Eine Häufung von Quellaustritten auf bestimmten Niveaus ist nicht erkennbar, jedoch im Gegensatz zum Tyrnauerbach einige kleinere Austritte auf Gerinneniveau. Die Verteilung der Schüttungsgruppen über die Höhe weist ebenfalls keine Besonderheiten auf.

Bei km 8,9 sieht man auf einer leicht nach W geneigten Geraden 6 Quellen, die alle bereits im Kristallin entspringen. Sie liegen an einer bedeutenden Bruchzone, die, nach Süden ziehend, weit in das Paläozoikum zu verfolgen ist (GOLLNER & ZIER 1985, S. 60).

2.1.4.2.2. Quellen und Höhlen

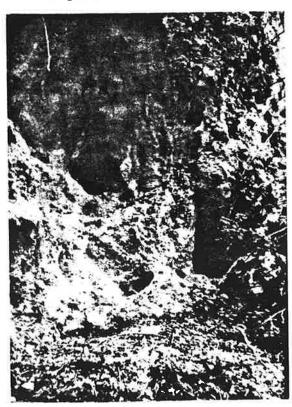


Abb. 4: Höhlen in der Burgstallbrekzie am Weg vom Burgstall zum Schwaigerbauern (Sh: 780 m).

Im Arbeitsgebiet sind laut Österreichischem Höhlenkataster, Gebietsnummer 2839 (Hochlantsch-Rote Wand) (STUMMER & WEISSENSTEINER 1983, S. 100) 72 Höhlen bekannt.

Die meisten Höhlen sind im Gebiet Röthelstein-Bucheben-Rote Wand gefunden worden; hier liegen auch die berühmtesten: Drachenhöhle, Mathildengrotte und das Bärenloch. Einige Höhlen sind in den Steilabfällen südlich vom Schwaigerbauer bekannt. Im Bereich Zechnerhube ist das Ochsenbodenloch zu nennen. Drei weitere Höhlen finden sich im Bereich des Talschlusses des Tyrnauerbachs.

Die genaue topographische Lage aller Höhlen ist laut Auskunft von Herrn Ralf Benischke vom Steirischen Höhlenverein nur sehr schwer zu bestimmen, da von vielen Höhlen nur Wegbeschreibungen zum Höhlenportal vorliegen. Eingehend beschäftigte sich KOREN (1980) in einer Hausarbeit am Institut für Geographie an der

Karl-Franzens Universität in Graz mit der Verbreitung von Höhlen im betreffenden Gebiet. Bei einer Durchsicht seiner Karten zeigte sich, daβ auch ihm, der nach eigenen Angaben viele Höhlen selbst befahren hat, eine eindeutige Festlegung der Höhlenportale und der richtigen Nummern in einer Karte nicht gelungen ist.

Es konnte jedoch in Zusammenschau mit der Karte von KOREN und den freundlichen Auskünften von Herrn Ralf Benischke festgestellt werden, daβ fast alle Höhlen an Hochlantschkalk gebunden sind. Nur 6 Höhlen sind in Kalken der Zachenspitz-Formation bekannt. Es handelt sich dabei um die Höhlen mit den Nummern 6, 24, 27, 28, 29 und 30 im Katasterbereich 2839 (Hochlantsch - Rote Wand). Daneben sind noch drei Höhlen (Katasternummer 25, 26 und 47) innerhalb der Wandbildungen der Burgstallbrekzie bekannt.

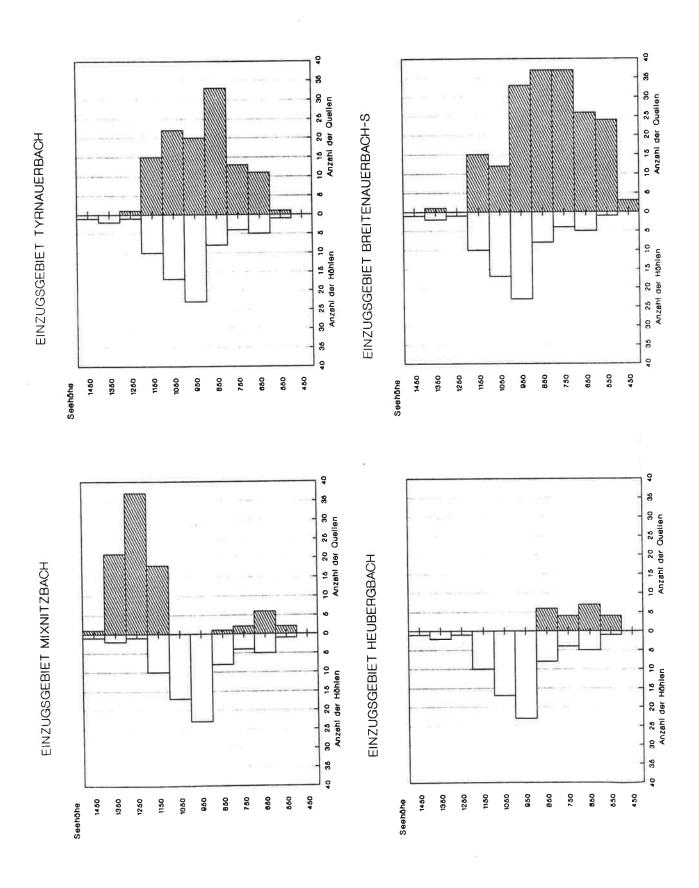
Auf Grund dieser Gegebenheiten wurde zum Vergleich der Höhenverteilung von Höhlen und Quellen jeweils die Gesamtzahl der Höhlen den Quellen eines orographischen Einzugsgebiets in 100 m-Stufen gegenübergestellt (Diagramm 4).

Im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs ist das völlige Fehlen von Quellen in den beiden Höhenstufen von 900 bis 1100 m auffallend. Es zeigt sich eine deutliche negative Abhängigkeit der Höhenverteilung von Quellen und Höhlen. Dies spricht für eine tiefreichende Verkarstung in diesem Gebiet. Das Auftreten der groβen Quellzahlen über 1100 m ist auf das Gebiet der Teichalm und ihrer Umrahmung beschränkt. In den Hochlantschkalken treten auch darüber keine Quellen aus. Dies zeigt die Verteilung im Einzugsgebiet des Heubergbachs deutlich. Nur die nördliche Umrahmung liegt über 1000 m und wird aus Hochlantschkalk aufgebaut. Auch hier treten in den höheren Bereichen keine Quellen auf.

Im Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs ist nur ein geringer Rückgang der Quellanzahl in der Höhenstufe mit den meisten Höhlen (900 - 1000 m) festzustellen. Ob dies im konkreten Fall allein auf Verkarstung von Kalken und Dolomiten der Tyrnauer Alm-Formation und der Kalkschiefer-Folge zurückzuführen ist (es sind keine Höhlen in derartigen Gesteinen bekannt), kann nicht eindeutig geklärt werden, da im erwähnten Höhenbereich im wesentlichen auch jene Rückfallkuppen liegen, die auch als Reste eines älteren Entwässerungssystems erklärt wurden.

Im südlichen Einzugsgebiet des Breitenauerbachs ist die Höhenverteilung der Quellen sehr gleichmäßig und zeigt keine auffälligen Abhängigkeiten mit Höhlenniveaus. Die Obergrenze der Quellen ist aber sehr deutlich an das Auftreten von Hochlantschkalk und Schuttkegel gebunden, wie bereits weiter oben gezeigt werden konnte. Höhlen sind in diesem Bereich keine bekannt.

Diagramm 4: Höhenverteilung der Höhlen und Quellen der einzelnen Einzugsgebiete



2.1.4.2.3. Weitere statistische Bearbeitungen

In den Tabellen 1 - 4 im Anhang sind die Quellstatistiken der einzelnen Aufnahmegebiete mit Gebietsfläche, Quellenanzahl, Schüttungssumme aller Quellen und den daraus berechenbaren Parametern Schüttung pro Quelle, Quelldichte und Schüttungsspende aus den aufgenommenen Quellen im Gebiet dargestellt.

Im Vergleich fallen deutliche Unterschiede auf. Daher seien hier die Daten für das Gesamtgebiet ebenfalls dargestellt:

```
Quellanzahl : 406
Gesamtfläche (km²) : 74,61
Gesamtschüttung (1/s) : 330,07
Schüttung/Quelle (1/s) : 0,81
Quelldichte (Quellen/km²) : 5,44
Schüttungsspende (1/s.km²) : 4,42
```

Im Anhang sind in Tabelle 1 die Berechnungen für das Einzugsgebiet des Mixnitzbachs nicht nur gesamt, sondern auch für das Teileinzugsgebiet bis zum Pegel/Teichalm durchgeführt worden. Dieses Einzugsgebiet auf der Teichalm liegt im wesentlichen außerhalb der Hochlantschkalke. Dieser lithologische Unterschied zeigt sich auch sehr deutlich in der Quelldichte. Diese liegt für das Einzugsgebiet bis zum Pegel bei 4,46 Quellen pro km², im gesamten Einzugsgebiet des Mixnitzbachs bei 2,75 Quellen pro km². Im restlichen Einzugsgebiet vom Pegel bis zur Mündung, das fast ausschließlich aus Hochlantschkalk aufgebaut ist, liegt diese Zahl demnach bei nur 1,42 Quellen/km². Dies zeigt den hohen Verkarstungsgrad des Hochlantschkalks. Im Tyrnauergraben beträgt die Quelldichte 6,16 Quellen/km², in den beiden anderen Einzugsgebieten liegt sie bei 8,00 und 8,26. Dies kann als Hinweis auf eine gewisse Verkarstung der Kalke und Dolomite der Kalkschiefer-Folge und der Tyrnauer Alm-Formation gewertet werden.

Die Schüttungsspenden weisen zwischen den einzelnen Gebieten ebenfalls deutliche Unterschiede auf. Ohne auf die sicherlich unterschiedliche Niederschlagsverteilung (Exposition, Höhenlage) näher einzugehen (dies wird in einer abschlieβenden Bilanzierung versucht), sei auf diese Unterschiede hingewiesen. Für das Gesamtgebiet konnte eine Schüttungsspende von 4,42 l/s.km² errechnet werden. Am deutlichsten unter diesem Wert liegt der Tyrnauergraben mit einer Schüttungsspende von nur 1,29 l/s.km². Im Einzugsgebiet des Heubergbachs und des Breitenauerbachs liegt dieser Wert bei etwa 2,2 l/s.km²; für den Mixnitzbach bis zum Pegel beträgt die Schüttungsspende 3,11 l/s.km².

Dieses Defizit der Schüttungsspende im Tyrnauerbach muß sicher zu einem gewissen Teil auf die deutlich ausgeprägte Lee Lage gegenüber N-Stau Niederschlägen zurückgeführt werden. Allerdings konnte durch die chemischen Untersuchungen (Kapitel 2.4.) am Kaskadenfall der Nachweis erbracht werden, daß sein Einzugsgebiet auch Dolomite enthalten muß. Diese können, neben der Alimentation aus dem Mixnitzbach, nur im Bereich der Hintertyrnau gesucht werden. Außerdem sei auch bereits hier auf die Wasserverluste des Tyrnauerbachs hingewiesen.

Obwohl natürlich naheliegend wäre, diese Verluste als Alimentation an die Talfüllung aufzufassen, kann an der morphologisch interessanten Tatsache nicht vorbeigegangen werden, daß diese Versickerungen auf einer geraden Linie zu liegen kommen, die den Kaskadenfall mit dem Sattel der Bucheben und der Altfläche der Nechnitz verbindet. Diese gedachte Verbindung liegt genau senkrecht zum Talverlauf des Tyrnauerbachs.

Der Tyrnauerbach selbst folgt einer Störung NE-SW, die parallel zur Eiweglinie (WINKLER-HERMADEN 1957, S. 360) liegt. Der Unterlauf des Breitenauerbachs ab St. Jakob verläuft in der selben Richtung.

Gegen eine größere Alimentation an das Grundwasser spricht auch die Tatsache, daß keine Wiederaustritte in das Bachbett an den Engstellen des Tales und unterhalb von kleineren Steilstufen stattfinden.

Die durchschnittliche Schüttung pro Quelle liegt in den Einzugsgebieten des Tyrnauerbachs, Heubergbachs und Breitenauerbachs etwa bei 0,25 l/s, auf der Teichalm bei 0,7 l/s. Hier wirken sich also die mächtigen periglazialen Entwicklungen in Verbindung mit den Talbodenlehmen deutlich aus.

Im Anhang sind in den Tabellen 5 bis 9 die Quellen jedes Einzugsgebiets nach Schüttungsgruppen geordnet. Auch in dieser Aufstellung machen sich die mächtigen Hangschuttkörper auf der Teichalm durch eine größere Anzahl von Quellen in der Gruppe mit einer Schüttung über 1 l/s deutlich bemerkbar. Dies gilt auch für das Gebiet Hochlantsch-N (Breitenauerbach). Auch im Tyrnauerbach existieren derartige Schuttkörper, doch bleibt die Quellanzahl dieser Gruppe im Vergleich zu den beiden vorhin genannten Gebieten im Verhältnis doch zurück. Das Einzugsgebiet der einzelnen Schuttkörper scheint hier nicht so groß zu sein wie auf der Teichalm, wo im Gegensatz zum Tyrnauergraben die Hangzerschneidungen nicht so ausgeprägt sind.

Neben den hier abgehandelten Berechnungen wurde eine Korrelation der Temperatur der Quellwässer mit der Höhe der Quellaustritte versucht. Weder im Überblick noch in der Aufteilung nach Einzugsgebieten und nach Ausscheiden der kleineren Quellaustritte, da bei diesen durch das langsame Abfließen möglicherweise eine starke Beeinflussung durch die Lufttemperatur stattfindet, konnte ein zuverlässiger Zusammenhang gefunden werden. Die Ursachen dürften mannigfaltig sein. Am wesentlichsten scheinen die unterschiedliche Tiefe der Entwässerung in den Schuttkörpern in Verbindung mit ihrer Exposition und das Nichterkennen der Primäraustritte von Kluft- und Karstquellen unter diesen Hangschuttkörpern zu sein. Daneben spielt sicher auch noch die unterschiedliche Größe und damit die vertikale Erstreckung der einzelnen Einzugsgebiete eine Rolle. ZÖTL (1974, S. 32) weist auch auf die unterschiedliche Temperatur von Karstwässern aus Kalk und Dolomit hin.

2.2. Der Abfluß

Der oberirdische Abfluß wurde im Arbeitsgebiet mit zwei Schreibpegel kontinuierlich registriert, am Hochlantsch Nordabfall an drei, im Tyrnauergraben an zwei Meßstellen vierzehntägig gemessen.

Der erste Schreibpegel wurde am Kaskadenfall, der zweite am Mixnitzbach auf der Teichalm, direkt abstromig des Stausees errichtet. Figur 3 zeigt sämtliche Abfluβmeβstellen am Mixnitzbach und Tyrnauerbach sowie die Eingabestelle des Tracers. Der Pegel Kaskadenfall ist noch in Betrieb.

Für alle Abfluβmeßstellen wurde mit Hilfe der Tracerverdünnungsmethode eine oder mehrere Schlüsselkurven (Änderung der Beziehung Wasserstand zu Abfluβ an einem Naturprofil etwa nach der Schneeschmelze) erstellt.

Die Schlüsselkurve für das Wehr am Kaskadenfall konnte in den Wintermonaten 1990/91 durch Messungen bei äuβerst niedrigen Wasserständen weiter verbessert werden. Daher sind im Anhang, Tabellen 14 - 18 die Listen der Tages- und Monatsmittel des Abflusses seit der Inbetriebnahme dieses Pegels enthalten.

Die nachfolgende Tabelle enthält die der Berechnung der Eichkurve zugrundeliegenden Daten. Diese sind im Diagramm 5 dargestellt.

Tabelle 3: Daten zur Eichkurve Kaskadenfall

Pegelst.	Q(Salzv.)	Q(Eichk.)	Q(ber.)
[cm]	[l/s]	[1/s]	[1/s]
7.5 8.5 10.0 13.0 14.5 15.0 16.5 19.5 20.0 22.0 23.0 25.0 26.0 30.0 31.5 35.0 40.0 42.5	49,9 59,7 	49.8 57.7 70.5 103.5 113.7 119.0 135.2 169.9 200.9 213.8 240.5 254.2 311.9 334.6 389.7 473.6	52,6 - 96.9 - 150,4 - 212,0 281,4 - 358,0 441,6

Figur 3:Abfluβmeβstellen am Mixnitzbach und Tyrnauerbach

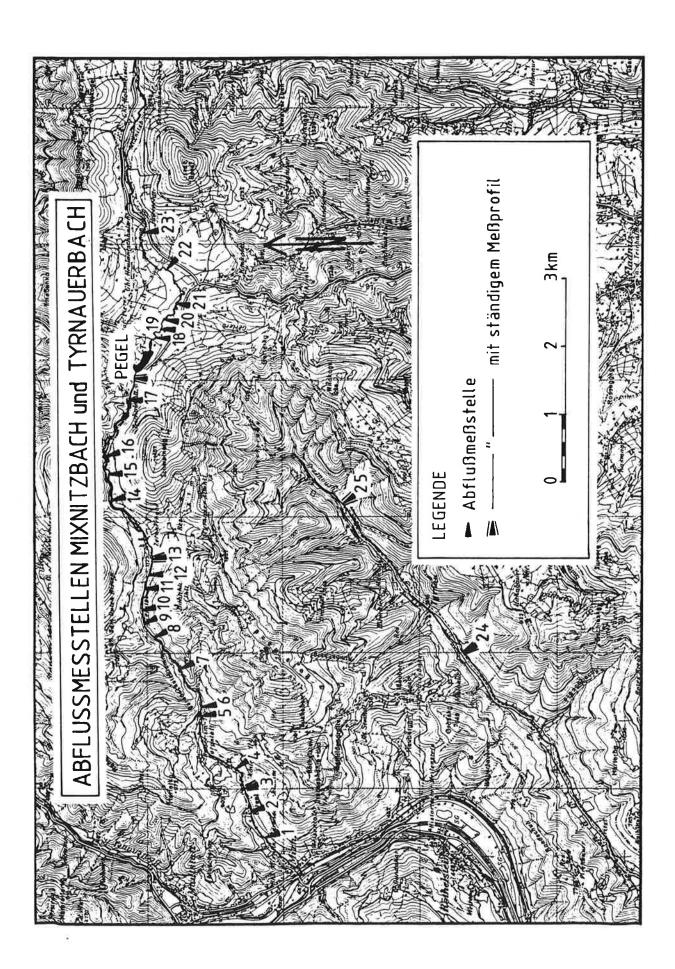


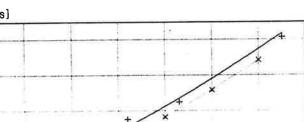
Diagramm 5: Eichkurve Kaskadenfall

200

100

5

10



30

35

40

45

Schüttung [I/s] 500 400 300

EICHKURVE KASKADENFALL

Pegelstand [cm] Q (Salzverd.) Q (Eichkurve)

25

Für den Zeitraum März 1987 bis Juli 1991 läßt sich für den Kaskadenfall ein Schüttungsquotient (HQT/NQT) von 0,0216 errechnen (Für den Zeitraum April 1987 bis September 1988 liegt dieser Wert bei 0,0386). Für den Mixnitzbach ergab sich im Beobachtungszeitraum April 1987 bis September 1988 ein Schüttungsquotient von 0,0147.

20

15

Die weiteren gewässerkundlichen Hauptzahlen sind im Anhang der Tabelle 19 zu entnehmen.

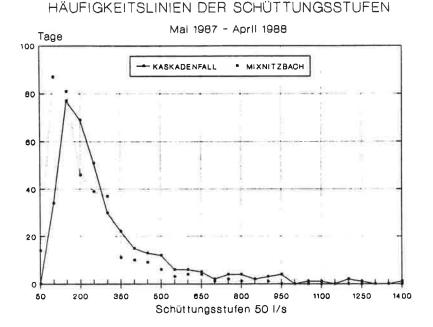
2.2.1. HÄUFIGKEITSVERTEILUNG DER SCHÜTTUNGSSTUFEN

Das folgende Diagramm zeigt die Häufigkeitsverteilung der Schüttungstagesmittel für Kaskadenfall und Mixnitzbach. Die Klassenanzahl, die nach LANGGUTH & VOIGT (1980, S. 339) notwendig gewesen wäre, wurde etwas erhöht, um Schüttungsstufen von 50 l/s zu erhalten. Es wurde jedoch auf die Darstellung von Schüttungen über 1 400 l/s verzichtet, da es sich nur mehr um einzelne Ereignisse handelte.

Auffallend ist die große Ähnlichkeit der Verteilung zwischen Kaskadenfall und Mixnitzbach.

Die größte Anzahl liegt für den Kaskadenfall in der Klasse bis 150 l/s, beim Mixnitzbach bei 100 l/s. Interessant ist das gleichzeitige Abfallen der Anzahl der Schüttungsstufen über 500 l/s. Dies liegt nicht nur an der Ähnlichkeit der Schüttungsverhältnisse, sondern auch an der Wasserwegigkeit der Verkarstung in Verbindung mit dem Mixnitzbach.

Diagramm 6: Häufigkeitslinien der Schüttungsstufen nach Tagen



Ab 300 l/s tritt beim Kaskadenfall eine Verflachung der Kurve gegenüber dem Mixnitzbach auf. Dies ist auf die Speicherfähigkeit des Untergrunds zurückzuführen. Sie ist jedoch gering.

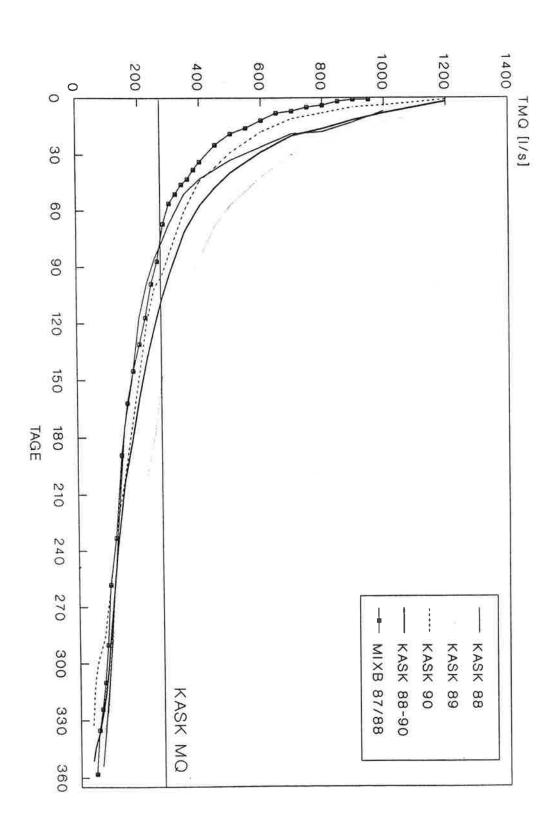
Die Stufe, die beim Mixnitzbach zwischen 200 und 300 l/s ersichtlich ist, dürfte nur auf den relativ kurzen Beobachtungszeitraum, respektive auf die Niederschlagsmengen, zurückzuführen sein.

2.2.2. ÜBERSCHREITUNGSDAUER DER ABFLÜSSE

In der graphischen Darstellung handelt es sich dabei um eine Summenkurve der Abfluβtagesmittel pro Jahr, wobei auf der Abszisse von links mit dem höchsten Wert (HQT) begonnen wird. Sie endet bei NQT. Wird sie als Durchschnitt mehrerer Jahre gebildet, sind die Endpunkte MHQT und MNQT. Ihre Bedeutung liegt im wasserwirtschaftlichen Bereich (Vorhersage der Versorgungskapazität von Quellen).

Daneben können aus dem Verlauf der Kurve sowie der Lage des Medians (Zentralwert = Wert, der ebenso häufig über- wie unterschritten wird) und des Mittelwerts erste Rückschlüsse auf das Abfluβregime und die Speicherfähigkeit im Einzugsgebiet erfolgen.

Diagramm 7: Abfluβdauerlinien Kaskadenfall und Mixnitzbach



ABFLUSSDAUERLINIEN 1988-90 KASKADENFALL, MIXNITZBACH

2.2.3. TROCKENWETTERFALLINIEN

2.2.3.1. KASKADENFALL

Trotz der bei der Abflußseparation immer auftretenden Probleme (Festlegung der Knickpunkte, Ausgleich von Meßungenauigkeiten, zeiliche Verschiebung gleicher Abflußanteile durch unterschiedliche Weggeschwindigkeiten/Entfernungen zum Quellmund) wurde beim Kaskadenfall (nach der ersten graphischen Darstellung der Trockenwetterfallinie) eine Dreiteilung einzelner Rezessionen vorgenommen. Unter der Annahme, daß im verkarsteten Einzugsgebiet des Kaskadenfalls auch sehr großlumige Hohlräume vorhanden sind, wurde nachstehende Einteilung getroffen. Das Vorhandensein derartiger Karsthohlräume kann nach Beobachtung der in der Regel schnellen Schüttungsanstiege nach Niederschlägen bzw. Reaktion auf Hochwasserwellen im Mixnitzbach mit gutem Gewissen angenommen werden.

- Den steilsten Bereich der Trockenwetterfallinie möchte ich nach WUNDT (1953, S. 201) dem Fallwasser zuordnen. Dieser Anteil des Abflusses ist jener Anteil, der ohne größere zeitliche Verzögerung größtenteils aus dem Mixnitzbach stammt oder aus der näheren Umgebung aus großlumigen Karsthohlräumen ausfließt.
- Der mittlere Bereich der Kurve, jener des Karstwassers, trifft mit einer gewissen Verzögerung am Kaskadenfall ein und kommt zum größten Teil aus einem echten Karstwasserkörper. Die Wasserwegigkeit dürfte in diesem Bereich etwas geringer sein als im obersten Bereich. Auch die Entfernung zum Quellmund nimmt zu. Ein kleiner Teil dieses Abfluβanteils dürfte der Abfluβspitze des Baseflows angehören.
- Der flachste Kurventeil entspricht jenem unterirdischen Abfluβanteil, der die größte Verweildauer besitzt und dessen Einzugsgebiet nicht mehr nur im Hochlantschkalk zu suchen ist. Nach WUNDT (1953, S. 201) würde dies als Anteil des ungestörten Grundwassers bezeichnet werden. Dieser Terminus würde eine gesättigte Wasserzone im Karst (Karstwasserspiegel) postulieren. Dies sollte jedoch vermieden werden. Daher möchte ich diesen Teil allgemeiner als Baseflow bezeichnen. Damit sei jener Abfluβanteil gemeint, der, wie bereits erwähnt, am längsten gespeichert war. Dies kann ein Einzugsgebiet auβerhalb des Hochlantschkalks sein, aber auch Karstwasser aus Mikroklüften.

Die nachfolgenden Berechnungen bezüglich der Trockenwetterfallinie beziehen sich immer nur auf die beiden letzten Teile der Trockenwetterfallinie (Karstwasseranteil und Baseflow).

Die Trockenwetterfallinien wurden nach zwei verschiedenen Methoden berechnet. Trockenperioden von April 1987 bis September 1988 wurden "traditionell" bearbeitet, für den gesamten Beobachtungszeitraum am Pegel Kaskadenfall (April 1987 bis August 1991) konnten die Rezessionen mit dem neu entwickelten Programmpaket ALPHA (GRAF, 1990/91) am Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Joanneum Research untersucht und die entsprechenden α-Werte berechnet werden. Die folgenden Tabelle gibt einen Überblick über die Ergebnisse der ausgewählten Rezessionen im Gesamtzeitraum. Die Auswerung der Berechnungen dieses Programmpaketes wurde nur für die α-Werte des Basisabflusses durchgeführt.

Tabelle 4: Rezessionen Kaskadenfall 1987 bis 1991

Nr.	REZNR	Zeitraum	Tage	α Baseflow
11	1	07.08.87 bis 17.08.87	10	0.05007
12	2	21.08.87 bis 01.09.87	11	0.03792
13	5	21.12.87 bis 09.01.87	19	0.02798
14	7	16.09.88 bis 05.10.88	19	0.03201
15	10	30.09.89 bis 05.11.89	36	0.02076
16	11	09.11.89 bis 16.12.89	37	0.01965
17	15	13.07.90 bts 06.08.90	24	0.04754
18	18	06.04.91 bts 24.04.91	18	0.02237
19	19	14.05.91 bis 03.06.91	20	0.02603

Für folgende niederschlagsfreie Perioden (April 1987 bis September 1988) konnte mit traditionellen Methoden eine Trockenwetterfallinie konstruiert werden:

Tabelle 5: Rezessionen Kaskadenfall 1987/88

Nr.	Zeitraum	Tage	α Karstwasser	α Baseflow
1	515. und 2026. Juni 1987	17	0.07735	0.03887
2	4 9. und 1624. Juli 1987	14	0.06191	0.02318
3	19. Aug.bis 2. Sep. 1987	14	0.06524	0.02097
4	726. Sep. 1987	19	0.04670	0.01676
5	1 6. und 1317. Okt. 1987	10		0.02579
6	212. und 2530. No. 1987	16	0.13530	0.03686
7	1931. Dez. 1987	12	0.09632	0.04970
8	2 8.Juli, 16.Juli - 3.Aug.		"""	
	und 915. Aug 1988	32	0,04876	0.03518
9	22.Aug1.Sept. 1988	10	0.15997	0.04688
10	1530. Sept. 1988	15	0.07378	0.02627

Entsprechend der Interpretation wurde für den mittleren und flachen Kurventeil dieser Rezessionen jeweils getrennt der Auslaufkoeffizient (α) berechnet.

Als besonders repräsentativ können die Werte der Trockenwetterfallinien Nr. 3 und 4 angesehen werden, da sie nicht zusammengesetzt werden mußten und die Dauer der Trockenperioden 15 und 20 Tage dauerten. Dies zeigt sich auch in der geringen Streuung der beiden α -Werte. Für die Berechnung des abflußfähigen Wasservolumens wurden diese beiden Werte herangezogen.

Diagramm 8: Trockenwetterfallinien Kaskadenfall 1987

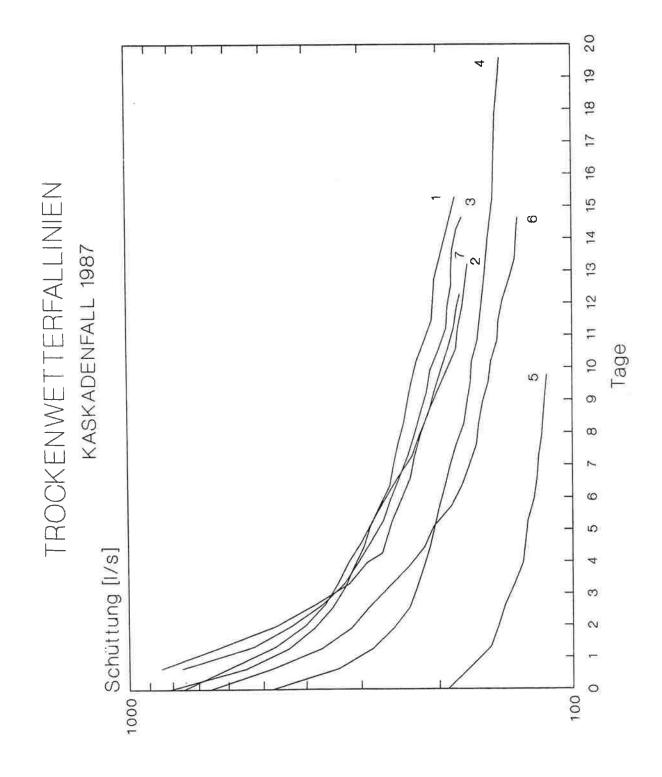
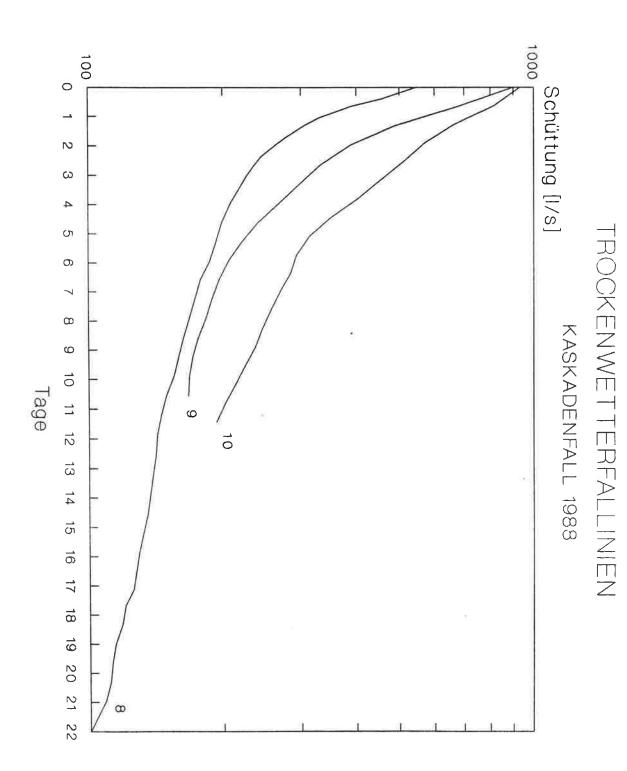


Diagramm 9: Trockenwetterfallinien Kaskadenfall 1988



2.2.3.1.1. Karstwasseranteil

Die statistische Auswertung zeigt zum einen eine deutliche Gruppenbildung der α -Werte, zum anderen eine weite Streuung derselben.

Tabelle 6: Frequency Tabulation (\alpha Karstwasser)

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at o	r below	.0460		0	.000	0	.000
1	.0460	.0660	.0560	4	.444	4	.444
2	.0660	.0860	.0760	2	.222	6	.667
3	.0860	.1060	.0960	1	.111	7	.778
4	.1060	.1260	.1160	0	.000	7	.778
5	.1260	.1460	.1360	1	.111	8	.889
6	.1460	.1660	.1560	≈ 1	.111	9	1.000
above	.1660			0	.000	9	1.000

Mean = 0.0850367 St

Standard Deviation - 0.0389983

Median = 0.07378

Um diese Streuung näher zu untersuchen, wurde zwischen den einzelnen Schüttungsdaten und den zugehörigen α-Werten eine lineare Korrelation durchgeführt:

	KASKvon	KASKbis	KASKdiff	KASKquot
KASKbα	-0,0974	0,0825	0,1046	0,3722
KASKkα	-0,7088	0,1526	0,3149	0,7812

Verwendete Abkürzungen:

KASKvon Schüttung vor Beginn des Ereignisses in 1/s

KASKbis maximale Schüttung des Ereignisses in 1/s

KASKdiff Differenz von maximaler Schüttung und

Schüttung vor Beginn

KASKquot Quotient aus 'diff'' und 'von'

KASKkα α-Wert des Karstwasseranteils für die jeweilige TWL

KASKbα α-Wert des Baseflow für die jeweilige TWL

Aus der obigen Darstellung ist deutlich die Abhängigkeit des α-Werts des Karstwasseranteils von der Schüttung vor Beginn des Ereignisses (Beginn der Trockenwetterfallinie) zu erkennen. Noch etwas deutlicher ist die Beziehung zum Ausdruck 'KASKquot', der ja eine Beziehung von Karstwasserspiegel am Beginn (Schüttung am Beginn) mit der erreichten Schüttungsspitze darstellt. Dieser Zusammenhang wird noch dadurch hervorgehoben, daß zu den Werten 'KASKbis' und 'KASKdiff' eine äußerst geringe Korrelation besteht.

Durch diese Ergebnisse ist ein deutlicher Hinweis auf das Vorhandensein eines Karstwasserkörpers gegeben. Die Höhe des Karstwasserspiegels steht in deutlicher Abhängigkeit zur Größe des Auslaufkoeffizienten und damit zum nutzbaren (abfließbaren) Wasservolumen. Es darf jedoch nicht vergessen werden, daß auch im Karst längerfristige Speichermöglichkeiten gegeben sind (Mikroklüfte) und eine zusammenhängende gesättigte Zone unter Umständen nur jene Teile des Karstwassers betrifft, die direkt in großlumigen Hohlräumen gesammelt werden. Aus Mikroklüften kann Karstwasser nach dem Entleeren der größeren Hohlräume auch langsam nachsickern.

Im gegebenen Fall zeigen jedoch die chemischen Analysen (Verhältnis Calcium zu Magnesium), daß bei NQ-Situationen der Gehalt an Magnesium auf Kosten des Calciums zunimmt. Daher ist der Schluß zulässig, daß der Baseflow Anteil des Kaskadenfalls ein Einzugsgebiet außerhalb des Hochlantschkalks erschließt. Ein langsames Ausfließen von Karstwasser aus Mikroklüften darf jedoch nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

2.2.3.1.2. Baseflow

Daneben ist auch noch der fehlende Zusammenhang des α-Werts des Baseflow mit den jeweiligen Schüttungsdaten klar erkenntlich. Somit ist ersichtlich, daß dieser Abflußanteil weniger von Einzelereignissen direkt geprägt wird, als vielmehr durch langsame Infiltrationen (Schneeschmelze, Landregen) ergänzt wird. Es ist daher auch anzunehmen, daß die Verweilzeiten dieses Wassers wesentlich länger sind als die des Karst- und Fallwassers.

In Tabelle 7 sind die α-Werte für den Baseflow dargestellt.

Auffallend dabei ist ebenfalls die Streuung der α-Werte und die Häufung derselben in der untersten Gruppe. Die Korrelation mit den Schüttungsdaten brachte naturgemäß keine hohen Korrelationskoeffizienten. Die größte Gruppenzahl bei niedrigen Werten bestätigt das oben Festgestellte und gibt zusätzlich noch den Hinweis auf das Vorhandensein eines Einzugsgebiets mit größerer Speicherfähigkeit als der Hochlantschkalk. Es könnte sich dabei um Gesteine der Tyrnauer Alm-Formation handeln. Es konnte auch keine Korrelation zwischen der Dauer der Rezessionen und den α-Werten gefunden werden.

Tabelle 7: Frequency Tabulation (\alpha Baseflow)

Class	Lower Limit	Upper Limit	Midpoint	Frequency	Relative Frequency	Cumulative Frequency	Cum. Rel. Frequency
at o	r below .0160	.0160 .0210	.0185	0	.000	0	.000
2	.0210	.0260	.0235	3	.158	7 10	.368 .526
4	.0260	.0360	.0335	2	.105	12	.632
5 6	.0360 .0410	.0410 .0460	.0385	0	.158	15 15	. 789 . 789
7 8	.0460 .0510	.0510 .0560	.0485 .0535	4 0	.211	19 19	1.000 1.000
above	.0560			0	.000	19	1.000

Mean = 0.0318311 Standard Deviation = 0.0109155 Median = 0.02798

Ob die α -Werte des Kaskadenfalls in irgendeiner Weise von den Schüttungsdaten des Mixnitzbachs abhängen, konnte nicht geklärt werden, da die Anzahl der gleichzeitigen Ereignisse, die zur Konstruktion einer Trockenwetterfallinie herangezogen werden konnten, zu gering war.

Eine gewisse Abhängigkeit, vor allem bei extremen Trockenperioden, wäre denkbar, da bei Abfluβmessungen am Mixnitzbach eine kontinuierliche Versickerung in der Größenordnung bis 80 l/s festgestellt wurde (siehe Kapitel 2.3.).

2.2.3.1.3. Berechnung der abflußfähigen Grundwassermenge

Als Ausgangspunkt dient der, nach der MAILLET-Funktion errechnete Auslaufkoeffizient α . Die zu einem bestimmten Zeitpunkt (mit der Schüttung Q_0) noch abflußfähige Grundwassermenge (V_S) ergibt sich

demnach aus der Formel $V_S = Q_0/\alpha^*86400$. Grundsätzlich kann V_S für jede beliebige Schüttung errechnet werden. Um aber auch wasserwirtschaftlich interessante Aussagen zu erhalten, wird für Q_0 ein Niedrigwasserwert verwendet, üblicherweise MoMNQT (arithmetisches Mittel der niedrigsten monatlichen Tagesmittel im Beobachtungszeitraum) oder MoNNQ (arithmetisches Mittel der niedrigsten Monatswerte im Beobachtungszeitraum).

Zur Berechnung werden die α-Werte (Baseflow) der Trockenwetterfallinie Nr. 3 und 4 verwendet.

Im ersten Fall ergibt sich, bezogen auf MoMNQ ein VS von 639 000 m³, bezogen auf MoMNQT 655 000 m³.

Im zweiten Fall für MoMNQ 799 000 m³ und für MoMNQT 820 000 m³.

Man kann also ungefähr 7,3.105 m³ abfluβfähige Wassermenge, bezogen auf Niedrigwasser, annehmen.

2.2.3.2. MIXNITZBACH

Trockenwetterfallinien konnten für folgende Perioden konstruiert werden:

Tabelle 8: Rezessionen Mixnitzbach 1987/88

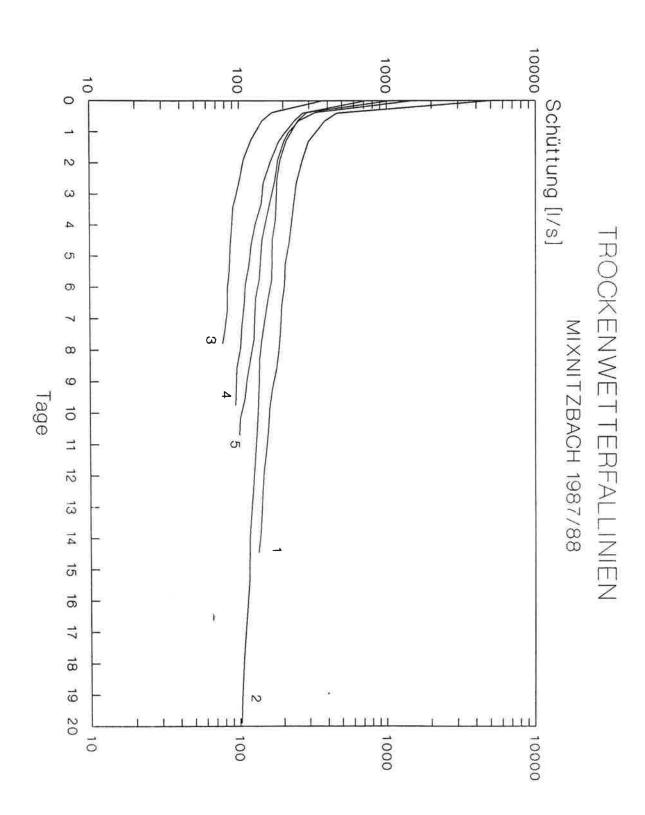
Nr	Zeitraum	α ,
1	18 31. Aug. und 1 2. Sept. 1987	0,03820
2	6 26. Sept. 1987	0,03424
3	27 30. Sept. und 1 5 Okt. 1987	0,04751
4	22 31. Aug. 1988	0,06274
5	2 12. Sept. und 19 30. Sept 1988	0,06881

Für die weiteren Berechnungen wurde der α -Wert der Trockenwetterfallinie Nr. 2 (wie beim Kaskadenfall) verwendet.

	MIXvon	MIXbis	MIXdiff	MIXquot	
MIXα	-0,9020	-0,3862	-0,3711	0,0926	

Die Korrelation zeigt eine deutliche negative Abhängigkeit des Auslaufkoeffizienten von den entsprechenden Schüttungsdaten. Je höher α, desto niedriger war die Schüttung vor Beginn des Ereignisses. Dies kann nicht unbedingt dem mangelnden Retentionsvermögen im Einzugsgebiet angelastet werden, sondern eher der fehlenden Möglichkeit zum Eindringen des Niederschlags in den Untergrund. Auch darf nicht vergessen werden, daβ nur fünf Ereignisse zur Verfügung standen; eine statistische Auswertung wird aber bei dieser geringen Anzahl schon problematisch.

Diagramm 10: Trockenwetterfallinien Mixnitzbach



Trotzdem sei noch darauf hingewiesen, daβ keine Anzeichen einer Abhängigkeit mit 'MIXquot' bestehen. Dies entspricht ganz den geologischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet.

2.2.3.2.1. Berechnung der abflußfähigen Grundwassermenge

Unter den gleichen Bedingungen, wie sie für den Kaskadenfall weiter oben bereits erwähnt wurden, ergibt sich für den Mixnitzbach bei Verwendung des α-Wertes der Trockenwetterfallinie Nr. 2 bezogen auf MoMNQ ein Volumen von 251 000 m³, bezogen auf MoMNQT 275 000 m³; also ungefähr 2,6.105 m³ abflußfähige Wassermenge bezogen auf Niedrigwasser.

2.2.3.3. KRITIK UND ZUSAMMENFASSUNG

Die Anzahl der Ereignisse, die sich zur Konstruktion einer Trockenwetterfallinie eigneten, war gering. Als besonders repräsentativ müssen die Trockenwetterfallinien im August und September 1987 angesehen werden, da die Trockenperioden mindestens 15 Tage anhielten und die Trockenwetterfallinien daher nicht zusammengesetzt werden muβten. Die daraus ermittelten Werte dienten den weiteren Berechnungen.

Die Aufteilung der Trockenwetterfallinien in drei Bereiche konnte mit einiger Zuverlässigkeit nur für den Kaskadenfall durchgeführt werden, brachte aber eindeutige Ergebnisse. Die Hinweise auf einen zusammenhängenden Karstwasserkörper sind, auch unter Berücksichtigung der Möglichkeit längerfristiger Speicherung im Karstkörper, sehr deutlich. Der Auslaufkoeffizient des Karstwasseranteils ist deutlich von der Höhe des Karstwasserspiegels abhängig. Daneben scheint das Einzugsgebiet des Kaskadenfalls über den Bereich des Hochlantschkalks hinauszureichen. Dies drückt sich beim Auslaufkoeffizienten (α Baseflow) durch eine Häufung niedriger Werte aus. Daβ es sich dabei um ein anderes Einzugsgebiet handelt, zeigt die völlige Unabhängigkeit des α-Wertes von den entsprechenden Schüttungsdaten. Diese Ansicht wird auch durch die weiter unten noch behandelten chemischen Analysen (Verhältnis Calcium zu Magnesium) noch unterstützt.

2.3. Die Alimentierung des Kaskadenfalls durch den Mixnitzbach

Die Wasserverluste des Mixnitzbachs zwischen Teichalm und Klammausgang/Kassahütte sind schon lange bekannt. Ziel der weiteren Untersuchungen war festzustellen, wo, wieviel und wohin das Wasser des Mixnitzbachs versickert.

In einem ersten Schritt sollten bei verschiedenen NQ Situationen die Verlustmengen quantifiziert werden und Versickerungsbereiche und -stellen auch topographisch festgelegt werden. Diese Vorgangsweise schien nur für Niedrigwasser zielführend, da zum einen bei Hochwasser die Fehler der Messungen zu groβ wären (vor allem wenn die Verlustmengen relativ klein sind) und zum anderen weite Strecken der Hinterklamm nicht begehbar sind.

Für Hochwasser sollte über Ereignisbeobachtung ein Zusammenhang zwischen Mixnitzbach und Kaskadenfall festgestellt werden. Durch einen glücklichen Zufall konnte eine 'künstliche' Hochwasserwelle im Mixnitzbach beobachtet und beprobt werden. Dieses Hochwasser entstand durch das Absenken des Badesees auf der Teichalm im Zuge des Brückenneubaus der Landesstraβe Nr. 320 (Teichalmstraβe).

Auf Grund der topographischen Verhältnisse bot sich für das gesamte Arbeitsgebiet die Abfluβmessung mittels Tracerverdünnung an. Einzig im Bereich der Regulierung des Mixnitzbachs in Mixnitz wurde eine Schlüsselkurve teilweise durch Flügelmessungen erstellt. Diese konnte allerdings, nachdem festgestellt wurde, daß oberstromig keine Wasserverluste auftreten, durch die Salzmischmethode kontrolliert werden. Weitere Abfluβmessungen mit dem hydrometrischen Flügel wurden auf Grund des geringen Gefälles und den damit verbundenen annähernd laminaren Strömungsverhältnisse am Mixnitzbach östlich des Badesees auf der Teichalm durchgeführt.

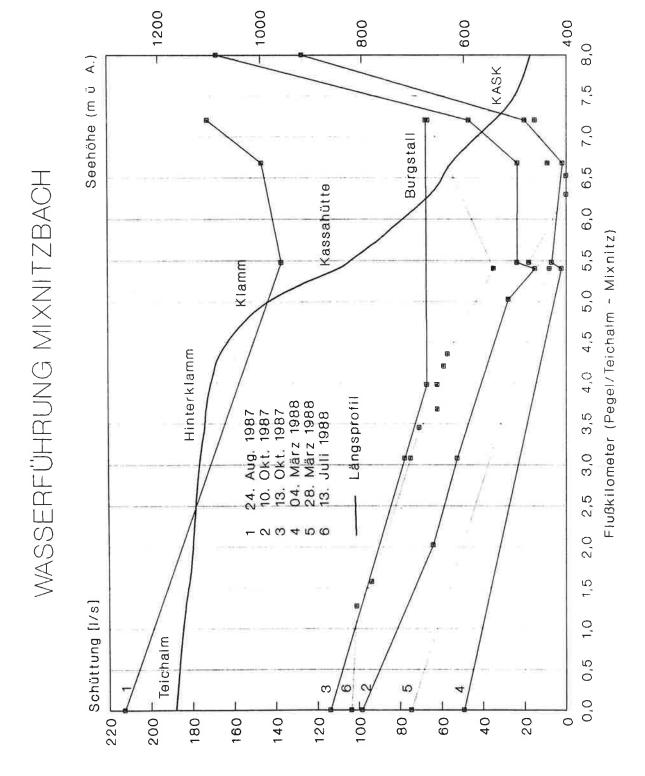
2.3.1. DIE WASSERFÜHRUNG DES MIXNITZBACHS

Im Bereich Schwoabauerkreuz - Pegel Teichalm wurden an 11 Meβpunkten Abfluβmessungen, teilweise mit dem Flügel, durchgeführt.

Die Situation kann folgendermaßen beschrieben werden:

- Es konnten keine Wasserverluste festgestellt werden. Im Bereich Schwoabauerkreuz Osser sollten jedoch bei NNQ Kontrollmessungen vorzugsweise mit einem Kleinflügel durchgeführt werden.
- Die Wasserführung des Mixnitzbachs nimmt westlich des Ossers kontinuierlich zu.
- Ein Teil dieser Zunahme geht auf das Konto von Zubringern und Quellen (bei NQ etwa 15 l/s), ein anderer Teil erfolgt ohne sichtbare Austritte direkt ins Bachbett (bei NQ etwa 20 l/s).
- Der Badesee selbst ist dicht. Während der Absenkung des Seespiegels um 2 m konnten im südöstlichen Uferbereich Spuren kleiner Austritte, die 0,5 m unter dem normalen Seespiegel liegen, beobachtet werden. Sie waren jedoch zu dieser Zeit (November 1987) nicht aktiv.
- Die Dichtheit des Sees ist nur durch die Bedeckung des Anstehenden mit Lehmen gegeben.

Diagramm 11: Wasserführung des Mixnitzbachs



Im Abschnitt Pegel Teichalm - Mixnitz wurden an 18 Meßstellen (Figur 3) bei mehreren Meßtouren Abfluβmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Abfluβmessungen zeigt Diagramm 11.

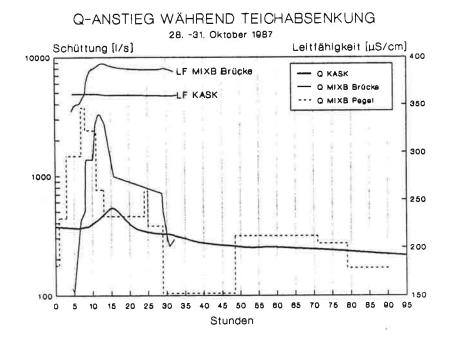
Dabei konnte folgendes festgestellt werden (Angabe der Entfernungen ab Pegel Teichalm):

- Die Versickerung beginnt bei km 1,275 (alte E-Brücke). Dies ist jener Bereich, wo sich der Durchbruch des Mixnitzbachs weitet und die Talfüllungen im Bereich Zechnerhube beginnen.
- Bis km 3,075 (Brücke 1123 m) scheint die Versickerung kontinuierlich stattzufinden (auf Grund des geringen Gefälles waren nur wenige Meβpunkte möglich).
- Im Bereich der Hinterklamm (Brücke 1123 m bis Klammausstieg beim Guten Hirten, km 4,5) ist der Wasserverlust nicht mehr gleichmäβig. Es wechseln Verluststrecken mit solchen konstanter Wasserführung ab. Die Ursache dürfte die im Gegensatz zum Bereich Zechnerhube geringe Geschiebeauffüllung über dem Anstehenden sein.
- In der Klamm kommt es zu weiteren Wasserverlusten. Diese konnten jedoch nicht genau lokalisiert werden, da mit der vorhandenen Ausrüstung (kurzes Kabel beim LF-Gerät) nur an einer Stelle (Diensthütte, km 5,0245) gemessen werden konnte. Eine Quantifizierung der Verluste durch Verdunstung und Sprühnebel konnte daher ebenfalls nicht durchgeführt werden.
- Der Punkt mit der in der Regel niedrigsten Wasserführung liegt bei km 5,4 (hinter Kassahütte). Bereits 75 m abstromig (Kassahütte) sind erste Zutritte festzustellen. Dort liegt auch der einzige sichtbare Quellaustritt an der orographisch linken Seite des Mixnitzbachs, 0,5 m über Gerinnesohle. Leitfähigkeit und Temperatur entsprechen in etwa dem Kaskadenfall; die Schüttung beträgt maximal 0,4 l/s.
- Ab Kassahütte kommt es bis zur Einmündung des Kaskadenfalls zu Schüttungszunahmen, die bei MQ maximal 35 l/s erreichen.
- Die Höhe der Zufluβmenge dürfte auch von der Schüttung am Kaskadenfall (Karstwasserspiegel) abhängig sein. So betrug das Tagesmittel der Schüttung des Kaskadenfalls am 4. März 1988 311 l/s; die Schüttung des Mixnitzbachs ging bis auf 1,9 l/s zurück. Am 28. März 1988 schüttete der Kaskadenfall nur 172 l/s, der Mixnitzbach fiel im Bereich Burgstall auf etwa 200 m trocken. Bei höheren Abfluβmengen im Mixnitzbach konnte diese Korrelation jedoch nicht mehr festgestellt werden.
- Messungen der Leitfähigkeit und Temperatur im Mixnitzbach zeigten mit steigendem Zufluβ eine Annäherung beider Parameter an die Werte des Kaskadenfalls. Auch dies bestätigte sich bei weiteren Messungen und chemischen Untersuchungen. Sichtbare Austritte (Klüfte, Spalten) konnten nicht festgestellt werden.
- Die Verlustmengen im gesamten Bereich überschreiten auch bei erhöhtem MQ nicht die 90 l Marke und liegen damit ähnlich wie bei NQ. Das heiβt, die Klüftigkeit des Gesteins dürfte diese Obergrenzen festlegen; wenigsten bis zu Schüttungen von etwa 250 l/s im Mixnitzbach. Bei erhöhter Wasserführung des Mixnitzbachs liegen die Verhältnisse anders (siehe weiter unten).

2.3.1.1. SCHÜTTUNGSANSTIEG AM KASKADENFALL DURCH TEICHABSENKUNG

Der Zeitpunkt der Teichabsenkung konnte von mir leider nicht beeinflußt werden, lag aber dennoch, die Niederschläge betreffend, relativ günstig. Das letzte größere Niederschlägsereignis brachte am 26. Oktober 1987 9 mm, am 28. Okt. fielen 1,4 mm und am 1. Nov. 2,4 mm bei der Station Teichalm. An den anderen Tagen des Beobachtungszeitraums war kein Niederschlag zu verzeichnen oder er blieb unter 1 mm. Diese Situation brachte auf Grund der bisherigen Beobachtungen die Sicherheit, daß jeder Schüttungsanstieg am Kaskadenfall während dieser Zeit auf die 'künstliche' Hochwasserwelle im Mixnitzbach zurückzuführen ist. Die Schüttungsverhältnisse lagen vor allem für den Kaskadenfall nicht besonders günstig. Der Schüttungsanstieg nach dem Niederschlag am 26. Oktober war noch im Abklingen, TMQ betrug noch 346 l/s. In Diagramm 12 ist der zeitliche Verlauf der Schüttungen und Leitfähigkeiten dargestellt.

Diagramm 12: Schüttung und Leitfähigkeit am Kaskadenfall und Mixnitzbach durch Teichabsenkung



Auf der Teichalm wurde die Schleuse am 28. Oktober um 6.00 Uhr zuerst soweit geöffnet, daβ die Schüttung auf 439 l/s anstieg. Von 8.00 bis 12.00 Uhr betrug die Schüttung 1472 l/s. Die Spitze wurde zwischen 12.00 und 13.00 Uhr erreicht und lag bei 3752 l/s. Im Verlauf des Tages wurde die Schüttung in mehreren Stufen reduziert. Die Absenkung war am 30. Oktober beendet, der Schleusenbetrieb wurde bis zur Beendigung der Bauarbeiten am 28. November 1987 weitergeführt.

Der Anstieg am Mixnitzbach/Brücke 1 begann 5 Stunden und 40 Minuten nach dem ersten Öffnen der Schleuse. Durch die erhöhte Flieβgeschwindigkeit im Mixnitzbach sank die Durchlaufzeit, wie auch im Diagramm ersichtlich, deutlich ab. Bei der Schüttungsstufe 3752 l/s (Teichalm) lag der Zeitunterschied nur mehr bei 2 Stunden und 50 Minuten.

Die höchste Schüttung lag bei 3287 l/s und damit um 465 l/s niedriger als auf der Teichalm. Abgesehen von kleineren Ungenauigkeiten der Schlüsselkurve bei Brücke 1, ist der Unterschied zum einen auf die Alimentierung des Kaskadenfalls zurückzuführen, zum anderen auf die Verflachung der Hochwasserwelle auf der 7,2 km langen Flieβstrecke.

Am Kaskadenfall konnte das erste Ansteigen um 13.10 Uhr (7 Std. 10 Min.) nach dem Öffnen der Schleuse beobachtet werden. Die Schüttungsspitze wurde um 20.00 Uhr (14 Std. nach dem Öffnen, bzw. 6 Std. 50 Min. nach dem ersten Ansteigen) mit 532 l/s erreicht. Der relative Anstieg betrug damit 170 l/s. Dieser Anstieg kann als eindeutiger Beweis der Alimentierung des Kaskadenfalls durch den Mixnitzbach bei HQ angesehen werden.

Die Änderungen der Leitfähigkeiten am Mixnitzbach/Brücke 1 zeigen den bereits bekannten Verlauf, jedoch ohne einem deutlichen Absinken der Leitfähigkeit nach der Schüttungsspitze. Da aber keinerlei Verdünnung

durch Niederschläge stattfand, ist dies nicht verwunderlich. Das leichte Absinken muβ auf die Infiltrationen von Karstwasser in den Mixnitzbach (Bereich Kassahütte bis Burgstall) zurückgeführt werden.

Am Kaskadenfall kam es bis zum 2. November zu keinen wesentlichen Veränderungen der Leitfähigkeit, sie lag immer bei 360 μS.cm⁻¹/25° C (±1). Erst am 3. Nov. setzte ein leichter Anstieg ein (366 μS.cm⁻¹/25° C), der sich, dem jahreszeitlichen Verlauf entsprechend, weiter fortsetzte. Daher mußte auch auf die Berechnung des Wasservolumens verzichtet werden. Die Berechnung dieses Volumens auf Grund korrelierter Schüttungsspitzen während des gesamten Beobachtungszeitraums brachte keine aussagekräftigen Ergebnisse.

Durch die Teichabsenkung und die damit verbundene Hochwasserwelle konnte der eindeutige Beweis der Alimentierung des Kaskadenfalls durch den Mixnitzbach bei Hochwasserereignissen erbracht werden. Der Anstieg am Kaskadenfall betrug 170 l/s.

2.4. Chemisch-physikalische Eigenschaften der Quellwässer

2.4.1. CHEMISCH-PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN WÄHREND DER QUELLAUFNAHME

2.4.1.1. ZIEL

Durch die chemischen Untersuchungen sollte eine Charakterisierung des Einzugsgebiets ausgewählter Quellen ermöglicht werden.

Die Untersuchungen während der Quellaufnahme sollten mittels Schnelltests (Aquamerck) durchgeführt werden, die keine labormäßige Ausrüstung erfordern und schon im Gelände oder noch am Tag der Probennahme durchgeführt werden können. Die Jahresuntersuchungen ausgewählter Quellen wurden labormäßig durchgeführt. Daten zur Reproduzierbarkeit und Genauigkeit der verwendeten Schnelltests siehe STADLER (1990).

Die Charakterisierung der Einzugsgebiete sollte im wesentlichen zwei Komponenten enthalten: eine lithologische Differenzierung (Kalk, Dolomit) und wenn möglich eine Unterscheidung nach dem Typ der Entwässerung (Schutt, auch oberflächennah, Karst und Klüfte) unter Zuhilfenahme der Parameter Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert.

2.4.1.1.1. Auswertung der Ergebnisse und Versuch der Typisierung der Einzugsgebiete

Entsprechend dem Ziel der chemischen Untersuchungen wurde schon bei der tabellarischen Darstellung besonderes Augenmerk auf Einbindung von Parametern und Verhältniszahlen gelegt, die einer Differenzierung der Quellen nach ihren Einzugsgebieten dienlich sein könnten. Aus diesem Grund wurden nicht nur Verhältnisse und Prozentanteile der Äquivalentkonzentrationen berechnet, sondern auch Verhältniszahlen für die mg-Werte. Besonders auffällig sind die Schwankungen des Calcium- und des Magnesiumgehalts sowie der daraus resultierenden Verhältnis- und Prozentzahlen.

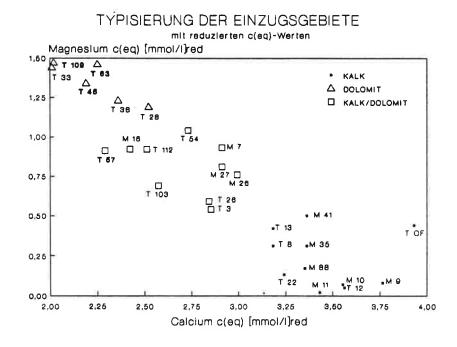
Vorerst wurden nach den geologischen Karten (GOLLNER 1983; HUBAUER 1984; ZIER 1982) jene Quellen ermittelt, die mit größerer Sicherheit eindeutig Kalk oder Dolomit entwässern. Mit Hilfe der Richtwerte dieser Quellen, den geologischen Karten und den Angaben der Quellaufnahme wurde die in Tabelle 35 im Anhang enthaltene Einteilung erstellt.

Quellen, deren Einzugsgebiete nur Kalk umfassen, konnten problemlos zugeordnet werden. Schwieriger zeigte sich die Typisierung der dolomithältigen Wässer. Dies liegt vor allem auch daran, daß im Untersuchungsgebiet wenig reine Dolomite vorliegen, sondern diese immer wieder diagenetisch bedingte Übergänge zum Kalk aufweisen(ZIER 1982; GOLLNER 1983).

Bei der Erarbeitung einer graphischen Darstellung (Dreiecksdiagramme waren auf Grund der unvollständigen Ionenbilanz nicht möglich) zeigte sich, daβ mit den ermittelten Werten eine Gruppenbildung zwar möglich ist, die Gruppengrenzen jedoch stark verschwimmen. Da aber ersichtlich war, daβ die "Ausreiβer" jeweils auch stark abweichende Leitfähigkeiten aufwiesen, wurde nun die Einführung von reduzierten c(eq)-Werten erwogen (STADLER, 1990).

Die im Diagramm 13 verwendeten Symbole sollen die Gruppenbildung innerhalb des Diagramms verdeutlichen; die innerhalb der Dolomitgruppe fett geschriebenen Quellen sind jene, die auf Grund der Geologie bereits als solche eingestuft worden waren.

Diagramm 13: Typisierung der Einzugsgebiete, Quellaufnahme



Es ist deutlich zu erkennen, daβ die stark kalkhältigen Wässer durch die reduzierten Werte zu einer klar abgrenzbaren Gruppe wurden. Innerhalb dieser Gruppe gab es keine Diskrepanzen zwischen geologischer und chemischer Zuordnung.

Die Quellen T 28, T 33 und T 38 wurden auf Grund der Geologie nicht als eindeutige Quellen, die Dolomit entwässern, eingestuft, da auch Kalke im unmittelbaren orographischen Einzugsgebiet anzutreffen sind. Erst in der graphischen Darstellung zeigt sich die Nähe zu den dolomithältigen Wässern deutlich. Die Gründe dafür sind zum einen die oft wechselnden Dolomitgehalte der Kalke der Dolomitsandstein-Folge und Kalkschiefer-Folge (ZIER 1982, GOLLNER 1983, HUBAUER 1984) und zum anderen die periglazialen Hangschuttkörper mit den sehr hohen Dolomitanteilen.

T 57 wurde ursprünglich als Quelle, die Dolomit entwässert, eingestuft, die chemische Untersuchung bestätigte dies jedoch nicht eindeutig. Möglicherweise handelt es sich um eine Kluftquelle, deren Austritt durch Schutt verdeckt ist. Dafür spricht die niedrige Leitfähigkeit.

In der graphischen Darstellung der reduzierten Werte zeigt sich auch, daß die kalkhältigen Wässer nun allein durch den Calciumgehalt ausgeschieden werden können, die dolomithältigen auf Grund ihres Magnesiumgehalts.

Das Verhältnis der Gesamthärte zum Hydrogenkarbonat schwankt nur gering. Dies ist durch die lithologischen Verhältnisse und, wie sich bei den späteren Laboruntersuchungen zeigte, durch den Gleichgewichtszustand bezüglich des Kalk-Kohlensäure Gleichgewichts der meisten Wässer im Untersuchungsgebiet bedingt.

Eine Typisierung der einzelnen Quellwässer nach Schutt- und Kluft- bzw. Karstwässer ist meist nur bedingt möglich, da zum einen der Wechsel zwischen Kalk und Dolomit und der unterschiedliche Dolomitgehalt der Kalke auf Grund der differierenden Lösungsfähigkeit von Kalk und Dolomit, Unterschiede im Gehalt an Karbonaten bedingt, zum anderen die oftmals mächtigen Hangschuttentwicklungen mögliche Karst- oder Kluftaustritte verdecken, sodaβ Mischtypen entstehen. Auβerdem sind bei einer einmaligen Beprobung, wie sie die Quellaufnahme darstellt, keine Angaben über die Verweildauer (im speziellen über das 'Ansprechen' der Quelle nach Niederschlägen) möglich.

Zum pH-Wert ist zu sagen, daβ die niedrigsten Werte (pH 7,3 - 7,9) bei den kalkhältigen Wässern auftreten; bei den dolomithältigen Wässern bis auf zwei Ausnahmen die Werte bei 8,0 liegen.

2.4.1.2. ZUSAMMENFASSUNG

Die während der Quellaufnahme durchgeführten chemisch-physikalischen Untersuchungen brachten im wesentlichen folgende Ergebnisse:

- * Mit Hilfe der Schnelltests (Aquamerck) ist es möglich erste orientierende Aussagen über die geologischen Verhältnisse im Einzugsgebiet zu machen. Die Genauigkeit ist ausreichend, um zwischen Kalk und Dolomit zu unterscheiden.
- * Die Einführung von reduzierten c(eq)-Werten erleichterte dies.
- * Unstimmigkeiten bei der Zuordnung traten nur bei jenen Quellen auf, die im wesentlichen periglazialen Hangschutt entwässern, dessen Zusammensetzung nicht genau bekannt ist und oftmals nicht dem Anstehenden im Einzugsgebiet entspricht. Dieser Hangschutt bestimmt die Entwässerung im Untersuchungsgebiet wesentlich.
- * Krasse Analysenfehler scheinen nicht aufgetreten zu sein.
- * Eine Typisierung nach Kluft-/Karst- und Schuttquellen war mittels Leitfähigkeit und Temperatur nur bedingt möglich. Dies wäre nur mit Laboruntersuchungen und Berechnung der Sättigungsindizes (Sättigungsgleichgewichte) möglich.

 Zwar kann angenommen werden, daβ Wässer mit höheren Leitfähigkeiten längere Verweilzeiten besitzten, doch muβ auch die unterschiedliche Lösungsfähigkeit von Kalk und Dolomit berücksichtigt werden. Erschwerend wirkt sich dabei das Überwiegen von Mischtypen (Schutt, Kluft) und das seltene Auftreten reiner Dolomite aus.

2.4.2. JAHRESUNTERSUCHUNG AUSGEWÄHLTER QUELLEN

2.4.2.1. ZIEL

Als wichtigstes Ziel dieser Labor-Untersuchungsreihe sollte eine Beurteilung des Quelltyps und eine lithologische Unterscheidung der Einzugsgebiete (Kalk, Dolomit) ermöglicht werden. Des weiteren sollten Berechnungen der Sättigungsindizes durchgeführt werden. Durch die Wahl der Probennahmezeitpunkte sollte versucht werden, die Quellwässer auf Grund ihrer Extremwerte zu charakterisieren.

Daher wurden neben Schüttung, Temperatur, Leitfähigkeit und pH-Wert die Gesamthärte, Calcium und Hydrogenkarbonat bestimmt. Der Gehalt an Magnesium sollte rechnerisch ermittelt werden. Im Laufe der

Laboruntersuchungen wurde ein Defizit an Anionen festgestellt, sodaß zusätzlich noch Sulfat und Chlorid bestimmt wurden.

Ausgehend von der Überlegung, daß die chemische Zusammensetzung der Quellwässer während eines Jahres stark variiert und die zur Typisierung der Quellen von geologischer Sicht aus interessanten Extremwerte einem jahreszeitlichen Ablauf folgen, wurden zur Beprobung jene Zeitpunkte gewählt, die diesen Verlauf am besten widerspiegeln sollten:

- NQ-Situation im Hochwinter,
- * HQ-Situation während der Schneeschmelze,
- * MQ-Situation im Sommer.

Diese Beprobungszeitpunkte sollten folgende Aussagen ermöglichen:

- Der Temperaturgang (spiegelt ± den gesamten Jahresgang wider) ermöglicht Aussagen über die Beschaffenheit des Einzugsgebiets (seicht, tief) und den Einfluβ der Schneeschmelze.
- Leitfähigkeit: Einfluβ der Schneeschmelze, Verweildauer.
- Schüttung: Speicherfähigkeit.
- Chemische Parameter: Verdünnungseffekt durch die Schneeschmelze, Veränderungen der einzelnen Parameter und deren Verhältnisse.

Der Vergleich einzelner Untersuchungsparameter aller Quellen sollte eine Unterscheidung nach dem Typus und eine Beurteilung des Einzugsgebiets erlauben.

Die Witterungsverhältnisse 1987 und 1988, im besonderen der sehr milde Winter 1987/88 mit nur geringen Schneemengen, die auβerdem immer wieder abtauten, bildeten jedoch keine besonders günstigen Voraussetzungen. So konnten die Winterproben erst am 2. März 1988 gezogen werden, nachdem erstmals in diesem Winter wenigstens auf der Teichalm eine längere, durchgehende Frostperiode (11 Tage) auftrat. In den tieferen Lagen wurden aber auch während dieser Zeit Plusgrade erreicht. Nach diesem Winter war natürlich auch die folgende Schneeschmelze nicht sehr ergiebig und brachte bei einigen Quellwässern wenig Verdünnungseffekt.

2.4.2.2. ERGEBNISSE

2.4.2.2.1. Allgemeines

Die Ergebnisse sind im Anhang, Tabelle 36 enthalten. Im wesentlichen wird das Bild bestätigt, das die Feldanalyse während der Quellaufnahme lieferte, daher müssen die einzelnen Ergebnisse nicht nochmals diskutiert werden.

Einige Besonderheiten sind jedoch zu beachten:

Bei der Untersuchung der ersten Probenserie wurde ein Defizit auf der Anionenseite entdeckt und daraufhin auch der Gehalt an Sulfat und Chlorid bestimmt. Auffallend dabei ist, daß sowohl kalkhältige Wässer (L 101, T OF, M 88) als auch dolomithältige Wässer (T 109) in teilweise wechselnder Menge Sulfat enthalten. Obwohl im Jahresverlauf größere Schwankungen des Sulfatgehalts auftreten, ist er wahrscheinlich geologisch bedingt. Von den Geologen wurde in folgenden Schichten Pyrit nachgewiesen:

- In den Dolomiten der Dolomitsandstein-Folge (ZIER 1982, S. 112f und 118).
- In den Kalken der Kalkschiefer-Folge (GOLLNER 1983, S. 39; HUBAUER 1984, S. 16 und 116).

In den höheren Stockwerken, speziell im Hochlantschkalk selbst, konnte kein Pyrit nachgewiesen werden.

Der Gehalt an Chlorid ist im Durchschnitt etwas geringer als der Sulfatgehalt. Dies konnte auch bereits STUNDL (1950, S. 26), der die Proben der Quellaufnahme von ZSCHUCKE (1950, S 19ff) analysierte, feststellen. Ob der Chloridgehalt geogen oder anthropogen verursacht wird, konnte bei dem gegebenen Probenumfang nicht geklärt werden.

In beiden Fällen sind jedoch die Schwankungen zu bedenken, die anthropogene Einflüsse ebenfalls nicht ausschließen lassen. Eine eindeutige Klärung dieser Situation könnte jedoch nur durch eine umfangreichere Beprobung erzielt werden.

- M 088: Bei den Proben des Kaskadenfalls sind zwei Punkte beachtenswert: Zum einen der Sulfatgehalt, der, wenn er geologisch bedingt ist, nicht aus dem Hochlantschkalk kommen könnte und das wechselnde Ca-Mg Verhältnis. Beides deutet, wie die entsprechenden Untersuchungen während der Quellaufnahme, auf ein Einzugsgebiet auβerhalb des Hochlantschkalks hin. Besonders die Verschiebung zugunsten des Magnesiums bei der Winterprobe (NQ-Situation) bestätigt die Annahme, daβ bei NQ Wasser austritt, das aus einem Einzugsgebiet stammt, in dem Dolomit vorkommt. Weiter unten wird dies noch durch Ereignisbeobachtungen bekräftigt.
- M T und M Br: Die Beprobung des Mixnitzbachs auf der Teichalm (M T) zeigt gegenüber den Proben am Klammausgang/Brücke 1 (M Br) generell eine etwas höhere Gesamtmineralisierung. Da das Wasser auf der Teichalm durch Abwässer verunreinigt ist, kann die Abnahme der Inhaltsstoffe auf die Selbstreinigungskraft des Mixnitzbachs zurückgeführt werden; aber auch eine Verdünnung durch Karstwässer ist möglich. Genauere Aussagen sind aber durch diese punktuellen Untersuchungen nicht möglich, ebensowenig Aussagen darüber, in welchem Zusammenhang die Wässer des Mixnitzbachs mit dem Kaskadenfall stehen. Dazu sind auch die Zusammensetzungen zu ähnlich.
- L 101: Die Vermutung, daß diese Quelle nur die geringmächtige Plattenkalkentwicklung innerhalb der Kalkschiefer-Folge entwässert, wird durch die chemischen Analysen bestätigt. Die Entwässerung muß tiefreichend sein, da sowohl Temperatur als auch Leitfähigkeit nur gering schwanken.
- T 109: Das Wasser dieser Quelle weist die höchste Gesamtmineralisierung innerhalb der Probenserie auf. Es handelt sich, wie bereits durch die Untersuchungen während der Quellaufnahme gezeigt, um eine Ouelle, die Dolomit entwässert.

Abschließend sei nochmals auf den schneearmen und milden Winter 1987/88 hingewiesen. Damit waren die Voraussetzungen für die in diese Untersuchungen gesteckten Ziele eher schlecht. Die Winterproben weisen in der Regel Beeinflussungen durch Schmelzwässer auf. Der Zeitpunkt der Probennahme zur Schneeschmelze hätte um drei bis fünf Tage später erfolgen sollen (bei einigen Quellen wurde noch höher mineralisiertes Winterwasser ausgedrückt).

2.4.2.2.2. Der Sättigungsindex nach Strohecker-Langelier

Da besonders für etwaige spätere Nutzung einzelner Quellen dieses Gebiets auch die Aggressivität der Wässer (freie Kohlensäure) ausschlaggebend ist, wurde nach Strohecker-Langelier dieser Sättigungsindex berechnet. Er ist definiert als die Differenz des gemessenen pH-Werts und des, bei der gegebenen Calcium- und Magnesiumhärte sowie des Gehalts an Hydrogenkarbonat, Sulfat- und Chloridionen im Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, zu erwartenden "Gleichgewichts-pH" (HÖLL 1979, S. 128ff). Ist der errechnete pH-Wert größer als der gemessene, ist das Wasser aggressiv.

Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß die meisten Wässer leicht aggressiv oder nahezu im Gleichgewicht sind, das heißt, sie könnten auf Grund ihres CO₂ Gehalts noch weitere Inhaltsstoffe lösen. Einzig T 109 schüttet immer leicht übersättigtes Wasser. Bei T 026 zeigt sich sehr schön der Einfluß der Schneeschmelze. Zu diesem Zeitpunkt ist das Wasser aggressiv, ansonsten etwas übersättigt. Auch bei den Quellen L 101 und M 088 ist die Aggressivität zu diesem Zeitpunkt am größten.

2.4.2.2.3. Die Calcitsättigung und der Partialdruck des CO2

Die Lösungsfähigkeit, die ein natürliches Wasser aufweist, ist in hohem Maβe von der Verfügbarkeit an CO₂ abhängig. Besonders die Karbonate können nur in Gegenwart von CO₂ in stärkerem Ausmaß gelöst werden. Das Endziel dieser Lösungsvorgänge ist ein Gleichgewichtszustand (Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht), dessen Zustandekommen nicht zuletzt von den einzelnen Anteilen der zur Verfügung stehenden Mineralstoffe, dem pH-Wert und der Temperatur abhängt. Der völlige Gleichgewichtszustand wird in der Regel nicht erreicht, bzw. kann dieser auch als dynamischer Zustand aufgefaßt werden, bei dem es immer wieder zu Ionenaustausch, Lösungsvorgängen und Ausfällungen (z.B.: Sinter) kommt (BENISCHKE e.a. 1986, S. 26ff).

Sind auf der einen Seite die von der Geologie zur Verfügung gestellten Mineralien beteiligt, handelt es sich auf der anderen Seite um das CO₂, das entweder aus der Luft oder aus dem Boden stammt. Ist ein Nachschub an CO₂ (bei den Lösungsvorgängen wird CO₂ verbraucht) aus der (Boden-)Luft möglich (Oberflächengewässer, seichte Grundwässer und Karstwässer), sind höhere Lösungsraten möglich, bzw. pendelt sich der Partialdruck um den der Luft ein.

Bei dem hier verwendeten Computerprogramm "Chemie" (FANK 1987) können die Sättigungsindizes für Calcit, Dolomit und Gips, sowie der Partialdruck des CO₂ (p(CO₂)) berechnet werden.

Der p(CO₂) der Bodenluft hängt stark vom Bewuchs ab. Die Größenordnung des log p(CO₂) wird in der Literatur mit -1,8 bis -2,5 (ATKINSON 1977) angegeben. Der der Luft hingegen nur mit etwa -3,5.

Aus vielen Untersuchungen (GOLDBRUNNER & LEDITZKY 1986) ist bekannt, daβ bei entsprechender Speicherfähigkeit des Untergrunds die Wässer in einem für jede Quelle spezifischen Zusammenhang der chemisch-physikalischen Paramter und damit auch der Sättigungsindizes eingebunden sind.

Da der Zusammenhang ein linearer ist, können die Ergebnisse einer Quellbeprobung (über einen bestimmten Zeitraum) in Form einer Geradengleichung zusammengefaβt werden. In dieser Gleichung ist der Ordinatenabstand (der hier den berechneten p(CO₂) bei Sättigung darstellt) das Charakteristikum für dieses Wasser. Die Steigung der Geraden bleibt annähernd gleich.

Gestört werden kann diese Korrelation bei schlechter Speicherfähigkeit durch die Schneeschmelze (Eindringen CO₂ armer Wässer) oder durch Veränderungen des Einzugsgebiets bei unterschiedlichen Abfluβsituationen.

Liegen also genügend Untersuchungsergebnisse vor, kann aus dem Korrelationskoeffizienten (bei ausreichender Analysengenauigkeit) auf die Speicherfähigkeit und auf Veränderungen im Einzugsgebiet (Infiltrationsbedingungen) geschlossen werden.

Dies wird dadurch ermöglicht, daß Oberflächengerinne danach trachten, mit dem p(CO₂) der Luft in einen Gleichgewichtszustand zu kommen. Bei seichtliegenden Grundwässern liegt hingegen der p(CO₂) nahe jenem der Bodenluft. Karstwässer, besonders in Gebieten ohne entsprechender Bodenbedeckung, nähern sich, wegen der Entgasungsmöglichkeiten, dem p(CO₂) der Luft.

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Ausgleichsberechnungen wiedergegeben.

Tabelle 9: Korrelation der Sättigungsindizes zu p(CO₂):

Quelle	r	CALCIT a	p(CO ₂)	r	DOLOMIT a	p(CO ₂)
L 101 M 027 M 035 M 088 M Br M T T 026 T 103 T 109 T OF W 003	-0,91846 -0,95453 -0,99540 -0,98779 -0,94479 -0,97586 -0,97586 -0,70033 -0,35539 -0,40613	-0,68045 -0,74791 -0,82569 -0,72094 -0,98027 -0,67274 -1,12405 -0,71982 -3,07595 -0,36486 -0,79851	-2,17 -2,24 -2,23 -2,36 -2,41 -2,34 -2,16 -2,33 -1,33 -2,30 -2,32	-0,90687 -0,97058 -0,99999 -0,88571 -0,82229 -0,99528 -0,86449 -0,99932 0,82861 0	-0,19524 -0,38996 -0,71429 -0,26745 -0,51388 -0,24747 -0,51648 -0,29527 1,48421 0 -0,19439	-2,41 -2,54 -2,88 -2,67 -2,82 -2,62 -2,59 -2,53 -3,36 -2,28 -2,42

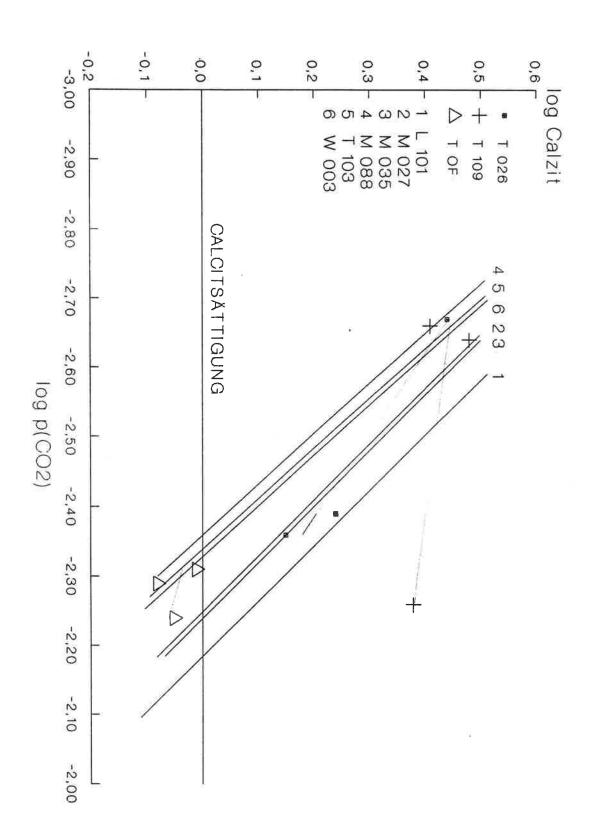
- r Korrelationskoeffizient
- Steigung der Ausgleichsgeraden
- p(CO2) errechneter Partialdruck bei Sättigung

In der folgenden Diskussion und Darstellung wird nur auf die Calcitsättigung eingegangen, da die Relationen für die Dolomitsättigung ähnlich gelagert sind.

Im Diagramm 14 sind die Ausgleichsgeraden der einzelnen Quellen bezüglich der Calcitsättigung dargestellt. Bei jenen Quellen, bei denen die Steigung der Geraden von den Vergleichswerten stark abweicht, wurden auch die einzelnen Probenergebnisse eingetragen und die Ausgleichsgerade nur punktiert gezeichnet. Diese Ergebnisse müssen besonders behandelt werden. Da von jeder Quelle nur drei Analysen vorlagen, wurden die Ergebnisse der Berechnungen mit Ergebnissen aus den Eisenerzer Alpen (BENISCHKE e.a. 1986, S. 26ff) verglichen. Dabei zeigte sich, daβ die Ergebnisse durchaus realistisch sind und sich ohne weiters in jene Beobachtungsreihen einreihen ließen. Natürlich könnten bei einem größeren Probenumfang differenziertere Aussagen, speziell beim Korrelationskoeffizienten gemacht werden.

Generell ist zu sagen, daß die errechneten Partialdrücke aller Quellwässer im Bereich des p(CO₂) der Bodenluft liegen. Der überwiegende Teil des Arbeitsgebiets weist eine mehr oder weniger gute Bodenbedeckung auf. Nackter Fels tritt nur im Einzelfall (Gipfelbereich des Hochlantsch) und in den Felswänden auf. Die horizontale Erstreckung dieser Gebiete ist also sehr klein. Für die verkarstungsfähigen Gebiete kann also von bedecktem Karst gesprochen werden.

Diagramm 14: Verhältnis der Calcitsättigung zum p(CO2)



CALCITSÄTTIGUNG ZU CO2-PARTIALDRUCK

- M 088: Für eine Karstquelle liegt der p(CO₂) relativ hoch. Ein Grund kann im bereits erwähnten bedeckten Karst gesucht werden, zum anderen ist die Durchmischung mit Wasser, das in Gebieten mit besserem Bewuchs (geringere Seehöhe) infiltriert und in der Folge keinerlei Entgasungsmöglichkeiten (auch in Mikroklüften des Karsts) vorfindet, denkbar. Auch die weiter unten noch behandelten Ereignisbeprobungen des Kaskadenfalls weisen in diese Richtung.
- T 103: Obwohl der Austritt aus Schutt erfolgt, ist auf Grund der relativen Nähe der Ausgleichsgeraden zu der des Kaskadenfalls auf Kluft- oder Karstwasser zu schließen, das sich mit langsam durch die Bodenschicht in den periglazialen Hangschutt infiltrierenden Wässern vermischt. Für die Annahme einer tiefreichenden Entwässerung spricht vor allem der niedrige Jahresgang der Temperatur und die Tatsache, daß es sich um die einzige größere Quelle in diesem Gebiet handelt.
- W 003: Die Probennahme konnte bei dieser gefaβten Quelle nicht wie vorgesehen am Quellmund durchgeführt werden, sondern erst am Überlauf des Reservoires. Daher liegt der p(CO₂) etwas zu hoch, denn bei dieser Quelle handelt es sich eindeutig um eine Schuttquelle aus einem mächtigen Schuttbereich.
- M 027 und M 035: Beide Quellen am Talboden der Teichalm weisen im EG gleichen Bewuchs (Almgebiet) auf und besitzten gleiche Speicherkörper (periglazialen Hangschutt). Dies zeigt sich auch in der Lage der Ausgleichsgeraden. Damit wird in unserem Fall auch die Richtigkeit der Untersuchungen und Berechnungen, sowie die Aussagekraft von nur drei Untersuchungen gezeigt.
- L 101: Die Lage der Ausgleichsgeraden läßt auf ein EG mit starkem Bewuchs (Wald) und guter Speicherfähigkeit schließen. Temperaturgang und Schüttungsquotient bestätigen dies.
- M Br und M T: Diese beiden Probennahmepunkte des Mixnitzbachs wurden nicht in die Graphik aufgenommen, da es sich um ein Oberflächengerinne (Mixnitzbach) handelt. Für beide Punkte ist der relativ hohe p(CO₂) überraschend. Bei M Br (Klammausgang/Brücke 1) könnte dafür der Austritt von Karstwasser in den Mixnitzbach ausschlaggebend sein. Diese Vermutung wird durch die Tatsache bekräftigt, daβ bei HQ (Schneeschmelze) der log p(CO₂) bei -3,11 liegt der Karstwasseranteil spielt bei so hohen Schüttungen nur mehr eine unwesentliche Rolle. Für den Probennahmepunkt auf der Teichalm (M T) ist zu sagen, daβ er direkt abstromig des Stausees liegt. Beim Abfluβ wird immer Wasser ausgedrückt, das längere Zeit ohne Luftkontakt im See lag.

Bei den Quellen T 026, T 109 und T OF kann bei der vorhandenen Analysenzahl keine Aussage über die Lage der Ausgleichsgeraden gemacht werden. Für T 026 und T 109 ist jedoch auffallend, daß die Winterund Frühjahrsproben deutlich niedrigere p(CO₂) lieferten als die Sommerprobe. Es wäre daher hier denkbar, daß diese Quellen stark durch die Schneeschmelze beeinflußt werden. Besonders bei T 109 wäre aber auch ein Einzugsgebiet mit sehr guten Speicherbedingungen vorhanden. Zur graphischen Darstellung müßten die Proben nach Sommer- und Winterhalbjahr getrennt und für jede Quelle zwei Ausgleichsgeraden berechnet werden. Dazu liegen jedoch zuwenig Untersuchungen vor. Bei T OF ist eine ähnliche Situation gegeben. Grundsätzlich sind aber auch Analysenfehler nicht auszuschließen.

2.4.2.3. ZUSAMMENFASSUNG

Die Berechnung der Sättigung einzelner Mineralphasen (hier Calcit) und des dazugehörigen $p(CO_2)$ brachte Hinweise auf die Infiltrationsbedingungen im Einzugsgebiet der jeweiligen Quellen und auf die Speicherfähigkeit des Untergrunds. Da aber pro Quelle nur drei Proben vorlagen, sind die Ergebnisse mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Im Vergleich mit Werten aus den Eisenerzer Alpen war jedoch ersichtlich, da β die Berechnungen durchaus realistisch sind. Bei jenen Quellen, wo die Steigung der Ausgleichsgeraden von der Vergleichsgrundlage abwich, wurde darauf hingewiesen. Grund dafür kann sowohl Beeinflussung durch Schmelzwasser sein, aber auch Analysenfehler.

Generell kann gesagt werden:

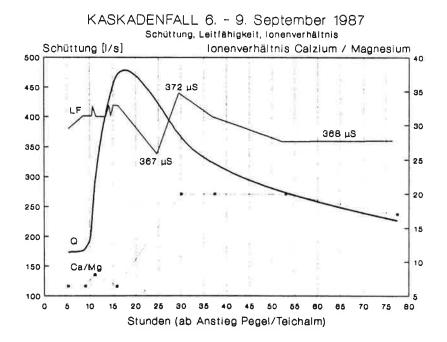
- Der p(CO₂) aller Quellwässer liegt im Bereich des Wertes der Bodenluft. Das entspricht den Gegebenheiten im bedeckten Karst.
- Der höchste Wert wurde für den Kaskadenfall gefunden. Daβ der p(CO₂) nicht wesentlich höher als bei den anderen Quellwässern liegt, kann auf die Infiltrationsbedingungen und auf die Durchmischung mit Wasser aus nicht verkarstetem Gebiet zurückgeführt werden. Auch in Mikroklüften verkarsteter Gesteine liegen keine idealen Entgasungsmöglichkeiten vor.
- Die Quelle L 101 weist die besten Speicherbedingungen und das Infiltrationsgebiet mit dem stärksten Bewuchs auf.
- Die Ausgleichsgeraden der Quellen M 027 und M 035 liegen eng beieinander und weisen damit auf ein sehr ähnliches Einzugsgebiet hin.
- Eine gesicherte Interpretation der 'Ausreiβer' (T 026, T 109, T OF) kann auf Grund der geringen Probenanzahl nicht erfolgen.

2.4.3. EREIGNISBEOBACHTUNG AM KASKADENFALL

2.4.3.1. SCHÜTTUNGSANSTIEG NACH GEWITTEREREIGNIS

Zwischen 6. und 9. September 1987 wurde der Schüttungsanstieg nach einem Gewitter chemisch beprobt. Die Ergebnisse der chemischen Analysen (Aqua Merck) im Anhang, Tabelle 37.

Diagramm 15:Leitfähigkeit und Ca/Mg-Verhältnis am Kaskadenfall, September 1987



Auffallend bei dieser Probenserie war, daß sich ein Verdünnungseffekt durch den Niederschlag - wenn überhaupt - nur kurzfristig (eine Messung) und gering (4 μS/cm) bemerkbar machte.

Ein wesentlicher Punkt hierbei ist jedoch die Veränderung des Ca/Mg-Verhältnisses. Obwohl sich die Gesamtmineralisation nicht wesentlich änderte, verschob sich das Verhältnis Calcium zu Magnesium

deutlich. Es zeigt sich eine zur Schüttungsganglinie zeitlich versetzte Ganglinie, die auch eine gewisse Relation zur Leitfähigkeit aufweist.

Bemerkenswert sind vielleicht die relativ hohen Werte, die die Verhältniszahl Ca/Mg erreichen kann. Dies ist auf die besondere Reinheit und das absolute Fehlen von Dolomit im Hochlantschkalk zurückzuführen (GOLLNER & ZIER 1985, S. 51).

Die Änderungen des Ca/Mg-Verhältnisses kann theoretisch mehrere Ursachen haben:

- Einfluβ aus dem Mixnitzbach, der ja teilweise dolomithältiges Einzugsgebiet besitzt (Teichalm). Während des in Frage kommenden Zeitraums lag jedoch der Mg-Gehalt im Mixnitzbach immer deutlich unter dem im Kaskadenfall. Dies kann also nicht die alleinige Ursache sein.
- Hydraulisches Problem: Bei erhöhter Wasserführung am Kaskadenfall tritt hauptsächlich Wasser aus groβlumigen Karsthohlräumen aus. Bei NQ, wenn diese Hohlräume weitgehend entleert sind, kann auch Wasser aus engeren Klüften und Spalten (Mikroklüfte, Bankungs- oder Schichtfugen, ...) austreten. Dieses Wasser weist höhere Magnesiumwerte auf. Gründe dafür können in der Verweilzeit des Wassers (Flieβgeschwindigkeit; geringere Lösungsfähigkeit des Mg) und damit auch in der Entfernung des Infiltrationsgebiets zum Quellmund gesucht werden. Auf jeden Fall muβ dieses Wasser mit dolomithältigen Gesteinen in Berührung gewesen sein. Der Hochlantschkalk weist keinerlei Dolomitspuren auf (GOLLNER 1983, ZIER 1982).

Abschließend kann gesagt werden, daß der Kaskadenfall bei NQ verstärkt dolomithältiges Wasser führt. Es kann zu einem Teil aus dem Mixnitzbach stammen, auf Grund der Analysenwerte muß jedoch noch ein anders Einzugsgebiet ebenfalls mit Dolomitbestandteilen in Betracht gezogen werden. Hiermit ist ein weiteres Indiz für ein Einzugsgebiet außerhalb des Hochlantschkalks, nach den Korrelationen der α-Werte (Kapitel 2.2.3.1.2.) gegeben.

2.4.3.2. BEPROBUNG WÄHREND DES MARKIERUNGSVERSUCHS

Die Daten der chemischen Analysen sind im Anhang, Tabelle 39 enthalten.

Im Diagramm 16 sind die Niederschläge auf der Teichalm und in Breitenau, sowie die Situation am Kaskadenfall dargestellt.

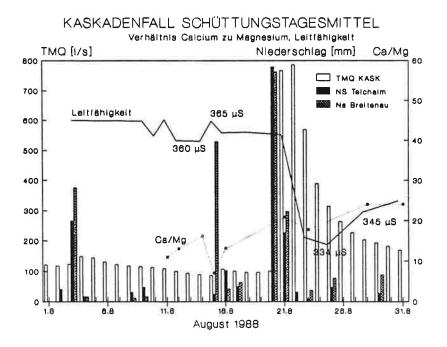
Auch diese Probenserie zeigt Veränderungen des Ca/Mg-Verhältnisses am Kaskadenfall, die durch Niederschlagsereignisse ausgelöst werden. Die Niederschläge vom 20. und 21. August zeigen die oben bereits erwähnte Veränderung. Nach der Schüttungsspitze erfolgt ein Absinken der Verhältniszahl, die hier jedoch wahrscheinlich durch den gröβeren Zeitabstand der Probennahme nicht so deutlich ausfällt. Das Wiederabsinken des Ca/Mg-Verhältnisses tritt hier, wahrscheinlich wegen der noch erhöhten Schüttung und der weiteren Niederschläge, noch nicht ein. Der Verdünnungseffekt durch die Niederschläge ist diesmal deutlicher ausgeprägt. Dies dürfte an der gröβeren Niederschlagsmenge liegen.

Besonderes auffallend ist jedoch die Veränderung der Verhältniszahl, ausgelöst durch die Niederschläge am 15. August, bei denen es sich augenscheinlich um N-Stau Niederschläge handelte.

Diese Niederschläge brachten einen deutlichen Leitfähigkeitsanstieg und eine Erhöhung des Mg-Gehalts. Am Hochlantsch N-Abfall sind jedoch (abgesehen von tieferen Lagen, die als Einzugsgebiet des Kaskadenfalls nicht in Frage kommen) keinerlei Dolomite aufgeschlossen(GOLLNER 1983), vielmehr

handelt es sich im in Frage kommenden Gebiet fast ausschließlich um Hochlantschkalk und Kalke der Zachenspitz-Formation Das Magnesium kann also nicht direkt aus diesem Gebiet stammen.

Diagramm 16:Leitfähigkeit und Ca/Mg-Verhältnis am Kaskadenfall, August 1988



Da aber nur ein einziges Ereignis, mit derart unterschiedlichen Niederschlagsmengen im N-Stau (Breitenau) und auf der Teichalm chemisch beprobt wurde, kann daraus nicht auf die Herkunft des Magnesiums geschlossen werden. Möglicherweise wird auf Grund der veränderten hydraulischen Bedingungen die Alimentation des Mixnitzbachs verstärkt.

2.4.3.3. ZUSAMMENFASSUNG

Die Ereignisbeobachtung brachte die Bestätigung des nach der Jahresbeobachtung bereits vermuteten Zusammenhangs der Verhältniszahl Ca/Mg mit der Schüttung am Kaskadenfall. In der Regel zeigen sich bei NQ niedrigere Verhältniszahlen und weisen damit auf erhöhten Dolomitanteil hin. Die Lage dieses Einzugsgebiets wird südlich der Roten Wand, in den höheren Anteilen der Tyrnauer Alm-Formation vermutet.

Die Veränderungen der chemischen Parameter nach hohen Niederschlägen im N-Stau des Hochlantschs können auf Grund der Einmaligkeit der Beprobung in Hinblick auf das Einzugsgebiet nicht interpretiert werden.

2.5. Isotopenmessungen

Durch die Messungen des stabilen Sauerstoffisotops ¹⁸O sollten Aussagen über die mittlere Höhe von Einzugsgebieten und verschiedenartige hydraulische Mechanismen der Karstentwässerung, im speziellen der Alimentierung des Mixnitzbachs an den Kaskadenfall, ermöglicht werden.

Als Beprobungspunkte wurden der Kaskadenfall sowie der Mixnitzbach oberstromig der Einmündung des Kaskadenfalls, beim Pegel Teichalm und vor der Einmündung in den Stausee auf der Teichalm gewählt.

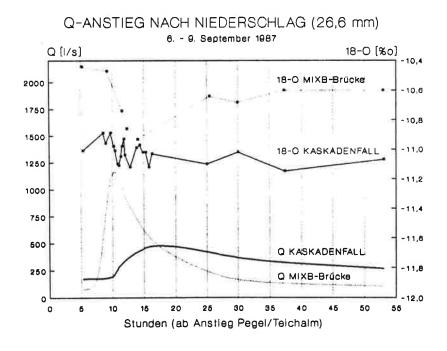
Während der Dauerbeobachtung wurden vierzehntägig vom 25. April bis 27. Oktober 1988 Proben gezogen. Des weiteren wurden zwei Einzelereignisse beprobt.

2.5.1. BEPROBUNG VON EINZELEREIGNISSEN

Vom 6. bis 9. September 1987 wurde der Schüttungsanstieg am Kaskadenfall und am Mixnitzbach/Klammausgang-Brücke nach einem Gewitterereignis beprobt. Die Ergebnisse sind in Diagramm 17 dargestellt.

Die Ergebnisse der Isotopenmessungen sind im Anhang, Tabelle 40 bis 44 enthalten.

Diagramm 17:8180 und Schüttung Kaskadenfall und Mixnitzbach, September 1987



Am Mixnitzbach oberstromig der Einmündung des Kaskadenfalls konnte mit dem Erreichen der Schüttungsspitze ein deutliches Absinken des ¹⁸O-Gehalts beobachtet werden. Es wird hier also leichteres Wasser ausgedrückt. Das Minimum wird noch im abfallenden Teil der Schüttungskurve bei 714 l/s, das ist 7 Stunden nach Beginn des Schüttungsanstiegs, erreicht. Dann verringert sich der Anteil des leichteren

Wassers rasch wieder, um sich in den nächsten Tagen bei einem höheren Wert einzupendeln, doch wird der Gehalt an ¹⁸O Isotopen vor Schüttungsanstieg nicht mehr erreicht.

Der Anteil des leichteren Wassers kann nicht von jenen Niederschlägen stammen, die den Schüttungsanstieg ursächlich auslösten, da diese wesentlich schwerer waren (siehe Tabelle 10):

Tabelle 10: 8¹⁸O-Werte der Niederschläge am 6. September 1987

Station So	eehöhe [m]	NS-Menge [mm]	δ^{18} 0 Niederschlag δ^{18} 0 Zo
Teichalm	1170	26,6	-9,62
Fladnitzberg	1070	28,6	-8,03
Tyrnau	600	20,2	-8,81
Frohnleiten	440	18,0	ng

Dieses leichtere Wasser muß von leichteren Niederschlägen stammen.

Auf Grund der gemessenen δ^{18} O-Werte dieser Niederschläge können tieferliegende Einzugsgebiete in diesem Fall nicht beteiligt gewesen sein. Die hier ausgedrückten Wassermengen müssen also von generell leichteren Niederschlägen stammen.

Der Gang der Leitfähigkeit am Mixnitzbach während des Schüttungsanstiegs zeigt eine sehr gute negative Korrelation zum Isotopengang. Während die Leitfähigkeit um maximal 60 μS.cm⁻¹/25° C stieg, sank der δ¹⁸O-Wert deutlich ab. Dies muβ, ebenso wie die Isotopendaten, als Hinweis auf eine längere Verweilzeit dieses Wasseranteils gewertet werden.

Generell ist bei Niederschlägen das Minimum des ¹⁸O-Gehalts während der kalten Jahreszeit zu erwarten. Einzelne Niederschlagsereignisse können davon stark abweichen. Wegen des Temperatureffekts können natürlich auch bei Kaltfrontdurchgängen relativ leichte Niederschläge angetroffen werden. Es kann also im vorliegenden Fall nicht direkt auf das Ausdrücken von Winterniederschlägen (Schneeschmelzwasser) geschlossen werden, da auch während des Jahres unter Umständen ähnliche Werte erreicht werden können.

Die dem Arbeitsgebiet nächstliegende Station, von der Isotopendaten der Niederschläge zur Verfügung stehen, ist die Station Tanneben, die vom Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum betreut wird. Sie liegt etwa 20 km südlich. Es handelt sich dabei um Sammelproben der Niederschläge, die in etwa monatlichen Abständen genommen wurden.

Bei der Betrachtung zeigt sich, daß die letzten derart leichten Niederschläge vor dem 6. Februar 1987 (δ^{18} O = -13,47) oder in der Zeit bis zum 6. März 1987 (δ^{18} O = -10,15) gefallen sind.

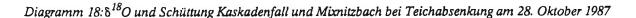
Zieht man diese Daten hier heran, müßten die jetzt absließenden leichten Wasseranteile aus dem Winter 1986/87 oder dem Frühjahr 1987 stammen.

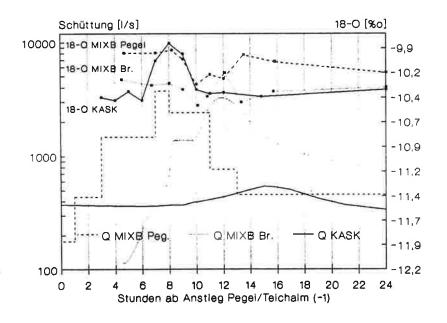
Bei derartigen Vergleichen ist aber eine gewisse Vorsicht angebracht. Zum einen, da es sich um Sammelproben handelt, zum anderen, da besonders bei Gewitterniederschlägen (wie in diesem Fall) auch kleinräumig größere Unterschiede im Isotopengehalt auftreten können.

Bei der Beprobung von Niederschlagsereignissen zur Isotopenbestimmung könnte unter Umständen eine Probennahme nach einer den lokalen Gegebenheiten entsprechenden Versickerungspassage (ähnlich einem Lysimeter) Probleme der Isotopenfraktionierung während einzelner Ereignisse verringern.

Am Kaskadenfall ist bei diesem Ereignis keine derart deutliche Veränderung des δ^{18} O festzustellen gewesen. Allerdings korreliert auch hier der Isotopengang in etwa mit der Leitfähigkeit. Dies kann in erster Linie als hydraulischer Effekt interpretiert werden. Ausgelöst durch den steigenden hydrostatischen Druck, sowohl durch den Schüttungsanstieg im Mixnitzbach, als auch durch die Niederschläge im primären Einzugsgebiet selbst, kommt es zur Vermischung von leichteren und schwereren Wässern mit deutlich wechselndem Verhältnis. Mit Absinken des hydrostatischen Drucks kommt es auch hier wieder zum Abklingen dieses Vorgangs. Die in weiterer Folge gemessenen δ^{18} O-Werte liegen nur geringfügig unter den Werten vor Beginn des Ereignisses.

Am 28. Oktober 1987 begann die Absenkung des Teichalmstausees wegen eines Brückenneubaus. Dies geschah durch das Öffnen eines Grundablasses. Dieses 'künstliche' Hochwasser konnte ebenfalls isotopenmäβig beprobt werden.





Das Diagramm 18 zeigt die Schüttungs- und δ^{18} O-Veränderungen in den ersten 24 Stunden des Schleusenbetriebs am Mixnitzbach, sowohl beim Pegel Teichalm (direkt abstromig der Schleuse) als auch am Klammausgang/Brücke (kurz vor der Einmündung des Kaskadenfalls).

Beim Pegel/Teichalm zeigt sich, daß bei stark erhöhten Schüttungen (Maximum etwa 3700 l/s) deutlich schwerere Wässer durch den Grundauslaß aus dem See abfließen, als bei niedrigeren Schüttungen. Diese Wässer stammen mit großer Wahrscheinlichkeit von Sommerniederschlägen. Auch bei Messungen der

Leitfähigkeiten bei anderen Ereignissen zeigte sich, daß sich Veränderungen der Leitfähigkeit im Zufluß erst mit einer zeitlichen Verschiebung von etwa zwei bis drei Wochen am Abfluß bemerkbar machen. Die Leitfähigkeitsänderungen am Pegel sind jedoch von teilweise starken anthropogenen Verschmutzungen überlagert, sodaß bezüglich der Zeitspanne keine genaueren Angaben gemacht werden können. Außerdem ist anzunehmen, daß die Leitfähigkeitsänderungen in erster Linie eine Funktion des zufließenden Wasservolumens und seiner Änderungen sind.

Die Verweildauer dieser Wässer im See kann nicht genau abgeschätzt werden, möglicherweise existiert auch eine Schichtung des Seewassers.

Interessant ist der δ¹⁸O-Verlauf am Klammausgang (Mixnitzbach Brücke). Hier zeichnet sich zu Beginn des Schüttungsanstiegs vorerst wiederum (wie im vorherigen Kapitel beschrieben) das Ausdrücken leichterer Wässer an, jedoch wird dieser Vorgang mit zunehmender Schüttung von den schwereren Wässern, die aus dem See stammen, überlagert. Daβ dieser Effekt so deutlich sichtbar wird, hat im wesentlichen zwei Gründe:

Das Ausdrücken leichterer Wässer wird vor allem durch den steigenden hydrostatischen Druck, der nun anscheinend in verstärktem Umfang in den Untergrund eindringenden Verlustmengen des Mixnitzbachs von der Teichalm bis zur Hinterklamm, ausgelöst. Dieser Effekt wird mit zunehmender Schüttung am Klammausgang durch den gestiegenen Anteil der schwereren Teichwässer überlagert, da die Verlustmengen durch die geologische Situation Obergrenzen aufweisen. Mit abnehmender Schüttung pendelt sich der δ^{18} O-Wert wiederum auf einem etwas höheren Niveau als vor Beginn des Ereignisses ein.

Am Kaskadenfall (im Diagramm 18) ist ein völlig anderes Verhalten als nach dem Niederschlagsereignis vom 6. September 1987 anzutreffen. Es kommt mit steigender Schüttung zum Ausdrücken leichterer Wässer, die nicht direkt aus dem See stammen können (siehe oben). Das Minimum wird schon im ersten Drittel des Schüttungsanstiegs erreicht. Kurz vor Erreichen der Schüttungsspitze werden wieder ähnliche δ^{18} O-Werte erreicht wie vor Beginn des Ereignisses, allerdings mit deutlich sinkender Tendenz. Dieses Absinken der Werte verflacht mit sinkender Schüttung deutlich. Nach 53 Stunden wird das Minimum des δ^{18} O-Werts erreicht. In weiterer Folge kommt es zu einem geringfügigen Anstieg.

Die relativ schweren Wässer aus dem Seeabfluβ (Mixnitzbach/Pegel) zeigen sich am Kaskadenfall während des Beobachtungszeitraums (72 Stunden) nicht. Es fließen also relativ leichte Wässer am Kaskadenfall ab, die schon länger gespeichert waren. Eine Durchmischung mit dem "Seewasser" erscheint ebenfalls möglich, da keinerlei Anzeichen dieser schweren Wässer gefunden werden konnten.

Hingewiesen werden soll noch auf die minimale Anreicherung des abfließenden Wassers vor Beginn des eigentlichen Schüttungsanstiegs, die mit einem langsamen Anstieg (ab etwa 6 Stunden) und einem etwa einstündigen Gleichbleiben der Schüttung zusammenfällt. Dieses Abfluβverhalten beim Beginn des Schüttungsanstiegs, oftmals noch mit einem kurzzeitigen Absinken der Schüttung vor dem Anstieg verbunden, konnte am Kaskadenfall mehrmals bei rasch einsetzenden Schüttungsanstiegen beobachtet werden. Bei langsamer ansteigenden Schüttungen ist dies nicht der Fall. Dieses kleine Charakteristikum des Kaskadenfalls muβ auf hydraulische Bedingungen innerhalb der Karsthohlräume zurückgeführt werden.

Ob der kleine Anstieg innerhalb dieses Minimums (etwa bei der 11. Stunde) auf eine Vermischung mit dem im Mixnitzbach abfließenden Teichwasser zurückzuführen ist, kann wegen des nur einmal auftretenden Werts nicht gesagt werden.

2.5.2. DAUERBEOBACHTUNG DER ¹⁸O-KONZENTRATIONEN

Für die Probennahmepunkte Kaskadenfall und Mixnitzbach Klammausgang ist der Gleichlauf der δ¹⁸O-Ganglinie auffallend. Gegenüber einem üblichen Jahresgang des ¹⁸O-Isotops in Niederschlägen fällt besonders das erste Maximum Ende Mai (Probe am 25. Mai 1988) auf. Dies scheint indirekt noch mit der Schneeschmelze in Zusammenhang zu stehen. Zwar wird im Regelfall das Minimum der Anreicherung in den Winterniederschlägen erreicht, doch scheint hier, wie auch in den weiter oben behandelten Fällen bei der Schneeschmelze, älteres und damit schwereres Wasser abzufließen. Im Vergleich mit den Werten vom Mixnitzbach auf der Teichalm scheint sich dort ein Maximum vor Beginn der Probennahme abzuzeichnen. Damit wäre eine Verschiebung diese Maximums von etwa einem Monat gegeben. Dieses erste Maximum fällt aber auch mit einem deutlichen Warmlufteinbruch zusammen. Die damit verbundenen Niederschläge könnten bereits schwerer gewesen sein als Niederschläge während der kälteren Jahreszeit.

Im weiteren Verlauf kommt es zur Ausbildung des Sommermaximums, das am Kaskadenfall weniger deutlich als am Mixnitzbach Klammausgang ausgeprägt ist. Am Pegel Teichalm ist das Sommermaximum mit schwerem Wasser - bedingt durch die stärkere Verdunstung von der Seeoberfläche - besonders deutlich ausgeprägt. Wiederum zeigt sich hier eine 'Laufzeitverschiebung' zwischen Pegel/Teichalm und Kaskadenfall beziehungsweise Mixnitzbach/Klammausgang von etwa einem Monat.

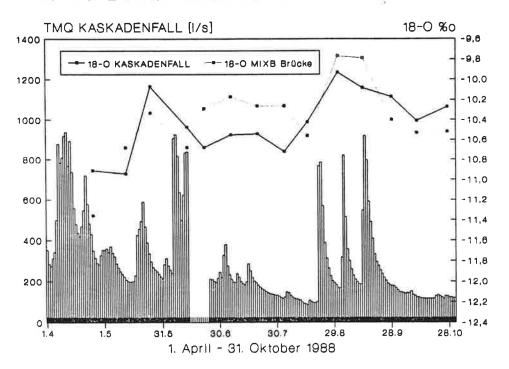
Das am Seezufluβ besonders deulich ausgeprägte Minimum der Probe vom 13. September 1988 ist auf eine Probennahme während des Schüttungsmaximums nach einem Gewitterregen zurückzuführen. Am Seeabfluβ erscheint dieses Minimum erst bei der nächsten Probennahme und weist somit darauf hin, daβ die Verweilzeit des Wassers im See etwa zwei Wochen beträgt.

Für die beiden Probennahmepunkte auf der Teichalm fällt auf, daβ beim Pegel bis auf eine Ausnahme schwerere Wässer abfließen als zufließen. Besonders deutlich ist dieser Unterschied in den Sommermonaten (Mitte Juli bis Mitte September). Diese Anreicherung am Abfluβ muβ auf die Verdunstung von der Seeoberfläche, bei der es zu Isotopenfraktionierungen kommt, zurückgeführt werden.

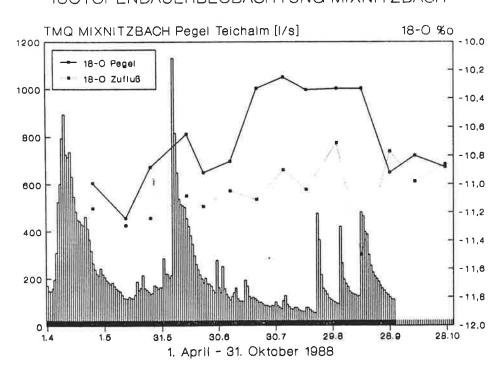
Korrelationen des ¹⁸O-Werts mit den jeweiligen Tagesmitteln der Schüttungen brachten nur geringe lineare Abhängigkeiten zu Tage. Lediglich am Zufluβ zum See ergibt sich ein Korrelationskoeffizient von -0,532. Die lineare Korrelation mit den Leitfähigkeiten ergab ein ähnliches Bild. Am Zufluβ besteht eine Korrelation mit dem Faktor 0,6947.

Diagramm 19:Isotopendauerbeobachtung

ISOTOPENDAUERBEOBACHTUNG KASKADENFALL



ISOTOPENDAUERBEOBACHTUNG MIXNITZBACH



Die bereits angedeuteten Laufzeitverschiebungen der Isotopenwerte wurden mittels Kreuzkorrelationen genauer untersucht. Zwischen Mixnitzbach/Pegel und Kaskadenfall wurden die höchsten Korrelationen bei einer Verschiebung von drei Phasen (etwa sechs Wochen) erreicht. Markante Einzelereignisse weisen nur etwa vier Wochen Laufzeitverschiebung auf. Zwischen Seezufluβ und Kaskadenfall besteht keine Beziehung der Isotopenwerte. Dies kann ebenfalls als Indiz für die Dichtheit des Sees gewertet werden. Zwischen Zufluβ und Abfluβ des Sees liegt die Verschiebung bei einer Phase, die Korrelation ist jedoch wegen des ausgeprägten Verdunstungseffekts nicht besonders deutlich. Der Mixnitzbach am Klammausgang korreliert bezüglich des δ¹⁸O-Werts mit dem Kaskadenfall besser als mit dem Mixnitzbach beim Pegel. Dies ohne zeitliche Verschiebung.

Auf der Grundlage der Werte der Dauerbeobachtung wurde versucht, die mittlere Höhe der Einzugsgebiete des Kaskadenfalls und im Vergleich dazu des Mixnitzbachs zu berechnen. Als Ausgangspunkt zur Kalibrierung dieses Modells diente der Mittelwert des ¹⁸O-Gehaltes des Mixnitzbachs am Seezufluβ. Aufgrund der geologischen und morphologischen Situation kann für dieses Einzugsgebiet angenommen werden, daβ sich das orographische und das tatsächliche Einzugsgebiet nahezu decken und keine wesentliche Diskrepanz zur rechnerisch ermittelten mittleren Seehöhe (1290 m) auftritt. Des weiteren wurde eine Abreicherung von 0,25% pro 100 Höhenmetern angenommen.

Für den Kaskadenfall ergibt sich nach diesen Berechnungen eine mittlere Seehöhe seines Einzugsgebiets von etwa 1040 m.

2.6. Der Markierungsversuch

2.6.1. AUSGANGSSITUATION UND ZIELSETZUNG

Durch einen Markierungsversuch sollte endgültig bewiesen werden, daß zwischen Mixnitzbach und Kaskadenfall bei jeder Schüttungshöhe eine Verbindung besteht.

Dies nicht zuletzt deshalb, weil der Kaskadenfall teilweise für die Trinkwasserversorgung der Gemeinde Pernegg/Kirchdorf (ca. 1.000 Ew) gefaßt ist.

Die vorangegangenen Untersuchungen brachten schon deutliche Hinweise darauf.

- * Durch die Korrelation der Schüttungsstufen (STADLER, 1990) ist eine gute Korrelation zwischen Kaskadenfall und Mixnitzbach bis etwa 300 l/s erwiesen.
- * Bei Hochwasser existiert eine Verbindung (Kap. 2.3.1.1.).
- * Die chemischen Untersuchungen (Kap. 2.4.2.) weisen bei NQ-Situationen auf dolomithältiges Einzugsgebiet hin. Dies muβ allerdings nicht unbedingt den Mixnitzbach betreffen.

Durch diesen Markierungsversuch sollte auch die Weggeschwindigkeit innerhalb dieser Verbindung bei NQ festgestellt werden. Daneben sollte auch untersucht werden, ob vom Mixnitzbach auch Verbindungen zu anderen Quellaustritten vorhanden sind.

2.6.2. VORBEREITUNGEN

Die wichtigsten Vorbereitungen bestanden im Gelände in der Feststellung der Verlustmengen des Mixnitzbachs und ihre topographische Erfassung.

Bei den dabei erfolgten Begehungen der Hinterklamm, die nur bei NQ möglich sind, wurden zwar durch die Abfluβmessungen Wasserverluste festgestellt; offene Spalten oder Klüfte, in die eine Einspeisung des Tracers erfolgen hätte können, konnten jedoch nicht gefunden werden. Im Anstehenden, an den Felswänden der Klamm, konnten aber sehr wohl offene Klüfte, Bankungsfugen und Spalten gesichtet werden, ebenso Kolke.

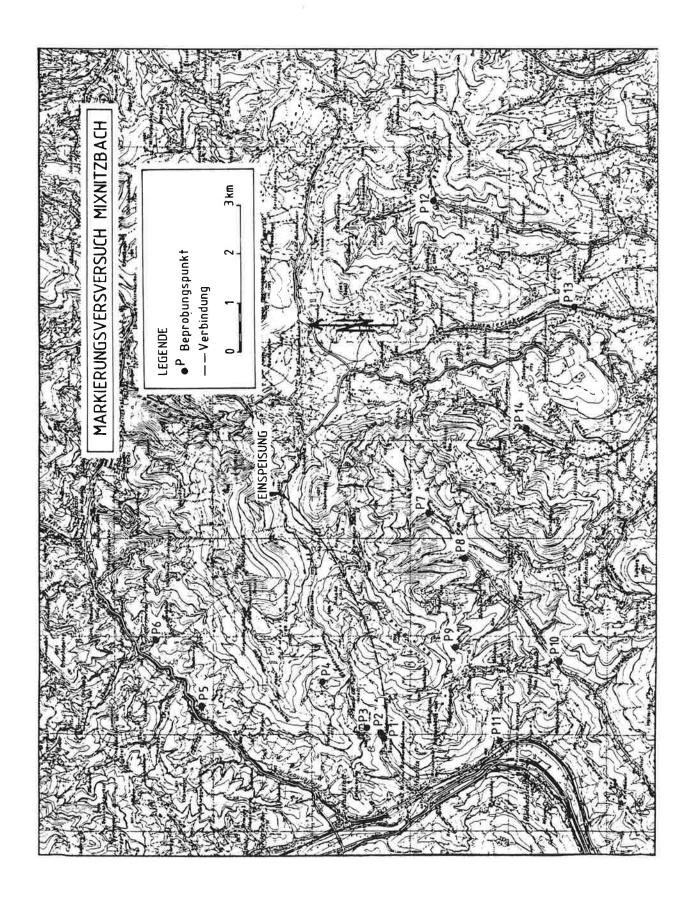
2.6.2.1. AUSWAHL DES TRACERS, DER EINSPEISESTELLE UND DER PROBENNAHMEPUNKTE, BEPROBUNGSPLAN

Da keine direkten Einspeisungsmöglichkeiten in den Untergrund im Mixnitzbach gefunden werden konnten, mußte direkt in den Mixnitzbach eingespeist werden. Dies ist natürlich nicht sehr ideal, da das Gelingen des Markierungsversuch somit sehr stark von den Niederschlagsmengen nach der Einspeisung abhängt.

Als Einspeiseort wurde die Brücke (Kote 1153) der alten Forststraβe zur Tyrnaueralm, 1250 m westlich des Stausees gewählt.

Die Lage der Einspeisestelle und der einzelnen Beobachtungspunkte kann der Figur 4 entnommen werden.

Figur 4: Markierungsversuch



Dieser Punkt liegt noch im Bereich des Durchbruchs des Mixnitzbachs und somit oberstromig der ersten Versickerungsbereiche. Das Ochsenbodenloch, die einzige Karstgroβform in unmittelbarer Nähe des Mixnitzbachs liegt 700 m abstromig an der orographisch rechten Seite. Es handelt sich dabei um einen circa 100 m tiefen Karstschlot, der etwas nach S einfällt und somit den Mixnitzbach quert.

Die Einspeisung sollte bei NQ erfolgen und mindestens eine Stunde andauern, um eine möglichst große Infiltrationsrate zu erzielen.

Als Zeitpunkt wurde der späte Nachmittag gewählt, da zum einen um diese Tageszeit die Gewittertätigkeit geringer ist und zum anderen das Uranin somit längere Zeit keiner starken Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist.

Uranin kam als Tracer deshalb zum Einsatz, da es sowohl im Karst als auch bei etwaigen Lockersedimenten gut geeignet ist. Daneben liegt auch die Nachweisgrenze sehr niedrig (bis 0,001 mg/m³).

Der wichtigste Probennahmepunkt (P 1) war natürlich der Kaskadenfall. Hier sollte eine Direktbeprobung mittels Probensammler erfolgen. Es wurden aber auch, zur Kontrolle und als Sicherheitsmaβnahme, Aktivkohlesäckchen verwendet.

Um am Mixnitzbach jene Tracermenge festzustellen, die zum überwiegenden Teil aus dem Oberflächengerinne stammt, wurde auch hier mit einem Probensammler und Kohlesäckchen gearbeitet (P 2).

Diese Probensammler mußten vor dem Markierungsversuch entsprechend programmiert werden. Dabei wurden die Probenmenge und die Zeitintervalle für Flaschenwechsel und Dosierpausen festgelegt.

Das Problem dabei war, daß nur bis zu einem Zeitabstand von 99 Minuten Einzelproben gezogen werden konnten. Wurden längere Zeitabstände gewünscht, mußten Mischproben (zwei- oder dreimaliges Füllen in eine Flasche) gewählt werden.

Am Kaskadenfall wurden folgende Intervalle festgelegt:

- * 9. bis 12. August, 20 Uhr: Einzelproben alle 60 Minuten.
- * 12. bis 25. August, 10 Uhr: Mischproben mit zweimaliger Befüllung (alle 90 Minuten) jeder Flasche.
- * 25. August bis 13. September, 16 Uhr: Mischproben mit dreimaliger Befüllung (alle 80 Minuten) jeder Flasche.

Die Probennahme erfolgte am Mixnitzbach wie folgt:

- * 9. bis 12. August, 20 Uhr: Einzelproben alle 60 Minuten.
- * 12. bis 25. August, 10 Uhr: Mischproben mit zweimaliger Befüllung (alle 90 Minuten) jeder Flasche.
- * 25. bis 28. August, 16 Uhr: Mischproben mit dreimaliger Befüllung (alle 80 Minuten) jeder Flasche.
- * Die weiteren Proben bis zum 13. September sind Einzelproben, die händisch gezogen wurden.

Die in den Tabellen 29 und 30 im Anhang angegebenen Zeitpunkte der Probennahme sind daher die Mittelpunkte der Zeitspannen einer Flaschenbefüllung.

Bei den restlichen Probepunkten sollte ein eventueller Tracerdurchgang nur qualitativ festgestellt werden.

- P 3: Burgstall; im Einzugsgebiet des Mixnitzbachs, Sh: 570 m, Einzugsgebiet: Harterkogel Schwaigerbauer. Beprobt wurde das Gerinne aus den Quellen M 002 bis M 004.
- P 4: Schwaigerbauer; M 009a + b; Sh: 895 m, Einzugsgebiet: Ranerwand bis Gasthaus Guter Hirte. Das Kohlesäckchen wurde im Reservoir eingehängt.
- P 5: Werber; Hochlantsch-N, Sh: 540 m, Einzugsgebiet: von der Ranerwand bis zum Gasthaus Steirischer Jokl. Der Probenpunkt lag direkt unterhalb vom Gehöft Werber.
- P 6: Lantschbach; Hochlantsch-N, Sh: 620 m, Einzugsgebiet: vom Gasthaus Steirischer Jokl bis östlich Hochlantsch. Der Probenpunkt lag 400 m südöstlich der Schafferwerke.
- P 7: Tyrnauergraben; nördlicher Zubringer, der 1200 m nordöstlich vom Fidlmüller in den Tyrnauerbach mündet. Sh: 745 m, Einzugsgebiet: bis Tyrnaueralm. Beprobt wurde direkt vor der Einmündung in den Bach.
- P 8: Tyrnauergraben; nördlicher Zubringer, der direkt beim Fidlmüller mündet. Sh: 695 m, Einzugsgebiet: Rote Wand bis Tyrnaueralm. Probenpunkt kurz vor Einmündung.
- P 9: Tyrnauergraben, Quelle T 103; Sh: 895 m, Einzugsgebiet: Bucheben bis Rote Wand. Die Beprobung fand direkt am Quellmund statt.
- P 10: Tyrnauergraben; Sh: 575 m, 1500 m südwestlich der Ortschaft Tyrnau, diente als Kontrollpunkt, da hier das gesamte Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs (im Arbeitsgebiet) erfaβt wurde.
- P 11: Heubergbach (entwässert zur Mur); Sh: 440 m, Einzugsgebiet: vom Röthelstein über Heuberg zum Größkogel.
- P 12: Raab; Sh: 810 m, der Probenpunkt lag 50 m oberstromig der Einmündung aus dem Bärntal.
- P 13: Toberbach; Sh: 730 m, der Probenpunkt im Toberbach lag unmittelbar abstromig der Einmündung einer großen Wallerquelle (HACKER 1972), 1200 m nördlich der Kote 687.
- P 14: Schremserbach; Sh. 790 m, das Kohlesäckchen wurde 100 m südwestlich Hirzi eingehängt.

Des weiteren wurden an allen Probenahmepunkten Blindproben (am 3. und 5. August) gezogen, um eine etwaige Grundbelastung der Wässer im Spektralbereich des Uranin festzustellen. Die Ergebnisse waren negativ.

An den Probepunkten P 3 bis P 11 wurden die ersten Säckehen am 3. bzw. 5. August eingehängt und am 15. August, 26. August und 10. September gewechselt. Die letzten Kohlesäckehen wurden jeweils am 28. September 1988 entfernt.

An den Punkten P 12 bis P 14 wurden die Säckchen am 5. August eingehängt. Gewechselt wurde am 21. August und am 31. August. Die letzten Säckchen hingen bis zum 28. September 1988.

Am Kaskadenfall wurde nach Beendigung der Direktbeprobung noch ein Aktivkohlesäcken vom 14. November bis 12. Dezember 1988 eingehängt.

2.6.3. DURCHFÜHRUNG

Nach der Verständigung der zuständigen Gendarmeriestationen und Gemeinden sowie der Fischereiberechtigten und des Besitzers des Kaskadenfalls konnte die Einspeisung am 9. August 1988 von

17.15 Uhr bis 18.00 Uhr erfolgen. Um Kontaminationen zu vermeiden, wurde dies von Herrn Fritz Reiβ (Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum) durchgeführt.

Die Probennahme begann am Mixnitzbach/Klammausgang und am Kaskadenfall am selben Tag um 18.00 Uhr.

Die Schüttung betrug zu diesem Zeitpunkt am Kaskadenfall 117 l/s, am Mixnitzbach 77 l/s.

Niederschläge Teichalm:

```
9. August 3,6 mm (vor der Einspeisung)
15. August 1,8 mm
16. August 7,7 mm
17. August 3,8 mm
20. August 58,5 mm
21. August 17,1 mm
```

Die Niederschläge vom 15. - 17. August wirkten sich auf die Schüttungen nur sehr gering aus, sodaβ bis zum 20. August die Schüttung am Kaskadenfall auf 81 l/s und am Mixnitzbach auf 42 l/s zurückging. Diese NNQ-Situation bewirkte einen Schüttungsrückgang des Mixnitzbachs bei der Kassahütte (= Punkt mit der in der Regel niedrigsten Wasserführung) auf 0,5 l/s (am 19. August).

Durch diese Situation begünstigt, konnte eine wesentlich höhere Infiltrationsrate des Tracers erreicht werden. Bei einer Schüttung von etwa 50 l/s des Mixnitzbachs auf der Teichalm versickert bis zum Klammausgang fast die gesamte Wassermenge. Dies entspricht auch den Messungen, die im Kapitel 2.3. erläutert werden. Der Mixnitzbach fiel im Bereich Burgstall gänzlich trocken. Dies muβ mit dem niedrigen Karstwasserspiegel zusammenhängen, ist aber für den Markierungsversuch ohne größere Bedeutung.

Von Bedeutung dürfte aber die geringe Fließgeschwindigkeit im Mixnitzbach sein. Am 10. August hatte die Tracerwolke noch nicht die halbe Klammstrecke durchflossen. Dadurch war das Uranin, während es die Versickerungsstrecke durchfloß, dem Sonnenlicht wesentlich länger ausgesetzt, als für höhere Wasserführungen zu erwarten gewesen wäre. Da es durch UV-Bestrahlung abgebaut wird, muß mit einem größenordnungsmäßig nicht näher bekannten dadurch verlorenen Anteil gerechnet werden.

Zur späteren Berechnung der Wiederausbringung des Tracers wurden, wie bereits erwähnt, am Kaskadenfall und am Mixnitzbach/Klammausgang-Brücke 1, Probensammler eingesetzt. Am Kaskadenfall waren die Schüttungsverhältnisse durch den Pegel eindeutig dokumentiert. Am Klammausgang wurden während des Markierungsversuchs am bereits existierenden Meßprofil verstärkt Abflußmessungen und dazwischen zusätzlich noch Abstichmessungen durchgeführt. Zu den Abflußmessungen wurde mir vom Institut für Geothermie und Hydrogeologie der Forschungsgesellschaft Joanneum der Computer für Abflußmessungen zur Verfügung gestellt. Die so erhaltenen Q-Werte am Klammausgang wurden vor der Berechnung der Ausbringung noch mit den Aufzeichnungen des Pegels Mixnitzbach/Teichalm korreliert, um möglichst genau die Schüttungsänderungen festzuhalten.

2.6.4. ERGEBNISSE

Zur Auswertung der Ergebnisse konnte das Computerprogramm DYE.EXE (GRAF 1988) am Institut für Geothermie und Hydrogeologie verwendet werden. Damit ist es möglich sowohl die Tracerfracht als auch

die Wiederausbringung des Tracers in Prozent der injizierten Menge berechnen zu lassen. Außerdem werden noch das erste Auftreten, Schwerpunkt, Maximum und Abstandsgeschwindigkeiten ermittelt.

Um genaue Werte zu erhalten, wurde folgende Vorgangsweise gewählt:

- * Die zur Berechnung im Computerprogramm verwendeten Schüttungsdaten (am Kaskadenfall) wurden durch ein eigenes Programm (GRAF 1987) aus den bereits digitalisierten Pegelblättern interpoliert. Dabei wurden als Fixpunkte der Zeitachse jene Zeitpunkte vorgegeben, die genau den Mittelpunkt der Zeitspanne einer Flaschenbefüllung darstellen. Wurde zum Beispiel eine Flasche um 17.00 Uhr und um 18.30 Uhr befüllt, wurde als Zeitpunkt zur Interpolation der Schüttung 17.45 Uhr gewählt. Analoges gilt bei dreimaliger Befüllung einer Flasche.
- * Am Mixnitzbach/Klammausgang konnten die Schüttungswerte nicht so genau rekonstruiert werden, da hier kein Pegel zur Verfügung stand. Die aus den Abfluβmessungen und im Vergleich mit den Daten des Pegels Teichalm erhaltenen Werte sind aber hinreichend genau, um die Größenordnung vor allem der Tracerausbringung zu berechnen.
- * Am Ende der im Anhang enthaltenen Tabellen werden Geschwindigkeiten und Zeitpunkte angegeben, die auf derselben Grundlage wie oben beschrieben, berechnet wurden. Da alle diese Werte den Zeitraum betreffen, in dem eine zweimalige Befüllung der Probenflaschen erfolgte, können die tatsächlichen Zeitpunkte entsprechend vorher oder nachher liegen.

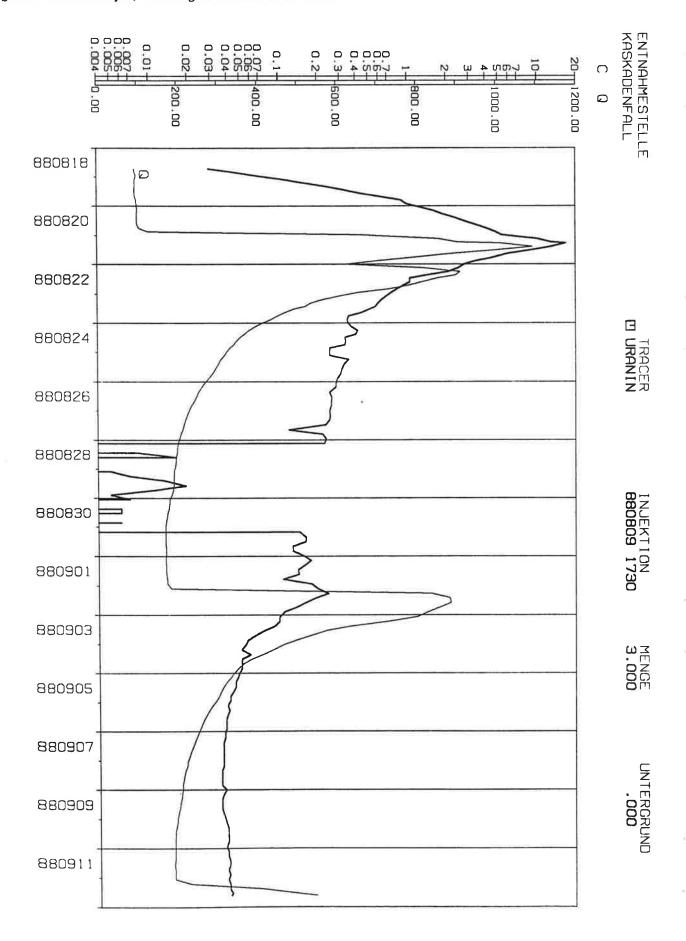
Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind im Anhang, Tabelle 29 und 30 enthalten. Die allgemeinen Schüttungsdaten können im Anhang den Tabellen 14 bis 18 und den Diagrammen entnommen werden.

Im folgenden Diagramm ist die Schüttung und tracerkonzentration der Ausbringung am Kaskadenfall dargestellt.

2.6,4.1. KASKADENFALL

In Tabelle 29 im Anhang wird das erste Auftreten des Tracers mit 17.45 Uhr am 18. August angegeben. Wegen der Mischproben ergibt sich jedoch folgendes Bild: Die Probenflasche, die die ersten Uraninspuren enthielt, wurde um 17.00 Uhr zum erstenmal und um 18.30 Uhr zum zweitenmal befüllt. Jene Flasche, die noch keine Tracerspuren enthielt, wurde um 15.30 Uhr letztmals befüllt. Der Tracerdurchgang könnte theoretisch bereits kurz nach 15.30 Uhr oder erst kurz vor 18.30 Uhr begonnen haben. Das wären also 214 bis 217 Stunden (etwa 9 Tage) nach Beginn der Einspeisung. Weiters ist dazu zu sagen, daβ diese Zeitspanne noch nichts über die tatsächliche unterirdische Verweildauer aussagt. Der Bereich der Wasserverluste im Mixnitzbach beginnt 300 m abstromig der Einspeisestelle und ist etwa 4,5 km lang. Es ist anzunehmen, da keine anderen Austritte des Tracers nachgewiesen werden konnten, daβ die Verluste der gesamten Strecke dem Kaskadenfall zugute kommen. Davon ausgenommen sind lediglich die Austritte von Karstwasser in den Mixnitzbach zwischen Kassahütte und Klammausgang/Brücke. Da auch die Fließgeschwindigkeit des Mixnitzbachs aufgrund der niedrigen Wasserführung sehr langsam war, ist die Versickerung in den Untergrund auf eine entsprechend lange Zeit ausgedehnt.

Diagramm 20: Kaskadenfall; Schüttung und Tracerkonzentration



Wesentlich am Tracerdurchgang ist aber die Tatsache, daß er etwa 41 Stunden vor Beginn des Niederschlags, der den Schüttungsanstieg am 20. August ab 23.00 Uhr bewirkte, einsetzte und somit auch nicht auf stark geänderte hydraulische Bedingungen zurückzuführen ist. Diese Tatsache beweist eindeutig, daß auch bei extremen NQ-Verhältnissen eine direkte Verbindung zwischen Kaskadenfall und Mixnitzbach existiert.

Der Schüttungsanstieg begann etwa 54 Stunden nach dem ersten Auftreten des Uranins. Die höchste Konzentration wurde am 21. August zwischen 9.00 Uhr und 10.30 Uhr erreicht. Die Schüttungsspitze am selben Tag um 12.45 Uhr mit 1.092 l/s. Die Konzentrationsspitze wurde also etwa 2 Stunden vor der Schüttungsspitze erreicht. Dies kann so interpretiert werden, daß das in den Untergrund eingedrungene und in Hohlräumen befindliche markierte Wasser durch den steigenden Druck ausgepreßt wurde (Piston-flow Modell). Bei zunehmender Schüttung kommt es dann zu einer raschen Verdünnung, die durch den nächsten Schüttungsanstieg etwas verzögert wird. Durch die Mischproben kommt dies nicht sehr gut zur Geltung.

Der Einbruch der Konzentrationen zwischen 28. und 31. August kann weder auf Grund der Schüttung noch irgendwelcher Niederschläge interpretiert werden. Da es sich genau um eine Serie (zwischen dem Flaschenwechsel im Probensammler) handelt, muβ der Fehler bei der Lagerung oder im Labor gesucht werden.

Durch den Schüttungsanstieg, der am 2. September einsetzt, erhöht sich die Konzentration des Tracers nur mehr geringfügig, um anschließend deutlich abzusinken. Auch hier folgt die Schüttungsspitze dem Peak der Konzentration.

Der am 13. September beginnende Schüttungsanstieg bringt keine deutlichen Konzentrationsänderungen mehr.

Bis zur Beendigung der Direktbeprobung am 13. September um 14.00 Uhr (Handprobe) wurde eine Ausbringung von etwas mehr als 30 % erreicht.

Vom 14. November bis zum 12. Dezember wurde nochmals ein Kohlesäcken am Kaskadenfall eingehängt, das ebenfalls noch Uranin aufnahm.

2.6.4.2. MIXNITZBACH/KLAMMAUSGANG-BRÜCKE 1

An diesem Punkt, der etwa 300 m oberstromig der Einmündung des Kaskadenfalls liegt, begann der Tracerdurchgang am 17. August zwischen 00.40 Uhr und 03.30 Uhr, also 175 bis 178 Stunden (etwa 7 Tage und 7 Stunden) nach Beginn der Injektion. Ab dem 10. August war der Mixnitzbach im Bereich Burgstall trocken gefallen. Das hier austretende Uranin muβ also bereits aus dem Untergrund stammen.

Der Schüttungsanstieg, der hier bereits um 21.00 Uhr (am 20. Aug.) begann, bewirkte hier sofort eine rasche Verdünnung des Uranins. Allerdings fällt ein weiterer, jedoch wesentlich niedrigerer Peak während dieser Verdünnung auf, der der Schüttungsspitze unmittelbar vorausgeht. Die Probe unmittelbar davor war eine Handprobe mit nur einmaliger Befüllung. Möglicherweise läge hier eine höhere Spitze vor, wäre sie nicht durch die Mischproben verschliffen. Dieser Peak würde, ebenso wie am Kaskadenfall, das Wasser anzeigen, das durch den steigenden hydrostatischen Druck aus den Karsthohlräumen ausgepreβt wird.

Für diese Möglichkeit spricht die Analyse der Aktivkohlesäckchen. Am Mixnitzbach waren während der Untersuchungen immer zwei Stück eingehängt. Eines befand sich oberhalb der in diesem Bereich sichtbaren Karstwasseraustritte (so wie der Probensammler), ein zweites unterhalb dieser Austritte. Von den in der Zeit vom 15. bis 25. August eingehängten Säckchen zeigte die Analyse des unteren eine 4,8 mal höhere Intensität bei der Bestrahlung. Das heißt, daß hier wesentlich mehr Uranin durch Wasser aus dem Karst transportiert wurde, als rein oberflächlich durch den Mixnitzbach. Es ist aber noch dazu zu sagen, daß Karstwasseraustritte schon ab dem Bereich Burgstall in den Mixnitzbach zufließen, allerdings nur nach Starkregen. Eine genauere Interpretation kann wegen der Mischproben und der interpolierten Schüttungsdaten nicht erfolgen.

Die Darstellung der Tracerfracht zeigt die Verdünnung durch den einsetzenden Schüttungsanstieg und die zweite Spitze der Konzentration kurz vor der Schüttungsspitze sehr deutlich.

Der Schüttungsanstieg, der am 21. August ab Mittag einsetzt, bringt nur mehr eine geringe Erhöhung der Tracerkonzentration.

Bis zum Abbruch der Direktbeprobung am 27. August um 17.40 Uhr wurde eine Ausbringung von 3 % erreicht. Dieser Wert ist aber auf Grund der interpolierten Schüttungswerte mit einiger Unsicherheit behaftet.

2.6.4.3. DIE RESTLICHEN PROBENPUNKTE

Ein eindeutiger Beweis für einen Tracerdurchgang konnte mittels Aktivkohle an keinem der Punkte erbracht werden.

An zwei Punkten wurden jedoch Anomalien beobachtet, die der Erwähnung bedürfen:

P 10: Tyrnauerbach, 1500 m SW' Ortschaft Tyrnau.

Die Analysen der 4 Aktivkohlesäcken zeigen eine Fluoreszenzreaktion im Emissionsbereich des Amidorhodamin G. Die Spitze ist allerdings nicht sehr ausgeprägt. Auffallend ist jedoch das Ansteigen der Emission:

Zeit		Fluoreszenzeinheiter	-
7. ₽ 1.F	TELETIVE	r cooreszenzejnoeitei	1

3.	bis	15.	Aug.	40
15.	bis	25.	Aug.	100
25.	Aug	bis	10. Sept.	128
10.	bis	28.	Sept.	217.6

Diese Emissionen müssen laut mündlicher Mitteilung von Herrn Ralf Benischke auf anthropogene Verunreinigungen zurückgeführt werden.

P 14: Schremserbach. Das Säckchen, das sich vom 21. bis 31. August dort befand, wies ein eindeutiges Emissionsmaximum von 844,8 relativen Fluoreszenzeinheiten im Spektralbereich des Uranins auf. Das nächste Säckchen, das bis 13. September eingehängt war, zeigte keine Emissionen; die Aktivkohle, die vom 13. bis 28. September dort verwendet wurde, ebenfalls nicht. Dieses einmalige Emissionsmaximum kann nicht als Durchgang interpretiert werden. Es muβ sich um Kontamination der Aktivkohle gehandelt haben.

2.6.4.4. ZUSAMMENFASSUNG

Der Markierungsversuch brachte den eindeutigen Beweis, daß vom Mixnitzbach zum Kaskadenfall bei jeder Abflußsituation eine Verbindung besteht. Die gesamten Wasserverluste des Mixnitzbachs kommen dem Kaskadenfall und den einzelnen Karstwasseraustritten in den Mixnitzbach zwischen Kassahütte und Klammausgang/Brücke zugute.

Mit dem Kaskadenfall in Verbindung stehen Karstwasseraustritte (ab dem Bereich Burgstall bis zum Kaskadenfall) in den Mixnitzbach, die aber teilweise nur bei HQ aktiv sind. Bei ihnen handelt es sich möglicherweise um Überlaufquellen, denn einige Austritte in unmittelbarer Umgebung des Kaskadenfalls sind ständig aktiv. Alle diese Austritte befinden sich in unmittelbarer Nähe zum Mixnitzbach oder direkt im Gerinnebett.

Auf Grund des Verlaufs der Uraninkonzentration am Kaskadenfall kann darauf geschlossen werden, daß das in Karsthohlräume eingedrungene Wasser aus dem Mixnitzbach bei Schüttungsanstiegen ohne wesentliche Vermischung mit neuem Wasser durch dieses ausgedrückt wird. Diese Vorstellung entspricht dem Piston-flow Modell.

An keinen anderen Probenpunkten konnten Beweise für Uranindurchgang gefunden werden. Einige Anomalien bei den Analysen der Aktivkohle wurden erwähnt.

2.7. Der Wasserhaushalt des Untersuchungsgebiets

2.7.1. ZIELSETZUNGEN UND PROBLEMATIK DER BERECHNUNGEN

Durch die Erstellung von Wasserbilanzen sind Rückschlüsse auf Grundwasservorratsänderungen beziehungsweise auf Abfluβüberschüsse oder -defizite in einem abgegrenzten Gebiet innerhalb eines definierten Zeitraums möglich.

Die Genauigkeit derartiger Berechnungen nehmen mit der Dauer des Beobachtungszeitraums und der Anzahl der Meßstationen (meteorologische Stationen und Abflußmeßpunkte) zu. Mit dem größten Unsicherheitsfaktor, der aber gleichzeitig auch einen wesentlichen Einfluß auf die Ergebnisse der Bilanz ausübt, ist die Berechnung der reellen Evapotranspiration behaftet. Der Grund dafür ist in der Mannigfaltigkeit der Beeinflussung der Verdunstung und ihrer oft kleinräumig stark wechselnden Ausgangsbedingungen zu suchen.

Im Rahmen dieser Arbeit sollte mit Hilfe der Wasserhaushaltsgleichungen in erster Linie der Versuch unternommen werden, Unterschiede zwischen orographischen und tatsächlichen Einzugsgebietsflächen festzustellen. Auf Veränderungen der Grundwasserbevorratung (z. B.: auf der Teichalm) konnte wegen des relativ kurzen Beobachtungszeitraums (nur 17 Monate), aus dem Daten von allen Stationen und Pegeln vorlagen, nicht eingegangen werden.

Berechnungen, die auf die quantitative Erfassung der Rückhaltsveränderungen eines kleineren Einzugsgebiets wie der Teichalm (13 km²) abzielen, müβten von einer genauen Kenntnis der reellen Evapotranspiration ausgehen. Mit Hilfe des vorhandenen Stationsnetzes war dies nicht möglich und war auch nicht Ziel dieser Arbeit.

Vorrangiges Interesse aus wasserwirtschaftlicher und hydrogeologischer Sicht ist vielmehr die Abgrenzung tatsächlicher Einzugsgebiete in verkarstungsfähigen Gesteinen.

Besonders für den Kaskadenfall wird dies hier diskutiert.

Bei den folgenden Berechnungen wurden die Formeln nach HAUDE (HÖLTING 1984, S. 20) und nach TURC (HÖLTING 1984, S. 24) verwendet, da durch diese allgemein gebräuchlichen Berechnungsarten auch Vergleiche mit anderen Gebieten ermöglicht werden. Es darf dabei jedoch nicht vergessen werden, daβ diese Formeln mit einigen Unsicherheiten behaftet sind und somit nur ein überschlägiges Bild der Wirklichkeit zeichnen können.

2.7.2. VORAUSSETZUNGEN

Abflußmeßstellen:

Es existierten vor Beginn der Arbeiten keinerlei Abslußmeßstellen oder Pegel im Arbeitsgebiet. Beide Pegel mit kontinuierlicher Aufzeichnung wurden von mir im Frühjahr 1987 errichtet (siehe Kapitel 2.2.). Langjährige Reihen sind daher derzeit nicht verfügbar. Der Pegel Kaskadenfall wird noch weiter betrieben.

Der Pegel Mixnitzbach/Teichalm war vom April 1987 bis September 1988 in Betrieb.

Der Pegel Kaskadenfall ist ohne längere Unterbrechungen seit Mai 1987 in Betrieb.

Der Standort des Pegels Mixnitzbach/Teichalm erlaubt die Bilanzierung eines geschlossenen Einzugsgebiets, dessen orographische Grenzen mit den tatsächlichen Grenzen auf Grund der gegebenen geologischen Situation weitgehend zusammenfallen. Nur im südwestlichen Bereich (Schweinegg) ist eine unterirdische Entwässerung in Gebiete, die vom Pegel nicht erfaßt werden, denkbar. Die Fläche des betreffenden Gebiets scheint jedoch vernachlässigbar klein. Als Unsicherheitsfaktoren bei den Berechnungen sind hier vor allem die Niederschlagssituation (die Station liegt für N-Stau Niederschläge im Lee des Hochlantschs) und die Verdunstung von der Seeoberfläche in Zusammenhang mit den besonderen Windverhältnissen auf der Teichalm (während des Beobachtungszeitraums erlebte ich auf der Teichalm nur einen windstillen Tag) zu nennen.

Meteorologische Stationen:

Folgende Stationen standen zur Verfügung:

```
Teichalm (Sh: 1170 m): Niederschlag ab 4. Juni 1987,
Temperatur ab 9. Juli 1987
Fladnitzberg (Sh: 1070 m): ab 16. April 1987
```

Es wurden jeweils die Daten bis Oktober 1988 ausgewertet. Die Stationen Hohenau an der Raab (Sh: 702 m), Breitenau (Sh: 560 m), Frohnleiten (Sh: 440 m) und Rechberg (Sh: 932 m) werden schon seit längerer Zeit betrieben und erlauben die Bildung langjähriger Reihen sowie den direkten Vergleich dieser Daten mit jenen während des Beobachtungszeitraums.

Der Vergleich der Daten der Station Teichalm mit den Daten der alten Station Teichalm ist auf Grund der veränderten instrumentellen Ausrüstung nur bedingt möglich.

Von der Station Rechberg sind auch Daten zur relativen Feuchte bekannt.

2.7.3. BERECHNUNGEN DER EVAPOTRANSPIRATION

2.7.3.1. POTENTIELLE EVAPOTRANSPIRATION NACH HAUDE

Die potentielle Evaporation konnte nur für die Station Rechberg ermittelt werden, da nur an dieser Station, die von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik betreut wird, die entsprechenden Messungen vorgenommen werden.

Auf eine Berechnung mit interpolierten Werten für mittlere Seehöhen einzelner Einzugsgebiete wurde auch in allen weiteren Schritten verzichtet, da vor allem die Korrelation der Niederschläge mit den Seehöhen der jeweiligen Stationen relativ niedrig liegt und damit die Fehlerhaftigkeit der Berechnungen unkontrolliert vergröβert werden würde. Durch die Berechnungen der Evaporation für einzelne Stationen können hingegen Unterschiede, die durch Lufttemperatur und Niederschlag verursacht werden, sichtbar gemacht und bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Die Korrelation der Niederschläge mit den Seehöhen erbrachte nur einen Faktor von 0,7783, wobei in der graphischen Darstellung die Sonderstellung der Station Teichalm (bezogen auf die Seehöhe zu geringe Niederschläge, siehe oben) auffällig wird. In der Literatur wird bei ähnlich gelagerten Fällen eine wesentlich

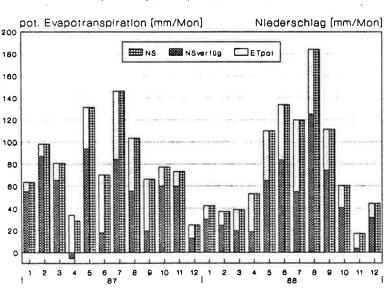
höhere Korrelation der Niederschläge und Temperaturen gefordert, um realistische Ergebnisse zu erzielen (HARUM & LEDITZKY 1984, S. 55).

In einem nächsten Schritt wurde stark vereinfachend angenommen, daß die monatliche potentielle Evapotranspiration dann der reellen entspricht, wenn die monatliche Niederschlagssumme größer als die potentielle Evapotranspiration ist. Ist die Situation umgekehrt, wird die Niederschlagssumme als reelle Evapotranspiration angenommen, beziehungsweise ein Wasserdefizit festgestellt. Dieser Schritt war notwendig, da keine Daten über die Bodenfeuchteänderungen (vgl. RICHTER & LILLICH 1975, S. 123) vorlagen.

Die Differenz zwischen Niederschlagssumme und reeller Evapotranspiration wird als verfügbarer Niederschlag bezeichnet.

Im Diagramm 21 wird dies graphisch dargestellt.

Diagramm 21: Wasserüberschuß und -defizit für die Station Rechberg



WASSERÜBERSCHUß UND -DEFIZIT RECHBERG pot. Evapotranspiration nach HAUDE

Der jeweils linke Balken zeigt den gemessenen Niederschlag, aufgeteilt in potentielle Evapotranspiration und den restlichen, verfügbaren Niederschlag. Der Jahresgang der Evapotranspiration folgt im wesentlichen dem Temperaturverlauf. In den Wintermonaten erreicht sie ihr Minimum, das Maximum wird jeweils im Juli erreicht. In sehr warmen Frühjahrsmonaten kann die potentielle Evapotranspiration, wie im April 1987, das geringe Niederschlagsdargebot überschreiten und somit zu einem Wasserdefizit führen. Es werden also Rücklagen aus den Winterniederschlägen aufgebraucht. Würden dieselben Berechnungen nicht für Monate sondern für Dekadensummen durchgeführt, sind natürlich während heißer Sommertage ebenfalls Wasserdefizite für einzelne Dekaden möglich. Im Zeitraum Oktober 1987 bis September 1988 ergab sich für

die Station Rechberg ein Niederschlagsüberschuß von 628,9 mm gegenüber der potentiellen Evapotranspiration nach HAUDE.

Um Vergleichswerte und Kontrollmöglichkeiten zu den weiter unten berechneten Werten der reellen Evapotranspiration nach TURC zu erhalten, wurde dieses Verfahren auch auf die Stationen Teichalm, Fladnitzberg, Rechberg und Frohnleiten übertragen, indem die potentielle Evapotranspiration der Station Rechberg in der beschriebenen Weise mit den Niederschlägen der jeweiligen Station in Beziehung gesetzt wurde.

Eine derartige Vorgangsweise scheint auch deshalb erlaubt und annähernd richtige Ergebnisse zu liefern, da die Werte der reellen Evapotranspiration nach TURC höher liegen als die so ermittelten Werte (siehe unten).

2.7.3.2. REELLE EVAPOTRANSPIRATION NACH TURC

Nach TURC werden zur Berechnung der reellen Evapotranspiration nur die Jahresniederschlagssumme und das Jahresmittel der Lufttemperatur benötigt (HÖLTING 1984, S. 24). Um mit den in der vorher beschriebenen Weise erhaltenen Werte für die reelle Evapotranspiration direkte Vergleichsmöglichkeiten zu erhalten, wurde auch nach TURC eine monatliche reelle Evapotranspiration ermittelt. Dabei wurde in die Formel nach TURC anstelle der Jahresniederschlagssumme die monatliche Niederschlagssumme geteilt durch die Anzahl der Tage des jeweiligen Monats mal 365 eingesetzt. Der damit in der Formel nach TURC erhaltene Wert wurde wiederum, um die unterschiedliche Monatslänge zu berücksichtigen, mit dem Quotienten aus der Anzahl der Tage des entsprechenden Monats und der Anzahl der Tage pro Jahr multipliziert. Die so erhaltenen Werte liegen im Durchschnitt um 5 % höher als die für das Gesamtjahr ermittelten.

2.7.4. INTERPRETATION DER ERGEBNISSE FÜR DAS EINZUGSGEBIET DES MIXNITZBACHS BIS ZU PEGEL TEICHALM

Wie bereits weiter oben erwähnt, handelt es sich bei dem Einzugsgebiet des Pegels Mixnitzbach/Teichalm um ein genau definierbares Einzugsgebiet, dessen tatsächliche Grenzen mit den orographischen sehr gut übereinstimmen dürften. Als Unsicherheitsfaktoren bei den Bilanzberechnungen müssen das Niederschlagsdefizit bei der Niederschlagsstation Teichalm, die durch die Leelage im Hochlantsch ausgelöst wird und die größeren Verdunstungsmöglichkeiten (Seeoberfläche und Moorflächen) genannt werden.

Die Niederschlagssituation stellt dabei das gewichtigere Problem dar. Der N-Stau betrifft sicherlich nicht das gesamte Einzugsgebiet, sondern nur den Bereich bis zur Harrerhütte, da die weitere Umrahmung der Teichalm nur am Plankogel und Osser über 1500 m aufsteigt. Für die weiteren Berechnungen bezüglich des Kaskadenfalls ist dem jedoch entgegenzuhalten, daβ Teile des vermutlichen Einzugsgebiets des Kaskadenfalls ebenfalls im N-Stau liegen (Rote Wand), sodaβ die Berechnungen auf der Basis der Niederschlagswerte der Station Teichalm nach meinen Beobachtungen jedenfalls realistischer erscheinen als ein gemittelter Niederschlagswert für eine (vermutete) mittlere Höhe eines noch unbekannten Einzugsgebiets. Ein weiteres Problem betrifft die sehr unregelmäßige Verteilung von Sommerniederschlägen infolge Gewittertätigkeit. Es muβ bei den weiteren Berechnungen auf Grund der geringen Dichte des Stationsnetzes völlig ausgeklammert werden.

Als Besonderheiten für die Verdunstung in diesem Gebiet sind die freie Wasseroberfläche des Sees und die Moorflächen zu nennen, die die reelle Evaporation in einem nicht bekannten Maß erhöhen. Vermindernd auf den Gesamtbetrag der Evapotranspiration wirkt sich das Überwiegen von Grünland (vgl. HÖLTING 1984, S. 19) aus. Bei den weiteren Berechnungen für das Einzugsgebiet des Kaskadenfalls ist zu bemerken, daß die in Frage kommenden Gebiete überwiegend mit Nadelwald bestanden sind und somit höhere reelle Transpirationswerte erwarten lassen.

Im Diagramm 22 ist die monatliche reelle Evapotranspiration nach TURC für die Niederschlagsstation Teichalm den Niederschlägen dieser Station und der Abfluβhöhe am Pegel Mixmitzbach/Teichalm gegenübergestellt. Der jeweils linke Balken zeigt die monatliche Abfluβhöhe (MIXB hA), rechts ist die gemessene monatliche Niederschlagssumme, aufgeteilt in reelle Evapotranspiration und den restlichen, verfügbaren Niederschlag dargestellt.

Das Diagramm 23 zeigt zum direkten Vergleich diese Berechnungen auf der Basis der potentiellen Evapotranspiration nach HAUDE.

Die reelle Evapotranspiration im Diagramm 23 wurde aus der Differenz des Niederschlags der Station Teichalm und der potentiellen Evapotranspiration der Station Rechberg ermittelt (siehe oben).

In beiden Fällen folgt der Gang der Evapotranspiration naturgemäß wieder dem Temperaturgang, das Maximum wird nach TURC im Juli 1987 beziehungsweise im August 1988 erreicht, nach HAUDE jeweils im Juli. Wesentlich überschritten wird die verfügbare Niederschlagsmenge von der Abfluβhöhe nur in den Monaten Dezember 1987, Jänner 1988 und April 1988. Im Juni 1987 wird nach HAUDE die verfügbare Niederschlagsmenge von der Abfluβhöhe deutlicher überschritten als nach TURC. Innerhalb des gesamten Zeitraums wird ein Abfluβanteil von 85,9 % vom verfügbaren Niederschlag, oder 53,3 % vom Gesamtniederschlag erreicht.

Die nach HAUDE ermittelten Werte der reellen Evapotranspiration liegen um 10,7 % unter den monatlich ermittelten Werten nach TURC, beziehungsweise um 6,5 % unter den über das Gesamtjahr ermittelten Werten.

Für die weiteren Berechnungen ist von Interesse, daß der Abfluß des Mixnitzbachs am Pegel Teichalm 85,9 % (TURC), beziehungsweise 78,6 % (HAUDE) vom verfügbaren Niederschlag (= Niederschlag reeller Evapotranspiration) erreicht. Da keine Umläufigkeiten am Pegel vorliegen und auch die Eichung sehr genau durchgeführt werden konnte, müssen die Gründe dafür in den naturräumlichen Gegebenheiten des Einzugsgebiets gesucht werden. Ob es sich um Rückhaltebildungen, verstärkte Evapotranspiration (siehe oben) oder Ungenauigkeiten der verwendeten Formeln handelt, kann hier nicht geklärt werden.

Diagramm 22: Reelle Evapotranspiration nach TURC für die Niederschlagsstation und den Pegel Teichalm

REELLE EVAPOTRANSPIRATION NACH TURC NS-Station und Pegel Telchalm

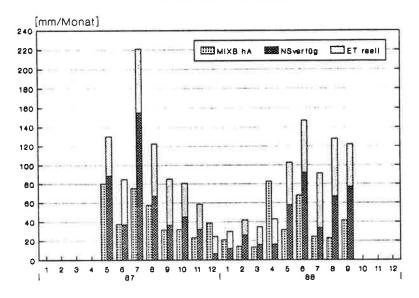
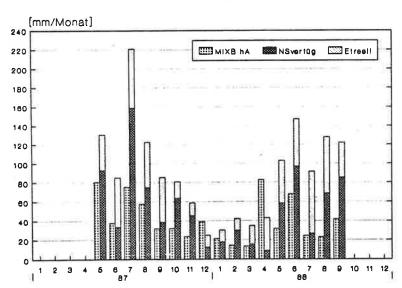


Diagramm 23: Evapotranspiration nach HAUDE für die Niederschlagsstation und den Pegel Teichalm

EVAPOTRANSPIRATION NACH HAUDE NS-Station und Pegel Teichalm



2.7.5. VERSUCH EINER BERECHNUNG DES EINZUGSGEBIETS DES KASKADENFALLS

Der Berechnung liegt die Annahme zugrunde, daß die Abflußspende des Mixnitzbachs beim Pegel Teichalm sich nicht wesentlich von der des Kaskadenfalls unterscheidet. Damit sollte ein erster Anhaltspunkt über die Größe eines möglichen Einzugsgebiets erhalten werden.

Gestützt wird diese vereinfachende Annahme durch den relativ geringen Unterschied der mittleren Höhen des Einzugsgebiets bis zum Pegel (mittlere Höhe 1290 m) und des möglichen Einzugsgebiets des Kaskadenfalls, das mit großer Wahrscheinlichkeit im Bereich der Roten Wand zu suchen sein wird. Die mittlere Höhe des gesamten Gebiets der Roten Wand (Mixnitzbach - Brunnkar - Tyrnauerbach) liegt bei 1020 m. Da aber anzunehmen ist, daß der S-Teil der Roten Wand nicht zur Gänze zum Kaskadenfall entwässert, steigt der Wert der mittleren Höhe natürlich.

Es wurden jeweils die Monatsmittel der Abflüsse verglichen. Auf dieser Basis kann die Gröβe des Einzugsgebiets des Kaskadenfalls mit etwa 19 km² angegeben werden (siehe Anhang, Tabelle 31). Damit wäre das Einzugsgebiet des Kaskadenfalls um 6 km² gröβer als das des Mixnitzbachs bis zum Pegel Teichalm.

Dieser Wert kann jedoch nur als Richtwert gelten, da die Alimentation des Mixnitzbachs an den Kaskadenfall flächenmäßig nicht zu veranschlagen ist. Auch die Aussage, daß das Einzugsgebiet des Kaskadenfalls größer als das des Mixnitzbachs sei, kann nur mit Vorbehalt getroffen werden, da beide bis über den Pegel hinaus (etwa bis zur Kassahütte am Klammeingang) über ein gemeinsames Einzugsgebiet verfügen. Dieses ist (primär) dem Mixnitzbach und (sekundär) über den Umweg der Alimentation dem Kaskadenfall tributär.

2.7.6. BERECHNUNGEN FÜR DEN GESAMTABFLUSS MIXNITZBACH UND KASKADENFALL

Für eine derartige Berechnung ist die Lage des Pegels auf der Teichalm natürlich nicht besonders günstig. Zu Beginn der Arbeiten war jedoch noch nicht erwiesen, daβ der Mixnitzbach nach der Einmündung des Kaskadenfalls bis zur Ortschaft Mixnitz kein Wasser in die Talfüllung abgibt. Erst als sich durch Abfluβmessungen mittels der Tracerverdünnungsmethode und dem hydrometrischen Flügel (im Bereich der Gerinneregulierung) keine Wasserverluste zeigten, hätte sich ein günstiger Pegelstandort im Bereich der Brücke am östlichen Ortsende von Mixnitz ergeben. Dieser Standort bleibt auch nach Hochwasserereignissen weitgehend geschiebefrei.

Um nun trotzdem Berechnungen durchführen zu können, wurde unter Berücksichtigung der Wasserverluste des Mixnitzbachs (Kapitel 2.3.) der folgende Weg beschritten:

Die durchschnittliche Verlustwassermenge des Mixnitzbachs (etwa 40 l/s) wurde jeweils von den Monatsmitteln des Abflusses am Pegel Teichalm abgezogen.

Diese Verlustwassermenge stellt nicht den Gesamtbetrag der Verluste dar, sondern nur jenen Anteil, der dem Kaskadenfall zugute kommt (vgl. Anhang, Tabelle 27). Dieser Wert wurde, wie im Kapitel 2.3. erläutert, für NQ-Situationen durch Abfluβmessungen ermittelt. Bei veränderten Abfluβbedingungen verändert sich auch die Verlustwassermenge. Aus den Beobachtungen von Einzelereignissen kann auf eine Obergrenze der Verlustmengen von etwa 200 - 300 l/s geschlossen werden, die jedoch nicht gänzlich dem Kaskadenfall zugute kommen, sondern ebenfalls teilweise wieder dem Mixnitzbach selbst.

Die im folgenden durchgeführten Berechnungen können also nur überschlägige Ergebnisse bringen, also nur großflächige Verschiebungen der Einzugsgebietsgrenzen sichtbar machen.

Der so erhaltene Wert der Monatsmittel der Abflüsse im Mixnitzbach vor der Einmündung des Kaskadenfalls (= MIXRest) wurde zu den Monatsmitteln des Kaskadenfalls addiert und als Monatsmittel des Gesamtabflusses betrachtet. Auf der Basis des orographischen Einzugsgebiets (Fläche 29,85 km²) wurden nun Abfluβspenden und Abfluβhöhen ermittelt. Diese wurden mit den verfügbaren monatlichen Niederschlagsmengen (siehe oben) verglichen.

Als Prozentanteile des Abslusses vom verfügbaren Niederschlag werden für das Gesamtgebiet nach TURC 84,0 % (Teichalm: 85,9 %) und nach HAUDE 76,8 % (Teichalm: 78,6 %) erreicht. Unter der Annahme, daβ sich die Randbedingungen (mittlere Höhe des Einzugsgebiets bis zum Pegel: 1290 m, Gesamtgebiet 1210 m; siehe auch oben) nicht wesentlich verändert haben, ist also die Fläche des orographischen Einzugsgebiets ähnlich der tatsächlichen.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse muß bedacht werden, daß die errechneten Abflußwerte, die den Berechnungen zugrunde liegen, nicht hinreichend genau sind, um Einzugsgebietsverschiebungen in der in Frage kommenden Größenordnung aufzuzeigen.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen (vgl. Kapitel 2.4.) und die geologische Situation lassen mit großer Wahrscheinlichkeit auf ein Einzugsgebiet südlich der Roten Wand schließen. Die ausplanimetrierte Fläche des in Frage kommenden Gebiets südlich der Kammlinie der Roten Wand bis zur Liegendgrenze der Hochlantschkalke beträgt 2,21 km², das sind 7,4 % des Gesamteinzugsgebiets. Die Fläche südlich der Kammlinie bis zur Liegendgrenze der Kalkschiefer-Folge beträgt 5,76 km² oder 18,3 % der Gesamtfläche. Da besonders im zweiten Fall nicht die ganze Fläche dem Kaskadenfall tributär sein muß, wird deutlich, daß unter den gegebenen Voraussetzungen (Pegelstandorte, Niederschlagsmeßstationen) eine beweiskräftige Aussage über Einzugsgebietsverschiebungen nicht getroffen werden kann.

2.7.7. BERECHNUNGEN FÜR DAS EINZUGSGEBIET DES TYRNAUERBACHS

Im Tyrnauergraben wurden im Beobachtungszeitraums Abflußmessungen beziehungsweise Abstichmessungen an zwei geeichten Naturprofilen durchgeführt. Die Kontrolle der Eichkurven erfolgte im wesentlichen nach jedem größeren Hochwasser und wurde dementsprechend mehrmals korrigiert. Zwischen den Abfluβmessungen wurden die Abstichmaße von der Brücke der Landesstraße, beziehungsweise von einer Betonmauer gemessen.

Der Abfluβmeβpunkt Tyrnau 38 liegt 1 km südwestlich der Ortschaft Tyrnau und erfaßt ein Einzugsgebiet von 16,56 km², der Meβpunkt Kehre liegt bei der Brücke der Landesstraße auf die Nechnitz, bei der Kehre nordöstlich Fidlmüller; das Einzugsgebiet beträgt 5,64 km².

Die Ergebnisse sind im Anhang, Tabelle 33 gegenübergestellt.

Für den Zeitraum Oktober 1987 bis September 1988 ergibt sich an der Kehre eine Abfluβspende von 13,3 l/s.km². Dieser Wert scheint gut mit den bisher berechneten Werten des Mixnitzbachs übereinzustimmen.

Im selben Zeitraum fällt am zweiten Meβpunkt die äuβerst geringe Abfluβspende von 4,7 l/s.km² auf. Das ergibt ein Abfluβdefizit von 8,6 l/s.km² (die mittlere Höhe liegt für beide Einzugsgebiete bei 950 m).

Die bereits mehrmals erwähnten Wasserverluste des Tyrnauerbachs kommen hier sehr deutlich zum Ausdruck.

Diese Verluste können, wenn es sich ausschließlich um Verluste aus dem Gerinne handelt, im wesentlichen dem Grundwasserstrom oder, wie die Berechnung der Schüttungsspenden während der Quellaufnahme zeigte (vgl. Kapitel 2.1.), auch ein Hinweis auf Unterschiede zwischen tatsächlichem und orographischen Einzugsgebiet sein. In diesem Fall wäre ein Teil des Einzugsgebiets des Tyrnauerbachs einem anderen Gebiet tributär. Nicht gänzlich auszuschließen ist aber auch eine Alimentierung des Kaskadenfalls durch den Tyrnauerbach. Das Einfallen der Schichten und der Überschiebungsgrenzen der einzelnen Stockwerke im Bereich der Versickerungen würde dies nicht ausschließen.

Unter der Annahme, daβ keinerlei Anreicherung eines Grundwasserstroms durch die Versickerungen stattfindet, kann folgende hypothetische Berechnung aufgestellt werden: Um am Meβpunkt Tyrnau 38 ebenfalls eine Abflußspende von etwa 13 l/s.km² zu erhalten (die mittlere Höhe der Einzugsgebiete bleibt ja gleich), wäre dieses Einzugsgebiet nur circa 6 km² groß - 10 km² wären einem anderen Einzugsgebiet tributär.

Mit den bisher errechneten Werten läßt sich dieses Gedankenexperiment noch weiter fortführen. Weiter oben wurde für den Kaskadenfall eine Einzugsgebietsfläche von etwa 19 km² errechnet, ohne aber den Flächenanteil, den die Alimentation durch den Mixnitzbach darstellt, festlegen zu können. Die Fläche der Roten Wand zwischen Mixnitzbach und Kammlinie beträgt 3,76 km². Zählt man die erwähnten 10 km² aus dem Einzugsgebiet des Tyrnauerbachs dazu, verbleiben auf die 19 km² noch circa 5 km², die als Anteil des Mixnitzbachs an der Schüttung des Kaskadenfalls gewertet werden müßten.

Klarheit über das Verbleiben der Versickerungen direkt aus dem Tyrnauerbach und über die möglicherweise dem Kaskadenfall tributären Bereiche südlich der Roten Wand kann nur durch einen Markierungsversuch in diesem Gebiet geschaffen werden.

LITERATUR

- ABEL, O. & G. KYRLE (1931): Die Drachenhöhle bei Mixnitz. 953 S, 1 Tafelband Wien.
- AIGNER, A. (1926): Die geomorphologischen Probleme am Ostrand der Alpen. Zeitschr. f. Geomorph. 105-153, Berlin.
- BENISCHKE, R. & T. HARUM (1984): Computergesteuerte Abfluβmessungen in offenen Gerinnen nach der Tracerverdünnungsmethode (Integrationsverfahren). Steir. Beitr.z. Hydrogeologie, 36, 127-137, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, F. GRAF, Ch. DUTTER & H. ZOJER (1985): Wasserhöffigkeit Eisenerzer Alpen. Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil IV. Unveröff. Bericht FGJ, 80 S, Graz.
- BENISCHKE, R., J. FANK, T. HARUM, H. P. LEDITZKY & H. ZOJER (1986): Wasserhöffigkeit Eisenerzer Alpen. Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Teil V. Unveröff. Bericht FGJ, 43 S, Graz.
- BENISCHKE, R., T. HARUM, E. STROBL & H. ZOJER (1989): Wasserhöffigkeit Eisenerzer Alpen. Erfassung der Wasserreserven in den Eisenerzer Alpen, Fertigstellung, Unveröff. Bericht FGJ, 32 S, Graz.
- BOCK, H. (1913): Charakter des mittelsteirischen Karsts. Mitt. Höhlenkde. 6(4), 1 23, Graz.
- GOLDBRUNNER, J. & H. LEDITZKY (1986): Natural tracer study in groundwater systems by application of thermodynamic calculations Vortrag beim 5. Int. Symposium on Underground Water Tracing (SUWT), Athen.
- GOLLNER, J. & Ch. ZIER (1985): Zur Geologie des Hochlantsch (Grazer Paläozoikum, Steiermark). Jb. Geol. B.-A., 128, 43 73, Wien.
- GOLLNER, J. (1983): Die Geologie des Hochlantschstocks. Unveröff. Diss., Univ. Graz, 251 S, Graz.
- HACKER, P. (1972): Beiträge zur Hydrologie des Passailer Beckens und seiner Umrahmung. -Unveröff. Diss., Univ. Graz, 267 S, Graz.
- HARUM, T. & LEDITZKY H. (1984): Hydrogeologie Osterhorngruppe Tauglbach (St. Koloman). Endbericht. Unveröff. Bericht FGJ, 76 S, Graz.
- HARUM, T. (1984): Quellaufnahme Hochlantsch-West. Unveröff. Bericht., Amt d. Steierm. Landesreg., Referat f. WWR., Graz.
- HÖLTING, B. (1984): Hydrogeologie. 370 S, Stuttgart.
- HUBAUER, N. (1984): Die Geologie des Gebietes zwischen Tyrnauergraben und Schremserbach. -Unveröff. Diss., Univ. Graz, 257 S, Graz.
- KOLLMANN, W. (1975): Hydrologie der nördlichen Gesäuseberge. Diss. Univ. Graz, 300 S., Graz.
- KOREN, St. (1980): Die Formenwelt des Hochlantsch mit besonderer Berücksichtigung des Karstformenschatzes. Unveröff. Hausarbeit Inst. f. Geographie Univ. Graz, 149 S, Graz.

- KREPS, H. (1975): Praktische Arbeit in der Hydrographie. 227 S, Wien.
- LANGGUTH, H.-R. & R. VOIGT (1980): Hydrogeologische Methoden. 486 S, Berlin, Heidelberg, New York.
- LOUIS, H. (1979): Allgemeine Geomorphologie. 1, 814 S, Berlin, New York.
- MAURIN, V. & J. ZÖTL (1960): Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse. Beitr. z. alpinen Karstforschung, 12, 184 S, Wien.
- RANK, D. (1989): Die Fingerabdrücke des Wassers. Arsenal aktuell. 6. Jg., H. 1/89, 12-15., Wien.
- RICHTER, W. & LILLICH W. (1975): Abriß der Hydrogeologie. 281 S, Stuttgart.
- SAPUSEK, W. (1985): Die Geologie der östlichen Hochlantschgruppe. Unveröff. Diss., Univ. Graz, 256 S, Graz.
- SCHAFFERNAK, F. (1960): Hydrographie. 438 S, Graz.
- SCHWARZ, R. (1979): Morphologische Untersuchungen im Murdurchbruch zwischen Bruck und Graz. Unveröff. Diss., Univ. Graz, 354 S, 1 Bildband, Graz.
- SÖLCH, J. (1924): Alte Flächensysteme im ostmurischen Randgebirge Steiermarks. Zur Geographie der deutschen Alpen, Festschrift für Prof. R. Sieger. 1-21, Wien.
- SÖLCH, J. (1928): Die Landformung der Steiermark. 221 S, Graz.
- STADLER, H. (1990): Hydrogeographie des Hochlantschgebietes (Mittelsteiermark). Unveröff. Diss., Univ. Graz, 318 S, Graz.
- STICHLER, W. & H. ZOJER (1986): Umweltisotopenmessungen und hydrochemische Untersuchungen als Hilfsmittel für die Erfassung von Quelleinzugsgebieten. Österreichische Wasserwirtschaft., Jg 38, H. 11/12, 261-266, Wien, New York.
- STUMMER, G. & WEISSENSTEINER, V. (1983): Höhlenverzeichnis des Bundeslandes Steiermark. Stand 1983. Mitt. Landesver. f. Höhlenkunde i. d. Stmk. 12. Jg., H. 1, 100, Graz.
- THURNER, A. (1967): Hydrogeologie. 350 S, Wien, New York.
- UNTERSWEG, Th. (1979): Morphologie des Schöcklgebietes. Unveröff. Diss., Univ. Graz, 315 S, Graz.
- UNTERSWEG, Th. (1984): Quellaufnahme Hochlantsch-West. Unveröff. Bericht., Amt d. Steierm. Landesreg., Referat f. WWR., Graz.
- UNTERSWEG, Th. (1985): Quellaufnahme Rote Wand Hintertyrnau. Unveröff. Bericht., Amt d. Steierm. Landesreg., Referat f. WWR., Graz.
- VORMAIR, F. (1938): Studien im mittelsteirischen Karst. Unveröff. Diss., Univ. Graz, 120 S, Graz.
- WAKONIGG, H (1970): Witterungsklimatologie der Steiermark. 255 S, Wien.
- WILHELMY, H. (1972): Geomorphologie in Stichworten. Bd.II 223 S, Kiel.

- WINKLER-HERMADEN, A. (1957): Geologisches Kräftespiel und Landformung. 822 S, Wien.
- ZIER, Ch. (1982): Die Geologie des Gebietes zwischen Bärenschützklamm und Tyrnauergraben. -Unveröff. Diss., Univ. Graz, 364 S, Graz.
- ZÖTL, J. (1957): Der Einzugsbereich von Quellen im Karstgebirge. Österreichische Wasserwirtschaft., Jg 9, H. 4, 77-86, Wien.
- ZÖTL, J. (1958): Beitrag zu den Problemen der Karsthydrographie mit besonderer Berücksichtigung der Frage des Erosionsniveaus. Festschrift Hans Spreitzer, S 101-130, Wicn.
- ZÖTL, J. (1974): Karsthydrogeologie. 291 S, Wien, New York.
- ZSCHUCKE, W. (1950): Hydrogeologische Studie im Gebiet der Gemeinde Breitenau. Steir. Beitr. z. Hydrogeologie, 4, 19-25, Graz.

Anschrift des Autors:

Mag. Dr. HERMANN STADLER

Joanneum Research
Institut für Geothermie und Hydrogeologie
Elisabethstraße 16/II
8010 Graz

Inhaltsverzeichnis Anhang

Tabelle 1: Quellstatistik Einzugsgebiet Mixnitzbach	93
Tabelle 2: Quellstatistik Einzugsgebiet Tyrnauerbach	93
Tabelle 3: Quellstatistik Einzugsgebiet Heubergbach	93
Tabelle 4: Quellstatistik Hochlantsch-Nord	93
Tabelle 5: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach	93
Tabelle 6: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach/Pegel Teichalm	94
Tabelle 7: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Tyrnauerbach	94
Tabelle 8: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Heubergbach	94
Tabelle 9: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Breitenauerbach-Süd	94
Tabelle 10: Quellen- und Brunnenübersicht Einzugsgebiet Mixnitzbach	95
Tabelle 11: Quellenübersicht Einzugsgebiet Tyrnauerbach	97
Tabelle 12: Quellenübersicht Einzugsgebiet Heubergbach	99
Tabelle 13: Quellenübersicht Einzugsgebiet Breitenauerbach-Süd	100
Tabelle 14: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1987	104
Tabelle 15: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1988	105
Tabelle 16: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1989	106
Tabelle 17: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1990	107
Tabelle 18: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1991	108
Tabelle 19: Gewässerkundliche Hauptzahlen Kaskadenfall 1987 - 1991	109
Tabelle 20: Monatliche Überschreitungsdauer der Abflüsse Kaskadenfall 1988 - 1990	110
Tabelle 21: Jährliche Überschreitungsdauer der Abflüsse Kaskadenfall 1988 - 1990	110
Tabelle 22: Tagesmittel des Abflusses Mixnitzbach 1987	111
Tabelle 23: Tagesmittel des Abflusses Mixnitzbach 1988	112
Tabelle 24: Gewässerkundliche Hauptzahlen Mixnitzbach/Teichalm 1987 - 1988	113
Tabelle 25: Überschreitungsdauer der Abflüsse Mixnitzbach 1987 - 88	114
Tabelle 26: Überschreitungsdauer der Abflußspenden Mixnitzbach 1987/88	115
Tabelle 27: Wasserführung des Mixnitzbachs vom Pegel Teichalm bis Mixnitz	
Tabelle 28: Daten zur Hochwasserwelle nach Teichabsenkung 28 31. Oktober 1987	117
Tabelle 29: Markierungsversuch, Kaskadenfall	118
Tabelle 30: Markierungsversuch, Mixnitzbach/Klammausgang Brücke 1	120
Tabelle 31: Einzugsgebietsfläche Kaskadenfall	122
Tabelle 32: Errechneter Gesamtabfluβ von Mixnitzbach und	
Kaskadenfall bei einer mittleren Verlustwassermenge von 40 l/s	122
Tabelle 33: Abfluβkennzahlen Tyrnauerbach	123
Tabelle 34: Quellaufnahme; mg-Werte	124
Tabelle 35: Typisierung der Einzugsgebiete, reduzierte c(eq) - Werte	124
Tabelle 36: Jahresbeobachtung; mg-Werte	125
Tabelle 37: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, September 1987	125
Tabelle 38: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, Oktober 1987	125
Tabelle 39: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, August 1988	126
Tabelle 40: Isotopendaten Kaskadenfall, 6 9. September 1987	126
Tabelle 41: Isotopendaten Mixnitzbach/Klammausgang, 6 9. September 1987	126
Tabelle 42: Isotopendaten zur Teichabsenkung, Oktober 1987	
Tabelle 43: Daten zur Isotopendauerbeobachtung	
Tabelle 44: Isotopendaten Niederschlag Tanneben	
•	

Tabelle 1: Quellstatistik Einzugsgebiet Mixnitzbach

	QUELLST	ATISTIK	
Einzugsgebiet :	MIXNITZBACH GESAMT		H/PEGEL TEICHALM
Einzugsgebietsnummer :	1	Einzugsgebietsnummer :	la
Aufnahmezeitraum :	28.08.87 bis	Aufnahmezeitraum :	02.09.87 bis
	16.09.87		16.09.87
Gesamtquellanzahl :	82	Gesamtquellanzahl :	58
Einzugsgebietsfläche (km²):	29.85	Einzugsgebietsfläche (km²):	13.00
Gesamtschüttung (1/s) :	250.52	Gesamtschüttung (1/s) :	40.49
Schüttung/Quelle (1/s) :	3.06	Schüttung/Quelle (1/s) :	0.70
Quelldichte (Quellen/km2) :	2.75	Quelldichte (Quellen/km²) :	4.46
Schüttungsspende (1/s.km²):		Schüttungsspende(1/s.km²):	3.11

 $Tabelle \ \ 2: \ Quell statistik \ Einzugsgebiet \ Tymauerbach$

QUELLS	TATI	STIK	
Einzugsgebiet	:		TYRNAUERBACH
Einzugsgebietsnummer	1		2
Auf nahmezeitraum	1	17.09.87	b1s 24.09.87
Gesamtquellanzahl	:		116
Einzugsgebietsfläche (km²)):		18.84
Gesamtschüttung (1/s)	:		24.29
Schüttung/Quelle (1/s)	:		0.21
Quelldichte (Quellen/km²)			6.16
Schüttungsspende (1/s.km²):		1.29

Tabelle 3: Quellstatistik Einzugsgebiet Heubergbach

QUELLS	TΑ	Т	Ι	S	T	Ι	K	
Einzugsgebiet	:							HEUBERGBACH
Einzugsgebietsnummer	:							3
Aufnahmezeitraum	:							27.08.87
Gesamtquellanzahl	:							18
Einzugsgebietsfläche (km²)	:							2.18
Gesamtschüttung (1/s)	:							4.78
Schüttung/Quelle (1/s)	:							0.27
Quelldichte (Quellen/km²)	:							8.26
Schüttungsspende (1/s.km²)								2.19

Tabelle 4: Quellstatistik Hochlantsch-Nord

QUELLS.	TΑ	
Einzugsgebiet	:	BREITENAUERBACH-SÜD, MUR
Einzugsgebietsnummer	:	4 und 5
Aufnahmezeitraum	:	18.09.84 bis 10.10.85
Gesamtquellanzahl	:	190
Einzugsgebietsfläche (km²)	:	23.74
Gesamtschüttung (1/s)	:	50.48
Schüttung/Quelle (1/s)	:	0.27
Quelldichte (Quellen/km²)	:	8.00
Schüttungsspende(1/s.km²)	:	2.13

Tabelle 5: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach

QUELLANZAHL und Quellgruppe					TTUNG nach anzahl	QUELLGRUPPEN Quellschüttung		
	Schüttung (1/s)		Abs.	4	1/s %			
>	0		0.1	17	20.73	0,42	0.17	
>	0.1	-	0.2	6	7.32	0.70	0.28	
>	0.2	-	0.3	9	10.98	1.85	0.74	
>	0.3		0.5	12	14.63	4.40	1.76	
>	0.5	-	1.0	15	18.29	9.75	3.89	
>	1.0	-	5.0	10	12.20	20.40	8.14	
>	5.0		10.0	1	1.22	7.00	2.79	
>	10.0	-	100.0	Ō	0.00	0.00	0.00	
>	100.0		1000.0	1	1.22	206.00	82.23	
	000		•	0	0.00	0.00	0.00	
		bzw	Q n.m.	11	13.41	0.00	0.00	
Ge	samt			82	100.00	250.52	100.00	

Tabelle 6: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Mixnitzbach/Pegel Teichalm

Ou	QUE ellaru				TTUNG nach anzahl	QUELLGRUPPEN Quellschüttung	
	hüttun			Àbs.	t	1/s	¥
>	0	_	0.1	8	13.79	. 19	.47
>	0.1	-	0.2	5	8.62	.55	1.36
>	0.2	-	0.3	6	10.34	1.20	2.96
>	0.3	-	0.5	12	20.69	4.40	10.87
>	0.5	-	1.0	12	20.69	7.75	19.14
>	1.0	-	5.0	9	15.52	19.40	47.91
>	5.0	_	10.0	1	1.72	7.00	17.29
>	10.0	-	100.0	Ó	.00	.00	.00
>	100.0	_	1000.0	0	.00	.00	.00
>1	000			0	.00	.00	.00
tr	ocken	bΖ۱	∢ Q n.m.	5	8.62	.00	.00
Ge	samt			58	100.00	40.49	100.00

Tabelle 7: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Tyrnauerbach

QUELLANZAHL und Quellgruppe					TTUNG nach anzahl	QUELLGRUPPEN Quellschüttung		
	:hūttung (1/s)		Abs.	4	`1/s 4			
>	0		0.1	40	34.48	.39	1.59	
>	0.1	_	0.2	27	23.28	2.85	11.73	
>	0.2	-	0.3	12	10.34	2.50	10.29	
>	0.3	_	0.5	14	12.07	4.85	19.97	
>	0.5	-	1.0	11	9.48	6.70	27.59	
>	1.0	-	5.0	4	3.45	7.00	28.82	
>	5.0	-	10.0	0	.00	.00	.00	
>	10.0	-	100.0	0	.00	.00	.00	
>	100.0	-	1000.0	0	.00	.00	.00	
>	1000			0	.00	.00	.00	
tı	rocken	bzv	⊌Q n.m.	8	6.90	.00	.00	
G	esamt			116	100.00	24.29	100.00	

Tabelle 8: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Heubergbach

Ou	QUE ellgru				TTUNG nach anzahl	QUELLGRUPPEN Quellschüttung	
	hūttun			Abs.	4	1/s	*
>	0	-	0.1	4	22.22	.28	5.84
>	0.1	_	0.2	6	33.33	.60	12.55
>	0.2	-	0.3	ī	5.56	.20	4.18
>	0.3	-	0.5	1	5.56	.30	6.28
>	0.5	-	1.0	3	16.67	1.90	39.76
>	1.0	-	5.0	1	5.56	1.50	31.39
>	5.0	-	10.0	0	.00	.00	.00
>	10.0		100.0	0	.00	.00	.00
>	100.0	-	1000.0	0	.00	.00	.00
>1	000			0	.00	.00	.00
tr	ocken	bΖ\	v Q n.m.	2	11.11	.00	.00
Ge	samt			18	100.00	4.78	100.00

Tabelle 9: Schüttungsgruppen der Quellen im Einzugsgebiet Breitenauerbach-Süd

Que	QUE 11gru		NZAHL und		TTUNG nach anzahl	QUELLGRUPPEN Quellschüttung		
Sci	hūttun	g (1/s)	Abs.	k.	1/s	*	
>	0	-	0.1	45	23.68	2.16	4.28	
>	0.1	-	0.2	66	34.74	8.13	16.11	
>	0.2	-	0.3	27	14.21	5.94	11.77	
>	0.3	2 -	0.5	8	4.21	2.70	5.35	
>	0.5	-	1.0	12	6.32	7.10	14.06	
>	1.0	-	5.0	14	7.37	24.45	48.43	
>	5.0	-	10.0	0	.00	.00	.00	
>	10.0	-	100.0	0	.00	.00	.00	
>	100.0	-	1000.0	0	.00	.00	.00	
>1	000			0	.00	.00	.00	
tr	ocken	bzw	Q n.m.	18	9.47	.00	.00	
Ge	samt			190	100.00	50.48	100.00	

Tabelle 10: Quellen- und Brunnenübersicht Einzugsgebiet Mixnitzbach

Magadallan	Aufashma		Schüttung Tem	neratur	101+-	pH-Wert
Meβstellen-	Aufnahme-		Schuttung Telli	heratur		pn-weit
nummer	datum	höhe	(1/2) (0	C\	fähigkeit	••••
		(m)	(1/s) (G	rad C)	(μS/cm)	
1	31.08.87	630	0.02	12.1	383.	****
2	31.08.87	650	*****	****	*****	****
3	31.08.87	650	0.05	9.7	365.	****
4	31.08.87	650	0.05	9.2	389.	****
5	31.08.87	705	*****	****	****	****
6	31.08.87	580	1.00	8.3	320.	****
7	31.08.87	675 .	0.15	8.6	528.	7.70
8	31.08.87	750	0.07	11.0	453.	****
9	31.08.87	895	0.25	8.0	423.	7.60
12	02.09.87	1165	*****	****	****	***
13	02.09.87	1175	****	****	***	****
14	02.09.87	1190	*****	***	****	****
15	02.09.87	1180	****	****	*****	****
16	02.09.87	1190	0.50	8.1	402.	7.50
17	02.09.87	1230	0.70	13.1	437.	****
18	02.09.87	1240		****	****	****
19	02.09.87	1240	0.20	9.9	456.	****
20	02.09.87	1220	0.20	13.1	394.	****
21	02.09.87	1240	0.01	8.5	480.	****
22	02.09.87	1245	0.80	8.5	410.	****
23	02.09.87	1210	******	****	*****	****
24	02.09.87	1220	0.30	13.3	598.	****
25	02.09.87	1205	******	****	*****	****
26	02.09.87	1210	0.70	7.4	398.	7.50
27	02.09.87	1210	1.20	7.0	368.	7.70
28	02.09.87	1210	4.5	6.9	367.	****
29	02.09.87	1220	0.50	7.4	321.	****
31	14.09.87	1200	1.00	8.4	357.	****
32	14.09.87	1200	0.90	8.0	330.	****
33	14.09.87	1190	3.8	7.0	350.	****
34	14.09.87	1195	0.80	7.1	301.	****
35	14.09.87	1195	7.0	6.1	340.	7.50
36	14.09.87	1330	0.04	11.3	282.	****
37	20.09.87	1245	0.60	9.3	369.	****
38	20.09.87	1245	1.10		367.	****
39	14.09.87	1270	0.70		401.	****
40	14.09.87	1325	0.10	****	****	****
41	14.09.87	1330	2.5	6.2	255.	7.50
42	14.09.87	1360	0.40		379.	****
43	14.09.87	1360	****	9.7	425.	****
44	15.09.87	1275	1.80		380.	****
45	15.09.87	1260	0.40		444.	****
46	14.09.87	1300	0.45		381.	****
47	14.09.87	1345	0.75		351.	***
48	14.09.87	1370	0.20		293.	****
49	14.09.87	1410	0.30		425.	****
50	14.09.87	1310	0.20		397.	****

Tabelle 10, Fortsetzung, Mixnitzbach

Meβstellen-	Aufnahme-		Schüttung	Temp	eratur		pH-Wert
nummer	datum	höhe				fähigkeit	• • • • •
		(m)	(1/s)	(Gr	ad C)	(μS/cm)	• • • • •
51	15.09.87	1320		.40	8.6	374.	****
52	15.09.87	1370		.20	6.9	421.	****
53	15.09.87	1375		.15	8.1	411.	****
54	15.09.87	1410		.10	6.3	428.	****
55	15.09.87	1300			14.8	425.	****
56	15.09.87	1360		.00	8.0	354.	****
57	15.09.87	1350	0	.80	7.1	354.	****
58	15.09.87	1310	0	.02	7.4	461.	****
59	15.09.87	1320	0	.01	8.0	471.	****
60	15.09.87	1360	****	*	7.2	338.	****
61	15.09.87	1360	0	.10	5.7	374.	****
62	15.09.87	1290	0	.00	7.8	316.	****
63	15.09.87	1300	0	.50	7.3	329.	****
64	15.09.87	1305	0	.01	9.5	378.	****
65	15.09.87	1300	0	.50	5.7	329.	***
66	15.09.87	1275	0	.20	6.3	326.	****
67	15.09.87	1325	0	.10	8.7	387.	****
68	16.09.87	1215	0	.40	9.2	285.	****
69	16.9.87	1310	0	.05	9.2	292.	****
70	16.9.87	1285	0	.05	5.5	285.	****
71	16.9.87	1290		.30	6.1	280.	****
72	16.9.87	1285		.45	5.5	279.	****
73	16.9.87	1280	*****		***	****	****
76	16.9.87	1180	0	.40	7.3	428.	****
77	16.9.87	1205		.5	7.4	410.	****
79	16.9.87	1225		.01	7.1	388.	****
80	16.9.87	1220		.20	9.2	380.	****
81	16.9.87	1170		.50	9.4	453.	****
82	16.9.87	1170		.30	6.1	385.	****
83	16.9.87	1175		.20	6.1	433.	****
84	16.9.87	1175		.50	6.5	390.	****
85	16.09.87	1190			10.1	355.	****
86	16.09.87	1300			10.2	394.	****
87	31.08.87	640		.01	7.8	326.	****
88	28.08.87	440	206		7.9	321.	****

BRUNNENÜBERSICHT

Meβstellen-	Aufnahme-		Tiefe	Abstich	Durchmesser	Temperatur		pH-Wert
nummer	datum	höhe					fähigkeit	
		(m)	(m)	(m)	(m)	(Grad C)	(μS/cm)	• • • • •
10	01.09.87	1225	1.50	*****	1.20	8.90	414.	7.30
11	01.09.87	1215	6.00	3.00	1.30	8.40	296.	7.50
30	02.09.87	1215	****	*****	***	****	****	****
74	16.9.87	1200	*****	*****	***	7.30	395.	****
75	16.9.87	1190	*****	*****	****	****	*****	****
78	16.9.87	1205	*****	*****	***	****	*****	****

KATASTERÜBERSICHT

Gebietsbezeichnung: MIXNITZBACH Nummer: 1

Anzahl der Quellen: 82 Anzahl der Brunnen: 6 Anzahl der Arteser: 0

Tabelle 11: Quellenübersicht Einzugsgebiet Tyrnauerbach

		,	ELLOREK21CH I		1 - 44	-II Uana
Meβstellen-	Aufnahme-		Schüttung Tem	peratur		pH-Wert
nummer	datum	höhe			fähigkeit	• • • • •
		(m)	(1/s) (0	irad C)	(μS/cm)	• • • • •
	01 00 07	605	10	11 6	410	****
1	21.09.87	605	.10	11.6	419.	
2	21.09.87	635	.20	10.0	405.	****
3	21.09.87	765	.45	8.9	432.	8.10
4	21.09.87	750	.00	****	****	***
5	21.09.87	820	.25	8.1	397.	***
6	21.09.87	850	.20	6.7	397.	****
7	21.09.87	725	.00	****	*****	****
8	21.09.87	845	.60	7.2	455.	7.80
9	21.09.87	790	.70	8.3	427.	****
10	21.09.87	760	.10	12.8	400.	****
11	21.09.87	775	****	11.8	402.	****
12	21.09.87	830	.50	7.4	461.	7.80
13	21.09.87	840	.30	7.2	413.	7.90
14	21.09.87	730	.01	****	****	****
15	21.09.87	815	.20	8.2	408.	****
16	21.09.87	905	.10	7.7	361.	****
17	21.09.87	905	****	****	****	****
18	21.09.87	825	.10	10.8	432.	****
19	21.09.87	715	.01	****	*****	****
20	21.09.87	805		****	****	****
21	21.09.87	805	.40	8.3	348.	****
	21.09.87	820	.40	7.3	350.	7.50
22						****
23	21.09.87	840	.20	7.8	341.	****
24	21.09.87	890	.30	6.8	344.	****
25	18.09.87	915	.30	7.5	370.	
26	18.09.87	910	.50	7.1	395.	7.50 ****
27	18.09.87	920	.09	8.3	400.	
28	18.09.87	865	.30	7.7	402.	8.00
29	18.09.87	920	.01	****	*****	****
30	18.09.87	960	.50	7.3	386.	****
31	18.09.87	970	.01	****	****	****
32	18.09.87	920	.00		****	****
33	18.09.87	1020	.40	6.7	426.	8.10
34	18.09.87	1000	.10		419.	****
35	18.09.87	1050	.10		452.	****
36	18.09.87	1030	.10	8.6	419.	****
37	18.09.87	1125	.00	****	***	****
38	18.09.87	1070	.05		413.	8.00
39	18.09.87	1070	.10	8.3	422.	****
40	18.09.87	1080	.00	****	****	****
41	18.09.87	1095	.10	8.2	423.	****
42	17.09.87	1110	.00	****	****	****
43	17.09.87	1120	.00	****	*****	****
44	17.09.87	1130	.01	****	*****	****
45	17.09.87	1145	.10	8.9	451.	8.00
46	17.09.87	1160	.00		*****	****
47	17.09.87	1160	.00	10.6	446.	****
48	17.09.87	1175	.01		456.	****
49	17.09.87	1130	.10		394.	****
50	17.09.87	1135	.15		422.	****
-	2					

Tabelle 11, Fortsetzung, Tyrnauerbach

Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung	Tem	peratur	Leit-	pH-Wert
nummer	datum	höhe	g		F 0. 202.	fähigkeit	
		(m)·	(1/s)	(G	rad C)	(μS/cm)	
51	22.09.87	1100	,	.00	****	****	****
52	22.09.87	1150	,	.00	****	****	****
53	22.09.87	1170		.00	****	****	****
54	22.09.87	1065		.60	7.0	363.	7.50
55	22.09.87	1100		.10	12.0	368.	****
56	22.09.87	1005		. 30	7.9	393.	****
57	22.09.87	1235		.30	7.4	316.	7.80
58	22.09.87	1030		.00	****	*****	****
59	22.09.87	950		.60	7.3	332.	****
60	22.09.87	955		.70	8.3	337.	****
61	22.09.87	975		.80	7.2	332.	****
62	22.09.87	1010		.10	11.8	425.	****
63	22.09.87	945		.60	7.2	369.	7.80
64	22.09.87	955		.10	8.2	380.	
65	22.09.87	1100		.10	11.9	409.	****
66	22.09.87	1125		.05	10.8	371.	****
67	22.09.87	1140		.00	****	*****	****
68	22.09.87	860		.20	10.7	480.	****
69	22.09.87	925		.10	10.1	476.	****
70	22.09.87	970			****	*****	****
71	22.09.87	1030			****	*****	****
72	22.09.87	1075		.10	10.2	376.	****
73	22.09.87	1080		.10	9.8	379.	****
74	22.09.87	970		.00	****	*****	****
75	23.09.87	700		.30	13.7	460.	****
76	23.09.87	730		.05	17.2	449.	****
77	23.09.87	790		.10	12.8	478.	****
78	23.09.87	1100		.10	13.9	419.	****
79	23.09.87	1085		.05	12.0	396.	****
80	23.09.87	1110		.00	****	****	****
81	23.09.87	1080		.00	****	*****	****
82	23.09.87	840		.20	9.5	330.	****
83	23.09.87	845		.40	8.4	321.	****
84	23.09.87	850		.30	8.7	359.	****
85	23.09.87	960		.10	12.7	407.	****
86	23.09.87	850		.50	8.2	385.	****
87	23.09.87	850		.40	8.1	393.	****
88	23.09.87	810		.00	****	****	****
89	23.09.87	815		.00	****	****	****
90	23.09.87	825		.00			****
91	23.09.87	840		.20	12.2	421.	****
92	23.09.87	840	***		****		****
93	23.09.87	865		.15		473. *****	****
94	23.09.87	795			****		****
95	23.09.87	850	***		****	****	****
96	23.09.87	875		.20	9.4	432. *****	****
97	23.09.87	855		.00			****
98	23.09.87	865		.10	10.3	444.	****
99	23.09.87	905		.25	9.9	436. *****	
100	23.09.87	900		.00	****	*****	****

Tabelle 11, Fortsetzung, Tyrnauerbach

Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung	Ten	peratur	Leit-	pH-Wert
nummer	datum	höhe				fähigkeit	
		(m)	(1/s)	(0	irad C)	(μS/cm)	• • • • •
101	23.09.87	690	****		****	*****	****
102	23.09.87	720	*****		****	****	****
103	23.09.87	895	1.	90	7.6	378.	7.70
104	23.09.87	1100		00	9.6	365.	****
105	23.09.87	830		15	10.2	488.	****
106	23.09.87	870	****		***	****	****
107	23.09.87	1015	•	00	11.5	415.	****
108	24.09.87	645	****		****	*****	****
109	24.09.87	660		20	10.7	488.	7.70
110	24.09.87	680		00	****	有有有有有有	****
111	24.09.87	635		70	9.9	429.	****
112	23.09.87	665	1.	00	9.7	428.	7.70
113	23.09.87	700		10	9.9	452.	****
114	23.09.87	710		20	8.3	423.	****
115	24.09.87	590	2.	5	9.5	420.	****
116	24.09.87	635		00	****	****	****

Tabelle 12: Quellenübersicht Einzugsgebiet Heubergbach

Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung Te	mperatur	Leit-	pH-Wert
nummer	datum	höhe			fähigkeit	
		(m)	(1/s) (Grad C)	$(\mu S/cm)$	
1	270887	525	.50	8.7	462.	***
2	270887	600	.20	10.0	537.	****
3	270887	590	1.50	8.6	474.	****
4	270887	835	.80	8.2	434.	****
5	270887	890	.10	10.9	648.	****
6	270887	850	.10	8.0	459.	****
7	270887	855	.60	8.1	448.	****
8	270887	665	.10	7.5	479.	****
9	270887	670	.30	7.3	501.	****
10	270887	720	.09	11.5	581.	****
11	270887	740	.10	9.4	572.	****
12	270887	760	.09	12.1	527.	****
13	270887	765	.10	11.1	381.	****
14	270887	670	.0	10.2	486.	****
15	270887	680	.0	.0	0.	****
16	270887	670	.1	8.0	666.	****
17	270887	840	****	****	*****	****
18	270887	830	*****	****	*****	****

Tabelle 13: Quellenübersicht Einzugsgebiet Breitenauerbach-Süd

		•					
Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung	Tem	peratur	Leit-	pH-Wert
nummer	datum	höhe				fähigkeit	• • • • •
		(m)	(1/s)	(G	rad C)	(µS/cm)	• • • • •
_						*****	****
1	20.09.84	490	*****		****	*****	****
2 3	20.09.84	600	*****	.05	*****	*****	****
4	20.09.84	485 470	****		****	****	****
5	20.09.84	560		.05	11.1	180.	****
6	20.09.84	590		.05	****	*****	****
7	20.09.84	580			****	****	****
8	20.09.84	590		.15	11.9	359.	****
9	20.09.84	685		.05	****	****	****
10	20.09.84	590		.05	12.1	382.	****
11	20.09.84	580		.12	13.7	162.	****
12	20.09.84	590		.15	11.6	325.	****
13	20.09.84	605		.05	****	****	****
14	20.09.84	835		.01	8.5	328.	****
15	20.09.84	625		.20	8.7	306.	****
16	20.09.84	600		.05	****	*****	****
17	20.09.84	595		.50	9.8	329.	****
18	20.09.84	540		.15	10.8	169.	****
19	23.09.84	540		.15	10.2	306.	****
20	23.09.84	775		.05	****	*****	****
21	23.09.84	735		.05	9.5	325.	****
22	23.09.84	745		.05	8.3	303.	****
23	23.09.84	565		.20	9.8	361.	****
24	23.09.84	655		.05	****	****	****
25	23.09.84	590		.05	****	****	****
26	23.09.84	545		.10	8.3	303.	****
27	27.09.87	600		.15	9.9	302.	****
28	27.09.87	620		.10	10.1	326.	****
29	27.09.87	775		.10	7.7	432.	****
30	27.09.87	570		.10	8.4	222.	****
31	26.09.87	700		.20	9.9	257.	****
32	26.09.87	840		.10	****	****	****
33	26.09.87	860	2	.3	7.2	334.	****
34	26.09.87	780		.05	****	****	****
35	26.09.87	830		.25	8.8	491.	****
36	26.09.87	875		.50	6.8	564.	****
37	26.09.87	870		.30	7.4	511.	****
38	26.09.87	780		.10	7.8	307.	****
39	26.09.87	780		.50	7.1	300.	****
40	26.09.87	730		.25	9.2	321.	****
41	26.09.87	700		.40	9.8	367.	****
42	26.09.87	710		.25	9.3	314.	****
43	26.09.87	700		.20		*****	
44	26.09.87	710		.20	8.8	239.	****
45	28.09.84	700		.00	7.1	258.	****
46	28.09.84	705	2	.3	7.0	259.	****
47	28.09.84	745		.15		315.	****
48	28.09.84	715		.05		364.	****
49	28.09.84	745	****	.15	7.8 ****	355.	****
50	28.09.84	820	*****				

Tabelle 13, Fortsetzung, Breitenauerbach-Süd, Mur

nummer datum (m) höhe (m) (Grad C) fähigkeit (μS/cm) 51 28.09.84 730 .05 ************************************	Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung Tem	peratur	Leit-	pH-Wert
51 28.09.84 730 .05 ****** ********** 52 28.09.84 555 .10 9.4 306. ************************************	nummer	datum	höhe			fähigkeit	
52 28.09.84 6555 .10 9.4 306. ************************************			(m)	(1/s) (G	irad C)	$(\mu S/cm)$	
52 28.09.84 6555 .10 9.4 306. ************************************							
53 28.09.84 610 .05 ****** ******* ****** 54 23.09.84 725 .20 8.2 365. ****** 55 23.09.84 720 .05 ****** ******* ****** 56 23.09.84 605 .05 ****** ******* ******* 58 27.09.84 600 .15 8.7 379. ******* 58 27.09.84 810 .10 8.9 304. ******* 60 27.09.84 810 .20 7.9 341. ******* 61 27.09.84 810 .20 7.9 341. ******* 61 27.09.84 800 .05 ******** ******** ********* 62 26.09.84 630 .05 ******** ******** ******** ******** 63 26.09.84 635 .05 ******** ******** ******** ********* ************* ********* ********* </td <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>****</td> <td></td> <td></td>					****		
54 23.09.84 640 .05 ****** ******* ****** 55 23.09.84 725 .20 8.2 365. ****** 56 23.09.84 605 .05 ****** ******* ******* 58 27.09.84 660 .15 8.7 379. ****** 59 27.09.84 810 .10 8.9 304. ****** 60 27.09.84 810 .20 7.9 341. ****** 61 27.09.84 810 .20 7.9 341. ****** 61 27.09.84 810 .05 ******* ******* 62 26.09.84 600 .05 ******* ******* 63 26.09.84 630 .05 ******* ******* 64 26.09.84 635 .05 ******* ******* 67 28.09.84 805 .20 9.5 507. ******* 67 28.		28.09.84					
55				.03			
56 23.09.84 720 .05 ****** ******* ****** 57 23.09.84 605 .05 ****** ******* ****** 58 27.09.84 810 .10 8.9 304. ****** 59 27.09.84 810 .10 8.9 304. ******* 60 27.09.84 810 .20 7.9 341. ******* 61 27.09.84 800 .05 ****** ******* ******* 62 26.09.84 800 .05 ****** ******* ******* 63 26.09.84 640 .05 ****** ******* ******* 64 26.09.84 635 .05 ****** ******* ******* 65 26.09.84 805 .10 9.5 507. ******* 67 28.09.84 805 .20 9.5 410. ****** 68 28.09.84 805 .20 9.5 410. ****** 70 28.09.84 940 .10 8.5 362.	54	23.09.84	640	.05		****	****
57 23.09.84 605 .05 ***** ****** ****** 58 27.09.84 660 .15 8.7 379. ****** 59 27.09.84 810 .10 8.9 304. ****** 60 27.09.84 810 .20 7.9 341. ****** 61 27.09.84 800 .05 ****** ******* ****** 62 26.09.84 680 .05 ****** ******* ******* 63 26.09.84 640 .05 ****** ******* ******* 64 26.09.84 635 .05 ****** ******* ******* 66 28.09.84 805 .10 9.5 507. ******* 67 28.09.84 805 .10 9.4 209. ******* 68 28.09.84 810 .10 9.4 209. ******* 70 28.09.84 805 .20 9.5 410. ******* 71 28.09.84 795 .20 9.4 365.	55	23.09.84	725				***
58 27.09.84 660 .15 8.7 379. ******* 59 27.09.84 810 .10 8.9 304. ******* 60 27.09.84 810 .10 8.9 304. ******* 61 27.09.84 810 .20 7.9 341. ******* 62 26.09.84 800 .05 ******** ******** 63 26.09.84 640 .05 ******* ******* 64 26.09.84 620 .05 ******* ******* 65 26.09.84 620 ******** ******* ******* 66 28.09.84 820 .10 9.5 507. ******* 67 28.09.84 810 .10 9.4 209. ****** 68 28.09.84 810 .10 9.4 209. ****** 71 28.09.84 805 .20 9.4 365. *******	56	23.09.84	720				****
59 27.09.84 810 .10 8.9 304. ************************************	57	23.09.84	605	.05	****	***	****
60	58	27.09.84			8.7	379.	****
61	59	27.09.84					****
62	60	27.09.84	830		****	****	****
62		27.09.84					****
64	62	26.09.84	800	.05	****	***	****
65 26.09.84 635 .05 ****** ******* ****** 66 28.09.84 805 .10 9.5 507. ****** 67 28.09.84 805 .10 9.5 507. ****** 68 28.09.84 810 .10 9.4 209. ****** 69 28.09.84 805 .20 9.5 410. ****** 70 28.09.84 795 .20 9.4 365. ****** 71 28.09.84 830 ******** ******* ******* 72 28.09.84 830 ******* ******* ******* 73 28.09.84 795 .10 9.1 303. ****** 74 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 75 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 76 20.10.84 880 1.0 ******* *******	63	26.09.84	780	.15			****
66	64	26.09.84	640	.05	****	****	****
67	65	26.09.84	635	.05			****
68 28.09.84 810 .10 9.4 209. ****** 69 28.09.84 805 .20 9.5 410. ****** 70 28.09.84 795 .20 9.4 365. ****** 71 28.09.84 940 .10 8.5 362. ****** 72 28.09.84 830 ************************************	66	28.09.84	620		****	****	****
69	67	28.09.84	805	.10	9.5	507.	****
70 28.09.84 795 .20 9.4 365. ****** 71 28.09.84 940 .10 8.5 362. ****** 72 28.09.84 830 ************************************	68	28.09.84	810	.10	9.4	209.	****
71 28.09.84 940 .10 8.5 362. ******* 72 28.09.84 830 ************************************	69	28.09.84	805	.20	9.5	410.	****
72 28.09.84 830 ******** ******* ******* ******* 73 28.09.84 795 .80 7.0 308. ****** 74 28.09.84 795 .10 9.1 303. ****** 75 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 76 20.10.84 1360 .00 ****** ****** ****** 77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ***** 78 20.10.84 880 .10 ****** ****** ***** 79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ***** 80 28.09.84 830 .15 8.5 348. ***** 81 20.10.84 180 .02 6.4 285. ***** 82 20.10.84 950 .15 ***** ****** 83 28.09.84 950 .15 7.8	70	28.09.84	795	.20	9.4	365.	****
73 28.09.84 795 .80 7.0 308. ****** 74 28.09.84 795 .10 9.1 303. ****** 75 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 76 20.10.84 1360 .00 ****** ****** 77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ****** 78 20.10.84 880 .10 ****** ****** 79 28.09.84 835 .15 8.5 348. ****** 79 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 950 .15 ****** ****** 82 20.10.84 950 .35 ****** ****** 83 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85	71	28.09.84	940	.10	8.5	362.	****
74 28.09.84 795 .10 9.1 303. ****** 75 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 76 20.10.84 1360 .00 ****** ****** ****** 77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ****** 78 20.10.84 880 .10 ****** ****** ****** 79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ******* 83 28.09.84 950 .35 ****** ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.1 391.	72	28.09.84	830	*****	****	***	****
75 28.09.84 805 .20 7.4 297. ****** 76 20.10.84 1360 .00 ****** ******* ****** 77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ****** 78 20.10.84 880 .10 ****** ****** ****** 79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ******* ****** 83 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 950 .15	73	28.09.84	795	.80	7.0	308.	****
76 20.10.84 1360 .00 ***** ****** ****** 77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ****** 78 20.10.84 880 .10 ****** ******* ****** 79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ***** 82 20.10.84 950 .15 ***** ****** ****** 83 28.09.84 950 .35 ***** ****** ****** 84 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 975 .50 7.4 339.	74	28.09.84	795	.10	9.1	303.	****
77 20.10.84 880 1.45 6.4 250. ****** 78 20.10.84 880 .10 ****** ****** 79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ****** 83 28.09.84 950 .35 ****** ****** 84 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 975 .50 7.4 339. ******	75	28.09.84	805	.20	7.4	297.	****
78	76	20.10.84	1360	.00	****	*****	****
79 28.09.84 880 .30 7.3 291. ****** 80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ******* ****** 83 28.09.84 950 .35 ****** ****** ****** 84 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 930 .60 6.9	77	20.10.84	880	1.45	6.4	250.	****
80 28.09.84 935 .15 8.5 348. ****** 81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ****** ****** 83 28.09.84 930 .50 6.5 306. ****** 84 28.09.84 950 .35 ****** ****** ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .10 8.2 318. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 89 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 92 28.09.84 930 .20 7.4<	78	20.10.84	880	.10	****	*****	****
81 20.10.84 1180 .02 6.4 285. ****** 82 20.10.84 950 .15 ****** ****** ****** 83 28.09.84 930 .50 6.5 306. ****** 84 28.09.84 950 .35 ****** ****** ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .10 8.2 318. ****** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 950 .15 7.1 391. ****** 89 28.09.84 975 .50 7.4 339. ****** 89 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1<	79	28.09.84	880	.30	7.3	291.	****
82 20.10.84 950 .15 ***** ***** ****** ****** 83 28.09.84 930 .50 6.5 306. ****** 84 28.09.84 950 .35 ***** ****** ****** 85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ***** 86 28.09.84 950 .10 8.2 318. ***** 87 28.09.84 950 .15 7.1 391. ***** 88 28.09.84 920 .15 7.1 391. ***** 89 28.09.84 920 .15 7.1 391. ***** 89 28.09.84 975 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 875 .50 7.4 339. ***** 91 28.09.84 930 .60 6.9 288. ***** 91 28.09.84 930 .05 ***** ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ***** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ***** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ***** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ***** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	80	28.09.84	935	.15	8.5	348.	****
83	81	20.10.84	1180	.02	6.4	285.	****
84	82	20.10.84	950	.15	****	****	****
85 28.09.84 950 .15 7.8 294. ****** 86 28.09.84 950 .10 8.2 318. ****** 87 28.09.84 920 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 750 1.50 5.5 ******* ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .05 ****** ******* 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 98 27.09.84 975 .35 7.1 314. </td <td>83</td> <td>28.09.84</td> <td>930</td> <td>.50</td> <td>6.5</td> <td>306.</td> <td>****</td>	83	28.09.84	930	.50	6.5	306.	****
86 28.09.84 950 .10 8.2 318. ****** 87 28.09.84 920 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 750 1.50 5.5 ****** ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .05 ****** ****** 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 98 27.09.84 975 .35 7.1 314. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. </td <td>84</td> <td>28.09.84</td> <td>950</td> <td>.35</td> <td>****</td> <td>****</td> <td>****</td>	84	28.09.84	950	.35	****	****	****
87 28.09.84 920 .15 7.1 391. ****** 88 28.09.84 750 1.50 5.5 ****** ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .05 ****** ****** 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 98 27.09.84 975 .35 7.1 314. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	85	28.09.84	950	.15	7.8	294.	***
88 28.09.84 750 1.50 5.5 ******* ****** 89 28.09.84 875 .50 7.4 339. ****** 90 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .05 ****** ****** ****** 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	86	28.09.84	950	.10	8.2	318.	****
89	87	28.09.84	920	.15	7.1	391.	****
90 28.09.84 930 .60 6.9 288. ****** 91 28.09.84 930 .05 ****** ****** ****** 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	88	28,09.84	750	1.50	5.5	*****	****
91 28.09.84 930 .05 ***** ***** ***** ***** 92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ***** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ***** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ***** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ***** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ***** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	89	28.09.84	875	.50	7.4	339.	****
92 28.09.84 930 .20 7.4 339. ****** 93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	90	28.09.84	930	.60	6.9	288.	****
93 28.09.84 870 .70 7.1 314. ****** 94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******	91	28.09.84	930	.05	****	*****	****
94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. *******	92	28.09.84	930	.20	7.4	339.	****
94 28.09.84 870 .25 7.2 306. ****** 95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. *******		28.09.84	870	.70	7.1	314.	****
95 20.10.84 1040 .15 6.6 316. ****** 96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******		28.09.84	870	.25	7.2	306.	****
96 20.10.84 1035 .60 6.0 311. ****** 97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ****** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******		20.10.84		.15	6.6	316.	****
97 20.10.84 975 .35 7.1 314. ***** 98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ****** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. ******							****
98 27.09.84 975 1.00 6.5 346. ***** 99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. *****							****
99 27.09.84 1000 .10 10.7 346. *****							****

						****	****

Tabelle 13, Fortsetzung, Breitenauerbach-Süd, Mur

Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung Ten	peratur		pH-Wert
nummer	datum	höhe			fähigkeit	• • • • •
		(m)	(1/s) (6	Grad C)	(μS/cm)	
101	27.09.84	1075	.03	7.8	****	****
102	23.09.84	970	.05	****	*****	***
103	28.09.84	800	.25	8.6	361.	****
104	28.09.84	845	.10	8.1	338.	****
105	28.09.84	890		****	****	****
106	28.09.84	825	.05	****	****	****
107	28.09.84	820	.30	8.9	582.	****
108	26.09.84	640	.05	****	****	****
109	26.09.84	640	.05	****	****	****
110	26.09.84	635	1.50	7.9	363.	****
111	26.09.84	800	.10	****	****	****
112	23.09.84	880	.10	****	*****	****
113	23.09.84	910	.05	****	*****	****
114	23.09.84	960	.05	****	****	****
115	23.09.84	940	.15	7.8	294.	****
116	23.09.84	720	.05	10.9	318.	****
117	23.09.84	1015	.05	****	*****	****
118	23.09.84	1040	.05	8.4	383.	****
119	23.09.84	910	.10	****	*****	****
120	13.10.84	720	****	****	*****	****
121	13.10.84	732	3.0	9.1	390.	****
122	13.10.84	760	****	****	****	****
123	13.10.84	974	.12	8.3	327.	****
124	13.10.84	1001	.40	7.6	383.	****
125	13.10.84	1106	.80	6.8	424.	****
126	13.10.84	910	.13	8.2	353.	****
127	01.11.84	1026	2.1	6.1	295.	****
128	01.11.84	1080	2.5	6.2	311.	****
129	01.11.84	1107	.25		309.	****
130	01.11.84	1105	.14	6.3	306.	****
131	01.11.84	1110	.18		301.	****
132	01.11.84	1120	.10		373.	****
133	01.11.84	870	1.00		372.	****
134	01.11.84	1185	.09		378.	****
135	01.11.84	1169	.10		421.	****
136	01.11.84	1150	.10		343.	****
137	01.11.84	1151	.14		411.	****
138	01.11.84	1160	.08		403.	****
139	01.11.84	1155	.10		418.	****
140	01.11.84	1185	.08		424.	****
141	01.11.84	975	.15		*****	****
142	01.11.84	1080			349.	****
143	01.11.84				346.	****
144	01.11.84				361.	****
145	01.11.84				351.	****
146	01.11.84				429.	****
147	02.11.84				384.	****
148	02.11.84				397.	****
149	02.11.84				371.	****
150	02.11.84				371.	****

Tabelle 13, Fortsetzung, Breitenauerbach-Süd, Mur

Meβstellen-	Aufnahme-	See-	Schüttung	Tem	peratur	Leit-	pH-Wert
nummer	datum	höhe				fähigkeit	
		(m)	(1/s)	(G	rad C)	$(\mu S/cm)$	• • • • •
151	02.11.84	1010		10	4.2	340.	****
152	25.11.84	620	***		****	*****	****
153	25.11.84	620	***		****	****	****
154	25.11.84	858		25	5.6	295.	****
155	25.11.84	875		20	6.1	262.	****
156	25.11.84	884		60	6.3	251.	****
157	25.11.84	917	•	20	6.4	359.	****
158	25.11.84	911		15	6.4	360.	****
159	25.11.84	917	•	15	4.7	310.	***
160	25.11.84	965	•	14	6.5	331.	***
161	25.11.84	934	•	11	6.0	306.	****
162	25.11.84	910		27	5.9	286.	***
163	25.11.84	905		20	5.9	286.	****
164	25.11.84	904		16	5.8	285.	****
165	25.11.84	640	1.	.00	7.4	379.	****
16 6	25.11.84	637	2.	. 3	7.5	377.	****
167	25.11.84	717		.20	3.9	272.	****
168	25.11.84	708		.15	5.0	384.	****
169	25.11.84	705	1.	.50	8.1	857.	****
170	25.11.84	765		.21	7.6	959.	****
171	02.11.84	840		.11	6.6	327.	****
172	02.11.84	857		.10	7.0	322.	****
173	02.11.84	859		.10	6.1	314.	****
174	02.11.84	879	****	k	****	****	****
175	02.11.84	880	****	×	****	*****	****
176	02.11.84	881	****	k	****	****	****
177	02.11.84	703		.20	7.9	814.	****
178	02.11.84	703		.10	8.6	812.	****
179	02.11.84	660	****	×	****	*****	****
180	02.11.84	660		.10	5.2	480.	****
181	02.11.84	660	****	*	****	*****	****
182	02.11.84	720	****	×	****	*****	****
183	10.10.85	605		.05	11.6	503.	****
184	18.09.84	560	*****	*	****	*****	****
185	18.09.84	520		.05	****	****	****
186	18.09.84	570	****	*	****	****	****
187	20.09.84	550		.05	11.2	236.	****
188	20.09.84	575		.15	14.2	315.	****
189	20.09.84	580		.15	15.5	311.	****
190	20.09.84	600		.00	****	*****	****

Tabelle 14: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1987

TAGESMITTEL DES ABFLUSSES IN L/S

: KASKADENFALL Pege 1

Jahr

4 1987

Gewässer : KASKADENFALL Fluβgebiet : MUR

Einzugsgebiet: Sh mittel :

Դևβը	jebiet : M				**********					71	n mittel	1	
Гад	Jänner	Februar	März	Apr11	Ma 1	Jun1	Juli		September	Oktober	November	Dezember	Ta
1.					574	338	172	465	180	129	210	236	1
2.					634	308	178	355	185	125	218	233	2
3.					635	293	215	301	211	122	194	205	3
4.					932	312	226	462	190	121	178	190	4
5.					1761	726	192	1060	178	119	164	184	5
6.					1557	468	179	670	243	118	159	215	6
7.					1202	376	173	479	380	118	155	306	7
8.					902	343	171	375	261	123	150	276	8
9.					688	313	235	317	224	120	147	263	9
10.					571	286	278	300	211	117	141	291	10
11.					525	257	217	277	201	117	136	284	11
12.					466	245	200	259	192	142	135	260	12
13.					433	238	193	247	184	181	134	236	13
14.					1470	224	187	237	176	156	134	233	14
15.			78		1444	220	319	226	168	144	130	216	15
16.			80		1316	249	1080	213	163	136	121	200	16
17.			80		895	223	622	202	159	131	104	194	17
18.			81		680	211	402	277	157	150	108	278	18
19.			84		588	201	306	981	153	204	111	738	19
20.			87		512	197	266	537	151	189	120	626	20
21.			71		448	189	241	386	150	174	122	434	21
22.			71		393	183	226	320	147	164	121	358	22
23.			87		354	185	216	283	147	191	120	327	23
24.			98		415	185	207	259	146	433	121	292	24
25.			134		425	183	222	243	144	364	515	262	25
26.					384	188	818	228	139	274	406	236	26
27.			***		358	201	793	218	170	344	306	216	27
28.	•••		***		648	176	484	207	197	419	256	204	28
29.	•••			•••	551	172	362	194	155	314	226	193	29
30.					447	171	313	186	138	249	212	183	30
31.	***				384		509	182		231		178	31
MQ			86		729	262	329	353	183	191	178	276	
am			22.		23.	30.	8.	31.	30.	10.	17.	31.	
NQT			71		354	171	171	182	138	117	104	178	
HQT			134		1761	726	1080	1060	380	433	515	738	
ām	(****):		25.		5.	5.	16.	5.	7.	24.	25.	19.	
	•••••							21	20		17	21	
am NO		***	21.	***	23.	30.	9.	31.	30.	11. 115	17. 98	31. 176	
NQ		***	64		344	170	170	180	131 499	558		843	
HQ		***	214		2022	921	1310	1331	499 7.		725 25.		
am	••••	***	25.		5.	5.	26.	4.	· /·	28.	23.	19.	
JAHR	ESKENNZAH	ILEN :	N	Q	MQ	HQ)	IQT	нот	MOMNQT			
Abf 1	uβ (1/s)	1	6	4	304	2022		71	1761	165			
		:	21.			5. 5.		. 3.	5. 5.				

Tabelle 15: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1988

: KASKADENFALL Pege 1 Gewässer : KASKADENFALL

Jahr

1988

Einzugsgebiet: Sh mittel :

:

•	inner f	ebruar	Marz	April .	Mai	Juni	Ju11	August	September	Oktober	November	Dezember	Ta
	174	123	87	350	350	277	212	122	165	160	117	77	
	167	118	83	277	358	306	332	120	338	151	113	122	
	165	113	80	266	339	269	380	124	935	147	110	324	
	159	110	79	306	370	248	269	146	537	144	101	213	
	150	112	80	338	334	232	226	143	356	141	98	191	
	145	109	80	518	317	1066	205	130	295	142	97	185	
	142	112	80	1013	282	1080	190	124	252	142	96	165	
	138	134	80	883	260	928	190	119	223	143	95	153	
	131	123	75	916	243	686	230	117	204	134	95	144	1
	131	119	68	1071	227	516	214	115	194	126	94	136	
	146	115	73	1095	215	671	195	112	184	123	90	131	1 1
	149	113	75	860	201	952	185	104	182	123	85	140	1
١.	137	106	78	1034	195	958	178	99	601	123	85	139	1
١.	146	98	78	822	192		194	96	1072	122	89	131	1
j.	150	102	81	589	193		279	93	902	119	90	129	1
;.	147	106	82	493	195	***	244	111	631	119	86	131	
7.	137	108	92	444	225	40.00	213	106	509	119	86	133	
₿.	138	107	95	423	431	***	196	102	413	119	86	129	:
€.	131	104	90	480	471		188	101	331	119	91	127 124	
١.	127	103	89	576	510	***	176	105	290	119	91		
1.	126	99	106	797	626		167	870	271	129	90	110	
2.	124	100	169	613	479		160	886	249	139	82	109 108	
3.	121	97	207	497	390		155	605	231	132	76		
4.	111	96	221	436	331		149	391	214	128	78	116	
5.	117	93	187	347	289	204	143	308	200	125	77	186	
6.	116	90	173	310	262	203	139	258	186	129	77	187	
7.	116	86	175	285	251	195	138	220	179	130	77	180 176	
8.	115	85	168	276	240	189	136	198	176	130	77	170	
9.	115	88	154	325	228	211	132	188	173	129	77 77	161	
0.	134		182	351	215	238	133	177		127			
1.00	140		297	***	208		128	166	 	123			
MQ	137	106	118	566	304	496	196	211	355	131	89	151	
am	24.	28 .	10.	3.	14.	28 -	31.	15		19.	23.		
QT	111	85	68	266	192	189	128	93		119	76	77	
IQT	174	134	297	1095	626	1080	380	886		160	117	324	
am	1.	8.	31 .	11.	21.	7.	3.	22			1.	3,	
am	24.	28.	10.	3.	14.	29.	31.	15	. 30.	21.	22.	1.	
NQ	104	83	68	244	191	184		89		118	76		
HQ	176	137	425	1174	680	1301		1004		164	120		
am	1.	8.,	31.	10.	21.	6.	2.	21	. 14,	1.		3.	
AHP	ESKENNZAH	ILEN		NO	MQ	НQ		NQT	HQT	MoMNQ.			
Abfi		ILEN			230	1301		68	1095	13			

Tabelle 16: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1989

Jahr

1989

: KASKADENFALL Pege 1 Gewässer : KASKADENFALL

Einzugsgebiet: Fluβgebiet : MUR Sh mittel

ag	Jänner	Februar	März	Apr11	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Tag
1.	148	91	279	373	298	444	254	615	272	658	106	76	1.
2.	141	91	242	605	266	554	375	434	249	507	104	74	2.
3.	130	94	220	534	245	696	1034	319	235	431	103	71	3.
4.	125	95	206	522	231	810	1208	273	230	356	101	70	4.
5.	125	96	193	555	223	1345	1226	247	215	307	101	69	5.
6.	125	96	189	461	219	1046	1070	302	200	281	117	69	6.
7.	124	97	190	375	226	761	892	790	189	267	488	69	7.
8.	120	97	209	322	248	614	587	472	184	253	281	69	8.
9.	118	100	220	293	290	666	543	819	180	232	196	68	9.
10.	129	99	206	273	275	544	471	732	173	212	162	66	10.
11.	141	97	211	264	255	451	449	495	163	197	142	65	11.
12.	140	92	228	254	237	387	959	738	157	183	130	63	12.
13.	135	92	273	250	233	343	1049	589	173	174	123	62	13.
14.	125	89	338	481	430	310	735	567	167	168	118	62	14.
15.	121	91	277	1138	535	285	530	455	158	164	114	61	15.
16.	121	92	253	1336	651	265	423	357	152	153	111	61	16.
17.	121	89	257	1016	829	250	361	313	144	144	107	61	17.
18.	120	85	302	633	796	257	318	610	140	140	102	62	18.
19.	116	95	336	458	1096	370	292	988	140	139	99	65	19.
20.	110	165	308	386	910	302	263	965	138	137	98	68	20.
21.	109	338	369	345	685	273	243	846	137	131	97	68	21.
22.	110	332	414	323	535	258	229	648	136	128	97	63	22.
23.	107	251	347	295	434	247	220	495	133	127	95	61	23.
24.	105	256	309	269	371	235	336	411	131	125	90	58	24.
25.	99	385	290	251	330	224	268	358	257	122	87	55	25.
26.	97	762	303	242	299	215	264	319	449	119	85	54	26.
27.	94	487	316	233	278	222	391	295	446	117	84	53	27.
28.	91	340	318	382	442	271	317	566	1245	116	82	53	28 .
29.	91		357	421	589	417	275	504	1028	113	80	51	29.
30.	90		432	341	425	300	251	378	841	111	78	50	30.
31.	90		416		353		239	314		109		49	31.
MQ	117	182	284	454	427	445	522	523	282	207	126	63	
ām	30 💀	18.	6.	27.	6.	26.	23.	5.		31.	30.	31.	
NQT	90	85	189	233	219	215	220	247	131	109	78	49	
HQT	148	762	432	1336	1096	1345	1226	988	1245	658	488	76	
am	1.	26.	30.	16.	19.	5.	5.	19.	28.	1.	7.	1,	
am	31.	19.	7.	27.	13.	27.	24.	6.	25.	31.	30.	31.	
NQ	90	83	187	230	216	208	215	228	126	108	77	49	
HQ	154	842	464	1520	1127	1464	1265	1019	1334	758	586	77	
am	16	26.	31	15.	19.	5.	12.	19.	28.	1.	7.	1.	
JAH	RESKENNZA	HLEN :	N	Q	MQ	HQ		ΙQΤ	HQT	MoMNQT			
Abf	luβ (1/s)	1	4	9	303	1520		49	1345	155			
âm		1	31.1	2.		15. 4.	31.	12.	5.6.				

Tabelle 17: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1990

Pegel : KASKADENFALL
Gewässer : KASKADENFALL

Jahr

1990

Fluβgebiet : MUR

Einzugsgebiet: Sh mittel :

		**********		447	Ma 1	Juni	Juli	Avanet	September	Oktober	November	Dezember	
ag Jā	nner r	ebruar	Hārz	April				Magast	200000000	*********			***
١.	48	60	153	325	428	185	454	153	110	126	477	289	
2.	47	59	136	300	448	181	530	138	399	122	534	245	
3.	46	58	121	280	395	216	779	130	191	114	438	245	
١.	46	58	111	248	349	220	564	125	143	109	381	230	
5 .	44	56	109	221	329	275	453	115	123	108	317	228	
5 .	43	53	108	202	312	312 💩	389	114	105	109	268	211	
' .	41	50	111	389	300	654	344	153	96	109	221	185	
В.	39	47	139	708	283	515	312	162	162	131	199	198	
).	39	46	177	483	278	683	286	141	128	163	187	181	
).	39	45	206	394	276	1337	864	122	104	133	179	237	
	39	44	300	330	261	981	1151	108	95	119	156	251	
·	39	43	305	283	248	684	815	99	90	109	158	217	
}.	39	43	333	247	235	592	614	93	91	103	155	194	
١.	39	44		226	218	572	497	86	84	100	151	157	
5.	39	49		217	221	1063	413	81	79	94	142	146	
5.	39	66	242	211	208	879	357		75	93	133	145	
7.	39	57	217	195	195	675	329		71	92	129	142	
3.	39	51	182	184	193	545	302		67	90	130	139	
).	40	50	169	213	185	454	279		65	88	134	133	
).	41	78	163	370	170	395	259		65	86	135	118	
١.	41	161	161	758	161	386	242		172	102	136	119	
2.	41	188	173		152	380	231		159	89	157	118	
3.	41	249	199		148	341	220		122	82	289	116	
4.	42	212	195	•	214	349	213		581	81	301	112	
5.	42	212	216		205	322	205		541	77	248	105	
6.	43	218	224		406	295	196		311	76	265	103	
7.	47	213	171		275	280	189		230	83	375	103	
8.	43	183	360	528	234	307	181	100	179	179	502	101	
9.	41		458	457	217	1080	171	93	153	232	405	86	
0.	44		359	413	202	626	161	88	138	623	353	92	
1.	60		347	***	192	***	157	86		386		102	
MQ	42	96	212	341	256	526	392	115	164	136	255	163	
 am	11.	13.	6.	18.	23.	2.	31.	15.	20.	26.	17.	29.	
QΤ	39	43	108	184	148	181	157	81	65	76	129	86	
QT	60	249	458	758	448	1337	1151	162	581	623	534	289	
am	31.	23.	29.	21.	2.	10.	11.	8.	24.	30.	2.	1.	9.50
am	11.	14.	6.	19.	24.	3.	30.	15.	20.	25.	17.	29.	
NQ	39	42	106	181	146	179	156	80	62	75	129	81	
HQ	61	277	605	832	481	1621	1441	170	927	725	648	328	
am	31 🕡	23.	28.	8.	26.	10.	10.	7,,	24.	30.	1.	1,	
AHRES	KENNZAHL	EN :	N	Q	HQ	HQ)	ЮŢ	HQT	HoMNQT			KOTO T
	(1/s)	-		9	227	1621		39	1337	108			
m ·		:				10. 6.	11.	. 1.	10. 6.				

Tabelle 18: Tagesmittel des Abflusses Kaskadenfall 1991

Pegel: KASKADENFALLJahr: 1991Gewässer: KASKADENFALLEinzugsgebiet:

Fluggebiet : MUR Sh mittel :

		***********	********	*********			*******						
Tag	Jänner	Februar	März	Apr11	Ma 1	Jun1	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Tag
1.	104	64	118	325	385	199	329		•••		***		1.
2.	104	57	115	356	399	197	302			*			2.
3.	102	54	116	423	689	196	283				***		3.
4.	144	54	126	447	1291	277	262				***		4.
5.	175	53	157	442	1177	683	247			***	***		5.
6.	151	52	183	426	973	414				***	•••		6.
7.	134	52	207	401	777	326			•••				7.
8.	129	53	274	353	644	285							8.
9.	116	53	373	318	545	240							9.
10.	108	54	385	290	684	217							10.
11.	106	55	422	272	1528	671							11.
12.	128	55	401	258	1802	632							12.
13.	140	55	363	251	1189	460							13.
14.	137	55	323	245	810	381			•				14.
15.	118	53	306	244	656	371							15.
16.	108	52	300	244	550	355						***	16.
17.	106	52	287	247	474	326				777			17.
18.	98	51	277	240	408	302							18.
19.	94	50	269	229	351	376							19.
20.	92	50	281	214	322	481							20.
21.	89	50	302	208	300	392							21.
22.	87	50	322	203	285	325							22.
23.	81	50	302	195	282	295							23.
24.	80	65	289	192	273	276							24.
25.	80	95	292	194	254	261			•••				25.
26.	79	118	801	193	242	246	***						26.
27.	78	135	653	211	231	328				•••			27.
28.	76	125	511	256	220	824							28.
29.	75	***	413	314	212	552			•••				29.
30.	73		345	379	208	398							30.
31.	71	***	314		202								31.
MQ	105	63	317	286	592	376	284				•••	•••	
***	******	**********	*********									***********	*****
âm	31 .	19.	2.	24.	31.	3.	5.		***			***	
NQT	71	50	115	192	202	196	247		***		F.77.5	****	
HQT	175	135	801	447	1802	824	329		***		•••	***	
âM 	5,	27.	26.	4.	12.	28.	1.						
âm	31.	18.	2.	24.	31.	4.	5.						
HQ	66	49	113	190	200	195	241		***				
HQ	179	137	980	455	2618	920	355		***	***		***	
am	5.	27 -	26.	4.0	11:	28.	1.			***		S###8	
***		**********									*********	**********	
	RESKENNZA		N	Q	MQ	HQ		QT	HQT	MoMNQT			
Abf	luβ (1/s)		4	9	293	2618		50	1802	153			
am		:	18.	2.		11. 5.	19.	2.	12. 5.				

Tabelle 19: Gewässerkundliche Hauptzahlen Kaskadenfall 1987 - 1991

REIHE : 1987 bis 1991

MONATS- UND JAHRESMITTEL DER ABFLÜSSE IN L/S

Pegel : KASKADENFALL
Gewässer : KASKADENFALL

Einzugsgebiet: Sh mittel :

ahr		Jänner	Februar	Mārz	Apr11	Mai	Juni	Ju 1 1	August	September	Oktober	November	Dezember	*	Jahr		Datum
	NQ *			64		344	170	170	180	131	115	98	176	•	64		21. 3
988	NQ *	104	83	68	244	191	184	125	89	164	118	76	77	*	68	*	10. 3
989	NQ +	90	83	187	230	216	208	215	228	126	108	77	49	*	49	*	31.12
990	NQ *	39	42	106	181	146	179	156	80	62	75	129	81	*	39		11. 1
991	NQ *	66	49	113	190	200	195	241			***			*	49	*	18. 2
987	NQT+			71		354	171	171	182	138	117	104	178	*	71	*	22. 3
988	NQT*	111	85	68	266	192	189	128	93	165	119	76	77		68	*	10. 3
989	NQT*	90	85	189	233	219	215	220	247	131	109	78	49	*	49	*	31.12
990	NQT*	39	43	108	184	148	181	157	81	65	76	129	86	•	39	*	11.
	NQT*	71	50	115	192	202	196	247				•••	***	*	50	*	19. :
	MQ *			86		729	262	329	353	183	191	178	276	٠	304	•	
988	MQ *	137	106	118	566	304	496	196	211	355	131	89	151	*	230	*	
989	MQ *	117	182	284	454	427	445	522	523	282	207	126	63	*	303	٠	
990	MQ *	42	96	212	341	256	526	392	115	164	136	255	163	*	227	٠	
	MQ *		63	317	286	592	376	284	***		***	***		*	293	*	
	HQT*			134		1761	726	1080	1060	380	433	515	738	*	1761	*	5.
988	HQT*	174	134	297	1095	626	1080	380	886	1072	160	117	324	*	1095	*	11.
989	HQT*	148	762	432	1336	1096	1345	1226	988	1245	658	488	76	*	1345	*	5.
990	HQT*	60	249	458	758	448	1337	1151	162	581	623	534	289	*	1337	*	10.
	HQT*		135	801	447	1802	824	329		•••	•••	•••	***	*	1802		12.
	HQ *			214		2022	921	1310	1331	499	558	725	843	٠	2022	+	5.
988	HQ *	176	137	425	1174	680	1301	569	1004	1136	164	120	432	•	1301	*	6.
989	HQ *	154	842	464	1520	1127	1464	1265	1019	1334	758	586	77		1520	*	15.
990	HQ *	61	277	605	832	481	1621	1441	170	927	725	648	328	*	1621	*	10.
991	HQ 1	179	137	980	455	2618	920	355	***						2618	*	11.

MITTLERE UND	EXTREME MONATS-	- UND JAHRESMITTE	. DER ABFLÜSSE	MIT EXTREMWERTEN IN L/S

eihe	*	Jänner	Februar	Mārz	Apr11	Ma 1	Juni	Jul1	August	September	Oktober	November	Dezember	S#6	Jahr	* 0	atum
NQ	*	39	42	64	181	146	170	125	80	62	75	76	49	*	39	* 11	1.1990
NOT	*	39	43	68	184	148	171	128	81	65	76	76	49	*	39	* 11	1.1990
MNQ	*	75	64	108	211	219	187	182	144	121	104	95	96	*	54	*	
MNQT	*	78	66	110	219	223	191	184	151	124	105	97	97	*	55	*	
987 NMQ)*	42	63	86	286	256	262	196	115	164	131	89	63	*	227	*	1990
- MQ	*	100	112	203	412	462	421	345	301	246	166	162	163	*	271	*	
991 HMQ)*	137	182	317	566	729	526	522	523	355	207	255	276	*	304	*	1987
MHQT	*	139	320	424	909	1146	1063	833	774	819	468	414	357		1468	*	
MHQ	*	143	348	537	995	1386	1245	988	881	974	551	520	420	*	1816	*	
HQT	*	175	762	801	1336	1802	1345	1226	1060	1245	658	534	738	*	1802	* 12	2. 5.1991
HQ	*	179	842	980	1520	2618	1621	1441	1331	1334	758	725	843	*	2618	* 18	3. 2.1991

NNQ = 39 1/s am 11 1.1990 MOMNQT = 142 1/s

MQ = 271 1/s

HHQ = 2618 1/s am 11. 5.1991

Tabelle 20: Monatliche Überschreitungsdauer der Abflüsse Kaskadenfall 1988 - 1990

Monatl. Überschreitungsdauer Station: KASKADENFALL in Tagen 1988 – 1990 TM Abfluß (L/S)

gröβer gleich	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	Rethe
1200				0.3		0.7	0.7		0.3				2.0
1000				2.3	0.3	2.3	2.0		1.0				8.0
900				2.7	0.7	3.7	2.3	0.7	1.7				11.7
800				3.7	1.0	4.3	3.3	2.0	2.0				16.3
700		0.3		4.7	1.3	4.7	4.0	3.0	2.0				20.0
600		0.3		5.7	2.3		4.7	4.3	2.7	0.7			28.7
500		0.3		8.0	3.7	10.3	6.0	5.7	4.0	1.0	0.7		39.7
450		0.7	0.3	10.7	4.3	11.0	7.3	7.0	4.0	1.0	1.3		47.7
400		0.7	1.3	12.3	7.0	11.7	8.3	7.7	5.0	1.3	2.0		57.3
350		1.0	2.7	15.0	9.3	13.3	10.3	9.0	5.7	2.0	3.0		71.3
300		2.0	7.0	19.3	12.3	16.3	13.0	11.0	6.7	2.3	3.7	0.3	94.0
275		2.0	8.3	21.7	16.0	18.0	14.7	11.3	7.3	2.7	4.3	0.7	107.0
250		2.7	9.3	24.0	18.0	20.7	17.0	12.0	8.7	3.3	5.0	1.0	121.7
225		3.0	10.3	25.7	22.7	22.3	19.7	12.3	10.7	4.0	5.3	2.7	138.7
200					27.0					4.3	5.7	3.7	158.7
175		5.0	17.3	28.0	29.7					5.3	7.0	7.0	182.0
150	1.7	5.7	21.0		30.7			15.0		7.7	9.0	9.0	203.3
125	10.0	6.0	21.7		31.0					16.7			238.7
100	18.3	12.3	23.7							26.7			284.0
90	20.7	19.7	24.7							28.3			304.7
80	20.7	21.7	26.7							30.3			317.7
										31.0			327.7
60	21.0	22.7	30.3	1					30.0			28.3	336.7
50	21.0											30.7	342.0
	22.7			- 4								31.0	345.3
	27.0	28.3		7.	9				32	•0	1	((*))	351.0
35	31.0						2.0		196		29	(500)	355.0

Tabelle 21: Jährliche Überschreitungsdauer der Abflüsse Kaskadenfall 1988 - 1990

Jährl. Überschreitungsdauer Station: KASKADENFALL in Tagen 1988 – 1990 TM Abfluß (L/S)

größer				
g le 1ch	1988	1989	1990	Reihe
********	****			******
1200		5	1	2.0
1000	7	13	4	8.0
900	13	17	5	11.7
800	18	23	8	16.3
700	19	30	11	20.0
600	26	42	18	28.7
500	33	57	29	39.7
450	38	68	37	47.7
400	43	85	44	57.3
350	51	103	60	71.3
300	67	132	83	94.0
275	77	149	95	107.0
250	86	178	101	121.7
225	99	198	119	138.7
200	117	212	147	158.7
175	150	222	174	182.0
150	174	235	201	203.3
125		259	225	238.7
100		297	260	284.0
90		324	273	304.7
80			286	317.7
70		337	292	327.7
60		. 357	298	336.7
50		. 364		342.0
45		. 365		345.3
40		•	. 333	351.0

DAUERWER	RTE											
012	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q95%	
Q12 Jahr 365 d	30 d	60 d	90 d	120 d	150 d	180 d	210 d	240 d	270 d	300 d	347 d	
				,	***********							*****
1988 1989 1990	518 732 497	331 488 353	243 382 280	196 318 224	176 273 198	146 248 169	132 209 139	123 141 112	113 121 92	98 99 58	77 65	49
									••••••			*****
Rethe	582	391	302	246	216	188	160	125	108	85	71	49

Tabelle 22: Tagesmittel des Abflusses Mixnitzbach 1987

Pegel: TEICHALMJahr: 1987Gewässer: MIXNITZBACHEinzugsgebiet:13.000 km²

Flußgebiet: MUR Sh mittel:

g 38	inner i	ebruar	Mārz	April	Ma1	Juni	Ju11	August	September 	Oktober	November	Dezember	
		•••			315	261	127	238	139	95	172	152	
·					295	259	242	221	332	91	115	160	
			•••	***	342	420	481	225	188	87	107	153	
			***		588	356	437	551	153	83	107	153	
i.		***	***	303	652	240	315	487	138	83	118	152	
· .			***	360	643	221	249	422	414	83	119	157	
				469	553	209 📑	215	409	227	105	119	165	
				668	468	208	188	334	192	94	122	160	
•				945	400	203	318	291	185	128	126	125	
•			***	1374	358	170	206	282	183	97	100	138	
•				1213	339	157	174	240	169	87	126	136	
			•••	896	300	149	157	234	162	161	126	132	
٠.				771	589	135	178	238	151	122	126	127	
•				735	533	133	163	209	140	106	126	127	
•				721	506	274	2351	191	136	96	125	124	
•				672	515	206	652	177	133	88	82	118	
•				680	460	161	506	182	129	90	59	132	
•				762	408	141	416	834	125	167	97	326	
				797	368	129	350	453	121	132	99	394	
•				766	348	129	289	311	118	117	97	332	
•				741	290	123	255	268	119	114	98	333	
•				646	260	146	231	245	115		99	289	
ě.				563	354	124	208	223	112		99	256	
ě				527	281	115	247	209	105	***	99	229	
•)				516	239	107	267	202	105		126	211	
*				518	228	251	610	205	106		139	201	
•				524	290	196	382	184	205		183	190	
				474	371	143	316	166	131	884	144	178	
(*)				418	283	142	283	158	108	266	121	172	
8				356	278	134	268	151	98	279	123	164	
1					276		282	145		242		159	
2				670	391	188	366	280	158	156	117	189	
q				51.52	30.10	14.47	28.19	21.55	12.16	12.00	8.97	14.50	1
A	•••		***	133.5	80.6	37.5	75.5	57.7	31.5	32.1	23.3	38.8	
 m	****			5.	26.	25.	1,	31.	30.	5.	17.	16.	-
T			***	303	228	107	127	145	98	83	59	118	
T		5.50		1374	652	420	2351	834	414	884	183	394	
.				10.	5.	3.4	15.	18.	6.	28.	27	19.	
 ជា				5.	27.	26.	2,	31.	30.	8.	 4.	 9.	
.Q				254	214	92	123	141	96	58	11.3	100	
Q				1533	1058	910	21154	4897	1230	3634	320	465	
m				10.	13.	26.	15.	18.	2.	28.	2.	19.	
upce	MENNTAUL			************	MO	μΛ	мо	 T	HOT	MoMNQT		*********	
	KENNZAHLI		NC 11		MQ 276	HQ 21154	MQ	9	HQT 2351	141			
ar iup A	(1/s)			1.3	6/0	211 54 15. 7.	17.1		2351 15. 7.	141			
	Consider 1	1/- !3	4.11		21 25			4.51	180.83	10.1	0.4		
iup	∍heuge (1/s.km²) 🖫	,).87	21.25	1627.21		4171	100.03	10.8	7		

Tabelle 23: Tagesmittel des Abflusses Mixnitzbach 1988

Pegel : TEICHALM Gewässer : MIXNITZBACH

Jahr :

1988

Fluβgebiet : MUR

Einzugsgebiet:

13.000 km² Sh mittel :

Fluβg	ebiet :	MUR								Sh m	ittel :		
****			•••••	*********			*******		••••••	••••••	********	*******	*****
Tag	Jänner	Februar	Mārz	April	Ma 1	Jun1	Ju11	August S	eptember	Oktober No	vember	Dezember	Tag
*****			*********	**********		*********	******		********		*******	*********	*****
1.	150	82	60	170	206	284	139	77	91			•••	1.
2.	144	88	55	146	192	220	250	72	419				2.
3.	139	81	53	145	184	218	156	105	266				3.
4.	135	81	50	158	175	202	132	126	195				4.
5.	129	80	50	196	182	213	120	89	176				5.
6.	120	77	51	309	167	1130	108	79	164				6.
7.	123	121	50	524	157	815	122	70	144				7.
8.	103	127	47	601	150	649	139	69	136				8.
9.	98	79	30	794	144	537	159	75	132				9.
10.	87	84	48	894	130	514	113	75	130				10.
11.	98	78	66	726	116	508	104	68	124				11.
12.	94	78	54	714	114	501	104	62	125				12.
13.	93	60	48	736	113	454	103	60	480				13.
14.	96	77	47	632	121	421	192	59	464				14.
15.	96	77	48	548	116	381	166	75	398			***	15.
16.	93	71	46	484	115	345	123	76	387				16.
17.	90	66	46	449	130	296	114	67	300				17.
18.	92	68	46	444	186	259	119	60	253				18.
19.	90	69	44	430	150	237	113	55	225			***	19.
20.	90	70	47	425	159	216	106	54	209				20.
21.	93	64	74	462	213	198	99	474	198				21.
22.	93	66	91	412	158	180	98	363	186				22.
23.	79	62	104	367	151	201	92	214	170				23.
24.	88	62	99	318	143	177	85	157	158				24.
25.	93	55	85	264	134	175	85	145	148				25.
26.	90	58	79	238	138	167	82	132	136				26.
27.	87	45	76	220	170	150	80	116	129		•••		27.
28.	87	60				139	85	110	120				28.
29.			72	212	164								
	90	64	71	243	156	275	83	104	111			***	29.
30.	112		92	217	162	161	100	100	110			**************************************	30,
31.	92		182		162	•••	83	94				***	31.
*****						•••••							
MQ	102	74	65	416	153	341	118	112	209	****	***		
Mq	7.8		4.99	32.00	11.80	26.21	9.07		16.11	***			
hΑ	21.0	14.3	13.4	82.9	31.6	67.9	24.3	23.1	41.7				
		************				**********		**********			•••••••		
am	23.	27.	9.	3.0	13.	28.	27.	20.	1.			***	
NQT	79	45	30	145	113	139	80	54	91			***	
HQT	150	127	182	894	213	1130	250	474	480				
ām	1.	8.	31	10.	21.	6.	2.	21.	13.				
••••													
8m	23.	27.	9.	3.	17.	29.	29.	20.	1.				
NQ	67	38	24	133	99	136	77	42	85		464		
HQ	158	175	245	1203	300	1719	494	891	1460				
am	1.	7.	31.	9.	18.	6.	2	21.	2.			•••	
		*****	**********					**********					
JAHPI	SKENNZA	HLEN :	NQ		MQ	HQ		IQT	HQT	MoMNQT			
	ıβ (1/s)		24		176	1719	r	30	1130	86			
am	(1/3)				1/0			3.	6. 6.	ou			
	ıß enende	: (1/s.km²) :	9. 3		12 52	6. 6.	9.						
		ihōhe (mm) :	1	.85	13.53	132.26		2.30	86.93	6.64			
odiifi	Jan Tup	mone (mm) :			427.9					209.96			

Tabelle 24: Gewässerkundliche Hauptzahlen Mixnitzbach/Teichalm 1987 - 1988

REIHE : 1987 bis 1988

MONATS- UND JAHRESMITTEL DER ABFLÜSSE IN L/S

Pege 1 : TEICHALM Gewässer : MIXNITZBACH

Einzugsgebiet: Sh mittel :

13.000 km²

Fluβgeb	1et	:	MUR
---------	-----	---	-----

lahr	•	Jänner	Februar	Mārz	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	*	Jah	r *	Dat	:um
987	NQ *				254	214	92	123	141	96	58	11.3	100		11.	3 +	4.	.11.
988	NQ ±	67	38	24	133	99	136	77	42	85		•••	***	P.*	24	*	9.	3.
987	NQT*	•			303	228	107	127	145	98	83	59	118	•	59	•	17.	.11.
	*TON	79	45	30	145	113	139	80	54	91	•••	***	***	*	30	*	9.	. 3.
	HQ *				670	391	188	366	280	158	156	117	189	•	276	*		
	MQ *	102	74	65	416	153	341	118	112	209		•••	•••	*	176	٠		
	HQT*				1374	652	420	2351	834	414	884	183	394	*	2351	*	15.	7.
	HQT*	150	127	182	894	213	1130	250	474	480			•••	•	1130	•	6.	6,
	HQ *				1533	1058	910	21154	4897	1230	3634	320	465	+	21154	+	15.	7.
988	HQ *	158	175	245	1203	300	1719	494	891	1460		***	3555		1719	*	6.	6.

MITTLERE UND EXTREME MONATS- UND JAHRESMITTEL DER ABFLÖSSE MIT EXTREMWERTEN IN L/S

Rethe	*	Jānner	Februar	Mārz	Apr11	Ma 1	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		Jahr	*	Datum
NQ		67	38	24	133	99	92	77	42	85	58	11.3	100		11.3	*	4.11.1987
NQT	*	79	45	30	145	113	107	80	54	91	83	59	118		30	*	9. 3.1988
MNQ	*	67	38	24	194	157	114	100	92	90	58	11.3	100	٠	17.6	*	
MNQ*	r *	79	45	30	224	171	123	104	99	95	83	59	118	•	44	*	
1987 NM)*	102	74	65	416	153	188	118	112	158	156	117	189		176	*	1988
- MQ	*	102	74	65	543	272	264	242	196	184	156	117	189		226	*	
1988 HM)*	102	74	65	670	391	341	366	280	209	156	117	189	*	276	*	1987
MHQ*	*	150	127	182	1134	433	775	1300	654	447	884	183	394		1740	*	
MHQ	*	158	175	245	1368	679	1315	10824	2894	1345	3634	320	465	*	11437	*	
HQT	*	150	127	182	1374	652	1130	2351	834	480	884	183	394	*	2351	*	15. 7.1987
HQ	*	158	175	245	1533	1058	1719	21154	4897	1460	3634	320	465	*	21154	*	4.11.1987

NNQ = 11.3 1/s

MoMNQT = 114 1/s

MQ = 226 1/s

HHQ = 21154 1/s

am 4.11.1987 NNq = 0.9 1/s km²

MoMNqT = 8.7 1/s km² Mq = 17.4 1/s km² MoMNhA = 276 mm hA = 549 mm

am 15. 7.1987

HHq = 1627.2 1/s km²

Tabelle 25: Überschreitungsdauer der Abflüsse Mixnitzbach 1987 - 88

UEBERSCHREITUNGSDAUER DER ABFLUESSE (L/S) IN TAGEN

FLUSSGEBIET: MUR

GEWAESSER: MIXNITZBACH

PEGEL: TEICHALM

JAHR: 1987/88

EINZG: 13.00 km²

MQ = 264.3 l/s

groesser gleich	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
2000.													1
1900.							1						1
1800.							1						1
1700.							1						1
1600.							ì						1
1500.							1						1
1400.							î						i
1300.							î						î
1200.							ī						1
1100.							ī						1
1000.							1						ī
950.							1						1
900.							1						1
850.				1			1						2
800.				1			1	1		1			4
750.				2			1	1		1			5
700.				4			1	1		1			7
650.				5			1	1		1			8
600.				6	2		2	1		1			12
550.				7	4		3	1		1			16
500.				8	5		3	2		1			19
450.				9	8		5	2		1			25
400.				13	10	1	5	4		1			34
380.				14	10	1	6	5	1	1			38
360.				16	11	1	7	6	1	1			43
340.				16	12	1	8	6	1	1		1	46
320.				17	15	2	8	6	1	1		1	51
300.				17	18	2	9	6	2	1		1	56
280.				18	20	2	12	8	2	1		4	67
260.				20	29	4	16	11	2	1		4	87
240.				21	29	7	19	12	2	3		6	99
220.				23	31	8	22	19	3	4		7	117
200.				24		12	25	23	3	4		9	131
180.			1	25		13	26	26	8	4	1	10	145
160.	0		1	26		15	29	28	10	6	2	14	162
140.	2	2	1	29		21	30 31	31	13	6 9	3	22	189
120.	6 9	2 2	1			28 30	21		21 29	13	14 20	30 31	233 258
100.	23	2	2 5			30			30	19	28	ЭΙ	290
90. 80.	30	7	6						30	25	29		310
70.	31	15	11							23	29		324
60.	JI	25	12								29		335
50.		28	31								30		358
				422				240	Tage				
an 30 Ta		Q 1			. 1/ . 1/				Tage		8 - 9 -		14. 1/s 96. 1/s
an 60 Ta an 90 Ta		Q 2 Q 3		293 255					Tage Tage		10 -		85. 1/s
an 90 Ta an 120 Ta	-	Q 4		216					Tage		95 % =		55. 1/s
an 180 Ta		Q 6		147			wii	3 . ,	. ugc		QT =		59. 1/s
400 10	3	7 7			- '/	-				••	•		

Tabelle 26: Überschreitungsdauer der Abflu βspenden Mixnitzbach 1987/88

UEBERSCHREITUNGSDAUER DER ABFLUSZSPENDEN (L/S.KM²) IN TAGEN

 FLUSSGEBIET: MUR
 JAHR: 1987/88

 GEWAESSER: MIXNITZBACH
 EINZG: 13.00 km²

 PEGEL: TEICH
 Mq = 20.3 l/s.km²

groesser gleich	MAI	JUN	JUL	1 9 AUG	8 7 SEP	ОКТ	NOV	DEZ	JAN	1 9 I FEB	8 8 Mar	APR	JAHR
150.0 140.0 130.0 110.0 110.0 110.0 100.0 95.0 90.0 85.0 65.0 48.0 44.0 44.0 44.0 42.0 44.0 38.0 30.0 28.0 22.0 19.0 110	2 2 4 4 4 6 7 8 10 11 12 16 19 29 30 31	1 1 1 2 2 4 4 5 5 7 8 10 12 13 14 16 18 24 24 23 30	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 2 3 3 4 6 6 6 6 7 7 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 3 1	1 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 3 3 4 8 9 10 11 12 12 13 13 14 14 15 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16	11111111111111111111111111111111111111	1 2 2 3 3 4 17 20 28 29 29 30 ann 2	1 1 2 4 6 6 7 8 9 10 12 18 22 22 31	2 4 7 8 21 31	2 2 2 2 9 20 28	1 1 1 1 1 1 2 4 7 12 31	1 1 3 5 5 6 7 7 7 8 9 10 1 1 3 16 6 17 17 20 22 22 24 25 5 27 29 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

an 30 Tg. q 1 = 32.0 1/s.km² an 240 Tg. q 8 = 9.0 1/s.km² an 60 Tg. q 2 = 22.3 1/s.km² an 270 Tg. q 9 = 7.6 1/s.km² an 90 Tg. q 3 = 19.6 1/s.km² an 300 Tg. q10 = 6.5 1/s.km² an 180 Tg. q 6 = 11.3 1/s.km² NqT = 4.5 1/s.km²

Tabelle 27: Wasserführung des Mixnitzbachs vom Pegel Teichalm bis Mixnitz

km	0rt	Sh	1	2	3	4	5	6
0,000 1,275 1,575	Teichalm E Brücke W Brücke	1170 1153 1140	212,6	98,5	113,7	49,2	74,7	103,5 101,0 93,7
2,025 3,075 3,450 3,675	E'Zechnerhube Brücke 1123 m Hinterklamm 5 4	1135 1123 1110 1110		64,0 52,4	77,6			74.8 70.7 62.0
3,975 4,200 4,350	3 2 1 Diensthütte	1100 1090 1085 1005		27,6	66,9			62,0 58,9 57,1
5,025 5,400 5,475 5,775 5,850	hinter Kassah Kassahütte	840 830 760 752	136,8	15,0 23,5		2,4 7,0	8,0 18,0	34,8
6,300 6,525 6,675	Burgstall	660 640 630	146,2	23,4	67.2	1,9	0.0 0.0 9.0	<i>EE</i> 2
7,200 7,350 7,575 8,025	Brücke 1 Mündung KASK Gasthaus Trafo/Mixnitz	540 515 490 470	172,0 352,3	46,6 167,5	67,2 256,0	20,0	15,0	256,0
	st bis km 5,4 [% st bis km 5,4 []			84.8 84		95,1 47	89,3 67	66,4 69
	st bis km 5,475 st bis km 5,475		35,7 76	76,1 75		85.8 42	75,9 57	

Erklärungen:

1 24. August 1987 2 10. Oktober 1987 3 13. Oktober 1987 4 4. März 1988 5 28. März 1988 6 13. Juli 1988 km Fluβkilometer ab Pegel Teichalm

Sh Sehöhe (m ii. A.)
1 - 6 Schüttungen [1/s]

Tabelle 28: Daten zur Hochwasserwelle nach Teichabsenkung 28. - 31. Oktober 1987

Fortsetzung

row	Std dezi- mal		ADENFA		Klamma	ITZBAC	3r. 1	MIXB Peg	row	Std		(ADENF/		Klamm	NITZBA ausg	Br. 1	MIXB Peg
-		Q 275	LF	T	Q	LĒ	T	Q		dez.	Q	LF	T	Q	LF	T	Q
34 56 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 33 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34	0.0 1.0 1.0 3.0 3.0 4.5 5.0 6.7 7.0 8.0 8.1 8.3 8.4 8.5 9.6 8.1 10.0 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0 11.0	375 372 369 366 366 362 366 374 374 374 395 395 417 439	361 361 361 361 361 361 361	8.0 8.1 8.1 8.1 8.1 8.1	114 106 376 420 512 1183 1379 1379 1379 2758 3287 3287	343 350 350 353 361 361 374 382 387 389 391 393	6.8 6.8 6.7 6.6 6.4 6.2 6.2 6.4 6.6 6.6 6.7	177 177 439 439 1472 1472 3752 3752 2423 2423	400 411 422 433 444 455 555 566 667 578 689 700 711 723 733	17.0 19.0 21.0 23.0 24.0 25.0 27.0 28.8 29.0 29.1 30.3 31.0 33.0 33.0 41.0 43.0 47.0 51.0 67.0 67.0 71.0	339 331 326 328 309 301 286 275 272 265 261 252 250 254 254 250 246 244	359 360 360	8.0 8.0 8.0	714 512 294 256 294	386 389 387 387 385	5.1 5.2 5.1 5.1	459 744 744 382 382 104
35 36 37	13.3 13.5 15.0	491 544	360	8.1	2758	394	6.9		74 75 76	79.0 87.0 91.0	224						170 170
38 39	15.7 15.8	537	360	8.1	998	388	6.7		77 78	95.0 149.1	217 187	366	8.0	39	349	6.9	

Tabelle 29: Markierungsversuch, Kaskadenfall

Entnahmestelle	:	KASKADENFALL
Tracer	:	URANIN
Menge (kg¦keq)	:	3.000
Zeitangaben	1	MEZ

		•											
Mr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	SUM	Nr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	sum
	yymmdd		1/s	mg/m3	mg/s	4		yy ma dd		1/s	mg/m3	mg/s	*
	880818		92.90	.029	.003	.00		880824		348.60	. 332		29.23
	880818		95.60	.047	.004	.00		880824		340.90	.327		29.27
	880818		97.90	.070	.007	.00		880825		332.70	.248		29.30
	880819		96.40	.107	.010	.01		880825		323.00	.248		29.33
	880819		94.80	.157	.015	.01		880825		318.20	.249		29.36
	880819		95.00	.241	.023	.02		880825		308.60	.351		29.39
	880819		94.30	.326	.031	.03		880825		302.70	.323		29.44
	880819		94.50	.449	.042	.04		880825		295.90	.312	.092	29.49
	880819		95.80	.656	.063	.06		880825		288.30	.304		29.53
	880819		97.90	.901	.088	.09	60	880826	0300	279.60	.288	.081	29.57
11	880819	2300	99.50	.993	.099	.12	61	880826	0700	269.50	. 282	.076	29.61
12	880820	0200	100.20	1.282	.128	.16	62	880826	1100	261.20	.278	.073	29.65
13	880820	0500	100.70	1.642	.165	.21	63	880826	1500	252.70	.248	.063	29.68
14	880820	0800	99.30	1.903	.189	.28	64	880826	1900	247.80	. 259	.064	29.71
15	880820	1100	99.00	2.395	.237	.35	65	880826	2300	241.60	.258	.062	29.74
16	880820	1400	99.60	2.842	.283	.45	66	880827	0300	234.30	.256	.060	29.77
17	880820	1700	101.20	3.434	.348	.56	67	880827	0700	228.80	. 249	.057	29.80
18	880820	2000	104.40	4.138	.432	.70	68	880827	1100	223.20	. 251	.056	29.82
19	880820	2300	127.30	4.850	.617	.89	69	880827	1500	219.80	.248	.055	29.85
20	880821	0200	659.90	5.429	3.583	1.62	70	880827	1900	216.10	.232	.050	29.88
21	880821	0500	856.50	10.170	8.711	3.75	71	880827	2300	212.30	.119	.025	29.89
22	880821	0800	907.00	13.111	11.892	7.44	72	880828	0300	208.20	.221	.046	29.91
23	880821	0900	1011.00	16.852	17.037	9.17	73	880828	0700	204.80	. 235	.048	29.93
24	880821	1200	1092.00	12.936	14.126	14.80	74	880828	1100	201.40	.227	.046	29.96
25	880821	1500	989.00	8.664	8.569	18.85	75	880828	1500	199.40	.000	.000	29.97
26	880821	1800	889.00	5.959	5.298	21.32	76	880828	1900	198.10	.008	.002	29.97
27	880821	2100	793.00	4.598	3.646	22.92	77	880828	2300	196.70	.016	.003	29.97
28	880822	0000	699.60	3.352	2.345	23.99	78	880829	0300	195.70	.000	.000	29.97
29	880822	0300	626.40	2.787	1.746	24.72	79	880829	0700	193.70	.000	.000	29.97
30	880822	0600	819.40	2.495	2.044	25.41		880829		191.10	.005		29.97
31	880822	0900	911.30	2.076	1.892	26.12		880829		190.40	.007		29.97
	880822		900.90	1.424	1.283			880829		189.60	.013		29.97
33	880822	1500	853.60	1.053		27.08		880829		189.30	.019		29.97
	880822		815.20	1.053		27.40		880830		187.30	.011		29.97
	880822			.933		27.68		880830		184.30	.005		29.97
	880823			.829		27.92		880830		179.00	.007		29.98
	880823			.754		28.12		880830		177.90	.000		29.98
	88082			.686		28.28		880830		176.50	.006		29.98
	88082			.634		28.42		880830		173.80	.006		29.98
	88082			.596		28.54		880831		171.70	.000		29.98
	88082			.566		28.65		880831		170.00	.006		29.98
	2 88082			.515		28.72		880831		168.00	.000		29.98
	88082			.440		28.80		880831		167.30	.145		29.98
	4 88082			.354		28.87		880831		168.30	.161		
	5 880824			.345		28.92		880831 880901		167.80 168.30	.160 .126		30.01
	5 880824 7 880824			. 351		28.98		880901		168.90	.127		30.03
				.371		29.03		880901		168.80	.156		30.04
	8 88082: 9 88082:			.414 .400		29.08		880901		168.10	.177		30.05
	9 88082 0 88082			.329		29.14		880901		168.50	.158		30.07
٠.	- 00002	- 1/00	357.30	.323	.110	23.13	100	. 550501		200100	, 200	.02/	30.07

Tabelle 29, Fortsetzung: Markierungsversuch, Kaskadenfall

Entnahmestelle : KASKADENFALL

Tracer : URANIN
Menge (kg;keq) : 3.000
Zeitangaben : MEZ

Nr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	\$UM	Mr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	SUM
	yymmdd		1/s	mg/m3	ng/s	4	50500	yymmdd		1/s	mg/m3	mg/s	*
	880901		168.70	.140		30.08		88 0907		241.80	.037	.009	
102	880902	0300	169.70	.142	.024	30.09	138	880908	0300	237.30	.036	.009	30.78
103	880902	0700	170.40	.106	.018	30.10	139	880908	0700	232.50	.036	.008	30.78
104	880902	1100	171.40	.178	.031	30.11	140	880908	1100	227.30	.036	.008	30.78
105	880902	1500	180.40	.199	.036	30.13	141	880908	1500	223.20	.036	.008	30.79
106	880902	1900	835.90	.240	.201	30.18	142	880908	1900	219.70	.036	.008	30.79
107	880902	2300	884.10	.192	.170	30.27	143	880908	2300	217.50	.036	.008	30.80
108	880903	0300	885.50	.158	.140	30.35	144	880909	0300	214.00	.035	.007	30.80
109	880903	0700	859.10	.135	.116	30.41	145	880909	0700	211.30	.035	.007	30.80
110	880903	1100	830.90	.109	.091	30.46	146	880909	1100	208.70	.035	.007	30.81
111	880903	1500	800.70	.100	.080	30.50	147	880909	1500	207.00	.035	.007	30.81
112	880903	1900	728.00	.099	.072	30.53	148	880909	1900	206.20	.038	.008	30.81
113	880903	2300	636.80	.090	.057	30.57	149	880909	2300	204.50	.036	.007	30.82
114	880904	0300	573.70	.075	.043	30.59	150	880910	0300	202.70	.035	.007	30.82
115	880904	0700	532.50	.064	.034	30.61	151	880910	0700	201.20	.035	.007	30.82
116	880904	1100	495.00	.056	.028	30.62	152	880910	1100	198.70	.035	.007	30.83
117	880904	1500	463.90	.054	.025	30.64	153	880910	1500	195.80	.036	.007	30.83
118	880904	1900	435.10	.050	.022	30.65	154	880910	1900	193.40	.037	.007	30.83
119	880904	2300	408.70	.059	.024	30.66	155	880910	2300	192.30	.038	.007	30.84
120	880905	0300	381.10	.050	.019	30.67	156	880911	0300	190.40	.039	.007	30.84
121	880905	0700	360.80	.050	.018	30.68	157	880911	0700	188.20	.039	.007	30.85
122	880905	1100	347.20	.050	.017	30.69	158	880911	1100	187.30	.039	.007	30.85
123	880905	1500	337.50	.048	.016	30.69	159	880911	1500	186.80	.039	.007	30.85
124	880905	1900	328.30	.047	.015	30.70	160	880911	1900	186.20	.038	.007	30.86
125	880905	2300	319.30	.045	.014	30.71	161	880911	2300	186.60	.039	.007	30.86
126	880906	0300	311.10	.045	.014	30.72	162	880912	0300	186.70	.039	.007	30.86
127	880906	0700	305.40	.043	.013	30.72	163	880912	0700	186.30	.040	.007	30.87
128	880906	1100	299.00	.041	.012	30.73	164	880912	1100	185.90	.040	.007	30.87
129	880906	1500	292.20	.041	.012	30.73	165	880912	1500	186.10	.039	.007	30.87
130	880906	1900	283.80	.039	.011	30.74	166	880912	1900	186.70	.040	.007	30.88
13	880906	2300	275.70	.040	.011	30.74	167	880912	2300	187.70	.039	.007	30.88
13	880907	0300	268.60	.039	.010	30.75	168	880913	0300	227.50	.040	.009	30.88
13	88090	7 0700	261.90	.038	.010	30.75	169	880913	0700	404.10	.040	.016	30.89
13	88090	7 1100	255.90	.038	.010	30.76	170	880913	1100	500.70	.042	.021	30,90
13	88090	7 1500	251.60	.038	.010	30.76	171	880913	1400	545.50	.041	.022	30.91
13	88090	7 1900	246.40	.037	.009	30.77							

Tabelle 29, Fortsetzung: Markierungsversuch, Kaskadenfall

Entnahmestelle :	KASKADENFALL		
Tracer :	URANIN		
Menge (kg¦keq) :	3.000		
Zeitangaben :	MEZ		
Untergrund	.000 mg/m3	C*q Meximum	17.037 mg/s
		h mach Injektion	279.50
Injektion am	880809 1730	âm ·	880821 0900
Distanz (m)	5425.00	C*q Schwerpunkt	3.959 mg/s
		h nach Injektion	299.08
Integrationsbeginn am	880818 1700	8.8	880822 0435
Integrationsende am	880913 1400		
Integrationsdauer (h)	621.00	C*q Wiederausbr. 25% am	880822 0430
		h nach Injektion	299.00
Erstes Auftreten am	880818 1700		
h mach Injektion	215.50	Geschwindigkeiten (m/h)	
		Erstes Auftreten	25.174
C Maximum	16.852 mg/m3	C Maximum	19.410
h mach Injektion	279.50	C Schwerpunkt	17.567
am	880821 0900	C*q Maximum	19.410
		C*q Schwerpunkt	18.139
C Schwerpunkt	3.154 mg/m3	C*q Summe = 25 %	18.140
h nach Injektion	308.82	***********************	
am	880822 1419		

Tabelle 30: Markierungsversuch, Mixnitzbach/Klammausgang Brücke 1

URANIN

Entnahmestelle: MIXNITZBACH/KLAMMAUSGANG-BRÜCKE 1

Tracer

	0.0		
Menge (kg¦keq) :	3.000		
Zeitangaben :	MEZ		
		C*q Maximum	1.096 mg/s
Untergrund	.000 mg/m3	h nach Injektion	275.50
••••	•••••	am	880821 0500
•	880809 1730		
•••••		C*q Schwerpunkt	.167 mg/s
Distanz (m)	5200.00	h nach Injektion	294.36
		âm	880821 2351
Integrationsbeginn am	880817 0200		
Integrationsende am	880913 1400		
Integrationsdauer (h)	660.00	Geschwindigkeiten (m/h)	
		Erstes Auftreten	28.969
Erstes Auftreten am	880817 0500	C Maximum	19.512
h mach Injektion	179.50	C Schwerpunkt	19.302
		C*q Maximum	18.875
C Maximum	9.150 mg/m3	C*q Schwerpunkt	17.666
h mach Injektion	266.50		
ап	880820 2000		
C Schwerpunkt	2.664 mg/m3		
h mach Injektion	269.40		
am	880820 2254		

Tabelle 30, Fortsetzung: Markierungsversuch, Mixnitzbach/Klammausgang Brücke 1

Entnahmestelle : MIXNITZBACH/KLAMMAUSGANG-BRÜCKE 1

Tracer : Menge (kg¦keq) : URANIN 3.000

Menge (kg;keq): 3.000
Zeitangaben: MEZ

Nr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	sum	Mr.	Datum	Uhrz	Abf luß	Konz.	Fracht	SUM
	yymmdd		1/s	mg/m3	mg/s	4	У.	ymmdd	hhmm	1/s	mg/m3	mg/s	k
	880817		30.40	.000	.000	.00	45	880822	1200	310.00	.523	.162	2.68
2	880817	0500	30.40	.008	.000	.00	46	880822	1500	250.00	.442	.111	2.73
3	880817	0800	30.40	.008	.000	.00	47	880822	1800	220.00	.302	.066	2.76
4	880817	1100	30.40	.023	.001	.00	48	88082	2100	200.00	.263	.053	2.78
5	880817	1400	30.40	.015	.000	.00			2 2400	180.00	. 254	.046	2.80
	880817		30.40	.028	.001	.00			3 0300	170.00	.229	.039	2.82
	880817		30.40	.067	.002	.00			3 0600	150.00	.217	.033	2.83
	880817		30.40	.172	.005	.00			0900	130.00	.209 .202	.027 .024	2.84
	880818		30.40	.130	.004	.00			3 1200 3 1500	120.00 157.50	.177	.024	2.86
	880818 880818		30.40 30.40	.432 .595	.013 .018	.01			3 1700	170.00	.138	.023	2.87
	880818		30.40	.757	.023	.02			3 2000	110.00	.166	.018	2.87
	880818		30.40	.967	.029	.03			3 2300	100.00	.169	.017	2.88
	880818		30.40	1.260	.038	.04	_		4 0200	100.00	.150	.015	2.89
	880818		30.40	1.602	.049	.06	59	88082	4 0500	100.00	. 156	.016	2.89
	880818		30.40	2.122	.065	.08	60	88082	4 0800	100.00	.158	.016	2.90
17	880819	0200	30.40	2.532	.077	.10	61	88082	4 1100	100.00	.142	.014	2.90
18	880819	0500	30.40	3.024	.092	.13	62	88082	4 1400	100.00	.116	.012	2.91
19	880819	0800	30.40	3.452	.105	.17	63	88082	4 1700	100.00	.112	.011	2.91
20	880819	1100	30.40	4.044	.123	.21	64	88082	4 2000	100.00	.095	.010	2.91
21	880819	1400	30.40	4.657	.142	.26			4 2300	100.00	. 103	.010	2.92
	880819		30.40	5.340	.162	.31			5 0200	100.00	.098	.010	2.92
	880819		32.40	5.786	.187	.38			5 0500	100.00	.105	.010	2.93
-	880819		33.00	3.529	.116	.43			5 0800 5 1100	97.00 97.00	.108	.010	2.93
	880820 880820		33.00 33.50	6.632 7.229	.219 .242	.49 .57			5 1500	97.00	.083	.008	2.94
	880820		33.00	7.649	.252	.66			5 1900	105.00	.089	.009	2.94
	880820		32.40	8.310	.269	.76			5 2300	97.00	.083	.008	2.95
	880820		31.00	8.550	.265	.85			6 0300	95.00	.096	.009	2.95
	880820		32.00	8.730	.279	.95	74	88082	6 0700	95.00	.090	.009	2.95
31	880820	2000	35.00	9.150	.320	1.06	75	88082	6 1100	90.00	.080	.007	2.96
32	880820	2300	100.00	7.830	.783	1.26	76	88082	6 1500	85.00	.069	.006	2.96
33	880821	0200	220.00	1.540	.339	1.53			6 1900	70.00	.063	.004	2.96
34	88082	0500	540.00	2.030	1.096	1.78			6 2300	65.00	.060	.004	2.96
35	88082	0800	815.90	. 296	.242	2.06			7 0300	60.00	.054	.003	2.97
	88082		560.00	.589	.330	2.10			7 0700	60.00	.055	.003	2.97
	88082		420.00	.560	.235	2.20			7 1100	60.00	.054	.003	2.97
	88082		350.00	.551	.193	2.28			7 1500	60.00 57.00	.056 .232	.003	2.97 3.00
	88082		280.00	.542	.152	2.34			28 1500 31 1545	56.50	.020	.013	3.06
	0 88082 1 88082		250.00 220.00	.614 .492	.108	2.44			2 1715	188.40	.000	.000	3.07
	2 88082 2 88082		210.00	.410	.086	2.48	86		6 1120	130.60	,024	.003	3.09
	2 88082 3 88082		620.00	.417	.259	2.54			9 1730	97.00	.018	.002	3.11
	4 88082		420.00	.448	.188	2.62			3 1400	449.00	.020	.009	3.17
•													

Tabelle 31: Einzugsgebietsfläche Kaskadenfall

MONAT	KASK	MIXB MQ(1/s)	MIXB Mq(1/skm²)	KASK Fläche
4.87		670	51,54	
5.87	651	391	30,08	21,6
6.87	264	188	14,46	18,3
7.87	319	366	28,15	11,3
8.87	344	280	21,54	16,0
9.87	187	158	12,15	15,4
10.87	192	156	12,00	16,0
11.87	179	117	9,00	19.9
12.87	277	189	14,54	19.1
1.88	137	102	7,85	17,5
2.88	101	74	5,69	17.7
3.88	113	65	5,00	22,6
4.88	527	416	32,00	16,5
5.88	305	153	11,77	25,9
6.88	459	341	26,23	17,5
7.88	199	118	9,08	21,9
8.88	203	112	8,62	23,6
9.88	341	209	16,08	21,2
HAXIMUH				25,9
MINIMUM				11,3
HITTELWE	RT			18,9
STANDARD	ABWEICH	UNG		3,48

Erklärungen siehe Text

Tabelle 32: Errechneter Gesamtabfluβ von Mixnitzbach und Kaskadenfall bei einer mittleren Verlustwassermenge von 40 l/s

MONAT		MIX MIX MQ [1/:		MQ	GESAMT Mq	hA	TURC NS v	HAUDE erfüg
1.87		*		*	*		*	•
2.87		*	*	*	*		*	*
3.87		*		*	*	*	*	*
4.87		*	*	*		*		*
5.87	651	391	351	1002	33,57	89,9	89,1	92,7
6.87	264	188	148	412	13,80	35,8	37,3	33,4
7.87	319	366	326	645	21,61	57,9	155,2	159,0
8.87	344	280	240	584	19,56	52,4	67,2	74,9
9.87	187	158	118	305	10,22	26,5	36,6	38,7
10.87	192	156	116	308	10,32	27,6	45,2	63,4
11.87	179	117	77	256	8,58	22,2	32,4	45,2
12.87	277	189	149	426	14,27	38,2	6.6	12,4
1.88	137	102	62	199	6,67	17,9	12.0	17,8
2.88	101	74	34	135	4,52	11,3	26,5	29,5
3.88	113	65	25	138	4,62	12,4	16,0	15,3
4.88	527	416	376	903	30,25	78,4	16,5	8,7
5.88	305	153	113	418	14,00	37,5	57,5	58,3
6.88	459	341	301	760	25,46	66,0	92,2	96,8
7.88	199	118	78	277	9,28	24,9	33,8	26,7
8.88	203	112	72	275	9,21	24,7	66,7	68,4
9.88	341	209	169	510	17,09	44,3	77,1	85,1
10.88		*	*		•	*	*	
11.88		*	*	*	•	*	•	*
12.88	*	*	•	*	*	•	+	*
X87-IX8	8 252,	8 171,	131,0	383,6	3 12,9	405,4	482,6	527,6
Abf luß-	4		1				84.0	76,8
	S (Teic	halm)				49,8	53,3	58,3

Alle Schüttungeangaben Monatsmittel

KASK Schüttung Kaskadenfall

MIX Schüttung des Mixmitzbachs beim Pegel Teichalm

MIX-Rest Schüttung des Mixmitzbachs vor Einmündung des Kaskadenfalls

bei einer angenommenen Verlustwassermenge von 40 1/s

GESAMT Schüttung MIX-Rest plus Kaskadenfall

Den verfügbaren Niederschlagsmengen liegen die Niederschlagsmessungen der Station Teichalm zugrunde. Weitere Erklärungen siehe Text.

Tabelle 33: Abfluβkennzahlen Tymauerbach

TYR	NAU 38		TYRN	AU KEHRE	
Datum	0 [1/s] [1	q /s.km²]	Datum	0 [1/s] [1	q /s.km²]
16.6.87 21.7.87 26.7.87 29.7.87 19.8.87 14.10.87 3.11.87 15.12.87 7.11.88 12.1.88 15.1.88 9.2.88 3.3.88 28.3.88 5.4.88 11.5.88 25.4.88 11.5.88 25.4.88 11.5.88 22.6.88 6.7.88 12.7.88 20.7.88 20.7.88 21.8.88 28.9.88	57,9 40,1 213,7 68,6 485,2 6,8 32,8 48,5 40,1 68,2 31,6 22,1 31,6 22,1 31,6 22,1 31,6 18,2 129,3 223,8 78,2 31,6 59,1 59,1 59,1 59,1 43,8 31,6 18,2 12,0 12,0 78,2 37,3	3.5 2.4 12.9 4.3 29.4 29.4 1.3 1.9 1.9 1.3 1.9 1.6 5.4 1.7 7.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7 1.7	16.6.87 21.7.87 26.7.87 29.7.87 19.8.87 14.10.87 3.11.87 15.12.87 7.1.88 12.1.88 15.1.88 9.2.88 3.3.88 28.3.88 30.3.88 24.4.88 14.4.88 25.4.88 12.5.88 25.4.88 12.6.88 13.6.88 22.6.88 12.7.88 20.7.88 20.7.88 20.7.88 20.7.88 20.7.88 21.8.88 27.9.88	52,1 159,3 240,8 59,5 159,5 32,6 52,1 59,5 38,6 60,8 35,7 25,1 35,7 90,8 107,4 90,8 75,2 35,7 60,8 276,0 125,1 75,2 75,2 60,8 47,6 90,8 125,1 90,8	9,2 28,2 42,7 10,5 28,8 9,5 6,8 10,8 4,5 6,3 16,1 19,0 113,3 10,8 48,9 22,3 13,8 48,1 22,2 16,1
VI87-IX88 MITTEL MAX MIN STABW ANZAHL	93,5 599,8 6,8 129,31	5,6 36,2 0,4 7,81 31		84.7 276,0 25,1 57,19	15.0 48.9 4.5 10.14
X87-IX88 MITTEL MAX MIN STABW hA/Jahr ANZAHL	78,2 599,8 6,8 114,29	4.7 36.2 0.4 6,90 148,9 26		75.2 276.0 25.1 48.77 420.4 26	13,3 48,9 4,5 8,65 420,4 26

Die Abflußmesstelle TYRNAU 38 befindet sich 1 km SW' der Ortschaft Tyrnau; TYRNAU KEHRE bei der Kehre der Landesstraße auf die Nechnitz.

Das orographische Einzugsgebiet bis zur Kehre beträgt 5,64 km², bis Tyrnau 38 beträgt es 16,56 km².

Tabelle 34: Quellaufnahme; mg-Werte

Quelle Datum	Höhe Typ m ū.A.	Q LF 1/s μS/cm	T pH	GH *dH	Ca Mg mg	HC03 Σ /1	Verhā 11 <u>Ca</u> Mg	tn1s Ca+Mg HCO3
M 007 31.8.87 M 009 31.8.87 M 010 1.9.87 M 011 1.9.87 M 016 2.9.87 M 026 2.9.87 M 027 2.9.87 M 035 14.9.87 M 041 14.9.87 M 088 25.8.87	895 Schutt 1225 Brunnen 1215 Brunnen 1190 gefaßt 1210 Schutt 1195 Schutt 1330 Schicht	0.15 581 0.25 470 * 418 * 326 0.50 447 0.70 442 0.30 408 7.00 377 2,50 283 17,00 355	8,6 7,70 8,0 7,60 8,9 7,30 8,4 7,50 8,1 7,50 7,4 7,50 6,9 7,70 6,1 7,50 6,2 7,50 7,9 7,70	14,0 12,0 9,0 12,0 13,0 12,0 11,0 9,0	92,0 17,9 98,0 1,2 84,0 1,0 64,0 0,2 62,0 14,4 74,0 11,5 67,0 11,4 72,0 4,0 56,0 5,0 68,0 2,1	287,7 397,5 239,7 338,9 209,2 294,2 174,3 238,5 228,8 305,2 239,7 325,2 224,5 302,8 204,8 280,8 152,5 213,6 183,1 253,1	5,14 80,64 80,64 368,65 4,30 6,46 5,89 18,03 11,12 32,64	0,38 0,41 0,41 0,37 0,33 0,36 0,35 0,37 0,40 0,38
T 003 21.9.87 T 008 21.9.87 T 012 21.9.87 T 013 21.9.87 T 022 21.9.87 T 026 18.9.87 T 028 18.9.87 T 033 18.9.87 T 038 18.9.87 T 035 17.9.87 T 054 22.9.87 T 057 22.9.87 T 057 22.9.87 T 103 23.9.87 T 103 23.9.87 T 112 23.9.87	765 Schutt 845 Kluft 830 Schutt 840 Schutt 820 Kluft 910 Schutt 1020 Schutt 1070 Schutt 1145 Schutt 1065 Kluft 1235 Schicht 1235 Schicht 895 Schicht 660 Schicht 635 Schutt	0,50 479 0,60 505 0,50 512 0,30 458 0,40 389 0,50 438 0,40 446 0,40 473 0,10 501 1,60 403 0,20 351 0,60 409 1,90 420 0,20 542 1,00 475 0,50 415	8,9 8,10 7,2 7,80 7,4 7,80 7,2 7,90 7,3 7,50 7,1 7,50 7,7 8,00 6,7 8,10 8,4 8,00 8,9 8,00 7,0 7,50 7,4 7,80 7,2 7,80 7,5 7,70 10,7 7,70 9,7 7,70	14,0 14,5 13,0 10,5 12,0 13,0 13,0 13,0	78,0 9,0 91,0 5,5 02,0 1,0 82,0 6,6 82,0 6,6 61,0 19,4 62,0 23,1 62,0 14,4 452,0 20,5 62,0 10,1 62,0 27,4 69,0 6,1 90,0 6,1	235,4 322,4 274,6 371,0 272,4 375,4 193,9 267,8 228,8 308,8 233,2 314,3 244,1 321,7 224,5 304,8 252,8 337,9 217,9 294,3 161,3 218,4 209,2 281,7 204,8 276,9 278,9 368,4 220,1 303,2 204,8 300,9	8,64 16,64 106,82 12,43 39,50 7,94 3,47 2,29 3,15 2,69 4,30 4,14 2,54 6,16 2,26 4,50	0,37 0,35 0,38 0,36 0,35 0,35 0,35 0,36 0,35 0,35 0,35 0,35

Tabelle 35: Typisierung der Einzugsgebiete, reduzierte c(eq) - Werte

Quelle Datum	рН	LF µS	GH c(eq) [mmol/1] orig red	HCO3 c(eq) [mmo1/1] orig red	Ca c(eq) [mmol/1] orig red	Mg c(eq) [mmol/1] orig red	Ca/Mg	Ca Mg c(eq)%
KALK M 009 31.8.87 M 010 1.9.87 M 011 1.9.87 M 035 14.9.87 M 041 14.9.87 M 088 25.8.87 T 008 21.9.87 T 012 21.9.87 T 013 21.9.87 T 022 21.9.87 T 0F 11.12.87	7,6 7,3 7,5 7,5 7,5 7,7 7,8 7,8 7,9 7,5 ng	470 418 326 377 283 355 505 512 458 389 415	5,00 3,84 4,29 3,63 3,21 3,45 3,93 3,67 3,21 3,86 3,57 3,52 5,00 3,50 5,18 3,61 4,64 3,60 3,75 3,37 5,00 4,37	3,93 2,96 3,43 2,88 2,86 3,05 3,36 3,14 2,50 3,04 3,00 2,96 4,50 3,25 4,46 3,16 4,04 3,16 3,18 2,86 3,36 2,83	4,90 3,76 4,20 3,55 3,20 3,43 3,60 3,36 2,80 3,36 3,40 3,35 4,55 3,18 5,10 3,56 4,10 3,18 3,60 3,24 4,50 3,93	0,10 0,08 0,09 0,07 0,01 0,02 0,33 0,31 0,41 0,50 0,17 0,17 0,45 0,31 0,08 0,05 0,54 0,42 0,15 0,13 0,50 0,44	49,00 49,00 224,00 10,96 6,76 19,83 10,11 64,91 7,55 24,00 9,00	98,0 2,0 98,0 2,0 99,6 0,4 91,6 8,4 87,1 12,9 95,2 4,8 91,0 9,0 98,5 1,5 88,3 11,7 96,0 4,0 90,0 10,0
MAXIMUM MINIMUM	7,9 7,3	512 283	5,18 4,37 3,21 3,37	4,50 3,25 2,50 2,83	5,10 3,93 2,80 3,18	0,54 0,50 0,01 0,02	224,00 6,76	99,6 12,9 87,1 0,4
DOLOMIT T 028 18.9.87 T 033 18.9.87 T 038 18.9.87 T 045 17.9.87 T 063 22.9.87 T 109 24.9.87	8,0 8,1 8,0 8,0 7,8 7,7	446 473 458 501 409 542	4,64 3,71 4,64 3,45 4,64 3,60 5,00 3,54 4,29 3,71 5,36 3,50	3,82 3,05 4,00 3,01 3,68 2,81 4,14 2,92 3,43 2,95 4,57 3,02	3,15 2,52 2,70 2,01 3,05 2,36 3,10 2,19 2,60 2,25 3,10 2,02	1,49 1,19 1,94 1,44 1,59 1,23 1,90 1,34 1,69 1,46 2,26 1,47	2,11 1,39 1,91 1,63 1,54 1,37	67,8 32,2 58,2 41,8 65,7 34,3 62,0 38,0 60,7 39,3 57,9 42,1
MAXIMUM MINIMUM	8,1 7,7	542 409	5,36 3,71 4,29 3,45	4,57 3,05 3,43 2,81	3,15 2,52 2,60 2,01	2,26 1,47 1,49 1,19	2,11 1,37	67,8 42,1 57,9 32,2
KALK/DOLOMIT M 007 31.8.87 M 016 2.9.87 M 026 2.9.87 M 027 2.9.87 T 003 21.9.87 T 026 18.9.87 T 054 22.9.87 T 054 22.9.87 T 103 23.9.87 T 103 23.9.87	7,7 7,5 7,5 7,7 8,1 7,5 7,5 7,7	581 447 442 408 479 438 403 351 420 475	6,07 3,84 4,29 3,35 4,64 3,75 4,29 3,72 4,64 3,39 4,29 3,43 4,29 3,43 4,29 3,77 3,21 3,20 3,93 3,25 4,64 3,43	3,86 2,82 3,75 3,04 3,57 3,14 2,64 2,63 3,36 2,79	4,60 2,91 3,10 2,42 3,70 2,99 3,35 2,91 3,90 2,85 3,55 2,84 3,10 2,73 2,30 2,29 3,10 2,57 3,40 2,51	1,47 0,93 1,19 0,93 0,94 0,76 0,94 0,81 0,74 0,59 1,19 1,04 0,91 0,91 0,83 0,69 1,24 0,92	3,13 2,61 3,92 3,58 5,25 4,83 2,61 2,52 3,74 2,74	75,8 24,2 72,3 27,7 79,7 20,3 78,2 21,8 84,0 16,0 82,8 17,2 72,3 27,7 71,6 28,4 78,9 21,1 73,2 26,8
MAXIMUM MINIMUM	8,1 7,5	581 351	6,07 3,84 3,21 3,20		4,60 2,99 2,30 2,29	1,47 1,04 0,74 0,54	5,25 2,52	84,0 28,4 71,6 16,0

Erklärungen: orig

titrierte Werte

red

mittels linearer Regression auf 350 $\mu\text{S/cm}$ reduzierte Werte

Tabelle 36: Jahresbeobachtung; mg-Werte

Probe	Datum	Hōhe m ū.A		Q 1/s	Т •С µ	LF S/cm	рН	GH °dH	Ca [mg	Mg /1]	HCO3	SO4 [mg/1]	с١	Summe [mg/l]
L 101 L 101 L 101	2.3.88 14.4.88 15.8.88	970	Schutt	0,1 0,4 0,1	5,5 5,4 5,8	419 415 421	7,45 7,35 7,45	12,7 12,5 13,1	80,28 81,42 81,34	6,30 5,04 7,50	230,53 225,43 236,41	35,00 19,72 6,00	0,73 13,46 24,43	352,84 345,08 355,68
M 027 M 027 M 027	2.3.88 14.4.88 15.8.88	1210	Schutt	0,2 25,0 8,0	5,2 6,2 6,7	379 406 407	7,50 7,65 7,95	12,1 12,9 12,7	61,00 69,78 67,80	15,32 13,71 14,05	233,61 262,11 252,55	17,00 ng 3,00	3,81 14,58 12,08	330,74 360,18 349,48
M 035 M 035 M 035	2.3.86 14.4.88 15.8.88	1195	Schutt	3,0 15,0 7,0	5,7 5,8 6,5	380 384 391	7,45 7,50 7,55	11,9 11,8 11,3	64,03 66,15 65,01	12,70 10,95 9,51	238,17 237,51 235,45	14,00 ng ng	1,88 15,16 7,12	330,78 329,77 317,08
M 088 M 088 M 088	2.3.88 14.4.88 15.8.88	550	Karst	80,6 707,0 86,5	7,5 7,2 7,9	380 341 365	7,75 7,50 7,90	12,3 10,2 10,7	67,31 64,75 66,85	12,46 5,17 5,83	224,55 190,72 213,52	32,00 13,76 9,58	1,04 6,77 4,50	337,36 281,17 300,28
M Br M Br M Br	2.3.86 14.4.88 15.8.88	560	Bach	10,0 675,0 30,4		344 352 363	8,00 8,35 7,75	10,8 11,5 11,5	57,31 62,22 60,24	12,31 12,25 13,19	196,32 223,83 207,73	ng 11,01 23,00	ng 6,00 7,27	265,95 315,32 311,43
н т м т м т	2.3.88 14.4.88 15.8.88	1170	Bach	58,9 539,0 47,1	3,2	420 363 372	7,80 7,75 8,40	13,3 11,7 11,4	69,30 63,61 57,01	15,88 12,02 14,83	267,00 228,06 238,28	ng 6,00 ng	ng 10,23 8,81	352,17 319,92 318,93
T 026 T 026 T 026	3.3.88 14.4.88 15.8.88	910	Schutt	0,2 2,0 0,3	5,8	413 409 426	7,95 7,65 7,70	13,2 12,9 13,9	69,72 69,68 70,42	14,95 13,54 17,54	242,67 241,46 251,78	27,02 15,00 22,00	3,46 11,31 12,96	357,82 350,99 374,71
T 103 T 103 T 103	3.3.88 14.4.88 15.8.88	895	Sch 1cht	1,0 16,0 2,5	7,5	404 383 423	7,65 7,50 7,70	12,7 11,8 12,9	63,43 60,38 61,52	16,62 14,47 18,84	221,20 208,40 223,61	42,00 20,67 17,98	1,31 9,54 11,89	344,55 313,46 333,84
T 109 T 109 T 109	3.3.88 14.4.88 15.8.88	660	Schicht	ng ng ng	3,8 5,5 16,2	491 504 547	8,00 8,00 7,70	15,8 16,0 16,8	54,29 58,18 62,22	35,65 34,29 35,03	283,47 292,53 312,17	41,55 32,00 37,59	3,62 9,39 6,85	418,58 426,39 453,86
T OF T OF T OF	3.3.88 14.4.88 15.8.88	585	gefaβt	0,2 1,0 0,5	6,4	423	7,50 7,50 7,55	13,0 13,4 12,1		16,25 16,25 12,62	223,01 201,26 210,11	46,00 38,02 38,90	1,12 6,39 1,85	352,73 330,72 329,02
W 003 W 003	14.4.88	630	gefaβt	0,5 5,0 5,0	5,9	374	7,50 7,45 7,35	12,5 11,3 12,9	65,57 61,08 69,30	14,49 11,85 13,76	209,01 193,58 219,30	39,00 ng 9,00	7,50 30,35 28,93	335,57 296,86 340,29

Tabelle 37: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, September 1987

Probe	Datum	Zeit	Q 1/s	LF µS/cm	T °C	рН	GH	Ca c(Mg eq) mm	HCO3 ю1/1	Σ	<u>Ca</u> Mg	Ca+Mg HCO3	Ca c(e	Mg q)%
M 88 M 88 M 88 M 88 M 88 M 88 M 88 M 88	25.8.87 6.9.87 6.9.87 6.9.87 6.9.87 7.9.87 7.9.87 8.9.87 14.10.87	11:20 15:00 17:10 21:50 12:05 19:30 11:05 12:00	247,0 174,0 180,0 295,0 469,0 359,0 316,0 268,0 154,0		7,9 7,9 7,8 7,7 7,8 7,9 8,0 8,0	7,70 7,90 7,80 7,80 7,80 7,80 7,80 7,80 7,80	3,56 3,92 3,92 3,92 3,92 3,56 3,56 3,56 3,56	3,39 3,39 3,49 3,39 3,39 3,39 3,39 3,22	0,17 0,53 0,53 0,43 0,53 0,17 0,17 0,17	3,00 3,04 3,21 3,21 3,25 3,18 3,21 3,07 3,63	6,56 6,96 7,13 7,13 7,17 6,74 6,77 6,63 7,62	19,94 6,40 6,40 8,12 6,40 19,94 19,94 4,17	1,29 1,22 1,22 1,21 1,12 1,11	95,22 86,48 86,48 89,03 86,48 95,22 95,22 95,22 80,65	4,78 13,52 13,52 10,97 13,52 4,78 4,78 4,78 19,35

Tabelle 38: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, Oktober 1987

Probe	Datum	Zeit	Q 1/s	LF µS/cm	T •C	рН	GH	Ca	Mg c(eq)	HC03	Σ	<u>Ca</u> Mg	Ca+Mg HCO3	Ca c(e	Mg q)%
M 88 M 88	14.10.87 28.10.87 28.10.87 29.10.87 3.11.87	12:00 9:40 16:00 11:45 10:20	366,0 417,0 324,0	361	8,0g 8,1g 8,0g		4,02 3,90 3,95	3,36 3,31 3,33	0,66 0,60 0,63	3,49 3,42 3,47	7,51 7,33 7,42	5,10 5,55 5,31			16,38 15,27 15,86

Tabelle 39: Ereignisbeobachtung Kaskadenfall, August 1988

Probe	Datum	Q 1/s μ	LF S/cm	•C	рH	GH	Ca c(Mg eq) mm	HC03 to 1/1	Į	<u>Ca</u> Mg	Ca+Mq HCO3	Ca c(e	Mg q)%
H 88 H 88 H 88 H 88 H 88 H 88 H 88 H 88	11.8.88 12.8.88 14.8.88 15.8.88 16.8.88 21.8.88 23.8.88 28.8.88 31.8.88	111,0 104,0 86,5 104,0 75,0 514,0 200,0 167.0	365 360 360 365 362 361 336 342 345	7,8 7,8 7,9 7,9 7,9 8,1 7,9 7,9	7,85 7,95 7,90 7,90 7,90 7,70 7,70 7,70 7,85	3,92 3,93 3,82 3,92 3,92 3,74 3,74	3,59 3,64 3,70 3,34 3,64 3,74 3,54 3,59 3,59	0,33 0,28 0,23 0,48 0,28 0,18 0,20 0,15	3,64 3,46 3,21 3,50 3,07 3,21 2,82 2,96 3,00	7,56 7,38 7,14 7,64 6,99 7,13 6,56 6,70 6,74	10,88 13,00 16,09 6,95 13,00 20,78 17,70 23,93 23,93	1,08 1,13 1,22 1,09 1,28 1,22 1,33 1,26 1,25	91,58 92,86 94,15 87,42 92,86 95,41 94,65 95,99 95,99	8,42 7,14 5,85 12,58 7,14 4,59 5,35 4,01 4,01

Tabelle 40: Isotopendaten Kaskadenfall, 6. - 9. September 1987

DATUM	7F1T S	TUNDEN	KASKA[8180	DENFALL DATUM	7F1T S	TUNDEN	8180
O/TIOIT		TOMBEN	0100	DATOIT		TONDEN	0100
6.9.87	11:20	5,3	-11,01	6.9.87	18:50	12,8	-11,12
6.9.87	14:35	8,5	-10,89	6.9.87	19:50	13.8	-10.99
6.9.87	15:00	8,9	-10.96	6.9.87	20:20	14.3	-10.97
6.9.87	15:45	9,7	10.89	6.9.87	20:50	14.8	-11.02
6.9.87	16:15	10,2	-10,98	6.9.87	21:20	15.3	-11,02
6.9.87	16:30	10.4	-11,01	6.9.87	21:50	15.8	-11.12
6.9.87	16:50	10.8	-11.10	6.9.87	22:20	16.3	-11.03
6.9.87	17:05	11.0	-11.11	7.9.87	7:05	25.0	-11.10
6.9.87	17:20	11,3	-11.05	7.9.87	12:05	30.0	-11.02
6.9.87	17:35	11.5	-10.98	7.9.87	19:30	37.4	-11.1
6.9.87	17:50	11.8	-10,93	8.9.87	11:05	53.0	-11.0
6.9.87	18:05	12.0	-11,04	9.9.87	11:20	77.4	-11.09

STUNDEN Stunden (dezimal) ab Beginn Anstieg am Pegel/Teichalm

Tabelle 41: Isotopendaten Mixnitzbach/Klammausgang, 6. - 9. September 1987

MIXNI	TZBACH/	KLAMMAU	SGANG
DATUM	ZEIT S	TUNDEN	8180
6.9.87	11:10	5,2	-10,44
6.9.87	15:10	9,2	-10,47
6.9.87	17:30	11,5	-10,74
6.9.87	18:20	12,3	-10,86
6.9.87	20:00	14,0	-10,93
7.9.87	7:15	25,4	-10,64
7.9.87	11:55	29.9	-10.68
7.9.87	19:20	37.3	-10.60
8.9.87	10:55	52.9	-10,60
9.9.87	11:15	77.3	-10,62

STUNDEN Stunden (dezimal) ab Beginn Anstieg am Pegel/Teichalm

Tabelle 42: Isotopendaten zur Teichabsenkung, Oktober 1987

DATUM	KASKADENFAL ZEIT STUND		MIXNIT DATUM	ZBACH/PI ZEIT S		CHALM 8180
14.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 29.10.87 29.10.87 29.10.87 29.10.87 29.10.87 28.10.87 29.10.87 29.10.87 3.11.87	12:00	1-10,41 1-7 1-10,00 1-10,00 1-10,00 1-10,06 1-10,06	13.10.87 27.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 28.10.87 29.10.87 29.10.87 29.10.87 29.10.87 30.10.87 30.10.87 31.10.87	16:00 15:30 8:00 9:00 10:00 11:00 13:00 14:00 15:00 17:00 17:00 10:10 11:50 14:50 11:50 11:50 11:45	3.0 4,0 5,0 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0 11,0 14,8 27,0 29,2 30,8 32,8 34,6 54,8 126,8	-10,59 -10,37 -10,45 -10,48 -10,39 -10,48 -10,01 -10,37 -10,41 -10,40 -10,44 -10,35 -10,75 -10,51 -10,65 -10,65 -10,61 -10,81 -11,16

STUNDEN Stunden (dezimal) ab Beginn Anstieg am Pegel/Teichalm

Tabelle 43: Daten zur Isotopendauerbeobachtung

row	DATUM	KASKADE	NFALL		MIXB	/PEGE		MIXB/KLA		MIXB/ZU	
		8180	TMQ	LF	8180	TMQ	LF	8180	LF	8180	LF
1	04/25/88	-10.91	349	327	-10.99	264	390	-11.36	353	-11.17	399
2	05/12/88	-10.94	207	334	-11.24	114	390	-10.68	323	-11.29	399
3	05/25/88	-10.07	295	337	-10.88	134	382	-10.33	325	-11.24	405
4	06/13/88	-10.47	839	346	-10.65	454	398	-10.68	360	-11.08	411
5	06/22/88	-10.68	*	361	-10.92	180	409	-10.29	331	-11.16	410
6	07/06/88	-10.55	211	359	-10.84	108	392	-10.17	319	-11.05	414
7	07/20/88	-10.54	181	360	-10.33	106	393	-10.26	319	-11.11	422
8	08/03/88	-10.72	123	365	-10.25	105	384	-10.26	348	-10.90	402
9	08/15/88	-10.42	86	365	-10.34	75	372	-10.56	363	-11.04	414
10	08/31/88	-9.93	169	345	-10.33	94	389	-9.77	323	-10.71	418
11	09/13/88	-10.08	547	355	-10.33	480	404	-9.79	345	-11.50	296
12	09/28/88	-10.17	180	373	-10.92	120	430	-10.40	338	-10.77	419
13	10/11/88	-10.41	123	378	-10.80	*	415	-10.53	336	-10.98	428
14	10/27/88	-10.27	129	377	-10.88		411	-10.52	340	-10.86	422

Tabelle 44: Isotopendaten Niederschlag Tanneben

Datum	5180	Datum	8180	
12.06.85	-9.81	06.02.87	-13.47	
18.11.85	-9.89	06.03.87	-10.56	
09.01.86	-12.24	30.04.87	-7.06	
08.04.86	-13.24	10.06.87	-7.87	
05.05.86	-9.17	14.07.87	-9.18	
06.06.86	-11.07	06.08.87	-7.62	
04.07.86	-7.34	08.09.87	-6.35	
05.08.86	-6.01	10.11.87	-5.93	
02.09.86	-6.04	29.06.88	-5.97	
03.10.86	-6.18	04.07.88	-6.68	
31.10.86	-10.56	15.07.88	-5.35	

Diagramm 1: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Sep/Okt 1988

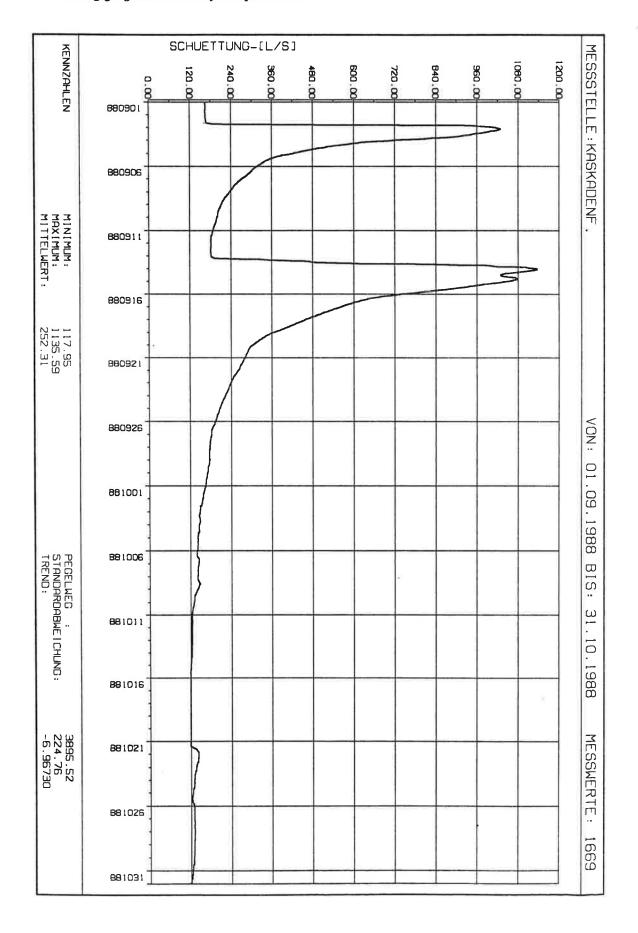


Diagramm 2: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Nov/Dez 1988

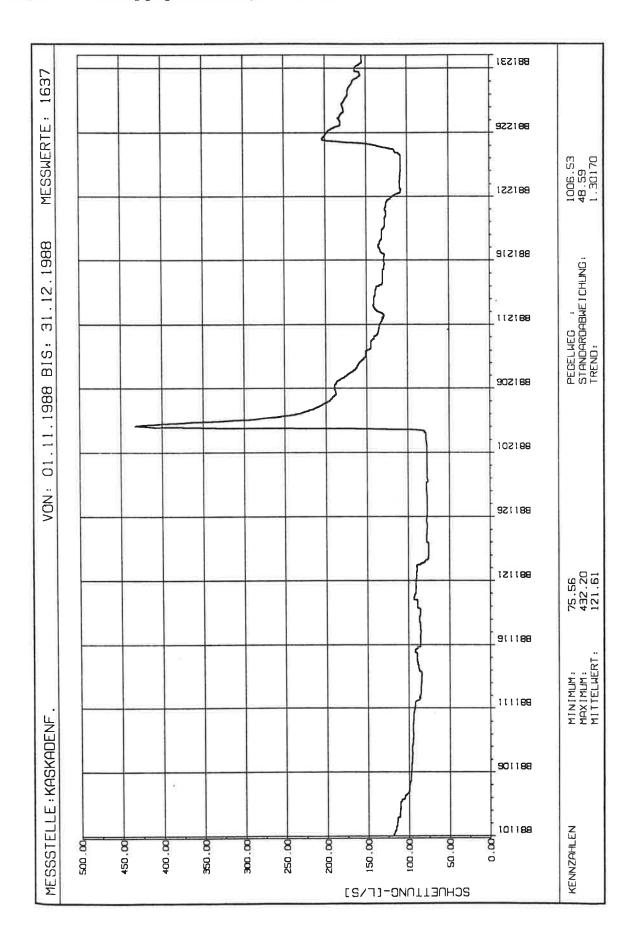


Diagramm 3: Schüttungsganglinie Kaskadenfall 1988

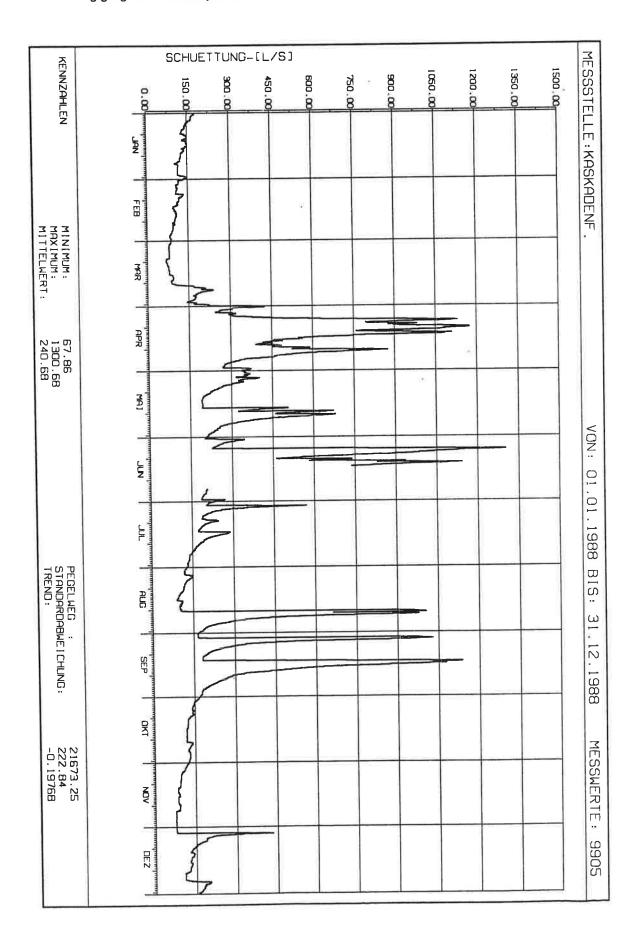


Diagramm 4: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Jan/Feb 1989

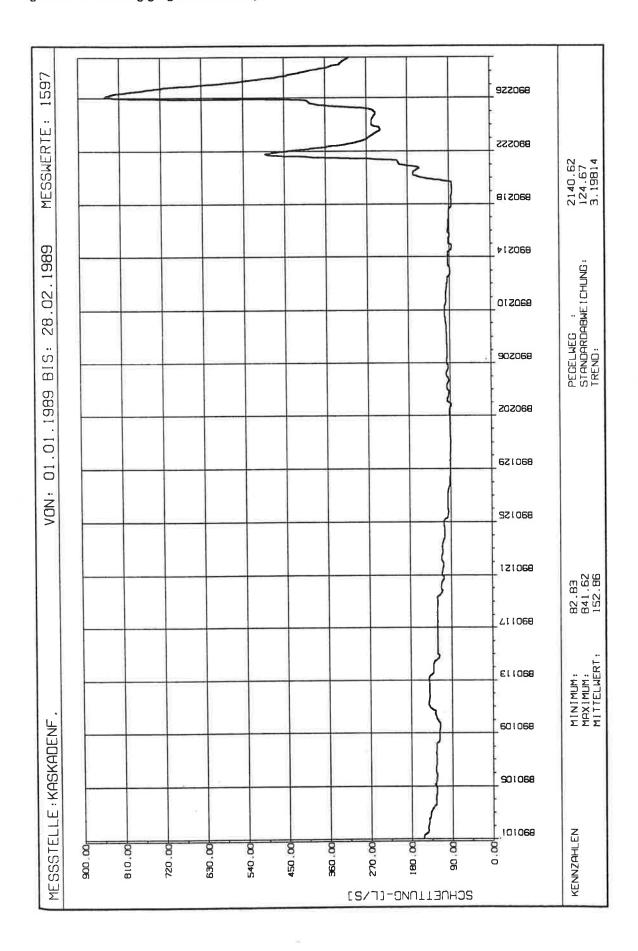


Diagramm 5: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mär/Apr 1989

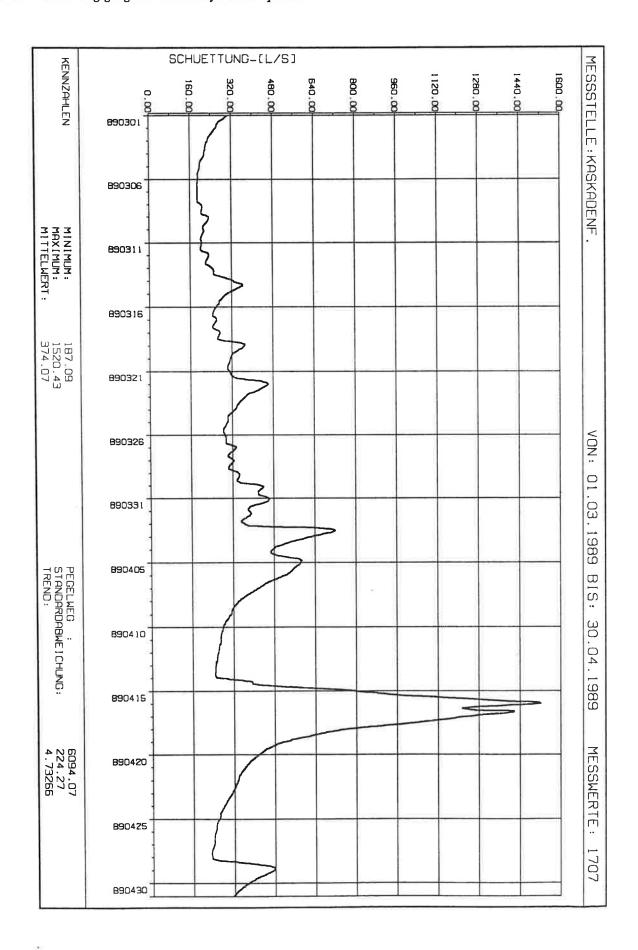


Diagramm 6: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mai/Jun 1989

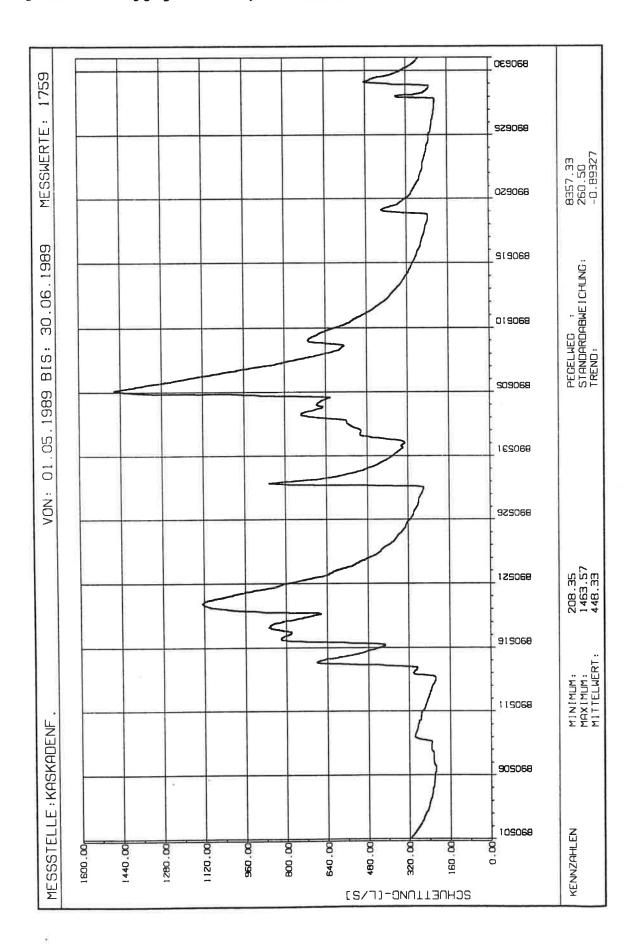


Diagramm 7: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Jul/Aug 1989

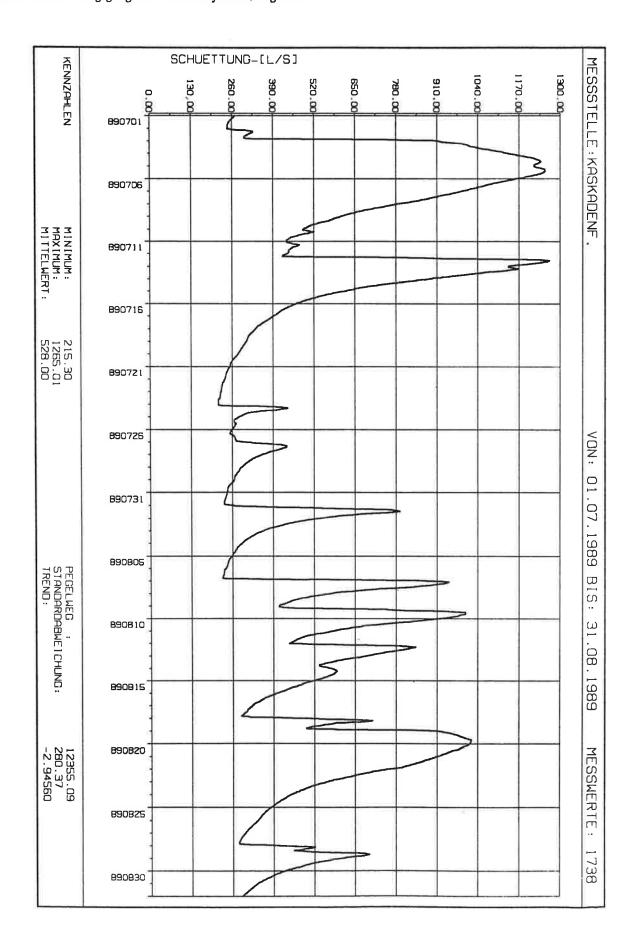


Diagramm 8: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Sep/Okt 1989

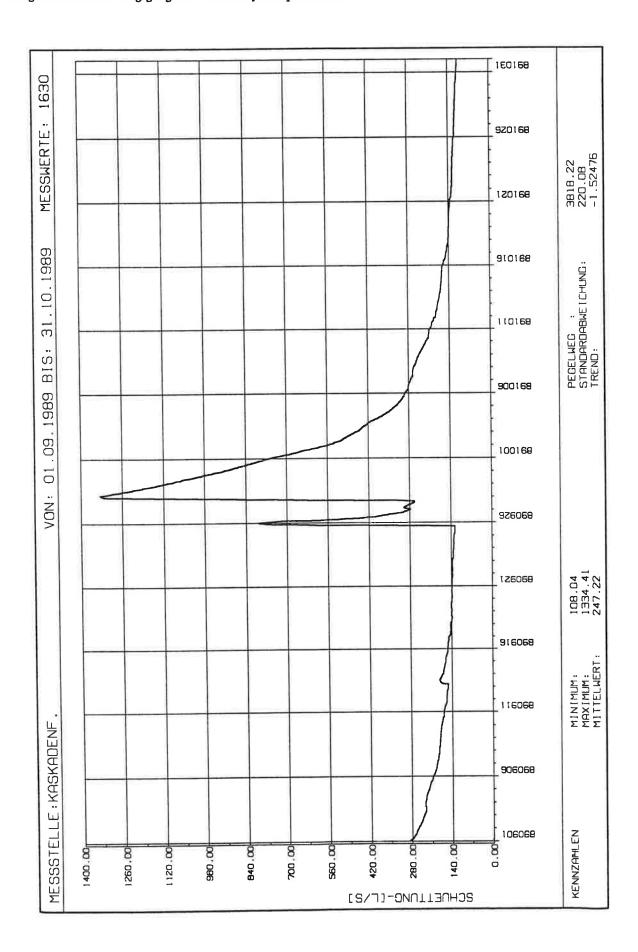


Diagramm 9: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Nov/Dez 1989

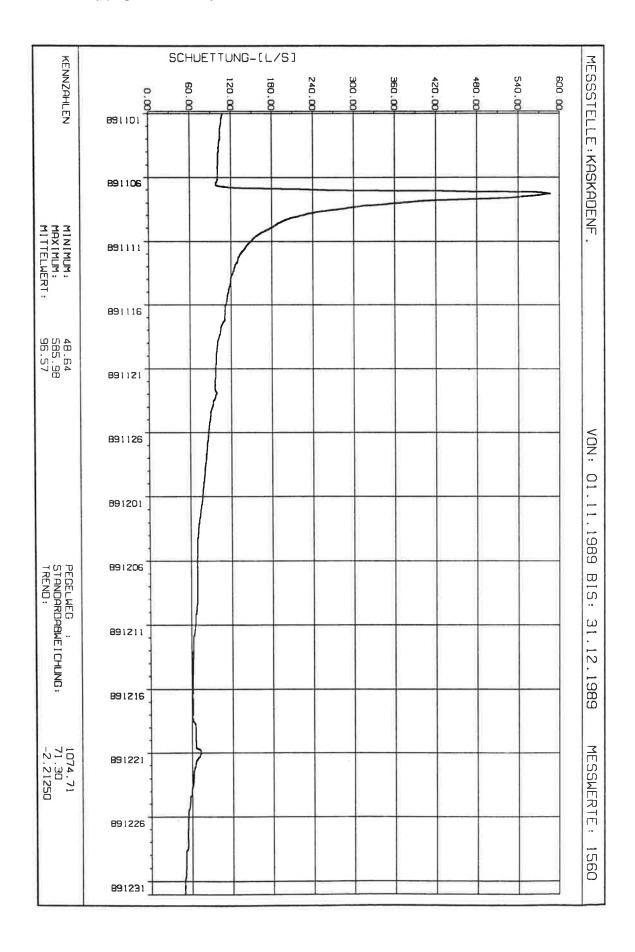


Diagramm 10: Schüttungsganglinie Kaskadenfall 1989

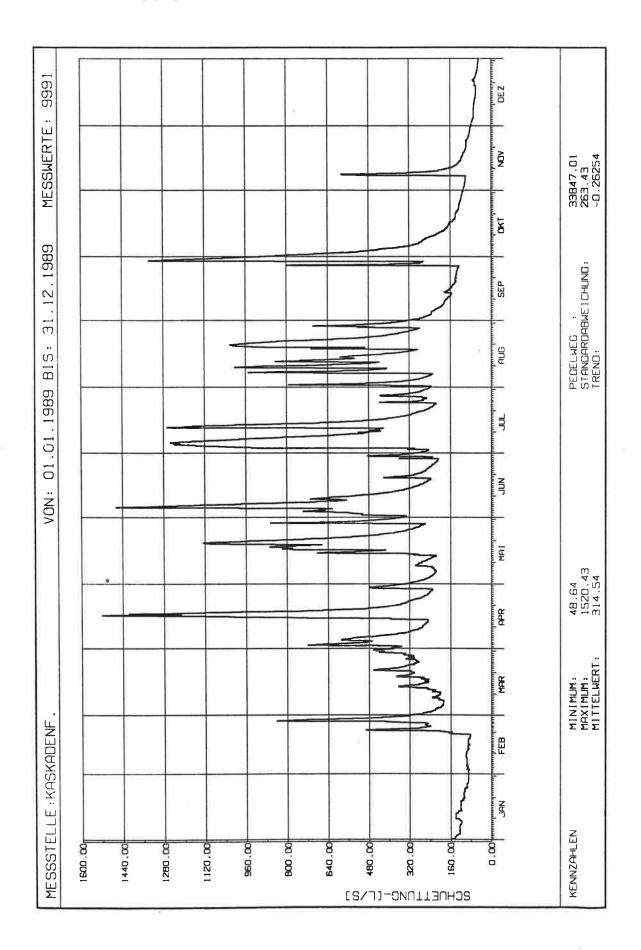


Diagramm 11: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Jan/Feb 1990

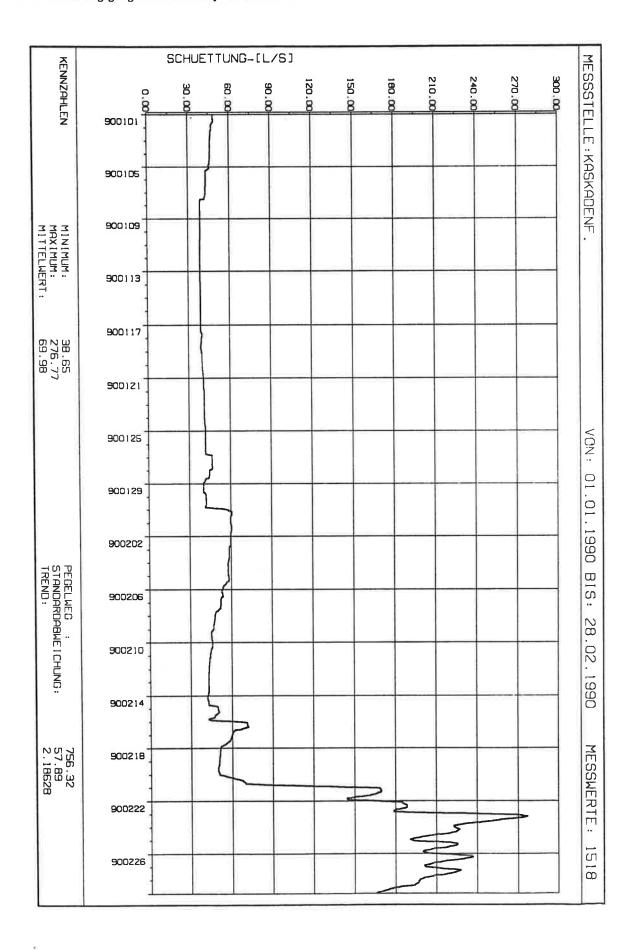


Diagramm 12: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mär/Apr 1990

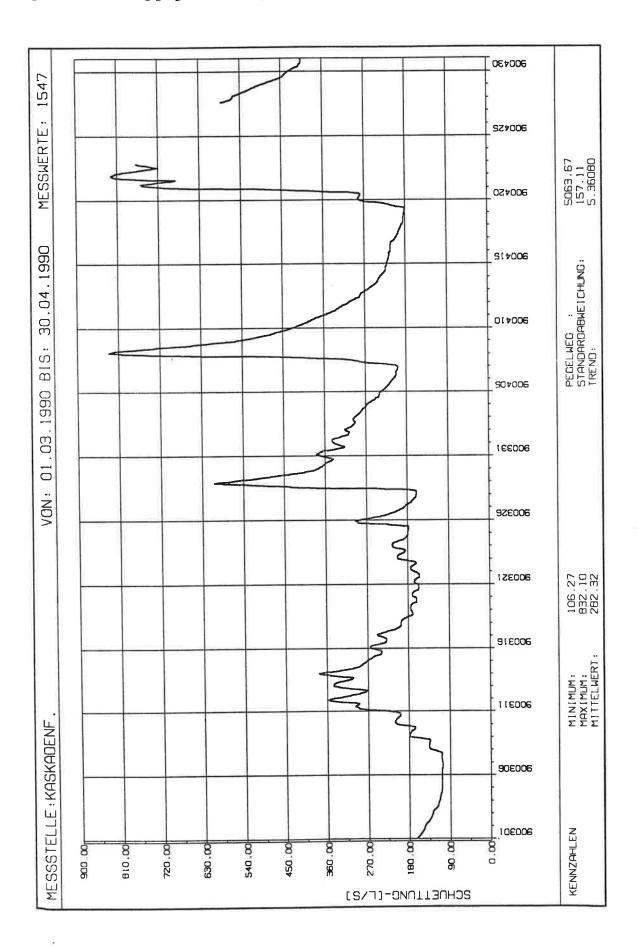


Diagramm 13: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mai/Jun 1990

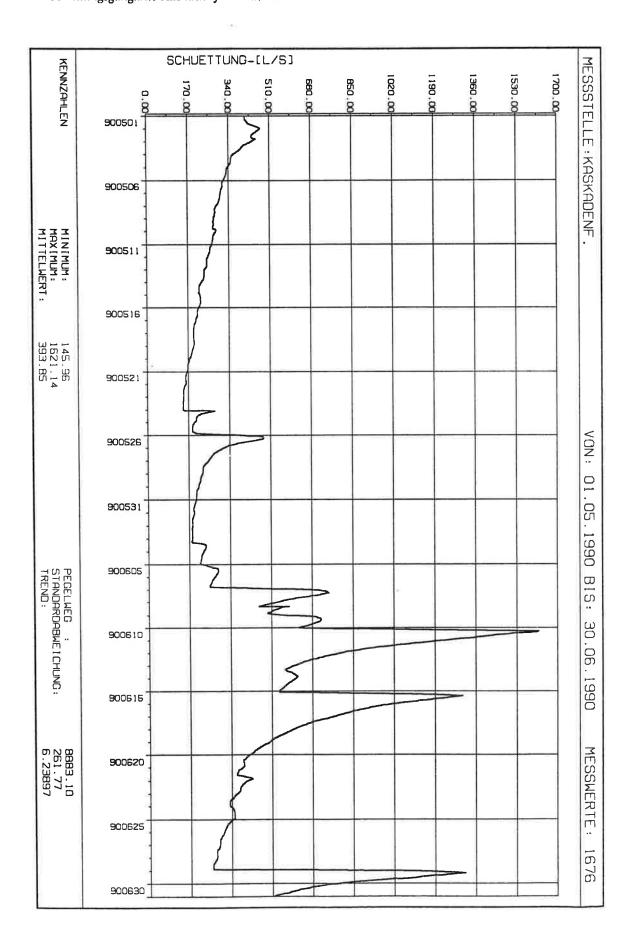


Diagramm 14: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Jul/Aug 1990

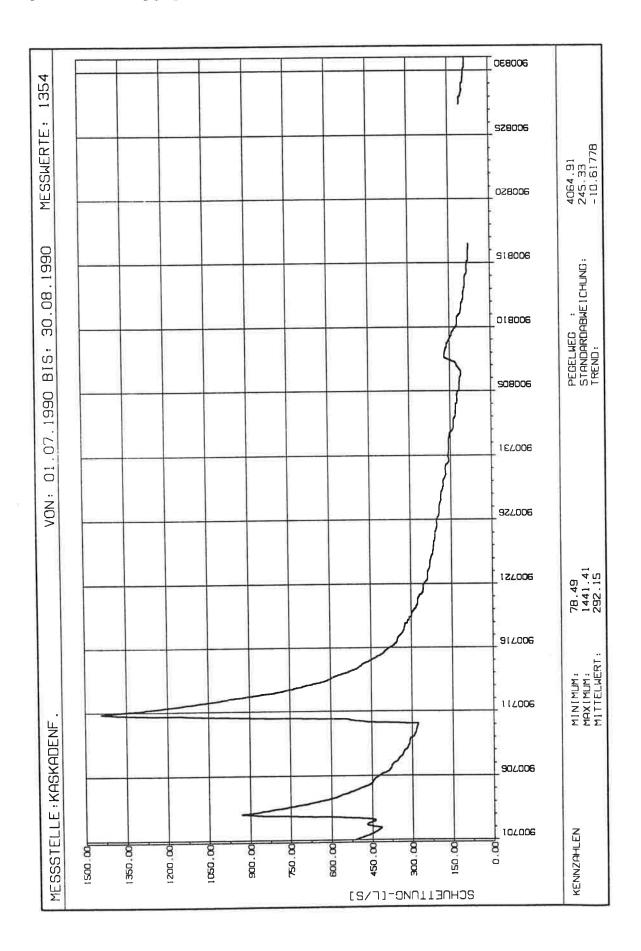


Diagramm 15: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Sep/Okt 1990

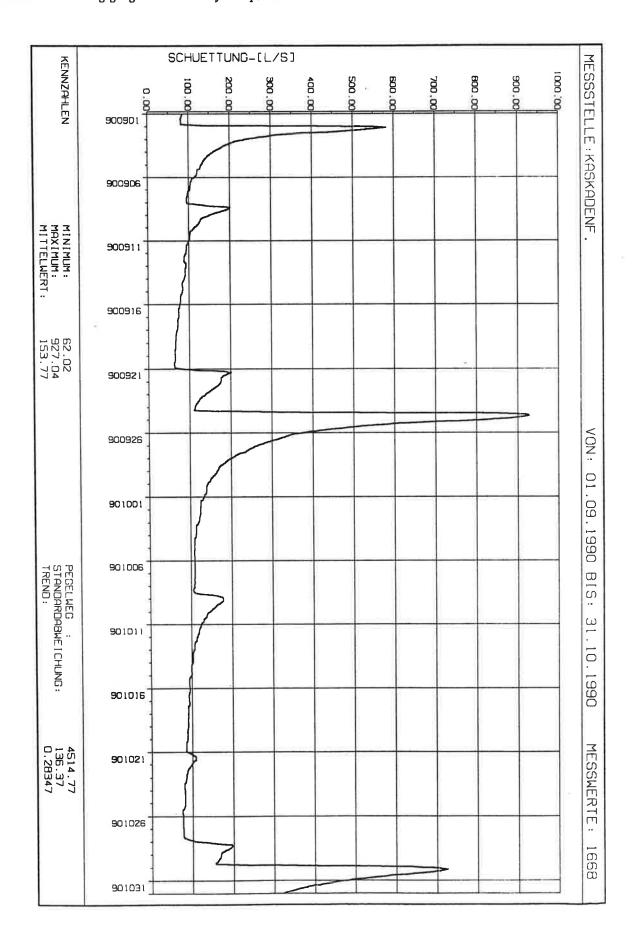


Diagramm 16: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Nov/Dez 1990

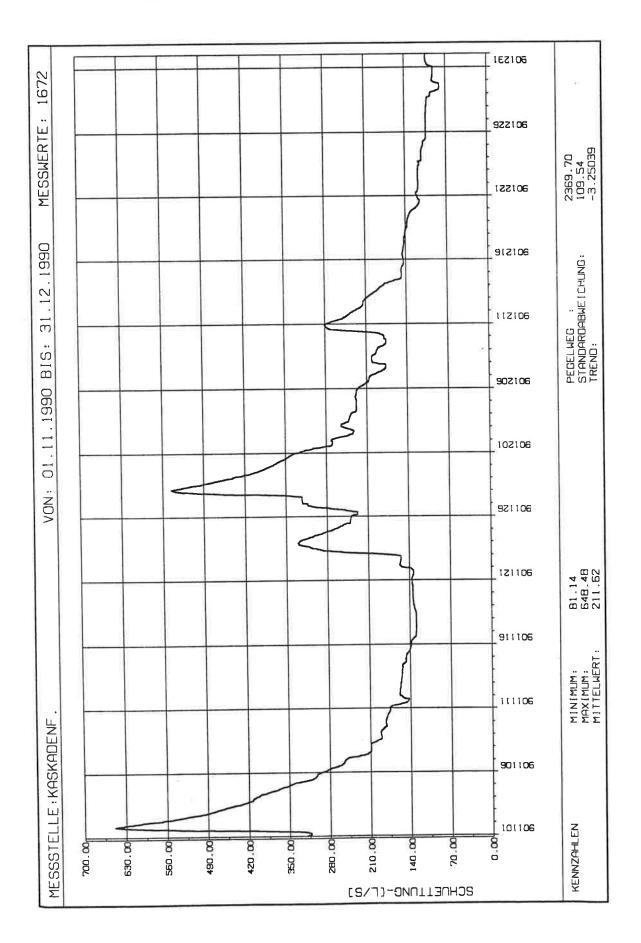


Diagramm 17: Schüttungsganglinie Kaskadenfall 1990

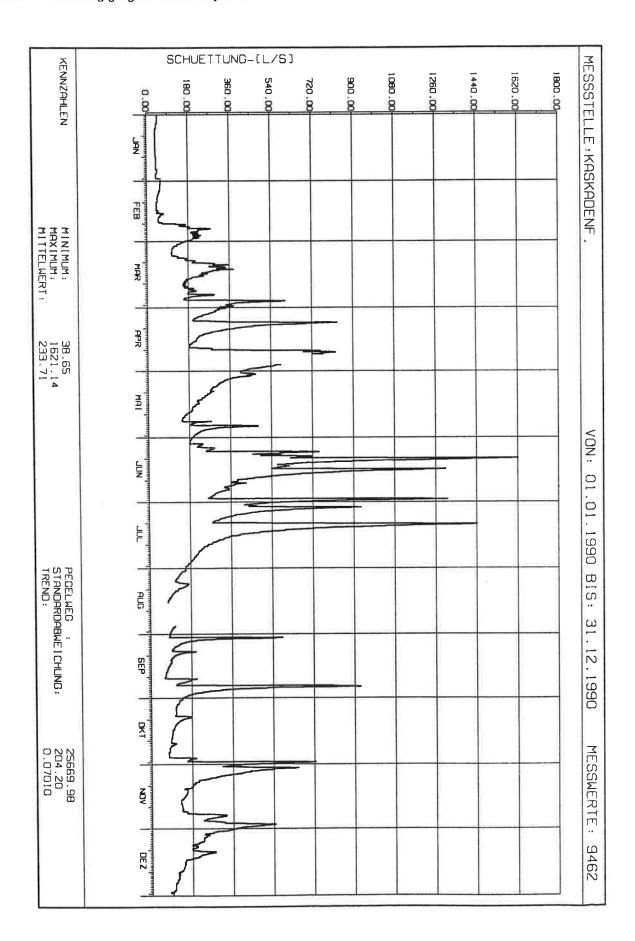


Diagramm 18: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Jan/Feb 1991

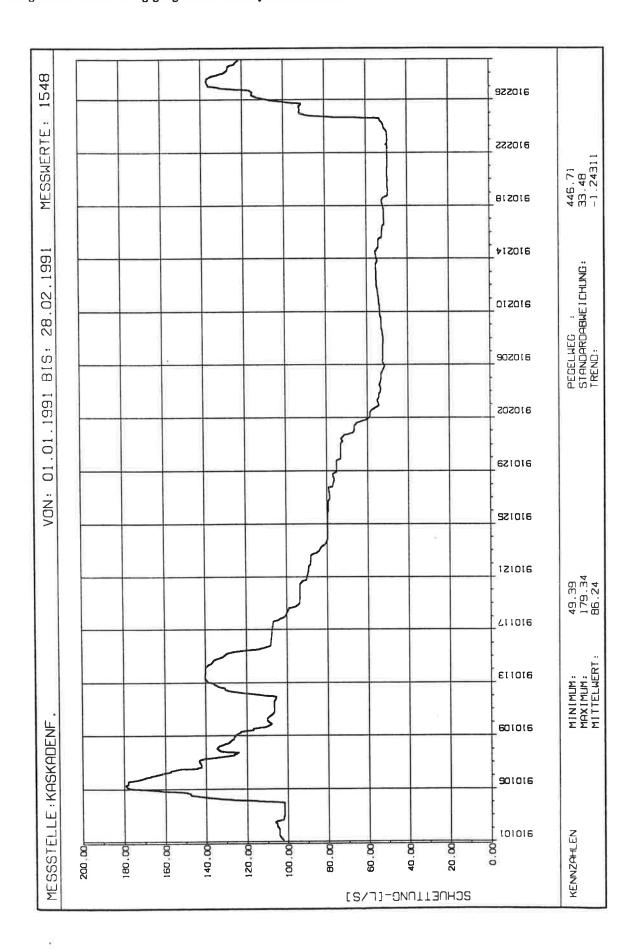


Diagramm 19: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mär/Apr 1991

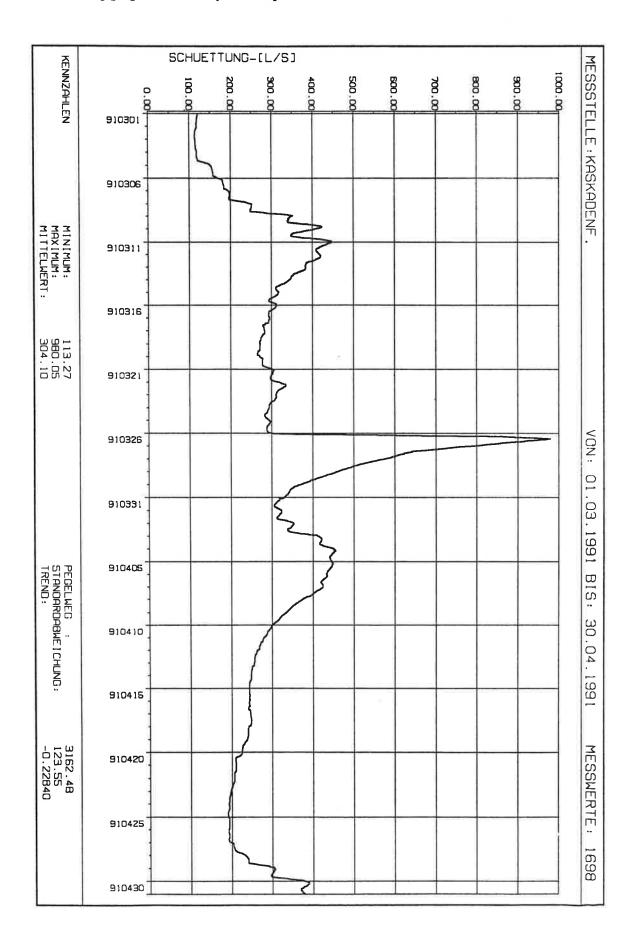


Diagramm 20: Schüttungsganglinie Kaskadenfall Mai/Jun 1991

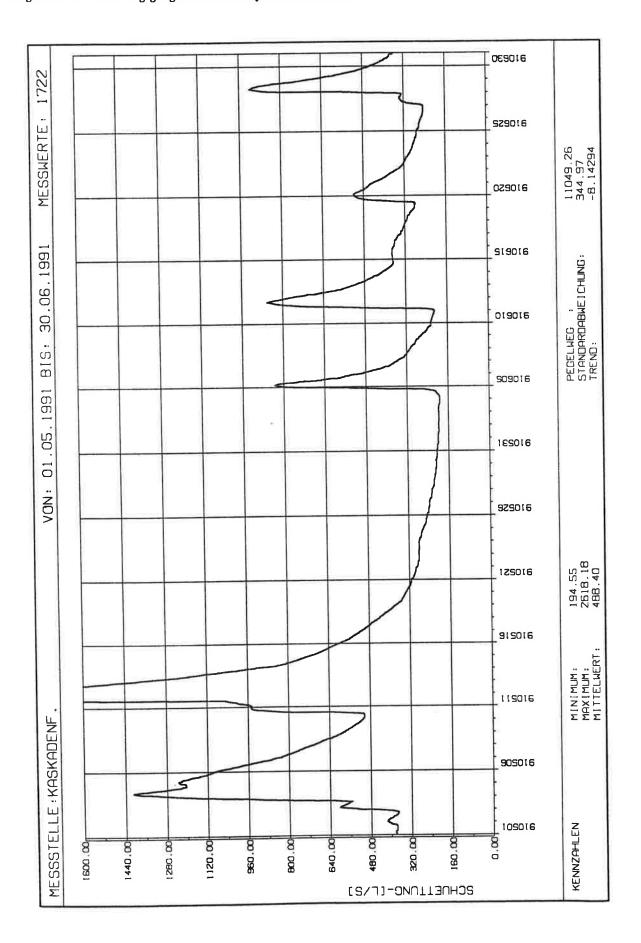
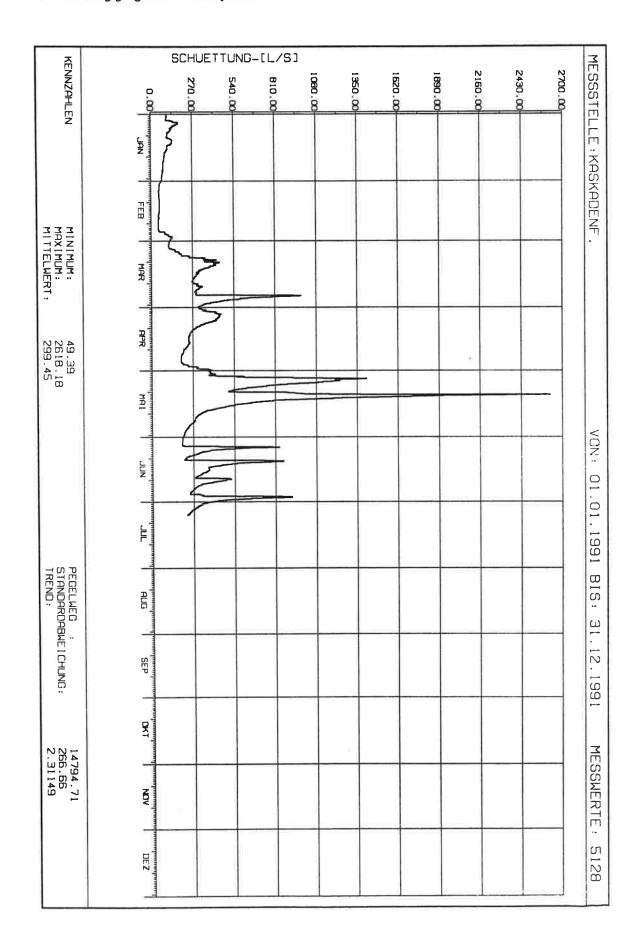


Diagramm 21: Schüttungsganglinie Kaskadenfall 1991



VERZEICHNIS DER BISHER ERSCHIENENEN BÄNDE

Band	1	VORTRAGSREIHE ABFALLBESEITIGUNG, 18. April 1964 Neuauflage 1968, von W.Tronko, B.Bilek, J.Wotschke, K.Stundl, F.Heigl, E.v.Conrad.	S	84,
Band	2	EIN BEITRAG ZUR GEOLOGIE UND MORPHOLOGIE DES MÜRZTALES, von R.Sperlich, W.Scharf, A.Thurner, 1965.	s	84
Band	3	VORTRAGSREIHE ABFALLVERARBEITUNG, 18. März 1965, von F.Fischer, R.Braun, F.Schönbeck, W.Tronko, K.Stundl, B.Urban.	S	S4
Band	4	GEWÄSSERSCHUTZ IST NÖTIG; von J.Krainer, F.Hahne, H.Kalloch, F.Schönbeck, H.Moosbrugger, L.Bernhart, W.Tronko, 1965.	S	56,
Band	5	DIE MÜLLVERBRENNUNGSANLAGE, VERSUCH EINER ZUSAMMEN- FASSENDEN DARSTELLUNG, von H.Heigl, 1965.	S	140,
Band	н	VORTRAGSREIHE ABFALLVERARBEITUNG, 18. November 1965, von F.Schönbeck, H.Sontheimer, A.Kern, H.Rasworschegg, J.Wotschke, J.Brodbeck, R.Spinola, K.Stundl, W.Tronko, 1966.	S	112,
Band	7	SEISMISCHE UNTERSUCHUNGEN IM GRUNDWASSERFELD FRIESACH NÖRDLICH VON GRAZ, von H.Zetinigg, Th.Puschnik, H.Novak, F.Weber, 1966.	S	140,
Band	5	DER MÜRZVERBAND, von E.Fabiani, P.Bilek, H.Novak, E.Nauderer, F.Hartl, 1966.	S	140,
Band	9	RAUMPLANUNG, FLÄCHENNUTZUNGSPLÄNE DER GEMEINDEN, von J.Krainer, H.Wengert, K.Eberl, F.Plankensteiner, G.Gorbach, H.Egger, H.Hoffmann, K.Freisitzer, W.Tronko, H.Büllmann, I.E.Holub, 1966.	S	140,
Band	10	SAMMLUNG, BESEITIGUNG UND VERARBEITUNG DER FESTEN SIEDLUNGSABFÄLLE, von H.Erhard, 1967.	S	66,
Band	11	SIEDLUNGSKUNDLICHE GRUNDLAGEN FÜR DIE WASSERWIRTSCHAFT- LICHE RAHMENPLANUNG IM FLUSSGEBIET DER MÜRZ, von H.Wengert, E.Hillebrand, K.Freisitzer, 1967.	S	131,
Band	12	HYDROLOGIE DER MURTALES, von N.Anderle, 1969.	S	131
Band	13	10 JAHRE GEWÄSSERGÜTEAUFSICHT IN DER STEIERMARK 1959 - 1969, von L.Bernhart, H.Sölkner, H.Ertl, W.Popp, M.Noe, 1969.	S	112,
Band	14	GEWÄSSERSCHUTZMASSNAHMEN IM SCHWERPUNKTGEBIETEN - STEIERMARKS, 1970 (DAS VORLÄUFIGE SCHWERPUNKTPRO- GRAMM 1964 UND DAS SCHWERPUNKTPROGRAMM 1966), von F.Schönbeck, L.Bernhart, E.Gangl, H.Ertl.	S	66,

Band	15	INDUSTRIELLER ABWASSERKATASTER STEIERMARKS, von L.Bernhart, 1970.	s 157,
Band	16/ 17	TATIGKEITEN UND ORGANISATION DES WIRTSCHAFTSHOFES DER LANDESHAUPTSTADT GRAZ, ABFALLBEHANDLUNG IN GRAZ, LITERATURANGABEN ZUM THEMA "ABFALLBEHANDLUNG", von A.Wasle.	s 112
Band	18	ABWASSERFRAGEN AUS BERGBAU UND EISENHÜTTE, von L.Bernhart, K.Stundl, A.Wutschel, 1971.	s 66,
Band	19	MASSNAHMEN ZUR LÖSUNG DER ABWASSERFRAGEN IN ZELL- STROFFABRIKEN, von B.Walzel - Wiesentreu, W.Schönauer, 1971.	s 150,
Band	20	BODENBEDECKUNG UND TERRASSEN DES MURTALES ZWISCHEN WILDON UND DER STAATSGRENZE, von E.Fabiani, M.Eisenhut, mit Kartenbeilagen, 1971.	s 168,
Band	21	UNTERSUCHUNG AN ARTESISCHEN WÄSSERN IN DER NÖRDLICHEN OSTSTEIERMARK, von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zetinigg, 1972.	S 122
Band	22	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM SÜDÖSTLICHEN GRAZERFELD, won L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Novak, W.Popp, 1973.	s 90,
Band	23	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM NORDÖSTLICHEN LEIBNITZER-FELD, von L.Bernhart, E.Fabiani, M.Eisenhut, F.Weber, E.P. Nemecek, Th.Glanz, W.Wessiak, H.Ertl, H.Schwing-hammer, 1973.	s 250,
Band	24	GRUNDWASSERVERSORGUNG AUS DEM LEIBNITZERFELD, von L.Bernhart, 1973.	s 150,
Band	25	WARMEBELASTUNG STEIRISCHER GEWASSER, von L.Bernhart, H.Niederl, J.Fuchs, H.Schlatte, H.Salinger, 1973.	s 150,
Band	26	DIE ARTESISCHEN BRUNNEN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von H.Zetinigg, 1973.	S 120,
Band	27	DIE BEWEGUNG VON MINERALÖLEN IN BODEN UND GRUNDWASSER, von L.Bernhart, 1973.	s 150,
Band	28	KENNZAHLEN FÜR DEN ENERGIEWIRTSCHAFTLICHEN VERGLEICH THERMISCHER ABLAUGEVERWERTUNGSANLAGEN, von L.Bernhart, D.Radner, H.Arledter, 1974.	s 100,
Band	29	GERNALPLAN DER WASSERVERSORGUNG STEIERMARKS, ENTWURFS- STAND 1973, von L.Bernhart, E.Fabiani, E.Kauderer, H.Zetinigg, J.Zötl, 1974.	s 400,
Band	30	GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 1. TEIL, EINFÜHRUNG HYDROGEOLOGIE, KLIMATOLOGIE, von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zojer, H.Otto, 1975.	s 120

Band	31	GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLA- NUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 2. TEIL, GEOLOGIE, von L.Bernhart, P.Beck - Mannagetta, A.Alker, 1975.	s 120,
Band	32	BEITRÄGE ZUR WASSERWIRTSCHAFTLICHEN RAHMENPLANUNG IN DER STEIERMARK, von L.Bernhart, 1975.	s 200,
Band	33	HYDROGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN AN BOHRUNGEN UND BRUN- NEN IN DER OSTSTEIERMARK, von H.Janschek, I.Küpper, H.Polesny, H.Zetinigg, 1975.	s 150,
Band	34	DAS GRUNDWASSERVORKOMMEN IM MURTAL BEI ST. STEFAN O.L. UND KRAUBATH, von I.Arbeiter, H.Ertl, P.Hacker, H.Janschek, H.Krainer, J.Novak, D.Rank, F.Weber, H.Zetinigg, 1976.	s 200,
Band	35	WASSERVERSORGUNG FÜR DAS UMLAND VON GRAZ. ZUR GRÜN- DUNG DES WASSERVERBAND UMLANDES - GRAZ, von L.Bernhart, K.Pirkner, 1977.	s 130,
Band	35	GRUNDWASSERSCHONGEBIETE, von W.Kasper, H.Zetinigg, 1977.	s 150,
Eand	37	VORBEREITUNG EINER ZENTRALWASSERVERSORGUNG FÜR DIE SÜDOSTSTEIERMARK, von L.Bernhart, 1978.	s 140,
Band	33	ZENTRALWASSERVERSORGUNG FÜR DIE SÜDOSTSTEIERMARK, von L.Bernhaut, 1978.	S 140,
Band	39	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM UNTEREN MURTAL, von E.Fabiani, H.Krainer, H.Ertl, W.Wessiak, 1978.	s 250,
Band	40	GRUNDLAGEN FÜB WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLA- NUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARU, 3. TEIL, DIE GRUND- WASSERFÜHRUNG IM TALE DER LASSNITZ, SULM UND SAGGAU ZWISCHEN GRUNDGEBIRGE UND LEIBNITZERFELD, von H.Fessler, 1978.	s 30,
Band	41	GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLA- NUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, 4. TEIL, GRUNDWASSER- ERSCHLIESSUNGEN IM TALE DER LASSNITZ, SULM UN SAGGAU ZWISCHEN GRUNDGEBIRGE UND LEIBNITZERFELD, von H.Zetinigg, 1978.	s 100,
Band	42	ZUR GEOLOGIE IM RAUM EISENERZ - RADMER UND ZU IHREM EINFLUSS AUF DIE HYDROCHEMIE DER DORTIGEN GRUNDWÄS- SER, von U.Mager, 1979.	s 120,
Band	43	DIE GRUNDWASSERVERHÄLTNISSE IM KAINACHTAL (ST.JOHANN O.H WEITENDORF), von M.Eisenhut, J.Novak, H.Zojer, H.Krainer, H.Ertl, H.Zetinigg, 1979.	S = 150,
Band	44	GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWAB-GEBIFT, TEIL I, NATURRÄUMLICHE GRUNDLAGEN; GEOLOGIE -MORPHOLOGIE - KLIMATOLOGIE, von E.Fabiani, V.Weissensteiner, H.Wakonigg, 1980.	s 180,

Band	45	GRUND- UND KARSTWASSERUNIERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWAB- GEBIET, TEIL II, DIE UNTERSUCHUNGEN: GESCHICHTE - DURCHFÜHRUNG - METHODIK, von E.Fabiani, 1950.	S	5,0 ,
Band	46	GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCWAB- GEBIET, TEIL III, GEOPHYSIK - ISOTOPENUNTERSUCHUNG - HYDROCHEMIE, von Ch.Schmid, H.Zojer, H.Krainer, H.Ertl, R.Ott, 1950.	S	200,
Band	47	GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWAB-GEBIET, TEIL IV, DIE UNTERSUCHUNGEN IM TRAGÖSSTAL, von E.Fabiani, 1930.	S	200,
Band	48	GRUND- UND KARSTWASSERUNTERSUCHUNGEN IM HOCHSCHWAB- GEBIET, TEIL V, UNTERSUCHUNGEN IN DEN SÜDLICHEN HOCHSCHWABTÄLERN (ILGENERTAL BIS SEEGRABEN), von E.Fabiani, 1980.	S	250,
Band	49	UNTERSUCHUNG ÜBFR DIE MÖGLICHKEIT ZUR ENTNAHME VON GRUNDWASSER IM SÜDLICHEN HOCHSCHWABGEBIET UND DEREN BEWIRTSCHAFTUNG, von Ch.Meidl, J.Novak, W.Wessiak, 1980.	S	150,
Band	50	KONZERT EINER ZENTRALWASSERVERSORGUNG HOCHSCHWAB - SÜD, von L.Bernhart, 1980.	s. S	200 ,
Band	51	REGIONALE ABWASSERANLAGEN IN DER STEIERMARK, BE-MÜHUNGEN UND ERGEBNISSE, von L.Bernhart, P.Bilek, E.Kauderer, H.Senekowitsch, O.Thaller, 1980.	s	300,
Band	52	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM MURIAL ZWISCHEN KNITTELFELD UND ZELTWEG, von I.Arbeiter, H.Krainer, H.Ertl, H.Zetinigg, 1980.	S	100,
Band	5.3	GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN IM UNTEREN SAGGAUTAL, von I.Arbeiter, H.Krainer, H.Zetinigg, 1980.	S	100,
Band	54	"10 JAHRE WASSERVERBAND HOCHSCHWAB - StD" von L.Bernhart, W.Küssel, J.Novak, R.Ott, F.Schönbeck, 1951.	S	120,
Band	55	DIE AUSWIRKUNGEN DES KRAFTWERKSBAUES VON OBERVOGAU AUF DAS GRUNDWASSER, von H.Fessler, 1981.	S	200,
Band	56	FESTVERANSTALTUNG "10 JAHRE WASSERVERBAND HOCH-SCHWAB - SÜD 1971 - 1981", von L.Bernhart, R.Burg-staller, M.Rupprecht, H.Sölkner, G.Bujatti, E.Wurzer, A.Zdarsky, J.Krainer, V.Ahrer, 1981.	S	100,
Band	57	GRUNDLAGEN FÜR WASSERVERSORGUNGSWIRTSCHAFTLICHE PLANUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von L.Bernhart, E.Hübl, E.Schubert, E.Fabiani, H.Zetinigg, H.Zojer, E.P.Nemecek, E.P.Kauch, 1951.	S	200,
Band	5.8	WASSERBEDARF DER SÜDWESTSTEIERMARK, von L.Bernhart, 1952.	S	200,

Band	59	KOSTENAUFTEILUNGSSCHLÜSSEL FÜR ABWASSERVERBÄNDE, von P.Bilek, E.Kauderer, 1982.	S	200,
Band	60	DIE QUELLEN DES SCHÖCKLGEBIETES, von H.Zetinigg, W.Griessler, Th.Untersweg, V.Weissensteiner, Ch.Meidl, 1982.	S	200,
Band	61	BEDARFSERMITTLUNG FÜR EINEN STEIRISCHEN WASSER- VERBUND von Ch.Meidl, Ch.Kaiser, mit einer Ein- führung von L.Bernhart, 1983.	S	200,
Band	62	DIE MESSUNGEN DER FLIESSGESCHWINDIGKEITEN DES GRUNDWASSERS IM MUR- UND MÜRZTAL, von H.Zetinigg, 1953.	S	100
Band	63	GRUNDLAGEN FÜR EINEN STEIRISCHEN WASSERVERBUND - LEITUNGSFÜHRUNGEN IN DER SÜDWESTSTEIERMARK, von J.Novak, Ch.Kaiser, 1983.	S	200,
Band	64	STEIRISCHES WASSERVERBUNDMODELL, von J.Novak, 1983.	S	200,
Band	65	DER KARST AM OSTUFER DER WEIZKLAMM, von G.Fuchs, 1983.	S	150,
Band	66	HYDROGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN NÖRDLICHEN GESÄUSEBERGEN, von W.Kollmann, 1983.	S	250″,
Band	67	DIE AUSWIRKUNGEN DES KRAFTWERKSBAUES VON SPIELFELD AUF DAS GRUNDWASSER, von H.Fessler, 1983.	S	250,
Band	69	BEITRNGE ZUR KENNTNIS DER ARTESISCHEN WÄSSER IM STEIRISCHEN BECKEN, von H.Zojer, H.Zetinigg, 1987.	S	200,
Band	69	BEITRÄGE ZUR ÜENNTNIS DER GESPANNTEN GRUNDWÄSSER IM MITTERENNSTAL UND PALTENTAL, von G.Suette, H.Zetinigg, 1988.	S	200,
Band	70	GRUNDWASSERMODELL MURTAL, ABSCHNITT ST.STEFAN O.L ERAUBATH, von W.Erhart - Schippek, Ch.Kaiser, 1990.	S	200,
Band	71	KARSTHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM WEIZER BERGLAND, P.Hacker, 1991.	S	200,
Band	72	MARKIERUNGSVERSUCHE IN KARSTGEBIETEN DER STEIERMARK, von A. Huber, M. Pöschl und H. Zetinigg, 1991	S	200,
Band	73	KARSTHYDROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM EINZUGSGEBIET DES MIXNITZBACHES, H. Stadler, 1992	S	200

In diesen Preisen ist die 10 %ige Mehrwertsteuer nicht enthalten. Soweit lagernd, sind sämtliche Berichtsbände bei Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Fachabteilung IIIa, Ref. II, 8010 Graz. Stempfergasse 5/III, Zimmer 312 erhältlich.

