

BERICHTE
der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung

Band 57

**Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche
Planungen in der Südweststeiermark**

5. Teil

**Ökologie
Morphologie
Quellaufnahmen
Abfluß
Auswertung**

**L. Bernhart
E. Hübl
E. Schubert
E. Fabiani
H. Zetinigg
H. Zojer
E. P. Nemecek und
E. P. Kauch**

**Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion
Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung**

Graz 1981

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

		Seite	
1.	L.Bernhart	Vorwort zum 5. Teil	4
2.	E.Hübl	Ökologische Untersuchungen im Koralpengebiet im Zusammenhang mit Wasserentnahmen zur Trinkwasserversorgung (1976); hiez u Tab. A, B, C, Tafel 1	6
3.	E.Schubert	Die Lage der Quellen in Bezug auf die Oberflächenformen im steirischen Koralpengebiet (1976)	37
4.	E.Fabiani	Quellaufnahmen	43
5.	H.Zetinigg	Bemerkungen zur Kartierung der Quellen des Koralpenzuges	57
6.	H.Zetinigg	Überlegungen zur Auswertung der Quellaufnahmen im Koralpengebiet	66
7.	L.Bernhart	Spezifische Quelldichte und Quellschüttung als Grundlage einer wasserwirtschaftlichen Betrachtung; hiez u Tafel 2-6	81
8.	E.Fabiani	Eine Methode zur Auswertung von Quellaufnahmen; hiez u Tafel 7	84
9.	H.Zojer	Abflußspendenkarte der Koralpe (1976); hiez u Tafel 8	87
10.	H.Zojer	Die Auswertung der Quellaufnahme im Koralpengebiet im Vergleich zu den Abflußverhältnissen (1976/77)	91
11.	H.Zojer	Auswertung der Quellaufnahme im steirischen Anteil der Koralpe (1980); hiez u Tafel 9-14, Tab. 4-6	98
12.	E.P.Nemecek u. E.P.Kauch	Studie - Erweiterung der Wasserfassung Koralpe; hiez u Abb. 1-9	119

VERZEICHNIS DER TAFELN

- Tafel 1: Die Empfindlichkeit der Vegetation des steirischen Anteiles der Koralpe gegen Quellwasserentrahmer; Maßstab 1:100.000. E.Hübl.
- Tafel 2: Quelldichte, Quellaufnahme Weststeiermark, Rcsenkgel-Hohenfeld-Laufenegg-Freiland-Farmer; Maßstab 1:25.000. L.Bernhart.
- Tafel 3: Quellschüttung, Quellaufnahme Weststeiermark, Rcsenkgel-Hohenfeld-Laufenegg-Freiland-Farmer; Maßstab 1:25.000. L.Bernhart.
- Tafel 4: Spezifische Quelldichte - Überblick; Maßstab 1:100.000. L.Bernhart.
- Tafel 5: Spezifische Quellschüttung - Überblick; Maßstab 1:100.000. L.Bernhart.
- Tafel 6: Spezifische Quellschüttung der Teileinzugsgebiete in $l/s.km^2$; Maßstab 1:100.000. L.Bernhart.
- Tafel 7: Summe der gemessenen Schüttung der Quellen im Teileinzugsgebiet; Maßstab 1 : 100.000. E.Fabiani.
- Tafel 8: Abflußspende der Koralpe für die 2.Februarhälfte 1976 in $l/s.km^2$; Maßstab 1:100.000. H.Zcjer.
- Tafel 9: Abflußspendenlinien nördlicher Teil. H.Zcjer.
- Tafel 10: Abflußspendenlinien südlicher Teil. H.Zcjer.
- Tafel 11: Mittlere Abflußspende M_q ($l/s.km^2$) am Osthang der Koralpe; Maßstab 1:100.000. H.Zcjer.
- Tafel 12: Hydrologische Teileinzugsgebiete am Osthang der Koralpe; Maßstab 1:100.000; H.Zcjer.
- Tafel 13: Mittlere Spende des Quellabflusses ($l/s.km^2$) Koralpe; Maßstab 1:100.000; H.Zcjer.
- Tafel 14: Das Verhältnis zwischen mittlerer Quellabflußspende und Gesamtabflußspende im Sommer 1976; H.Zcjer.

Tafel 15: Nutzungswürdige Quellgruppen im steirischen Teil der Koralpe; Maßstab 1:100.000. H.Zcjer.

- Abb. 1: Lageplan des Untersuchungsgebietes - Verkleinerter Ausschnitt aus Übersichtskarte der Quellen Speikkar - Weineben; Maßstab 1:10.000.
- Abb. 2: Probenentnahmegesät für die Wintermessung nach E.P.Kauch (1980).
- Abb. 3: Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 1 Seebach (Waldgrenze).
- Abb. 4: Abflußfracht Seebach, Pegel 1.
- Abb. 5: Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 2 Seebachzubringer im untersten Kar.
- Abb. 6: Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 3 Seebach, mittleres Kar.
- Abb. 7: Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 4 Seebach, oberes Kar.
- Abb. 8: Ganglinien der Abflußstärke Namerlosbach (Kleiner Payerlbach).
- Abb. 9: Ganglinie der Abflußstärke Payerlbach

1. V O R W O R T

Die Frage der Wasserversorgung der Südweststeiermark beschäftigt nun schon nahezu ein Jahrzehnt die befaßten Institutionen, insbesondere das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung der Landesbaudirektion im Amte der Steiermärkischen Landesregierung und den zur Bewältigung des Fragenkomplexes geschaffenen Wasserregionalverband Weststeiermark. Vier Teilberichte sind bisher veröffentlicht worden, die neben einer Einführung, Geologie, Hydrogeologie, Klimatologie und Grundwasserführung und -erschließung zum Gegenstand haben. Alle diese Wissenschaften können die Methoden zur Umsetzung in die Praxis mit zur Verfügung stellen.

Anders der so komplexe Bereich der Quellaufnahmen und ihrer Auswertung, der für ein zu bearbeitendes Gesamtgebiet keine Vorbilder hat und keine herkömmlichen und anerkannten Methoden kennt, an die man anschließen oder die man heranziehen könnte. Daher war eine Methodik erst zu erarbeiten, als die chnedies hohen Zeitaufwand erfordernden Quellaufnahmen vollendet waren.

In den hier vorliegenden Arbeiten sollen verschiedene Wege der Auswertung von Quellaufnahmen mitgeteilt werden, um eine Basis für ein nachfolgendes Konzept der Versorgung der Südweststeiermark entwickeln zu können. Dieses wird dann im nachfolgenden Band geschehen.

Ist dann damit aber eine brauchbare Methode in den nachfolgenden Arbeiten nicht nur für den vorliegenden Fall entwickelt worden, wäre gleichzeitig über den Rahmen des unmittelbaren Anlasses eine auch an anderer Stelle einsetzbare Methode vorgestellt worden.

Mit der nun zu erwartenden Diskussion - die ist erwünscht! - wird die Anwendbarkeit zu erhärten oder Verbesserungen anzubringen sein.

In den Jahren der Behandlung des Raumes wurden mehrfach Fragen gestellt, inwieweit ein Wasserentzug der Vegetation im allgemeinen oder der Forstwirtschaft schaden könnte.

Dies war sicherlich nicht pauschal für den Gesamttraum zu beantworten. So steht ein differenziertes Ergebnis in der Antwort des Botanikers eine wesentliche Entscheidungshilfe zur Verfügung und wird damit aus dem heute so bedeutungsvoll gewordenen ökologischen Gesichtspunkten besser Rechnung zu tragen gestatten.

2. ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IM KORALPENCEBIET
IM ZUSAMMENHANG MIT WASSERENTNAHMEN ZUR TRINKWASSERVERSORGUNG

von

E. Hübl

1. DIE NATURRÄUMLICHEN GEGEBENHEITEN

1.1. Geomorphologie, Geologie und Böden

Die Koralpe, der südlichste Gebirgszug des steirischen Randgebirges weist eine Längserstreckung in der Nord-Süd-richtung von ca. 35 km auf und erreicht mit dem Großen Speikogel eine Gipfelhöhe von 2.140 m. Der massige kristalline Gebirgszug zeigt in der West-Ost-richtung eine deutliche Asymmetrie, wobei die Westabdachung zum Lavanttal steiler abfällt als die Ostabdachung zum steirischen Vorland. Charakteristisch für den Ostabfall der Koralpe sind langgezogene, aus dem Hauptkamm ausgehende Rücken, die in Höhen zwischen 800 und 1.300 m weite Verebnungsflächen aufweisen.

Diese Rücken werden voneinander durch steile und teilweise unwegsame Gräben getrennt. Im Nordosten ist dem Hauptkamm das Rosenkogel-Reinischkogelmassiv mit einer Gipfelhöhe von 1.463 m (Reinischkoppe) vorgelagert.

Die Koralpe weist mehrere markante Kare auf, wobei die Endmoränen der eiszeitlichen Gletscher in Höhen zwischen 1.000 und 1.200 m auslaufen, sodaß sich darunter eine relativ breite unvergletscherte Zone befand. Dort bot sich für die Pflanzen- und Tierwelt ein Rückzugsgebiet, wo mehrere tierische und pflanzliche Endemiten die ungünstige Periode überdauern konnten. In dieser Hinsicht hat die Koralpe eine ausgeprägte Sonderstellung, wie kaum ein anderer Gebirgszug in den Alpen.

Das Kristallin der Koralpe besteht vorwiegend aus Gneisglimmerschiefern, in die andere Gesteine linsenförmig parallel eingelagert sind. Hervorgehoben seien hier Amphibolite und Marmorzüge. Die Unterhänge des Koralpenzuges sind von tertiären Sedimenten, meist in Form von Blockschottern, bedeckt. Die größeren Bäche erreichen in tiefen Gräben das Kristallin.

Neben den kristallinen Gneisen und Glimmerschiefern treten verstreut auch Marmorbänder auf, die als verkarstungsfähige

Gesteine auch wasserwirtschaftlich bedeutsam sind, soferne sie entsprechende Mächtigkeit erreichen. Im übrigen herrscht im Koralpengebiet der oberflächliche Abfluß vor. Bei den Quellen überwiegen die Schutt- und Sumpfquellen.

Die Böden am Ostabfall der Koralpe sind überwiegend leichte bis mittelschwere Braunerden, die in größeren Höhen und an besonders kühlen und feuchten Waldstandorten Ansätze zu einer Podsolierung zeigen. An flachgründigen Stellen findet man Übergangstypen zu Rankern bzw. in exponierter Lage (in Kamm-lagen) auch alpine Ranker. Die Böden über glimmer- und feldspatreichen Gesteinen sind im allgemeinen sauer und schlecht gepuffert. Als bodenbildendes Substrat sind die Amphibolite und ähnliche basische Gesteine nicht wesentlich günstiger zu bewerten als Glimmerschiefer und Plattengneise. Auf flachgründigen Standorten sind die substratbedingten Unterschiede im Nährstoffhaushalt der Böden am geringsten.

Das Vorkommen kalkreicher Gesteine wirkt sich bei den Böden des Koralpengebietes im wesentlichen nur auf die lokale Krautschicht aus.

Fossile reife Bodenbildungen findet man am Ostabfall der Koralpe nur in geschützten Lagen, hingegen sind tiefgründig aufgemürbte Gesteinspartien sehr verbreitet und auch für die Bodenbildung wesentlich. Hier dürfte es sich um wärmezeitliche, bis ins Tertiär zurückreichende Verwitterungsvorgänge handeln.

1.2. Klima *)

1.2.1. Niederschläge

Im Koralpengebiet nehmen die Niederschläge nicht nur mit der Höhe sondern auch von Norden nach Süden zu. In den Tallagen werden jährlich im Mittel zwischen 950 und 1.200 mm Niederschlag gemessen, für die höchsten Lagen können zwischen 1.600 und 1.700 mm angenommen werden.

Die Niederschlagsmengen in den Wintermonaten sind relativ gering, im Frühjahr erfolgt eine rasche Niederschlagszunahme und von Juni bis September sind zwischen den einzelnen Monatsmitteln nur geringe Unterschiede festzustellen. Es fehlt also hier das für Mitteleuropa charakteristische Julimaximum, weil hier bereits die Übergänge zur zweigipfeligen Niederschlagsverteilung im nördlichen mediterranen Raum bestehen.

*) Anmerkung des Herausgebers:

In dem vorliegenden Band ist diese Arbeit von Professor E.Hübl der Universität Wien, "Ökologische Untersuchungen im Koralpengebiet", aufgenommen worden, die sich auch verschiedener klimatologischer Angaben bedient. Einige dieser Angaben bzw. Tabellen sind bereits im 1. Teil der Grundlagen für die wasserversorgungswirtschaftlichen Planungen in der Südweststeiermark im Beitrag von Dr.H.Otto veröffentlicht worden, der auch Prof.Dr.E.Hübl bei seinen Arbeiten assistierte. Daher ist auf eine Wiederholung des Abdruckes der

Tabelle 1 : Mittelwerte der Niederschläge für die Periode
1901 bis 1960

Tabelle 2 : Mittelwerte der Schneesverhältnisse Jahresreihe
1900/01 bis 1959/60

Tabelle 3a: 24-Stunden-Starkniederschläge

Tabelle 5 : Mittelwerte der Lufttemperatur

Tabelle 6 : Windverhältnisse

verzichtet worden. Diese können dem 1. Teil (Band 30/1975) entnommen werden. Die übrigen Tabellen erhalten daher eine geänderte Bezeichnung durch Buchstaben.

Kritische Perioden mit Wassermangel treten am ehesten im Spätfrühjahr nach Wintern mit starkem Niederschlagsdefizit und im Spätsommer auf. Ein erheblicher Teil der Sommerniederschläge fällt bei kurzen, gewittrigen Regenschauern, wobei der oberirdische Abfluß sehr rasch erfolgt.

Bezüglich der Starkregenanfälligkeit tendieren die Stationen im Bereich des Randgebirgsbogens durchwegs zu extremen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit, während die Stationen nördlich der Kalkalpen eher extreme Niederschlagsmengen verteilt auf mehrere Tage verzeichnen (siehe den Vergleich zwischen den Stationen Stainz und Altaussee-Salzburg - Tabelle A).

Zu den Schneeverhältnissen ist zu bemerken, daß in den Tallagen die Schneedecke mehrmals im Winter kommt und geht. In den tieferen Lagen liegt die Zahl der Tage mit Schneebedeckung zwischen 40 und 70, wobei die unteren Extremwerte auf Schätzungen für die Weingartenlagen beruhen. In Glashütten werden 136, auf der Hebalpe ca. 150 Tage mit Schneebedeckung im Mittel verzeichnet.

Zur Einschätzung der Niederschläge in Extremjahren liegt eine Zusammenstellung bei, die zur richtigen Einschätzung des Trockenjahres 1971 dienen soll (Tabelle B).

Tabelle A:

Starkniederschläge für Zeitstufen

Altaussee (Salzburg)

58 Jahre aus Reihe 1896-1965

Jähr- lich- keit	n-jährliche Niederschlagshöhen in mm für die Zeitstufen N 2227 mm													
	1	1 1/2	2	3	4	6	9	12	18	24	36	48	72	
n	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.
100	37	38	39	51	52	62	93	125	180	235	300	390	470	
50	33	34	38	48	50	60	89	119	165	208	250	340	410	
25	28	30	34	42	46	56	82	108	145	184	208	285	350	
10	21	25	28	38	40	48	69	92	118	152	165	220	275	
5	16	21	24	28	38	42	59	80	100	128	142	180	230	
1	10	12	14	17	22	29	41	53	67	82	92	117	140	

Stainz

68 Jahre aus Reihe 1895-1962
NZ.: 954 mm

Jähr- lich- keit	n-jährliche Niederschlagshöhen für die Zeitstufen													
	1	1 1/2	2	3	4	6	9	12	18	24	36	48	72	
n	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	Std.	
100	53	55	60	63	66	72	74	76	87	90	97	107	122	
50	48	50	52	55	62	65	68	74	80	83	92	97	109	
25	40	42	47	49	53	57	65	72	74	80	87	89	98	
10	31	32	37	39	46	50	55	62	64	70	72	78	86	
5	25	28	30	33	39	44	50	54	58	63	64	70	78	
1	13	19	20	21	23	27	31	36	44	47	50	55	59	

Tabelle B:

Die wahrscheinlich auftretenden Jahressummen des
Niederschlags - Überschreitungswerte und Jährlichkeit
des Ereignisses

nach W.FRÖHLICH

Meßstelle	ausge- wertete Jahre	NZ 1901/ 60 in mm	Jährlichkeit							
			100	50	25	10	5	3	2	1
			Jahressumme des Niederschlages in mm							
			% der Normalzahl in mm							
Maria Lar- kcwitz	72	913	670	690	710	740	800	850	923	1237
			74%	76%	78%	81%	88%	93%	101%	136%
Ligist	65	963	645	680	720	775	830	880	951	1363
			67%	71%	75%	81%	86%	92%	99%	142%
Eibiswald	55	1167	770	785	830	900	960	1040	1136	1480
			66%	67%	71%	77%	82%	89%	98%	127%
Deutsch- landsberg	74	1041	716	728	760	835	910	970	1035	1424
			69%	70%	73%	80%	88%	93%	99%	137%
Stainz	73	954	660	690	720	780	840	895	942	1277
			69%	72%	76%	82%	88%	94%	97%	134%
Leibnitz	69	947	630	645	705	790	840	895	969	1336
			67%	68%	75%	84%	89%	95%	102%	141%
Kirchbach in der Steiermark	70	869	646	660	675	710	765	810	873	1170
			73%	76%	78%	82%	88%	93%	100%	135%
Bad Gleichen- berg	76	877	574	610	646	705	760	813	888	1305
			65%	70%	74%	81%	87%	93%	101%	149%
St.Nikclai im Sausal	69	953	625	635	670	750	820	875	942	1386
			66%	67%	70%	79%	86%	92%	99%	145%

Tabelle C:

Jahre und Monate mit extremen Niederschlagsverhältnissen
im Zeitraum 1901 bis 1972 (Niederschläge in Millimetern.)

Trockenjahre:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	J.
<u>Stainz:</u> 1932:	12	27	46	45	78	70	60	44	47	143	56	21	649
1921:	26	51	12	115	86	80	109	79	21	51	42	17	689
1945:	91	5	7	31	74	145	67	122	74	24	46	20	706
1943:	15	30	13	56	55	164	70	117	71	27	67	32	717
1971:	19	43	36	66	47	70	80	127	67	20	96	36	707
<u>Deutsch-</u> <u>lands-</u> <u>berg:</u> 1932:	14	33	56	53	89	89	74	41	34	143	61	26	713
1921:	25	56	13	153	63	111	87	73	19	51	50	22	723
1945:	119	4	6	38	61	128	78	123	80	21	50	25	733
1942:	48	96	43	115	59	77	140	53	42	19	40	27	759
1971:	27	46	43	63	60	45	132	118	56	19	135	43	787
Nasse Jahre:													
<u>Stainz:</u> 1966:	28	39	46	39	151	239	183	224	62	100	122	44	1277
1916:	12	53	147	127	111	110	82	55	262	55	95	122	1231
1937:	18	30	107	140	44	183	168	133	177	78	79	118	1275
<u>D.Lands-</u> <u>berg:</u> 1916:	7	56	163	149	116	118	81	105	338	61	105	125	1424
1937:	23	38	119	169	55	182	221	154	131	85	89	131	1397
Extreme Monate:													
<u>Stainz:</u>													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jahr	
1925	1920	1929	1955	1958	1917	1959	1942	1956	1965	1924	1919	1932	
1964	1949												
0	2	2	5	18	27	42	21	10	1	4	2	649	mm
<u>Deutsch-</u> <u>landsberg:</u>													
1925	1920	1938	1955	1958	1917	1951	1947	1956	1965	1924	1919	1932	
1964	1949												
0	2	2	3	12	18	41	25	16	5	4	3	713	mm

1.2.2. Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Wind

Im Bereich des Ostabfalles der Koralpe ist das Phänomen der Temperaturumkehr sehr ausgeprägt. Bereits aus den Monatsmitteln der Wetterstationen ist bei der Station Kitzeck eine ganzjährige, bei der Station Wiel eine auf die Wintermonate beschränkte Temperaturbegünstigung abzulesen. Die Werte der Station Kitzeck wurden in die Tabelle aufgenommen, weil in vergleichbarer Höhenlage im Koralpengebiet keine öffentliche Wetterstation besteht. Allerdings könnten mit einem privaten Stationsnetz ähnlich günstige Werte auch für das Koralpengebiet nachgewiesen werden (vgl. H.Ott 1971). Der Weinbau, der an solcherart begünstigte Hangzonen gebunden ist, ist dafür ein augenscheinlicher Beweis. Es muß hier jedoch betont werden, daß besonders im Mittelhangbereich im Zusammenhang mit Exposition und Kleinrelief ausgeprägte Temperaturunterschiede festzustellen sind, worauf im nächsten Abschnitt noch genauer eingegangen wird.

Der Tagesgang der Lufttemperatur und in Abhängigkeit davon auch der relativen Feuchte ist im Mittelhangbereich bedeutend ausgeglichener als in den Tallagen, weshalb in den Tallagen unverhältnismäßig mehr Tau fällt, als auf den wärmeren Hängen, wenn man von konkaven Geländeformen absieht.

Ähnlich wie bei den Temperaturverhältnissen bestehen auch bei den Windverhältnissen deutliche Unterschiede zwischen Tal- und Hangstationen. Während die Tallagen ausgesprochen windarm sind, herrscht weniger als hundert Höhermeter darüber eine zwar nicht starke aber kontinuierliche Ventilation. Mit zunehmender Höhe steigt die durchschnittliche Windgeschwindigkeit erst allmählich, ab 1.300 Meter jedoch rasch an und erreicht auf den Kämmen der Koralpe extrem hohe Werte.

1.3. Die Waldgesellschaften des Koralpengebietes

Im Koralpengebiet sind sämtliche Waldstufen vertreten, wobei die Verteilung der Waldgesellschaften und ihre Abfolge mit der Höhe einerseits durch das Vorhandensein einer warmen Hangzone und andererseits durch die besonderen Klimaverhältnisse in den Gräben modifiziert wird.

In den Niederungen kommen von Natur aus verschiedene Laubwaldgesellschaften vor. Entlang der größeren Fließgewässer findet man Auwälder, die bis einige Kilometer außerhalb des Gebirges von Laubholzarten mit Verbreitungsschwerpunkt in der Bergregion stark durchsetzt sind. In der tieferen Austufe treten neben der Schwarzerle und der Silberweide auch die Grauerle und die Bruchweide stärker in Erscheinung. Silber- und Schwarzpappeln gesellen sich erst weiter im Vorland dazu. Die Krautschicht weist aus dem Gebirge verschleppte Arten (Mondviole, Goldnessel, Dreiblättrige Zahnwurz) auf.

In feuchten Depressionen, die am Fuß des Gebirges und des Hügelandes große Flächen einnehmen, dominieren auf den Arealen der heutigen Feuchtwiesen Schwarzerlen und Eschen. In den weniger feuchten Talzonen überwiegt die Stieleiche, wobei auf tagwasserstauenden Böden die Rotföhre und das Pfeifengras dazukommen. Auf den Unterhängen überwiegt teils die Buche, teils die Hainbuche. Wärmebegünstigte Hanglagen bevorzugt die Edelkastanie. Man findet sie gemeinsam mit der Traubeneiche, der Hainbuche und wärmeliebenden Arten. Als Baum trifft man die Edelkastanie noch in 850 m Seehöhe an.

Die Standortbereiche mit den ausgeglichensten Feuchtigkeitsverhältnissen, das sind Hänge in nördlicher Exposition und steile Einhänge zu den Gräben werden von Hainsimsen-Buchenwäldern besiedelt. In dieser Waldgesellschaft ist die Hainsimse nicht als Trockenzeiger zu werten; ihr starkes Vorkommen resultiert hier aus ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Erosion. Zwei markante Arten der Krautschicht dieser Wälder sind das Siebenbürgener Habichtkraut und der Rippenfarn.

Neben den Hainsimsen-Buchenwäldern kommen an Standorten mit günstigeren Lichtverhältnissen und geringerer Eröcsich auch Heidelbeer-Buchenwälder vor. Auf trockeneren, sauren und flachgründigen Böden tritt die Rotföhre in den Vordergrund, deren Vorkommen auch durch die Streunutzung gefördert wird. Gut durchfeuchtete, tiefgründige Böden sind bei günstigeren Neigungsverhältnissen die bevorzugten Standorte für Waldmeister-Buchenwälder. Die schattigen Steillagen besiedeln Schluchtwälder mit Bergahorn, Bergulme und Winterlinde. Zwischen Schluchtwäldern, Waldmeister-Buchenwäldern und Auwäldern in den Gräben bestehen vielfältige Übergänge. Die Schluchtwälder sind an rutschgefährdete Abschnitte der Überhänge in den Haupttälern und in tiefer eingeschnittenen Seitentälern gebunden.

In breiteren Talabschnitten, wo die Flüsse nicht den gesamten Talboden einnehmen, findet man auwaldartige, von Schluchtwaldelementen stark unterwanderte Pflanzengesellschaften, die als Grabenauwälder bezeichnet werden können.

Mit zunehmender Seehöhe bleiben in den Grabenstrecken ausgesprochen wärmeliebende und illyrische Arten zurück und werden durch andere Arten mit Verbreitungsschwerpunkt in höheren Lagen ersetzt.

Zum Vorkommen der Tanne ist zu bemerken, daß sie vom Tal bis in etwa 1.300 m Seehöhe vertreten ist, sodaß eine klare Trennung zwischen Buchenwäldern und Buchen-Tannenwäldern im Koralpengebiet nur schwer möglich ist. Die Tanne ist im Südtail der Koralpe und im Reinischkogelgebiet stärker vertreten, als im mittleren Abschnitt des Gebirgszuges, wo auch eine Bindung an luftfeuchte Standorte deutlicher festzustellen ist. Wie weit für die heutige Verbreitung dieser Holzart menschlicher Einfluß maßgebend ist, läßt sich nur schwer feststellen. Eine starke Degradation weiter Waldflächen im Bereich der kristallinen Höhenrücken bis hinauf zu den höchsten, reicherem Vorkommen der Buche ist jedoch unverkennbar (frühere Glasindustrie, Streunutzung, Waldweide etc.).

Bis weit hinein in die Gräben schieben sich in der günstigen mittleren Hangzone zwischen die zum Schluchtwald tendierenden Buchen- (Tannen-)wälder und die Buchen-Tannenwälder höherer Lagen Laubmischwälder bzw. von wärmeliebenden Laubhölzern unterwanderte Buchenwälder.

Über der Zone der montanen Buchen-Tannenwälder folgt die Zone der Fichtenwälder. Nach der Krautschicht sind Untereinheiten mit dominierender Heidelbeere, Waldsimse und Hainsimse zu unterscheiden. Die Untereinheit mit der Waldsimse ist nur spärlich vertreten. Auch die Verbreitung der Hainsimse ist stark eingeengt, weil frischliebende Arten und Untereinheiten zunehmend auf die Sonnenhänge übergreifen. Das Wollige Reitgras ist regelmäßig vertreten.

Von den Nadelhölzern ist die Lärche im Koralpengebiet nicht so häufig wie die Fichte. Die Zirbe hat hier kein natürliches Vorkommen. Von den Laubholzarten dringt der Bergahorn bis in ca. 1.500 m Seehöhe vor.

2. Allgemeine Bemerkungen über das Wasser als Standortfaktor

"Kein Faktor bestimmt das Gepräge der Pflanzendecke auf der Erde in gleichem Maße wie das Wasser" (Walter, Standortlehre). Mehr als die Hälfte des Pflanzenkörpers besteht aus Wasser. Es ist Nährstoff und zugleich Transportmittel für die anderen Nährstoffe. Ein gewisser Quellungszustand des Protoplasmas ist Voraussetzung für die Lebenstätigkeit. Die nicht verholzten Pflanzen und Pflanzenteile erhalten auch ihre Gestalt durch den Druck der mit Zellsaft gefüllten Vakuolen auf die sie umschließenden Plasmahäute und Zellwände (Turgordruck). Um den nötigen Wassergehalt aufrechterhalten zu können, braucht die Pflanze nicht nur genügend Wasser im Boden, sondern auch genügend Luftfeuchtigkeit. Zwar kann die Pflanze bei trockener Luft durch Schluß der Spaltöffnungen (Stomata) den Wasserverlust stark herabsetzen; sie unterbindet aber dabei die Aufnahme des für die Photosynthese und damit für die Ernährung notwendigen Kohlendioxides. Daher ist feuchte Luft ein sehr wesentlicher Faktor für die Vegetation. Eine meist geringe Rolle spielt bei höheren Landpflanzen die Aufnahme des Wassers durch direkten Kontakt der assimilierenden Pflanzenteile mit tropfbar flüssigem Wasser. Nur bei den Wasserpflanzen erfolgt die Wasseraufnahme auf diese Weise. Niedere Pflanzen, einschließlich der Moose, nehmen dagegen das Wasser mit der gesamten Oberfläche auf und haben auch keinen Verdunstungsschutz. Sie sind für ihre Lebenstätigkeit auf feuchtes Milieu unmittelbar angewiesen. An Trockenheit angepaßte niedere Pflanzen können zwar fast vollständige Austrocknung vertragen, reduzieren aber in dieser Zeit ihre Lebensvorgänge auf ein kaum meßbares Minimum.

Die pflanzenverfügbare Wassermenge im Boden wird beeinflusst durch:

- den atmosphärischen Niederschlag
- die Beschaffenheit des Bodens
- die Einwirkung von Grundwasser, Sickerwasser, Staunässe etc.

Die Luftfeuchtigkeit hängt ab:

vom Klima (groß- bzw. kleinräumig) und von der Witterung von der Entfernung von einer Feuchtigkeitsquelle vom "Bestandesklima", dem gegenüber der Umgebung modifiziertes Klima im Pflanzenbestand.

Der direkte Kontakt assimilierender Pflanzenteile mit Wasser kommt zustande:

im Zusammenhang mit Regen,
im Zusammenhang mit einem Gewässer (Lage im Gewässer),
in der Sprühzone,
im Überflutungsbereich bei höherem Wasserstand etc.

Zu den angeführten Punkten noch folgende Ergänzungen:

Die Rolle der Luftfeuchtigkeit als Standortfaktor wird allgemein unterschätzt. Bereits im vorhergehenden Kapitel wurde darauf hingewiesen, daß die Waldvegetation in den Gräben und auf den Mittelhängen der Koralpe von der abweichenden klimatischen Höhenstufengliederung geprägt wird, wobei die Verteilung der Luftfeuchtigkeit wahrscheinlich am schwersten ins Gewicht fällt. Von den waldbildenden Holzarten sind bei den Laubhölzern der Bergahorn und die Bergulme, bei den Nadelhölzern die Tanne an luftfeuchtere Biotope gebunden. Darüber werden im nächsten Kapitel noch genauere Angaben gemacht.

Zum letzten Punkt ist zu erwähnen, daß jene Pflanzen, die ständig mit Wasser direkt in Kontakt kommen, d. h. im Wasser flutend oder in der Sprühzone angesiedelt sind, an den Lebensraum besonders stark angepaßt sind. So haben die Stengel von Blättern, die im Wasser fluten, kaum mehr stützende und wasserleitende Funktionen, hingegen weisen Pflanzenteile in starker Strömung besondere Zugfestigkeit auf. Die Trockenresistenz der Pflanzen in und unmittelbar an Gewässern ist so gering, daß sie bei nur kurzzeitigem Ausbleiben der nötigen Feuchtigkeit absterben und der Erosionstätigkeit des Wassers keinen Widerstand mehr bieten. Die Entwicklung von Ersatzgesellschaften geht in klimatisch günstiger Lage verständli-

cherweise rascher vor sich, als in ungünstigen Lagen, etwa über der Waldgrenze.

Zu den Pflanzen der nicht ständig überfluteten Bereiche, etwa der Bachbegleitwälder, Auwälder und Staudensäume, ist zu bemerken, daß die Spezialisierung und Anpassung an den Lebensraum vielfach augenscheinlich ist. Ein kräftiges, ercsions-resistentes Wurzelsystem und hohe Regenerationsfähigkeit der oberirdischen Organe sind bei den krautigen Pflanzen, aber auch bei den Holzarten im Uferbereich, zu beobachten. Erwähnt sei die Fähigkeit zum Stockausschlag bei Weiden, Pappeln und Erlen. Viele Wertholzarten vertragen stauende Nässe nicht, z. B. die Fichte, Buche oder Lärche.

Die Bedeutung der Pflanzendecke im Wasserkreislauf veranschaulicht die folgende Zusammenstellung:

Die Pflanzendecke:

- * bindet Wasser als integrierenden Bestandteil des Organismus und des Stoffwechsels
- * hält im Bestand Wasser zurück (Torfmooose bis zum 20fachen des Eigengewichtes)
- * beeinflußt die Verdunstung, passiv (Evaporation) und aktiv (Transpiration)
- * trägt entscheidend zur Verminderung der Erosion und zur Verlangsamung bzw. Vergleichmäßigung des Wasserabflusses bei,
- * beeinflußt die Beschaffenheit der Gewässer (Temperatur, Sauerstoffgehalt, Chemismus),
- * überdies stellt das Wasser Lebensraum für eine Vielzahl von Organismen dar.

Die Beschäftigung mit Fragen der Wasserbenutzung und des Wasserkreislaufes verlangt nach einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise. Bei allen aufgezählten Punkten ist hervorzuheben, daß ein Teil des Niederschlages auf seinem Weg bis zur Verdunstung mehrmals mit Pflanzenbeständen in Verbindung kommt.

Für diesen Teil des Niederschlages ist der Weg vom Auftreffen auf den Pflanzenbestand über die Versickerung bis zum Austritt aus dem Boden nur der erste Teil seines Weges, denn im Kontakt

des abfließenden Wassers mit der Vegetation im und am Gewässer treten die oben beschriebenen Zusammenhänge und Wechselwirkungen neuerlich auf. In diesem Zusammenhang ist die Frage der Restwassermenge, die bei Wasserentnahmen im Gewässer verbleibt, aktuell. Sie ist so zu bemessen, daß die Vegetation des von der Quelle ausgehenden Gerinnes ihre Funktion im Wasserkreislauf soweit erfüllen kann, daß Nebenwirkungen auf den benachbarten Pflanzenbestand, in erster Linie natürlich auf den benachbarten Wirtschaftswald unterbleiben.

Im Zusammenhang mit Restwassermengen darf auch nicht vergessen werden, daß jenes Wasser, das bei der Quelle oder aus einem Trinkwasserspeicher in Trinkwasserqualität entnommen wird, letztlich als Abwasser die Gewässer belastet.

3. Hinweise zur Beurteilung von Einzelquellen und Teil- einzugsgebieten

(siehe Tafel 1)

3.1. Vorbemerkungen:

Wie bereits in den beiden vorhergehenden Abschnitten dargelegt, sind die Beziehungen zwischen Pflanzendecke und Wasser als Standortfaktor sehr komplex. Es bedarf daher im Einzelfall einer genauen Fragestellung.

Im Mittelpunkt dieses Gutachtens steht die Frage, "in welchen Bereichen des Koralpengebietes können bei bedeutenderen Wasserentnahmen negative Auswirkungen auf die Vegetation, und zwar in erster Linie auf den Wirtschaftswald erwartet werden; welche Bereiche sind in dieser Hinsicht mehr und welche weniger gefährdet?" Zur Beantwortung dieser Frage werden, den gegebenen Möglichkeiten entsprechend, pflanzensoziologische und freiland-ökologische Methoden herangezogen.

Ausgangspunkt aller Betrachtungen ist die Erfahrung, daß das Vorkommen sowie das Mosaik der Pflanzengesellschaften wesentlich von der Verteilung der Boden- und Luftfeuchtigkeit bestimmt wird. Jede bedeutende dauernde Wasserentnahme stellt eine Veränderung der Standortqualität dar, was dann bedenklich ist, wenn die Konkurrenzkraft der anzustrebenden Waldgesellschaft bzw. der zu fördernden Holzarten gegenüber weniger erwünschten anderen vermindert wird. Aus diesem Gesichtspunkt könnte man die zentrale Frage auch so formulieren: "Wo besteht die Gefahr, daß für die anzustrebenden Holzarten nach bedeutenden Wasserentnahmen zu wenig Wasser im Boden oder in der Luft vorhanden ist?"

Anzustreben ist, im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung und unter Bedachtnahme auf die mannigfaltigen Wohlfahrtswirkungen des Waldes, eine möglichst naturnahe Waldvegetation. Es ist nämlich darauf zu verweisen, daß im Koralpengebiet bezüglich der unterschiedlichen Wirkungen des Wassers sehr empfindliche Standorte, vor allem in den steileren Gräben und in den Hochlagen, sehr verbreitet sind. Aus einer relativ großen Zahl eindrucksvoller Beispiele kann man lernen, daß es sinnvoller

ist, auf diesen Standorten das forstliche Ertragsdenken zugunsten der Walderhaltung zurückzustellen, weil sonst das Risiko forstlicher Kalamitäten zu groß wird. Folgende Waldgesellschaften deuten auf empfindliche Standorte hin:

Schluchtwälder,
Waldmeister- und feuchte Hainsimsenbuchenwälder,
Grabenauwälder und Crauerlerbestände (an Bächen),
Montane Fichtenwälder mit Torfmossen,
Moorgesellschaften einschließlich der bewaldeten Teile,
Grünerlen- und Latschenbestände der Hochlagen.

Ausgedehnte Bestände dieser Pflanzengesellschaften wären aus Gründen des ökologischen Gleichgewichtes zu schonen. Dies wird umso leichter möglich sein, als sie in der Mehrzahl in Bereichen vorkommen, die für Wasserentnahmen kaum aktuell sind (siehe: J.Zötl u. H.Zojer: Hydrogeologische Studien über die Wasservorkommen der Weststeiermark. - Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 30, Graz, 1975).

Etwas schwieriger wird die aus waldbaulichen Gründen wesentliche Forderung zu realisieren sein, auf die Tanne Rücksicht zu nehmen. Diese Holzart trägt zur Erhaltung und Verbesserung der Standorte bei, weil sie als Tiefwurzler weniger windwurfgefährdet ist als die flachwurzelnde Fichte, und weil ihr Bestandsabfall leichter zersetzbar ist als jener der übrigen immergrünen Nadelbäume. Es kommt in tannenreichen Beständen in unserem Gebiet daher kaum zur Rohhumusbildung, die bei Ersatz der Tanne durch die Fichte auf vielen Standorten zu erwarten ist.

3.2. Zur Beurteilung von Einzelquellen

Bei den Begehungen zur Erfassung der Vegetationsverhältnisse wurde eine Vielzahl gefaßter und ungefaßter Quellen gemeinsam mit hydrogeologischen Sachverständigen besucht, wobei am konkreten Beispiel überlegt bzw. beobachtet wurde, welche Folgen die Fassung der Quelle auf die Vegetation hat bzw. haben könnte.

Hier soll der unmittelbare Umgebungsbereich im Vordergrund der Betrachtung stehen, während die bei größeren Wasserentnahmen notwendige Erweiterung des Horizontes auf das gesamte Einzugsgebiet zumindest des nächsten größeren Vorfluters im nächsten Abschnitt behandelt werden soll. Vorweg ist zu sagen, daß bei den Quellen, die aus den silikatischen Bereichen der Koralpe kommen und im Vergleich zu Karstquellen eher bescheidene Schüttungen aufweisen, durchaus nicht in allen Fällen ein Größenzusammenhang zwischen Quellschüttung und unmittelbar beeinflusstem Vegetationsbereich besteht. Um relativ schwache Quellen können ausgedehnte Zonen feuchtigkeitsliebender Vegetation entwickelt sein, während andererseits größere Quellen oft mehr oder weniger unvermittelt hervorbrechen. Wenn sie dann nicht flächenhaft, sondern in einem Gerinne konzentriert abfließen, ist die zur Verdunstung bereitstehende Wasseroberfläche von vornherein gering. Ergänzend zum notwendigen hydrologischen und hydrogeologischen Befund wird aus dem Gesichtspunkt des Vegetationskundlers bei der Einzelquelle zu achten sein:

- * auf Folgequellen,
- * auf die Ausdehnung der mit besonders feuchtigkeitsliebender Vegetation bestandene Zone um die Quelle,
- * auf die Eintiefung des Quelltrichters und des Abflußgerinnes im Gelände sowie die Exposition und Hangneigung des umgebenden Geländes,
- * auf die Entfernung zu Nachbarquellen oder zum nächsten Bach.

Auswirkungen auf die umgebende Vegetation können nach der Fassung größerer Quellen beobachtet werden, die auf schwach geneigten Abtreppungen größerer Schuttkörper ohne nennenswerte Eintiefung im Gelände austreten. In diesem Fall sind Folgequellen häufig. Die Tanne, welche derartige Verebnungen mit ausreichender Bodenfeuchtigkeit bevorzugt, nimmt nach größeren Wasserableitungen sichtlich Schaden.

3.3. Zur Feststellung der vertretbaren Wasserentnahmen in Teileinzugsgebieten

Die Erweiterung der Betrachtungen von Einzelquellen auf Teileinzugsgebieten ist nicht allein aus ökologischen Gründen erforderlich, sondern auch aus wasserwirtschaftlichen Gründen zweckmäßig, weil man bei der gegebenen relativ geringen Schützung der Quellen in der Regel gezwungen sein wird, in einem räumlich beschränkten Gebiet mehrere Quellen zu fassen. Hier sollen jedoch nur Argumente aus vegetationskundlich-ökologischer Sicht geltend gemacht werden.

Da, wie bereits erwähnt, enge Korrelationen zwischen Standorten und Pflanzengesellschaften bestehen, gehen somit in die Beurteilung auch die klimatischen und edaphischen Faktorenkomplexe mit ein. Neben der Begutachtung mit Hilfe der vorhandenen Pflanzengesellschaften werden auch Angaben über Relief, Exposition und Bewaldungsgrad berücksichtigt.

Ein Faktor, der die Beurteilung von Teileinzugsgebieten sehr erschwert, ist die bereits erwähnte, großflächig vorhandene Degradation im Koralpengebiet. In den leichter zugänglichen Wäldern auf den Vorbergen haben jahrhundertelange Streunutzung und Waldweide zu Humusschwund und der übliche Hieb auf den stärksten Stamm zu negativer Selektion des Baumbestandes geführt. Auf die Glasindustrie früherer Jahrhunderte mit den Schwerpunkten St. Vinzenz und Glashütten, die vor allem buchenreiche Bestände höherer Lagen stark dezimiert hat, sei nochmals hingewiesen. Die Waldgrenze ist durch den Einfluß des Menschen im Koralpengebiet durchwegs, und zwar bis zu 300 Höhenmeter abgesenkt. Die heutige Forstwirtschaft, vor allem die Großwaldbesitzer, bemühen sich um die Sanierung der Standorte. Auf diesen Umstand wird im Einzelfall Bedacht zu nehmen sein.

Als übergeordnete Gliederung ist jene der Vegetationsstufen zu betrachten, die, wie bereits dargelegt, mit bestimmter Klimastufen korrespondieren. Es wurde im ersten Teil des Gutachtens erwähnt, daß die Laubmischwälder an die, aus klimatischen

Gründen relativ trockenen Hänge der mittleren Hangzone gebunden sind. Diese Hänge sind neben den Tallagen als bevorzugtes Kulturland am stärksten entwaldet. Überdies sind viele Quellen für Einzelwasserversorgungen genutzt, wobei die Abwässer meist durch Versickerung beim Haus beseitigt werden. Verständlicherweise wird man weitere Quellen in diesen an sich wasserarmen Bereichen nicht nutzen.

Zwischen Sonn- und Schatthängen besteht ein scharfer Kontrast. Die Hänge der konkaven Geländeform sind zwar ausreichend bis stark durchfeuchtet, allerdings mehr flächenhaft; größere Quellaustritte sind selten. Die gut mit Wasser versorgten Hänge sind die Standorte für die montanen Schluchtwälder und anspruchsvollen, sehr wuchskräftigen Buchenwälder. Hier wird man bei Quellnutzungen ebenfalls Zurückhaltung üben. Wo derartige Quellen bereits stärker genutzt sind, wie etwa im Einzugsbereich des Ligistbaches, werden die Abflußverhältnisse genau zu kontrollieren sein.

Nach dem bisher Gesagten verlagert sich der Schwerpunkt der Betrachtungen in Höhenlagen über 900 m. Zwischen 900 und 1300 m Seehöhe sind neben der vom Menschen stark geförderten Fichte auch die Buche und Tanne in bedeutendem Maße vertreten. Auch die höchsten Vorkommen der Kiefer liegen in dieser Höhenstufe.

Das Klima ist in dieser Höhe schon deutlich humider als in der mittleren Hangzone. Es sind auch noch mehrere nutzbare Quellen vorhanden. Bei einer größeren Zahl der Bäche, die aus den Vorbergen kommen, reicht der Quellbereich kaum über 1300 m hinauf. Ihr Wasserregime ist gerade in Trockenzeiten sehr wesentlich von den hydrologischen Verhältnissen in höchsten Teilen ihres Einzugsgebietes abhängig. Eine Wasserverknappung ist, wie vorne erwähnt, in extremen Trockenjahren nicht auszuschließen. Man wird daher bei Quellfassungen jene Bereiche bevorzugen, wo die landschaftlichen Gegebenheiten auch bei anhaltender Trockenheit die Erhaltung eines feuchten Lokalklimas ermöglichen und die Standorte vor Austrocknung bewahren. Es sind dies die Bereiche mit größerer Reliefenergie und starker Bewaldung.

Auch in der Höhenstufe über 1300 m, die von der Fichte beherrscht wird, gilt das eben Gesagte, wenn auch, wegen der größeren Humidität, in abgeschwächtem Maß.

Jene Quellen, die über der aktuellen Waldgrenze liegen, können aus mehreren Gründen nicht aus der Betrachtung ausgeklammert werden. Erstens wurde bereits erwähnt, daß die heutige Waldgrenze künstlich abgesenkt ist. In Hinblick auf eine Vergleichmäßigung der Abflüsse aus der Hochlagen, die bis in die Tallagen positive Auswirkungen zeigt, ist auf eine Anhebung der Waldgrenze hinzuwirken. Nicht umsonst gilt die Hochlagenaufforstung als eines der brennendsten Probleme der alpinen Forstwirtschaft. Aus der Vegetation an vielen Quellen in jetzt offenem Gelände ist ihre Zugehörigkeit zur klimatischen Waldstufe erkennbar.

Die im Koralpengebiet vorwiegend von der Grünerle gebildete Krummholzvegetation hat für den nach unten angrenzenden Hochwald Schutz- und Pioniercharakter, vor allem gegen extreme Klimabedingungen und Erosion. Der Wasserbedarf der Grünerle ist allerdings relativ hoch, sodaß bei Wasserentnahmen im Grünerlengürtel vorsichtig vorzugehen ist.

Einen Sonderfall stellen die Moorkomplexe dar, die zum Teil Hochmoorcharakter haben und von der oberen Waldstufe bis in die Kampfbzone reichen. Sie bilden Retentionsräume bei extremen Niederschlägen, tragen zur Konservierung der Winterfeuchtigkeit bei und sorgen somit für gleichmäßige Abflußverhältnisse der Gewässer aus den Hochzonen.

Ein weiteres Argument, welches bei der Nutzung von Quellen in den Hochzonen zu beachten ist, ist die Erhaltung der Lebensräume der floristischen Besonderheiten der Koralpe, die vor allem in den Karen und in der Gipfelregion vorkommen.

Zur Verdeutlichung unserer Ausführungen dient die beiliegende Karte, in der nach der Eignung für die Wasserentnahme vier Zonen ausgedehnt wurden:

Die Zone 1 bezeichnet jene Bereiche, wo auch größere Wasserentnahmen ohne gravierende negative Auswirkungen auf den benachbarten Wirtschaftswald bleiben. Es handelt sich vorwiegend um hohe, nordexponierte Lagen. Der Einflußbereich der Gerinne ist gut abgegrenzt und relativ kleinräumig. Die Standorte im benachbarten Wirtschaftswald sind nicht oder kaum degradiert. Diese Zone ist auf der steirischen Seite nur im Quellgebiet der Laßnitz vertreten. Vergleichbar günstige Bereiche im Einzugsgebiet von Krumbach und Feistritz liegen auf Kärntner Gebiet.

In die Zone 2 fallen größere Bereiche in den Hochlagen des Kor-alperhauptkammes sowie begrenzte Areale im Bereich der höheren Vorberge. In dieser Zone ist bei größerer Wasserentnahme auf die Erhaltung ausreichender Restwassermengen zu achten.

Die Zone 3 umfaßt einerseits Areale in den Hochlagen, wo gegen Wasserentnahme besonders empfindliche Vegetation vorherrscht (Grünerlenbestände, Moore und stark degradierte flachgründige Waldstandorte) und andererseits in mittleren Höhenlagen Übergangsbereiche zur "Warmen Hangzone". Wasserentnahmen sind hier nur in geringem Umfang zu verantworten, wobei sowohl auf entsprechende Restwassermengen als auch auf die Vegetation um die einzelnen Quellen Rücksicht zu nehmen ist.

Die Zone 4 umfaßt die niedrigeren Lagen im Bereich der Vorberge. Die Vegetation auf den Sonnhängen ist anthropogen stark beeinflusst; die Waldbestände sind überwiegend degradiert. Die Böden zeigen deutlichen Humusschwund. In Trockenperioden kommt es zu ausgesprochenen Wassermangelercheinungen. Auf den Schatthängen ist die Waldvegetation wuchskräftig, aber sehr empfindlich gegen Wasserentzug. In der gesamten Zone 4 sollten Wasserentnahmen unterbleiben.

4. Die Empfindlichkeit der Vegetation des steirischen Anteiles der Koralpe gegen Quellwasserentnahmen (Erläuterungen zur Karte)

4.1. Vorbemerkung:

In diesem Abschnitt werden in knapper Form die Argumente dargelegt, die zur Zonenabgrenzung auf der gegenständlichen Karte führten. Die Beschreibung erfolgt jeweils getrennt nach Einzugsgebieten der Hauptflüsse von Norden nach Süden, wobei jeweils allgemeine Angaben vorangestellt werden. Es sei nochmals auf die allgemeiner gehaltenen Ausführungen im Abschnitt "Hinweise zur Beurteilung von Einzelquellen und Teileinzugsgebieten" hingewiesen, die jeweils in konkretisierter Form wiederholt werden. Dort findet man auch Angaben über die Wertigkeit der Zonengliederung nach der Skala 1 - 4, wobei die Zone 1 günstige, die Zone 4 die ungünstigsten Verhältnisse aufweist.

4.2. Der Ligistbach:

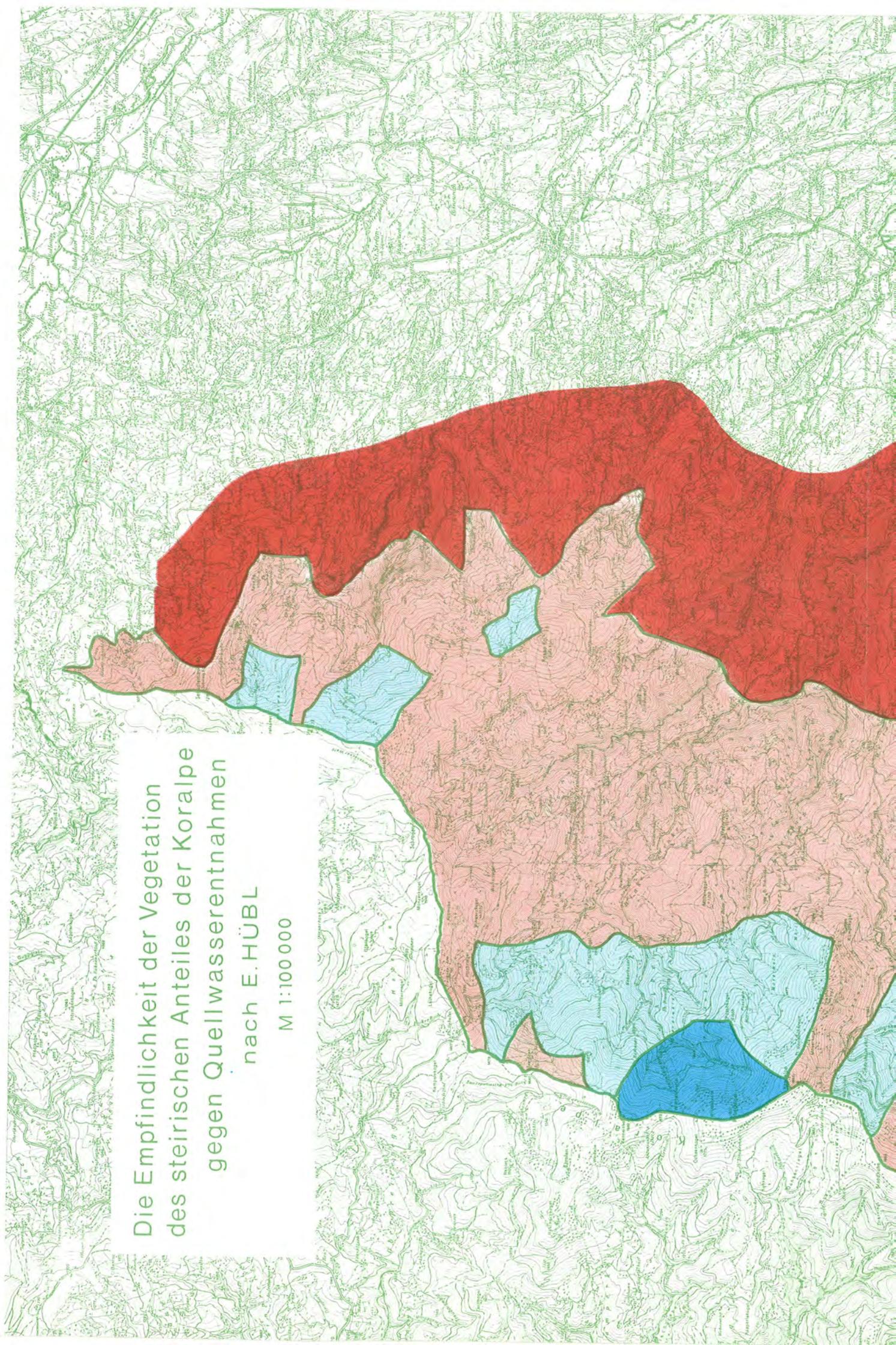
Der Ligistbach mit dem Scharasbach und Oberwaldbach als bedeutendsten Zubringern entwässert den nordöstlichen Teil des Reinischkogelmassivs.

Der weitaus überwiegende Teil seines Einzugsgebietes fällt in die wärmebegünstigte und mäßig trockene Klimastufe zwischen 400 und 950 m Seehöhe. In die nächsthöhere, mäßig feucht-kühle Stufe fallen nur wenige Quadratkilometer des gesamten Einzugsgebietes, wobei der Schusterbauer Kogel als höchste Erhebung an der Wasserscheide 1288 m erreicht. Da die Reliefenergie in horizontaler Richtung im Vergleich zum übrigen Koralpengebiet gering ist, findet man nur wenige tiefer eingeschnittene Grabenstrecken, in denen auch in Trockenperioden feuchte Klimainseln bestehen bleiben. Die Böden auf den ausschließlich sauren Muttergesteinen (Plattengneis, Gneisglimmerschiefer u.ä.) sind in der Umgebung von anstehenden Felsen sehr leicht und grobstoffreich und neigen zur Verhagerung.

Die Empfindlichkeit der Vegetation
des steirischen Anteiles der Koralpe
gegen Quellwasserentnahmen

nach E.HÜBL

M 1:100 000



Wo das Muttergestein tiefgründig aufgemürbt ist - diesem Phänomen begegnet man im Koralpengebiet im Bereich der Unter- und Mittelhänge häufig - sind die Böden schwerer und neigen im Unterboden zur Verdichtung und zum Tagwasserstau. Diese Böden sind für die Forstwirtschaft problematisch, weil es unter Waldbeständen mit stark saurem Bestandesabfall - etwa unter Fichtenreinkulturen - zur Intensivierung des Verdichtungsprozesses und zur Bildung dichter Rohhumusauflagen kommt, also zu Degradation. Zu den Nachteilen derartiger Rohhumusdecken zählt auch die Tatsache, daß nur ein Bruchteil des auftreffenden Niederschlagswassers im Boden versickert, während der oberflächliche Abfluß zunimmt. Langfristig ist einer solchen Entwicklung nur entgegenzuwirken, indem man den Laubholzanteil im Bestand hoch hält und unter den Nadelhölzern die Tanne fördert. Dies ist im zusammenhängenden Großwaldbesitz geschehen. Durch den hohen Tannenanteil werden die Bestände aber gegen Änderungen der Boden- und Luftfeuchtigkeit empfindlich, insbesondere an der Untergrenze der größeren Tannenvorkommen. Obwohl dort die Tanne sichtlich nicht mehr optimale Verhältnisse im Feuchtigkeitshaushalt vorfindet, gibt es keine Alternative vom forstlichen Standpunkt, als sie dennoch so weit als möglich zu fördern.

Für das relativ trockene und wärmegetönte Klima am Ostabfall des Reinischkogels gibt es in der Vegetation mit vielen Wärmezeigern zusätzliche Anhaltspunkte. Die Gesamtartenzahl ist, wie auf einheitlich saurem Substrat nicht anders zu erwarten, niedrig, wodurch die Feststellung des Degradationszustandes von Pflanzengesellschaften erschwert wird.

Wertet man alle besprochenen Komponenten, so sind größere Wasserentnahmen im Einzugsgebiet des Ligistbaches an und für sich kaum, in der gegenwärtigen Situation aber keinesfalls mehr vertretbar, weshalb das Einzugsgebiet fast zur Gänze in die Zone 4 fällt.

4.3. Der Stainzbach:

Im Einzugsgebiet des Stainzbaches sollen nur die drei bedeutenderen Quellflüsse, der Falleggbach, der Trogbach und der Theussenbach betrachtet werden. Ihr Einzugsgebiet liegt am Ostabfall des Rosenkogel-Reinischkogelmassivs, wobei die größten Seehöhen jeweils an der westlichen Wasserscheide erreicht werden.

Die feucht-kalte Klimastufe, gekennzeichnet durch Fichtenwaldgesellschaften mit Übergangscharakter - hochmontane und tiefsubalpine Arten halten sich in der Krautschicht die Waage - kommt in keinem der drei Einzugsgebiete zur Wirkung, hingegen liegt der Schwerpunkt in der mäßig feucht-kühlen Stufe zwischen 950 und 1300 m Seehöhe. Die Nachteile der mäßig trockenen, warmen Hangzone kommen kaum zur Wirkung, weil die Hauptbäche schon nach wenigen Kilometern Laufstrecke in schluchtartige Grabenstrecken eintreten, wo die bereits erwähnten, vorteilhaften Klimabedingungen herrschen.

Die Vegetationsverteilung im Quellgebiet ist derart, daß sich die feuchtigkeitsliebenden Holzarten vornehmlich um perl-schnurartig aufgereichte Quellen - oft in Bachnähe - konzentrieren, während die größeren, unmittelbar hervorbrechenden Quellen geringeren Einfluß auf die Vegetationsverteilung haben. Somit sind die Voraussetzungen für maßvolle Wasserentnahmen in jenen Hangpartien gegeben, die in die Zone 2 fallen. Gegen eine Überbewertung, in diesem Fall ausgedrückt durch Aufwertung der Zone 2 zur Zone 1, ergaben sich Bedenken, da es gilt, auch in Trockenperioden der warmen Jahreszeit eine ausreichende Restwassermenge zu sichern, um den Bach in seiner Biologie zu erhalten. In kritischen Situationen sind nämlich die in der feucht-kalten Stufe gespeicherten Wasserreserven sehr hoch einzuschätzen, sodaß etwa die Schwarze Sulm und die Laßnitz insgesamt doch begünstigt sind. Bei der Beurteilung der erforderlichen Restwassermenge darf der Rahmen nicht zu eng gesteckt werden, was bedeutet, daß man auch die Rolle des Stainzbaches als Vorfluter für Abwässer in die Wertung einbezieht.

Die Gesichtspunkte für die Abgrenzung der Zonen 3 und 4 sind ähnlich wie beim Wildbach und bei der Laßnitz, sodaß auf die dortigen Ausführungen verwiesen wird.

4.4. Der Wildbach

Der Wildbach hat ein sehr schmales, langgezogenes Einzugsgebiet, das am Verbindungskamm zwischen dem Reiniskogel und dem Hauptkamm des Randgebirges ansetzt, wobei zur Linken der Rosenkogel und seine gegen das Vorland hin auslaufenden südwestlichen Vorberge, zur Rechten der Freiländer Höhenrücken die Grenze bilden, wobei der letztere bis zum Ort Freiland eine weit geringere Durchschnittshöhe aufweist. Die Mittel- und Oberhänge an der Flanke des Rosenkogels sind somit der Beschattung durch den Gegenhang entzogen, wodurch sich im Zusammenwirken mit dem Phänomen der Temperaturumkehr für die Höhenlagen zwischen 900 und 1100 m eine besondere Wärmebegünstigung ergibt parallel mit geringerer Luftfeuchtigkeit und erhöhter Verdunstung. So zieht sich auch in der genannten Höhenlage eine bandförmige landwirtschaftliche Streusiedlung hin (Sallegg, Dorfstadt). Da auch im Freiland die Besiedlung bis in eine Höhe über 1100 m reicht, ist das geschlossen bewaldete Hinterland im Einzugsgebiet nur als schmales Band erhalten. Bei Abwägung aller dieser Negative schien es nicht vertretbar, im Einzugsgebiet des Wildbaches gesondert die Zone 2 auszuweisen, hingegen bestehen für Wasserentnahmen zur lokalen Wasserversorgung keine Bedenken.

Die augenscheinlichsten Kriterien ergaben sich durchwegs, also auch bei den übrigen Flüssen, für die Abgrenzung der Zone 3 gegen die Zone 4, weil diese Grenze fast durchwegs mit dem Übergang von der montanen zur hochmontanen Stufe parallelgeht. Dieser Übergang erfolgt im allgemeinen auf kurze Distanz; es treten andere Holzarten und Waldgesellschaften in den Vordergrund (Buchen-Kiefernwälder, typische Grabenauwälder, Fragmente von Bachbegleitwäldern usw.). Die Landschaft und Vegetation in der Zone 4 hat bereits typischen "Vorbergcharakter". Die hohen Feuchtigkeitsansprüche der Buchen- und

und Schlucht-Waldgesellschaften, werden vorwiegend durch Sickerwasser gedeckt, das oft in breiter Front die Böden durchfeuchtet. Daß der Wasser- und Feuchtigkeitsbedarf für die Verbreitung bestimmend ist, sieht man allein daraus, daß nach Kahlschlägen mehr und mehr anspruchslosere, zugleich aber wärme-liebendere Holzarten (Edelkastanien, Schwarzerle) aufkommen und die Buche erst allmählich zu dominieren beginnt, allerdings mit einer stark verarmten Krautschicht.

4.5. Die Niedere Laßnitz

Die Quellflüsse der Laßnitz kommen aus einem so gut wie geschlossen bewaldeten, hochgelegenen Einzugsgebiet, das eine geringe glaziale Überformung und ein ruhigeres Relief aufweist, als das oberste Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm. Dennoch haben die Quellflüsse ein beträchtliches Gefälle zu überwinden - auf wenigen Kilometern Höhenunterschiede von 600 bis 900 m bis zum Eintritt in die bedeutend gefällsärmeren Grabenstrecken. Sieht man von einigen exponierten Restbeständen mit hohem Buchenanteil ab, so dominieren im Einzugsgebiet der Quellbäche hochmontane bis subalpine Fichtenwaldgesellschaften mit wechselndem Lärchenanteil. Neben den Vegetationsverhältnissen waren auch das humide Klima und die Bodenverhältnisse dafür maßgebend, daß die Zone 2 relativ weit gefaßt wurde. Das durch seine Nordlage zusätzlich geschützte Quellgebiet des Laßnitzbaches im Winkel zwischen der Handalpe und dem Weberkogel erfüllte die Bedingungen für die Zone 1.

Das Filzmoss und die Moore auf der See-Eben wurden wegen der besonderen Empfindlichkeit dieser Pflanzengesellschaften gegen Wasserentnahmen in die Zone 3 gestellt.

Die Grenzbeziehung der Zone 2 gegen die Zone 3 erfolgte großräumig nach der äußersten Vorkommen der hochmontanen Waldgesellschaften, die durch den menschlichen Einfluß fast durchwegs Fichtenforste sind, und nur mehr nach der Krautschicht

von subalpinen Fichtenwaldgesellschaften unterschieden werden können.

4.6. Die Schwarze Sulm

In das Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm fallen die höchstgelegenen Teile des Koralpengebietes mit den beiden markanten Kare auf der steirischen Seite, dem Seekar und dem Bärenalkar. Bereits jetzt konzentriert sich das wasserwirtschaftliche Interesse auf die Hochlagen, wo im Bärenalkar die Schwarze Sulm und im Seekar der Seebach als wichtigster Zubringer entspringen. Die beiden Kare sind durchaus nicht gleichartig. Im Bärenkar ist der versumpfte Bereich der Talschle klein, während im Seekar ein ausgedehntes Sumpf- und Moorgebiet entwickelt ist, das durch Grünerlen- und Latschenbestände gegliedert ist. Dem hohen Retentionsvermögen und der besonderen Erosionsresistenz dieses geschlossenen Vegetationskomplexes stehen die extremen Klimabedingungen in den Gipfelregionen der Koralpe u..a. mit besonderer Starkregenhäufigkeit gegenüber.

Unter diesen extremen Bedingungen ist das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Vegetationsgesellschaften sehr labil, und jede Störung, sei es durch Wasserentnahmen, Grabungen, aber auch Betritt etwa bei Beweidung führt zum Abbau dieser Gesellschaften und zu verstärkter Erosion.

Deshalb wurde im Seekar die Zone 3 ausgewiesen, während das Bärenalkar mit Ausnahme der von Grünerlen und Hochstauden bestandene Kareinhänge ebenso wie das angrenzende Einzugsgebiet des Payerlbaches in die Zone 2 gestellt wurden. Wäre das Bärenalkar noch von Wasserentnahmen unberührt, so wäre dort die Zone 1 vertreten; derzeit ist jedoch die Frage einer ausreichenden Restwassermenge aktuell.

Die Südhänge des Glashüttnerkogels sowie ein schmaler Streifen östlich der Brandhöhe fallen in die Zone 3, weil dort flachgründige und teils oberflächlich versumpfte Böden überwiegen und extreme Neigungsverhältnisse bestehen. Überdies stellt die

Trassenführung der neuen Straße auf die Weinebene von ökologischen Standpunkt einen schweren Eingriff im Einzugsgebiet des Reihbaches dar. Beim Payerlbach und den östlichsten Zubringern des Seebaches ist bei Wasserentnahmen Zurückhaltung notwendig, weil hier starke Degradationserscheinungen und eine erhebliche anthropogene Absenkung der natürlichen Waldgrenze zu beobachten sind. Eine Anhebung der Waldgrenze wäre wegen der zu erwartenden Vergleichmäßigung der Abflußbedingungen vorteilhaft.

Recht gute Voraussetzungen für maßvolle Wasserentnahmen bestehen auch auf den Schatthängen im Einzugsgebiet des Goslitzbaches. Dort dominieren einförmige und wenig empfindliche Fichtenwaldgesellschaften. Die Teileinzugsgebiete der Quellbäche sind klein und morphologisch gut abgegrenzt.

Die Grenze zwischen der Zone 2 und 3 folgt in etwa der Untergrenze der feucht-kalten Stufe.

4.7. Die Weiße Sulm

Die hochgelegenen Teile des Einzugsgebietes der Weißen Sulm wurden mit voller Absicht im Vergleich zur Schwarzen Sulm um eine Kategorie schlechter eingestuft. Maßgebend hierfür sind die besonderen klimatischen Bedingungen und das ruhigere Relief, wobei die Abschirmung gegen Süden gering ist. Die klimatische Begünstigung bis in Höhen über 1200 m wird nicht nur durch die Klimadaten der Wetterstationen Wiel und St. Anna dokumentiert, sondern ist auch aus der Flora und Vegetation abzulesen. So ist die Übergangszone zwischen hochmontanen und subalpinen Waldgesellschaften hier um bis zu 200 Höhenmeter gegenüber dem Nordteil der Koralpe angehoben.

Der Rettenbach fließt durch ausgedehnte Waldmoore und wurde daher in die Zone 4 eingestuft.

Im positiven Sinne hervorzuheben ist lediglich der Seebach. Die übrigen Zubringer wurden in der Zone 3 belassen um anzudeuten, daß bei der Auswahl von Quellen für die lokale Wasserversorgung auf die ökologische Gesamtsituation im Quellbereich zu achten ist.

4.8. Der Krumbach und die Feistritz

Im Einzugsgebiet des Krumbaches und der Feistritz stellten sich einer Beurteilung des Wasserhaushaltes im Umweg über vegetationskundlich-ökologische Kriterien die größten Schwierigkeiten entgegen. Insofern über waren die Verhältnisse doch eindeutig, als weder beim Krumbach noch bei der Feistritz eine Ausweisung der Zone 1 vertretbar war. Entsprechende Bedingungen findet man nur am Nordostabfall des Krennkogels. Die Ausweisung und Grenzziehung der Zone 2, die im Feistritzgebiet auf den Schatthängen vertreten ist, im Krumbachgebiet aber fehlt, wurde dadurch erschwert, daß auf den nach Süden offenen Oberhangpartien die Waldgrenze stark abgesenkt ist, und auf allen zugänglichen Hangabschnitten die Waldbestände großflächig degradiert sind. Die im Bestand und am Gesamteindruck der Waldstandorte abzulesende Degradation wird durch eine auffällige Häufung von topographischen Bezeichnungen auf die Brandrodung (z. B. "Brandrücken") und Waldweide ("Ochsen-Wald") hindeuten, unterstrichen. Verlehnte Böden mit stauender Nässe, meist durch geschlossene Rasen des Wolligen Reitgrases kenntlich, sind über Plattengneis weit verbreitet, der bis weit über 1000 m hinauf stark ausgemürbt ist. Derartige Standorte stellen ein weiteres Problem für die Forstwirtschaft dar. Laut Auskunft des verantwortlichen Forstingenieurs der Herzog von Croy'schen Forstdirektion wird durch sehr pflegeaufwendiges Einbringen und Fördern geeigneter Holzarten versucht, die beschriebenen ungünstigen Standortverhältnisse zu verbessern. Jede auf natürliche Gegebenheiten aufbauende Waldbestands-sanierung kommt einer Neuordnung des Wasserhaushaltes und vor allem einer Vergleichmäßigung der Wasserversorgung und Verbesserung der Böden gleich. Es erscheint nicht sinnvoll, in diesen aufsteigenden Prozeß gegenläufig einzugreifen, jedenfalls nicht ohne besondere Abstimmung mit den forstlichen Interessen bis ins Detail.

Während die Südhänge bei Soboth und Hänge um Laaken wegen der stärkeren Besiedlung und der geringeren Bewaldung fast durch-

wegs in die Zone 3 fallen, ergibt sich die gleiche Gesamtbeurteilung in der unteren Hälfte des Krumbachtales aus den bereits beschriebenen Standortansprüchen besonders vitaler, nährstoffreicher Buchen- und Schluchtwälder.

4.9. Übrige Gewässer

Von den übrigen, weniger bedeutenden Bächen sei der Stullneggbach zuerst genannt, wo die Verhältnisse am ehesten mit dem Wildbachtal vergleichbar sind. Bei jenen Bächen, deren Einzugsgebiet sich überwiegend auf Hänge erstreckt, die gegen das Vorland hin offener sind, so beim Gamsbach, Mittereggerbach, Leibernbach und den Bächen vom Haderniggkogel, dominiert im Einzugsgebiet die Zone 4, ausgewiesen durch wärmeliebende Laubmischwälder. Gut beschnittene Hangabschnitte können sogar als ausgesprochene Wassermangelgebiete gelten.

Anschrift des Verfassers:

c.Univ.-Prof.Dr. Erich HÜBL

Botanisches Institut

Universität für Bodenkultur

1180 Wien, Gregor-Mendel-Straße 33

Literatur:

Fröhlich, W., 1964, Die jährlichen Durchschnittszahlen der Tage mit Niederschlägen verschiedener Stufenwerte in der Steiermark, Wetter und Leben, Heft 7/8, Jg. 16, S.155 - 156.

Fröhlich, W., 1965, Die jährliche Anzahl der Niederschlagstage in der Steiermark, Mittbl. 41, Hydrogr.Dienst.in Österr., S.3 - 10 + 3 Karten.

Fröhlich, W., 1966, Die jährliche Anzahl und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Trockenperioden in der Steiermark, Mittbl. 44, Hydrogr.Dienst. in Österr., S.1 - 14 + 1 S Diag.

Fröhlich, W., 1967, Die monatliche Anzahl der Niederschlagstage in der Steiermark, Manuskript, 18 S.+ 1 S. Diag.

Fröhlich, W., 1968, Die Wahrscheinlichkeit der Anzahl der jährlichen Niederschlagstage in der Steiermark, Manuskript, 6 S. + 1 S. Diag.

Fröhlich, W., 1969 a, Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von 72-Stunden-Starkniederschlägen in der Steiermark, Wetter und Leben, H. 1/2, Jg. 21.

Fröhlich, W., 1969 b, Die wahrscheinlich auftretenden Jahressummen des Niederschlages in der Steiermark, Manuskript, 12 S. + 1 S. Diag.

Fröhlich, W., 1970, Die n-Jährlichkeit größter winterlicher Schneehöhen in der Steiermark, Manuskript, 4 S. + 3 Karten.

Fröhlich, W. & Kreps, H., 1968, Ergebnisse der Häufigkeitsauszählungen von Starkniederschlägen in der Steiermark, Manuskript, 10 S.

Hader, F., 1967, Klimagutachten für die Regionalplanung Südwest (unpubl.)

Otto, H., 1971, Die Temperaturumkehr in der Südweststeiermark, Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, Bd. 101, S. 97 - 108 (Festschr. für H. Paschinger).

Zukrigl, K., 1973, Montane und subalpine Waldgesellschaft am Alpenstrand, Mitt. forstl. Bundes-Versuchsanst., Bd. 101.

3. DIE LAGE DER QUELLEN IN BEZUG AUF DIE OBERFLÄCHEN-
FORMEN IM STEIRISCHEN KORALPENGEBIET

E.Schubert (1976)

Seit mehreren Jahren werden von seiten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung der Landesbaudirektion für Steiermark Quellaufnahmen und Quelluntersuchungen im Raume der steirischen Koralpe durchgeführt. Auf Grund dieser im Quellkataster gesammelten Angaben soll nun ein Zusammenhang zwischen Quelllage, Quellschüttung und den geomorphologischen Verhältnissen hergestellt werden.

In diesem Bericht soll eine Veranschaulichung der Quellgebiete und deren Schüttungsmenge und ein allgemeines Bild der Quellsituation im Bereich der steirischen Koralpe erreicht werden. Auf den Chemismus der Quellwässer, der stark vom geologischen Aufbau des Gebietes abhängig ist, wird hier nicht Bezug genommen.

Weiters soll aus dieser Arbeit hervorgehen, wo sich im Bereich der Koralpe großräumige Abschnitte befinden, die auf Grund der Häufung von Quellen eine Wasserentnahme ermöglichen, ohne vorhersehbare Schäden im natürlichen Wasserhaushalt des betreffenden Gebietes zu verursachen.

Auf eine entscheidende Tatsache muß aber schon zu Beginn der Ausführungen hingewiesen werden. Da die Angaben im Quellkataster Momentaufnahmen darstellen, und die Schüttung der einzelnen Quellen zu verschiedenen Jahreszeiten und Witterungsverhältnissen gemessen wurden, könnte es zu einer Fehleinschätzung der Ergiebigkeiten kommen. Bekanntlich weisen gerade die Schüttungen der Quellen der Koralpe eine starke Abhängigkeit von den Niederschlagsverhältnissen auf.

Um eine genaue Aussage über die Wasserverhältnisse der Koralpe treffen zu können, wäre eine Auswertung von Langzeitbeobachtungen notwendig. Im Gebiet der Koralpe kann man von drei typischen Quellagen sprechen, die sich auch bezüglich Schüttungsmengen deutlich voneinander unterscheiden.

Vorerst wären dies jene Quellen, die im Bereich von Verebnungen auftreten, die sie großteils selbst geschaffen haben. Es sind dies vor allem Schuttquellen und Sumpfquellen. Sie treten unmittelbar am Hangfuß auf oder im ersten Drittel der Verebnungen.

Die Radian dieser Quelltrichterverebnungen übersteigen 100 m meist nicht. Die rückschreitende Ercsion arbeitet intensiv an der inneren Niveaokante, wodurch der Hang eine deutliche Verteilung erfährt. Die Schüttungen dieser Quellen sind sehr variabel, das Maximum geht kaum über 0,4 l/s. Das Mittel liegt unter 0,1 l/s. Besonders häufig tritt dieser Quelltyp entlang des Gebirgsrandes auf; es kommt dabei zu einer Häufung von Quellen auf den Eck- und Leistenfluren. Diese Quellen erscheinen für eine Nutzung wegen ihrer jährlichen Schwankung und Unbeständigkeit nicht besonders geeignet. Bei einer Fassung würde der lokale Wasserhaushalt wegen ihres vereinzelter Auftretens zu stark negativ beeinflusst werden. Ein Gebiet, in dem dieser Quelltypus vorherrscht, ist das Lemsitz- und Zachgrabengebiet. Wenn man dem Korpalpenrand nach Süden folgt, kann man bis in eine Seehöhe von ca. 1000 m diesen Typ der Quellaustritte besonders häufig feststellen.

Einen weitaus ergiebigeren Quelltyp stellen jene Quellen dar, die unter größeren Verebnungen auftreten, d. h. unter den flach abfallenden Kämmen der NW-SE streichenden Sekundärrücken der Korpalpe und der großen Niveaureste der Gebirgstreppe.

Wie schon in verschiedenen Berichten ausführlich beschrieben wurde, wird die Korpalpe von einer unterschiedlich mächtigen Verwitterungsdecke überlagert, einer Verwitterungsdecke, die bis 10 m mächtig werden kann. Die mehr oder weniger schwach zertalten Hänge, vor allem im Rosenkogel-Reinischkogelgebiet, weisen außerordentlich mächtige Verwitterungsschichten auf, die sehr gute Wasserspeicher sind. Während auf den von einzelnen Quellen geschaffenen Verebnungen meist nur feuchte Flächen vorliegen, findet man verschiedentlich ca. 10 bis 100 m unter diesen Verebnungen kleine Wasseraustritte in Quellnischen von geringer Größe. Die Zahl der Quellaustritte und deren Schüttungsmenge ist eindeutig von der Lage und Größe der darüberliegenden Verebnung abhängig. Diese Quellen haben weitaus konstantere Schüttungen, als jene auf den Verebnungen selbst. Es sind Hangschutt- und Sumpfquellen, deren Schüttungsmenge mit der Höhe zunimmt.

Ihr Auftreten ist meist konzentriert. Auf kleinstem Raum treten oft bis zu 20 Quellaustritte auf, die sich schon nach sehr kurzer Strecke zu einem beachtlichen Gerinne vereinigen. Diese Quellen erscheinen vor allem für eine Nutzung besonders günstig, da sie weitaus ergiebiger sind und Wasserspenden von mehr als 1 l/s Quellen aufweisen können. Durch die wasser-speichernde Wirkung der Verwitterungsschichte auf den Verebrungen wird eine allmähliche, recht konstante Wasserabgabe an die Oberfläche erreicht. Trockenperioden, wie sie besonders in den letzten Jahren auftraten, wirken sich verzögert auf das Regime von Quellen dieses Typus aus.

Gerade bei diesen von der Mächtigkeit der Verwitterungsdecke abhängigen Quellen wäre eine Langzeitbeobachtung der Schüttung besonders aufschlußreich.

Ein weiterer Unterschied bei Betrachtung von Verebrungsquellen und Hangquellen fällt auf, nämlich, daß die Erosionskraft der erstgenannten Quellen offenbar beträchtlich geringer ist, als jene im Bereich der Hangquellen. Während auf den Sekundär-rücken (Niveaus und Verebrungen) sich die Gerinne nur seicht in Mulden eingetieft haben, auf den Flächen hin- und herpendeln und teilweise versickern oder in feuchten Flächen verschwinden, gräbt sich das Wasser der Hangquellen nach Vereinigung mit benachbarten Wasseraustritten nach einem sehr markanten Tobelsprung tief in die Verwitterungsschichte und in das Anstehende ein. Jene Austrittsstellen der Hangquellen, die mit einer darüberliegenden Verebrungsfläche im Zusammenhang stehen, können auch als Hinweis auf die Mächtigkeit der Verwitterungsschichte betrachtet werden. Es ist anzunehmen, daß die auf die Verebrungsflächen fallenden Niederschläge neben der vorhandenen Bodenfeuchtigkeit in die Tiefe absickern und an einer wasserstauenden Schichte meist am anstehenden Grundgebirge (Kristallin) oder an etwaigen Ortsteinbildungen wieder austritt. Je mächtiger diese feuchtigkeitssammelnde Verwitterungsschichte wird und je größer die darüberliegende Verebrung ist, umso konstanter und größer ist die Schüttung der Quellen. Diese Quellen sind es auch, die man weitgehendst einer Nutzung zuführen kann.

Ein weiterer Umstand wirkt sich gerade bei den oben besprochenen Quellen aus. Obwohl die eigentliche Quellschüttung nur wenige l/s beträgt, entwickelt sich schon nach kürzester Strecke aus dem Quellläderchen ein beachtliches Gewässer. Man kann mit großer Sicherheit annehmen, daß im Bereich der steilen Tobel, im Bachbett selbst immer wieder Quellen auftreten, die das Gewässer nähren. Diese Tatsache käme bei einer Fassung eines Teiles der oberen Quellwässer zugute, wodurch ein schädlicher Einfluß auf den natürlichen Wasserhaushalt der entsprechenden Gebiete weitgehendst ausgeschlossen ist.

Neben den schon besprochenen Hangquellen tritt noch ein weiterer Typ von Hangquellen auf, die eindeutig nicht mit Verebnungsflächen im Zusammenhang stehen.

Diese Quellen weisen, so wie die Verebnungsquellen, beträchtliche Schwankungen im Jahresgang ihrer Schüttung auf. Sie treten mehr oder weniger einzeln auf, es kommt zu keiner Quellhäufung. Auch dieser Quelltyp ist für eine großräumige Erschließung nicht geeignet. Die durchschnittliche Schüttung dieser Quellen beträgt ca. 0,1 l/s.

Ein weiterer recht unergiebigere Quelltyp sind jene Sumpfquellen, die immer wieder im Kammbereich, vor allem auf den Sattelzonen auftreten (See-Eben, Filzmöcs usw.).

Ein weiterer geomorphologischer Umstand im Koralpengebiet ist es in Bezug auf Quellage und Schüttung wert, daß man ihm gesteigerte Beachtung schenkt; die Asymmetrie der Koralpensekundärrücken.

Bei Betrachtung der Karte läßt sich feststellen: die SW-exponierten Hänge sind nicht nur weniger stark gegliedert, obwohl eine deutlich größere Wasseranlieferung erfolgt, sondern der Typ der im Zusammenhang mit Niveaus auftretender Hangquellen ist sichtlich vorherrschend.

Die weitaus flacher geböschten SW-exponierten Hänge der Koralpe bilden mit ihren mächtigen Verwitterungsschichten das weststeirische Wasserreservoir schlechthin.

Diese Tatsache läßt sich deutlich im Rosenkogelgebiet, aber auch im südlichen Koralperabschnitt von Unterfresen bis Seboth feststellen. Quellen mit einer Schüttung bis 7 l/s und vereinzelt auch darüber treten hier auf.

Als letzter Punkt dieser Ausführung wäre noch zu klären, wo die Quellen mit der größten Ergiebigkeit liegen.

Dies sind vor allem die Quellgebiete der Niederen Laßnitz, des Krumbaches und der steirischen Feistritzzuflüsse (Skutribach usw.) sowie das Quellgebiet der Schwarzen Sulm.

Der Raum Rosenkogel gegen das Wildbachtal und das Quellgebiet des Stainzbaches können für das Koralpergebiet als wasserreich angesehen werden.

Gegen Norden nimmt die Schüttung auch in höheren Lagen deutlich ab. Die Quellgebiete der Modriachzuflüsse sind wiederum etwas ergiebiger.

Ein ausgesprochen wasserarmes Gebiet ist der Ligister Raum und der Ostabfall des Rosenkogel-Reinischkogel-Schusterbauerkogelzuges.

Während in den letztgenannten Gebieten eine Wasserentnahme nicht ratsam wäre, könnten dem übrigen Koralpergebiet, vor allem in den höchsten Quellzonen noch größere Wassermengen entnommen werden, ohne den natürlichen Wasserhaushalt entscheidend zu beeinflussen.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Elisabeth Schubert
8010 Graz, Liebiggasse 12

4. QUELLAUFNAHMEN

von

E.Fabiani

Zur Methodik der Quellaufnahme in der Weststeiermark

Die Weststeiermark ist bekanntlich arm an nutzbaren Grundwässern; dies haben auch die jüngsten Untersuchungen (Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 40/1978, Band 41/1978, Band 43/1979 und Band 54/1980) bestätigt. Die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser wird daher ihren Schwerpunkt auch künftig in der Nutzung von Quellwässern finden müssen. Dies wird jedoch vor allem in jenen Räumen immer schwieriger, wo z. B. zwischen Ligist, Stainz und Kainach bereits die meisten verfügbaren Quellen gefaßt sind.

Um überhaupt feststellen zu können, wieweit die Region der Weststeiermark den künftigen Bedarf aus eigenen Vorkommen decken kann und wieweit ein Fremdbezug aus anderen Regionen notwendig sein wird, ist der erste und wichtigste Schritt die Durchführung einer Quellaufnahme. Auch wenn sich eine solche systematische Erfassung der Quellen nur auf die wesentlichen Hoffnungsgebiete, den Bereich Koralpe, Reinischkogel, Rosenkogel und die Vorberge südlich Ligist, also die nicht von tertiären Schichten eingenommenen Teile der Weststeiermark beschränkt, ergibt sich immerhin eine zu untersuchende Fläche von mehr als 500 km²; - eine Aufgabe, die weder von einer einzigen Person noch innerhalb eines Jahres zu bewältigen war, was schon allein bezüglich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse Probleme mit sich bringt.

Die erste systematische Quellaufnahme wurde seitens des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung bereits im Jahre 1971 durchgeführt. Untersucht wurde das obere Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm, des Payerlbaches und des Seebaches. Einerseits diente die Aufnahme der damals aktuellen Frage, wie weit noch Quellvorkommen vorhanden seien, die in die vom Bärntal kommende und noch über freie Kapazität verfügende Leitung der Stadtgemeinde Deutschlandsberg eingespeist werden könnten, andererseits sollten vor einer Gesamtaufnahme die notwendigen methodischen Erfahrungen gesammelt werden. Die Ergebnisse dieser Quellaufnahme konnten den Quellreichtum dieser Region bestätigen. Sie sind in einem Bericht (E.Fabiani, 1972) festgehalten.

Methodisch zeigte sich, daß die Feststellung von Typus, Lage, Höhe, Schüttung, Temperatur und Leitfähigkeit der Quellen fürs erste ausreichend ist und weitere Daten über den Chemismus nur getrennt von der Aufnahmearbeit an ausgewählten Quellen beschafft werden können. Bei der Erfassung der pH-Werte zeigte sich häufig eine Unzuverlässigkeit der eingesetzten Geräte. Um für die folgende systematische Aufnahme eine Einheitlichkeit der Methodik gewähren zu können, wurden eigene "Richtlinien für Quellaufnahmen" (E.Fabiani, 1971) erstellt, die sowohl hinsichtlich der Messungen als auch der Signaturen als Grundlage gelten.

In den folgenden Jahren bis 1979 wurden die Aufnahmen sowohl von Bediensteten des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung (Schwerpunkt südliche Koralpe, Rosenkogel, Wildbach), Studenten der Fächer Geologie und Geographie (zentrale Koralpe, Randgebiete) sowie ausgebildeten Geologen und Geographen (Pack) durchgeführt. Im Einzugsgebiet der Weißen Sulm konnte auf bestehende Unterlagen (H.Fessler, 1974) zurückgegriffen werden. Die einzelnen Aufnahmegebiete wurden nach Möglichkeit nach morphologischen Einzugsgebieten begrenzt und umfaßten in der Regel 15 bis 25 km².

Insgesamt wurden innerhalb von 9 Jahren 23 solcher Aufnahmegebiete untersucht, wobei nicht unerwähnt bleiben darf, daß der Wasserregionalverband Weststeiermark nicht nur einen Teil der Aufträge in finanzieller Hinsicht übernommen hatte, sondern auch 4 Gerätesätze für die Aufnahmetätigkeit ankaufte und zur Verfügung stellte. Ohne diese Art der Zusammenarbeit wäre eine Bewältigung des großen Gebietes nur schwer möglich gewesen, denn immerhin wurden durch diese Aufnahmen 6555 Quellen mit einer gemessenen Gesamtschüttung von 1960 l/s erfaßt.

Für jedes Aufnahmegebiet wurde ein eigener Quellkataster erstellt, der einerseits für jede Quelle ein Anlageblatt mit den entsprechenden Daten und einer geologisch-morphologischen Situationsskizze, als auch Lagepläne 1 : 10.000 und 1 : 25.000 sowie farbige Übersichtspläne der gemessenen Temperatur und Leitfähigkeitswerte, teils auch der pH-Werte, enthält. Weiters wurden die Daten über die Quellen der einzelnen Untersuchungsgebiete in Form einer tabellarischen Übersicht zusammengestellt

und eine Gliederung in gefaßte und ungefaßte Quellen sowie nach der gemessenen Schüttung getroffen.

Naturräumliche Voraussetzungen

Zahl und Verteilung, Schüttung und Beständigkeit von Quellen sind wesentliche Kriterien. Diese näher zu erfassen sind Sinn und Zweck einer Quellaufnahme. Doch sind diese nicht nur ein Spiel des Zufalles, sondern von einer Reihe von Faktoren abhängig, deren Zusammenspiel letztlich eine gewisse Gesetzmäßigkeit erkennen läßt, welche, kennt man sie, im großen gesehen auf ein Gebiet übertragbar ist und sich meist durch die Ergebnisse von Quellaufnahmen bestätigt findet.

Zu den wichtigsten dieser Faktoren zählen:

- 1.) klimatische Gegebenheiten, insbesondere Verteilung, Art und Intensität des Niederschlages, aber auch Temperatur und Windverhältnisse.
- 2.) der geologische Aufbau des Untergrundes und seine tektonische Gestaltung
- 3.) die morphologische Gestaltung der Landschaft
- 4.) die vorherrschende Vegetationsart und deren Verhältnis zum Wasserhaushalt
- 5.) die durch Geologie, Morphologie und Klima bestimmten häufigsten Bodenarten und ihre Beziehung zum Wasserhaushalt.

Versucht man diese Faktoren auf die Koralpe und deren Vorland anzuwenden, ergeben sich kurzgefaßt folgende allgemeine Merkmale:

- 1.) südlich des Alperhauptkammes gelegen, findet sich die Weststeiermark im Übergangsbereich zwischen einem mit zunehmender Höhe wirksam werdenden alpin-mitteleuropäischen und dem bis zum Gebirgsrand reichenden pannonisch-kontinentalen Klimaeinfluß. Durch den überwiegenden Einfluß von Süd- und Westwetterlagen und die stauende Wirkung der Koralpe macht sich einerseits eine deutliche Zunahme der Niederschläge

mit der Höhe, andererseits auch eine Abnahme der Niederschläge vom Süden gegen Norden bemerkbar. In Zahlen ausgedrückt ergibt sich folgende Verteilung des mittleren Jahresniederschlages:

Station	Seehöhe in m	mittl. Jahresniederschlag 1901 - 1970 (1961 - 1970)	Station	Seehöhe in m	mittl. Jahresniederschlag 1901 - 1970
Eibiswald	360	1165 (1157)	Deutschlandsberg	410	1054
Wiel	900	(1316)	Glashütten	1275	1304
St. Anna	1050	1288 (1167)	Brendlalm	1502	(1400) n. Guta. v. F. Hader, Hydr. D. in Heft 38
Stairz	340	963 (1018)	Ligist	370	965
Hebalpe	1440	1193 (1279)	Langmannsperre	640	1061
			Packsperre	850	983
			Pack	1115	1058

So mit beträgt der mittlere Jahresniederschlag im Süden in Tallagen und im Vorland 1000 bis 1200 mm, in Hochlagen hingegen 1400 bis 1700 mm, im Norden hingegen sinkt er auf 900 bis 1100 bzw. 1100 bis 1300 mm. In der jahreszeitlichen Verteilung zeigt sich ein deutliches, vorwiegend auf Nord- bis Westwetterlagen zurückführendes Sommermaximum, doch zeigen auch Herbst und Frühjahr noch reichlich Niederschlag, während im Winter ein ausgeprägtes Niederschlagsminimum auftritt. Zu ergiebigen Niederschlägen kann es allerdings besonders im südlichen Staubeereich im Herbst und Winter durch Südwestlagen kommen. Bedingt durch das feucht-kühle Klima der höheren Regionen und dem Effekt der Temperaturumkehr in den Mittellagen liegt die Schneedecke in höheren Zonen mehr als doppelt so lang als in mittleren und tieferen Lagen; die Neuschneemenge beträgt sogar ein drei- bis vierfaches, was letztlich einen wesentlichen Einfluß auf den Wasserhaushalt hat.

- 2.) Wie bereits anderenorts (Beck-Mannagetta 1975, A. Alker, 1975, J. Zötl, 1975) eingehender beschrieben wurde, sind die Kor-alpe und das nichttertiäre Vorland überwiegend aus kristal-

linen Gesteinen aufgebaut und zwar aus Plattengneisen (mittlerer Teil der Koralpe; Raum Stainz, Gams, Ligist), Gneisen und Glimmerschiefern (besonders nördliche und südliche Koralpe), Amphiboliten und Eklogiten (im Hangenden der Paragneise) sowie sauren Lager wie Quarzen, Quarziten und Pegmatiten. Typisch für diese Art von Gesteinen ist ihre wasserstauende Wirkung und somit eine fast ausschließlich oberirdische Entwässerung mit zahlreicher Quellen von meist nur geringer Ergiebigkeit, einem dichten Entwässerungsnetz und Verrässlungen auf Ebenheiten. Eine unterirdische Entwässerung, also eine Entwässerung unterhalb der Verwitterungsdecke, in der Klüften und Spalten des Gesteinskörpers findet nur in sehr beschränkter Ausmaße statt.

Der geologische Bau wirkt sich, soweit er nicht für die geomorphologische Gestaltung maßgebend ist, bezüglich der Quellhäufigkeit vor allem dort aus, wo durch einen Wechsel von West-Ost gerichteter Mulden und Sätteln (z.B. Payerlbach, Schwarze Sulm) ein Unterschied zwischen den Talflanken im Schichtfallen und solchen mit Schichtköpfen deutlich wird (E.Fabiani, 1972). Weiters wirkt sich der geologische Bau deutlich in der Hauptrichtungen des Entwässerungsnetzes aus, in dem Gesteinsstrukturen (zentraler Teil), tektonische Senken (Raum Stainz) und Gesteinsgrenzen (Ligist) wirksam wurden. Im Süden wurde hingegen ein ursprünglich West-Ost gerichtetes Entwässerungsnetz von der Drau angezapft.

Eine Ausnahme bilden gesteinsmäßig die tief ins Gebirge eingreifenden, von tertiären Ablagerungen, überwiegend von Blockschottern erfüllten Rinnen und die vorwiegend an der Basis der im zentralen Teil stark durchbewegten Plattengneise auftretenden Marmore. Sie erlangen besonders zwischen Bärentalkar und Seespitz größere Verbreitung und Bedeutung, treten jedoch z. B. auch im Sauerergraben auf. Wo Marmorzüge in günstiger Lagerung und Mächtigkeit auftreten, kann stets auch mit ergiebigeren Quellvorkommen gerechnet werden.

Morphologie

Für die Verteilung und Ergiebigkeit der Quellen ist in kristallinen Bereichen in erster Linie die morphologische Gestaltung der Landschaft verantwortlich. So zeigt sich die wesentlich günstigere Position konkaver gegenüber konvexer Hänge, da flache Hänge wesentlich mehr Niederschläge aufnehmen und wieder abgeben als steile Hänge.

Durch die pultartige Schrägstellung und unter anderen klimatischen Bedingungen zu weitflächigen-Einebnungen führende Unterbrechungen der Hebungstendenz konnte sich auf der steirischen Seite der Koralpe eine besonders ausgeprägte Folge von Verebnungen und Stufen bilden, welche in ihrer Entstehungsgeschichte bereits von A.Winkler (1928, 1957 u. a.) S.Mcrawetz (1952, 1956, 1971 u.a.), E.Schubert (1975) eingehend untersucht wurde.

Während sich im Bereich des Hauptkammes und der höheren Niveaureste noch ein geschlossener, von Talschlüssen und konkaver Rücken unterbrochener Gebirgskörper darbietet, folgt ab dem Glashüttner Niveau eine Auflösung in langgestreckte, durch steil und tief eingeschnittene, teils schluchtartige Täler gegliederte Rücken. Einen wesentlichen Einfluß auf die morphologische Gestaltung der Koralpe hatte auch die Eiszeit. Durch lokale Vergletscherung (Beck Mannagetta, 1953) konnten sich deutliche Karnischen, wie im Seetal und Bärntal bilden, doch finden sich auch kleinere karcidartige Umformungen von Talschlüssen und Quellnischen. Diese zum Teil von Moränen abgeschlossenen Karnischen sammeln nicht nur den Schutt, sondern auch die Niederschläge im erhöhten Maße auf, wodurch nicht nur eine Konzentration der Quellvorkommen, sondern auch eine gute Speicherung gegeben ist. Durch eiszeitliche Frostsprengung entstanden sowohl mächtige Schutthalde als auch die eiszeitliche Schneegrenze kennzeichnende Blockfelder. Somit finden sich auch in geomorphologischer Hinsicht die günstigsten Voraussetzungen im Bereiche der Hochzonen, während sich mit zunehmender Steilheit und Glattheit der Hänge auch die Größe der den Quellen zugehörenden Einzugsgebiete zwangsläufig verkleinert, womit ein Großteil der Quellen unter die Grenze der Nutzbarkeit absinkt.

Böden

Glimmerschiefer und Paragneise neigen an sich schon zu tiefgründiger Verwitterung, doch besonders im Bereiche von Verebnungen sind im Gebiete der Koralpe und des Vorlandes auch noch Reste tertiärer Verwitterungsböden erhalten, welche Mächtigkeiten bis über 10 m erreichen. Durch die Zersetzung der Feldspäte erlangen diese Verwitterungsböden einen stark lehmigen Charakter, was eine geringe Einsickerungsfähigkeit bedingt und bei gutem Rückhaltevermögen eine geringe Wasserabgabefähigkeit mit sich bringt. Diese mächtigen Verwitterungsböden reichen bis zum Trahüttener Niveau (1000 m Seehöhe). In höheren Lagen ist außerhalb des glazialen und periglazialen Schuttgürtels häufig unter geringmächtigem Humus und 30 bis 50 cm lehmig durchzogenem Material ein mehr oder minder feinkörniger Schuttkörper anzutreffen, der als wasserführende Schichte Bedeutung erlangt (H.Fessler, 1974).

Typisch ist in Bereichen über 1000 m Seehöhe, in denen das Verwitterungsmaterial bereits abgetragen wurde, das Auftreten von sogenannten "Felsöfen", an deren Unterseite häufig kleine Quellen austreten (Beck Mannagetta, 1975). Durch den hohen Feinanteil der Verwitterungsschichte neigen durch eiszeitliche Gletschertätigkeit bedingte Verebnungen und Reste alter Landoberflächen zur Bildung von Hochmooren und Versumpfungen mit gutem Speichervermögen, jedoch geringer Wasserabgabefähigkeit.

Vegetation

Bis \pm 1700 m Seehöhe wird die Koralpe zu einem hohen Prozentsatz von Wald eingenommen. Durch die Niederschlagsrückhaltung (Interception) gelangen in den Monaten Mai bis August durchschnittlich nur ca. 25 % des Niederschlages bis zum Boden; in den Monaten September bis April ca. 40 %. Die auf dem Boden auftreffende Niederschlagsmenge ist daher oberhalb der Waldgrenze wesentlich größer, der Verbrauch durch die Vegetation hingegen geringer. Geringer ist jedoch auch das Rückhaltevermögen.

Wasservorkommen

Zusammenfassend ergibt sich aus den naturräumlichen Gegebenheiten eine eindeutige Bevorzugung der höheren Regionen hinsichtlich der Ergiebigkeit, da

- * besonders im Süden und zentralen Bereich der Koralpe rund 50 % mehr Niederschlag fallen als in Tallagen und im Nordosten;
- * in den Karen und Talschlüssen des Hauptkammes wesentlich günstigere morphologische Voraussetzungen herrschen als im Bereich der schluchtartig eingeschnittenen Täler des Ostabfalles;
- * geologisch günstige Voraussetzungen durch Marmorzüge fast ausschließlich auf höhere Lagen beschränkt sind;
- * die mächtigen Verwitterungsböden unter 1000 m nur eine geringe Wasserabgabefähigkeit besitzen und
- * oberhalb der Waldgrenze ein höherer Anteil des Niederschlages versickern kann.

Hinsichtlich der Beständigkeit der Quellen wirkt sich im allgemeinen das Niederschlagsminimum im Winter ungünstig aus; im besonderen sind jedoch, wo keine ausreichenden Speicherkörper vorliegen, die höheren Lagen durch geringeren Rückhalt und längere Schneedecke benachteiligt. Kontrollmessungen im Winter ergaben vor allem bei höher gelegenen Quellen starke Schüttungsrückgänge. Andererseits sind Quellen des Vorlandes während sommerlichen Trockenperioden besonders anfällig.

Quellentypen

Aus dem Zusammenspiel der genannten Faktoren ergeben sich für den Bereich der Koralpe folgende häufige Typen von Quellen:

- 1.) Schuttquellen aus dem Bereich der eiszeitlichen Schneegrenze entsprechenden Blockfeldern in 1700 bis 1800 m. Es handelt sich um linienförmig angeordnete Quellen

geringer Ergiebigkeit, Beispiel: Mochkogel, Weg Weineber-Grillitschhütte.

- 2.) Schuttquellen, am Innenrand von Karen und Verebnungen. Der Austritt ist durch die Verringerung des Gefälles und der Durchlässigkeit im Übergang von häufig grobblockigem, spätglazialen und periglazialen Schutt zu den feinkörnigeren Füllungen der Karböden und Mulden verursacht. Teils handelt es sich auch um Folgequellen. Die Schüttungen liegen zwischen 0,1 und 1,5 l/s. Das Wasser ist meist weich; der pH-Wert liegt unter 7; Quelltemperaturen betragen je nach Höhe und Jahreszeit zwischen 3 und 5 °C. Beispiele: Kar nördlich des Ochsensteines, Seekar, Bärentalkar, Verebnungen in allen Höhenlagen.
- 3.) Sumpfunnen im Bereiche von Vernässungen und Hochmooren innerhalb
 - a) der von Moränen eingeschlossener Ebenheiten (z.B. Seekar, Kar nördlich Ochsenstein, Endmoränen an der Schwarzen Sulm in 1400 m sowie am Seebach) und
 - b) meist alten Landoberflächen zugehöriger Verebnungen vorwiegend zwischen 800 und 1000 m Höhe (Trauhütten, Glashütten-Niveau). Es handelt sich um Quellen von geringer Ergiebigkeit (0,1 bis 0,3 l/s mit weichem aggressiven Wasser und Temperaturen von 6,5 bis 8 °C. Des öfteren sickern jedoch beträchtliche Wassermengen (3 bis 5 l/s) unmerklich den mäandrierenden Oberflächengewässern zu.
- 4.) Schuttquellen am Außenrand von Verebnungen.
 - a) Sind muldenförmige Verebnungen mit mächtigeren Schuttkörpern erfüllt (z.B. Karoid südlich Hühnerstütze) oder von Moränenböden abgeschlossen (z.B. Bärentalkar, Ochsensteinkar, Seespitz), kann es am Außenrand infolge guter Speicherung zu ergiebigen und beständigen Quellen mit Schüttungen von 0,5 bis 2,5 l/s kommen. Die Temperaturen liegen auf Grund der guten Überdeckung zwischen 3,5 und 4,5 °C.

b) Geringere Schüttung und höhere Temperatur weiser Quellen am Außenrand schuttüberdeckter Talleisten auf (z.B. Payerlbach - Hochalm), besonders, wenn diese im Bereiche der Verebnungen unter 1000 m zunehmend verlehmt und verhäßt sind.

5.) Schuttquellen im Bereiche von Quelltrichtern und Talschlüssen. Dichte und Ergiebigkeit dieser Quellen richten sich in hohem Maße nach der Steilheit der Hänge und der Speichermöglichkeit des Schuttes. Größere Ergiebigkeiten bis über 1 l/s werden meist nur im Bereiche eiszeitlicher und periglazialer Schuttmäntel und von Blockströmen in höheren Lagen erreicht, insbesondere dann, wenn Hangneigung und Schichten parallel zueinander laufen (z.B. oberer Payerlbach). Zum Teil werden Austritte auch durch Gneislamellen und Härtlinge bestimmt (Beck Mannagetta, 1975).

In den von lehmigem Verwitterungsschutt durchsetzten Steilhängen unterhalb des Glashüttner Niveaus sinken die Quellen in ihrer Ergiebigkeit meist zur Bedeutungslosigkeit herab.

6.) Kluftquellen in kristallinen Gesteinen.

Diese sind infolge der Schuttüberdeckung nur in den seltensten Fällen als solche erkennbar und mangels eines zusammenhängenden Kluftnetzes meist nur von sehr geringer Bedeutung. Offene, tieferreichende Klüfte finden sich vorwiegend im Bereiche starrer, quarzreicher Gesteinskörper (A. Alker, 1975), während Brüche und Störungslinien durch die Zerreißung der Gesteine sowohl wasserführend als auch wasserstauend sein können. Unterhalb 1000 m Seehöhe sind die Klüfte und Spalten zudem meist durch lehmige Ablagerungen verschlossen.

7.) Kluftquellen aus Marmoren.

Durch die Sprödigkeit des Gesteines und eine damit zusammenhängende Zerbrechung, wie auch durch die allerdings nur beschränkte Verkarstungsfähigkeit sind Marmore in weit höherem Maße wasserleitend und wasserspeichernd als die umgebenden kristallinen Gesteine. Nicht zuletzt dadurch, daß durch Marmore das geologische Einzugsgebiet über das morphologische hinausgreifen kann, können Schüttungen bis über 5 l/s

erreicht werden. Diese Quellwässer fallen stets durch höhere Gesamtmineralisation und tiefe Quelltemperaturen (3 bis 4 °C) auf. Die bedeutendsten Quellen dieser Art finden sich im Bärenalkar (Quellfassung des Wasserverbandes Koraln), östlich des Kleiner Speik und im Raume Soboth-Krumbach (Quellfassung des Wasserverbandes Eibiswald-Wies).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Fabiani, Regierungsbaurat,
Referat für wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
8011 Graz, Landhausgasse 7

Literatur:

Alker, A.: Gesteinaufbau und Wasserführung in der Koralpe. - Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil - Geologie, Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Landesbaudirektion, Bd. 31, Graz, 1975.

Beck-Mannagetta, P.: Der geologische Aufbau des steirischen An-teiles der Koralpe. - Grundlagen für wasserversorgungswirt-schaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil - Geologie, Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Landesbau-direktion, Bd. 31, Graz, 1975.

Beck-Mannagetta, P.: Die eiszeitliche Vergletscherung der Koralpe (Alpenstrand). - Z. f. Gletsch. u. Glaz., Bd. II, S 263-277, 1953.

Fabiani, E.: Quellaufnahme Koralpe, Bericht über das Gebiet vom Speikkar-Payerlbach bis zur Schwarzen Sulm. - Amt der Steier-märkischen Landesregierung, Fachabteilungsgr. Landesbaudirektion, Referat für wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, unveröffentl. Bericht, Graz, 1972.

Fabiani, E.: Richtlinien für Quellaufnahmen. - Amt der Steiermär-kischen Landesregierung, Fachabteilungsgr. Landesbaudirektion, Referat für wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, unveröffentl., Graz, 1971.

Fessler, H.: Hydrologie des Sulmtales. - Diss., Univ. Graz, unver-öffentl., Graz, 1974.

Mcrawetz, S.: Der Gebirgsrand zwischen Ligist und Stainz. - Mitteil. nat. Ver. f. Stmk., 82, S 67-107, Graz, 1952.

Mcrawetz, S.: Periglaziale Erscheinungen auf der Koralpe. - Mitteil. Geogr. Ges. Wien, 94, S 252-256, Wien, 1952.

Mcrawetz, S.: Zur Frage der Talentwicklung auf der Ostabdachung der Koralpe im steirischen Randgebirge. - Mitteil. d. Österr. Geogr. Ges., Bd. 116, S 104-108, Wien, 1964.

Mcrawetz, S.: Zur Geomorphologie des Steirischer Randgebirges. -
Mitteil.nat.Ver.f.Stmk., Bd. 100, S 84-103, Graz, 1971.

Schubert, E.: Morphologische Studien am Koralpenrand. - Diss.
Univ.Graz, Graz, 1975.

Winkler-Hermaden, A.: Über Zusammenhänge zwischen geologischer
und morphologischer Gebirgsentwicklung am Südcsternde der Alpen. -
Zeitschr.Ges.f.Erdk. zu Berlin, Bd. 63, S 315-330, Berlin, 1928.

Winkler-Hermaden, A.: Geologisches Kräftespiel und Landformung. -
Wien, 1957.

Zötl, J. u. Zojer, H.: Hydrogeologische Studie über die Wasser-
vorkommen in der Weststeiermark. - Grundlagen für wasserversor-
gungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 1. Teil,
Berichte wasserwirtschaftl.Rahmenplanung, Landesbaudirektion,
Bd. 30, Graz, 1975.

5. BEMERKUNGEN ZUR KARTIERUNG DER QUELLEN DES
KORALPENZUGES

von

H.Zetinig

Bei der systematischen Quellerkartierung eines Gebietes werden alle dort vorhandenen Oberflächengewässer bis zu ihren Ursprüngen begangen und alle Quellen in topographischer Karte geeigneten Maßstabes eingetragen. Eine Untergliederung der aufgenommenen Quellen nach hydrogeologischen Kriterien im Sinne von J. Stiny (1933) oder K. Keilhack (1935) ist hierbei im Gelände nicht möglich. Einerseits entsprechen der Ausbildungsstand der Aufnahmeorgane und andererseits die geologischen Detailkenntnisse über die Umgebung der jeweiligen Quelle nicht den diesbezüglichen Erfordernissen.

Ungleichmäßig über die Hänge verteilte, sichtbar aus Lockerablagerungen wie Hangschutt, Hangfußschutt oder glazialen Sedimenten entspringende Quellen können wohl Felsenquellen - also aus Klüften entspringenden Quellen - gegenübergestellt werden, aber weitere Typisierungen sind meist nicht möglich. Gleichermaßen können aus Sumpfbereichen entspringende Quellen leicht gegenüber anderen unterschieden werden.

Wie W. Richter und W. Lillich (1975) ausführen, haben bereits viele versucht, Quellen zu typisieren und systematisch zu ordnen. Da aber eine Fülle von Möglichkeiten für das Zustandekommen von Quellen existiert, wenn man die Lagerungsverhältnisse der Grundwasserleiter und die Formen der Erdoberfläche bedenkt, so scheint es den (beiden Autoren) wenig lohnend, weitere derartige Versuche zu unternehmen.

Die Zusammenfassung von Quellaustritten, die nur wenige Meter voneinander entfernt liegen zu Quellengruppen, ist bei der Kartierung aus zwei Gründen naheliegend. Einerseits gestattet der Maßstab der hier verwendeten Karte (1 : 25.000) keine getrennte Eintragung und andererseits ist ohnedies ein gemeinsames Einzugsgebiet dieser benachbarten Quellen anzunehmen. Sollte dies nicht der Fall sein, machen wahrscheinlich unterschiedliche, chemische und physikalische Eigenschaften der Quellwässer darauf aufmerksam. Bei derartigen Übersichtskartierungen ist auch die Frage der Folgequellen nur fallweise abzuklären. Das gleiche gilt für Quellen, die im Bachbett selbst entspringen und von F. Nöring, G. Matthess und J.-D. Thews (1967) auch als Grundquellen bezeichnet werden.

Die Quellkartierungen zeigen nur, daß viel mehr Wasserläufe im Aufnahmegebiet vorhanden sind, als die topographischen Karten 1 : 25.000 und 1 : 50.000 zeigen. Diese Beobachtung stimmt mit Kartierungsergebnissen aus Deutschland, die von den zuvor zitierten Autoren stammen, überein.

Hiefür muß man die unterschiedliche Arbeitsweise der Topographen und die unterschiedlichen Abflußverhältnisse während verschiedener Witterungsperioden als Ursache annehmen.

Auf Grund der hydrogeologischen Karte der Steiermark von V.Maurin und J.Zötl (1964), in der das gesamte Untersuchungsgebiet als "Bereich vorwiegend oberirdischer Entwässerung" ausgedehnt ist, war von vornherein mit einer großen Zahl geringergiebiger Quellen zu rechnen und die Kartierungsarbeit hierauf abzustimmen. Diese Charakteristik des Gebietes gibt auch A.Alker (1975) auf Grund einer Betrachtung des Gesteinsbestandes. Da die kristallinen Schiefer schlechte Grundwasserleiter darstellen und nur entlang von Trennfugen, wie Kluft- und Schieferungsflächen, eine nennenswerte Wasserwegigkeit besitzen, kommt hier den Lockerablagerungen für die unterirdische Wasserführung größte Bedeutung zu. Weil weiters im allgemeinen gilt, daß schlechte durchlässige Gesteine, mehr aber kleinere und gut durchlässige wenige aber ergiebige Quellen aufweisen, war hier, wie bereits angeführt, im allgemeinen mit vielen kleinen Quellen zu rechnen. Nur in Bereichen besonders mächtiger und gut wasserwegiger Lockerablagerungen und bei den wenigen Marmorzügen, insbesondere im Bereich Hühnerstützen-Bärenkar, waren größere Quellen zu erwarten. Dies bestätigte die Aufnahme hernach im wesentlichen. Doch auch für diese Marmorzüge wurden von A.Alker (1975) Einschränkungen geltend gemacht. Danach handelt es sich meist um sehr kleine Marmor-Körper, die in Gneis-Glimmerschiefer eingebettet sind. Durch die besonders starke Mineralführung von verschiedenen Silikaten ist die Neigung zur Verkarstung sehr gering. Da es sich dabei aber um verhältnismäßig starre Körper gegenüber den umgebenden Gesteinen handelt, weisen sie eine starke Klüftung auf, die wasserwegig ist.

Vor allem bei den Marmorren im Gipfelbereich der Koralpe (Mührerstützer) und glazialer Lockermassen des Bären- und Speikkares konnte diese Annahme durch die Auffindung relativ großer Quellen (Schüttung mehrere l/s) bestätigt werden. Hierzu gehört auch eine Grundquelle in der Schwarzer Sulm im Bereich des Bärenalkares, die inzwischen schon gefaßt ist.

Die Auswertung der Quellaufnahme nach der räumlichen Verteilung bzw. der Quelldichte pro km² läßt bei dem einheitlichen Gesteinsaufbau des Untersuchungsgebietes keine weiteren Beziehungen zum geologischen Bau abgesehen von den vorausgehenden Ausführungen erkennen. Die Unterschiede in der Quelldichte hängen daher von den morphologischen und hydrogeologischen Verhältnissen ab. Der Geländeform kommt, wie spätere Ausführungen zeigen, großer Einfluß auf die Lage der Quellaustritte zu. Die hydrogeologischen Verhältnisse beeinflussen auf Grund der unterschiedlichen Kartierungszeiten über die sicher zahlreichen intermittierenden Quellen die Quelldichte. Gerade bei den Quellen mit Schüttungen um und unter 0,1 l/s werden die jeweiligen Witterungsverhältnisse auf die bei der Aufnahme gefundene Anzahl Einfluß genommen haben.

Auch Folgequellen, die in ihrem Auftreten von den morphologischen Verhältnissen ganz wesentlich bestimmt sind, beeinflussen das Bild. Trotzdem soll aber die Aussagekraft der Quelldichtekarten für die Auswahl von Gebieten, in denen die Fassung und Ableitung von Quellen noch möglich erscheint, hiedurch nicht in Frage gestellt werden.

Da im Aufnahmegebiet fast durchwegs mächtige Lockergesteinsdecken entwickelt sind und abgesehen von der Kammregion und den tief eingeschnittenen, klammartigen Taldurchbrüchen nur selten anstehender Fels anzutreffen ist, sind Kluftquellen nur selten zu beobachten. Es ist jedoch zu vermuten, daß bei zahlreichen Schuttquellen ein unterschiedlicher Anteil von Kluftwasser auf die Schüttung Einfluß nimmt.

Da bis ca. 1000 m Höhe eine tiefgreifende Verwitterung wirksam ist, die nach H. Flügel (1963) bis in das feuchtheiße Klima des Miozän zurückgeht, ist eine starke auf der Feldspatverwitterung beruhende Verlehmung der Lockerablagerungen der unteren Hang-

bereiche zu bemerken. Diese wirkt sich nach J.Zötl und H.Zojer (1975) auf die unterirdische Wasserführung und damit auf die Quellen ungünstig aus. Geringe Schüttungen sind hier die Folge schlechter Speicherkapazitäten. Natürlich tragen auch die geringeren Niederschläge der tieferen Hanglagen das Ihre hierzu bei.

In steilen Hangbereichen treten selten Quellen auf; diese entspringen dagegen häufig entlang der Bäche teils aus den steil ansteigenden Talflanken, teils aus dem Uferbereich. Eine besondere Abhängigkeit der Quellorte ist von der Oberflächenform, insbesondere den Verebnungen zu bemerken, sodaß Quellen häufig in nachstehender Position - wie sie auch von E.Schubert in diesem Berichtsband im Zuge einer geomorphologischen Bearbeitung dieses Gebietes festgestellt wurden - liegen:

- a) knapp unter der äußeren Niveaulinie von Verebnungen
- b) an der inneren Kante von Verebnungen oder Hangleisten
direkt unter der steil ansteigenden Hang, wobei diese Verebnungen z. T. von den Quellen geschaffen wurden.

Bei allen diesen Quellen sind mehr oder weniger gut ausgeprägte Quellnischen und -mulden zu beobachten. Die Quellaustritte liegen in diesen beiden oben angeführten Fällen durchwegs im Lockergestein. Die unterirdische Wasserführung ist daher auf die Porenräume dieser Lockermassen und die obersten aufgelockerten Partien der Festgesteine konzentriert, was ja für die weit überwiegende Zahl aller Quellen des Untersuchungsgebietes gilt. Hier muß auch auf Grund der Oberflächenformen mit einer bedeutenden Anzahl von Folgequellen gerechnet werden.

Vor allem in Talschlüssen treten die Quellen in Gruppen auf, wofür wohl die Anhäufung großer Lockermassen verantwortlich ist. Quellhorizonte sind ebenfalls auf spezielle Verhältnisse, wie horizontbeständige Änderungen der Untergrundbeschaffenheit oder Klimafaktoren zurückzuführen.

So folgt der Quellhorizont des sogenannten "Siebenbrunn" in den Osthängen der Brandhöhe mit seinen einzelnen Wasseraustritten der eiszeitlichen Schneegrenze zwischen 1750 und 1800 m Höhe.

Vor allem in flachen Bereichen - wie Verebnungen oder auf glaziale Ablagerungen wie z. B. der Moräne im Tal der Schwarzen Sulm nahe der Brücke der Straße zur Grünanger Hütte - sind sumpfige Bereiche, ja sogar Hochmoore zu beobachten. In diesen Bereichen sowie entlang der Ränder der Hochmoore entspringen zahlreiche kleine Quellen, denen jedoch auch aus qualitativen Gründen für die Wasserversorgung keine Bedeutung zukommt.

In den versumpften Partien der Verebnungen sind meist kleine mäandrierende Gerinne zu bemerken, die von zahlreichen kleinen Sumpfquellen gespeist werden. Die Schüttung dieser Quellen ist nur schwer zu erfassen, da die für die Schüttungsmessung nötige Höherdifferenz in den Verebnungen nicht erzielbar ist.

Auffallend ist weiters, daß bei hintereinandergereihten Schüttungsmessungen an Bächen oft schon im Abstand von einigen Zehnermetern in bachabwärtiger Richtung eine Zunahme der Wasserführung festzustellen ist, ohne daß Quellaustritte auffindbar sind. Hiefür gibt es zwei Ursachen: Entweder liegen Quellaustritte (Grundquellen) im Bachbett selbst, oder - was wohl in den meisten Fällen zutrifft - ist ein ständiges Zusickern von Grundwasser entlang des Bachlaufes gegeben. Hierbei wird es sich vermutlich um den Bodenabfluß (subsurface-flow oder interflow) im Sinne von W.Richter und W.Lillich (1975) handeln.

Zur Ausbildung der Quellaustritte und ihrer unmittelbaren Umgebung soll festgestellt werden, daß diese - wie bereits erwähnt - fast immer in Quellmulden oder Nischen liegen. Unter den Austrittsstellen ist - wie es bereits J.Stiny (1936) beschreibt - ein Pflaster von plattigen, also von der Schieferung bestimmten, Festgesteinsstücken entwickelt. Dieses entsteht infolge der Ausspülung und des Abtransportes der Feinteile dieser Lockermassen durch die Quellschüttung. Dies gilt natürlich nur für Schuttquellen und wurde auch von S.Morawetz (1951) festgestellt. Insgesamt sind die Quellnischen und -trichter das Ergebnis der Erosion durch die Quellschüttung. Demnach besitzen Quellen mit stark ausgeprägten und großen Hohlformen eine größere und voraussichtlich perennierende Schüttung und solche mit kaum ausgeprägten oder gar fehlenden Hohlformen eine schwache und möglicherweise intermittierende Schüttung.

Um nun das unterirdische Abflußgeschehen in diesem Gebirgszug und damit auch die Alimentation der Quellen einer vollständigen hydrogeologischen Betrachtung zu unterziehen, ist es notwendig, nicht nur die oberflächennahen Teile, sondern auch den gesamten Gebirgskörper in diese Betrachtung einzubeziehen.

In einer Bemerkung von K.Sauer (1961) über die Zirkulationsarten des Wassers in Kristallingebieten, die auf publizierten Erfahrungen aus den französischen Alpen beruhen, wird diesbezüglich folgendes in übersichtlicher Form angeführt:

- 1.) Die Klüfte (bzw. Trennfugen) kristalliner Festgesteine sind normalerweise von der Geländeoberfläche bis in mehrere 100 m Tiefe mit Wasser imprägniert.
- 2.) Der Grundwasserspiegel senkt sich in diesen Klüften in Abhängigkeit von der Oberflächenform auf gewisse Tiefen ab, sodaß der darüberliegende Kluftraum nur als Transportweg dient.
- 3.) Die einsickernde Wassermenge ist eine Funktion der Kluftungsintensität.
- 4.) Stollen wirken in wasserführenden kristallinen Gesteinen wie Drainagen. Bei geringer Durchlässigkeit wird das Grundwasser an Klüften und Störungen lokalisiert. Beim Vortrieb wird an einzelnen Stellen starker Wasserandrang bemerkt, der sich dann aber auf ein gleichbleibendes Maß einpendelt. Bei großen Durchlässigkeiten kann eine flächenmäßig große Wasserspiegelabsenkung eintreten.
- 5.) Beim Vortrieb wird der Wasserspiegel auf das Stollenniveau abgesenkt. Der Wasserandrang geht mit dem Stollenvortrieb mit, wobei der Wasserandrang gegen das Mundloch allmählich abnimmt. Die gesamte Wassermenge nimmt aber mit der Stollenlänge langsam zu. Nach Fertigstellung nimmt sie wieder ab. Die Wassermengen sind abhängig von den hydro-meteorologischen Verhältnissen.
- 6.) Bei größerer Entfernung von der Oberfläche bzw. Tiefe stagniert das Kluftwasser und erneuert sich nicht.

Wie die Erfahrungen bei den nachstehend angeführter Stellenbauten für die Südautobahn zeigen, gelten die obigen Leitsätze grundsätzlich auch für diese Bereiche und auf Grund ähnlicher geologischer Verhältnisse wohl auch für den gesamten untersuchten Gebirgszug. Nach Auskünften von W.Gobiet und O.Homann wurden nachstehende Autobahnstellen im Untersuchungsgebiet und den angrenzenden Bereichen hergestellt und hierbei bezüglich Wasserführung folgende Beobachtungen gemacht:

- 1.) Assingbergtunnel, Länge 252 m, Überlagerung max. 40 m (1 Röhre), Querschnitt 108 m^2 , Wasserandrang während des Vortriebes und danach ca. 1 l/s.
- 2.) Herzogbergtunnel, Länge 2007 m, Überlagerung max. 135 m (1 Röhre), Querschnitt $65-75 \text{ m}^2$, Wasserandrang während des Vortriebes max. 30 l/s, danach durchschnittlich 15-20 l/s (z.B. Wasserabfluß vom 14.9.1981 21,2 l/s).
- 3.) Mitterbergtunnel, Länge 1140 m, Überlagerung max. 125 m (2 Röhren), Querschnitt $65-75 \text{ m}^2$, Wasserandrang während des Vortriebes ca. 3 l/s, danach ca. 2 l/s.
- 4.) Kalcherkogeltunnel, Länge 1994 m bzw. 1963 m (2 Röhren), Überlagerung max. 75 m, Querschnitt 65 m^2 , Wasserabfluß vom 14.9.1981 8,1 l/s.

Diese Übersicht zeigt, daß im Gebirgskörper durchwegs Kluftwasser vorhanden ist, das im wesentlichen den vorher angeführten generellen Punkten über die Wasserzirkulation im Kristallin folgt. Bei der anfallenden Wassermenge, die in drei Fällen als gering zu bezeichnen ist, macht der Herzogbergtunnel eine Ausnahme. Der starke Wasserandrang ist hier auf eine Mylonitzone von ca. 1 m Mächtigkeit zurückzuführen, die einer Gesteinsgrenze zwischen Gneis und Pegmatoiden folgt. Es kann daraus der Schluß gezogen werden, daß unter ganz speziellen Verhältnissen auch im Kristallin örtlich große Kluftwassermengen auftreten können. Besondere diesbezügliche Hinweise wurden jedoch bei der Quellaufnahme nicht gefunden, da es nicht möglich war im Einzelfall die geologischen Verhältnisse im Detail zu untersuchen.

Diese Darlegungen unterstützen die eingangs erwähnte Vermutung, daß zur Schüttung vieler Schuttquellen durch einen unterschiedlichen Anteil an Kluftwasser bzw. Grundwasser aus den Trennfugen des Gebirgskörpers beigetragen wird. Eine nähere Untersuchung dieser Annahme war jedoch zu arbeitsaufwendig und für den angestrebten praktischen Zweck nicht notwendig. Allein auf Grund der Oberflächenformen können die Quellaustritte in diesem Gebirgszuge mit wenigen, deutlich erkennbaren Ausnahmen, nur aus den überdeckenden Lockermassen erfolgen. Inwieweit Wasser aus der Tiefe des Gebirgskörpers einen wesentlichen Anteil an der Schüttung einzelner Quellen besitzt, wäre nur durch spezielle Untersuchungen wie z. B. der natürlichen Umweltisotope oder vergleichende chemische Analysen möglich, die hier nicht ausgeführt werden konnten.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hilmar Zettrigg, Regierungsbaurat
Referat für wasserwirtschaftl. Rahmenplanung
8011 Graz, Landhausgasse 7

Verwendete Literatur siehe Kapitel 6.

6. ÜBERLEGUNGEN ZUR AUSWERTUNG DER
QUELLAUFNAHMEN IM KORALPENGEBIET

VON

H. Zetinigg
(1975/1981)

Die nachfolgenden Überlegungen wurden an sich im Jahre 1975 angestellt, als sich die Kartierung der Quellen des Koralpengebietes gerade in Ausführung befand und zahlreiche Studenten verschiedener Studienrichtungen als Aufnahmsorgane mit der Feldarbeit beschäftigt waren.

Damals kamen die ersten Ergebnisse herein, und es ergab sich die Frage, wie diese auf Grund der verschiedenen hydro-meteorologischen Bedingungen zu den verschiedenen Kartierungszeiten unterschiedlichen Ergebnisse eine einheitliche Aussage über die Verwendbarkeit der Quellen zulassen werden. Das aus diesem Grund erstellte Untersuchungsprogramm wird hier im ursprünglichen Umfang wiedergegeben, wobei lediglich die damals in Druck befindlichen Arbeiten von J. Zötl und H. Zojer (1975) über die hydrogeologischen Verhältnisse und die geologische Karte von P. Beck-Mannagetta bereits als Publikationen zitiert werden. Die erste Arbeit lag ja bereits seit dem Jahr 1972 in Form eines Berichtes vor.

Wie aus dem vorliegenden Berichtsband zu entnehmen ist, wurden auf Grund der vorhandenen Mittel und des Arbeitskräftepotentials nicht alle vorgeschlagenen Untersuchungen ausgeführt. Die wesentlichen Arbeiten, insbesondere die Feststellung des Trockenwetterabflusses wurden jedoch durchgeführt und die hieraus möglichen Rückschlüsse auf die Quellschüttung im Auftrag des Referates für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung von H. Zojer gezogen. Leider war es jedoch nicht möglich, eine Dauerbeobachtung an ausgewählten Quellen einzurichten. Desgleichen wurde auf Tritium- und Deuteriumuntersuchungen verzichtet.

Diese Ausführungen geben die Gründe für die vorgenommenen Untersuchungen an und sind weiters auch als Anregungen für die Organisation zukünftiger großräumiger Kartierungen von Quellen gedacht.

Die seit dem Jahre 1972 im Bereiche der Koralpe einschließlich Rosen- und Reinischkogel ausgeführte und noch im Gang befindliche Quellaufnahme schafft einen guten Überblick über die Lage und die Anzahl der Quellen in diesem kristallinen Gebirgszug.

Da an jeder Quelle nur eine einmalige Schüttungs- und Temperaturmessung sowie eine einmalige Bestimmung des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit vorgenommen wird, ist dadurch keine eindeutige Beurteilung der jeweiligen Quelle über ihre praktische Verwertbarkeit für Versorgungszwecke möglich. Zahlreiche Autoren, wie z.B. A.Thurner (1967) und J.Stiny (1933) sind sich darin einig, daß nur lange dauernde und regelmäßige Schüttungsmessungen eine Aussage über die Mindestergiebigkeit einer Quelle - der für praktische Zwecke neben der chemischen und bakteriologischen Beschaffenheit ausschlaggebende Bedeutung zukommt - zulassen.

Da nun aus arbeitstechnischen Gründen eine Quelluntersuchung in diesem Sinne im Hinblick auf Ergiebigkeit, Chemismus und Bakteriologie an der Einzelquelle auf Grund ihrer großen Zahl sowie der Großräumigkeit des Aufnahmegebietes nicht möglich ist, sollen nur Wege gesucht werden, trotzdem eine wenigstens pauschale Wertung der Quellvorkommen für praktische Zwecke zu erreichen. Es sei hier besonders hervorzuheben, daß das Untersuchungsgebiet durch eine sehr große Zahl geringergiebigster Quellen mit stark schwankenden Schüttungen - wie es in kristallinen Gebirgszügen durchaus zu erwarten ist - gekennzeichnet ist. Die Schüttung überschreitet nur bei einer geringen Zahl von Quellen 1 l/s. Auch daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Betrachtungen von der Einzelquelle auf die Quellgruppe zu lenken.

Weil jede Quelle durch eine einmalige Schüttungsmessung charakterisiert und danach kartenmäßig dargestellt ist, wird auf Grund der Zeitdifferenzen in der Quellaufnahme der einzelnen Teilbereiche ein witterungsabhängiges Bild geschaffen, das für die Einzelquelle nicht korrigierbar ist, weil bisher weder eine ausreichende Typisierung der Quellen noch genügend Meßreihen, die Extrapolationen erlauben würden, vorliegen. Einige Abhilfe könnten dabei diverse Quelluntersuchungen von Gemeinden spielen, wenn die Quellen nachträglich identifiziert und typisiert werden könnten. Wie bereits A.Alker (1975) für diesen Raum dargelegt hat, ist für die Quellen die Speicherfähigkeit der Gesteine

ausschlaggebend. In diesem kristallinen Gebirgszug kommen generell zwei Typen von unterirdischen Wasserwegen zur Alimentation von Quellen, - definiert als die Verschneidungsstellen der unterirdischen Wasserbahnen mit der Erdoberfläche nach K.Keilhack (1935) - in Frage, und zwar:

- a) Lockergesteine, als Porengrundwasserleiter
- b) Festgesteine, als Kluftgrundwasserleiter, wobei hier selbstverständlich auch die Schieferungsflächen als Wasserbahnen wirken.

Eine Aufgliederung dieser beiden Typen kann, wenn die Lockergesteine in Moränen, Hangschutt, Talschutt usw. unterteilt werden, eine weitere wesentliche Verfeinerung bringen. Bei den Festgesteinen wird man hier vor allem die Marmor- und Pegmatitzüge hervorheben müssen, wobei letztere auch das hier durchwegs gültige Prinzip des morphologischen Einzugsgebietes der Quellen durchbrechen. Man wird auch bei besonders stark geklüfteten Gesteinen in Kammlagen gewisse Einschränkungen für die Gültigkeit des morphologischen Einzugsgebietes machen müssen, da das Fallen und Streichen der Schichten auf Grund der Wirksamkeit der Schieferungsflächen als Wasserbahnen zur Geltung kommt.

Hier wäre auf die Untersuchung von Quellgruppen durch J.Stiny (1935) Bezug zu nehmen, wobei Einzelquellen sogenannter Verbandquellen, auch Quellfamilien oder Quellgruppen gegenübergestellt werden. Die Einzelquelle stellt dabei den einzigen Wasseraustritt eines bestimmten Grundwasserkörpers dar, während die Verbandquellen, die an mehr oder minder getrennten und voneinander entfernten Örtlichkeiten gelegenen Wasseraustritte aus einem Grundwasserleiter darstellen. Bei Verbandquellen ist sozusagen durch den gemeinsamen Grundwasserkörper und damit auch das gemeinsame Einzugsgebiet eine unterirdische Verbundenheit gegeben.

Eingriffe an einer Quelle können sich an anderen Quellen derselben Gruppe unter Umständen auswirken. Dies ist z. B. sicherlich bei Folgequellen, die im gegenständlichen Raum häufig zu beobachten sind, anzunehmen.

Innerhalb einer Quellgruppe sind die einzelnen Einzugsbereiche für die Quellaustritte nicht voneinander abgrenzbar und können sich auch überschneiden. So gelangt man zur Annahme, daß Quellgruppen als nicht mehr weiter mit Sicherheit unterteilbar und daher als Einheit aufzufassende Einzugsgebiete charakterisiert sein müssen. Andere Quellen können trotz geringer Entfernung zwischen den Austritten nicht zu Gruppen zusammengefaßt werden. Es ergibt sich hiemit die notwendige Verbindung zu den Einzugsgebieten der Oberflächengewässer, die nach geomorphologischen Gesichtspunkten in die Einzugsgebiete der einzelnen Quellzubringer aufgelöst werden. Dadurch ist auch die Verwertung der Abflußmessungen an einzelnen Oberflächengerinnen für die Beurteilung der Ergiebigkeit von Quellgruppen begründet.

Bei der Übertragung der Abflußmessungen von Quellen auf Oberflächengerinne ergeben sich Einschränkungen, die näher untersucht werden müssen. Es zeigt sich immer wieder, daß die Schüttung eines Baches wesentlich höher ist als die Summe der Schüttung aller bis zum Meßpunkt im Bach wirksamer Quellen. Die Ursache hierfür ist einerseits der oberflächliche Abfluß, der in diesem Falle durch Messungen bei Trockenwetter weitgehendst ausgeschaltet werden soll, und andererseits eine Vielzahl kleinster nicht als Quellen erfaßbare Wasserzuläufe entlang des Bachufers und im Bachbett selbst.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich, daß man auf Grund des Mangels entsprechender Meßreihen an einzelnen Quellen von diesen abgehen muß und versuchen soll, Quellgruppen, die durch ein einheitliches Einzugsgebiet definiert sind, auf Grund geologischer, morphologischer und hydrologischer Kriterien zu beurteilen.

Versucht man nun bei der Quellaufnahme im Felde die Quellen nach den unterirdischen Wasserbahnen zu typisieren, so stellt man fest, daß die Quellaustritte fast immer in Lockergesteinen liegen und daher nicht erfaßbar ist, ob nur Lockergesteine oder auch Festgesteine als Grundwasserleiter wirken. Kluftquellen, bei denen der Quellort direkt im Festgestein liegt, sind höchst selten. Sehr häufig wird wohl ein Mischtyp sein, bei dem die

Alimentation sowohl aus Fest- als auch aus Lockergesteinen erfolgt. Eine Hilfe für die Feststellung der unterirdischen Wasserwege aus den Temperaturverhältnissen des Quellwassers entsprechend dem von Kerner v. Marilaun (1932, 1939 und 1941) aufgezeigten Weg ist wegen des Mangels von Meßreihen bei der pauschalen Beurteilung von Quellgebieten kaum möglich und bleibt der Untersuchung an Einzelquellen vorbehalten.

Es sollte daher versucht werden, von der alleinigen Typisierung der Quellen nach den unterirdischen Wasserbahnen - wie bereits dargelegt - abzugehen, um im Sinne von Stiny (1936) eine weitere Beschreibung derselben nach der Gestalt der Quellaustritte als zusätzliche Hilfe vorzunehmen.

Dazu muß jedoch bemerkt werden, daß die Typisierung der Quellen durch die einzelnen Aufnahmeorgane auf Grund ihrer äußerst unterschiedlichen Ausbildungsgrade nicht erfolgen kann und hier sozusagen nur auf Grund der Bearbeitung eines geringen Teiles der Quellen ein Typenkatalog aufgestellt werden sollte. Eventuell ließen sich dann noch bei einem Vergleich des Quellortes mit einer geomorphologischen Karte weitere ergänzende Aussagen machen.

Der Wert des Typenkataloges wird sich erst danach bei der Untersuchung einzelner Quellen für praktische Zwecke erweisen, wenn dadurch eine Bekräftigung und Ergänzung der auf den Messungen basierenden Aussagen über die Qualität einer Quelle erfolgen kann.

Die in der Folge dargelegten Untersuchungen sollen generell eine Hilfe zur Beurteilung von Quellgebieten darstellen, wobei von der Zielsetzung des "Wasserregionalverbandes Weststeiermark" ausgegangen wird, der eine Zuordnung von Wassergewinnungsgebieten - in diesem Fall Quellgebieten - zu Wasserverbrauchsgebieten anstrebt. Alle vorgeschlagenen Maßnahmen sind daher über die Versuche der Erstellung einer Karte der Quelldichte auf Grund eines Flächenrasters von L. Bernhart hinausgehend, auf Quellgruppen, ja auf Teileinzugsgebiete und nicht auf Einzelquellen ausgerichtet.

Nach Zuordnung der Quellgebiete an einzelne Verbraucher wird es dann diesen obliegen, innerhalb des Quellgebietes durch Quelluntersuchungen herkömmlicher Art (langedauernde regelmäßige Messungen von Schüttung, Temperatur und verschiedener chemischer Kennwerte wie z. B. Leitfähigkeit, pH-Wert oder Karbonat-Härte und Gesamthärte) die fassungswürdigen Quellen herauszufinden. Dieses Verfahren scheint arbeitstechnisch die günstigste Möglichkeit darzustellen. Selbstverständlich wird im Hinblick auf die derzeit laufenden ökologischen Untersuchungen sowie vor allem zur Erhaltung der Oberflächengewässer eine Fassung aller Quellen eines Quellgebietes nicht in Frage kommen. Die vorliegende Quellaufnahme wird jedoch bei Durchführung der Typisierung der Quellen eines Einzugsgebietes sofort und ohne weiteren Aufwand die Quellen finden lassen, die es wert sind, näher untersucht bzw. in eine Dauerbeobachtung einbezogen zu werden.

Es soll hier noch vermerkt werden, daß bei der Einzeluntersuchung auch Isotopenmethoden, die mit einer mehrmaligen Wasserprobennahme verbunden sind, zur Anwendung gelangen sollten.

Bei Tritium- und Deuteriumuntersuchungen sollte so vorgegangen werden, daß vorerst eine größere Anzahl von Quellwässern beprobt wird, aus deren Ergebnissen danach einige wenige Quellen längere Zeit auf ihre Isotopenkonzentration untersucht werden sollten. Tritiummessungen geben dabei über die Speicherefähigkeit des Gesteins und die Verweildauer des Wassers im Untergrund Aufschluß, während die Deuteriumwerte als Funktion des Temperatureffektes Hinweise auf die Höhe des Einzugsgebietes der Quellen gibt, wie z.B. P.Hacker (1972) zeigt.

Im Folgenden sollen nun die Beziehungen zwischen Quellen und dem gesteinsmäßigen Aufbau des Untergrundes, der Oberflächenform und den klimatischen Verhältnissen näher dargelegt und daraus einige Maßnahmen bzw. die Forderung nach Kartendarstellung bestimmter Kriterien zum Zwecke des Vergleiches mit der Quellkarte abgeleitet werden. Es sei hier ausdrücklich vermerkt, daß dafür aus dem österreichischen Raum kaum Vorbilder vorliegen, da sich

großräumige Quelluntersuchungen, vor allem auf Karstgebiete beziehen und die Untersuchung von Quellen in kristallinen Bereichen vor allem Einzelquellen oder einige wenige Quellgruppen mit entsprechenden Meßreihen, wie z. B. Kerner v. Marilaun (1932 und 1939) behandeln. Insgesamt wird eine Aufgliederung in Quellgebiete angestrebt, die angibt, ob ein solches die Möglichkeit zur praktischen Verwertbarkeit von den Naturgegebenheiten her bietet oder nicht. Erst danach soll gleichlaufend mit den Planungen entschieden werden, welche Quelle nun einer intensiven Untersuchung zuzuführen ist. Selbstverständlich muß eine zweite Wertung der Quellgebiete vom technischen und planerischen Standpunkt erfolgen, die vor allem den Wasserbedarf und den Bau der Fassungen und Leitungen sowie die bestehenden Versorgungsnetze und natürlich auch die Möglichkeit zum Kauf berücksichtigt. Erst danach sollte die aufwendige und arbeitsintensive Untersuchung der einzelnen Quellen eines Quellgebietes einsetzen. Es werden dafür nur solche Bereiche in Frage kommen, die eine entsprechende Quelldichte aufweisen und bei den einmaligen Messungen wenigstens einige Quellen-Schüttungen von mehr als 1 l/s aufweisen.

Weiters wird bei der technischen und planerischen Bewertung die Möglichkeit der Einrichtung entsprechender Schutzgebiete mitzubedenken sein, daß die beste Quelle in gefährdeter Lage für Zwecke der Trinkwasserversorgung wertlos ist. Auch wird der bisherige Grad der Nutzung eines Quellgebietes zu berücksichtigen sein. Gerade im Nordteil des Gebietes wird, wie aus fertiggestellten Aufnahmen bereits kenntlich ist, ein beachtlicher Teil von Quellgebieten vor allem in tieferen Lagen als vollständig ausgenutzt anzusehen sein und aus den weiteren Planungen ausscheiden.

1. Die geologische Karte

Wie bereits früher dargelegt, sind in diesem Bereich die unterirdischen Wasserwege, die ja die Speichermöglichkeit bestimmen, ausschlaggebend für die Ergiebigkeit einer Quelle. Wesentlich ist dabei die Unterscheidung von Kluft- und Porengrundwasser-

leiter. Es soll daher als erster Schritt zur Beurteilung der Quellen trotz der früher geäußerten Bedenken und der weiteren Verbreitung eines Mischtyps die Beziehung zwischen dem Untergrund und der Anzahl und Lage der Quellen hergestellt werden. Als Grundlage kann dazu die bereits fertiggestellte geologische Karte im Maßstab 1 : 50.000 von P.Beck-Mannagetta (1975) dienen. Inwieweit die Vornahme des Vergleiches im Maßstab 1 : 50.000 erfolgen kann oder ein anderer Maßstab (1 : 25.000) gewählt werden muß, kann nur durch den Versuch festgestellt werden.

Vor allem muß abgeklärt werden, ob die Quellen in einer groben Einteilung nach der Schüttung dargestellt werden, oder die Auswertung alleine auf die Anzahl der Quellen bezogen werden soll. Es sei hier darauf hingewiesen, daß die Anzahl der Quellaustritte vor allem von der Kleinform der Oberfläche abhängt und die Zahl der Quellen alleine ein falsches Bild in Verbindung mit den Gesteinsverhältnissen geben kann. Prinzipiell wäre durch diesen Vergleich wenigstens ein deutlicher Unterschied zwischen den Bereich mit vorwiegendem Kluftgrundwasser - gegenüber den Gebieten mit vorwiegendem Porengrundwasser - zu erwarten.

Als Ergänzung der geologischen Karte wird von P.Beck-Mannagetta derzeit eine Strukturkarte des Untergrundes, die sowohl Fallen und Streichen der Gesteine als auch die tektonischen Verhältnisse (Störungen usw.) zeigen wird, ausgearbeitet. Gerade aus dieser Karte sind wesentlich mehr Aufschlüsse bezüglich Quellen zu erwarten. Einerseits wird sich zeigen, inwieweit große Störungszonen als Wasserbahnen wirksam und gerade an sie besonders ergiebige Quellen geknüpft sind; andererseits ist ein Hinweis auf Gebiete zu erwarten, in denen nicht nur das morphographische Einzugsgebiet voll wirksam ist. Insgesamt werden die geologische Karte und die Strukturkarte jedoch gemeinsam mit der Quellkarte in Beziehung gebracht werden müssen.

2. Die geomorphologische Karte

Wesentlich für den Ort der Verschneidung von Grundwasserleiter bzw. unterirdischer Wasserbahnen und Erdoberfläche - dem Quellaustritt - ist sicherlich die Oberflächenform. Es ist daher die Bindung der Quellaustritte an gewisse morphologische Verhältnisse zwingend notwendig. Bei rein theoretischer Betrachtung kann dabei vor allem eine Änderung der Gefällsverhältnisse der Oberfläche als ausschlaggebend angesehen werden. Die Quellen müssen daher in Zusammenhang mit den alten, bis ins Tertiär reichenden Verebnungen zum Teil als Entwässerungssysteme dieser Altformen verstanden werden. Dabei kann die Niveau-Gliederung nach A.Winkler-Hermaden (1957) eine gute Hilfe darstellen.

Unter Berücksichtigung der oft nicht unbeträchtlichen Quellerosion, die vielfach noch durch den über Quellmulden verlaufenden, oberirdischen Abfluß verstärkt wird, müssen diese eine bestimmte, in das jeweilige Flächensystem oft tief eingreifende Lage einnehmen. Es wird daher die Lage der Quellaustritte einerseits mit den Flächensystemen und andererseits mit den Hangneigungen in Beziehung gesetzt werden müssen, wobei gewisse Aussagen über die Konstanz der Quellschüttung des Austrittspunktes denkbar sind.

Quellaustritte nehmen im Laufe der Zeit, wobei dies sicher nicht auf geologische Zeitabschnitte zu beziehen ist, keine stabile bzw. gleichbleibende Lage ein. Es sind durchaus genügend Anhaltspunkte vorhanden, daß dieselben gewisse langsame und stetige, durch die Quellerosion selbst (A.Hauser und J.Zötl, 1955) oder durch von morphologisch wirksamen Kräften erzeugte Änderungen der Oberflächenform, wie z. B. Hangrutschungen oder Bodenkriechen, bewirkte Veränderungen ihrer Lage erfahren. Es können immer wieder wenigstens temporär stark schüttende Quellen beobachtet werden, die keine ausgeprägten Quellmulden oder Nischen besitzen und überdies tief eingekerbte Rinnen unterhalb ihres Austrittes vermissen lassen. Es scheint hier die Erosionsleistung in keinem Verhältnis zur Schüttung zu stehen. In diesem Falle wäre die Annahme, daß es sich um

einen sehr jungen Quellaustritt handelt, nicht von der Hand zu weisen oder zu vermuten, daß diese Quelle über längere Zeiträume nur geringe Schüttungen aufweist. Derartige Quellen wären daher von ihrer Fassung für praktische Zwecke besonders sorgfältig zu untersuchen. Die Einwirkung von Erdbeben auf Quellen kann im betrachteten Gebiet vernachlässigt werden.

Auch daraus ist ersichtlich, welche Bedeutung bei der Beurteilung einer Quelle der Form des Quellaustrittes zukommt.

3. Niederschlagskarte

Da die in der Studie von J.Zötl und H.Zojer (1975) vorgelegte Niederschlagskarte im Maßstab 1 : 200.000 bereits eine starke Differenzierung im Untersuchungsgebiet zeigt, sollte versucht werden, eine derartige Karte in einem für die Auswertung der Quellaufnahmen geeigneten Maßstab zu beschaffen. Dabei müßte unter Verwendung der bereits vorgeschlagenen Unterteilung der Quellen in Ergiebigkeitsgruppen ein eindeutiger Zusammenhang mit der Niederschlagsverteilung nachweisbar sein, der lediglich dort, wo das morphographische Einzugsgebiet nicht alleine wirksam ist, durchbrochen wird. Dieser Nachteil müßte wenigstens zum Teil durch die Kenntnis der gesteinsmäßigen strukturellen Verhältnisse dieses Gebietes ausgeglichen werden.

Insgesamt ist eine Hilfe für die Bewertung von Quellgebieten je nach den in den Einzugsgebieten zu erwartenden Niederschlagsmengen, wie es J.Zötl bereits für den Gipfelbereich der Koralpe dargelegt hat, anzunehmen. Ob die Niederschläge Auswirkungen auf die Quelldichte haben, würde sich dabei auch zeigen. Sicherlich werden die Niederschlagsverhältnisse starke Auswirkungen auf die Quellschüttung haben.

4. Die Karte der Abflußspenden

Da jedoch, abgesehen von der Untergrundbeschaffenheit, der Niederschlag nicht alleine maßgebend ist, sondern erst über den Anteil der Versickerung für Quellen wirksam wird, sollte versucht werden, hier eine weitere Verfeinerung zu erreichen.

und eine Karte der Abflußspenden, die sich aus der Abflußspende bei Trockenwetter herleiten, herzustellen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß der Trockenwetterabfluß vornehmlich aus dem unterirdischen Abfluß stammt. Dazu reicht selbstverständlich das bestehende Netz von Abflußmeßstationen nicht aus, und es wäre notwendig, während einer Trockenperiode von mindestens drei Wochen eine möglichst große Zahl von Abflußmessungen an Oberflächengewässern vorzunehmen. Für diese Karte müßte der Maßstab ebenfalls so gewählt werden, daß ein Vergleich mit der Quellkarte möglich ist.

Die von H.Zötl und H.Zcjer (1975) vorgelegte Karte des Abflußfaktors im Maßstab 1 : 200.000, basierend auf einem rechnerisch ermittelten Mittelwasser und der Extrapolation von Einzugsgebiet zu Einzugsgebiet, ist nur eine übersichtsmäßige Darstellung der Abflußverhältnisse.

Es sollte vielmehr versucht werden, innerhalb einer Trockenperiode von ca. 20 Tagen Abflußmessungen an allen größeren Bächen zusätzlich zu den bestehenden Meßstationen vorzunehmen, sodaß die Abflußspende aus direkten Messungen abgeleitet werden kann, wobei noch eine Berücksichtigung der Höhenlage des Einzugsgebietes durch Anordnung mehrerer Meßpunkte an besonders wichtigen Gerinnen erreicht werden sollte. Von einer derartigen Karte wären sicherlich weitere Aussagen über die Kapazität, zumindest einzelner größerer Quellgebiete, zu erwarten.

Stellt man nun zwischen der Quellkarte und den im Punkt 1 - 4 dargelegten Karten Vergleiche an, so müßten sich zwangsläufig Teilbereiche mit besonders günstigen Bedingungen für Quellen herauschälen, die man analog zu den sogenannten Grundwasserhoffnungsgebieten als "Quellwasserhoffnungsgebiete" bezeichnen könnte und wie bereits eingehend dargelegt, je nach Bedarf, näher untersuchen, aufschließen und in die Planungen einbeziehen müßte.

Selbstverständlich ist ein Optimum der Bedingungen bei allen vier Faktoren (Punkt 1 - 4) nicht gleichzeitig zu erwarten und es wird im Zuge der Auswertung notwendig sein, wemöglich in jedem Einzelfall zu entscheiden, welchen Faktoren der Vorrug zu geben ist. Vielleicht gelingt es auch, eine starre Reihenfolge dieser Faktoren zu erarbeiten, wonach dann die jeweilige Entscheidung für das einzelne Quellgebiet zu treffen wäre.

Abschließend kann festgestellt werden, daß die aufgezeigte Vorgangsweise, die die Beziehung zwischen den klimatischen Verhältnissen und den Untergrundverhältnissen zu den Quellen wenigstens grob herstellt, eine pauschale Bewertung von Quellgebieten als Grundlage für die Einzeluntersuchung der Quellen und weiters eines Zuordnungsplanes von Quellgebieten, zu Verbrauchsgebieten erwarten läßt.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Hilmar Zetinigg, Regierungsoberbaurat,
Referat für wasserwirtschaftl. Rahmenplanung
8011 Graz, Landhausgasse 7

Verwendete Literatur

Alker, A.: Gesteinsaufbau und Wasserführung in der Koralpe. - Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 31 (Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil), S 42-46, Graz, 1975.

Beck-Mannagetta, P.: Der geologische Aufbau des steirischen Anteiles der Koralpe. - Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung, Bd. 31 (Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil), S 8-41, 1 Kt., Graz, 1975.

Hacker, P.: Beiträge zur Hydrogeologie des Passailer Beckens und seiner Umrahmung. - phil. Diss., Univ. Graz, 1972.

Flügel, H.: Das Steirische Randgebirge. - Sammlung geologischer Führer, Bd 42, Gebr. Bornträger, Berlin-Niklassee, 1963.

Keilhack, K.: Grundwasser- und Quellenkunde. - 3. Aufl., Berlin, Gebr. Bornträger, 1935.

Kerner-Marilaun, F.: Anisotherme in Quellhorizonten und ihre geologische Deutung. - Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Wien, math. naturw. Kl., 142. Bd, Jg. 1932, S 245-254.

Kerner-Marilaun, F.: Das Wärmebild der Quellen eines Bergabhanges in den Alpen. - Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Wien, math. naturw. Kl. 148. Bd, Jg. 1939, S 15-39.

Kerner-Marilaun, F.: Analysis der jährl. Wärmeganges von Gebirgsschuttquellen. - Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Wien, math. naturw. Kl., Jg. 1941, S 73-96.

Maurin, V. u. Zötl, J.: Hydrogeologie und Verkarstung der Steiermark 1 : 300.000. - Atlas der Steiermark, Akad. Druck und Verlagsanst. Graz, 1964.

Mcrawetz, S.: Periglaziale Erscheinungen auf der Koralpe (Steirisches Randgebirge). - *Mitteil. Geogr. Ges.*, Bd 93, S 252-257, Wien, 1951.

Nöring, F., Matthes G. u. J.-D. Thews: Die hydrogeologische Feldkartierung, *Internat. Assoc. Hydrogeologists, Memoires, volume VII, Congress of Hannover 1965.* - S 240-243, Hannover, 1967.

Richter, W. u. Lillich, W.: Abriß der Hydrogeologie, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. - Stuttgart, 1975.

Sauer, K.: Die Zirkulation des Wassers in Kristallinengebieten, *GWf, Wasser - Abwasser*, 102. Jg., H 28, S 778, 1961.

Stiny, J.: Die Quellen. - Wien, Springer Verlag, 1933.

Stiny, J.: Zur Kenntnis der Quellgruppen. - *Geologie und Bauwesen*, 7. Jg., 4. H, S 119-144, Wien, 1935.

Stiny, J.: Zur Kenntnis der Hochgebirgsquellen. - *Geologie und Bauwesen*, 7. Jg., S 91-98, Wien, 1935.

Stiny, J.: Zur Kenntnis der Formentwicklung von Quellaustritten, *Zeitschr. Ges. Erdkunde Berlin.* - Jg. 1936, Nr. 1/2, S 26-42, Berlin, 1936.

Turner, A.: Hydrogeologie. - Wien - New York, Springer, 1967.

Winkler-Hermaden, A.: Geologisches Kräftespiel und Landformung. - Wien, 1957.

Zötl, J. u. Hauser, A.: Die morphologische Bedeutung der unterirdischen Erosion durch Gesteinsauspülung. - *Petermanns, geographische Mitteilung*, S 18 - 21, Gotha, 1955.

Zötl, J. u. Zojer, H.: Hydrogeologische Studien über die Wasservorkommen der Weststeiermark, *Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung*, Bd 30 (Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 1. Teil), S 18-48, 5 Fig., Graz, 1975.

7. SPEZIFISCHE QUELLEDICHTE UND QUELLSCHÜTTUNG ALS
GRUNDLAGE EINER WASSERWIRTSCHAFTLICHEN BETRACHTUNG

von

L. Bernhart

Nach den in den Jahren 1972 bis 1977 in Zusammenarbeit durch den Wasserregionalverband Weststeiermark und das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung im wesentlichen von Studenten und Mitarbeitern des Referates durchgeführten Aufnahmearbeiten war die Verwertung der gewonnenen Ergebnisse das Anliegen des wasserwirtschaftlichen Rahmenplaners.

Hiezu müssen andere Grundlagen geschaffen werden, als dies die Aufnahmen selbst brachten, auch wenn die Lage und die Schüttung jeder Quelle nebst der Temperatur, dem pH-Wert und der Leitfähigkeit des Quellwassers in Aufnahmeblättern und Übersichtstabellen und -karten wohl geordnet vorlagen. Hier geht es ja nicht um die Entscheidung, ob eine bestimmte Quelle für eine bestimmte Wasserversorgungsanlage herangezogen werden kann. Vielmehr sollte eine weitere Grundlage geschaffen werden, aus der heraus und sodann mittels der später anzuwendenden Filtermethode Gebiete erkannt werden konnten, die für eine Wasserentnahme für regionale Zwecke in Betracht zu ziehen wären; weiters mit der solche Gebiete mit anderen verglichen werden konnten. Dabei konnte es sich immer nur um Gebiete handeln, weshalb eine flächenmäßige Betrachtung an die Stelle der vorher stets verwendeten Darstellung einzelner Quellen mit nach dem zugrundeliegenden Parameter unterschiedlich großen Signaturen, z. B. der Schüttung, Härte u. dgl. treten mußte.

Die ersten Darstellungen ließen folglich die Quelldichte und die Quellschüttung erkennen, weil es von technisch-wirtschaftlich immensem Interesse ist, ob es sich innerhalb eines Bereiches um eine oder wenige große Quellen oder um eine große Zahl kleiner oder kleinster Quellen handelt.

Für bestimmte Gebiete sind daher zunächst in einem Raster-System die beiden Grundlagen erarbeitet. Als Beispiel dienen Tafel 2 hinsichtlich der spezifischen Quelldichte - also der Zahl der Quellen im $1/16 \text{ km}^2$ großen Quadrat - und Tafel 3 hinsichtlich der Summe der gemessenen Schüttung aller Quellen im Quadrat. Die Teilung in Quadrate mag zunächst befremden. Sicherlich ist auch die Gliederung nach Teileinzugsgebiete

erwogen werden, - wie dies dann auch die Tafel 6 zeigt. Nach dieser ist aber eine weitere Differenzierung innerhalb eines Teileinzugsgebietes praktisch unmöglich geworden, - es sei denn, man wählte diese sehr klein, woraus ein Überblick nicht zu gewinnen wäre; ja man gerät dann wieder in Einzelbeurteilung, womit man wohl eine Unterlage für eine konkrete Bauplanung, z. B. für einen nahe vom versorgten Objekt oder Ort gelegenen Bereich erhielte, nicht aber den Überblick über einen Landesteil. Gerade dieser Überblick wird eben für die bevorstehende Konzepterstellung benötigt. Er wird in Tafel 4 für die spezifische Quelldichte und in Tafel 5 für die spezifische Quellschüttung zur Verfügung gestellt. Tafel 6 hingegen gestattet zwar sicherlich - als Überblick zu erkennen - welche Teileinzugsgebiete größere Wassermengen je Zeit- und Flächeneinheit als Quellabfluß aufweisen, gestatten aber keine Aussage, ob dort größere (also weniger) Quellen vorhanden, sodaß man an deren Aufschließung im Gegensatz zu einer Vielzahl kleinster Quellen, die unfaßbar sein können, denken kann.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing.Dr.techn. Lothar Bernhart
Wirkl. Hofrat
Amt der Steierm. Landesregierung
Fachabteilungsgruppe Landesbaudirektion
Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung
8011 Graz, Landhausgasse 7

8. EINE METHODE ZUR AUSWERTUNG VON
QUELLAUFNAHMEN

von

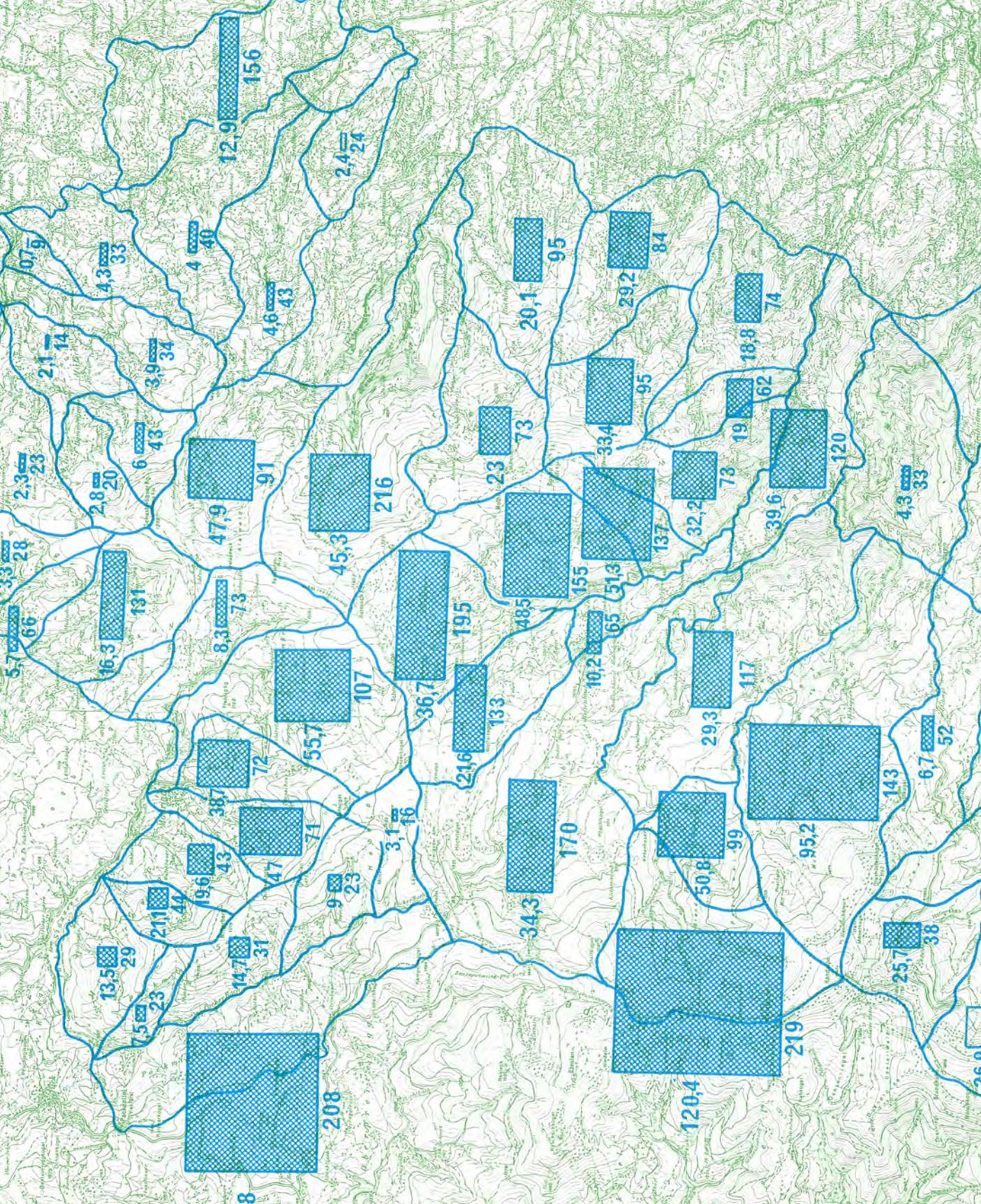
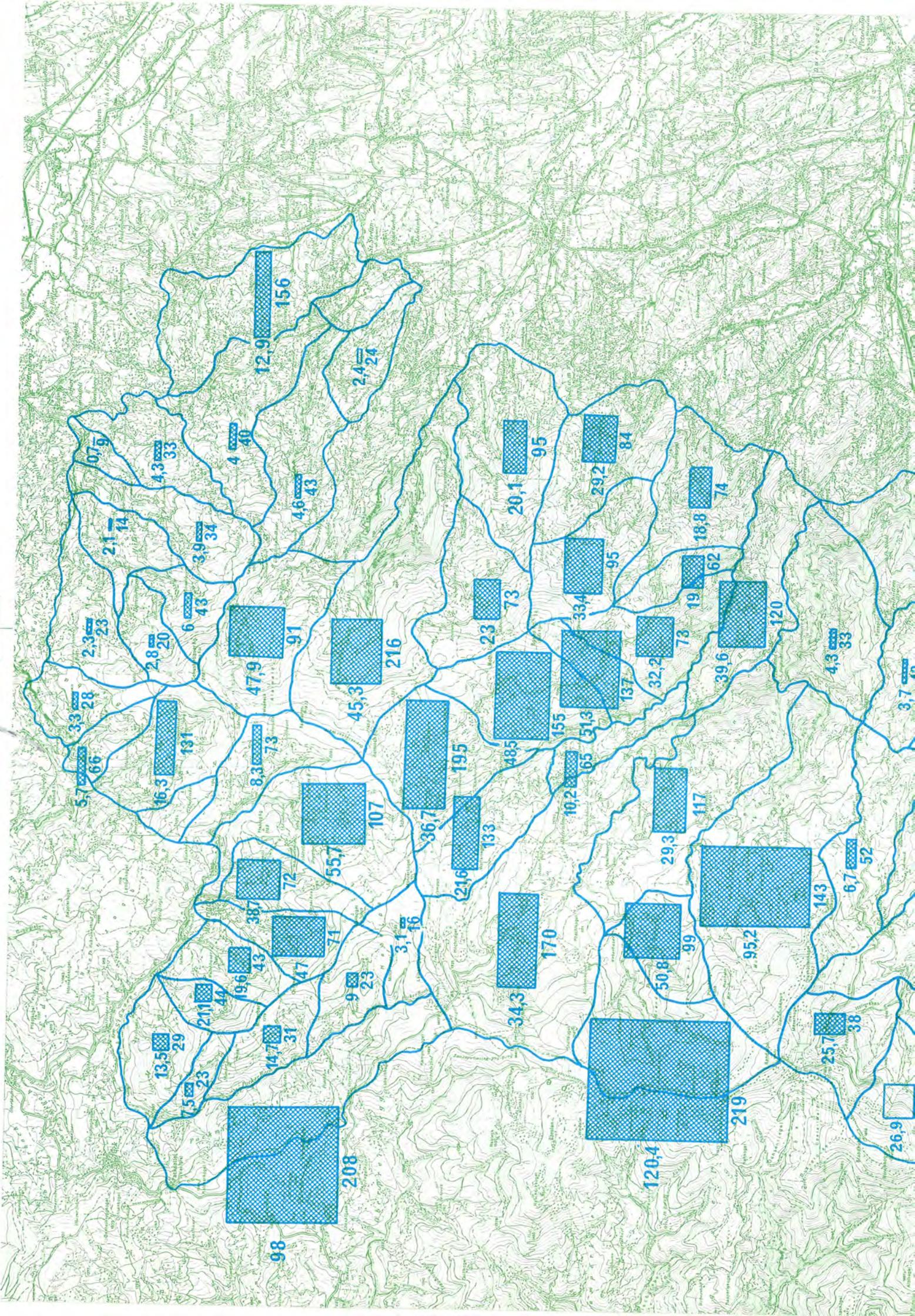
E.Fabiani

Da die Frage der Vergleichbarkeit von sich über mehrere Jahre erstreckender Quellaufnahmen und vergleichender Abflußmessungen in diesem Band vorgestellt wird, wird hier eine weitere Möglichkeit der Darstellung der Aufnahmeergebnisse und deren Auswertung angegeben.

Die in Tafel 6 dargestellte auf Teileinzugsgebiete bezogene spezifische Quellschüttung bedürfte inscferne einer Korrektur, als abgesehen von der individuellen Fähigkeit der Aufnehmenden die Aufnahmen, z. B. im Bereiche des Hauptkammes (Speik bis Reihbach) im außergewöhnlich niederschlagsarmen Sommer 1971 erfolgten, die Aufnahmen im Bereiche des Rosenkogels, der Niederen Laßnitz (Brendlalm) und Pack hingegen im äußerst niederschlagsreichen Jahr 1972, wodurch sich das Bild beträchtlich verschiebt.

Die Aussage über die durch Quellen austretende Wassermenge wird dann präzisiert, wenn die gemessene Gesamtschüttung direkt mit der Zahl der untersuchten Quellen in ein Verhältnis gebracht wird, das heißt, wenn man weiß, daß die gemessene Schüttung einer Vielzahl kleinster, nur lokal nutzbarer Quellen oder weniger, aber ergiebiger Quellen entspringt. Diese Art der Darstellung wurde in Tafel 7 versucht, indem auf die Abszisse die Zahl der Quellen im Teileinzugsgebiet, auf die Ordinate die Summe der gemessenen Schüttungen aufgetragen wurde. Aus der Form und dem Flächeninhalt des daraus entstehenden Rechteckes ergibt sich ein Anhalt für die Wertigkeit eines Einzugsgebietes wobei allerdings berücksichtigt werden muß, daß die Fläche auch von der Größe der Einzugsgebiete und der Niederschlagsverhältnissen während der Aufnahmezeit abhängig ist.

Wiederum zeigt sich, auch aus diesem Gesichtspunkt, die bereits begründete Gunst der Hochzonen, wobei in den hochgelegenen Quellbereichen der Schwarzen Sulm, der Niederen Laßnitz, des Osterwitzbaches, des Pack- und des Modriachbaches die günstigen Verhältnisse herrschen. Ebenfalls noch günstig zu nennende Verhältnisse können in den höhergelegenen Einzugsgebieten des Krumbaches, der Weißen Sulm, des Rosenkogels und des Reinischkogels an getroffen



werden, während langgestreckte Rechtecke in den unter 1000 m gelegenen Bereichen des Gebirgsabfalles, zwischen Staatsgrenze und Stainz und des Vorlandes zwischen Ligist und Stainz auf eine Vielzahl unergiebigere Quellen hinweisen.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die Gesamtschüttung der Quellen in einem Einzugsgebiet keinesfalls identisch mit dem Gesamtabfluß ist und umgekehrt der Abfluß mit der Gesamtschüttung der erfaßbaren Quellaustritte entspricht. Vielmehr konnte durch Abflußmessungen an den Quellabflüssen festgestellt werden, daß der Abfluß in der Regel sehr rasch unterhalb der Quellaustritte durch unmerkliche Zutritte im Bachbett um ein mehrfaches zunimmt, sodaß vor allem in den höhergelegenen Bereichen in den meisten Fällen durch eine etwaige Quellfassung keine Austrocknung des Bachbettes befürchtet werden muß.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Ernst Fabiani, Regierungsscherbaurat,
Referat für wasserwirtschaftliche
Rahmenplanung
8011 Graz, Landhausgasse 7

9. ABFLUSSSPENDENKARTE DER KORALPE

von

H.Zcjer
(1976)

In der Zeit zwischen 17. und 29. Februar 1976 wurden zur Untersuchung der Abflußverhältnisse im steirischen Teil der Koralpe insgesamt 170 Abflußmessungen durchgeführt. Während der Meßperiode war die Witterung z. T. ziemlich kühl, nennenswerte Niederschläge fielen nicht. Der Zeitpunkt der Feldarbeiten brachte es aber mit sich, daß an 12 vorgesehener Profilen eine Abflußmessung infolge Unzugänglichkeit oder Vereisung des Gerinnes entfallen mußte.

Wegen der etwas unterschiedlichen hydrometeorologischen Bedingungen während der etwa 2-wöchigen Meßperiode war es nicht möglich, eine Abflußspendenkarte für die Zeitspanne der Messungen zu konstruieren, in der die spezifischen Abflußverhältnisse des gesamten Untersuchungsgebietes enthalten sind. Es wurde daher versucht, die 170 Abflußmessungen vorwiegend hinsichtlich ihrer Beziehung zur mittleren Abflußspende (Mq) zu verarbeiten. Zu diesem Zweck war es möglich, langjährige Mittelwerte von Abflußstationen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung zu verwenden. Bezüglich der Darstellung der Abflußspende während der Meßzeit mußten sich die Untersuchungen auf die höheren Bereiche der Koralpe beschränken.

Grundsätzlich sei hier festgestellt, daß die Abflußspende die Niederschlagsverhältnisse nur insoweit berücksichtigt, soweit diese in einer Darstellung des Abflusses enthalten sein können. Das effektive Zahlenverhältnis Niederschlag - Abfluß, in das auch die Verdunstung eingeschlossen ist, bleibt somit einer Untersuchung des Abflußfaktors vorbehalten.

*) Der Verfasser hat verschiedene Abschnitte dieser Arbeit in eine spätere Gesamtbetrachtung, die hier unter Abschnitt 11 wiedergegeben ist, einbezogen. Wenn daher auch die wiederkehrenden Teile der Gesamtbetrachtung nicht entzogen werden sollen, sollte der spezifische Teil, vor allem die Abflußspendenkarte der Koralpe für die zweite Februarhälfte 1976 dennoch zur Wiedergabe gelangen. Beide Arbeiten werden daher erst in Zusammenhang und in Ergänzung zu betrachten sein.

Der Herausgeber

Die Spenderlinien der einzelnen Teiluntersuchungsbereiche verlaufen annähernd parallel, allerdings mit einer oft beträchtlichen Streuung. So bewegt sich die Abflußspende in einer Seehöhe von 1000 m zwischen 16 und 26 l/s. km². Die höchsten relativen Werte sind dem oberen Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm und des Seebaches eigen, die niedrigsten ergeben sich am Ligist- und unteren Stainzbach.

Eine Aussage über die Abflußspende weist in mehrere Richtungen. Einerseits bietet sie eine indirekte Information über die hydro-meteorologische Verhältnisse, andererseits - besonders bei Mittel- und Niederwasser - läßt sie Schlüsse auf die unterirdische Speichermöglichkeit zu.

Die höchste mittlere Abflußspende (Mq) kommt den obersten Bereichen des Kammes zwischen der Hühnerstütze und dem Speikogel zu (über 35 l/s.km²). Hier bewirken sowohl die klüftigen Marmorbänder als auch die recht beachtlichen Lockerablagerungen des Pleistozäns im Seebachkar eine verhältnismäßig gute Speicherung der Infiltrationswässer. Auch die nächstniedere Stufe (zwischen 30 und 35 l/s.km²) ist im Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm am weitesten verbreitet. Ihm schließt sich im Süden das obere Einzugsgebiet der Feistritz an, wo sicher die große Niederschlagshöhe die Voraussetzung für eine relativ hohe Spende darstellt. Demgegenüber ist dieselbe Spende im obersten Gebiet der niederen Laßnitz und des Osterwitzbaches auf eine gute Speicherfähigkeit der Verwitterungssedimente zurückzuführen.

Auch im Bereich zwischen 25 und 30 l/s.km² kommt noch eine gewisse unterirdische Speicherkapazität hinzu. In seiner regionalen Verteilung liegt der Hauptteil dieser Fläche wieder im Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm, während im Norden die Südlagen des Reinischkogels positiv herausfallen.

Die Areale mit den niedrigsten Mq-Werten liegen begreiflicherweise am Ost- und Nordostrand der Koralpe. So sind die tiefliegenden Einzugsgebiete des Ligist- und Lemsitzbaches durch Spenderwerte um 10 l/s.km² ausgewiesen. Sie sind Bereiche mit sowohl geringen Niederschlägen als auch einer geringen Speicher-

ABFLUSSPENDE der KORALPE für die 2. Februarhälfte 1976

Tafel 8

in $l/s \text{ km}^2$
H. ZOJER

10

10

10

15

15

10

10

10

M 1:100 000

Vervielfältigung mit Genehmigung des
Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen
(Landesaufnahme) in Wien ZI, L 62 600

fähigkeit des Untergrundes.

Auffallend ist außerdem die niedrige Spende in den mittleren Gebieten des Laßnitztales, wo die 20 l/s.km^2 -Isolinie weit nach Westen vorspringt. Dieselbe Konstitution ergibt sich auch im unteren Teil der Weißen Sulm und des Stullneggbaches.

Für den Zeitraum während der Meßperiode im Februar 1976 ließ sich für die höhergelegenen Bereiche eine Abflußspende errechnen, die etwas über dem MN_q lag. Diese Situation ist auf die relativ kalte und niederschlagsarme Witterung zurückzuführen. Hingegen setzte in den unteren Bereichen zu dieser Zeit infolge der höheren Lufttemperatur schon die Auftauschmelze ein, so daß die Abflußwerte im Vergleich zu jenen der oberen Areale zu hoch waren und sich schon dem M_q näherten. Es wurde daher bei der kartographischen Darstellung auf die unteren Bereiche verzichtet.

Auch bei den gegebenen Verhältnissen floß im Seebachkar mit mehr als 15 l/s.km^2 der höchste Abflußanteil der gesamten Koralpe ab. Gesamtheitlich betrachtet ergeben sich kaum weitreichende regionale Unterschiede zum M_q . Lediglich im Einzugsgebiet der oberen Laßnitz wies der Rettenbach kaum mehr Unterschiede in seinem spezifischen Abflußverhalten zu den anderen Quellbächen der Laßnitz auf.

Anschrift des Verfassers:

Doz.Dr. Hans Zojer

Forschungszentrum Graz

Institut für Geothermie und Hydrogeologie

8010 Graz, Elisabethstraße 16/I

10. DIE AUSWERTUNG DER QUELLAUFNAHME IM KORALPENGEBIET
IM VERGLEICH ZU DEN ABFLUSSVERHÄLTNISSEN

von

H. Zojer
(1976)

Das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmplanung beim Amt der Steiermärkischen Landesregierung hat den Auftrag erteilt, die von ihm aufgenommenen Quellen im steirischen Teil der Koralpe hinsichtlich ihrer Schüttungsergiebigkeit auszuwerten. Diese Ergebnisse sollen den Werten der Abflußuntersuchungen in den einzelnen Teileinzugsgebieten gegenübergestellt werden, um wasserwirtschaftliche Hoffnungsgebiete von Bereichen mit einer minderen unterirdischen Speicherung zu unterscheiden.

Der Abfluß der Oberflächengerinne in den einzelnen Teileinzugsgebieten wurde im Juni und Juli 1976, einer Zeit extremer Trockenheit, gemessen. Als Vergleich zu den Hauptflüssen Laßnitz, Schwarze und Weiße Sulm können Abflußmessungen von H.Fessler vom 9. und 10. Juli 1976 herangezogen werden. Zu dieser Zeit führten die drei obgenannten Flüsse nur zwischen 30 und 40 % ihres 20-jährigen mittleren Abflusses (1951-70). Eine Darstellung der niedrigsten Tagesmittel pro Monat im langjährigen Mittel (MNQ) erscheint nicht vorteilhaft, weil die Jahresreihen zu sehr streuen: z.B. Schwarzenberg/Schwarze Sulm:

1951-70	MQ 2,15	MNQ 0,73 m ³ /s
1966-70	1,89	0,29 m ³ /s.

Während in der kürzeren Beobachtungszeit das MQ 88 % vom 20-jährigen Mittel beträgt (liegt in der üblichen Schwankungsbreite), muß das MNQ für dieselbe Vergleichszeit mit nur 40 % angegeben werden.

Die Wahl der sommerlichen Trockenperiode für Abflußmessungen brachte extrem niedrige Werte in den einzelnen Teilabschnitten mit sich. Das führte örtlich sogar soweit, daß keine Abflußzunahme mehr gegenüber dem nächster bachaufwärts gelegenen Meßpunkt festgestellt werden konnte (Gamsbach unten, Stullneggbach unten). Hiefür sind drei Gründe maßgebend:

- 1) ein geringer Zufluß von der Talflanke,
- 2) eine starke Verdunstung durch das träge Fließen im Gerinne und
- 3) eine Wasserabgabe an den seichtliegenden Grundwasserkörper.

Mit Ausnahme der Messungen am Packer und Modriacher Bach, denen ein Gewitter voranging, sind die Abflußwerte auch direkt recht gut miteinander vergleichbar. Dafür eignet sich besonders eine Darstellung als Abflußspende (q), weil sie in ihrer Aussage die Größe der Einzugsgebiete vereinheitlicht. Als Vergleichsbasis dienen auch hier Abflußbestimmungen von H.Fessler in Deutschlandsberg/Laßnitz und Schwarberg/Schwarze Sulm:

Schwarberg/Schwarze Sulm: $q = 8,91 \text{ l/s.km}^2$ (nach H.Fessler)

Seebach ober	20,8 l/s.km ²
Schwarze Sulm ober	15,8
Goslitzbach	11,3
Seebach unter	10,9
Schwarze Sulm mitte	9,5
Schwarze Sulm unter	6,6

Deutschlandsberg/Laßnitz: $q = 8,05 \text{ l/s.km}^2$ (nach H.Fessler)

Niedere Laßnitz ober	15,3 l/s.km ²
Osterwitzbach	12,8
Brendlbach	9,2
Rettenbach	9,3
Niedere Laßnitz mitte	5,5
Laßnitz unter	5,4

Aus dieser Aufstellung geht hervor, daß die höchstgelegenen Einzugsbereiche der beiden Flußgebiete die besten Retentionsmöglichkeiten besitzen, da zur Zeit der Messungen während der Trockenperiode der oberirdische Abfluß vernachlässigt werden kann. Innerhalb der hochgelegenen TEG kommt dem oberen Seebach die größte Bedeutung zu ($q = 20,8 \text{ l/s.km}^2$), während die obere Schwarze Sulm mit $15,8 \text{ l/s.km}^2$ schon etwas abfällt. Dies ist nicht zuletzt auf die gegenwärtig schon beachtliche wasserwirtschaftliche Nutzung dieses Gebietes durch die Stadtgemeinde Deutschlandsberg zurückzuführen. Heute ist dieses TEG in seinem unterirdischen Wasserdargebot etwa mit der oberen Niederen Laßnitz gleichzusetzen. So sind die wasserhöffigsten Bereiche an der Laßnitz im Südwesteck ihres Einzugsgebietes zu finden, an den Nord- und Ostflanken des Glashütterkogels, der Handalpe und

des Weber- und Renneiskogels. Demgegenüber ist die Abflußspende am Rettenbach zur sommerlichen Trockenzeit 1976 mit $9,3 \text{ l/s.km}^2$ schon deutlich niedriger. Auffallend ist außerdem das überaus geringe Grundwasserdargebot im Teileinzugsgebiet Niedere Laßnitz mitte, was in gute Übereinstimmung mit der Abflußspendenkarte (H.Zcjer, 1976) gebracht werden kann.

Sehr unterschiedlich sind die Quellabflußverhältnisse im Einzugsgebiet der Laßnitz. Wie schon die Karte der Abflußspende zeigt (H.Zcjer, 1976), reichen die niedrigen Werte weit in den westlichen Bereich des Einzugsgebietes zurück. Dagegen ist dem Wildbach in derselben Höhe ein größerer Quellabfluß eigen, der vor allem auf ein höheres unterirdisches Wasserdargebot in seinem Talschluß zurückzuführen ist. Der oberste Bereich der Niederen Laßnitz kann mit einer Quellabflußspende von fast 10 l/s.km^2 als günstiges Retentionsgebiet bezeichnet werden, während sowohl der Retten- als auch der Osterwitzbach in dieser Hinsicht deutlich abfallen. Die absolut höchsten Quellspenden im gesamten Untersuchungsgebiet stellen sich erwartungsgemäß in den Hochlagen der Schwarzen Sulm ein (Seebach oben $16,66$ und Schwarze Sulm oben $18,04 \text{ l/s.km}^2$). Der starke Rückgang zu den im E anschließenden Teileinzugsgebieten (Stullneggbach oben, Schwarze Sulm mitte, Seebach unten und Goslitzbach) ist nicht in natürlichen Ursachen begründet. Hier konnte nur auf die Dissertationskartierung von H.Fessler zurückgegriffen werden, die schon aufgrund der seinerzeitigen Fragestellung nicht eine vollständige Quellaufnahme umfaßte. Verglichen zur mittleren und unteren Laßnitz hat das TEG Schwarze Sulm unten eine höhere Quellspende. Dies gilt auch im Vergleich mit den unteren Bereichen der Weißen Sulm. In diesem Flußgebiet ist die Quellentwässerung nur im nordwestlichen Teil als günstig anzusehen. Relativ gering ist das unterirdische Wasserdargebot im Einzugsgebiet des Krumbaches. Hier kommt den steilen Südflanken des Speikkogels nur eine geringe Untergrundspeicherung zu, obwohl hohe Niederschlagswerte erreicht werden. Aus den Aufzeichnungen der Pegelstation Krumbach ist zu entnehmen, daß der größte Teil des Niederschlages oberflächlich abfließt. So wird die Quellabflußspende dieses Bereiches von jener der weiter im Süden einmündenden Feistritz klar übertroffen.

Die bisher durchgeführten Detailuntersuchungen, wie Bestimmung der Abflußspende, Abflußmessungen und Schüttungsvergleiche in den einzelnen Teileinzugsgebieten brachten übereinstimmend die Erkenntnis, daß nennenswerte unterirdische Wasservorräte nur in Bereichen knapp unterhalb der Kammregionen lagern. Die Begründung dafür ist i. a. durch drei Faktoren gegeben: Niederschlag, Verdunstung und unterirdisches Speicherungsvermögen. Niederschlag und Verdunstung bestimmen gemeinsam das maximale Infiltrationsangebot. Was nicht in den Boden einsickern kann, fließt oberirdisch ab. Während der Niederschlag an den Ostflanken der Koralpe neben dem Höheneffekt auch einem S-N-Gefälle unterliegt (H. Zojer und J. Zötl, 1975), ist die Verdunstung in erster Linie von der Lufttemperatur abhängig. Sie ist daher in den tieferen Lagen naturgegeben größer und bewirkt schon dadurch eine höhere Infiltrationsrate in den höhergelegenen Bereichen.

Eine Modifizierung der höher gelegenen Gebiete hinsichtlich ihrer unterirdischen Speicherfähigkeit bringt die Lagerung der Lockersedimente, die, abgesehen von den Marmorzügen, die größten unterirdischen Wassermengen aufnehmen können. Hier spielen geomorphologische Aspekte, wie Verebrungen und Steilabfälle eine beachtliche Rolle. Verwitterungsschutt kann nur dort liegen bleiben, wo die Kraft des fließenden Wassers und Denudationskräfte aufgrund des zu geringen Hanggefälles nicht ausreichen, die Lockersedimente abzutransportieren. Natürlich fällt auch in den tieferen Lagen Verwitterungsschutt an, der aber aufgrund der höheren Lufttemperatur einer stärkeren Zersetzung unterliegt, die eine Speicherfähigkeit stark beeinträchtigt.

Eine längere unterirdische Speicherung bedingt - abgesehen von der verschiedenen Gesteinszusammensetzung - einen höheren Mineralgehalt der Wässer, der sich z. B. in einer unterschiedlichen elektrolytischen Leitfähigkeit äußert. Die Darstellung dieses Parameters könnte noch innerhalb der Teileinzugsgebiete zu einer speziellen Charakterisierung einzelner Quellgruppen führen, zumal eine längerdauernde Schüttungsbeobachtung ausgewählter Quellen nicht vorliegt.

Die bedeutendsten unterirdischen Wasserspeicher liegen in den Talschlüssen und höher situierten Verebrungen: Seebach oben, Schwarze Sulm oben, Niedere Laßnitz oben, Falleggbach oben und Weiße Sulm oben.

Da zur Zeit der Abflußmessungen im Juli 1976 extreme Trockenheit herrschte, sind die Ergebnisse der Messungen auch direkt gut vergleichbar. Der Abfluß im Vorfluter (Teigitsch, Laßnitz, Schwarze und Weiße Sulm; Feistritz) ging zwischen Beginn und Ende der Meßperiode nur geringfügig zurück. Noch aussagekräftiger als die Abflußdaten sind zum internen Vergleich die Abflußspenden von Teileinzugsgebieten, da der Abfluß dabei auf eine einheitliche Fläche (1 km^2) umgelegt wird. Die Angaben von H. Fessler dienen diesbezüglich als Relation für die Gesamtbereiche von Laßnitz und Schwarzer Sulm innerhalb der Koralpe. Es ergibt sich daher für die Erfassung der Spendenwerte folgender Arbeitsvorgang:

- 1) Abflußmessungen in den Teileinzugsgebieten bei möglichst gleichbleibendem Gesamtabfluß
- 2) Flächenberechnung der Teileinzugsgebiete
- 3) Berechnung der Abflußspende (in $l/s.km^2$) aus den Punkten 1) und 2). Sie ist als Spende zur Zeit der Abflußmessungen anzusehen.

Grundsätzlich muß dargelegt werden, daß durch eine Quellaufnahme nicht der gesamte unterirdische Abfluß erfaßt werden kann. Ein gewisser Teil strömt immer aus dem Schuttmantel laminar dem oberirdischen Vorfluter zu, ohne daß dieser Vorgang augenscheinlich wird. Für den Punkt B) wurden dieselben Teileinzugsgebiete wie oben verwendet, um sie mit den Abflußergebnissen vergleichen zu können. Die Vorgangsweise läßt sich in 6 Punkten zusammenfassen:

- 1) Abgrenzung der Teileinzugsgebiete im Quellkartogramm
- 2) Summierung der Quellschüttungen in den einzelnen Teileinzugsgebieten
- 3) Berechnung der Quellabflußspende (in $l/s.km^2$) zur Zeit der Quellaufnahme. Da die Kartierung bei verschiedensten Witterungsverhältnissen durchgeführt wurde, sind die Werte vergleichbar miteinander.

- 4) Berechnung der mittleren Abflußspende (Mq) am Vorfluter:
Teigitsch, Stainzbach, Laßnitz, Schwarze Sulm, Weiße Sulm,
Feistritz
- 5) Umrechnung der unter Punkt 3) erhaltenen Quellabflußspenden
auf die unter Punkt 4) erfaßten Mittelwerte
- 6) Direkter Vergleich der mittleren Quellabflußspenden (siehe
Beilage).

Verwendete Unterlagen

Beck-Mannagetta, P.: Der geologische Aufbau des steirischen
Anteils der Koralpe. - Berichte wasserwirtschaftl. Rahmenplanung,
Bd. 31, Graz, 1975.

Fessler, H.: Die Abflußmessungen an der Sulm und Laßnitz während
der Trockenperiode im Juli 1976. - Bericht, Graz, 1976.

Zötl, J. u. H. Zcjer.: Hydrogeologische Studie über die Wasservor-
kommen in der Weststeiermark. - Ber. wasserwirtschaftl. Rahmen-
planung, Bd. 30, Graz, 1975.

Zcjer, H.: Erläuterungen zur Abflußspendenkarte der Koralpe. -
Bericht, Graz, 1976.

Anschrift des Verfassers:

Doc. Dr. Hans Zcjer
Forschungszentrum Graz
Institut für Geothermie und Hydrogeologie
8010 Graz, Elisabethstraße 16/I

11. AUSWERTUNG DER QUELLAUFNAHME IM STEIRISCHEN ANTEIL
DER KORALPE

von

H. Zcjer
(Juli 1980)

Gliederung:

=====

1. Die Abflußspende
 - 1.1. Grundlagen für die Erstellung einer Abflußspenderkarte
 - 1.2. Die Abflußspende an der Ostflanke der Koralpe

2. Der Abfluß in den Teileinzugsgebieten.
 - 2.1. Die Gliederung des Untersuchungsraumes
 - 2.2. Abflußmessungen während einer Trockenperiode

3. Die Quellaufnahme
 - 3.1. Kriterien der Kartierung
 - 3.2. Die Vergleichbarkeit der Quellabflüsse
 - 3.3. Der Quellabfluß in den Teileinzugsgebieten
 - 3.4. Die Beziehung Gesamtabfluß - Quellabfluß

4. Quellbereiche mit höheren Abflußwerten

*) Wie schon unter der Anmerkung des Herausgebers zum vorangehenden Beitrag bemerkt, stellt diese Arbeit eine Zusammenfassung unter Einbeziehung der schon vorher verfaßten Teile (des 9. und 10. Beitrages) dar. Wenngleich versucht wurde, Wiederholungen nicht allzueft und häufig werden zu lassen, sind sie dem geschlossener Bild zuliebe nicht ganz zu vermeiden.

Der Herausgeber

1. DIE ABFLUSSPENDE

1.1. Grundlagen für die Erstellung einer Abflußspende

Durch die Abflußspende wird der Abfluß eines Einzugsgebietes in einer bestimmter Flächereinheit erfaßt. Da die Maßeinheiten vornehmlich l/s (für den Abfluß) und km² (für die Fläche) sind, wird die Abflußspende im allgemeinen in l/s.km² angegeben.

Die Erstellung einer Abflußspendenkarte setzt die Kenntnis der Abflußmenge möglichst vieler Gerinne im Untersuchungsgebiet unter einheitlichen hydrologischen Bedingungen voraus. Dies erfordert Untersuchungen der hydrologischen Abläufe im Jahreszyklus. Von wesentlicher Bedeutung ist dabei die Erkenntnis, daß Niederwasserperioden länger andauern und in ihrem Charakter mit leicht fallender Ganglinie stets ausgeglichener erscheinen als Hochwässer mit ihrem durchwegs stark schwankenden Abflußgang. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, Abflußmessungen für die Darstellung der Abflußspende in einer Periode niedriger schwankungsarmer Abflusses durchzuführen. Solche Zeiträume treten mehr oder weniger regelmäßig im Winter, unregelmäßig in den übrigen Jahreszeiten auf. Im Winter gelangt durch den gefrorenen Boden kaum Wasser in den Untergrund, außerdem ist auch der Oberflächenabfluß durch die Bindung des Niederschlages in Schnee gehemmt. Der Abfluß setzt sich daher in solchen Zeiten fast ausschließlich aus dem Quellabfluß als unterirdische Entwässerung zusammen. Diesen Umständen entsprechend würden sich winterliche Niederwasserverhältnisse gut für den Entwurf einer Abflußspendenkarte eignen. Allerdings sind die Nachteile von Feldmessungen in solchen Zeiten sehr gravierend. Physische Anforderungen an das Meßpersonal sind oft nicht zu vertreten, außerdem sind ausgewählte Gerinne schlecht oder überhaupt nicht zugänglich.

Trockenperioden im Sommer sind im allgemeinen kürzer und kaum vorhersehbar. Lokale Gewitter können die Abflußwerte arg verfälschen.

Aus den oben angeführten Gründen wird die Abflußspende im allgemeinen für Niederwasser, gegebenenfalls auch für Mittelwasser berechnet. Eine Umrechnung von Abflußwerten zur Zeit der Messung auf einen einheitlich höheren Abfluß, etwa MQ (mittlerer Abfluß), ist aus hydrologischen Überlegungen durchaus statthaft. Umgekehrt ist eine Berechnung von etwa MNQ (mittlerer Niederwasserabfluß) aus einem höheren Abfluß nicht gerechtfertigt, falls charakteristische Schüttungsschwankungen von Quellen im Einzugsgebiet nicht bekannt sind. Im Extremfall könnte die Quelle A in ihrer Schüttung von MQ nach MNQ stark abfallen, die Quelle B nahezu überhaupt keine Reaktion zeigen. Bei einer genereller Umrechnung von MQ auf MNQ könnte nun der Eindruck entstehen, daß bei schwankungsarmen Quellen der Schüttungsrückgang als zu kraß berechnet wird und so eine Fehleinschätzung der Schüttungsverhältnisse von Quellen erfolgt. Optimale Aussagen ergeben sich zweifellos bei Abflußdarstellungen zur Zeit der durchgeführten Messungen, wenn die hydro-meteorologischen Verhältnisse annähernd gleich sind.

1.2. Abflußspende an der Ostflanke der Koralpe

Zur Erstellung einer Abflußspendenkarte ist es vorerst notwendig, die orographischen Einzugsgebiete der gemessenen Bäche planimetrisch zu erfassen. Durch die hydrogeologische Einförmigkeit der Koralpe war dieses Unterfangen - abgesehen von einem großen Zeitaufwand - nur von geringen Schwierigkeiten begleitet. Lediglich dort, wo hydrogeologisch unterschiedlich wirkende Gesteinspartien aufeinandertreffen, mußten derartige Umstände in Bezug auf die Frage des unterirdischen Einzugsgebietes berücksichtigt werden. In dieser Hinsicht stellt die Geologische Karte der östlichen Koralpe von P.Beck-Mannagetta eine wertvolle Hilfe dar.

Mit dem Vorliegen der Abflußmenge und der dazugehörigen Fläche des Einzugsgebietes läßt sich die Abflußspende ($l/s.km^2$) berechnen. Grundsätzlich wird dabei die (theoretische) Annahme vorausgesetzt, daß im gesamten Teileinzugsgebiet der Abfluß

gleichmäßig verteilt ist. In praktischer Hinsicht ist dies jedoch nicht der Fall, selbst wenn die geologischen Verhältnisse - wie auf der Koralpe - recht einförmig sind. So bringen die unterschiedlichen Niederschlagshöhen im Einzugsgebiet und ihre Begleiterscheinungen (Regenintensität, Temperatur, Verdunstung) eine höhenmäßige Staffelung der Infiltration mit sich. Geschieht dies gleichmäßig, kann man annehmen, daß sich die mittlere Höhe des Einzugsgebietes zur Abflußspende äquivalent verhält. Die Beziehung dieser beiden Faktoren äußert sich in Abflußspendenlinien, die eine unmittelbare Erfassung der Abflußspende in jeder Höherlage eines aus mehreren Teileinzugsgebieten zusammengefaßter größeren Einzugsgebietes zulassen.

In Tafel 9 und 10 sind die Abflußspendenlinien der einzelnen Flußbereiche der Koralpe dargestellt. Die Verteilung der Abflußspende in einem Einzugsgebiet ist im allgemeinen von zwei Kriterien abhängig:

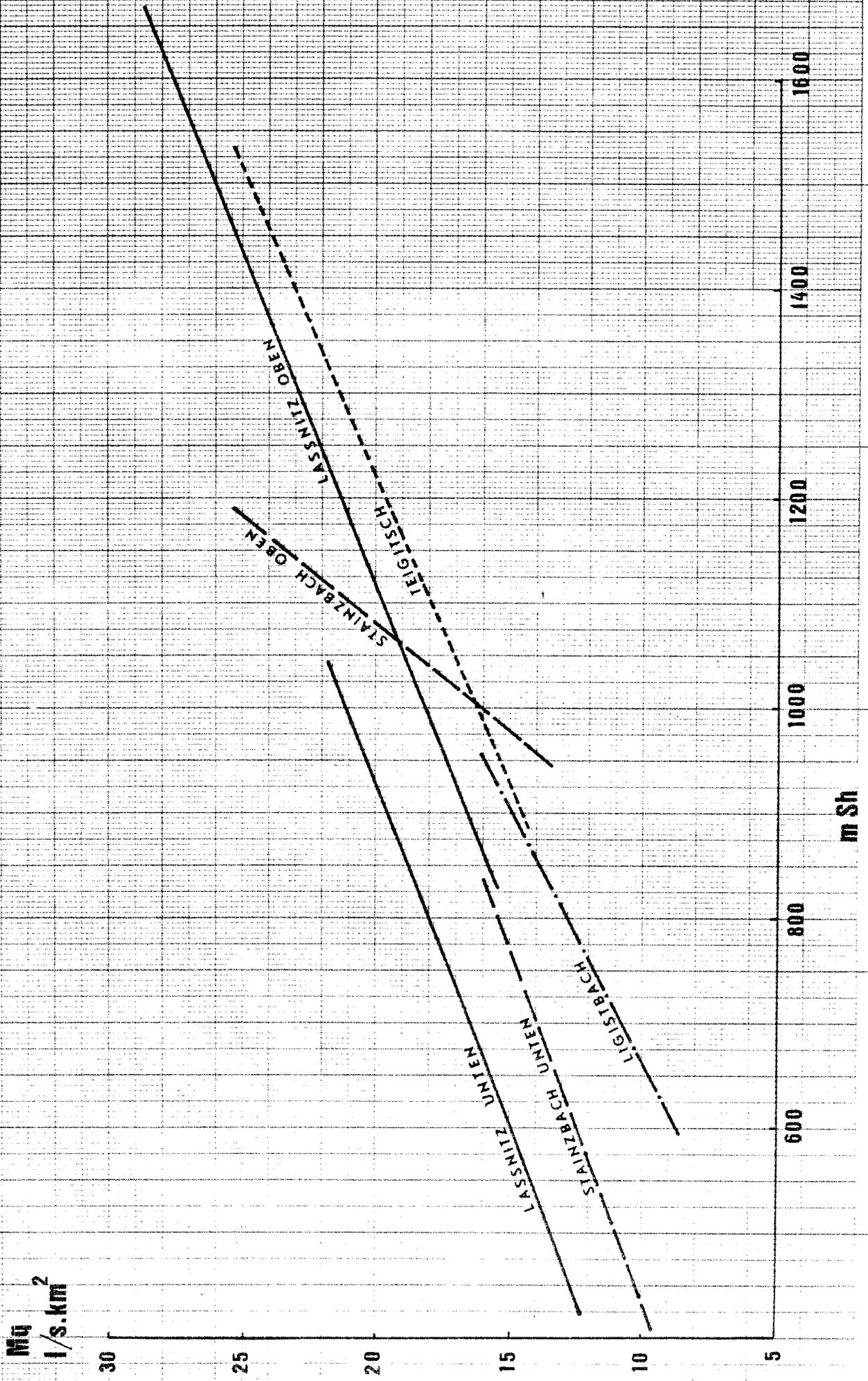
- a) vom Ansatz der Abflußspendenlinie in den untersten Flußbereichen und
- b) von der Neigung der Abflußspendenlinie.

Beide Faktoren können gemeinsam zu einer Charakterisierung der spezifischen Abflußverhältnisse führen. Je steiler eine Abflußspendenlinie verläuft, desto stärker nimmt die Spende mit der Höhe zu. Hingegen läßt ein flacher Linienverlauf auf lediglich geringe Spendenunterschiede in einem Einzugsgebiet schließen. Als Extreme für den ersten Fall sind die westlichen oberen Zubringer des Stainzbaches anzusehen (Theussen-, Trog- und Falleggbach; Tafel 9), die in ihren unteren Bereichen äußerst abflußarm sind, während die Oberläufe - im besondern der Falleggbach - durch relativ gute Speichermöglichkeit auch in Niederwasserzeiten noch beachtliche Wassermengen führen können. Diesem Flußgebiet stehen die Bereiche des Stullneggbaches (Tafel 10) und mit gewissen Einschränkungen der unteren Weißen Sulm (Tafel 10) und des Ligistbaches (Tafel 9) gegenüber, wo nur ein geringer Spendenzuwachs mit der Höhe erkennbar ist.

Tafel 9

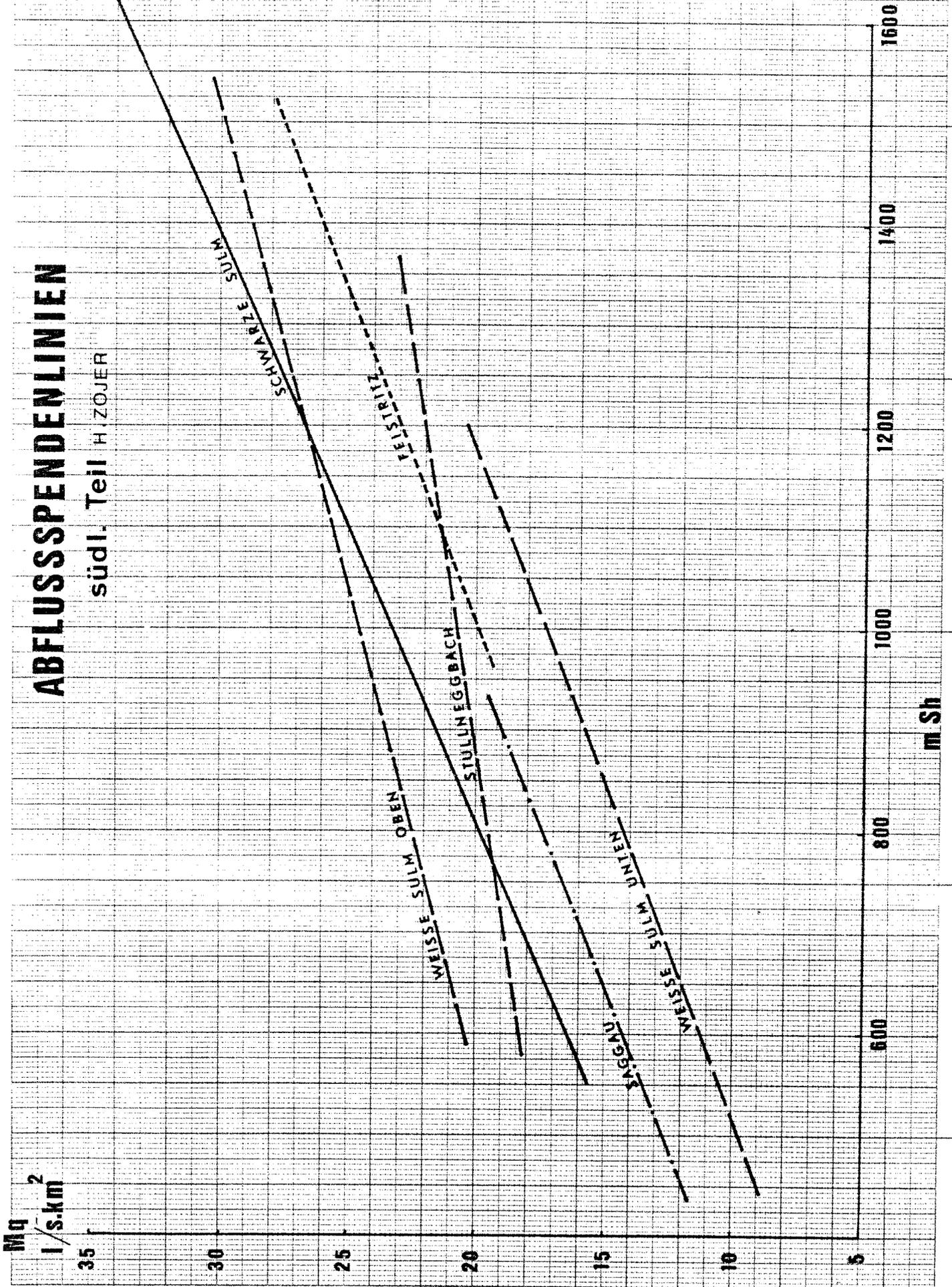
ABFLUSSPENDENLINIEN

nördl. Teil H. ZOJER



ABFLUSSPENDENLINIEN

südl. Teil H. ZOJER



Für den Bereich des Ostabfalles der Koralpe wurde auf der Grundlage von Abflußmessungen im Februar 1976 eine Abflußspendekarte ausgearbeitet. Die Abflußspende läßt sich für diesen Zeitraum in den höher gelegenen Bereichen mit knapp über MNQ angeben, was auf eine relativ abflußarme Periode hinweist. In den tiefer gelegenen Gebieten setzte zu dieser Zeit bereits die Schneeschmelze ein, was naturgegeben zu einer Erhöhung des Abflusses führte, er lag bereits nahe an den MQ-Werten.

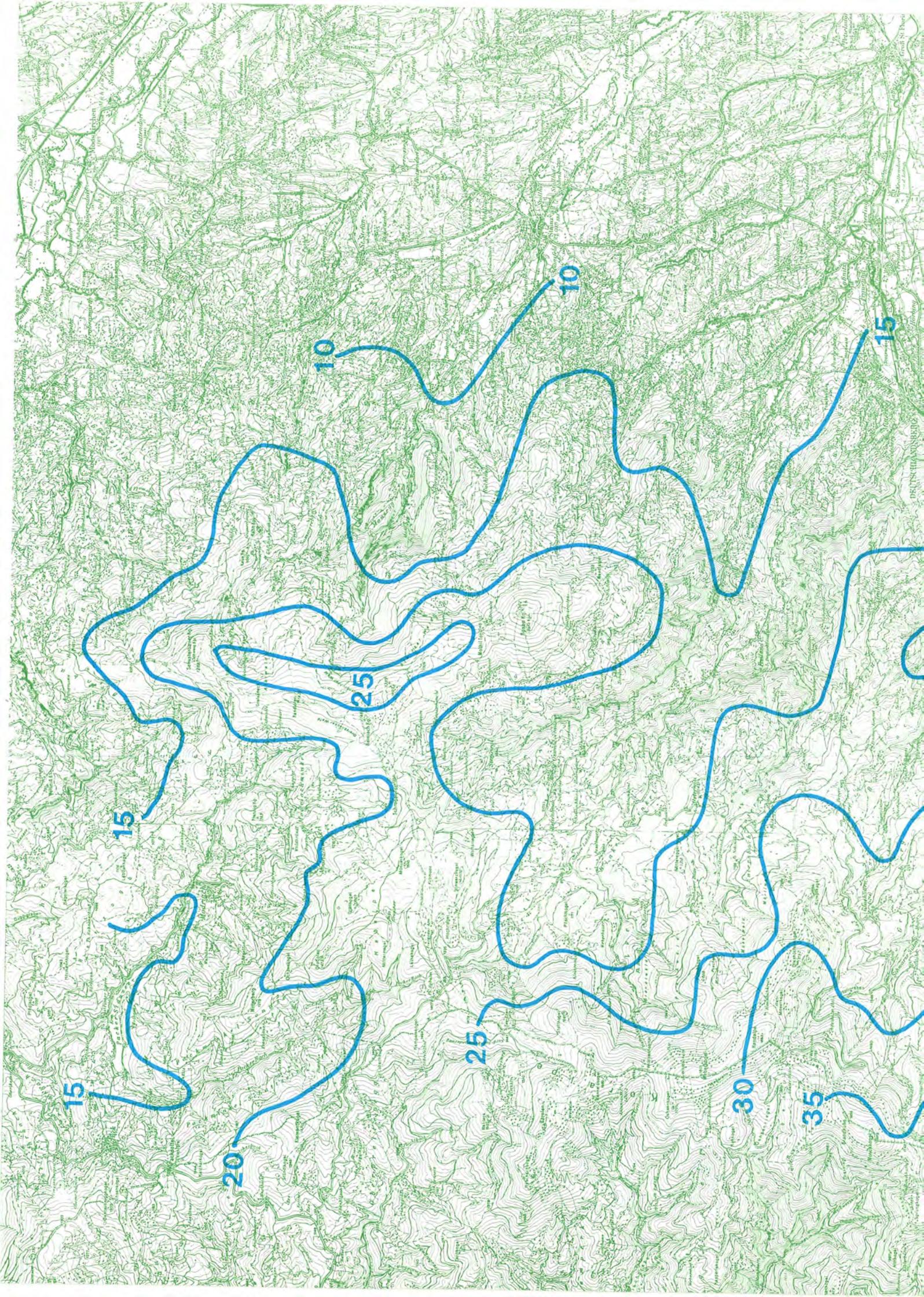
Bei einer (zulässigen) Umrechnung auf MQ (Tafel 11) ergeben sich die höchsten Abflußspenden für den Bereich zwischen der Hühnerstütze und dem Speikkogel mit über 35 l/s.km^2 . Ursache für diese hohe Abflußspende bei MQ sind klüftige Marmorbänder und Relikte pleistozäner Mocränen im Seebachkar.

Die Zone mit einer Abflußspende zwischen 30 und 35 l/s.km^2 schließt sich von hier in etwas tieferen Lagen an, wobei eine größere Speicherfähigkeit des Untergrundes außerhalb des Einzugsgebietes der Schwarzen Sulm in erster Linie im Quellbereich der Niederen Laßnitz und des Osterwitzbaches gegeben ist (gute Klüftigkeit des Gesteins), während die hohen Abflußwerte an der Schwarzen Sulm, am Seebach, an der Weißen Sulm und an der Feistritz im Süden wohl durch ein erhöhtes Niederschlagsangebot gegeben ist.

Auch die Zone mit einer Abflußspende zwischen 25 und 30 l/s.km^2 ist für eine Quellwassererschötterung noch von einigem Interesse. Zu diesem Bereich ist vor allem die Südlage des Reinischkogels im Einzugsgebiet des oberen Falleggbaches zu zählen. Hingegen liegen die Gebiete mit den niedrigsten Spendenwerten am Ost- und Nordostrand des Untersuchungsraumes mit Werten von etwa 10 l/s.km^2 .

Die günstigsten Bereiche mit einer nennenswerten unterirdischen Speicherung lassen sich zusammenfassend in zwei Gruppen darstellen:

1. günstigste Speichermöglichkeiten im Seebachkar
2. wasserwirtschaftlich noch relevante Gebiete:
Schwarze Sulm ober, Niedere Laßnitz ober, Osterwitzbach ober, Falleggbach ober, Feistritz ober



2. DER ABFLUSS IN DEN TEILEINZUGSGEBIETEN

2.1. Die Gliederung des Untersuchungsraumes

Der untersuchte Bereich umfaßt im großen den steirischen Anteil der Koralpe mit der Landesgrenze gegen Kärnten im Westen und der Wasserscheide Mur - Drau im Süden, die sich im Saum der Staatsgrenze zu Jugoslawien befindet. Im Osten wird der Untersuchungsraum vom Vorland abgeschlossen, während die nördliche Begrenzung mit dem Lauf der Teigitsch etwas willkürlich gewählt wurde. Bezüglich der geologischen Verhältnisse sei auf die Karte von P.Beck-Mannagetta (1975) verwiesen. Sieht man von einzelnen Marmorserien ab, die aber lediglich im oberen Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm für die Wasserführung von Bedeutung sind, stellt sich der Untersuchungsbereich daraus einförmig dar. Die ausgeschiedenen Gesteinsfolgen, wie Gneis-Glimmerschiefer, glimmeriger Plattengneis i.a. und Plattengneis äußern sich dem eindringenden Wasser gegenüber recht ähnlich. Eine nennenswerte unterirdische Speicherung ist aber meist nur den überlagernden Lockersedimenten eigen, sofern die Verwitterungsprodukte noch keiner fortgeschrittenen Gesteinszersetzung unterliegen.

Aus diesen Überlegungen heraus konnte die Gliederung des Untersuchungsgebietes unter Vernachlässigung der geologisch-gesteinskundlichen Aspekte nach hydrologischen Gesichtspunkten vorgenommen werden. So wurde, wie in Tafel 12 dargestellt, der Ostabhang der Koralpe in 50 Einzugsgebiete unterteilt. Bei ihrer Auswahl wurde neben der Zugänglichkeit für Abflußmessungen besonders auf die Größe und Exposition geachtet. Die Teileinzugsgebiete in den höher gelegenen Bereichen sind möglichst klein angesetzt worden, um eine bessere Abflußdifferenzierung zu erreichen:

Kainach	01 Packerbach oben
	02 Packerbach unten
	03 Krammerbach
	04 Modriachbach oben

	05 Nießenbach
	06 Scharasbach
	07 Ligistbach mitte
	08 Oberwaldbach oben
Stainzbach	09 Zachbach
	10 Grubbergbach
	11 Falleggbach oben
	12 Falleggbach unten
	13 Trogbach
	14 Theusserbach
	15 Rainbach
Laßnitz	16 Gamsbach oben
	17 Gamsbach unten
	18 Wildbach oben
	19 Wildbach mitte
	20 Wildbach unten
	21 Rettenbach
	22 Niedere Laßnitz oben
	23 Brendlbach
	24 Niedere Laßnitz mitte
	25 Osterwitzbach
	26 Laßnitz unten
Schwarze Sulm	27 Stullneggbach oben
	28 Stullneggbach mitte
	29 Stullneggbach unten
	30 Schwarze Sulm oben
	31 Schwarze Sulm mitte
	32 Seebach oben
	33 Seebach unten
	34 Gcslitzbach
	35 Schwarze Sulm unten
Weiße Sulm	36 Weiße Sulm oben
	37 Kochsimonbach
	38 Stierriegelbach
	39 Weiße Sulm mitte
	40 Mesritzbach

Saggau	41 Staritschbach
	42 Haderniggbach
	43 Essigbach
	44 Paninkbach
	45 Auenbach
Feistritz	46 Kreuzbach
	47 Kesselbach
	48 Krumbach mitte
	49 Krumbach unten
	50 Feistritz

2.2. Abflußmessungen während einer Trockenperiode

Der trockene Sommer 1976 eignete sich im besondern für eine Untersuchung der Abflußverhältnisse am Osthang der Koralpe. Wie Abflußmessungen an der Dauerbeobachtungspegeln Deutschlandsberg/Laßnitz und Schwarberg/Weiße Sulm ergaben, ließ sich der Abfluß aus den einzelnen Teileinzugsgebieten mit 30 - 40 % von der mittleren Wasserführung (MQ) festlegen, ein Wert, der zweifellos sehr niedrig ist. Die trockene Witterung ließen die Abflußwerte örtlich sogar knapp unter MQ abfallen.

Diese außerordentlich trockene Witterungsperiode brachte es mit sich, daß nahezu der gesamte Abfluß in den Vorflutern unterirdischen Ursprungs war (aus Quellen) und somit der oberflächliche Abfluß vernachlässigt werden konnte. Der unterirdische Abfluß setzt sich in diesem Fall vorwiegend aus dem sichtbaren Quellabfluß und aus anderen nicht direkt erkennbaren laminaren Zuflüssen in den Vorfluter zusammen. Die Abflußergebnisse sind so für die Zeit der Messungen direkt miteinander vergleichbar. Es konnte daher auf eine Umrechnung im MQ oder MQN verzichtet werden. Neben der schon oben angeführten Möglichkeit der Verfälschung von Abflußzahlen durch Berechnungen erscheinen grundsätzlich, tatsächlich gemessene Werte als glaubwürdiger interpretierbar.

Die höchstgelegenen Einzugsgebiete besitzen durchwegs die besten unterirdischen Retentionsmöglichkeiten, wobei dem Einzugsbereich des oberen Seebaches in dieser Hinsicht mit einer Abflußpende von $20,8 \text{ l/s.km}^2$ eine besondere wasserwirtschaftliche Bedeutung zukommt. Alle weiteren Teileinzugsgebiete mit einer Abflußpende von über 10 l/s.km^2 enthalten erschreckungswürdige Quellen. Die obere Schwarze Sulm fällt mit $15,8 \text{ l/s.km}^2$ gegenüber dem Seebach zwar schon etwas ab, doch muß hierzu angeführt werden, daß in ihrem Einzugsgebiet bereits eine intensive Quellwassernutzung durch die Stadtgemeinde Deutschlandsberg erfolgt. Die wasserreichsten Bereiche der Laßnitz sind in ihrem südwestlichsten Zipfel zu finden, wo im Einzugsgebiet der oberen Niederen Laßnitz $15,3 \text{ l/s.km}^2$ abfließen. Auch im benachbarten Einzugsgebiet des Osterwitzbaches ist eine gewisse Möglichkeit der unterirdischen Wasserspeicherung gegeben ($12,8 \text{ l/s.km}^2$).

Abgesehen von der oberen Laßnitz und Schwarzen Sulm können noch nachstehende Teileinzugsgebiete mit einer noch erschreckungswürdigen Wasserhöffigkeit angegeben werden (q vom Schmeer 1981):

Falleggbach ober	$10,2 \text{ l/s.km}^2$
Wildbach ober	10,3
Weißer Sulm ober	12,6
Kesselbach	11,8
Feistritz	

Als negative Extreme können nun auch die aufgrund der Abflußmessungen ungünstigsten Bereiche ausgeschieden werden:

Scharasbach
Zachbach
Grubbergbach
Rainbach
Gamsbach
Wildbach unter
Stullreggbach unter
Mesnitzbach
Parinkbach
Auerbach

Die Ursache für eine bessere unterirdische Wasserhöflichkeit in den oben angeführten Teileinzugsgebieten läßt sich in drei Punkten zusammenfassen:

1. Geologische Verhältnisse (Auftreten von Marmorzügen): Seebach oben, Schwarze Sulm oben
2. Mächtige Verwitterungsdecke, z. T. Glazialschutt, Seebach oben, Schwarze Sulm oben, Osterwitzbach, Niedere Laßnitz oben, Falleggbach oben
3. Klimatisch bedingte Luvlagen: Feistritz, Kesselbach, Weiße Sulm oben, Wildbach oben, Falleggbach oben

3. DIE QUELLAUFNAHME

3.1. Kriterien der Kartierung

In den Jahren 1971 bis 1975 ließ das Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung eine komplette Quellaufnahme der Ostflanke der Koralpe zwischen dem Packer Stausee im Norden und der Staatsgrenze im Süden durchführen. Dazu kamen ältere Kartierungen von H.Fessler aus dem Jahr 1968 im Einzugsgebiet der Schwarzen Sulm. Die Feldarbeiter konnten witterungsbedingt frühestens Ende April einsetzen und je nach den äußeren Umständen bis in den Spätherbst andauern. Eine zeitliche Eingliederung der Kartierungsperioden zeigt folgende Tabelle 4:

Kainbach

Packerbach oben	Aug., Okt. 72
Packerbach unten	Juni - Aug., Okt. 72
Krammerbach	Juni, Juli 75
Medriachbach oben	Juli 75
Nießenbach	Aug. 74
Scharasbach	Aug.-Sept. 74
Ligistbach mitte	Juli, Aug. 74
Oberwaldbach oben	Juli 74

Stainzbach

Zachbach	Juli, Aug. 74
Grubbergbach	Juli 74
Falleggbach oben	Aug. 72
Falleggbach unten	Juni 73
Trcgbach	Juli, Okt. 72, Juni 73
Theussenbach	Juni, Sept. 72
Rainbach	Mai 72

Laßnitz	
Brendlbach	Juli, Aug. 72
Niedere Laßnitz oben	Juli, Aug. 72
Rettenbach	Aug., Sept. 73
Osterwitzbach	Juli, Aug. 72
Niedere Laßnitz mitte	Sept., Okt. 72, Juli 74
Laßnitz unten	Juli, Aug. 72, Juli, Aug. 73, Mai 75
Wildbach oben	Juli, Okt., Nov. 72, Okt. 73, Mai, Nov. 74
Wildbach mitte	April - Juni, Sept. 72, Okt. 73
Wildbach unten	Okt. 73
Gamsbach oben	April - Juni 72
Schwarze Sulm	
Seebach oben	Aug. 68, Juli - Sept. 71
Seebach unten	Aug. 68
Göslitzbach	Aug. 68
Schwarze Sulm oben	Juli - Sept. 71
Schwarze Sulm mitte	Aug. 68, Juli, Aug. 71
Stullneggbach oben	Okt. 72, Juli 74
Stullneggbach mitte	Okt. 72, Aug. 73, Juli 74
Stullneggbach unten	Juli 74, Mai, Juni 75
Schwarze Sulm unten	Juli 74
Weißer Sulm	
Weißer Sulm oben	Juli 74, Juli 75
Kochsimmerbach	Juli 75
Weißer Sulm mitte	Juli, Aug. 75
Stierriegelbach	Mai, Aug. 74
Mesnitzbach	Juli, Aug. 75
Faninkbach	Aug. 75
Feistritz	
Kreuzbach	Juli 75
Kesselbach	Juli 75
Krumbach mitte	Juli 75
Krumbach unten	Juli, Aug. 75
Feistritz	Juli, Aug. 75

Hierbei ist allerdings zu bemerken, daß die Aufteilung der Aufnahmebereiche nicht nach den für die vorliegende Untersuchung erarbeiteten Teileinzugsgebieten erfolgte, sondern dem kontinuierlichen Fortgang und dem vorhandenen Potential an Personal und Instrumentarium unterworfen war. Für die gegenwärtige Studie mußte eine der Teileinzugsgebieten gerechte Aufnahme zugeordnet werden, wodurch sich fallweise zeitlich weit auseinanderliegende Quellaufnahmen für ein oft relativ kleines Einzugsgebiet ergaben.

Von den etwas mehr als 5.400 Quellen wurde neben der Schüttung (l/s) und der Wassertemperatur (°C) auch die elektrolytische Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/20^\circ\text{C}$) gemessen, um erste Anhaltspunkte für die unterirdische Wasserzirkulation zu gewinnen. Beide Parameter sind schließlich bei der Endklassifizierung für eine eventuelle

Quellnutzung von Bedeutung, da ihre Werte - in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Messung - Richtlinien für eine unterirdische Speicherung bilden..

3.2. Die Vergleichbarkeit der Quellabflüsse

Die stark unterschiedlichen Aufnahmezeiten über mehrere Jahre ließen naturgegeben keinen direkten Vergleich der Quellabflußwerte zu. Es mußte daher ein System ausgearbeitet werden, das es erlaubt, unter Eliminierung von Extremwerten einen glaubwürdigen Vergleich der Meßdaten herzustellen:

1. Abgrenzung von Teileinzugsgebieten. Hier war es sinnvoll, dieselben ausgewählten Einzugsbereiche zu verwenden wie für die Bestimmung der Abflußmengen im Sommer 1976 (50 Teileinzugsgebiete, s. Tafel 12).
2. Summierung der Schüttung aller Quellen in den Teileinzugsgebieten (l/s) zur Zeit der Aufnahme (natürlich individuell stark unterschiedlich, siehe folgende Tabelle 5:

	Summe l/s	Zahl der Quellen
01 Packerbach oben	15,0	56
02 Packerbach unten	106,1	245
03 Krammerbach	48,0	64
04 Mcdriachbach oben	48,9	170
05 Nießenbach	16,2	130
06 Scharasbach	2,3	24
07 Ligistbach mitte	10,6	76
08 Oberwaldbach oben	2,3	22
09 Zachbach	4,0	40
10 Grubbergbach	4,5	43
11 Falleggbach oben	48,3	81
12 Falleggbach unten	2,0	12
13 Trogbach	41,1	118
14 Theussenbach	24,2	72
15 Rairbach	10,0	46
16 Gamsbach oben	59,3	179
18 Wildbach oben	100,1	472
19 Wildbach mitte	123,6	348
20 Wildbach unten	54,7	183
21 Retterbach	30,6	148
22 Niedere Laßnitz oben	117,0	202
23 Brendlbach	32,8	68
24 Niedere Laßnitz mitte	41,0	119
25 Osterwitzbach	74,3	93

	Summe l/s	Zahl der Quellen
26 Laßnitz unten	50,6	124
27 Stullneggbach oben	4,3	27
28 Stullneggbach mitte	17,5	139
29 Stullneggbach unten	11,5	92
30 Schwarze Sulm oben	87,8	122
31 Schwarze Sulm mitte	12,7	24
32 Seebach oben	73,3	131
33 Seebach unten	27,0	29
34 Goslitzbach	32,4	44
35 Schwarze Sulm unten	42,6	179
36 Weiße Sulm oben	57,5	166
37 Kochsimonbach	37,5	60
38 Stierriegelbach	16,8	95
39 Weiße Sulm mitte	38,9	192
40 Mesnitzbach	14,9	116
44 Paninkbach	9,8	80
46 Kreuzbach	34,9	142
47 Kesselbach	16,2	39
48 Krumbach mitte	36,9	109
49 Krumbach unten	34,9	202
50 Feistritz	110,0	334

3. Daraus Berechnung der Quellabflußspende (in $l/s.km^2$) zur Zeit der Kartierung (Werte noch nicht miteinander vergleichbar).

4. Berechnung der mittleren Abflußspende (Mq) an den Vorflutern der einzelnen Bäche:

Teigitsch	17,9 $l/s.km^2$
Stainzbach	15,4
Laßnitz	21,1
Schwarze Sulm	28,6
Weiße Sulm	20,1
Feistritz	19,3

5. Berechnung der Abflußspende bei der oben angeführten Vorflutern zu den verschiedenen Zeiten der Quellaufnahme in ihren Einzugsgebieten;

z.B. Laßnitz: Juli 1974 - Abflußspende 80 % von Mq
20.-25. September 1975 - 130 % von Mq

6. Daraus Erfassung einer zeitlichen und quantitativen Korrelation zwischen der Quellabflußspende der einzelnen Teileinzugsgebiete und der mittleren Abflußspende (Mq) des Vorfluters.

7. Umrechnung der aufnahmsbedingten Quellabflußspenden auf die nunmehr feststehenden Mittelwerte.

8. Direkter Vergleich der mittleren Quellabflußspenden.

Die zahlenmäßige Darstellung dieses Vorganges ist in nachstehender Tabelle 6 angegeben:

	Einzugs- gebiet	Summe der Quellschüt- tungen zur Aufnahmezeit	% Schüttung zur Aufnahme- zeit gegenüber MQ	Summe der Quell- schüttungen (MQ, Mq)		
	km ²	l/s	l/s.km ²	l/s		
				l/s.km ²		
01 Packerbach oben	5,18	15,0	2,90	106	14,2	2,74
02 Packerbach unten	18,35	106,1	5,78	199	52,3	2,85
03 Krammerbach	3,83	48,0	12,53	353	13,6	3,55
04 Modriachbach oben	12,95	48,9	3,78	221	22,1	1,71
05 Nießenbach	5,60	16,2	2,89	53	30,6	5,46
06 Scharasbach	3,10	2,3	0,74	85	2,7	0,87
07 Ligistbach mitte	8,38	10,6	1,26	79	13,4	1,60
08 Oberwaldbach oben	1,75	2,3	1,31	72	3,2	1,83
09 Zachbach	7,15	4,0	0,56	57	7,0	0,98
10 Grubbergbach	5,68	4,5	0,79	63	7,1	1,25
11 Falleggbach oben	5,38	48,3	8,98	142	33,9	6,30
12 Falleggbach unten	4,05	2,0	0,49	105	1,9	0,47
13 Trogbach	11,68	41,1	3,52	119	34,5	2,95
14 Theusserbach	7,23	24,2	3,35	197	12,3	1,70
15 Rairbach	4,28	10,0	2,34	323	3,1	0,72
16 Gamsbach oben	10,50	59,3	5,65	319	18,6	1,77
18 Wildbach oben	17,18	100,1	5,83	95	105,5	6,14
19 Wildbach mitte	13,03	123,6	9,49	199	62,2	4,77
20 Wildbach unten	14,70	54,7	3,72	130	42,0	2,86
21 Retterbach	12,13	30,6	2,52	51	60,5	4,99
22 Niedere Laßnitz c.	8,65	117,0	13,53	137	85,5	9,88
23 Brendlbach	2,60	32,8	12,62	214	15,3	5,88
24 Nied.Laßnitz mitte	15,05	41,0	2,72	139	29,6	1,97
25 Osterwitzbach	9,53	74,3	7,80	177	42,0	4,41
26 Laßnitz unten	26,90	50,6	1,88	110	46,0	1,71
27 Stullneggbach oben	4,05	4,3	1,06	62	6,9	1,70
28 Stullneggbach m.	16,83	17,5	1,04	76	23,1	1,37
29 Stullneggbach u.	7,60	11,5	1,51	59	19,4	2,55
30 Schwarze Sulm c.	10,30	87,8	8,52	47	185,6	18,02
31 Schwarze Sulm m.	8,60	12,7	1,48	70	18,1	2,10
32 Seebach oben	8,33	73,2	8,80	53	138,8	16,66
33 Seebach unten	8,48	27,0	3,18	94	28,6	3,37
34 Goslitzbach	8,90	32,4	3,64	104	31,2	3,51
35 Schwarze Sulm u.	22,25	42,6	1,91	42	100,8	4,53
36 Weiße Sulm oben	10,45	57,5	5,50	145	39,7	3,80
37 Kochsimonbach	4,70	37,5	7,98	101	18,7	3,98
38 Stierriegelbach	12,90	16,8	1,30	65	25,8	2,00
39 Weiße Sulm mitte	12,68	38,9	3,07	96	40,4	3,19
40 Mesnitzbach	10,05	14,9	1,47	59	25,1	2,50
44 Panirnbach	3,68	9,8	2,66	72	13,6	3,70
46 Kreuzbach	9,63	34,9	3,62	126	27,7	2,88
47 Kesselbach	4,62	17,5	3,78	130	13,5	2,92
48 Krumbach mitte	11,55	36,9	3,19	113	32,7	2,83
49 Krumbach unten	11,08	34,9	3,15	120	29,1	2,63
50 Feistritz	24,55	109,9	4,48	110	99,9	4,07

3.3. Der Quellabfluß in den Teileinzugsgebieten

In Kenntnis der Quellaufnahmezeiten und des äquivalenten Gesamt-
abflusses beim Schreibepegel war es nunmehr möglich, die Schüt-
tung der Quellen (als gesamten unterirdischen Abfluß in den
einzelnen Teileinzugsgebieten) auf eine einheitliche Basis zu
stellen, nämlich auf das MQ des Vorfluters (Tafel 13).

Damit können nun die Quellabflüsse der Teileinzugsgebiete in
der Darstellung der Quellabflußspende gut miteinander verglichen
werden.

Keine besondere Bedeutung kommt hinsichtlich der unterirdischen
Entwässerung durch Quellen dem Einzugsgebiet der oberen Teigtisch
zu. Für eine zusätzliche Nutzung völlig ungeeignet ist der
Ligistbach, wo unter günstigsten Voraussetzungen (Oberwaldbach
oben) nur weniger als 2 l/s.km^2 abfließen, während in den
tieferen Tallagen die mittlere Quellspende unter 1 l/s.km^2 ab-
sinkt. Letzteres gilt auch für den Stainzbach. Hier fallen der
Zach-, Grubberg-, Rain- und der untere Teil des Fallegg-
baches in diese Kategorie. Allerdings ist dagegen das obere Fallegg-
areal durch eine recht beachtliche Quellspende gekennzeichnet.

Sehr unterschiedlich sind die Quellabflußverhältnisse im Einzugs-
gebiet der Laßnitz. Wie schon die Karte der Abflußspende zeigt
(Tafel 11), reichen die niedrigen Werte weit in den westlichen
Bereich des Einzugsgebietes zurück. Dagegen ist dem Wildbach in
derselben Höhe ein größerer Quellabfluß eigen, der vor allem auf
ein höheres unterirdisches Wasserdargebot in seinem Talschluß
zurückzuführen ist. Der oberste Bereich der Niederen Laßnitz
kann mit einer mittleren Quellabflußspende von fast 10 l/s.km^2
als günstiges Retentionsgebiet bezeichnet werden, während so-
wohl der Retten- als auch der Osterwitzbach in dieser Hinsicht
deutlich abfallen. Die absolut höchsten Quellspenden im gesamten
Untersuchungsgebiet stellen sich erwartungsgemäß in der Hoch-
lagen der Schwarzen Sulm ein (Seebach oben $16,66$ und Schwarze
Sulm oben $18,04 \text{ l/s.km}^2$). Verglichen mit der mittleren und
unteren Laßnitz hat die Schwarze Sulm auch unten eine höhere
Quellspende. Dies gilt auch im Vergleich mit den unteren Be-
reichen der Weißen Sulm. In diesem Flußgebiet ist die Quellent-
wässerung nur im nordwestlichen Teil als günstig anzusehen.
Relativ gering ist das unterirdische Wasserdargebot im Einzugs-

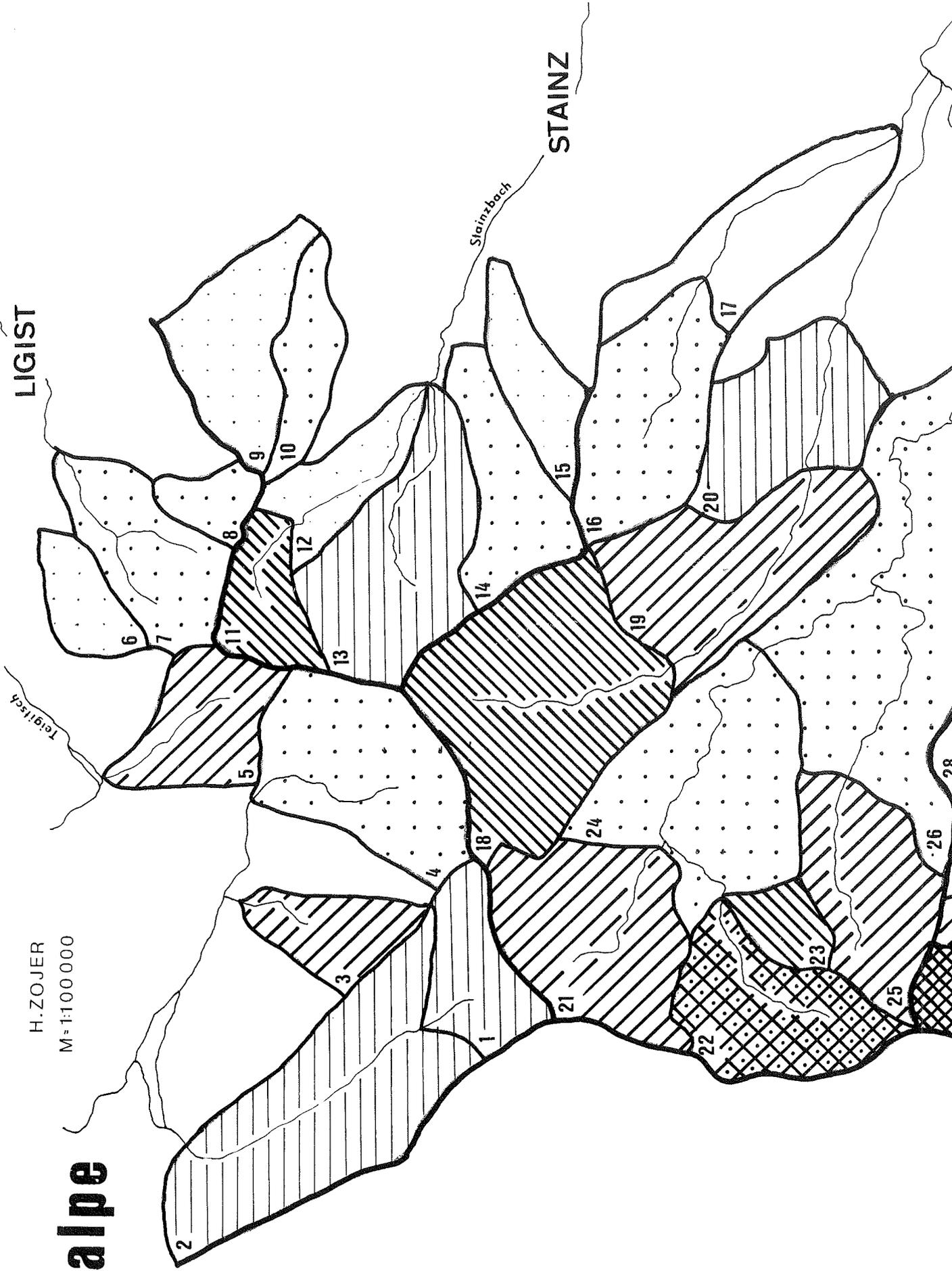
MITTLERE SPENDE DES QUELLABFLUSSES (l s.km²)

Koralpe

H.ZOJER

M=1:100 000

LIGIST



gebiet des Krumbaches. Hier kommt den steilen Südflanken des Speikkogels nur eine geringe Untergrundspeicherung zu, obwohl hohe Niederschlagswerte erreicht werden. Aus den Aufzeichnungen der Pegelstation Krumbach ist zu entnehmen, daß der größte Teil des Niederschlages oberflächlich abfließt. So wird die Quellabflußspende dieses Bereiches von jener der weiter im Süden einmündenden Feistritz klar übertroffen.

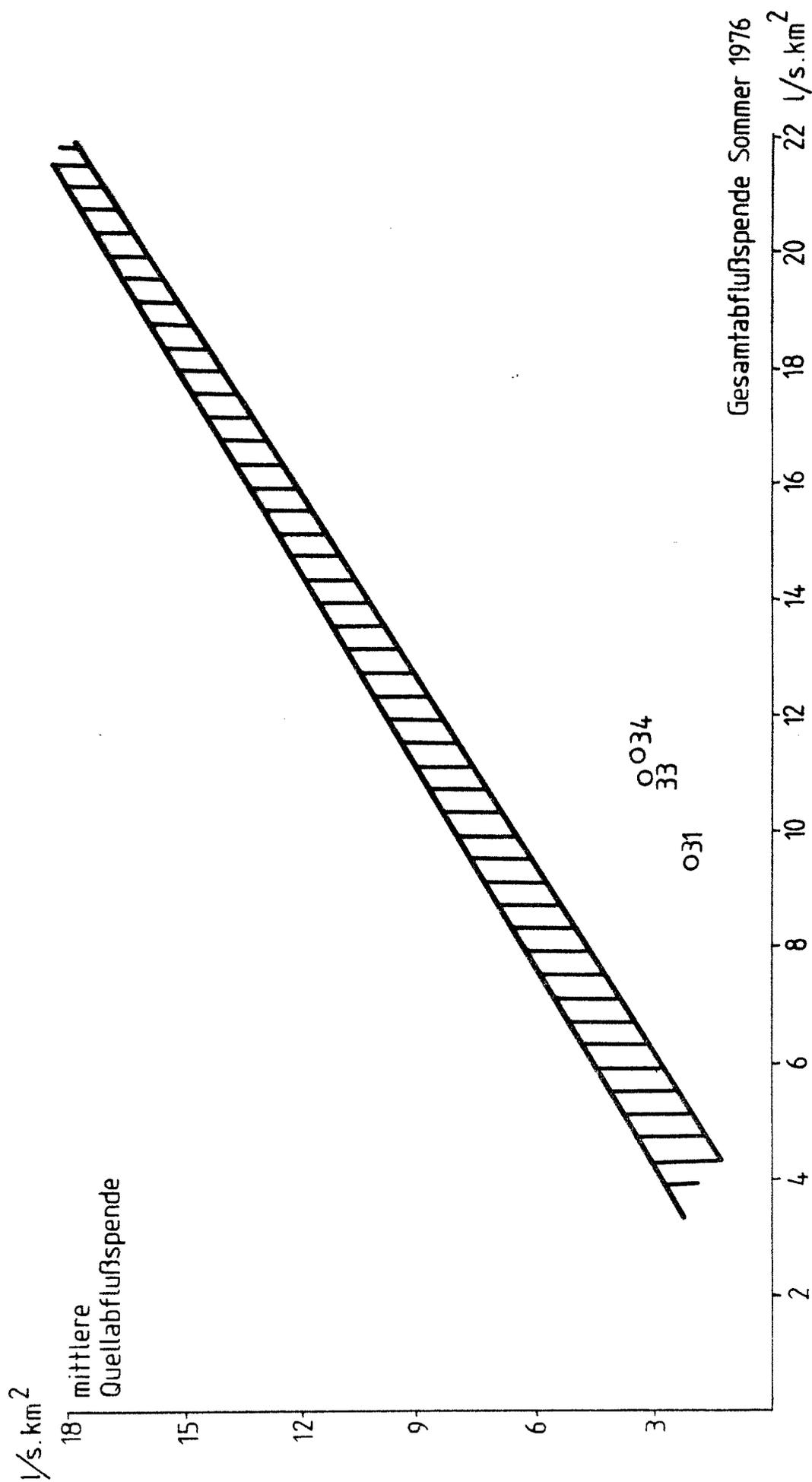
3.4. Die Beziehung Gesamtabfluß - Quellabfluß

In Tafel 14 ist das quantitative Verhältnis zwischen Gesamt- und Quellabfluß in den einzelnen Teileinzugsgebieten, ausgewiesen in $l/s.km^2$, dargestellt. Die meisten Bezugspunkte liegen annähernd auf einer Geraden. Neben kleinen Abweichungen, die aber im Rahmen der Meßgenauigkeit liegen, fallen nur die schon oben angeführten Bereiche der mittleren Schwarzen Sulm etwas heraus. Hier sind die Quellabflußspenden etwas zu niedrig angesetzt, die Ursache dafür liegt in der Qualität der Kartierung. Aufgrund des Gesamtabflusses kann für diese Gebiete die mittlere Quellabflußspende nachstehend korrigiert werden:

Stullneggbach oben	2,5 $l/s.km^2$
Schwarze Sulm mitte	4,8
Seebach unten	6,5
Geslitzbach	7,0

4. QUELLBEREICHE MIT ERHÖHTEN ABFLUSSWERTEN

Die durchgeführten Detailuntersuchungen, wie Bestimmung der Abflußspende, Abflußmessungen und Schüttungsvergleiche in den einzelnen Teileinzugsgebieten brachten übereinstimmend die Erkenntnis, daß nennenswerte unterirdische Wasservorräte nur in Bereichen knapp unterhalb der Kammregion lagern. Die Begründung dafür ist im allgemeinen durch 3 Faktoren gegeben: Niederschlag, Verdunstung und unterirdisches Speichervermögen. Niederschlag und Verdunstung bestimmen gemeinsam das maximale Infiltrationsangebot. Was nicht in den Boden einsickern kann, fließt oberirdisch ab. Während der Niederschlag an den Ostflanken der Koralpe neben dem Höheneffekt auch einem S-N-Gefälle unterliegt, ist die Verdunstung in erster Linie von der Lufttemperatur



Das Verhältnis zwischen mittlerer Quellabflußspende und Gesamtabflußspende im Sommer 1976

H.ZOJER

abhängig. Sie ist daher in den tieferen Lagen naturgegeben größer und bewirkt schon dadurch eine höhere Infiltrationsrate in den höhergelegenen Bereichen.

Eine Modifizierung der höher gelegenen Gebiete hinsichtlich ihrer unterirdischen Speicherfähigkeit bringt die Lagerung der Lockersedimente, die, abgesehen von den Marmorzügen, die größten unterirdischen Wassermengen aufnehmen können. Hier spielen geomorphologische Aspekte, wie Verebnungen und Steilabfälle eine beachtliche Rolle. Verwitterungsschutt kann nur dort liegen bleiben, wo die Kraft des fließenden Wassers und Denudationskräfte aufgrund des zu geringen Hanggefälles nicht ausreichen, die Lockersedimente abzutransportieren. Natürlich fällt auch in den tieferen Lagen Verwitterungsschutt an, der aber aufgrund der höheren Lufttemperatur einer stärkeren Zersetzung unterliegt, die eine Speicherfähigkeit stark beeinträchtigt.

Eine längere unterirdische Speicherung bedingt - abgesehen von der verschiedenen Gesteinszusammensetzung - einen höheren Mineralgehalt der Wässer, der sich z. B. in einer unterschiedlichen elektrolytischen Leitfähigkeit äußert. Die Darstellung dieses Parameters könnte noch innerhalb der Teileinzugsgebiete zu einer speziellen Charakterisierung einzelner Quellgruppen führen, zumal eine längerdauernde Schüttungsbeobachtung ausgewählter Quellen nicht vorliegt.

Abschließend wurde versucht, aus den Ergebnissen der Quellaufnahme ein Kartogramm zu entwerfen, das - unabhängig von der oben angeführten Untergliederung in Teileinzugsgebiete - nutzungswürdige Quellgruppen enthält (Tafel 13). Die Werte sind auf den mittleren Abfluß umgerechnet, um eine direkte Vergleichsmöglichkeit der einzelnen Quellgruppen zu erlangen. Wie schon oben erwähnt, ist es nämlich nicht möglich, von höheren Schüttungswerten auf einen minimalen Quellabfluß zu schließen, weil dadurch nur ein Teil der berechneten Angaben reell wäre. Dies ist gerade bei der Auswertung der Quellaufnahme zu berücksichtigen, weil die Kartierungen zu den verschiedensten Witterungsverhältnissen erfolgten und daher die Abweichung von MQ oft gravierend ist (Tabelle 6).

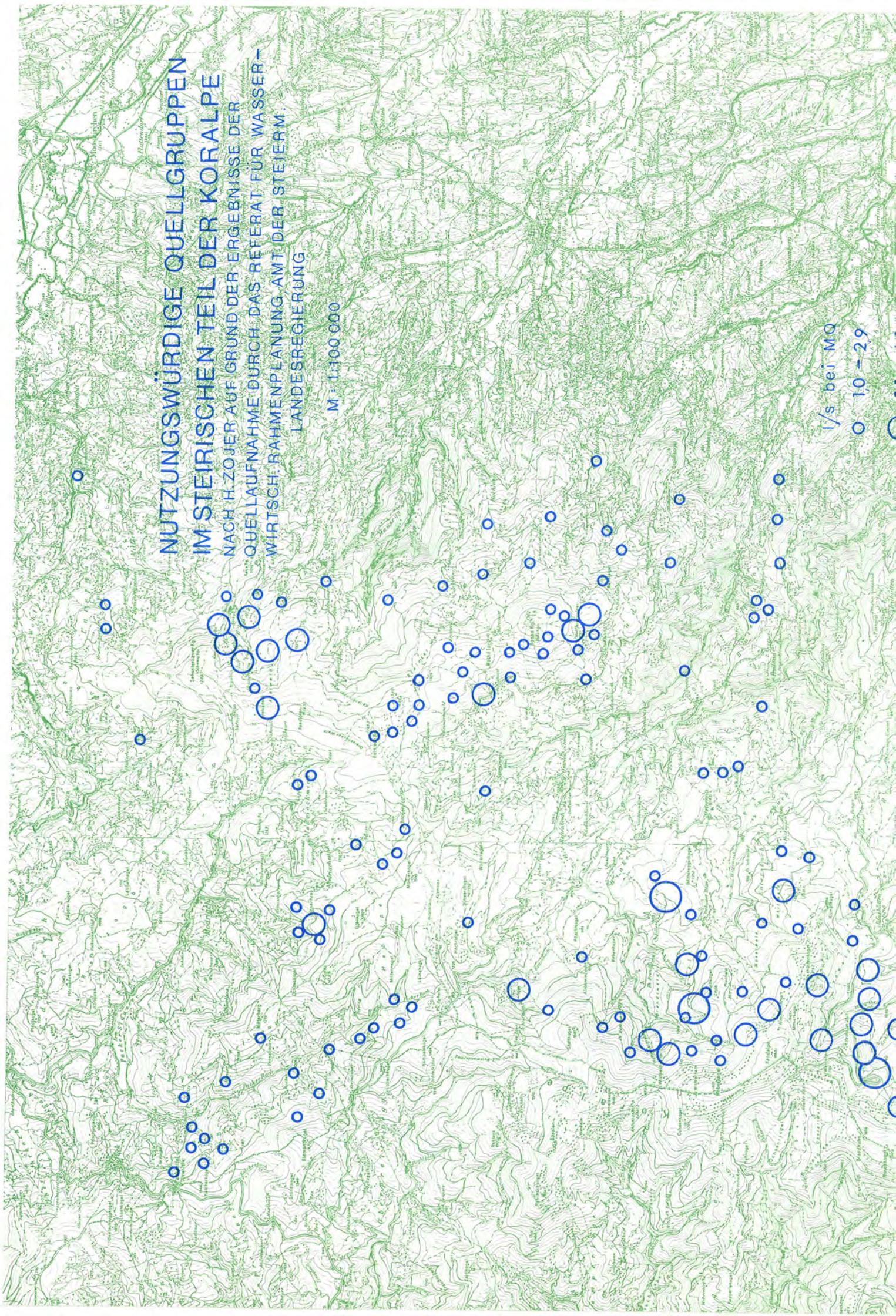
NUTZUNGSWÜRDIGE QUELLGRUPPEN IM STEIRISCHEN TEIL DER KORALPE

NACH H. ZOJER AUF GRUND DER ERGEBNISSE DER
QUELLAUFNAHME DURCH DAS REFERAT FÜR WASSER-
WIRTSCH. RAHMENPLANUNG AMT DER STEIERM.
LANDESREGIERUNG

M = 1:100.000

1/s bei MQ

○ 10 - 29



Aus diesen Gründen sind in Tafel 13 nicht die Mindestschüttungen, sondern die Mittelwerte der Quellgruppen ausgewiesen. Im Einzugsgebiet der Teigitsch (Packerbach, Modriacher Bach) liegen wohl viele Quellen für eine Nutzung vor, doch ist ihre Schüttung nur von untergeordneter Bedeutung, und sie dürften daher für wasserwirtschaftliche Belange nicht interessant sein. Vollkommen auszuschließen für eine kommunale Verwendung sind die Quellwasservorkommen im Einzugsgebiet des Ligist- und Lemsitzbaches, ebenso wie etwa am Theussen-, Rain- und Gamsbach.

Eine nennenswerte unterirdische Speicherung kommt im nördlichen Teil des Untersuchungsgebietes nur dem oberen Einzugsgebiet des Falleggbaches zu.

Ähnlich wie der Modriacher Bach im Nordwesten ist auch der Südflanke des Reinischkogels nur eine begrenzte unterirdische Speicherfähigkeit eigen: eine Vielzahl von Quellen mit einer allerdings bescheidenen Gesamtschüttung.

Sehr abflußarm im Untergrund ist das tieferliegende Einzugsgebiet der Laßnitz westlich von Deutschlandsberg, sogar die Hochbereiche am Retten- und Osterwitzbach führen unterirdisch nur eine relativ geringe Wassermenge ab. So bleiben in diesem Bereich als günstige Speicher lediglich die nordexponierten Flanken der Hardalpe und die Osthänge des Weberkogels.

Nicht ausreichend für eine wasserwirtschaftliche Nutzung sind generell die Quellen des Stullneggbaches, während im westlichsten Abschnitt der Schwarzen Sulm, etwa zwischen der Weineben und dem Speikkogel die wasserhöffigsten Bereiche des Untersuchungsgebietes liegen. Aus der Umrahmung des Bärenental- und Seebachkares fließen noch erschreckungswürdige Quellwassermengen ab.

An der Weißen Sulm sind nur die obersten Bereiche wasserwirtschaftlich erschreckbar, während im Einzugsgebiet der Feistritz das Gebiet zwischen dem Gradischkogel und dem Mittellauf des Krumbaches am wasserhöffigsten ist. Die östlichen und südöstlichen Bereiche (Mesnitzbach, Quellbäche der Saggau) sind hingegen für eine Wasserversorgung kaum geeignet.

Es muß darauf hingewiesen werden, daß die quantitativen Aussagen in dieser Studie auf einmaligen Schüttungsmessungen beruhen und daher ihre Aussagekraft nicht der einer längerfristigen Dauerbeobachtung gleichkommt.

Anschrift des Verfassers:

Dcz.Dr. Hans Zojer
Forschungszentrum Graz
Institut für Geothermie und Hydrogeologie
8010 Graz, Elisabethstraße 16/I

12. STUDIE ERWEITERUNG DER WASSERFASSUNG KORALM

von

E.P. Nemecek und

E.P. Kauch

Anmerkung des Herausgebers

Es ist erfreulich, wenn die Quellaufnahmen im Korralpengebiet Hilfsmittel für eine detaillierte Untersuchung durch die Verfasser sein konnten. So wird gerne die Gelegenheit wahrgenommen, deren Ergebnis den Grundlagen für die Versorgungswasserwirtschaft der Südweststeiermark anzugliedern. Daher gebührt dem Wasserverband Koralm ebenso wie den beiden Verfassern besonderer Dank für ihre Durchführung und die Verfassung bzw. Überlassung zur Veröffentlichung dieses Beitrages.

VORWORT

Deutschlandsberg und Umgebung wird aus dem Quellgebiet der Schwarzen Sulm (Bärentalkar) mit Quellwasser versorgt. In den Wintermonaten geht die Schüttung dieser Quellen zurück, sodaß es notwendig erscheint, durch weitere Fassungen dem abzuhelfen.

Als nächstliegendes Hoffnungsgebiet bot sich vor allem das See kar - siehe Lageplan auf Abb. 1 - an. Das Gebiet liegt südlich der Schwarzen Sulm und wird von den Bergen Loskogel, Steinmannl, Hühnerstütze, Seespitz, Kleiner Speikkogel und Großer Frauenkogel eingefaßt. Dieses Gebiet wird oberirdisch im Südbogen vom Seebach mit seinen Zubringern, im mittleren Bereich durch den "Namenlosbach" (Kleiner Payerlbach) und im nördlichen Bereich durch den Payerlbach entwässert.

Die in dem umschriebenen Bereich entspringenden Quellen sind in der wärmeren Jahreszeit (Juni bis September) durch Viehauftrieb, aber auch durch Tourismus, wenn auch im geringeren Ausmaß, gefährdet.

In den Wintermonaten jedoch, wo das Wasserdefizit auftritt, und die Quellschüttungen dringend gebraucht werden, ist die Gefährdung geringer. Aus diesen Überlegungen heraus war eine Studie zur Erfassung des zu erschotenden Wassers sinnvoll.

Der Wasserverband "Koralm" betraute O.Univ.-Prof. Dipl.-Ing.Dr.techn. Ernst P. NEMECEK mit der Durchführung dieser Studie.

1. GROBRÄUMIGE UNTERSUCHUNG DES GEBIETES SEEKAR

1.1 Ausgeführte Arbeiten und Meßergebnisse

Im Seebach bzw. Zubringer wurden 1977 vier Meßwehre errichtet, da günstige Stellen für eine spätere Wasserfassung nicht von vorneherein festgelegt werden konnten (Abb.1, siehe nächste Seite). Im Jahre 1978 wurden zwei weitere Meßwehre, und zwar für die zu untersuchenden Gebiete "Payerlbach" und "Namenlosbach" (Kleiner Payerlbach) errichtet. Ab 3. Dezember 1978 wurden dann die Durchflüsse regelmäßig gemessen.

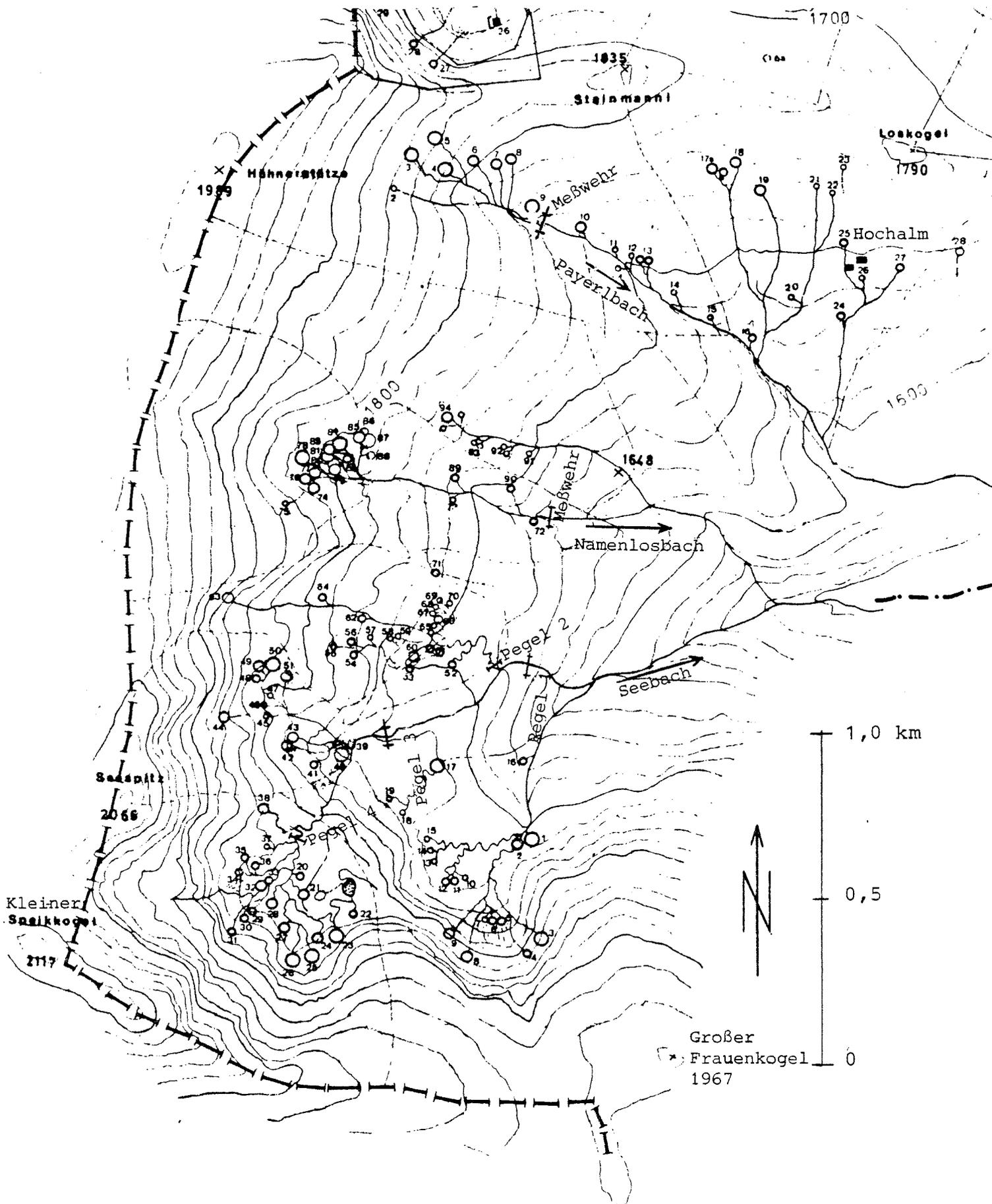


Abb. 1 Lageplan des Untersuchungsgebietes.
 Verkleinerter Ausschnitt aus Übersichtskarte der Quellen
 Speikkar-Weineben M 1 : 10 000

Bedingt durch die Höhenlage und die Schneeverhältnisse war es notwendig, eine spezielle Meßmethodik zu entwickeln, über die E.P.KAUCH, Heft 6, 1980 (31.Jahrgang) der Zeitschrift Brunnenbau, Bau von Wasserwerken, Rohrleitungsbau (bbr) berichtete.

Sooft und solange es möglich war, wurde versucht, das Meßwehr und den beruhigten Bereich oberhalb einschließlich des Lattenpegels freizulegen. Die Pegelablesung geschah dann in der üblichen Art und Weise. Die Pegelablesung erlaubt über den Pegelschlüssel die Bestimmung der Durchflußstärke.

Sehr oft und auch noch lange bis ins Frühjahr war die Freilegung der gesamten Meßstelle jedoch nicht möglich. Für diesen Fall ist die Indikatormethode das richtige Verfahren zur Bestimmung der Durchflußstärke.

Für die Bestimmung der Durchflußstärke mittels der Indikatormethode eignen sich folgende drei Verfahren:

- 1) die Verdünnungsmethode, das ist das Verfahren der stetigen Zugabe des Indikators,
- 2) die Integrationsmethode bei momentaner Zugabe des Indikators und rechnerischen Integration und
- 3) die Probenmittelwertmethode, ebenfalls bei momentaner Zugabe, aber hydraulischer Integration.

Für die Anwendung der Indikatormethode sind auf der Strecke zwischen Eingabe- und Meßpunkt folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- die Erzielung einer vollständigen Mischung, das heißt daß die Meßstelle soweit vom Eingabepunkt entfernt ist, daß über dem Strömungsquerschnitt eine konstante Konzentration des Indikators besteht;
- des weiteren dürfen keine Indikatorverluste durch Fällung, Verdampfung, Wandadsorption oder Adsorption an Wasserinhaltsstoffen o.ä. auftreten und
- schließlich muß der Durchfluß während des Meßvorganges konstant sein.

Wegen der besonderen Eignung für die Bestimmung der Durchflußstärke von Gebirgsbächen kam für die Messungen im Seekargebiet die Probenmittelwertmethode zur Anwendung.

Bei der Probenmittelwertmethode setzt man der auszumessenden Strömung eine bestimmte Menge M der Indikatorsubstanz momentan zu. Während des Durchgangs der Indikatorwolke an der stromabwärts gelegenen Meßstelle wird eine konstante Durchflußstärke q angenommen. Damit wird über die Meßzeit T eine Sammelprobe gebildet, die durchschnittliche Konzentration der Indikatorsubstanz in dieser Sammelprobe ist \bar{c} , die Konzentrationsverteilung über die Meßzeit T wird somit hydraulisch integriert.

Da die gesamte Menge M der Indikatorsubstanz durch den Abfluß Q verdünnt wird und damit über die Meßzeit T die durchschnittliche Konzentration \bar{c} erzeugt, gilt, vollständiges Abfließen der Menge M an der Entnahmestelle während der Meßzeit vorausgesetzt

$$M = Q \cdot \bar{c} \cdot T$$

und daraus die Durchflußstärke an der Meßstelle

$$Q = \frac{M}{\bar{c} \cdot T}$$

Werden während der Meßzeit mehrere Sammelproben (Anzahl der Proben: n) hintereinander gezogen, so wird die hydraulische Integration über die einzelnen Zeitintervalle Δt_i durchgeführt, die zugehörige Konzentration ist \bar{c}_i , und Q ergibt sich mit

$$Q = \frac{M}{\sum_{i=1}^n \bar{c}_i \cdot \Delta t_i}$$

Für die Durchführung einer Messung wird an einer geeigneten Stelle das Probenentnahmegesetz aufgestellt - siehe

Abb.2. Ein einige Meter langer Schlauch wird mit dem durch ein kurzes Metallstück beschwerten Ende in das auszumessende Gerinne gelegt.

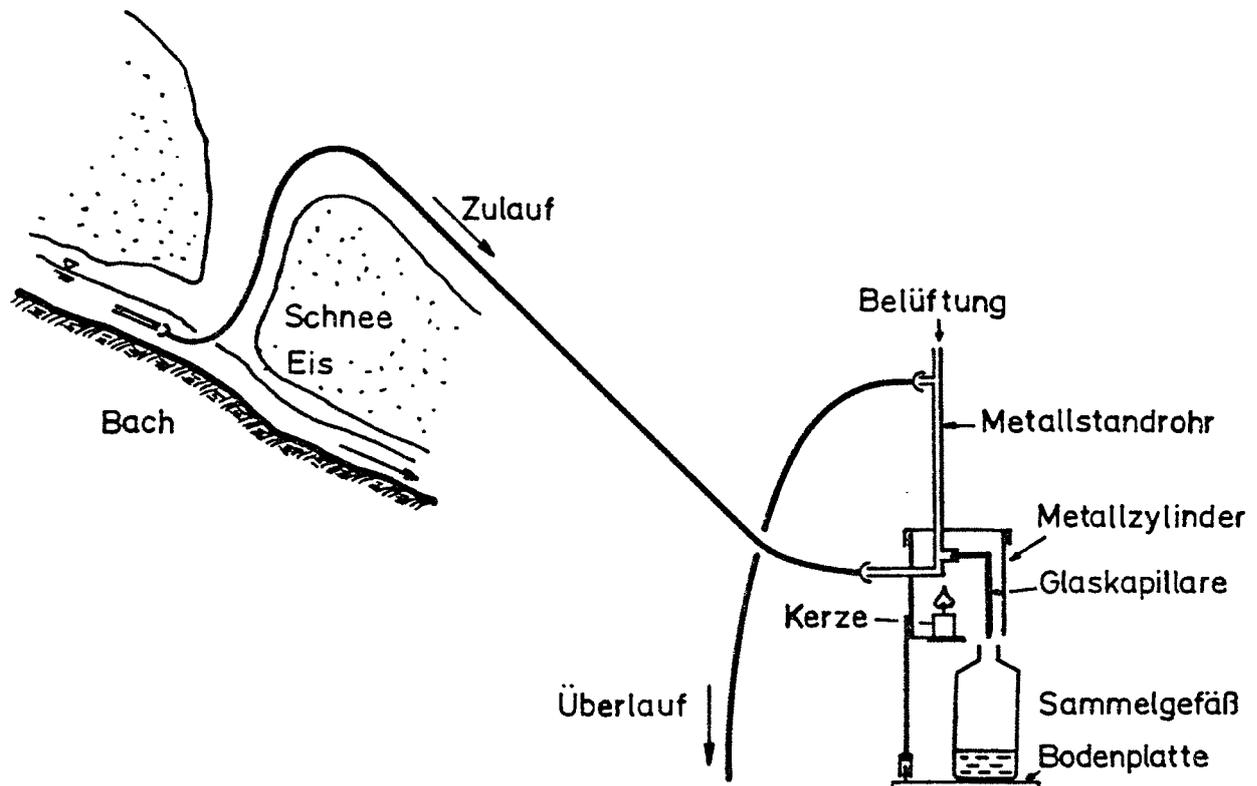


Abb. 2 Probenentnahmegerät für die Wintermessung nach E.P.Kauch (1980)

Nach Entlüftung dieses Zulaufschlauches wird er mit dem Entnahmegerät verbunden. Bei niedriger Außentemperatur wird die der Heizung dienende Kerze angezündet.

Der Überlauf, durch den das nicht in die Sammelflasche gelangende Wasser abrinnt und dabei einen konstanten Zulaufdruck zur Glaskapillare erzeugt, wird wieder durch einen Schlauch abgeleitet. Nach Spülung des Gerätes kann mit der Füllung der ersten Sammelflasche (zur Bestimmung der natürlichen Konzentration) begonnen werden.

Nach Ablauf des ersten Meßintervalles Δt wird die volle Sammelflasche durch eine leere ersetzt. An der Eingabestelle wird in der Schneeüberdeckung des Gerinnes ebenfalls ein Loch gegraben und der Indikator nunmehr eingegeben. Als Indikator wurden hauptsächlich Farbstoffe, wie Rhodamin und Uranin ver-

wendet, für die hier vorliegenden Messungen war Uranin wegen der geringen Adsorption am Bachbett besonders geeignet.

Während der Meßzeit werden jeweils nach Ablauf des Intervalles Δt die Sammelflaschen gewechselt.

Im Labor wurde bei den Messungen des Seekars mittels Photometer und 50 mm Küvetten, die Adsorption bzw. Extinktion bestimmt und durch Eichung die Konzentrationsverteilung \bar{c}_i während der Messung errechnet.

Aus der Gleichung

$$Q = \frac{M}{\sum_{i=1}^n \bar{c}_i \cdot \Delta t_i}$$

kann die Durchflußstärke Q in l/s errechnet werden, wobei

M in mg die der Strömung zugegebene Farbstoffmenge ist,

\bar{c}_i in mg/l die Farbstoffkonzentration der i -ten Probe ist,

Δt_i in s das Meßzeitintervall der i -ten Probe ist und

n die Anzahl der Proben ist.

Die mit der hier kurz beschriebenen Methode wurden die Abflußstärken bei den einzelnen Meßwehren der Quellbäche bestimmt. Die Ergebnisse dieser Messungen, die während des Winters 1978/79 vorgenommen wurden, zusätzlich aber auch alle Durchflußmessungen, die bereits vorher seitens des Wasserverbandes, aber auch durch uns, durchgeführt wurden (ab Sommer 1977), sind auf den Abbildungen 3, 5, 6, 7, 8 und 9 dargestellt. Da die Meßwehre für den Namenlosbach und den Payerlbach erst im Herbst 1978 errichtet wurden, sind Abflüsse während des Sommers nur im Seebachgebiet ermittelt worden. Auf Grund der großen Abflußschwankungen wurde eine logarithmische Darstellung gewählt, um auch die minimalen Abflußstärken mit gleicher Genauig-

keit wie die Abflußmaxima wiedergeben zu können. Der Abstand zwischen 2 l/s und 20 l/s auf den Abbildungen 3,5 bis 9 entspricht dabei dem Abstand zwischen 20 l/s und 200 l/s!

Bei den im Winter 1978/79 durch uns durchgeführten Messungen wurden auch Wasserproben gezogen und auf einige Bestandteile und Qualitäten untersucht. Die Ergebnisse sind auf den Tabellen 1 bis 6 wiedergegeben.

1.2 Wasservorkommen im Gebiet Speikkar

1.2.1 Wasservorkommen und Abflußverhältnisse im Einzugsgebiet Seebach

Der Seebach entwässert die Ostseite der Gipfelregion der Koralm (Seespitz, Kleiner Speikkogel) - siehe Abb.1. Der Bach wird hauptsächlich von großflächigen Quellaustritten gespeist, der Mooranteil im Seebachgebiet ist relativ groß.

1.2.1.1 Abflußstärken bei Pegel 1 - Seebach

Pegel 1 war das unterste Meßwehr in 1675 m Seehöhe - Abb.1.

Die kleinste Abflußstärke wurde am 10.März 1979 mit knapp unter 5 l/s gemessen (s.Abb.3). In den Wintermonaten Jänner bis März 1979 lag der Abfluß zwischen 5 l/s und 6 l/s, im April 1979 stieg der Abfluß auf 10 l/s bis 15 l/s, Anfang Mai 1979 wurden vor der Schneeschmelze 18 l/s gemessen.

Durch das Einsetzen der Schneeschmelze Mitte Mai 1979 stieg die Abflußstärke auf fast 400 l/s an.

In den Sommermonaten Juni und Juli lag der Abfluß bei etwa 100 l/s, kurzzeitig (durch Gewitterperioden) stieg der Abfluß auch bis auf 300 l/s an (19.Juli 1978). Die gemessenen Abflüsse im August lagen bei 35 l/s.

In dem Monaten September und Oktober wurden Abflüsse von 15 l/s bis 20 l/s, aber auch Abflüsse über 100 l/s gemessen (4.Oktober 1978: Abfluß ca. 150 l/s). In der darauffolgenden Zeit nahm der Abfluß stetig ab - Anfang November ca. 20 l/s,

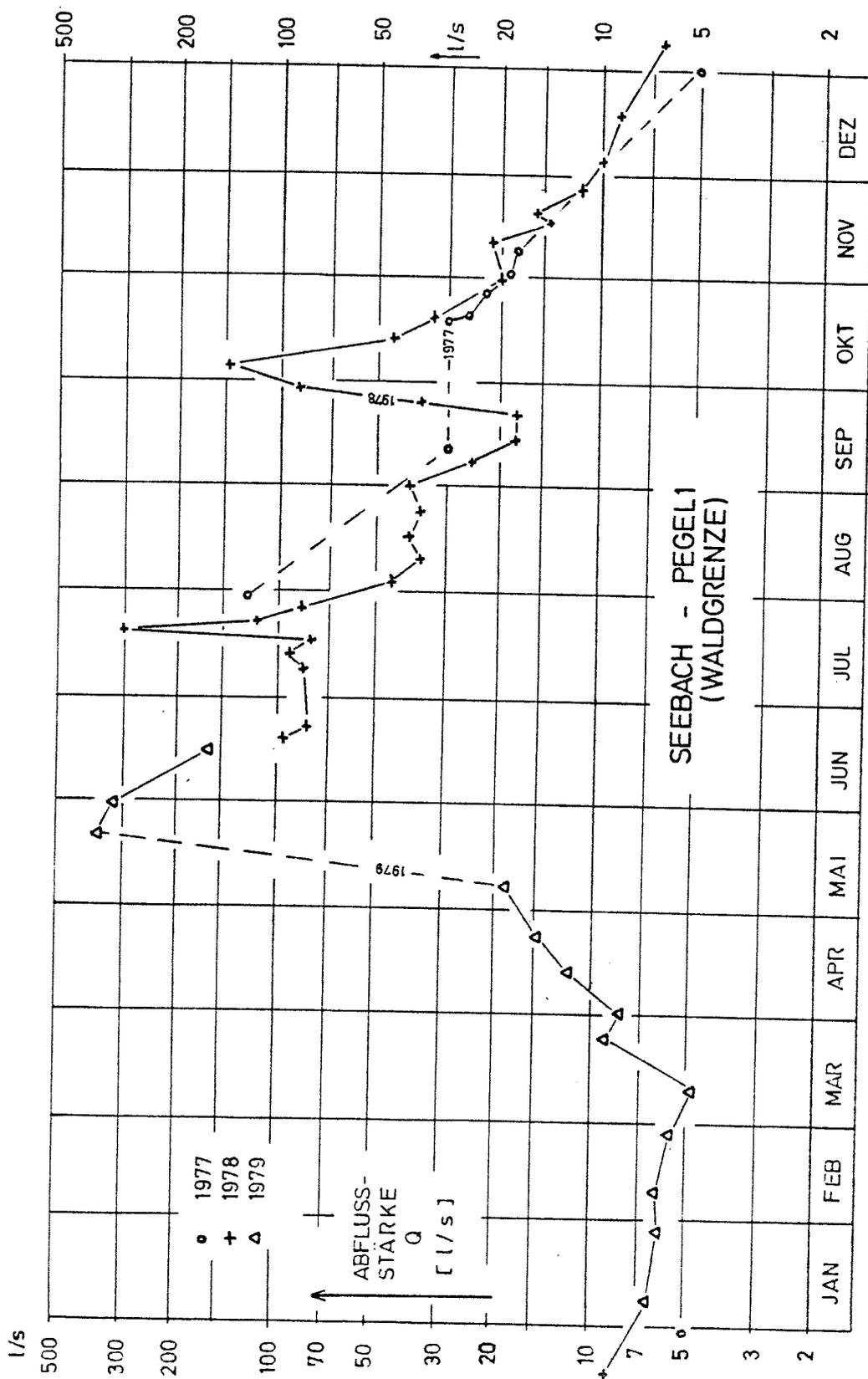


Abb. 3 Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 1 Seebach (Waldgrenze)

Anfang Dezember ca. 10 l/s, dann wurde wieder der Winterabfluß von 5 l/s bis 6 l/s erreicht.

1.2.1.2 Abflußfrachten bei Pegel 1 - Seebach

Durch Integration der Ganglinien von Abb.3 kann für den Seebach bereits eine Summenlinie gezeichnet werden - Abb.4.

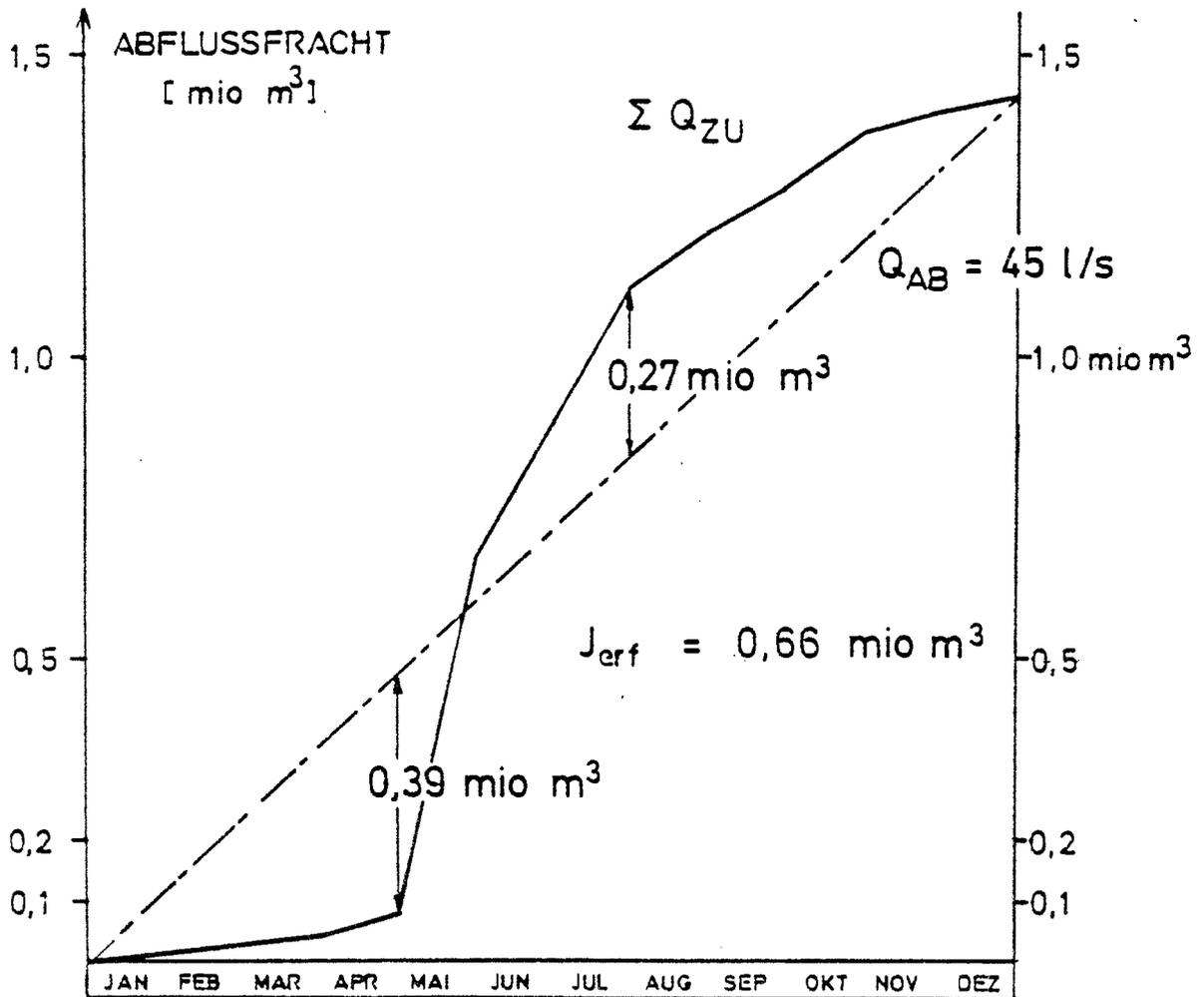


Abb. 4 Abflußfracht Seebach, Pegel 1

Es ergibt sich dabei eine Jahresabflußfracht von etwa 1,4 mio m³, was einer mittleren Abflußstärke von ca. 45 l/s entspricht. Zu beachten ist aber dabei, daß fast die Hälfte der Abflußfracht eines Jahres innerhalb eines Monats, nämlich während der Schneeschmelze (1979 ca. 10.Mai bis 10.Juni), zum Abfluß gelangt.

Würde man eine vollständige Entnahme des Seebachwassers bei einer konstanten Entnahme von ca. 45 l/s anstreben, so müßte ein nutzbarer Speicherraum von 660000 m³ Inhalt vorhanden sein. Dieser Speicher wäre Anfang Mai vollkommen leer und etwa Ende Juli voll.

1.2.1.3 Abflußstärken Pegel 2, 3 und 4 - Seebach

Pegel 2 wurde im untersten Kar errichtet - s.Abb.1. Mit diesem konnte die Abflußstärke des Zubringers im untersten Kar gemessen werden. Die gemessenen Daten zeigt Abb.5.

Pegel 3 lag im mittleren Kar an einer der ins Auge gefaßten Dammstelle. Die Abflußstärken zeigt Abb.6.

Pegel 4 (oberes Kar) wurde dort errichtet, wo sich die Möglichkeit bot, allenfalls einen Damm für einen Speicher mit dem größtmöglichen Inhalt zu errichten. Die gemessenen Abflußstärken zeigt Abb.7.

1.2.2 Wasservorkommen und Abflußverhältnisse des Namenlosbaches (Kleiner Payerlbach)

Zwischen den im Süden des Speikkares liegenden Seebach und dem Payerlbach liegt der "Namenlosbach" (Kleiner Payerlbach, s.Abb.1).

Das Quellgebiet östlich des Koralm-Hauptkammes zwischen Seespitz und Hühnerspitze ist wieder ein Kar. Zum Unterschied der Karstufen im Seebachgebiet gibt es hier aber keine moorigen Flächen.

Da zwischen den Quellen in einer Seehöhe von etwa 1800 m und der Waldgrenze (ca. 1650 m Seehöhe) keine größeren Quellen einen Beitrag bringen, wurde das Meßwehr in ca. 1650 m Seehöhe in den Bach eingebaut. Damit wurde eine einfachere, regelmäßige Messung vor allem im Winter gewährleistet.

Die Abflußstärke des Namenlosbaches wurde seit Ende November 1978 bestimmt - s.Abb.8. Das Abflußminimum ergab sich während der Meßperiode mit etwa 7 l/s in der zweiten Jännerhälfte. Sonst betrug der Abfluß im Winter 1978/79 rund 10 l/s,

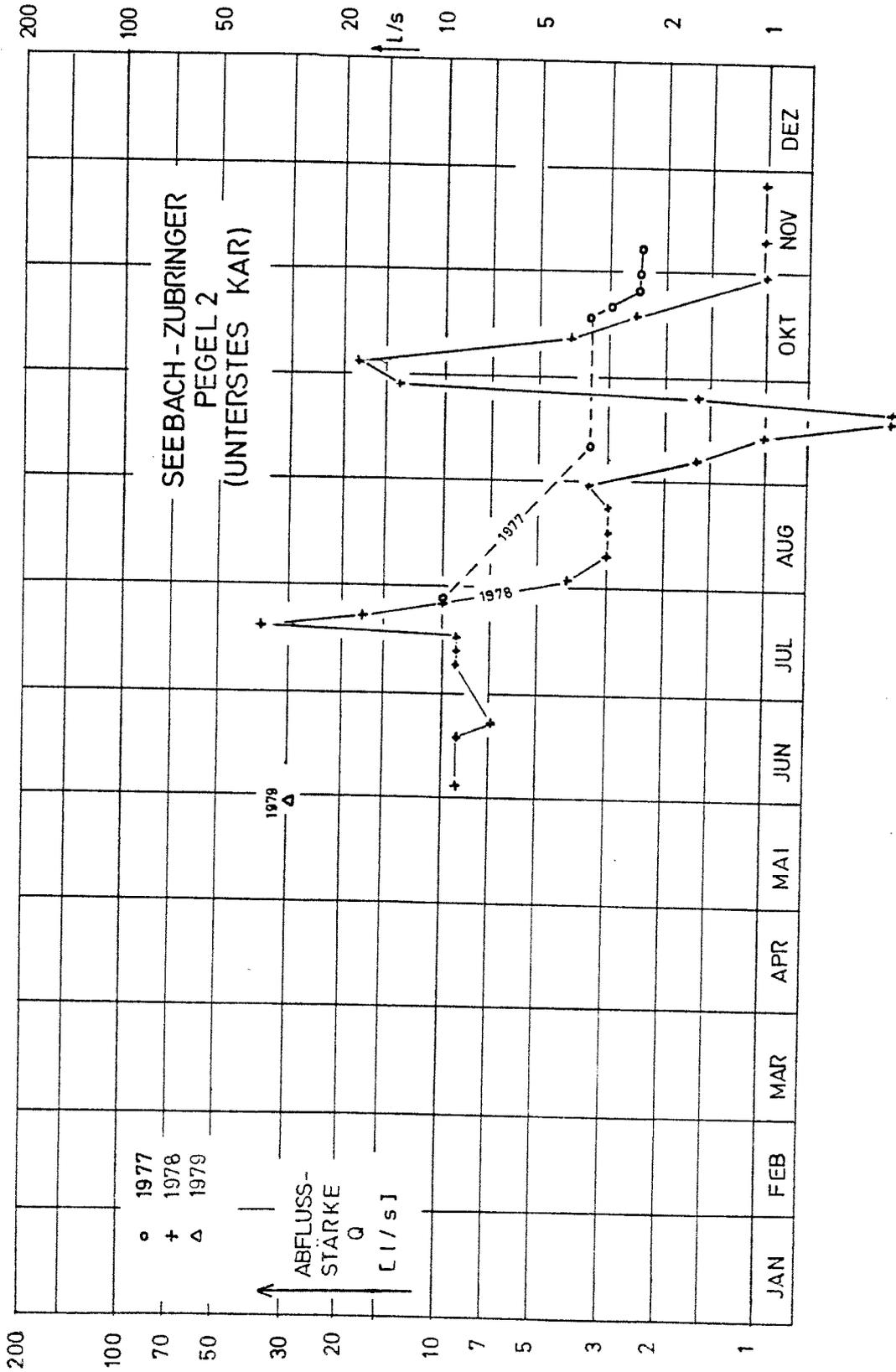


Abb. 5 Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 2 Seebachzubringer im untersten Kar

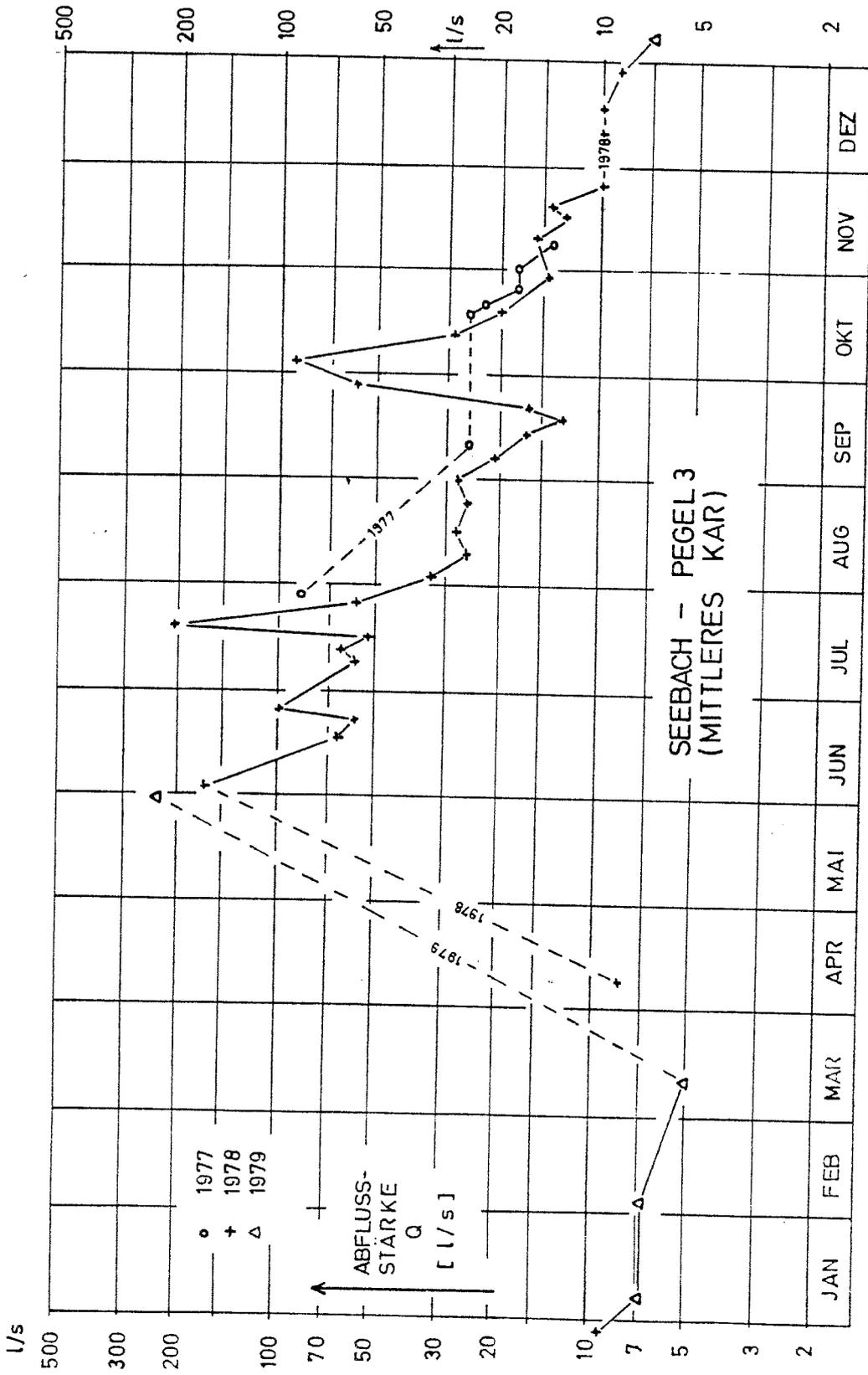


Abb. 6 Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 3 Seebach, mittleres Kar

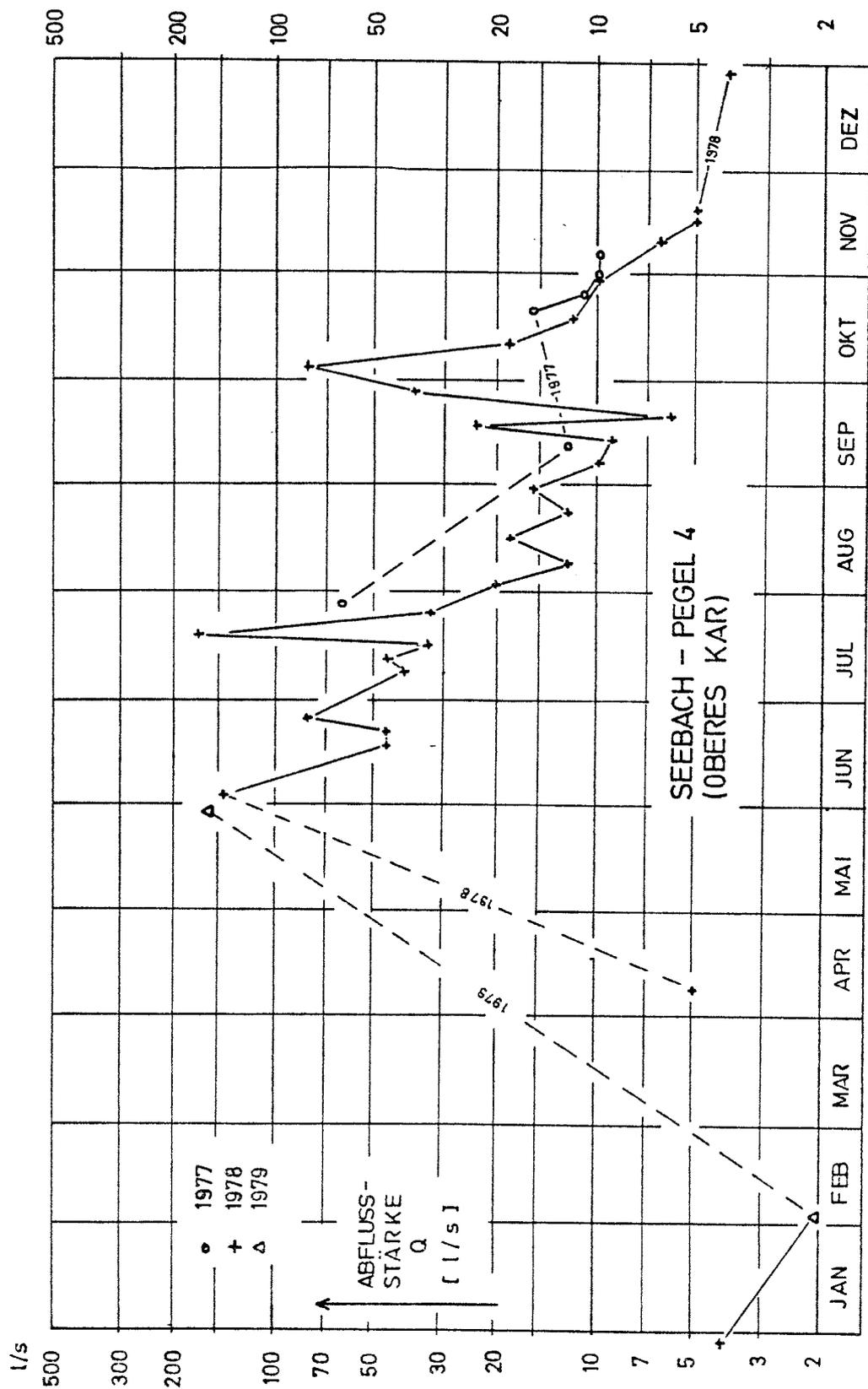


Abb. 7 Ganglinien der Abflußstärke bei Pegel 4 Seebach, oberes Kar

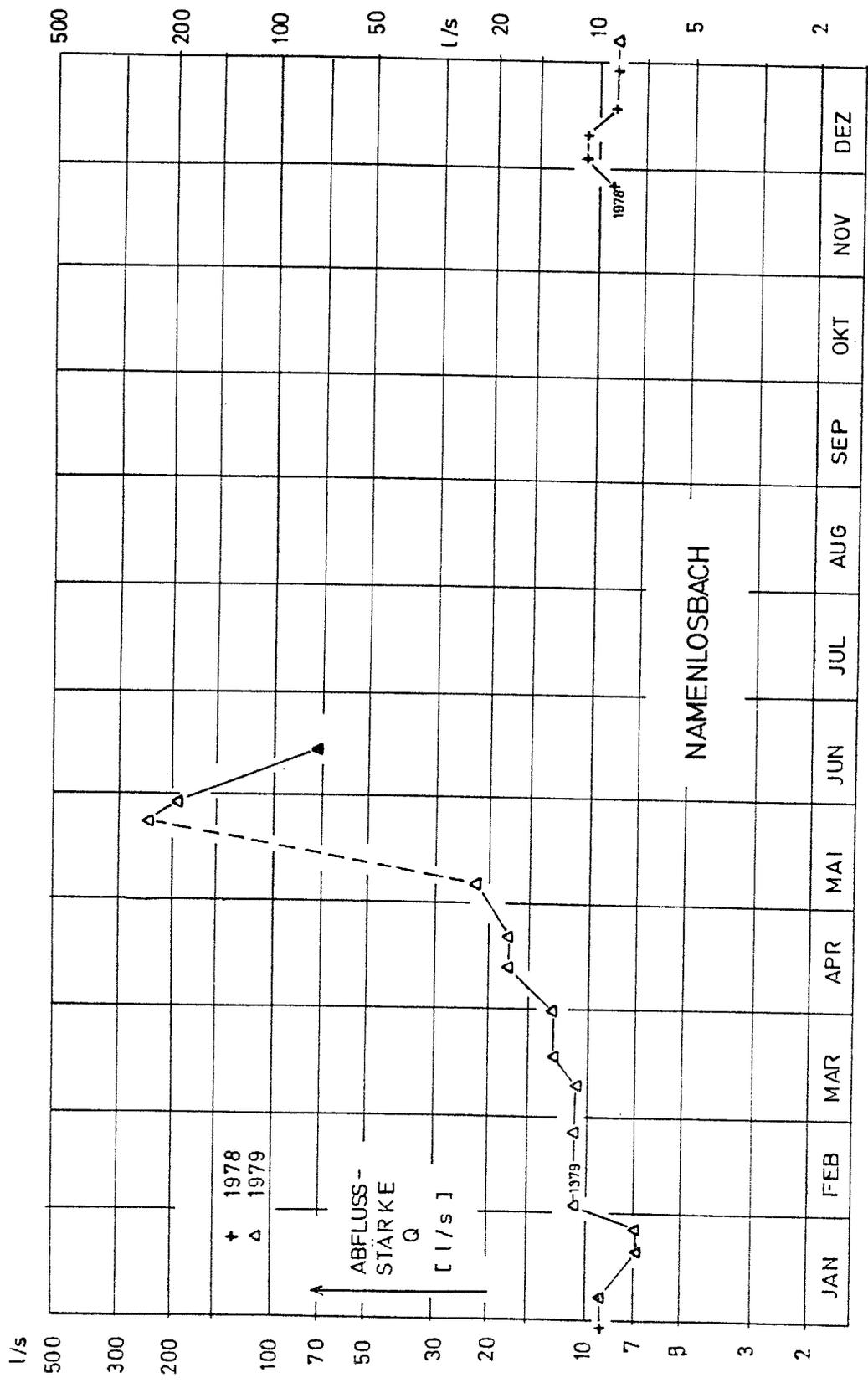


Abb. 8 Ganglinien der Abflußstärke Namenlosbach (Kleiner Payerlbach)

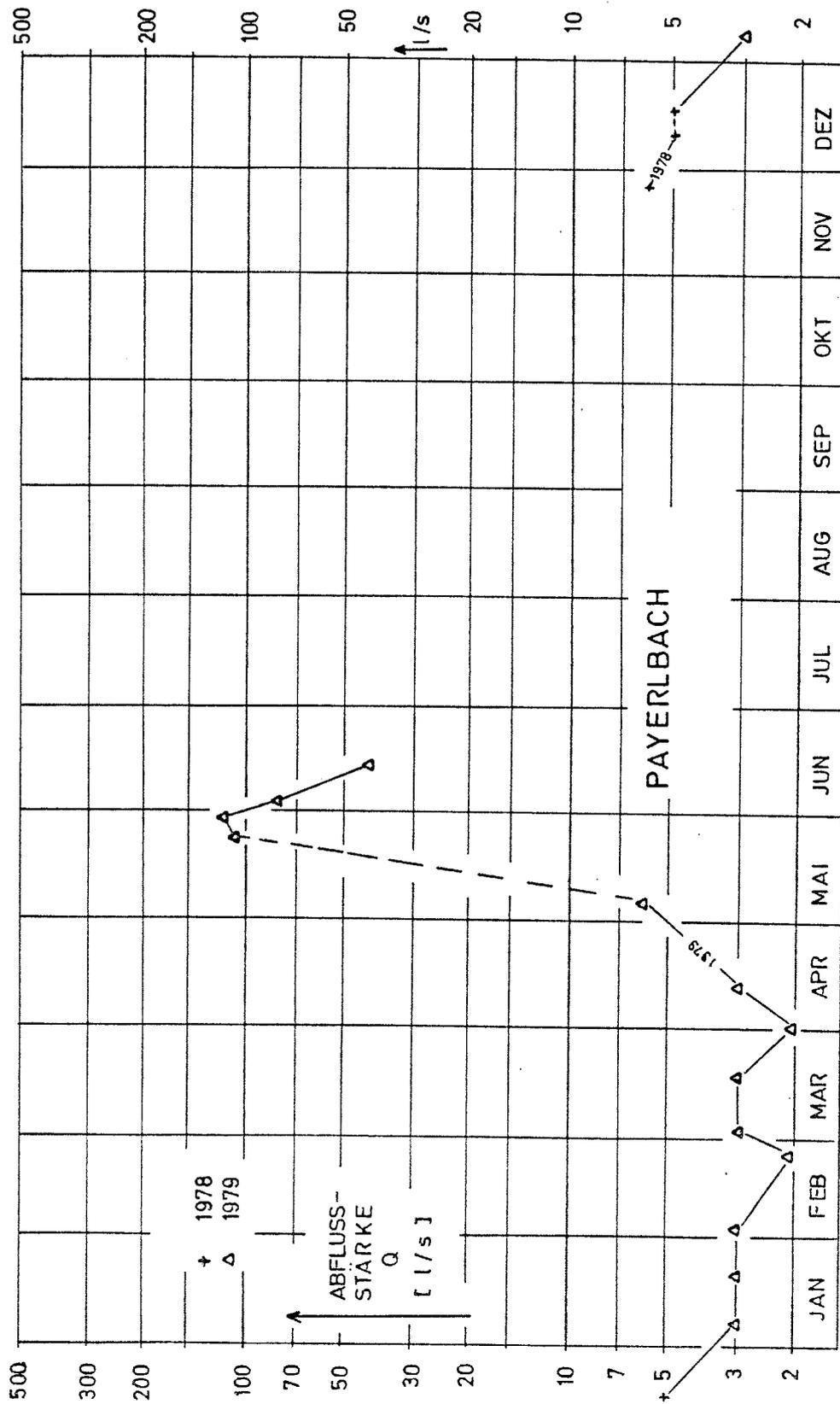


Abb. 9 Ganglinie der Abflußstärke Payerlbach

ab April über 15 l/s. Mit dem Einsetzen der Schneeschmelze Mitte Mai 1979 stieg der Abfluß auf über 200 l/s.

1.2.3 Wasservorkommen und Abflußverhältnisse des Payerlbaches

Das Quellgebiet des Payerlbaches (Vulgo-Name Siebenbrünnel) zwischen Hühnerstütze und Steinmannl umfaßt ca. sieben Quellen - Abb.1. Unterhalb des Zusammenflusses dieser Quellen in ca. 1740 m Seehöhe wurde im November 1978 das Meßwehr errichtet.

Die Abflußstärke bei diesem Meßwehr lag im Dezember 1978 noch bei etwa 5 l/s (s.Abb.9), vom Jänner bis Mitte April 1979 wurden Abflüsse zwischen 2 l/s und 3 l/s gemessen, Anfang Mai 1979 6 l/s und ab Mitte Mai 1979 stieg die Abflußstärke auf über 100 l/s an.

1.3 Chemismus des Wassers der Bäche im Speikkar

Um Daten für Schutz- und Schonmaßnahmen einer zukünftigen Wassergewinnungsanlage zu erhalten, weiters Daten für Aufbereitungsmaßnahmen, sowie Mischbarkeit mit anderen Wässern, aber auch Daten für die Steuerung der Anlage innerhalb der Jahreszeiten zu erhalten, wurden Wasserproben gezogen und auf einige Eigenschaften hin untersucht.

Die gewonnenen Daten sind auf den Tabellen 1 bis 6 aufgelistet.

Bemerkenswert die äußerst geringe Gesamthärte (größter gemessener Wert 3,4° dH im Seebach), was die Bildung einer Schutzschichte in metallischen Rohren nicht ermöglicht. Während der Schneeschmelze nahm die Härte noch weiter ab (Payerlbach bzw. Namenlosbach im Mai 1979 Gesamthärte: 0,3° dH, Payerlbach am 3.Juni 1979 Gesamthärte: 0,15° dH), sodaß eine Aufhärtung vor Einleitung in die bestehende Transportleitung notwendig ist.

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	2,8	0,8	-	
2	9.12.78	3,1	1,1	0,6	
3	17.12.78	3,4	0,8	0,6	
4	28.12.78	1,7	0,8	-	
5	7. 1. 79	2,8	-	0,6	
6	20. 1. 79	3,4	0,6	0,6	Seeb., Flasche 2: 3,4 ⁰ dH
7	3. 2. 79	1,7	0,6	0,6	Seeb. B.: 4,2, Seeb. C: 3,9
8	24. 2. 79	3,1	0,8	0,6	
9	5. 3. 79	-	-	0,8	
10	10. 3. 79	2,8	0,5	-	
11	18. 3. 79	-	0,5	0,4	
12	24. 3. 79	2,7	-	-	
13	1. 4. 79	-	0,5	0,4	
14	21. 4. 79	2,6	0,6	-	
15	6. 5. 79	2,9	0,6	0,4	
16	20. 5. 79	1,45	0,3	-	
17	24. 5. 79	-	-	0,3	
18	3. 6. 79	1,6	-	0,15	
19	14. 6. 79	1,7	0,4	0,35	
20					

Tabelle 1 Gesamthärte, °dH

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	6	6	-	
2	9.12.78	5,5	5,5	5	
3	17.12.78	5,5	5	5	
4	28.12.78	5,5	5	-	
5	7. 1.79	5,5	-	5	
6	20. 1.79	5,5	5	5	Seeb. , Fl. 2: 5,5
7	3. 2.79	5,5	5	5	Seeb. B: 5,5, Seeb. C: 5,5
8	24. 2.79	5,5	5	5	
9	5. 3.79	-	-	5	
10	10. 3.79	5,5	5	-	
11	18. 3.79	-	5	5	
12	24. 3.79	5,5	-	-	
13	1. 4.79	-	5,5	5	
14	21. 4.79	5,5	5	-	
15	6. 5.79	5,5	5	5	
16	20. 5.79	5	5	-	
17	24. 5.79	-	-	5	
18	3. 6.79	-	-	-	
19	14. 6.79	5	5	5	
20					

Tabelle 2 pH-Wert, mit Merck-pH-Papier

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	n. n.	n. n.	-	} mit Merckoquant- Schnelltest!
2	9.12.78	n. n.	n. n.	n. n.	
3	17.12.78	n. n.	n. n.	n. n.	
4	28.12.78	~ 10!	n. n.	-	
5	7. 1.79	n. n.	-	n. n.	
6	20. 1.79	0	0	0,07	Seeb., Fl. 2: 0,08
7	3. 2.79	0	0,04	0,02	Seeb. B: 0 Seeb. C: 0,02
8	24. 2.79	0,13	0,05	0,10	
9	5. 3.79	-	-	0	
10	10. 3.79	0	0	-	
11	18. 3.79	-	0,08	0,03	
12	24. 3.79	0	-	-	
13	1. 4.79	-	0	0	
14	21. 4.79	0	0	-	
15	6. 5.79	0	0	0	
16	20. 5.79	0,11	0,16		
17	24. 5.79	-	-	0,04	
18	3. 6.79	0,16	-	0,15	
19	14. 6.79	0	0	0,04	
20					

Tabelle 3 Ammonium, mg NH₄/l

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	1,0	0,4	-	
2	9.12.78	3,4	2,1	0,5	
3	17.12.78	1,1	1,6	0,6	
4	28.12.78	1,3	0,5	-	
5	7. 1.79	1,0	-	0	
6	20. 1.79	2,5	0,6	0,9	Seeb., Fl. 2: 1,8
7	3. 2.79	1,9	2,1	0	Seeb. B: 3,0, Seeb. C: 2,0
8	24. 2.79	3,3	3,5	1,9	
9	5. 3.79	-	-	0	
10	10. 3.79	2,0	3,1	-	
11	18. 3.79	-	3,2	2,7	
12	24. 3.79	3,0	-	-	
13	1. 4.79	-	4,0	3,2	
14	21. 4.79	1,3	0	-	
15	6. 5.79	2,9	1,8	2,0	
16	20. 5.79	2,5	0,5	-	
17	24. 5.79	-	-	1,0	
18	3. 6.79	2,0	-	0,3	
19	14. 6.79	0,6	0,6	0	
20					

Tabelle 4 Nitrat, mg NO₃/l

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	3,8	2,8	-	
2	9.12.78	3,3	3,5	4,7	
3	17.12.78	3,5	2,8	2,8	
4	28.12.78	5,1	3,2	-	
5	7. 1.79	3,5	-	4,7	
6	20. 1.79	5,7	3,2	4,1	Seeb., Fl. 2: 5,7
7	3. 2.79	4,1	3,5	3,5	Seeb. B: 3,2, Seeb. C: 3,2
8	24. 2.79	6,2	4,7	4,1	
9	5. 3.79	-	-	4,7	
10	10. 3.79	4,4	3,8	-	
11	18. 3.79	-	4,7	3,8	Schwebestoffe!
12	24. 3.79	2,8	-	-	
13	1. 4.79	-	3,2	3,5	
14	21. 4.79	1,5	0,9	-	
15	6. 5.79	5,1	3,0	3,0	
16	20. 5.79	9,0	12,3	-	
17	24. 5.79	-	-	4,7	
18	3. 6.79	7,6	-	6,3	
19	14. 6.79	2,8	3,2	3,8	
20					

Tabelle 5 KMnO_4 -Verbrauch, mg/l

Nr.	Datum	Seebach	Namen- los-Bach	Payerl- Bach	
1	3.12.78	0,6	0,6	-	
2	9.12.78	-	1,5	2,0	
3	17.12.78	0,9	0,9	0,9	
4	28.12.78	-	-	-	
5	7. 1.79	1,0	-	0	
6	20. 1.79	-	0,5	2,1	
7	3. 2.79	-	0,9	1,2	
8	24. 2.79	0,9	0,1	0	
9	5. 3.79	-	-	1,5	
10	10. 3.79	-	-	-	
11	18. 3.79	-	0,9	1,5	Schwebestoffe!
12	24. 3.79	0,8	-	-	
13	1. 4.79	-	0,9	0,8	
14	21. 4.79	0,7	0,5	-	
15	6. 5.79	0,7	0,4	0,7	
16	20. 5.79	1,4	0,6	-	
17	24. 5.79	-	-	-	
18	3. 6.79	-	-	-	
19	14. 6.79	0,4	0,45	0,5	
20					

Tabelle 6 BSB₅, mg/l

1.4 Mögliche Wassergewinnung auf Grund der vorliegenden Daten

Die von uns durchgeführten Arbeiten beschäftigten sich hauptsächlich mit der hydrologischen Datensammlung, um festzustellen, wie groß das Wasservorkommen im Gebiet Speikkar ist.

Es ist nur mit großen Einschränkungen möglich, die technisch gewinnbare Wassermenge festzulegen. Die tatsächlich gewinnbare Wassermenge ist fast immer kleiner, da aus Gründen der weiteren Nutzung und vorhandenen Wasserrechten, aber auch aus Gründen der Ökologie und des Landschaftsschutzes (trockenes Bachbett!) ein gewisses Freiwasser im Bachbett verbleiben muß.

1.4.1 Mögliche Wassergewinnung im Gebiet Payerlbach

Wie bereits oben erwähnt, besteht das Quellgebiet des Payerlbaches aus ca. sieben Quellen. Es erscheint möglich, einige dieser Quellen zu fassen.

Die Mindestschüttung der Payerlbachquellen beträgt ca. 2 l/s bis 2,5 l/s im Winter, ein Teil davon läßt sich wahrscheinlich für die Wasserversorgung heranziehen.

In den Monaten Mai bis Oktober, wo noch keine Abflußmessungen vorliegen, ist die Schüttung sicher größer, sodaß Speicher gefüllt werden können.

Will man ein Monat lang, z.B. in den Wintermonaten, einen zusätzlichen Liter pro Sekunde für den Verbrauch bereitstellen, so ergibt sich ein erforderlicher Speicherinhalt von

$$J_{1,1} = 1 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} \cdot 24 \frac{\text{h}}{\text{d}} \cdot 30 \frac{\text{d}}{\text{Monat}} \cdot 0,001 \frac{\text{m}^3}{\text{l}} = 2600 \text{ m}^3$$

Soll für n Monate x l/s bereitgestellt werden, so ist das erforderliche Speichervolumen

$$J_{x,n} = 2600 \cdot n \cdot x \quad (\text{m}^3)$$

z.B. 5 l/s (x = 5) durch 3 Monate (n = 3), so ergibt sich:

$$J_{5,3} = 39000 \text{ m}^3.$$

Zu dem ermittelten Wert wäre aber ein Zuschlag wegen der Eisbildung an der Oberfläche in Rechnung zu stellen, da während der Hauptbedarfszeit (Winter) der Eisanteil nicht zu Verfügung steht.

1.4.2 Mögliche Wassergewinnung im Gebiet Namenlosbach

Das Quellgebiet des Namenlosbaches besteht aus ca. zehn Quellen. Einige dieser Quellen könnten gefaßt werden.

Der Mindestabfluß beim Meßwehr betrug im Winter 1978/79 ca. 7 l/s, der Abfluß direkt im Quellgebiet ist geringer. Die Entnahme eines Teiles davon erscheint möglich.

Der größere Abfluß in der Zeit von Mai bis Oktober könnte wieder für eine Speicherfüllung herangezogen werden, über die Größe des Speichers gilt das für den Payerlbach bereits Gesagte.

1.4.3 Mögliche Wassergewinnung im Gebiet Seebach

Im Quellkataster des Referates für die Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung sind im Gebiet Seebach ca. 70 Quellen beschrieben. Eine genaue Lokalisierung einzelner Quellen ist aber äußerst schwierig, da sich Austritte oft über viele Dekameter erstrecken.

Quellfassungen erscheinen daher in diesem Gebiet weniger sinnvoll, es gibt auch kaum größere Quellen.

Die Nutzung dieses Wasservorkommens wird sich somit eher auf die Fassung von Oberflächenwasser beschränken müssen. Das Wasser kann daher nicht mehr ohne Aufbereitung (neben der schon erwähnten Aufhärtung zumindest mechanische Reinigung und Entkeimung) für die Trinkwasserversorgung herangezogen werden. Die Mindestabflußstärke bei der untersten Meßstelle im Seebach (Pegel 1) im Winter 1978/79 wurde mit knapp 5 l/s gemessen. Von Jänner bis März blieb der Abfluß unter 7 l/s.

Eine Entnahme in den Wintermonaten muß sich daher auf einige Liter pro Sekunde beschränken, eine größere Entnahme ist wieder nur durch Speicher möglich, für die Größe der Speicher

gilt wieder pro l/s ($x = 1$) und pro Monat ($n = 1$)

$$J_{1,1} = 2600 \text{ m}^3.$$

Möchte man während des Winters, z.B. von Anfang Jänner bis Ende März (drei Monate, $n = 3$) zusätzlich ca. 10 l/s ($x = 10$) für die Wasserversorgung entnehmen, so ist das erforderliche Speichervolumen gleich

$$J_{10,3} = 2600 \cdot 3 \cdot 10 = 78\,000 \text{ m}^3.$$

Die Füllung dieses Speichers mit Oberflächenwasser wäre durch das Wasserdargebot - jährliche Abflußfracht nach Abb.4 ca. 1,4 mio m^3 - gewährleistet.

Einer späteren Untersuchung sollten die dabei auftretenden technischen Probleme (Dammbau), aber auch Qualitätsprobleme (Aufbereitung, Entkeimung, Veränderungen während der Speicherzeit) vorbehalten bleiben.

1.4.4 Möglichkeiten der Wassergewinnung im Gesamtgebiet des Speikkares

Sowohl die Quellen des Payerlbaches als auch des Namenlosbaches scheinen für eine Quellfassung geeignet. Die Mindestschüttung all dieser Quellen betrug im Winter 1978/79 insgesamt ca. 9 l/s, nur ein Teil davon könnte entnommen werden.

Das Wasservorkommen des Seebaches erscheint nur für eine Oberflächenwasserfassung geeignet. Der Mindestabfluß im Winter 1978/79 betrug knapp 5 l/s. Ein Teil davon könnte gefaßt und aufbereitet werden.

Eine Vergrößerung der möglichen Wassergewinnung aus dem Gesamtgebiet (Speikkargebiet) wäre nur über Speicher möglich, die Größe der Speicher ergibt sich pro l/s (x) und Monat (n) der Vergrößerung mit

$$J = 2600 \cdot x \cdot n \quad (\text{m}^3)$$

z.B. zusätzlich 10 l/s durch drei Monate würde einen Speicher von

$$J = 78\ 000\ \text{m}^3$$

erfordern.

Die Errichtung von natürlichen Speicherbecken durch in die Landschaft gut eingebundene Dämme wirft in diesen Hochlagen eine Reihe von Problemen auf, die zum Teil schon angeklungen sind, so insbesondere der Bau in Landschafts- und Naturschutzgebieten, die schwere Zugänglichkeit derartiger Speicher während eines langen Winters, Steuerung der Wasserentnahme und nicht zuletzt die notwendige Aufbereitung und Entkeimung des Wassers.

Aber auch bei der Nutzung der Quellen des Payerlbaches und Namenlosbaches sind vor allem Fragen des Naturschutzes, insbesondere die Erhaltung des Waldbestandes zu untersuchen.

2. SPEZIELLE FRAGEN IM BEREICH PAYERLBACH UND NAMENLOSACH

Die Ergebnisse der im Abschnitt 1 wiedergegebenen Daten ließen es zweckmäßig erscheinen, vorrangig die Quellfassung der Quellen des Namenlosbaches (Kleiner Payerlbach), aber auch des Payerlbaches in Erwägung zu ziehen.

Da bereits eine Stellungnahme der Forstlichen Bundesversuchsanstalt über eine forstliche Beeinträchtigung durch Quellfassungen auf der Koralpe im besonderen im Bereich Bärntal-Spießenbach vorlag, schien es erforderlich, entsprechende Untersuchungen für den Bereich Payerlbach und Namenlosbach vorzunehmen.

2.1 Problemstellung

In der Stellungnahme der Forstlichen Bundesversuchsanstalt vom 9. November 1979 zur forstlichen Beeinträchtigung durch Wasserentzug im Winterhalbjahr heißt es:

"... Es ist zu unterscheiden zwischen Quellen, deren Wasser als Obertaggerinne zur Gänze abgeführt wird und solchen, deren Wasser im weiteren Verlauf zumindest teilweise wieder in den Boden bzw. in die Lockermaterialdecke (Hangschutt, Verwitterungsdecke, Moränenmaterial) eindringt und somit zur Hangwasserspense beiträgt.

Im ersteren Fall ist eine Entnahme für den Bodenwasserhaushalt und den Wald unmittelbar ohne Bedeutung. Im zweiten hingegen kann durch die Quellfassung dem talwärts gelegenen Boden Wasser entzogen werden. Das gilt auch im Winter zur Zeit des Bodenfrostes ..."

Im weiteren heißt es in der Stellungnahme der Forstlichen Bundesversuchsanstalt:

"... Die Quellfassung ist daher auch im Winter nur bei den zuerst genannten Quellen, deren Wasser zur Gänze obertags abfließt, für den Wald unbedenklich ..."

Auf Grund dieser Stellungnahme galt es daher festzustellen, zu welchen der beiden angeführten Gruppen von Gewässern der für die Quellfassung vorgesehene "Namenlosbach" und weiters dann der Payerlbach gehören.

2.2 Topographie des "Namenlosbaches" (Kleiner Payerlbach)

Das Quellgebiet östlich des Koralm-Hauptkammes zwischen Seespitz und Hühnerspitze ist ein in ca. 1800 m Höhe gelegenes Kar. Nach der Übersichtskarte der Quellen Speikkar-Weineben 1 : 10 000 (Beilage zur Quellaufnahme Koralpe, bearbeitet von Dr. E. FABIANI, Datum 29.12.1971 - Ausschnitt siehe Abb. 1) sind diese Quellen mit den Nummern 74 bis 88 (15 Quellen) bezeichnet. Die Quellabflüsse alimentieren zwei kleine Gerinne (nördlich und südlich), welche am Ostrand des Quellkares sich zum Hauptbach vereinigen (Seehöhe ca. 1780 m). Dieser Hauptbach verläuft zunächst in östlicher Richtung, ist relativ geradlinig und steil (Gefälle ca. 25 ‰).

Nach der "Geologischen Karte des steirischen Anteils der Koralpe 1 : 50 000 für die Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung von Dr. Peter BECK-MANNAGETTA (Beilage zu: Grundlagen für Wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, 2. Teil: Geologie, in: Berichte der Wasserwirtschaftlichen

Rahmenplanung, Band 31/1975, Graz) sind in diesem Teil Hangschutt- bzw. Bergsturzmassen, sowie ein Moränenwall, der durch den Bach angeschnitten wird.

Daraus folgt, daß ein hydraulisches Zusammenwirken zwischen Bach und etwaigem Grundwasser in dem an das Bachbett anschließenden Untergrund daher nicht auszuschließen ist.

Laut der zuerst genannten "Übersichtskarte 1 : 10 000" (Ausschnitt Abb.1) sind in diesem Bereich nur wenige unbedeutende Quellen, und zwar die Quellnummern 73 und 89, bzw. bachabwärts die Nummern 90 und 72. Im Zuge unserer Begehungen stellten wir fest, daß bereits im Spätherbst **k e i n** Abfluß mehr festgestellt werden konnte.

Nach Erreichen der Waldgrenze (1650 m bis 1680 m Höhe) vermindert sich das Gefälle des Baches auf ca.15 %. Laut Abb. 1, sowie auch "Österreichische Karte 1 : 50 000, Blatt 188",mündet in 1620 m Seehöhe ein linksseitiger Zubringer ein. Entsprechend der Abb.1 wird dieser Zubringer durch die Quellen 91, 92, 93 und 94 gespeist. Unsere Beobachtungen haben gezeigt, daß bereits im Spätherbst kaum mehr eine Wasserführung im erwähnten linksseitigen Zubringer festgestellt werden kann.

Knapp unterhalb dieser Einmündung kreuzt der Bach die Forststraße (Furt), bald darauf ändert sich die Fließrichtung nach Südosten, wobei das Gefälle wieder stark zunimmt (ca.25 % bis 30 %). Der Bach ist hier großteils tief eingeschnitten und mündet dann in ca. 1515 m Höhe in den Seebach.

Ab der Kreuzung mit der Forststraße sind laut Karte 1 : 10 000 der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung (Abb. 1) **k e i n e** Quellen mehr lokalisiert worden.

Der Fließweg ab der Vereinigung der zwei kleinen Gerinne, die die Quellen abnehmen, bis zur Mündung in den Seebach beträgt etwa 1300 bis 1400 m, davon entfallen ca. 500 m bis zur Waldgrenze, weitere 350 m bis zur Wegkreuzung und weitere ca. 500 m bis zur Mündung in den Seebach.

2.3 Durchflußstärken im Namenlosbach während des Winters

Seit November 1978 wurden von uns Durchflußstärken im Namenlosbach gemessen (siehe Abb.8). Da zwischen dem Quellgebiet und der Waldgrenze keine größeren Quellen lokalisiert werden konnten, wurde das Meßwehr in ca. 1650 m Höhe in den Bach eingebaut. Damit wurde eine r e g e l m ä ß i g e Messung im Winter sichergestellt, da der Aufstieg und die Messungen im hochgelegenen, tief verschneiten Quellgebiet ungleich schwieriger sind und daher kaum verantwortbar gewesen wären.

Die Abflußstärken im Winter 1978/79 lagen beim Meßwehr bei etwa 10 l/s, das Abflußminimum bei ca. 7 l/s (siehe Abschnitt 1.2.2).

Am 1. März 1980 wurde eine großangelegte Messung der Durchflußstärken an einzelnen Querschnitten des Namenlosbaches durchgeführt.

Als erstes galt es festzustellen, ob und in welchem Ausmaß der Durchfluß im Quellgebiet kleiner sei als beim Meßwehr, da für die Wasserversorgung ja nur die von lokalisierbaren Quellen stammende Austrittsstärke verfügbar ist.

Als zweites galt es festzustellen, zu welcher der beiden schon erwähnten Gruppen (siehe Abschnitt 2.1) der Namenlosbach gehört, d.h. ob ein Entzug des Wassers im Winter Einfluß auf den Bodenwasserhaushalt und damit auf den Wald haben kann.

Zu diesem Zweck wurden Indikatormessungen mittels Uranin an vier charakteristischen Stellen des Bachlaufes vorgenommen. Die Messungen wurden etwa zur selben Zeit (Meßbeginn zwischen 10 Uhr und 12 Uhr, Meßende zwischen 11 Uhr und 13 Uhr) durchgeführt.

Diese vier Stellen und die dabei gemessenen Größen der Durchflußstärken waren:

- A) Quellgebiet, und zwar ca. 50 m bis 70 m nach dem Zusammenfluß der beiden kleinen Gerinne, die die Quellen aufnehmen.

Als Durchflußstärke Q_A ergab sich

$$Q_A = 4 \text{ l/s.}$$

- B) Meßwehr (Waldgrenze)

Die Durchflußstärke Q_B war hier etwa

$$Q_B = 9 \text{ l/s.}$$

- C) Kreuzung des Baches mit dem Forstweg.

Die Durchflußstärke Q_C betrug hier

$$Q_C = 13 \text{ l/s.}$$

Da an dieser Stelle wegen der Schneeüberdeckung ein größerer Abstand zwischen Indikatoreingabe und Meßstelle der Indikatorkonzentration erforderlich war, als bei den übrigen drei Meßstellen, war die Konzentrationsverteilung flacher und damit die Messung der Konzentration von geringerer Genauigkeit als bei den anderen Stellen. Darüber hinaus ist es denkbar, daß durch die längere Fließstrecke (hier etwa 200 m gegenüber 50 m bis 100 m bei den anderen) nicht die gesamte Indikatormenge erfaßt worden ist. Das bedeutet, daß das Ergebnis von Q_C eher etwas kleiner sein dürfte als sich rechnerisch mit 13 l/s ergab.

- D) Vor der Mündung in den Seebach.

Die Durchflußstärke Q_D war hier etwa

$$Q_D = 12,3 \text{ l/s.}$$

Aus obigen Überlegungen kann gefolgert werden, daß die Messung bei C) für Q_C eher einen Wert zwischen 12 l/s und 13 l/s ergibt.

2.4 Folgerungen für das Namenlosbachgebiet

2.4.1 Mögliche Wassergewinnung aus dem Namenlosbachgebiet

Im Abschnitt 1.4.2 wurde die Mindestabflußstärke beim Meßwehr im Winter 1978/79 mit ca. 7 l/s angegeben. Wie schon dort erwähnt, ist der Abfluß im Quellgebiet geringer. Die Entnahme eines Teiles davon erscheint möglich.

Durch die im vorangegangenen Abschnitt beschriebenen Messungen am 1. März 1980 erscheint nunmehr die Angabe der Abflußstärke im Quellgebiet eher möglich.

Bei den Messungen vom 1. März 1980 wurde beim Meßwehr eine Abflußstärke von 9 l/s gemessen, d.h. dieselbe Größenordnung wie der oben angegebene Wert von 7 l/s. Im Quellgebiet wurden nach dem Zusammenfluß der beiden Quellbäche am 1. März 1980 4 l/s als Abflußstärke Q_A gemessen, das sind etwa 45 % der Abflußstärke (Q_B) beim Meßwehr.

Für den Winter 1978/1979 heißt dies, daß der Abfluß im Quellgebiet angenähert etwa 45 % von 7 l/s, das sind ca. 3 l/s, betrug.

Im ungünstigsten Falle kann die minimale Gesamtschüttung der 10 bis 15 Quellen im Winter aber noch geringer sein, da auch im Quellkar, ähnlich wie im Bereich zwischen Quellkar und Waldgrenze, die Möglichkeit der Aussickerung von Bodenwasser aus dem Lockermaterial direkt in den Bach, d.h. ohne genau lokalisierbare und damit faßbare Quelle, gegeben sein kann.

2.4.2 Forstliche Beeinträchtigung durch Wasserentzug aus dem "Namenlosbach" (Kleiner Payerlbach) im Winter

Zwischen Quellgebiet und Meßwehr stieg bei der Messung am 1. März 1980 die Durchflußstärke von 4 l/s auf 9 l/s an, d.h. das bei den Quellen zutage tretende Wasser fließt nicht nur zur Gänze ober tags ab, sondern es stieg auch durch Defiltration (Aussickerung) aus dem Boden die Durchflußstärke im Bach auf mehr als das Doppelte an.

Auch zwischen Meßwehr und Kreuzung des Baches mit dem Forstweg stieg die Abflußstärke um weitere ca. 4 l/s an.

Zwischen Forstweg und Mündung in den Seebach bleibt dann die Abflußstärke ungefähr gleich.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen haben eindeutig gezeigt, daß die Durchflußstärke im Namenlosbach angefangen von den beiden kleinen Quellbächen bis hinab zur Einmündung in den Seebach vor allem im Abschnitt bis zur Furt (Meßstelle C) ständig zunimmt. Die Zunahme der Durchflußstärke kann ihre Ursache in einer Alimentation durch Oberflächenabfluß, weiters durch örtliche fixierte Quellzuflüsse oder aber durch Zugsickerungen aus dem umgebenden Boden haben. Wie während der Begehungen festgestellt werden konnte, fehlen in diesem Abschnitt A bis C (Zusammenfluß der Quellzubringer bis zur Furt) feststellbare Quellaustritte.

Der Umstand, daß im Laufe des Winters bis in den März hinein, trotz hoher Schneelage der Abfluß im Bach - bezogen auf eine beliebige Stelle - von Monat zu Monat ständig abnimmt (wie auch aus Messungen benachbarter Bäche hervorgeht), hingegen längs des Bachlaufes merkbar zunimmt, deutet darauf hin, daß die Alimentation des Baches nicht von der Oberfläche her (in diesen Höhenlagen ist der Bach oberflächennah meist vor dem ersten Schneefall schon gefroren), sondern nur durch Zugsickerungen aus den tieferen Bodenzonen, bzw. unterhalb des Bachbettes erfolgen kann.

Wir vertreten daher die Ansicht, daß der Namenlosbach in jene Gruppe von Bächen einzustufen ist, die während der Wintermonate dem umgebenden Boden eher Wasser entzieht und nicht Wasser zur Anreicherung der Waldzone abgibt.

Bedenkt man, daß für die Wasserversorgung lediglich 3 l/s bis 4 l/s dem Bachgerinne entnommen werden können, dann erscheint dies im Hinblick auf die forstökologische Situation kaum bedenklich, womit wir damit den Gedankengängen des Gutachtens der Forstlichen Bundesversuchsanstalt vom 9. November 1979 folgen.

2.5 Folgerungen für das Payerlbachgebiet

Das Quellgebiet des Payerlbaches, bestehend aus ca. 7 Quellen (siehe Übersichtskarte der Quellen Speikkar-Weineben, 1 : 10 000, 29.12.1971, Ausschnitt Abb.1) zwischen Hühnerstütze und Steinmannl, liegt zwischen 1750 m und 1850 m Höhe.

Bei dem in ca. 1740 m Seehöhe eingebauten Meßwehr wurden im Winter 1978/79 minimale Abflußstärken von etwa 2 l/s gemessen (siehe Abschnitt 1.4.1). Aus den oberhalb liegenden Quellen könnte daher im Winter bestenfalls ein Teil davon gefaßt werden.

Im Bereich bis zur Waldgrenze konnten bei einer Begehung im November 1978 (Dr. LACKNER vom Wasserverband und Doz.Dr.KAUCH) am linken Bachufer viele Quellen mit sehr kleiner Ergiebigkeit festgestellt werden. Sie beziehen ihr Wasser vom Bergrücken Steinmannl-Loskogel her (siehe auch Quellaufnahme, Abb.1). Es handelt sich hier um die Quellnummern 10 bis 16, weiters um die Zubringer vom Hochalmgebiet mit den Quellen 17 bis 27.

Aus den Messungen längs des Namenlosbaches konnte der Schluß gezogen werden, daß aus dem Höhenrücken, orographische links des Baches, Wasser zusickert. Es ist daher denkbar, daß aus dem gleichen Höhenrücken, der den Payerlbach rechtsufrig begleitet, auch eine Alimentation erfolgt.

Es darf daher, mehr noch als beim Namenlosbach (wegen der Quellzuflüsse), eine Zunahme der Abflußstärke längs des Fließweges des Payerlbaches angenommen werden. Zu einer Anreicherung des Bodenwassers durch Wasser vom Quellgebiet wird es auch hier kaum kommen. Auch der Payerlbach ist daher zu der im Abschnitt 2.1 angeführten ersten Gruppe zu zählen. Eine Quellwasserentnahme von im günstigen Falle 2 l/s ist für den Wald somit unmittelbar ohne Bedeutung.

Dank an den Wasserverband "Koralm"

Für die Genehmigung zur Veröffentlichung der im Auftrage des Wasserverbandes Koralm durchgeführten Arbeiten sei der Dank, insbesondere an LR. Dr. KLAUSER, Bgm. Ing. ZINGLER und Dr. LACKNER ausgesprochen.

Anschrift der Verfasser:

O.Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Ernst P. Nemecek
Ordinarius für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft,
Flußbau und Landwirtschaftlichen Wasserbau der
Technischen Universität Graz

Univ.-Doz.Dipl.-Ing.Dr.techn. Ernst Peter Kauch
Oberassistent am obigen Institut

Stremayrgasse 10, A-8010 Graz

Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung
des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung
Landesbaudirektion

Verzeichnis der bisher erschienenen
Bände:

Band 1	Vortragsreihe Abfallbeseitigung 18. April 1964, Neuauflage 1968, von W. Tronko, P. Bilek, J. Wotschke, K. Stundl, F. Heigl, E. v. Conrad	S 84,--
Band 2	Ein Beitrag zur Geologie und Morpho- logie 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 84,--
Band 4	"Gewässerschutz ist nötig" von J. Krainer, F. Hahne, H. Kallech, F. Schönbeck, H. Mocsbrugger, L. Bernhart, W. Tronko, 1965	S 56,--
Band 5	Die Müllverbrennungsanlage, Versuch einer zusammenfassenden Darstellung von F. Heigl, 1965	S 140,--
Band 6	Vortragsreihe Abfallverarbeitung 18. November 1965 von F. Schönbeck, H. Schtheimer, A. Kern, H. Raswor- schegg, J. Wotschke, J. Brodbeck, R. Spinola, K. Stundl, W. Tronko, 1966	S 112,--
Band 7	Seismische Untersuchungen im Grund- wasserfeld Friesach nördlich von Graz von H. Zetinig, Th. Puschnik und H. Novak, F. Weber, 1966	S 140,--
Band 8	Der Mürzverband von E. Fabiani, P. Bilek, H. Novak, E. Kauderer, F. Hartl, 1966	S 140,--
Band 9	Raumplanung, Flächennutzungspläne der Gemeinden von J. Krainer, H. Wengert, K. Eberl, F. Plankensteiner, G. Corbach, H. Egger, H. Hoffmann, K. Freisitzer, W. Tronko, H. Bullmann, I. E. Hclub, 1966	S 140,--
Band 10	Sammlung, Beseitigung und Verarbeitung der festen Siedlungsabfälle von H. Erhard, 1967	S 66,--

Band 11	Siedlungskundliche Grundlagen für die wasserwirtschaftliche Rahmerplanung im Flußgebiet der Mürz von H.Wengert, E.Hillbrand, K.Freisitzer, 1967	S 131,--
Band 12	Hydrogeologie des 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.Nce, 1969	S 112,--
Band 14	Gewässerschutzmaßnahmen in Schwerpunktsgebieten Steiermarks, 1970 (Das vorläufige Schwerpunktsprogramm 1964 und das Schwerpunktsprogramm 1966) von F.Schönbeck, L.Bernhart, E.Gangl, H.Ertl	S 66,--
Band 15	Industrieller Abwasserkataster Steiermarks von L.Bernhart, 1970	S 187,--
Band 16/ 17	Tätigkeiten 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 Zellstoffabriken 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	Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark von L.Bernhart, J.Zötl, H.Zetinigg, 1972	S 112,--
Band 22	Grundwasseruntersuchungen im südöstlichen Grazerfeld von L.Bernhart, H.Zetinigg, J.Ncvak, W.Popp, 1973	S 90,--
Band 23	Grundwasseruntersuchungen im nordöstlichen Leibnitzerfeld von L.Bernhart, E.Fabiani, M.Eisenhut, F.Weber, E.P.Nemecek, Th.Glanz, W.Wessiak, H.Ertl u.H.Schwinghammer, 1973	S 250,--

Band 24	Grundwasserversorgung aus dem Leibnitzerfeld von L.Bernhart, 1973	S 150,--
Band 25	Wärmebelastung steirischer Wässer von L.Bernhart, H.Niederl, J.Fuchs, H.Schlatte und H.Salinger, 1973	S 150,--
Band 26	Die artesischen Brunnen der Süd-Weststeiermark 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 u. H.Arledter, 1974	S 100,--
Band 29	Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks, Entwurfsstand 1973, von L.Bernhart, E.Fabiani, E.Kauderer, H.Zetinigg, J.Zötl, 1974	S 400,--
Band 30	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 1. Teil, Einführung Hydrogeologie, Klimatologie von L.Bernhart, J.Zötl u. H.Zojer, H.Ottc, 1975	S 120,--
Band 31	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 2. Teil, Geologie, von L.Bernhart, P.Beck-Mannagetta, A.Alker, 1975	S 120,--
Band 32	Beiträge zur wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung in Steiermark von L.Bernhart, 1975	S 200,--
Band 33	Hydrogeologische Untersuchungen an Bohrungen und Brunnen in der Oststeiermark von H.Janschek, I.Küpper, H.Polesny, H.Zetinigg, 1975	S 150,--
Band 34	Das Grundwasservorkommen im Murtal bei St.Stefan c. L. und Kraubath von I.Arbeiter, H.Ertl, P.Hacker, H.Janschek, H.Krainer, J.Ncvak, D.Rark, F.Weber, H.Zetinigg, 1976	S 200,--

Band 35	Wasserversorgung für das Umland von Graz. Zur Gründung des Wasserverbandes Umland Graz von L.Bernhart, K.Pirkner, 1977	S 180,--
Band 36	Grundwasserschongebiete von W.Kasper und H.Zetinigg, 1977	S 150,--
Band 37	Vorbereitung einer Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark von L.Bernhart, 1978	S 140,--
Band 38	Zentralwasserversorgung für die Südoststeiermark, Entwicklung eines Konzeptes von L.Bernhart, 1978	S 200,--
Band 39	Grundwasseruntersuchungen im "Unteren Murtal" von E.Fabiani, H.Krainer und H.Ertl, W.Wessiak, 1978	S 250,--
Band 40	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 3. Teil. Die Grundwasserführung im Tale der Laßnitz, Sulm und Saggau zwischen Grundgebirge und Leibnitzerfeld von H.Fessler, 1978	S 80,--
Band 41	Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Süd-Weststeiermark, 4. Teil. Grundwassererschließungen im Tal der Laßnitz, Sulm und 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 Grundwässer von U.Mager, 1979	S 120,--
Band 43	Die Grundwasserverhältnisse im Kainachtal (St.Johann c.H. - Weitendorf) von M.Eisenhut, J.Novak u.J.Zojer, H.Krainer u. H.Ertl, H.Zetinigg, 1979	S 150,--
Band 44	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil I. Naturräumliche Grundlagen Geologie - Morphologie - Klimatologie von E.Fabiani, V.Weißensteiner, H.Wakonigg, 1980	S 180,--
Band 45	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil II. Die Untersuchungen Geschichte - Durchführung - Methodik von E.Fabiani, 1980	S 80,--

Band 46	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil III. Geophysik - Isotopenuntersuchungen - Hydrochemie von Ch.Schmid, J.Zojer, H.Krainer u. H.Ertl, R.Ott, 1980	S 200,--
Band 47	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil IV. Die Untersuchungen im Tragößtal von E.Fabiani, 1980	S 200,--
Band 48	Grund- und Karstwasseruntersuchungen im Hochschwabgebiet, Teil V. Untersuchungen in den südlichen Hochschwabtäälern (Ilgenertal bis Seegraben) von E.Fabiani, 1980	S 180,--
Band 49	Untersuchung über die Möglichkeit zur Entnahme von Grundwasser im südlichen Hochschwabgebiet und deren Bewirtschaftung von Ch.Meidl, J.Novak, W.Wessiak, 1980	S 150,--
Band 50	Konzept der Zentralwasserversorgung Hochschwab-Süd von L.Bernhart, 1980	S 200,--
Band 51	Regionale Abwasseranlagen in der Steiermark, Bemühungen und Ergebnisse, von L.Bernhart, P.Bilek, E.Kauderer, H.Senekwitsch, O.Thaller, 1980	S 300,--
Band 52	Grundwasseruntersuchungen im Murtal zwischen Knittelfeld und Zeltweg von I.Arbeiter, H.Krainer u. H.Ertl, H.Zetinigg, 1980	S 100,--
Band 53	Grundwasseruntersuchungen im unteren Saggautal von I.Arbeiter, H.Krainer, H.Zetinigg, 1980	S 100,--
Band 54	10 Jahre Wasserverband Hochschwab-Süd von L.Bernhart, W.Küssel, J.Novak, R.Ott, F.Schönbeck, 1981	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 Hochschwab-Süd 1971-1981 von L.Bernhart, R.Burgstaller, M.Ruprecht, H.Sölkner, G.Bujatti, E.Wurzer, A.Zdarsky, J.Krainer, W.Ahrer, 1981	S 100,--

Band 57 Grundlagen für wasserversorgungswirtschaftliche Planungen in der Südweststeiermark, L.Bernhart, E.Hübl, E.Schubert, E.Fabiani, H.Zettrigg, H.Zcjer, E.P.Nemecek u. E.P.Kauch, 1981

In diesen Preisen ist die 8 %ige Mehrwertsteuer nicht enthalten.

Soweit lagernd, sind sämtliche Berichtsbände bei der Steiermärkischer Landesdruckerei (Verlag: A-8010 Graz, Hofgasse 15) erhältlich.