© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Neue karsthydrographische Forschungen und ihre Bedeutung für Wasserwirtschaft und Quellschutz

Ergebnisse des im Jahre 1958 vom Speläologischen Institut (Wien) im Dachsteingebiet durchgeführten Sporentriftversuches

F. Bauer, J. Zötl und A. Mayr

Untersuchungsgebiet, Versuchsziel und Arbeitsmethode

Das Dachsteinmassiv zählt zu den ausgedehntesten verkarsteten Gebirgsstöcken der Nördlichen Kalkalpen. Steil aus den umgebenden Tallandschaften aufragend, trägt es weite Plateauflächen, über die sich die massigen Gipfel erheben, von denen sieben über 2800 m SH aufragen. Der Hohe Dachstein (2995 m) stellt die höchste Erhebung in den Kalkstöcken östlich der Saalach dar. In das Kargebirge der Dachsteingipfel liegen ververschiedene Eisfelder mit einer Gesamtfläche von fast 6 km² eingebettet. Das größte geschlossene Gletscherfeld ist der Hallstätter Gletscher mit rund 3 km². Die Gletscher verloren in den letzten hundert Jahren nahezu die Hälfte ihres Areals und gaben an die unterirdischen Karstsysteme bedeutende Wassermengen ab (Mayr und Moser 1953 und 1958).

Der hauptsächlich von Dachsteinkalk und untergeordnet von Hauptdolomit aufgebaute Gebirgsstock wird von Werfener Schichten (Sandstein, Mergel und Schiefer) und von paläozoischen Ennstaler Phylliten unterlagert. Im Westen ist der im ganzen einheitliche geologische Bau komplizierter. Im allgemeinen sind die Schichtpakete entlang von Längsbrüchen gegen Norden abgesunken, so daß im Süden die wasserstauenden Schichten noch an den Hängen über der Ramsau bis in rund 1900 m SH ausstreichen, im Norden aber selbst im Talgrund (Spiegel des Hallstätter Sees 508 m SH) nicht mehr zutage treten. Auch gegen Osten verliert die unterlagernde Werfener Serie an Höhe.

Obwohl das Dachsteinmassiv alle Merkmale der eiszeitlichen Vergletscherung, wie Rundhöcker, Moränenreste, Kare und Hochtröge trägt, sind es vor allem die Karstphänomene, die durch Karrenfelder, Schächte, Dolinen, Karstwannen und Karstgassen besonders dem Plateaubereich das Gepräge geben und seine sprichwörtliche Unwegsamkeit begründen. Die

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

gewaltigen jungtertiären Höhlensysteme Raume Obertraun — Hallstatt sind wohlbekannt.

Die Entwässerung des Gebirgsstockes folgt den Gesetzen der Karsthydrographie, dem Wassermangel auf den weiten Hochflächen stehen wasserreiche Quellhorizonte an der Schichtgrenze zu den wasserstauenden Gesteinen im Süden und Riesenquellen in den tieferen Bereichen des Hangfußes im Norden gegenüber. Die starken talnahen Quellen gaben Anreiz zur Fassung für Wasserversorgungsanlagen, dem Umstand, daß Gletscherwässer anfallen und natürliche Staue (Gosauseen) vorliegen, trug die Elektrizitätswirtschaft Rechnung. Damit rückt der Entwässerungsmechanismus des Gebietes mit seinem gesamten Fragenkomplex die Sphäre des öffentlichen Interesses.

Im Rahmen seines Aufgabenbereiches (Saar 1956, Bauer 1956 a, b) verfolgte das Speläologische Institut beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (Vorstand Sektionschef Dr. R. Saar) seit seiner Wiedererrichtung im Jahre 1951 ein ausgedehntes Arbeitsprogramm zur Erforschung des alpinen Karstes. Ziel dieser Arbeiten ist es, Ursachen und Dynamik des Karstprozesses zu klären und damit die Grundlagen für wirtschaftliche Planungen in den österreichischen Karstgebieten, soweit sie landeskulturelle und wasserwirtschaftliche Belange betreffen, zu schaffen. Die bisherigen Untersuchungen konzentrieren sich überwiegend auf das über 400 km² große Dachsteinmassiv als einem der größten und repräsentativsten Hochkarststöcke der Nordalpen.

Im Rahmen dieses Arbeitsprogrammes nimmt die karsthydrologische Forschung eine wesentliche Stellung ein. Für die praktischen Untersuchungen, über welche hier berichtet werden soll, wurden bereits seit dem Jahre 1953 grundlegende Vorarbeiten und Untersuchungen durchgeführt. So befaßte sich F. Bauer mit Fragen des Kleinklimas, des Niederschlages und der Versickerung, J. Zötl führte eine quellengeologische Aufnahme im südlichen, östlichen und nördlichen Dachsteingebiet durch (Zötl 1957 c). Pegelanlagen wurden an den bedeutendsten Vorflutern um das gesamte Massiv errichtet, ihre Messungen geben die Grundlage für eine zukünftige genaue Erfassung von Abfluß und Karstwasserschwankungen. Mit der Errichtung eines ausgedehnten Niederschlagsmeßnetzes im Plateaubereich wurde begonnen.

Im Sommer 1956 wurden im Auftrage des Institutes mehrere Triftversuche durchgeführt, die in großen Zügen den unterirdischen Karstentwässerungsmechanismus des östlichen Dachsteingebietes klärten (Zötl 1957 a, b). Ziel dieser Versuche war es, durch Einspeisung von Triftstoffen im Plateaubereich die Fragen der Karstwasserverteilung, der Fließrichtungen, der Fließgeschwindigkeiten, der Filterfähigkeit des Gesteins und der

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Abgrenzung der Quelleinzugsbereiche zu erfassen. Das Ergebnis gipfelt in der Feststellung eines mehr oder minder einheitlichen Karstwasserkörpers und in bedeutsamen Schlußfolgerungen für die Gefährdung von Trinkwasserversorgungsanlagen. Die Ergebnisse wurden durch eine spezielle Untersuchung von F. Bauer (1957) für die Quelle des Sportheimes in Obertraun bestätigt und vertieft. Diese erfolgreichen Untersuchungen veranlaßten das Institut, durch einen Großversuch nicht nur die bereits vorhandenen Untersuchungsergebnisse für die zentralen Massivbereiche zu untermauern, sondern auch die Fragen des unterirdischen Abflusses von Gletscherwässern und der Karstwasserbewegung im westlichen Dachsteingebiet einer Klärung näherzuführen. An praktischen Fragen standen solche des Quellschutzes und der Wasserdarbietung für bestehende Kraftwerksanlagen im Vordergrund. Planung und Durchführung erfolgte durch F. Bauer und J. Zötl.

Da die OKA (Oberösterreichische Kraftwerke A. G.) im Westen des Gebietes (Gosau) ebenfalls einen Triftversuch plante, mit dem A. Mayr beauftragt worden war, wurde eine zeitliche und räumliche Koordinierung angestrebt, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erzielen. Der im Rahmen dieser Arbeit behandelte Bereich Gosau mit einer Einspeisung am Schneelochgletscher wurde von A. Mayr bearbeitet.

Im folgenden werden die Ergebnisse der Untersuchungen unter Berücksichtigung aller bisherigen Erkenntnisse dargelegt.

Alle hier beschriebenen Triftversuche wurden mit gefärbten Bärlappsporen *(Lycopodium clavatum)* durchgeführt.

Der Nachweis von unterirdischen Wasserwegen durch den Einsatz von Lycopodiumsporen wurde durch A. Mayr eingeführt. Der wesentlichste Vorteil dieser Untersuchungsmethode Mayrs im Vergleich zur bisher üblichen Salzung oder Färbung von versinkenden Wässern liegt in der vereinfachten Beobachtung. Während bei letzteren die Beobachtungsstellen ständig von Personen besetzt sein müssen, übernehmen bei der Sporentrift in die Quellen oder Gerinne eingesetzte Planktonnetze den Nachweis des durchziehenden Triftgutes. Dank dieser Methode ist es daher einer Person möglich, einen großen Bereich mittels der Ziehung von Planktonnetzproben zu kontrollieren. Mayr führte auch den ersten erfolgreichen Versuch durch (1953 a, b, 1954 a, b, 1956). Die erstmals von A. Mayr (1953) durchgeführte Erprobung der Sporentriftmethode am Gimbach im Offenseegebiet ergab, daß sich dort die Durchgangskurve der Sporen mit ihren zwei Maxima zeitlich genau mit der Durchgangslinie eines drei Jahre zurückliegenden Salzungsversuches deckte.

* Die Lycopodiumsporen sind rund 30 Mikron groß. Ein Gramm käufliches Lycopodiumpulver enthält rund 80 Millionen Sporen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Schwierigkeiten in der Anwendung der Methode ergaben sich jedoch bei größer angelegten Untersuchungen dadurch, daß der Bereich der zu kontrollierenden Wässer auf ein natürliches Vorkommen von *Lycopodium clavatum* untersucht werden mußte. Weiters konnte jeweils nur eine Schwinde beschickt werden und bei den in der Regel verschmutzten Proben war die mikroskopische Untersuchung der Planktonnetzproben zeitraubend und anstrengend. Auch stellte sich heraus, daß die Wiederholung eines Sporentriftversuches in ein und demselben Arbeitsgebiet mit Unsicherheitsfaktoren belastet ist, da bei Schneeschmelze oder starken Niederschlägen die während eines früheren Versuches in den Karstwassergefäßen sedimentierten Sporen durch Hochwasserwellen neuerdings zu den Quellaustritten geschwemmt werden können. Zur Ausschaltung dieser Nachteile wurde versucht, die Lycopodiumsporen anzufärben. Einer Arbeitsgemeinschaft unter V. Maurin und J. Zötl an der Technischen Hochschule in Graz, die sich mit vergleichenden Untersuchungen karsthydrographischer Forschungsmethoden befaßt, gehört auch der Chemiker M. Dechant an, der es auf Veranlassung durch die beiden Vorgenannten übernahm, die Färbung der Lycopodiumsporen zu entwickeln. Diese Arbeiten erfolgten in Zusammenwirken mit dem Speläologischen Institut in Wien. Die bereits beschriebene Färbetechnik (Dechant-Maurin-Zötl 1958) beseitigte nicht nur die angeführten Schwierigkeiten, sondern gab auch der Methode neue Möglichkeiten. Das Wesentlichste ist wohl, daß nunmehr mehrere Versuche in ein und demselben Arbeitsgebiet gleichzeitig durchgeführt werden können. Da sie damit unter den gleichen hydrologischen Bedingungen laufen, sind ihre Ergebnisse vergleichbar.

Durchführung und Ergebnisse der Triftversuche 1958 im Dachsteingebiet

Im August 1958 wurden in eine Schwinde am Nordrand des Schladminger Gletschers 20 kg rot gefärbte, in ein Schluckloch im Wurzkar 15 kg grün gefärbte, in eine Schwinde des Schneelochgletschers 15 kg blau gefärbte und am Grund einer Doline am Hohen Krippenstein 7 kg violett gefärbte Lycopodiumsporen eingebracht. Eine weitere Einspeisung ungefärbter Lycopodiumsporen am äußersten Nordrand des Massivs, knapp unterhalb der Schönberg-Alm, verfolgte ein lokales Problem.* Die Einspeisung der Sporen erfolgte durch Personen, die an den weiteren Ver-

* Die Einspeisung beim Schneelochgletscher und die Beobachtung der Quellen des Bereiches Gosau wurden im Auftrage der OKA zur Erfassung der Einzugsbereiche durchgeführt, die Einspeisung auf Krippenstein und Schönberg-Alm im Auftrage der Dachstein-Fremdenverkehrs A. G. zur Klärung lokaler Abwasserfragen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

suchsarbeiten (Probennahme und Arbeit am Mikroskop) nicht mehr beteiligt waren. Damit war eine Verschleppung des Triftgutes in die Proben ausgeschlossen. Die hier dargelegten Versuchsergebnisse sind also in dieser Hinsicht absolut stichhältig.

34 Beobachtungsstellen (Quellen oder Gerinne) um das gesamte Dachsteinmassiv wurden mit Planktonnetzen besetzt (siehe Abb. 1 = Skizze und Abb. 2 = Tabelle). Die Probennahmen erfolgten täglich. Die mikroskopische Untersuchung der Proben führten Schulrat a. D. E. Doepper (Gröbming), Hauptschuloberlehrer A. Hofer (Graz) und Dr. A. Mayr (Wels) durch.

Die Übersichtsskizze (Abb. 1) gibt einen Überblick über die Beschickungsstellen und die nachgewiesenen Wiederaustritte der eingebrachten Sporen einschließlich der durch frühere Versuche nachgewiesenen Wasserwege. Aus der Tabelle (Abb. 2) sind die Höhenlagen der Beobachtungsstellen, die relativen Höhen zwischen Beobachtungsstationen und Einspeisungspunkten (die Fallhöhen) und die Horizontalentfernungen (Luftlinie) zu entnehmen, wie auch die ungefähren Abflußmengen bei den einzelnen Beobachtungsstellen, die Anzahl der in diesen nachgewiesenen Sporen und die nachgewiesenen maximalen Triftgeschwindigkeiten.

1. Die Beschickung der Schwinde beim Schladminger Gletscher (S 1) und das Triftergebnis

Ungefähr 150 m nördlich des Nordwestrandes des Schladminger Gletschers in ca. 2310 m SH befindet sich eine Doline, in der zur Versuchszeit je nach Sonneneinstrahlung mehr oder minder beachtliche Mengen Gletscherschmelzwasser (zur Zeit der Einspeisung ungefähr 5 l/sec) ungehindert versanken. Der Schlund selbst war durch einen Firnfleck verdeckt, doch ergab der rasche Abzug des Schmelzwasserbaches, daß ein offener Schacht vorhanden sein mußte. Hier wurden am 13. August 1958 von 12,00 bis 13,30 Uhr 20 kg rot gefärbte Lycopodiumsporen eingesetzt.

Sporen des hier eingebrachten Triftgutes wurden in den Entnahmestellen A 2, F 5, F 6 und E 1 nachgewiesen. Während die Anzahl der in den drei erstgenannten Beobachtungstellen nachgewiesenen Sporen überaus gering war, erfolgte ein ausgeprägter Hauptdurchgang mit bedeutenden Sporenmengen (in der Tagesprobe vom 19. August 1958 1278 rote Sporen!) im Waldbachursprung (E 1). Die Durchgangskurve (Abb. 3) der zur Versuchszeit rund 1 m^3/sec schüttenden Quelle zeigt einen steilen Anstieg und ein ebenso rasches Absinken. Der Spitze des Sporendurchgangs folgte ein länger anhaltendes Abklingen, das sich über den Abbruch der Beobachtungen am 28. August hinzog. Ein Vergleich mit anderen Triftergebnissen (siehe unten!) führt zu dem Schluß, daß von der Versinkungs-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

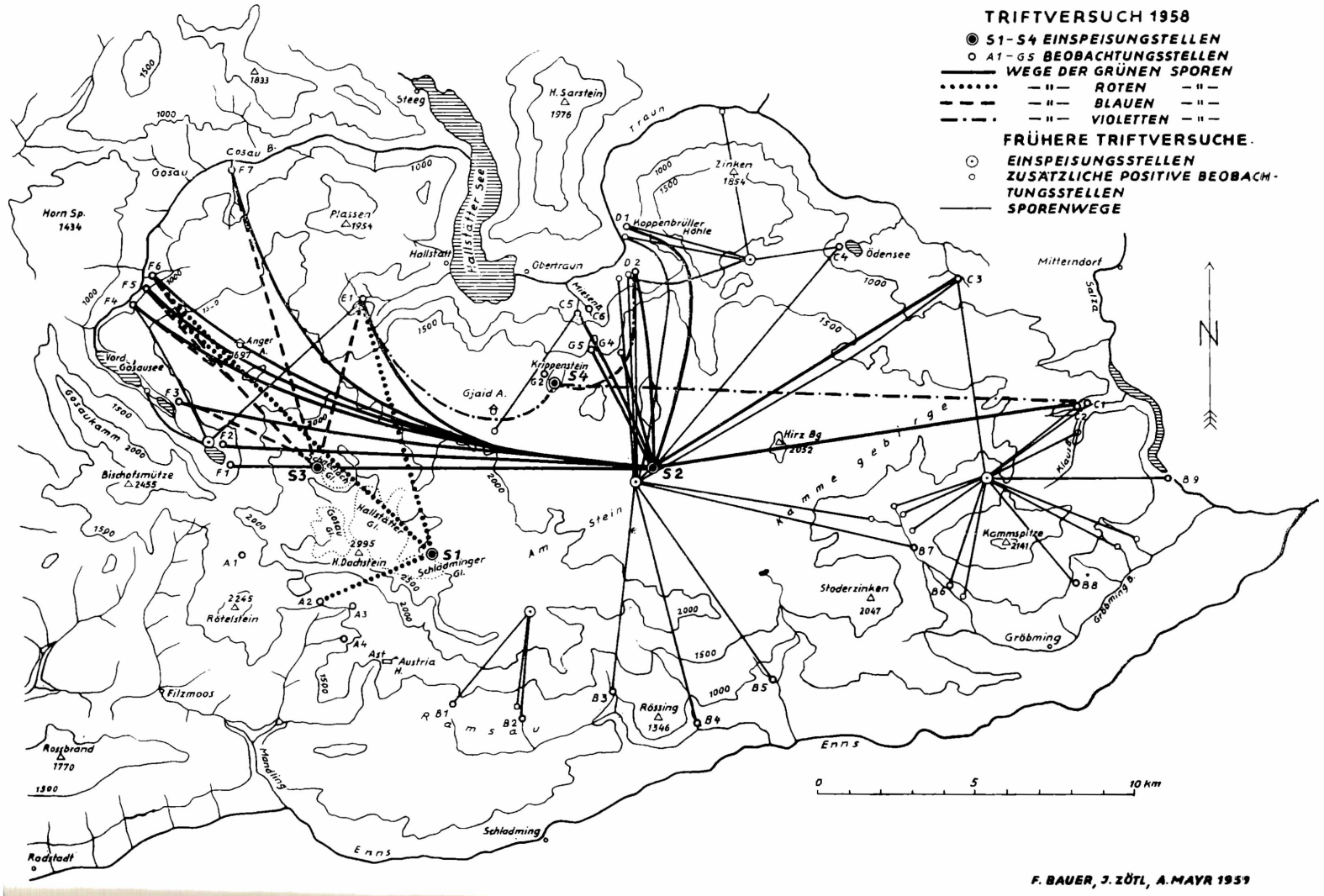
stelle am Schladminger Gletscher zum Waldbachursprung ein weitgehend geschlossenes Karstgerinne mit zum Teil erheblich ausgeweiteten Höhlenschläuchen zieht. Es ist anzunehmen, daß dieser Weg entlang tektonischer Störungslinien angelegt wurde. Die Entfernungen von der Schwinde zu den positiven Entnahmestellen im Bereiche A und F liegen zwischen 3,8 und 12,5 km, die Durchgangsgeschwindigkeiten zwischen 43 und 158 m/h bei Fallhöhen zwischen 550 und 1520 m. (Für die Berechnung der Durchgangszeiten wurde stets das erste Auftreten der Sporen herangezogen.) Zum Waldbachursprung (E 1) besteht eine Fallhöhe von 1480 m, die größte Triftgeschwindigkeit dorthin betrug bei einer Entfernung von 8,4 km rund 90 m/h.

2. Die Einspeisung im Wurzkar (S 2) und ihre Triftergebnisse

Im Wurzkar (südlich des Speikberges im östlichen Dachsteinplateau) treten mehrere kleine Quellen aus. Der Abfluß der Bedeutendsten verschwindet nach kurzem Lauf in ein Schluckloch in einer kleinen Doline im westlichen Teil des Wurzkars in 1770 m SH. Die versinkende Wassermenge betrug zur Zeit der Einspeisung 0,8 l/sec (geschätzt). Hier wurden ebenfalls am 13. August, und zwar zwischen 12,30 und 14,00 Uhr, 15 kg grüngefärbte Lycopodiumsporen eingebracht. Der dauernde Quellabfluß sorgte für einen raschen Abtransport der Sporen in die Tiefe.

Die Einspeisung im Wurzkar zeitigte ein wesentlich anderes Ergebnis als die Beschickung der Schwinde beim Schladminger Gletscher. Am auffälligsten ist die große Zahl der Wasseraustritte, in denen grüngefärbte Sporen nachgewiesen werden konnten (15 Quellen und Gerinne). Mit wenigen Ausnahmen führten fast sämtliche Beobachtungsstellen zwischen C 2 im Osten und F 1 bis F 7 im Westen Sporen aus dem Wurzkar. Auf Grund von Erfahrungen aus vorhergegangenen Versuchen (siehe unten!) darf als sicher angenommen werden, daß in Wirklichkeit noch eine beträchtliche Zahl weiterer Quellen sporenpositiv war, was aber wegen der technisch bedingten zahlenmäßigen Beschränkung der Beobachtungsstellen nicht nachgewiesen werden konnte.

Ebenso wie die weite Streuung des eingebrachten Sporengutes steht die geringe Anzahl der jeweils pro Probe auftretenden Sporen im Gegensatz zum Triftergebnis vom Schladminger Gletscher zum Waldbach. Im allgemeinen liegt die Sporenzahl unter 10 pro Probe, und selbst bei Ausnahmen (am 23. August in F 4 37 Sporen) ist der Abstand zur Menge der roten Sporen im Waldbach augenscheinlich. Auch die Zahl der sporenpositiven Proben pro Beobachtungsstelle ist im allgemeinen geringer; mit Ausnahme von F 2 und F 6 wurden bereits vor dem Abbruch des Versuches nach erfolgtem Sporendurchgang wieder sporennegative Proben vermerkt,



© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Die Erstellung einer Durchgangskurve ist in den meisten Fällen wegen der geringen Sporenmengen nicht möglich.

Die Entfernungen zwischen den positiven Beobachtungsstellen und der Schwinde liegen zwischen 3,8 und 17,2 km, die Fallhöhen zwischen 190 und 1210 m. Die Triftgeschwindigkeiten schwankten zwischen 26 und 225 m/h.

3. Die Beschickung der Schwinde beim Schneelochgletscher (S 3) und die Ergebnisse

Ebenfalls am 13. August, und zwar zwischen 15,30 und 17,00 Uhr, wurden in einem Abfluß des Schneelochgletschers 15 kg blaugefärbte Lycopodiumsporen eingebracht. Die Einspeisungsstelle liegt in einer Doline in 2170 m SH und nahm zur Versuchszeit einen Gletscherwasserbach von zirka 4 l/sec. auf. Das hier eingesetzte Sporengut konnte in fünf Wasseraustritten im Bereiche Gosau (Beobachtungsstellen F 3 bis F 7) und im Waldbachursprung (E 1) nachgewiesen werden. Die Streuung umfaßt einen geschlossenen Sektor und entspricht im kleinen dem Ergebnis der Beschickung der Schwinde im Wurzkar. Die nachgewiesenen Sporenmengen sind durchschnittlich auffallend gering, was die Möglichkeit offen läßt, daß einige durch die Einspeisung wesentlich betroffene Wasseraustritte durch das weitmaschige Beobachtungsnetz nicht erfaßt wurden. Bei Entfernungen von der Schwinde zu den positiven Beobachtungsstellen zwischen 4,8 und 9,8 km und Fallhöhen zwischen 1180 und 1380 m lagen die Triftgeschwindigkeiten zwischen 28 und 72 m/h.

4. Die Ergebnisse der Beschickung einer Doline am Hohen Krippenstein (S 4) und die lokale Untersuchung im Raume der Schönberg-Alm

Ungefähr 250 m SSO des Hohen Krippensteins (2109 m) wurden am 16. August von 8,00 bis 8,30 Uhr in eine offene trockene Spalte am

---

Erläuterungen zu Abb. 1
(Karstwasserwege im Dachsteingebiet)

Die Sporenwege wurden unter Berücksichtigung des Reliefs und der geologischen Gegebenheiten (Hallstätter Salzstock!) gezeichnet. Die Darstellung der unterirdischen Verteilung der Triftstoffe bleibt jedoch hypothetisch und dient nur der Illustration der Triftergebnisse. Die Verhältnisse in der Natur liegen weitaus komplizierter. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in der Skizze die Einspeisung in der Dachstein-Rieseneishöhle 1956 (Zötl 1957 a) nicht eingezeichnet, wie auch ein von Mayr (1954 b) im Rahmen seiner Einspeisung am Hinteren Gosausee im Jahre 1953 nachgewiesener Teilabfluß von rund 600 m Länge weggelassen wurde. Der 1958 durchgeführte Teilversuch mit der Einspeisung bei S 5 (Schönberg-Alm) wurde ebenfalls weggelassen. Da die Einspeisungen 1958 (im Gegensatz zu den Triftversuchen der Vorjahre) nahezu gleichzeitig erfolgten, sind die Ergebnisse (besonders in Bezug auf die Triftgeschwindigkeiten) untereinander vergleichbar.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

BEOBACHTUNGS-STELLEN – NR.:		A	C				D		E		F							G		
		2	1	2	3	5	1	2	1		1	2	3	4	5	6	7	4	5	6
DATEN DER POSITIVEN BEOBACHTUNGSSTELLEN	SEEHÖHE m	1760	880	890	830	600	560	570	830		1180	1160	990	796	790	810	800	1580	1389	1140
	m FALLHÖHE von S 1	550							1480						1520	1500				
	m FALLHÖHE von S 2			880	940	1170	1210	1200	940		590	610	780	974	980	960	970	190	391	
	m FALLHÖHE von S 3								1340				1180	1374	1380	1360	1370			
	m FALLHÖHE von S 4		1170	1160				1480	1220											
	m FALLHÖHE von S 5																			190
	km HORIZONTAL-ENTFERNUNG von S 1	3,8							8,4						12,3	12,5				
	km HORIZONTAL-ENTFERNUNG von S 2			13,5	11,3	5,4	7,6	6,2	10,6		13,3	13,6	15,1	17,2	17,0	16,9	16,3	3,8	4,2	
	km HORIZONTAL-ENTFERNUNG von S 3								5,5				4,8	7,8	7,8	8,0	9,8			
	km HORIZONTAL-ENTFERNUNG von S 4		16,8	16,5				4,4	6,6											
	km HORIZONTAL-ENTFERNUNG von S 5																			0,4
	SCHÜTTG. l/sec	50	10	3	>500	2-5	(100)	(50)	1000		1	0,5	12	1200	490	100	220	<1	0,1	(1)
AN DEN EINZELNEN BEOBACHTUNGSSTELLEN IN DER ZEIT VON 12 – 30. AUGUST 1958 NACHGEWIESENEN SPOREN R = ROT (VON S1), G = GRÜN (VON S2), B = BLAU (VON S3), V = VIOLETT (VON S4), F = UNGEFÄRBT (VON S5)	12.						E	E	E											
	13.	E	E	E	E	E					E	E	EINSPEISUNGEN IN S1, S2 u. S3							
	14.	4R				6G							E	E	E	E	E	E	E	
	15.					10G												+	+	E
	16.					3G					EINSPEISUNGEN IN S4 u. S5							+	+	+
	17.			2G			+	3G 2V	2G 3R				2G							2F
	18.			1V		X		3G 1V	2G 115R		1G		3G	1B		4G		+		1F
	19.			2V	2G	X	8G	5G 2V	3G3B 127BR				1B				2B	1G	2G	
	20.						5G	1G 1V	1G1B 149R				2G					+	+	+
	21.		2V				1G	1G 2V	1B 61R		2G			1G		1G				
	22.								24R		5G			1B		2R	4G			+
	23.								106R		3G		8G	37G	4G	7G	8G			+
	24.					1G			4B3V 71R			5G	4G	5G 1B	3G	4G 4B				
	25.								8B1V 76R		2G			12G	8G1B 1R	6G 4B				
	26.								6B 65R					2G	3G	6G	6G			
	27.								2B 36R			1G				2G 1B				
	28.																			
	29.																			
	30.																			
MINIMALTRIFT GESCHWINDIGKEITEN DER ERSTEN SPOREN (m/h)	von S 1	158							90						43	59				
	von S 2			141	78	225	51	64	115		106	50	161	91	72	146	77	26	29	
	von S 3								40				35	68	28	31	72			
	von S 4		137	317				143	34											
	von S 5																			14

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Erläuterungen Abb. 2

In der Tabelle sind die wichtigsten Daten sämtlicher im Rahmen des Triftversuches 1958 positiv gewesener Beobachtungsstellen zusammengefaßt. Die Lage der einzelnen Beobachtungsstellen ist aus Abb. 1 zu entnehmen. Die negativen Quellen wurden in die Tabelle nicht aufgenommen. (Beobachtet wurden vom 14. bis 22.: B 1, B 2, B 3; vom 14. bis 23.: A 1, A 3, A 4, B 4, B 5, B 7; vom 14. bis 25.: B 6, B 8, B 9; vom 14. bis 27.: C 4; vom 16. bis 26.: C 6 = G 3; vom 17 bis 22.: G 1; vom 16. bis 23.: G 2.) Die Daten der Einspeisung sind im Text enthalten.

Die angeführten Seehöhen der Beobachtungsstellen entsprechen den Einhängungsstellen der Planktonnetze. Aus technischen Gründen (Rationalisierung der Beobachtung) mußten die Netze zum Teil in die Abflußgerinne der Quellen eingehängt werden. Die Quellen liegen also zum Teil höher als die Beobachtungsstellen. Die hier angegebenen Fallhöhen stellen somit die Maximalwerte dar. Die Horizontalentfernungen wurden in der Luftlinie gemessen: die tatsächlichen Sporenwege sind daher immer größer. Die angegebenen Schüttungen stellen Mittelwerte dar, die bei starken Niederschlägen auf ein Vielfaches ansteigen können (besonders bei Riesenquellen). Die nicht genau erfaßbaren oder stark schwankenden Schüttungswerte wurden in Klammer gesetzt. Bei D 1 liegt die Abflußschüttung sicher weitaus höher, ist aber nicht genau zu erfassen, da auf engerem Raum mehrere Quellaustritte vorliegen und ein Teil des Abflusses direkt in die Traun austritt.

Im Hauptteil der Tabelle wurden die an den einzelnen Beobachtungsstellen nachgewiesenen Sporen pro Probe nach Menge und Herkunft (Farbe) festgehalten. Die Sporenmengen sind zueinander nicht direkt in Beziehung zu setzen, da an allen Beobachtungsstellen andere Abflußverhältnisse herrschten, die Auffangflächen der Netze (10 cm Durchmesser) jedoch immer gleich waren. Das aus den Sporennachweisen zu gewinnende Ergebnis ist daher immer nur rein qualitativer Art (Herkunft, Triftgeschwindigkeit). Die leeren Spalten bedeuten, daß die Proben untersucht wurden, aber negativ waren. E zeigt den Tag der Einhängung des Netzes an. Die dicke Linie, welche die einzelnen Spalten oben und unten begrenzt, schließt den Zeitraum ein, in welchem täglich an den einzelnen Beobachtungsstellen Proben entnommen worden sind. bedeutet, daß die Probe verloren ging; diese Tage wurden somit nicht erfaßt. Bei ⊢ wurden keine Proben entnommen, das Netz blieb jedoch an seiner Stelle; die Tage ohne Probennahme wurden daher durch die nächstfolgende Probe erfaßt. (Das Triftergebnis von S 5 zu G 6 wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht Abb. 1 eingezeichnet.)

Die Triftgeschwindigkeiten wurden aus den Horizontalentfernungen (ohne Berücksichtigung des Gefälles) und den Zeiten zwischen Einspeisung und Entnahme der ersten positiv befundenen Probe berechnet. Da eine Probe mindestens den Abfluß von einem Tag umfaßt, kann unter Umständen die Durchflußzeit bis zu 24 Stunden geringer sein. Die hier angegebenen Geschwindigkeiten stellen daher immer nur die belegbaren Mindestgeschwindigkeiten der ersten den Proben nachgewiesenen Sporen dar.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Boden einer Doline (SH ca. 2050 m) 7 kg violett gefärbte Sporen eingebracht. Da in die Spalte kein natürlicher Abfluß erfolgte, wurden rund 500 Liter Wasser mittels einer Schlauchleitung vom Berghaus Krippenstein der eingesetzten Sporenmenge nachgespült.

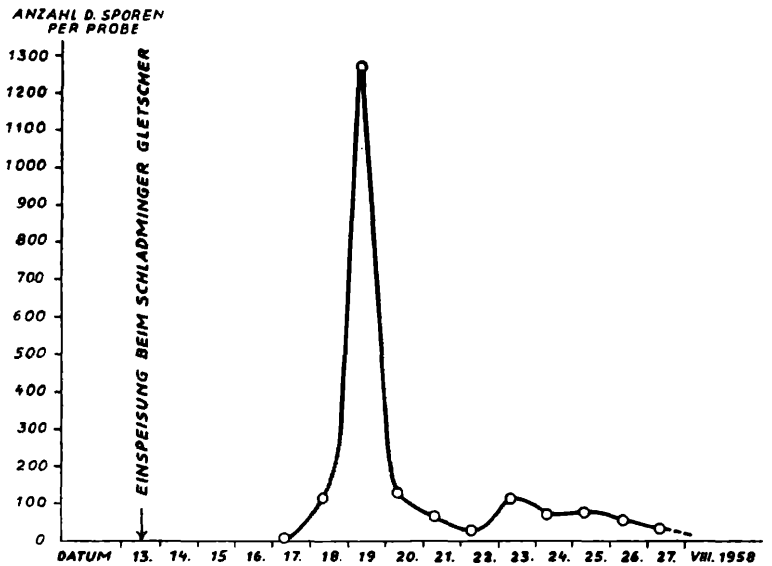


Abb. Der Durchgang der beim Schladminnger Gletscher eingespeisten Sporen im Waldbachursprung

Nachgewiesen wurden die violett gefärbten Sporen in drei Quellbereichen: Im Klausgraben (C 1 und C 2), im Koppenwinkel (D 2) und im Waldbach (E 1). Die Triftgeschwindigkeiten nach Osten sind beträchtlich (137 bis 317 m/h bei Fallhöhen zwischen 1160 und 1480 m und Entfernungen zwischen 4,4 und 16,8 km), jene zum Waldbach wesentlich geringer (34 m/h bei 1220 m Fallhöhe und 6,6 km Entfernung).

Die eingespeiste Sporenmenge war zweifellos zu gering, um in weiter entfernt gelegenen Beobachtungsstellen einen Nachweis zu ermöglichen. Da hier (wie auch für die Einspeisung bei der Schönberg-Alm) nur lokale Abwasserfragen für die Dachsteinbahn zu klären waren, von dieser also auf die Erfassung der Triftmöglichkeiten zu weiter entfernten Quellen kein Wert gelegt wurde, wurde keine größere Sporenmenge verwendet.

Zuletzt wurde noch unter dem äußersten Plateaurand am Nordhang des

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Massivs unter der Seilbahnstation der Schönberg-Alm (S 5) am 16. August zwischen 12,00 Uhr und 12,30 Uhr eine Versickerungsstelle des Abwassers (1330 m SH) mit 5 kg ungefärbten Lycopodiumsporen beschickt. Hier versinken zeitweilig beträchtliche Wassermengen vom Überlauf der Klärgrube der Mittelstation der Dachsteinseilbahn im Sprengschutt. Dem eingebrachten Triftmaterial wurden über 500 Liter Wasser nachgespült. Hier eingesetzte Sporen wurden nur in der Stubenbodenquelle (G 6) bei einer Horizontalentfernung von 400 m und einer Fallhöhe von 190 m nachgewiesen. (Dieses Versuchsergebnis wurde in der Skizze, Abb. 1, nicht eingezeichnet.)

Zusammenfassung und Vergleiche mit anderen Triftversuchen

Die Ergebnisse der Triftversuche 1958 im Dachsteingebiet zeigen zwei grundsätzlich verschiedene Arten der Karstwasserbewegung.

Das wesentlichste Merkmal des ersten Typus ist eine großräumige Streuung des eingebrachten Sporengutes (Ergebnisse der Einspeisungen im Wurzkar und beim Schneelochgletscher). Das Triftmaterial hat in diesen Fällen den weitverzweigten, in großen Zügen ganzheitlichen Karstwasserkörper getroffen und wurde je nach der mehr oder weniger zentralen Lage der Schwinde über einen größeren oder kleineren Sektor verteilt. Völlig gleichgeartete Ergebnisse erbrachten die 1956 im Auftrage des Speläologischen Institutes von J. Zötl durchgeführten Triftversuche im zentralen und östlichen Teil des Dachsteingebietes (1957 a, b). Damals trafen die Beschickungen der zentral im Plateaubereich bei der Maisenberg-Alm gelegenen Schwinde den Karstwasserkörper des gesamten östlichen Massivs, die randlichen Einspeisungen entsprechend kleinere Sektoren. (Bei diesen ersten Triftversuchen konnte die Beobachtung gegen Westen nur etwa bis zur Linie Obertraun — Schladming durchgeführt werden.) Da die Triftungen 1956 zeitlich hintereinander durchgeführt werden mußten, war es möglich, bei Untersuchungen im kleineren Raum jeweils eine größere Anzahl von Quellen zu kontrollieren. Es zeigte sich, daß damit ebenso die Dichte der nachgewiesenen positiven Quellen stieg. Diese, auch in anderen Gebieten beobachtete Tatsache läßt den Schluß zu, daß die Anzahl der durch die Einspeisungen 1958 im Wurzkar und beim Schneelochgletscher betroffenen Quellen viel größer war, als durch das weitmaschige Beobachtungsnetz nachgewiesen werden konnte.

Alle diese Versuchsergebnisse decken sich auch mit den Resultaten von Untersuchungen in den westlichen Lechtaler Alpen und im Toten Gebirge (J. Zötl, 1958) und vor allem mit dem interessanten Färbeversuch von E. Dosch im Hochschneeberg. Bei letzterem wurden durch den Einsatz von 9,5 kg Uranin in

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

eine zentral gelegene Schwinde im Ochsenboden ebenfalls praktisch alle nennenswerten Wasseraustritte um das gesamte Massiv betroffen (Dosch, 1956), womit der Nachweis eines zusammenhängenden Karstwasserkörpers erbracht war.

Den zweiten Typus der Karstentwässerung zeigt das Triftergebnis der Einspeisung 1958 beim Schladminger Gletscher. Hier besteht von einer dauernd aktiven Schwinde aus eine mehr oder minder lineare Entwässerung durch ausgefahrene Karstschläuche zu einer Riesenquelle (Waldbach). Kennzeichen einer dergestalten Entwässerung ist bei einer ausreichenden Menge des Beschickungsmaterials eine Sporendurchgangskurve mit einem ausgeprägten Maximum in einem Wasseraustritt (Abb. 3).

Auch dieser Typus der Karstentwässerung ist weit verbreitet. So erbrachte die Beschickung einer Schwinde im Schnittler Moos (Tauplitzgebiet; vgl. Zötl, 1958) den nahezu geschlossenen Wiederaustritt des Triftgutes im Sagtümpel, einer Riesenquelle am Fuße der Tauplitz in der Gnanitz. Die dort erfaßte Durchgangskurve entspricht jener vom Waldbach. Ähnliche Verhältnisse liegen im Abfluß vom Oberfeld (Gjaidalm, Obertraun) zur Quelle des Sportheimes Obertraun vor (Bauer, 1958). Der Nachweis, daß trotz des kleinen Netzausschnittes und der dadurch bedingten Beschränkung der Kontrolle auf einen winzigen Bruchteil der in einer Riesenquelle austretenden Wassermenge auf den Hauptdurchgang des Sporengutes geschlossen werden kann, erbrachte ein von V. Maurin und J. Zötl durchgeführter kombinierter Salzungs-, Färbe- und Sporentriftversuch im Buchkogelgebiet bei Graz, bei den dergestalten Durchgangskurven der Sporen ein 70- bis 80prozentiger Wiederaustritt eingesetzter Farb- und Salzmengen entsprach (Maurin—Zötl, 1959). Einen weiteren Nachweis eines solchen geschlossenen Karstgerinnes brachte die Salzung des Lurbaches (Mittelsteiermark) durch V. Maurin (1952).

Derartige lineare und wenig verzweigte Karstgerinne können somit den allgemeinen Karstwasserkörper, von diesem mehr oder weniger isoliert, durchziehen. Die Beziehungen der beiden Typen der Karstentwässerung zueinander sind noch wenig erforscht, ihr Nebeneinander ist aber mehrfach bewiesen. In den vergangenen Jahrzehnten waren vor allem nur die linearen, geschlossenen Karstwasserwege das Hauptobjekt der karsthydrographischen Forschungen gewesen, was zu einer Fehldeutung der allgemeinen Entwässerung eines Karstgebietes führen mußte.

Von grundlegender Bedeutung ist aber die Feststellung, daß sich die einzelnen Karstwasserwege gegenseitig überkreuzen können, was in Abb. 1 deutlich zum Ausdruck kommt. Daraus ergibt sich, daß die einzelnen Karstquellen keine gegeneinander abgrenzbaren Einzugsbereiche haben, sondern, daß diese sich gegenseitig weitgehend überschneiden.

Die Triftgeschwindigkeiten bei den Dachsteinversuchen 1958 liegen mit einer Ausnahme zwischen 26 und 225 m/h; nur die Geschwindigkeit der violetten Sporen vom Hohen Krippenstein zum Klausgraben (C 2) fällt mit 317 m/h bedeutend heraus. Alle anderen Werte decken sich mit

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

den Verhältnissen, wie sie im Bereiche der Tauplitz, der Voralpe und in den westlichen Lechtaler Alpen vorgefunden wurden (J. Zötl 1958). Auffallend gering sind die Triftgeschwindigkeiten der beim Schneelochgletscher eingesetzten blauen Sporen (28 bis 72 m/h).

Bei einem Vergleich von mehr als 70 Messungen kam G. Schulz (1957) im Muschelkalk Südwestdeutschlands zu maximalen Geschwindigkeiten von 14 bis 400, im Weißjura von 25 bis 585 m/h.

Die Fallhöhe hatte bei den eigenen Untersuchungen keine Einwirkung auf die Triftgeschwindigkeit. Rückschlüsse von der Triftgeschwindigkeit auf die Klüftigkeit des Gesteins, wie sie des öfteren versucht wurden, sind nach den hier dargestellten Ergebnissen nicht stichhaltig. In jedem Fall bestimmen die lokalen Bedingungen die Detailabflußverhältnisse; Gesetzmäßigkeiten können nur für das gesamte Entwässerungssystem eines Großraumes (zum Beispiel Dachsteinmassiv) mit gewissen Einschränkungen erwartet werden.

Praktische Folgerungen für Quellschutz und Wasserwirtschaft

Die Ergebnisse der bisher durchgeführten Triftversuche zeigen deutlich, daß die Karstentwässerung anderen Gesetzen unterliegt als die Grundwasserbewegung und der Oberflächenabfluß, somit also einen eigenen Problemkreis bildet. Dies hat bedeutende praktische Auswirkungen für die Fragen des Quellschutzes und der Wasserkraftwirtschaft.

Die Versuche haben gezeigt, daß die in einem Karstmassiv an einer einzigen Stelle versinkenden Wässer in einer großen Anzahl von Quellen an der Massivumrandung wieder austreten können (Abb. 1). Der Nachweis der Wasserwege wurde nun bei den hier beschriebenen Versuchen mittels der rund 35 Mikron großen *Lycopodium*-Sporen durchgeführt. Daraus ist klar ersichtlich, daß die auf diese Art nachgewiesenen Abflußlinien um so leichter pathogene Keime (Typhusbazillen sind 1,2 bis 3,2 Mikron lang) zu den Quellen im Tal befördern können. Darüber hinaus ist anzunehmen, daß manche Quellen, die von den weitaus größeren Sporen (vielleicht auf

* Verständlich ist die geringe Fließgeschwindigkeit von S 2 zu den Quellen G 4 und G 5, die 600 bis 1000 m über dem Talquellenhorizont liegen. Der Abfluß zu ihm erfolgt außerhalb der Abflußlinien des Karstwasserkörpers und über diesem bei sehr geringem Gefälle. Die Abflußgeschwindigkeit von S 5 zu G 6 ergibt sich aus dem Sporennachweis in der 28 Stunden nach der Einspeisung entnommenen Probe. Da die ersten Sporen jedoch schon wenige Stunden nach der Einspeisung die Quelle erreicht haben können, sind für diese ohneweiters (theoretisch unbegrenzt) größere Geschwindigkeiten möglich; 14 m/h ist die Mindestgeschwindigkeit der ersten Sporen.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

Grund einer gewissen Filterung und Sedimentation) nicht erreicht worden sind, von in den gleichen Schwinden versinkenden Erregern betroffen werden können. Bei der weiten Verteilung, welche in einem Karstmassiv versinkendes Wasser erfährt, bedeutet eine Ausscheidung von pathogenen Keimen an einer einzigen Stelle seines Bereiches in vielen Fällen eine akute Gefährdung sämtlicher Wasserversorgungsanlagen, die Karstquellen des gleichen Massivs gespeist werden.

Karstquellen mit großer Schüttung wurden bisher mit großer Vorliebe für die Wasserversorgung von Siedlungen herangezogen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist die Wasserversorgung der Stadt Wien aus dem Schneeberg-Raxgebiet und dem Hochschwabstock. (Die Karstentwässerung des Schneeberg-Raxbereiches wurde eingehend von Dosch 1955 untersucht.)

Im Untersuchungsgebiet sind es vor allem die Gemeindewasserleitung von Hallstatt (Fassung des Waldbachursprunges) und die Sportheimquelle (C 5) von Obertraun. Für letztere wurde von F. Bauer (1958) ein Zufluß von Überwasser der Klärgrube des neuen Berghauses am Oberfeld (Gjaid-Alm) nachgewiesen. Der Waldbachursprung (E 1) erhält neben Wässern aus den verschiedensten Plateauteilen auch einen geringen Zufluß vom Krippenstein, auf welchen täglich mit der Seilbahn über 2000 Personen befördert werden können, wodurch die Möglichkeit einer Zufuhr von pathogenen Keimen in die Ortswasserleitung von Hallstatt enorm gesteigert wird. A. Mayr (1953 a, b, 1954 a, b, 1956) zeigte, daß im Waldbachursprung auch Wasser aus dem Hinteren Gosausee austritt. In den Quellfassungen der Schladminger Ramsau konnten 1956 im Landfriedtal eingespeiste Sporen nachgewiesen werden (Zötl, 1957 a).

Die Versuchsergebnisse zeigen aber auch, daß eine genaue Abgrenzung der Einzugsbereiche einzelner Quellen im Karstgebiet nicht möglich ist. In Zweifelsfällen, besonders wenn keine eingehenden Untersuchungen vorliegen, muß immer damit gerechnet werden, daß eine fragliche Quelle aus dem gesamten Karstbereich alimentiert werden kann, soweit es die Gefällsverhältnisse zulassen. Es ist daher auch nicht möglich, eng begrenzte Quellschutzgebiete festzulegen. (Wollte man die Wasserversorgungsanlagen im Dachsteingebiet einwandfrei vor Verunreinigungen schützen, müßte man das gesamte Dachsteinmassiv — über 400 km² — zum Quellschutzgebiet erklären!)

Man kann zwar durch Entkeimung der im Bereich des Karstgebietes in Klärgruben anfallenden Abwässer (Seilbahnstationen, Schutzhütten, Berghotels) die Hauptgefährdungspunkte entschärfen. (Sobald die Wasserversorgungsanlagen von Siedlungen durch diese Abwässer betroffen werden, muß man es tun.) Es bleibt aber noch immer die Gefahr der Ausscheidung von Erregern im freien Gelände (Touristen!), welche nicht kontrolliert werden kann. Sobald aus einem Karstgebiet die Wasserversorgung von Siedlungen gedeckt wird (und hiefür keine gleichwertige Ersatzmöglichkeit besteht), muß dessen weitere touristische Erschließung im Inter-

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

esse der Volksgesundheit unterbunden werden. (Hier ist vor allem das Seilbahnprojekt auf den Schneeberg zu erwähnen. Aus dem Schneeberg-Raxgebiet wird ein Großteil des Trinkwasserbedarfes der Zweimillionenstadt Wien gedeckt!)

Durch Verseuchung von Karstquellen verursachte Epidemien traten bisher relativ selten auf, was vielfach darauf zurückzuführen ist, daß viele Karstgebiete bisher wegen ihrer Unzugänglichkeit nur von wenigen Menschen besucht wurden. Mit der zunehmenden Erschließung des Hochgebirges wird aber auch die Möglichkeit größer, daß Dauerausscheider von Erregern dorthin gelangen und durch diese schlagartig ausbrechende Epidemien verursacht werden können.

Daur und Röhrer (1921) bewiesen durch Salzungsversuche, daß die letzte der großen Pforzheimer Typhusepidemien (1919) durch Einschwemmung der Keime in Quellfassungen verursacht worden war. Die Fäkalien eines vorzeitig aus dem Krankenhaus entlassenen Mädchens waren mit denen der Familie auf die Felder gebracht worden, von wo aus die Erreger in die Pforzheimer Brunnen gelangten. Schulz (1957) verweist auf eine 1955 in Hagen/Westfalen explosiv ausgebrochene Typhus- und Paratyphusepidemie mit ungefähr 700 Erkrankungen und drei Todesfällen und auf Feststellungen anläßlich der Weltgesundheitswoche 1955, nach denen in dem Jahrzehnt seit dem 2. Weltkrieg über 250 000 Typhuserkrankungen mit rund 25 000 Todesfällen zu verzeichnen waren, die großteils auf verunreinigtes Trinkwasser zurückzuführen waren (p. 406). Wertvoll ist auch der Hinweis von Schulz, daß erfahrungsgemäß nach einer Krankheitswelle 2 bis 5 % Dauerausscheider zurückbleiben. Diese stellen eine eminente Gefahr dar, da bei den heutigen Verkehrsmöglichkeiten eine Verschleppung über große Strecken möglich ist. Auch über die Lebensdauer der Keime bestehen vielfach falsche Vorstellungen. Die Lebensdauer der Typhusbazillen richtet sich offensichtlich nach den Umweltsbedingungen und Schulz (p. 405) zitiert für Typhusbazillen mehr als 40 Tage, für Dysenterieerreger ebenfalls mehr als 40 Tage und für Colibakterien mehr als 55 Tage, vor allem auch bei niederen Temperaturen. Im Schlamm kann die Lebensdauer mehrere Monate erreichen, ohne daß die Keime ihre Pathogenität einbüßen. Auch die Viren der Poliomyelitis halten sich bis zu 120 Tagen im Abwasserschlamm und durch Abwässer können auch Tuberkulose, Milzbrand, Wurmeier, infektiöse Gelbsucht und Cholera verbreitet werden. — Schließlich sei darauf verwiesen, daß auch in Anrainergebieten des Untersuchungsgebietes die sogenannte „Wasserkrankheit" mit Durchfall und Erbrechen durchaus nicht unbekannt ist.

Auf Grund dieser Erkenntnisse ist die Heranziehung von Karstquellen für Trinkwasserversorgungsanlagen abzulehnen, solange andere Möglichkeiten bestehen. So hat die Gemeinde Obertraun (nachdem ursprünglich nach dem Beispiel der Gemeinde Hallstatt die Fassung der Riesenquelle der Koppenbrüllerhöhle geplant gewesen war) auf den Grundwasserkörper des Trauntales zurückgegriffen (Pumpwerk), unter Berücksichtigung der zunehmenden Erschließung des Dachsteingebietes für den Fremdenverkehr

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

die einzig richtige Maßnahme! Der Grundwasserkörper des Trauntales bei Obertraun wird zum größten Teil durch direkt in diesen unter Schutt bedeckung austretenden Karstquellen gespeist. Im Grundwasserbereich folgt eine weitgehende Filterung dieser Karstwässer, die dann Pumpwerk als gereinigtes Quellwasser gefördert werden.

Die Erkenntnisse, daß Karstquellen keine scharf abgegrenzten Einzugsbereiche haben, daß sich die Zuflußbereiche der einzelnen Karstquellen gegenseitig weitgehend überschneiden und daß die tatsächlich nachweisbaren Einzugsbereiche von den nach orographischen Gesichtspunkten bestimmten grundsätzlich verschieden sein können und an diese ursächlich nicht gebunden sind, sind besonders für die Wasserkraftwirtschaft von grundlegender Bedeutung. In den meisten Fällen ist eine vollständige Revision der bisher für Kraftwerksplanungen in Karstgebieten konstruierten Einzugsbereiche nötig.

So hat schon F. Rosenauer (1946) für den westlichen Teil des Dachsteingebietes (Gosaugebiet) festgestellt, daß bei einer Abgrenzung des Einzugsbereiches nach orographischen Gesichtspunkten in den Jahren 1901 bis 1910 und 1911 bis 1920 die abgeflossene Wassermenge 100 Prozent der Niederschlagsmenge betragen würde, was unmöglich zutreffen kann. Daraus schloß Rosenauer, daß der tatsächliche (unterirdische) Einzugsbereich erheblich größer sein müsse, was durch die hier beschriebenen Versuche im August 1958 bestätigt wurde. Daß die Verhältnisse im einzelnen aber noch wesentlich komplizierter sind, beweist die Feststellung A. Mayrs (1954 a, b, 1956), daß im Hinteren Gosausee versinkende Wässer zum Teil zwar wieder im Gosautal austreten, zum Teil aber in den Bereich des Waldbaches (E 1) abziehen und somit den Kraftwerken Gosau verlorengehen. Daraus ergibt sich, daß in verkarsteten Gebirgen sowohl für die Abklärung der Einzugsbereiche im großen, wie auch für die Lösung der Detailfragen auf eine eingehende Untersuchung der unterirdischen Wasserbewegung nicht verzichtet werden kann.

Die hier dargelegten Forschungsergebnisse schaffen für sämtliche wasserwirtschaftliche Maßnahmen in Karstgebieten neue Voraussetzungen. Zukünftige Planungen für Wasserkraftnutzung und Trinkwasserversorgung werden diese Erkenntnisse berücksichtigen müssen, wenn eine Schädigung der Volksgesundheit oder wirtschaftliche Verluste vermieden werden sollen.

Literatur

1. Bauer F.: „Aufgaben und Gliederung einer Karstuntersuchung". Mitt. Höhlenkomm. 1954/1 und Beitr. alp. Karstforschung, H. 1, Wien 1956.

2. Bauer F.: „Die Karstuntersuchungen des Speläologischen Institutes. Bisher durchgeführte Arbeiten und weitere Aufgaben". Mitt. Höhlenkomm. 1955/1 und Beitr. alp. Karstforschg., H. 4, Wien 1956.

© Bundesamt für Wasserwirtschaft, download www.zobodat.at

3. Bauer F.: „Quellwassergefährdung Karstgebieten". Österr. Wasserwirtschaft, 10. 5/6, Wien 1958.

4. Daur E. und Röhrer F.: „Die Pforzheimer Typhusepidemie im Jahre 1919". GWF. Das Gas- und Wasserfach, 64, München 1921.

5. Dechant M., Maurin V. und Zötl J.: „Die Triftung gefärbter Sporen, eine neue Methode zur Untersuchung unterirdischer Karstgerinne". Steir. Beitr. zur Hydrogeologie, 8, Graz 1958.

6. Dosch F.: „Färbeversuch Hochschneeberg 1955". Gas - Wasser Wärme, 10. 1/2, Wien 1956.

7. Maurin V „Ein Beitrag zur Hydrogeologie des Lurhöhlensystems" Mitt. Natw. Ver. Steiermark, 81/82, Graz 1952.

8. Maurin V. und Zötl J.: „Die Untersuchung der Zusammenhänge unterirdischer Wässer mit besonderer Berücksichtigung der Karstverhältnisse" Steir. Beitr. zur Hydrogeologie, 9 (im Druck), Graz 1959.

9. Mayr A.: „Blütenpollen und pflanzliche Sporen als Mittel zur Untersuchung von Quellen und Karstwässern" Anz. math.-natw. Kl. Österr. Akad. Wiss., 6, Wien 1953 a.

10. Mayr A.: „Blütenpollen und Sporen als Mittel zum Nachweis von Gletscherwässern" Ztschr. Gletscherkde. u. Glazialgeol. II, 2, Innsbruck 1953 b.

11. Mayr A.: „Hydrogeologische Studien im Dachsteingebiet, mit besonderer Berücksichtigung der Gletscherwässer". Unveröff. Diss., Univ. Innsbruck 1954 a.

12. Mayr A.: „Neue Wege zur Erforschung Quellen und Karstwässern" Mitt. Höhlenkomm., 1953/1, Wien 1954 b.

13. Mayr A.: „Das Hallstätter Trinkwasser" Jb. Oberösterr. Muscalver., 101, Linz 1956.

14. Mayr A. und Moser R.: „Flächen- und Massenverluste der Dachsteingletscher" Ztschr. Gletscherkde. u. Glazialgeol. II, 2, Innsbruck 1953.

15. Mayr A. und Moser R.: „Profilmessungen im Bereiche der westlichen Dachsteingletscher". Ztschr. Gletscherkde. u. Glazialgeol. IV 1/2, Innsbruck 1958.

16. Rosenauer F.: „Wasser und Gewässer in Oberösterreich" Schriftenreihe der Oberösterr. Landesbaudirektion, 1, Linz 1946.

17. Saar R.: „Bemerkungen zur Karstbestandsaufnahme des Speläologischen Institutes". Mitt. Höhlenkomm. 1954/1 und Beitr. alp. Karstfschg., H. 1, Wien 1956.

18. Schulz G.: „Färb- und Salzungsversuche an unterirdischen Wässern Südwestdeutschland". Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg, 2, Freiburg Breisgau 1957.

19. Zötl J.: „Der Einzugsbereich Quellen im Karstgebirge". Österr. Wasserwirtschaft, 9, 4, Wien 1957 a.

20. Zötl J.: „Neue Ergebnisse der Karsthydrologie" Erdkunde, 9, 2, Bonn 1957 b.

21. Zötl J.: „Hydrologische Untersuchungen im östlichen Dachsteingebiet". Mitt. Natw. Ver. Steiermark, 87, Graz 1957 c.

22. Zötl J.: „Beitrag zu den Problemen der Karsthydrographie mit besonderer Berücksichtigung der Frage des Erosionsniveaus". Mitt. Geogr. Ges. Wien, 100, 1/2. Festschr. Hans Spreitzer, Wien 1958.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Wasser und Abwasser

Jahr/Year: 1958

Band/Volume: 1958

Autor(en)/Author(s): Bauer Fridtjof, Zötl Josef, Mayr Alfred

Artikel/Article: Neue karsthydrographische Forschungen und ihre Bedeutung für Wasserwirtschaft und Quellschutz Ergebnisse des im Jahre 1958 vom Speläologischen Institut (Wien) im Daebsteingebiet durchgeführten Sporentriftversuches 280-297