

Berg- und Grundwasserverhältnisse im Illgebiet

Von HERMANN LOACKER *)

Mit 3 Abbildungen auf Beilage 2 und 3.

Schlüsselwörter

Klostertal
Montafon
Rätikon
Walgau
Hydrogeologie

Einleitung

Das Einzugsgebiet der Ill ist 1265 km² groß. Es gehört zu den durch reichliche Niederschläge ausgezeichneten Randzonen der Alpen. Die mittlere Abflußhöhe erreicht mit 1300 mm pro Jahr einen außerordentlich hohen Wert.

Für den wasserwirtschaftlichen Rahmenplan, der von den Vorarlberger Illwerken für das Einzugsgebiet der Ill erstellt worden ist, wurde auch die Hydrogeologie dieses Bereiches untersucht. Die Untersuchungen konnten sich auf die Walgau- und Rätikonkarte der Geologischen Bundesanstalt, die einen großen Teil des Illgebietes umfassen, stützen.

Die Vorarlberger Illwerke unterhalten im Illgebiet einen ausgedehnten Wassermessdienst, es liegen langjährige Meßreihen vor. Die reiche Fülle der vorliegenden Meßergebnisse vermittelt eine gute statistische Übersicht. Viele vorerst überraschende Ergebnisse der Wassermessung sind nur von geologischen Gesichtspunkten her deutbar. Abb. 1 zeigt die ober- und unterirdischen Abflüsse im Illgebiet und die daraus errechneten Abflußhöhen.

Bergwasser

Der Bergwasserhaushalt wird vornehmlich durch die Wasserwegigkeit und den Hohlraumgehalt des Gebirges bestimmt. Von der Ill werden die nachstehend beschriebenen geologischen Großeinheiten gequert. Diese sind nicht nur in geologischer, sondern auch in hydrogeologischer Hinsicht sehr verschieden.

Abb. 2 zeigt die Versickerungsflächen in Karbonat-, in Gipsgesteinen, in Bergzerreißungsgebieten und in Lockermassen im Illgebiet und ihren Zusammenhang mit den Quellaustritten.

Im Süden des Illgebietes ist der Bereich der Silvretta und des Verwall aus kristallischen Gesteinen der Silvrettadecke aufgebaut. Diese durchwegs metamorphen Serien sind im allgemeinen dicht.

Stollenaufschlüsse im Zuge von Kraftwerksbauten, insbesondere beim Bau des Kopswerkes, zeigen, daß im Kristallin der Silvretta der Hauptanteil der Reten-

*) Adresse: Dr. HERMANN LOACKER, Vorarlberger Illwerke AG, A-6780 Schruns.

tion, wenn man von den Talalluvionen absieht, auf die Wasserführung von wenigen stark klüftigen Hartgesteinszügen und die junge Hangtektonik zurückzuführen ist.

Die Silvrettadecke wird im Westen von den unterostalpinen Serien unterlagert. In diesen unterostalpinen Decken, die ihrerseits wieder von dichtem Prätigauflysch unterlagert werden, sind die Abflußverhältnisse vorwiegend von den hier sehr mächtigen Sulzfluhkalken bestimmt. Zwischen Cavelljoch im Westen und dem Plasseggenpaß im Osten bildet das bis zu 2,5 km breite Band der Sulzfluhkalke den Kamm. Diese chemisch sehr reinen Kalke sind so stark verkarstet, daß sich in ihnen kein oberirdisches Gewässernetz ausbilden kann. Sie sind auf Schweizer Seite durch die Prätigauschiefer abgedichtet und haben ihr tiefstmöglichstes Abflußniveau im Bereich der Unteren Spora Alpe im Gauertal. In großen Folgequellen im Kalkschutt tritt dieser Karstwasserstrom im Gauertal auf Höhe 1300 m aus.

Im Osten tauchen die Sulzfluhkalke unter die kristallinen Gesteine der Silvrettadecke ein und kommen im Gargellental als tektonisches Fenster wieder an die Oberfläche. Hier treten im Bereich des Ausstreichens der Sulzfluhkalke sehr starke Quellen aus. Am 18. Oktober 1968 wurden unter Leitung von Dr. F. BAUER vom Speläologischen Institut in eine Sulzfluhkalkschwinde in der Gruoben (großer Karsttrichter) oberhalb des Partunsees bei St. Antönien (Prätigau) 10 kg Uranin eingespeist. Nach fünf Tagen konnte der Farbstoff in zwei talauswärts gelegenen Beobachtungsstellen im Gargellental undeutlich und nach 8 Tagen deutlich nachgewiesen werden. Es ist dadurch erwiesen, daß der mächtige Sulzfluhkalkkomplex zwischen Sulzfluh und Plasseggenpaß überwiegend ins Gargellental entwässert. An den anderen beobachteten topographisch möglichen Austrittsstellen konnten keine Farbspuren nachgewiesen werden.

Vom Plasseggenpaß ziehen die Sulzfluhkalke stark reduziert am Hang auf Schweizer Seite nach Süden und erreichen im Bereich des Madrisahornes nochmals bedeutende Mächtigkeiten. Die Bäche, die im hangenden Kristallin entspringen, versickern in teilweise sehr großen Schwinden im Sulzfluhkalk.

STACHEL wies im Jahre 1924 durch einen Färbversuch den Zusammenhang zwischen den bei der Weberlis Höhli unterhalb der Plasseggen-Alp in den Sulzfluhkalken versickernden Wässern und den Quellbächen des Schanielabaches nach. Hier ist das Sulzfluhkalkband sehr dünn und tektonisch stark gestört. Er beobachtete nur die Quellen auf der Schweizer Seite. Es wird angenommen, daß ein Teil des im Südbereich versickernden Wassers ebenfalls nach Gargellen abfließt, da dort auch weiter taleinwärts im Bereich des Sulzfluhkalkbandes mehrere große Quellen entspringen. Insgesamt entwässern hier ca. 15 km² aus dem Landquartgebiet zum Großteil unterirdisch ins Illgebiet.

Die Bergwasserverhältnisse der oberostalpinen Lechtal- und Allgäudecke sind durch steten Wechsel von dichten und durchlässigen Gesteinen gekennzeichnet. Die Verkarstungserscheinungen sind in den hier vorkommenden Kalken und Dolomiten bedeutend geringer als in den Sulzfluhkalken. Die Lechtaldecke ist in einzelne Teilschollen zerbrochen. Die Entwässerung der einzelnen Teilschollen, die teilweise schlüsselartig gelagert sind, erfolgt in morphologische Tiefpunkte.

Da es den Rahmen dieser Arbeit überschreitet, das ganze Gebiet detailliert zu beschreiben, seien nur einzelne Beispiele angeführt.

Aus dem Klostertal kommend zieht die mächtige Valbonamulde von Bürs bis zur Schesaplana. Im Südostschenkel ist der Hauptdolomit im Bereich der Vandanser Steinwand sehr mächtig entwickelt. Hier zieht aus dem Gebiet der Zimba ein großer Bergwasserstrom in die Illalluvionen westlich von Lorüns. Am Hangfuß treten viele bedeutende Quellen aus. Ein Markierungsversuch, der in diesem Gebiet im Spätherbst 1968 durchgeführt worden ist, brachte keine Ergebnisse. Entweder ist die Verweilzeit des Wassers im Bergstock sehr lang, die Seihung des Dolomits so groß oder die Farbe wurde unmittelbar in die Ill bzw. die Talalluvionen geschwemmt. Südlich der Zimba entwässert der Hauptdolomit ins hintere Brandnertal.

Der mächtige Hauptdolomit der Fundelkopfscholle im Gamperdonatal, der schlüsselförmig auf abdichtende Raiblerschichten aufliegt, entwässert in große Quellen, die am morphologischen Tiefpunkt der Schüssel in der Mengschlucht bei Kühbruck austreten. Ähnlich sind die Abflußverhältnisse in der Hauptdolomitschüssel der Dreischwesternscholle im Saminatal. Von diesen beiden Trinkwasserdarbietern wird nur das in der Samina teilweise genutzt. Die Hauptdolomitschüssel im Gamperdonatal stellt eine große Trinkwasserreserve dar. Hier wäre allenfalls durch eine tiefere Erschließung dieses Trinkwasservorkommens mit einem Stollen durch die abdichtenden Raiblerschichten hindurch eine Bewirtschaftung möglich. In der Wintertrockenzeit, am 16. Februar 1971, wurden an der Meng oberhalb und unterhalb des Quellgebietes Kühbruck—Weißbach je eine Flügelmessung durchgeführt. An der oberen Meßstelle wurden $0,478 \text{ m}^3/\text{s}$, an der unteren $1,217 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen; dies ergab auf einer 1 km langen Strecke einen Bergwasserzudrang von $0,74 \text{ m}^3/\text{s}$ zur Meng.

Das hintere Gamperdonatal zwischen Stüberfall und Nenzingerhimmel ist sehr reich an ziemlich großen Quellen. Die Quellen entwässern teilweise die Gorvionscholle. Die Schüttung der Quellen im Hauptdolomit unterhalb des Stüberfalls ist jedoch in Relation zum Einzugsgebiet zu groß. Es wird vermutet, daß diese Quellen von einem Bergwasserstrom im Liegenden der Gorvionscholle gespeist werden, der sein Nährgebiet im Hauptdolomitstock des Augstenbergs hat.

Die anisischen und ladinischen Kalke der Dreischwestern-Fundelkopfscholle, die gegen Norden hin durch den Vorarlberger Flysch abgedichtet sind, entwässern im Osten in die Illalluvionen und im Westen in morphologische Tiefpunkte, das sind die Schluchten der Meng, Galina und Samina.

Der Hauptdolomit reicht im Süden im Schesaplanagebiet (Zimba-Schesaplanascholle) über die Wasserscheide Landquart—Ill und im Dreischwesterngebiet über die Wasserscheide Ill—Rhein. Durch das Einfallen des Hauptdolomits gegen das Illgebiet sind hier noch ca. 7 km^2 Rhein- bzw. Landquartgebiet hydrogeologisch zum Illgebiet zu zählen. Ähnliche Verhältnisse herrschen im Norden. Hier fließt aus dem Lechgebiet ein beträchtlicher Bergwasserstrom der Lutz zu.

Nach Messungen der Österreichischen Bundesbahnen beträgt die Abflußhöhe im oberen Lechgebiet bei Kote 1814 m (E. G. $3,9 \text{ km}^2$) 425 mm, bei Kote 1620 (E. G. $9,5 \text{ km}^2$) 1140 mm und bei Kote 1440 (E. G. 89 km^2) 1825 mm. Die Abflußhöhe des bei Kote 1510 dem Lech linksufrig zufließenden Johannesbaches (E.

G. 2,8 km²) beträgt 730 mm. Die Niederschlagshöhe kann in diesem Gebiet mit ca. 2000 bis 2200 mm angenommen werden. Die Fehlmengen fließen in Richtung Lutz. Zwei Markierungsversuche, die von den Österreichischen Bundesbahnen unter der Leitung des Speläologischen Institutes in Wien in den Jahren 1957 und 1958 zur Klärung der hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich des Formarinsees durchgeführt wurden, schließen aus, daß die Hauptentwässerung ins näher gelegene Klostertal erfolgt. In keiner Beobachtungsstelle im Klostertal konnten Sporen gefunden werden. Im Lutzbereich wurden an den Quellflüssen des Marulbaches, dem Faldrigen- und Lagutzbach, im Hutlabach und im Rotenbrunnenbach Sporen nachgewiesen. Auch an drei Beobachtungsstellen im Lechtal konnten Sporen nachgewiesen werden. Aus den Abflußhöhen kann auf einen mittleren Karstabfluß aus dem Lech- ins Lutzgebiet von 0,3 bis 0,5 m³/s geschlossen werden.

Im Vorarlberger Flysch, der die ostalpinen Decken im Norden unterlagert und abdichtet, sind keine größeren Bergwassertröme vorhanden. Oberhalb der Gemeinde Thüringen entspringen in den Lockermassen eines periglazialen Randales die Montjolaquellen. Ihre Schüttung schwankt zwischen 120 und 180 l/s (16. Februar 1971 134 l/s). Die Lockermassen, denen sie entspringen, sind als Nährgebiet der Quellen zu geringmächtig. Es wird vermutet, daß die Quellen mit der im Gebiet unterhalb des Hochgerachs beobachteten Hangzerrüttung in den hier stark kalkigen Flyschgesteinen der Plankner-Brüche-Serie in Zusammenhang stehen.

Zwischen Satteins und der Felsenau fallen die verkarsteten Schratzenkalke der helvetischen Säntisdecke gegen das Walgaubecken ein. Quellen und versumpfte Stellen am Hangfuß zeigen an, daß hier ein Bergwasserstrom in die Talalluvionen des Walgaubeckens einmündet.

Grundwasser des Walgaubeckens (und vorderes Montafon und Klostertal)

Die beigegegebene hydrogeologische Karte des Walgaus (Abb. 3) schließt an jene von R. OBERHAUSER, 1970, im Süden an. Die Angaben im folgenden Text sind, soweit möglich, auch in diese Karte eingetragen.

Während der Hocheiszeit war das gesamte Flußgebiet der Ill ca. 1000 bis 1500 m dick mit Eis bedeckt. Die Erosion des Gletschers erzeugte ein breitsohliges Trogtal. Nach dem Abschmelzen der Eismassen der Würmeiszeit bildete sich in dem vom Eis ausgehobelten Walgaubecken ein See, der durch die Auflandung der Ill und ihrer Seitenbäche verlandete und mit der Tieferlegung des Vorfluters durch das Einschneiden der Ill in die Schlucht der Felsenau abgesenkt wurde. Dieser Verlandungsprozeß ist in relativ kurzer Zeit vor sich gegangen.

Die Ill und ihre Seitenbäche schütteten Deltas aus grobkörnigen Schottern in den Walgausee. In Stillwasserbereichen wurden Feinteile abgelagert. Infolge der sehr raschen Sedimentation ist jedoch der Anteil der Feinteile gering; er wird auf weniger als 10% der Beckenfüllung geschätzt.

An 3 Stellen — im Bereich Rodund (äußeres Montafon), im Frastanzer Ried (kurz vor dem Abschluß des Walgaubeckens durch die Schwelle von Felsenau)

und in Rifa im hintersten Montafon — ist der Aufbau der Talalluvionen durch Sondierungen genauer bekannt. In Rifa (inneres Montafon) wurden nur grobe Illschotter angetroffen, die durch eine Murschuttablagerung geteilt sind. Im Becken von Rodund, das sich im Strömungsschatten des Kristakopfes befindet, wurden in insgesamt 283 Bohrmeter 6% Schluff, 13% Sand und 81% Schotterablagerungen angetroffen. Die Schluffschichten keilen zur Talmitte hin aus. Unter den Alluvionen liegt noch eine mächtige Moräne.

Die zahlreichen Bohrungen im Frastanzer Ried zeigen einen einheitlichen Aufbau der Talalluvionen. Unter einer Deckschicht von 3 bis 7 m Schluff-, Lehm- und Torfablagerungen befinden sich ausschließlich Schotter (tiefste Bohrung 39 m). Eine weithin ziehende Schotterterrasse am südlichen Hang zeigt an, daß dieser Talbereich früher noch mindestens 35 m höher verschottert war. Diese Schotter wurden durch die vorerwähnte Tieferlegung des Vorfluters wieder ausgeräumt. Die Schluffuntergrenze, die durch ein dichtes Netz von Bohrungen erkundigt wurde, zeigt ein reich gegliedertes Relief, das die alte Oberfläche und den Verlauf der Illmäander vor Beginn der Schluffablagerungen und Torfbildungen widerspiegelt.

Mittels Querprofilen, die auf Grund der Neigung und Morphologie der Hänge oberhalb des Talbodens, der Kenntnis der grundsätzlichen Gestaltung ehemaliger Gletschertäler, zweier seism. Profile im Bereich Rodund und Rifa und Bohrungen im Frastanzer Ried angefertigt worden sind, wurde versucht, die Form des ehemaligen Gletscherbeckens zu konstruieren. An Hand dieser Querprofile wurde die Kubatur der Beckenfüllung im Walgau und im vorderen Montafon auf 7500 Mio. m³ geschätzt; das ergibt bei einem angenommenen mittleren Porenvolumen von 20% einen Grundwasservorrat von 1500 Mio. m³

Das große Grundwasserfeld der Ill kann infolge des Untergrundreliefs in einzelne Teilfelder unterteilt werden. Eine vollständige Trennung besteht nur im Klostertal, wo durch einen Felsriegel bei Dalaas das Grundwasserfeld des äußeren und des inneren Klostertales getrennt ist. Ansonsten liegt nur eine Verengung des Querschnittes des Grundwasserträgers, verbunden mit Wasseraustritten oberhalb der Engstelle, vor.

Das Grundwasserfeld des inneren Montafon (Innerfratte) ist durch die Engstelle der Fratte vom Grundwasserfeld des äußeren Montafons (Außerfratte) getrennt. In der Außerfratte bilden die beiden Becken von Schruns und Vandans, die durch den ins Tal vorstehenden Kristakopf etwas eingeeengt sind, eine Einheit. Sie werden im Norden durch eine unterirdische Hauptdolomitschwelle unterhalb St. Anton vom kleinen Grundwasserfeld von Lorüns getrennt, das seinerseits wieder durch eine Verengung des Talprofils vom oberen Walgau-Becken abgetrennt wird. Das Grundwasserfeld des oberen Walgaus bildet mit dem Grundwasserfeld des vorderen Klostertals eine Einheit. Zwischen Schlins und Beschling wird der Talquerschnitt durch die weit ins Tal vorspringenden Flyschhärtlinge des Rabensteins und des Jagdberges stark eingeeengt. Die Verengung trennt die beiden Grundwasserfelder im Walgau. Das Grundwasserfeld des unteren Walgaus ist vom Grundwasserfeld des Rheintales durch die Felsenau vollständig getrennt.

Das Grundwasser wird durch die Niederschläge im Bereich des Talbodens, auf den umgebenden Hängen und der bereichsweise sehr großen und stark durchlässigen Schwemm- und Schuttkegel der Nebenbäche, gespeist. Im inneren Montafon und im inneren Klostertal sind die durch junge Hangtektonik (Sackungen und Bergzerreißen) stark aufgelockerten Hänge für die Grundwasserspeisung sehr wichtig.

Noch bedeutender ist die Wasserfracht der Bergwasserströme in Karbonatgesteinen (Hauptdolomit des Davennastockes, untertriadische Kalke im Bereich Tschalenga, Schrattenkalk bei Satteins). Der mächtigste Bergwasserstrom kommt aus dem Hauptdolomitgebiet der Vandanser Steinwand. Am Hangfuß treten große Quellen auf, die im Winter bei sinkendem Grundwasserstand zum Teil wieder versiegen. Nur die Wasseraustritte unmittelbar in die Ill bleiben auch im Winter bestehen. Die Sommerschüttung dieser Quellen wird auf 500 l/s und die Winterschüttung auf 100 l/s geschätzt. Die Temperatur dieses Quellwassers ist das ganze Jahr konstant bei 6,4°.

In den stark durchlässigen Schuttkegeln der Nebenbäche im Bereich, in dem die Ill die oberostalpine Lechtaldecke quert, versickern einige Zubringer zum größeren oder geringeren Teil ins Grundwasser. Zwischen Dalaas und Bings im vorderen Klostertal versickert nicht nur ein Großteil des Wassers der Nebenbäche in ihren Schuttkegeln, sondern auch ein Teil des Wassers der Alfenz in die Talalluvionen und fließt als Grundwasserstrom in den Walgau. Der mittlere Jahresabfluß der Meßstelle Braz (242 Mio. m³) ist um 38 Mio. m³ größer als der der Meßstelle Alfenzmündung (204 Mio. m³). Wenn man das zwischen diesen beiden Meßstellen liegende Einzugsgebiet von 37 km² noch berücksichtigt, ergeben sich Versickerungswerte von 70 bis 100 Mio. m³ pro Jahr.

Aus der Größe des Versickerungsgebietes, den Niederschlagshöhen und den gemessenen und geschätzten Versickerungen von Nebenbächen wird der jährliche Gesamtzufluß zum Grundwasserfeld des Walgaus, des vorderen Montafons und des vorderen Klostertals auf 200 Mio. m³/Jahr geschätzt.

Im Becken von Vandans weisen die Grundwasserschichtenlinien beiderseits der Ill einen Winkel von 60 bis 70° zur Ill hin auf. Der Grundwasserabfluß erfolgt in die Ill. Zu Zeiten niedriger Wasserführung können hier Grundwasser-eintritte in die Ill gut beobachtet werden. Im Bereich der unterirdischen Felschwelle, die oberhalb von Lorüns die Vandanser Steinwand im Westen mit dem Davennastock im Osten verbindet, sind die Wassereintritte in die Ill besonders gut zu sehen, da in dieser Strecke durch einen Kraftwerksstollen der Hauptteil des Wassers abgeleitet ist. Flügelmessungen am 12. Februar 1970 ergaben hier einen Grundwasserzufluß zur Ill von 1,04 m³/s (Niedrigstwert am 15. Jänner 1971 0,54 m³/s). Weiters wurde am selben Tag der Grundwasserabfluß des Baggersees Gantschier mit 196 l/s (Niedrigstwert am 12. Jänner 1971 105 l/s) gemessen. Da jedoch nur auf eine relativ kurze Strecke der Grundwasserzufluß zur Ill gemessen werden konnte, kann im Becken von Vandans mit einem geringsten Grundwasserzufluß von 2 m³/s im Winter gerechnet werden.

Quer durch das Becken von Lorüns kann mit Hilfe von drei Grundwasserpegeln ein Profil des jeweiligen Grundwasserstandes aufgetragen werden. Die

Ill, die hier orographisch rechts am Hang fließt, ist durch ein Wehr eines kleinen E-Werkes etwas aufgestaut. Der Wasserspiegel der Ill liegt ca. 2 m über dem Grundwasserspiegel. Unterhalb des Wehres können wieder Grundwasseraustritte in die Ill beobachtet werden. Weitere Grundwasseraustritte liegen am südlichen Hangfuß. Das Profil der Grundwasserstände spiegelt diese Wasseraustritte wider und fällt von der Mitte des Beckens beidseitig zu den Grundwasseraustritten in die Ill und am Hangfuß ab.

Im Raum Bludenz besteht ein relativ dichtes Grundwasserpegelnetz. Die Entwässerung erfolgt hier, wie Grundwasserströmungsrichtung und Grundwasseraustritte in die Ill zeigen, vornehmlich zur Ill hin. Weitere Quellen befinden sich am Fuß einer Schotterterrasse im Raum Brunnenfeld (21. Juli 1970 167 l/s, 26. Jänner 1971 58 l/s) und bei Stallehr (im Sommer ca. 100 bis 200 l/s, Winter trocken). Am 15. Jänner 1971 wurde im Raum Bludenz, in dem Bereich, in dem der Hauptteil des Wassers der Ill durch den Klarenbrunnenkanal abgeleitet ist, der Grundwasserzufluß zur Ill gemessen. Unterhalb des Klarenbrunnenwehres flossen der Ill in einer Strecke von 3 km $0,85 \text{ m}^3/\text{s}$ zu. Dieser Wert kann als Niedrigstwert betrachtet werden, da die Messung nach einer sehr langen Winter trockenperiode erfolgte. Man kann hieraus den geringsten Grundwasserzufluß zur Ill im Raume Bludenz auf ebenfalls $2 \text{ m}^3/\text{s}$ schätzen.

Unterhalb der Tschalengabücke (unterhalb Bludenz) liegt der Grundwasserspiegel ca. 1 m unter dem Illspiegel. Lediglich entlang des rechtsufrigen Hangfußes tritt nach starken Niederschlägen in der Tschalenga-Au Grundwasser aus (21. Juli 1970 110 l/s). Die Grundwasserschichtlinien sind vom Lauf der Ill unbeeinflusst, sie verlaufen quer zur Talrichtung. Unterhalb des Wehres für den Dabaladakanal können bis zur Talverengung Jagdberg—Rabenstein, hier zieht wahrscheinlich auch eine unterirdische Felsschwelle durch, auf eine Strecke von 2,2 km starke Grundwasseraustritte in die Ill beobachtet werden, rechtsufrig sind in der Talaue große Grundwasserquellen. Die ersten 400 m unter dem Wehr werden, wie aus Temperaturmessungen ersichtlich ist, durch Umläufigkeit von Illwasser verursacht.

Unterhalb der Talverengung liegt der Illspiegel 1 bis 2 m höher als der Grundwasserspiegel. Die aus den Schichtenlinien ermittelte Strömungsrichtung des Grundwassers geht hier von der Ill auf die tiefgelegenen Grundwasserquellen, die sich am Hangfuß befinden. Rechts der Ill wird das Grundwasser im Bereich Satteins durch den Sägenbach abgeführt. Flügelmessungen ergaben einen Grundwasserabfluß (Kirchen- und Pfudidätschbach, die dem Sägenbach zufließen, jedoch kein Grundwasser führen, abgezogen) von $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ am 30. April 1970, von $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ am 21. Juli 1970 und von $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ am 5. Februar 1971. Der linksufrige Grundwasserabfluß wurde am 21. Juli 1970 mit $0,95 \text{ m}^3/\text{s}$ und am 22. Jänner 1971 mit $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ gemessen. Hier konnten keine Wasseraustritte direkt in die Ill beobachtet werden.

Die letzten Grundwasseraustritte liegen im Frastanzer Ried. Hier durchbricht das Grundwasser in mehreren Wallerquellen die abdichtende Schluffschicht. Vor der Einmündung der Ill in die Schlucht der Felsenau sind kleine Wassereintritte in die Ill zu beobachten.

Wenn man die gesamten Grundwasserabflüsse, die teils auf Messungen, teils auf Schätzungen, denen jedoch auch Messungen zugrunde liegen, beruhen, zusammenzählt, ergibt sich ein Gesamtabfluß von 6 bis 8 m³/s. Dieser Wert stimmt mit dem geschätzten jährlichen Gesamtzufluß zum Grundwasser von 200 Mio. m³ gut überein.

Die Ill läßt sich zwischen Schruns und Felsenau grundsätzlich in drei verschiedene Bereiche einteilen.

Im Becken von Vandans, im Becken von Lorüns und im Bereich Bludenz—Bürs des oberen Walgaubeckens entwässert, wie oben erwähnt, das Grundwasser in die Ill. Eine Speisung des Grundwassers durch Illwasser ist hier nicht möglich. Das Grundwasser wird hier im Überfluß durch die großen Bergwasserströme, die hier in die Talalluvionen einmünden, und die Alfenzversickerung gespeist. Die stark wechselnden Wasserstände der Ill beeinflussen, wie Schreibpegelmessungen im Raum Bludenz—Bürs zeigen, die Höhenlage der Grundwasserstände bis in eine Entfernung von 500 m von der Ill. Bei hohem Illspiegel wird das dem Fluß zufließende Grundwasser rückgestaut.

Im oberen Walgaubecken unterhalb der Tschalengabrücke verlaufen die Grundwasserschichtenlinien unabhängig zur Ill. Eine stärkere Speisung des Grundwassers durch Illwasser müßte sich in den Grundwasserschichtenlinien abzeichnen.

Im unteren Walgaubecken geht, wie oben schon erwähnt, die Strömungsrichtung von der Ill weg zu den tiefergelegenen Wasseraustritten. Hier ist eine zusätzliche Anreicherung des Grundwassers durch Illwasser möglich.

Um diese vorstehenden Beobachtungen zu erhärten, wird zur Zeit das Grundwasser im Walgau und im vorderen Montafon in der biologischen Station Lunz am See von Dr. BERGER chemisch untersucht. Bereits bestimmt wurden die Leitfähigkeit, die Alkalität und die Restleitfähigkeit. Diese Werte wurden auf einem Doppeldiagramm eingetragen. Wie zu erwarten, nimmt die Alkalität und die Restleitfähigkeit der Ill und des Grundwassers flußabwärts etwas zu. Das Grundwasser ist jedoch mit Ausnahme einiger Proben in der Umgebung des Ausgleichbeckens Rodund vom Illwasser gut abzutrennen. Die Proben in der Umgebung des Ausgleichbeckens sind nicht von der Ill, sondern von Versickerungen in den Becken beeinflusst.

Zusammenfassung

Das große Grundwasserfeld des Walgaus, des vorderen Montafons und des vorderen Klostertals stellen für das Land Vorarlberg eine beachtliche Trinkwasserreserve dar, die nicht nur für den engeren Bereich des Walgaus, sondern auch für das immer stärker besiedelte Rheintal von Bedeutung ist. Überörtliche Bedeutung als Trinkwasserreserven besitzen auch der zur Zeit noch nicht genützte Bergwasserstrom der Vandanser Steinwand und eventuell der Davenna, weiters die großen Quellen im Mengtal im Raum Weißbach—Kühlbruck, die Quellen im hinteren Großwalsertal und Marultal sowie die Sulzfluhkalkquellen im Gargellental und die Quellen im hinteren Rellstal (Tannlegerquellen 3. Februar 1971 97 l/s). Die Montjolaquellen oberhalb Thüringen sind derzeit nur als Was-

serkraft genutzt, könnten jedoch ohne großen Aufwand auch für die Trinkwasserversorgung herangezogen werden. Bei späteren großräumigen Lösungen der Trinkwasserversorgung ergäbe eine Kombination von Grund- und Bergwasservorkommen, von denen einige als unterirdische Speicher bewirtschaftet werden könnten, eine gute Sicherheit gegen Engpässe sowie in Katastrophen und Zivilschutzfall.

Für den Schutz des Grundwasserfeldes im Walgau hat die Vorarlberger Landesregierung Bereiche des Walgaus als Schongebiete erklärt, die mit Bauverboten belegt sind. Die Vorarlberger Illwerke haben im Jahre 1970 zu Beweissicherungszwecken zahlreiche Grundwasserpegel im Walgau und im vorderen Montafon geschlagen.

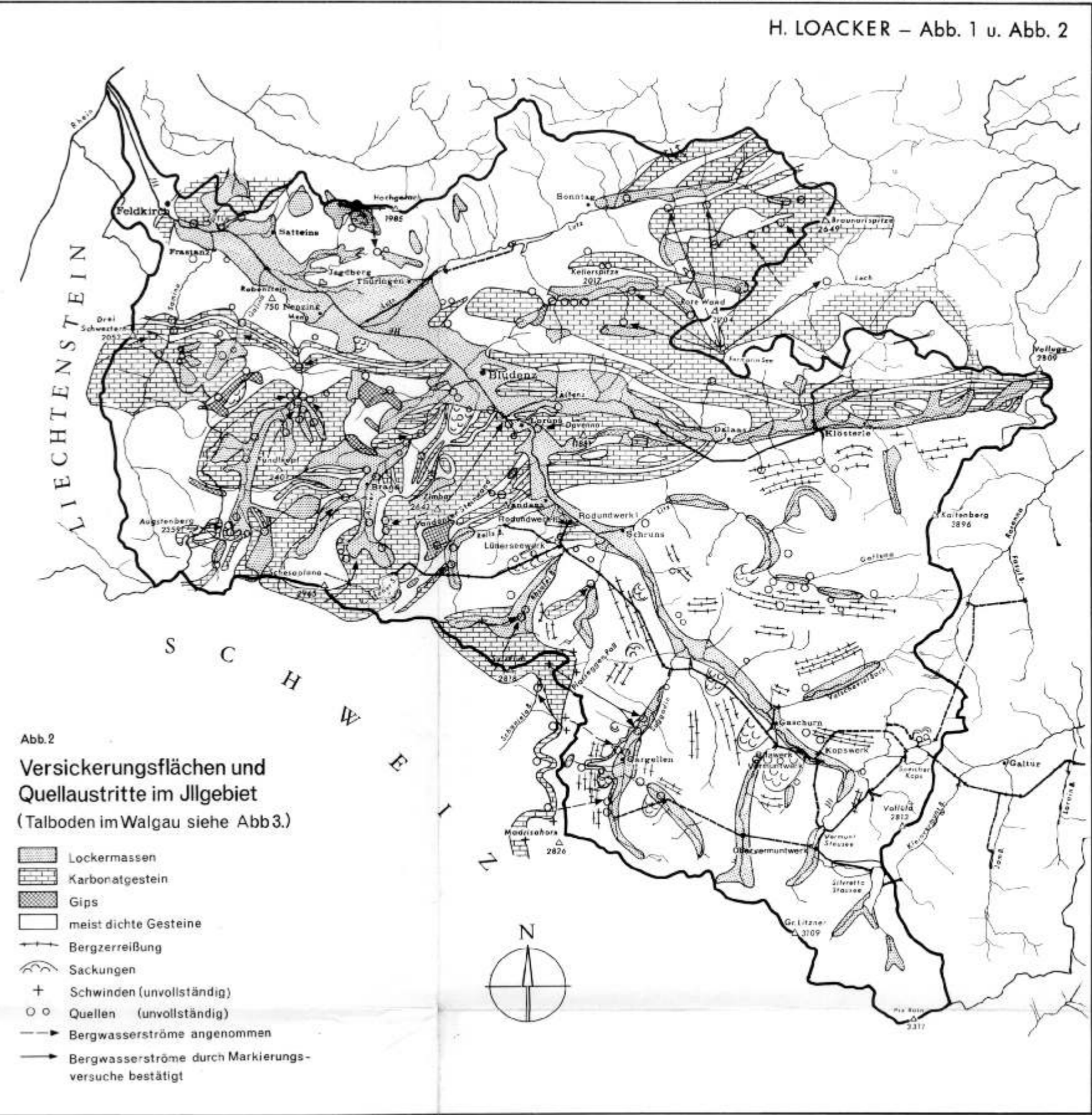
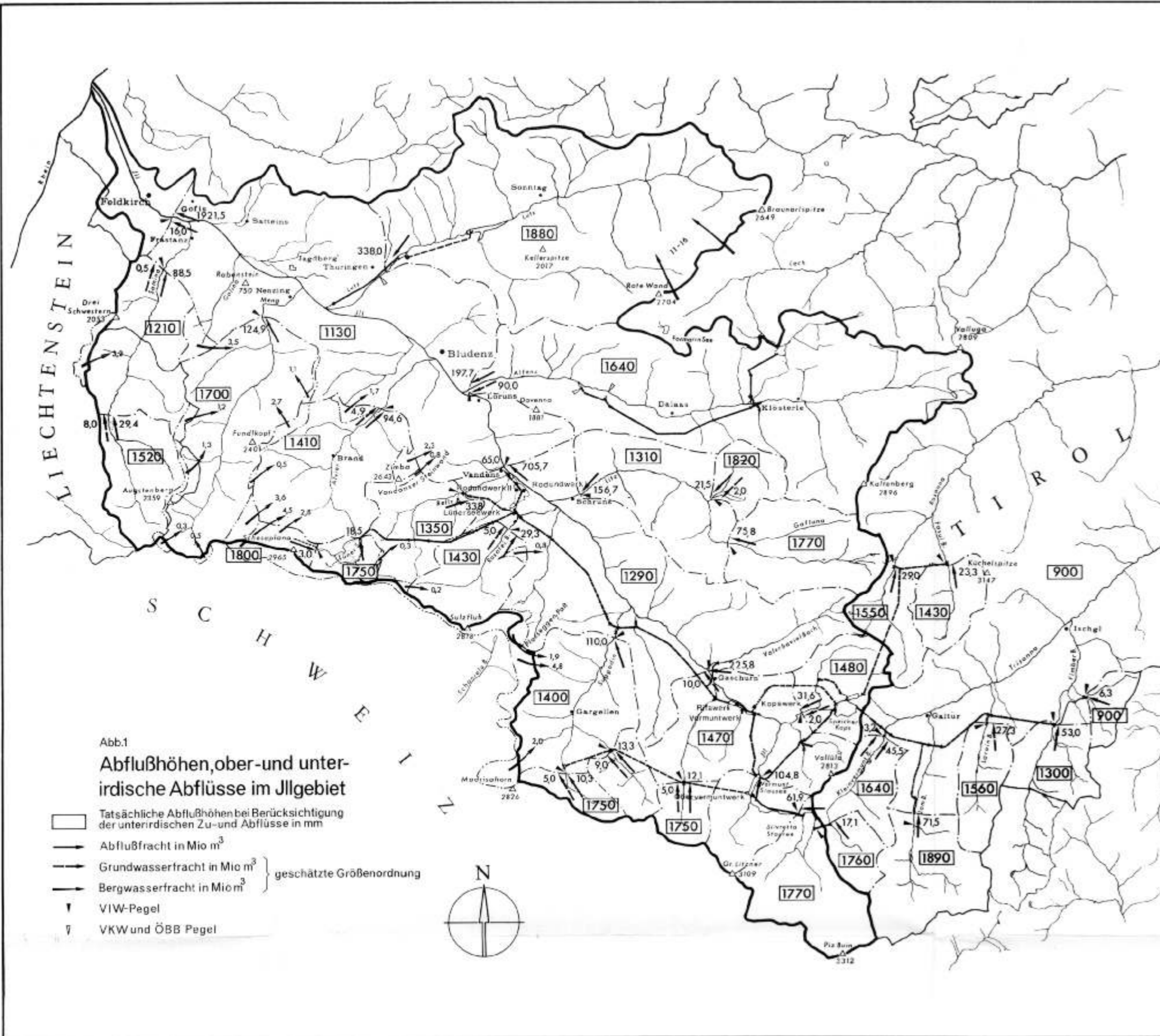
Im Jahre 1971 beabsichtigt das Landeswasserbauamt, das Grundwasserpegelnetz zu verdichten, so daß das gesamte Talgebiet des Walgaus erfaßt ist. Nach Vorliegen der Meßergebnisse wird es möglich sein, die Grundwasserschutzgebiete genauer festzulegen. Vordringlich erscheint die Lösung des Müllproblems. Zur Zeit wird im Walgau der gesamte Müllanfall in aufgelassenen Kiesgruben deponiert. Lösliche Stoffe können von hier aus direkt ins Grundwasser gelangen und dessen Qualität gefährden.

Literatur

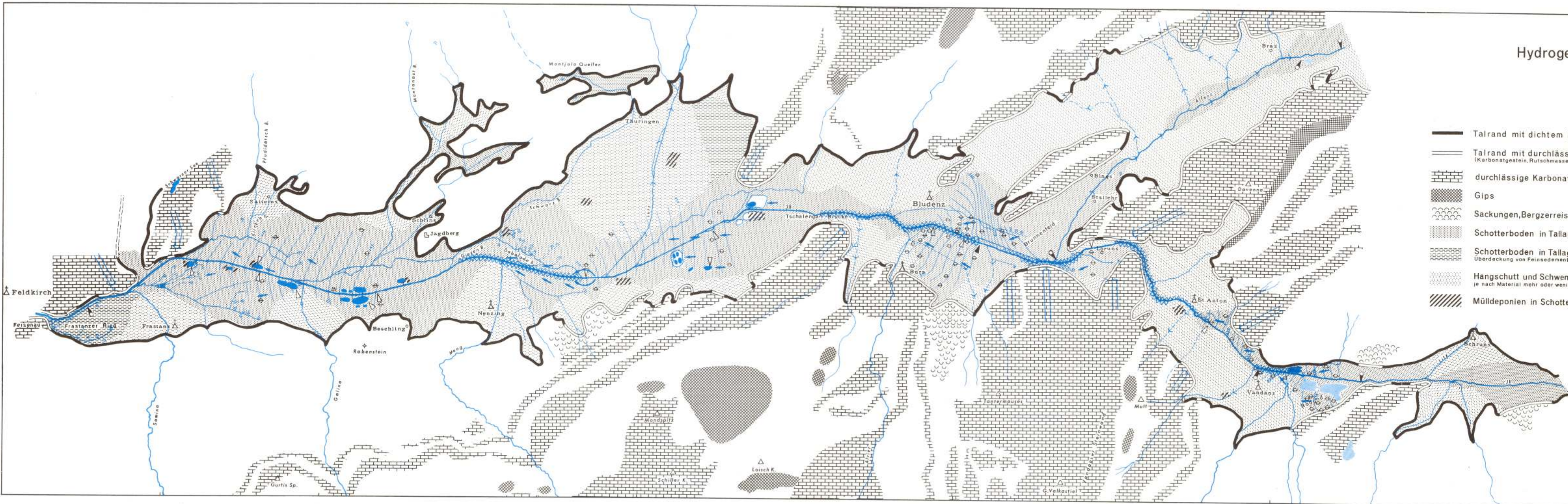
- KRASSER, L.: Die Grundwasservorkommen des Vorarlberger Bodensee-Rheintals. — Wien 1956 (Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 48).
- LOACKER, H.: Zur Geologie des Kopswerkes. — Wien 1970 (ÖZE Österr. Zeitschr. f. Elektrizitätswirtschaft, Jg. 23, H. 7).
- LUGER, H.: Die Gruppenwasserversorgung in Vorarlberg. — Wien 1953 (Gas, Wasser, Wärme, Bd. 7, Heft 9).
- REITHOFER, O.: Geologische Beschreibung des Breitspitzstollens. — Wien 1955 (Jb. Geol. B.-A.).
- OBERHAUSER, R.: Zur Hydrogeologie des Vorarlberger Rheintales zwischen Feldkirch und Hohenems-Klien mit besonderer Berücksichtigung der Bergwasserzuflüsse. — Wien 1970 (Verh. Geol. B.-A., H. 2).
- STÄHEL, A. H.: Geologische Untersuchungen im nordöstlichen Rätikon. — Zürich 1926.
- WAGNER, H.: Das Rheintalprojekt. — Wien 1970 (Wiener Mitt. Wasser, Abwasser, Gewässer, Bd. 5).
- Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan für das Einzugsgebiet der Ill. — Juli 1969 (Unveröff. Bericht der Vorarlberger Illwerke AG, Bregenz).
- ZÖTL, J.: Bericht über hydrologische Untersuchungen im Raum Formarinsee. — Wien 1957 (Unveröff. Bericht der Österr. Bundesbahnen, Kraftwerksbauleitung Bludenz).
- ZÖTL, J.: Ergebnisse des zweiten Sporentrieffversuches im Raum Formarinsee. — Graz 1958 (Unveröff. Bericht der Österr. Bundesbahnen, Kraftwerksbauleitung Bludenz).

Karten

- ALLEMANN, F., BLASER, R., SCHÄETTI, H.: Geologische Karte des Fürstentum Liechtenstein 1 : 25.000. — Vaduz 1953.
- AMPFERER, O., BENZINGER, TH., REITHOFER, O.: Geologische Karte der Lechtaler Alpen: Klostersaler Alpen 1 : 25.000. — Geol. B.-A., Wien 1932.
- AMPFERER, O., REITHOFER, O.: Geologische Spezialkarte des Bundesstaates Österreich 1 : 75.000, Blatt Stuben. — Geol. B.-A., Wien 1937.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R., REITHOFER, O., SCHMIDEGG, O.: Geologische Karte des Rätikons 1 : 25.000. — Geol. B.-A., Wien 1965.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R., SCHMIDEGG, O.: Geologische Karte des Walgaus 1 : 25.000. — Geol. B.-A., Wien 1967.



Hydrogeologische Karte des Walgaus



- | | | | |
|--|---|--|--|
| | Talrand mit dichtem Felsuntergrund | | Flüsse und Bäche teilweise trocken |
| | Talrand mit durchlässigem Felsuntergrund (Karbonatgestein, Rutschmassen, Hangsackungen, Bürser Konglomerat) | | Quellen |
| | durchlässige Karbonatgesteine und Bürser Kongl. | | Baggerseen teilweise trocken |
| | Gips | | Grund- u. Bergwasserzuflüsse |
| | Sackungen, Bergzerreissungen, Bergstürze | | Grundwasserschichtenlinien am 29.12.1970 |
| | Schotterboden in Tallagen | | Richtung der Grundwasserströmung |
| | Schotterboden in Tallagen mit mächtiger (>2m) Überdeckung von Feinsedimenten | | Fluss- und Bachversickerungen |
| | Hangschutt und Schwemmkegel der Nebenbäche je nach Material mehr oder weniger durchlässig | | Bergwasserströme vermutet |
| | Mülldeponien in Schottergruben | | Speicher |
| | | | Lattenpegel |
| | | | Abflusspegel |
| | | | Schreibpegel |
| | | | Wehr |
| | | | Grundwasserpegel |
| | | | Schreibpegel |

Abb. 3