

Zur Hydrogeologie des Rheintals zwischen Illfächer und Diepoldsauer Rheinschlinge, der Talränder und des Freschengebietes

Von RUDOLF OBERHAUSER*)

Mit 2 Abbildungen und 1 Tafel (Beilage)

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 110, 111, 141, 142

Vorarlberg
Rheintal
Hydrogeologie

Inhalt

Zusammenfassung	101
Abstract	101
1. Übersicht	101
2. Vom Laterner Tal über die Valdunafurche zum Illmündungsbereich	102
3. Vom Hörnlegrat zwischen Hoher Kugel und Hohem Freschen übers Vorderland zur Frutzmündung und über den Blattenberg in Richtung Kamor	106
4. Von Schuttannen – Fluher Eck nach Hohenems und Götzis und über die Inselberge zum Semelen- und Chienberg ..	106
5. Von Emsrütti und den Klienfelsen über Altach zum linksrheinischen Talrand zwischen Kobelwies und Altstätten	107
6. Das Hintere Mellental und das Hintere Dornbirner Ach-Tal	108
7. Ausblick	108
Literatur	108

Zusammenfassung

Die Trink- und Nutzwassergewinnung wird in immer größerem Umfang auf Ill- und Rheinbegleitgrundwässer ausgerichtet. Daneben sollten Talrandwässer, die aus Karstgebieten gespeist werden, und Schuttquellen im Gebirge mehr beachtet werden. Auf Möglichkeiten einer Gewinnung von mineralisiertem Thermalwasser aus dem Rheintaluntergrund wird verwiesen.

Hydrogeological Observations in the Rhine Valley Between the Mouth of the River Ill and Diepoldsau, on the Valley Slopes and in the Freschen Area

Abstract

The main sources of drinking water are the groundwater flows beside the rivers Ill and Rhine. There are also other possibilities for exploiting water of good quality in aquifers within the valley borders which are supplied mainly by karst wells, and from talus springs higher up in the mountains. Mineralized thermal water might be exploited from the deeper underground of the Rhine valley.

1. Übersicht

Zur Lektüre dieser Arbeit ist die Benutzung der Geologischen Karte 1 : 25.000 (R. OBERHAUSER, 1982) nützlich. Sie liegt auch den Heimatbüchern von Hohenems und Götzis bei und weist die geologischen Bildungen der Rheinebene und des rahmenden Gebirges aus. Ebenso sollten die Erläuterungen hiezu (R. OBERHAUSER, 1991) konsultiert werden.

Die Rheinebene zeigt von Norden nach Süden abnehmende Jahresniederschläge (Dornbirn: 1500; Feld-

kirch: 1100 mm), die aber von der Ebene zum Gebirge hin rasch zunehmen (Ebnit: 2200 mm).

Daher sind die Einzugsgebiete der Gewässer im Gebirge, u.a. die Schraffenkalk-Karstgebiete dort, dem Wasserangebot nach höher zu bewerten! Im niederschlagsärmeren Tal tritt der mächtige und unverfestigte Verlandungskörper des vergangenen Rheintalsees zutage. Er entstand aus Grundmoräne, ausschmelzender Gletscherfracht, absinkender Trübe, Deltaschüttungen, Fluß- und Bachablagerungen, Eintrag von Talrand-schutthalde n her, sowie Windeintrag. So verfüllte sich

*) Anschrift des Verfassers: Dr. RUDOLF OBERHAUSER, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

eine durch Eis- und Flußerosion längs Vorzeichnungen der Bruchtektonik der Ost-Westalpengrenze gekerbte Hohlform nach und nach mit Ton, Sand, Kies, Bergsturz und Schutt. Sie war nördlich des Kummen über 600 m tief!

Dabei dominiert das Feinkorn als Seeton mit gewaltigen Kubaturen die Tiefen des Tales und wurzelfernere Bereiche sowohl des Rheinstrichs, als auch der Fächer und Kegel der von den Talseiten zufließenden Gewässer und Gerinne. So finden sich wassererfüllte Sande und Kiese in größeren Mengen nur im unmittelbaren Flußstrich des Rheins sowie im Illfächer und in wurzelnahen Anteilen der Schuttkegel der Seitenbäche.

Man spricht hier von Begleitgrundwasser, das der Qualität nach vom liefernden Fließgewässer abhängig ist. Jenes der Ill kann man durch einen erhöhten Sulfat- und Strontiumgehalt, den ihm sein gipsreiches kalkalpines Einzugsgebiet mitgibt, chemisch immer abgrenzen (vgl. G. MÜLLER, 1969).

Zur Torfablagerung kam es nur in Stillwasserbereichen geringer Tiefe. Ein derzeitiger mittlerer Wasserstand auf 396 m NN im etwa 12 km nördlich anschließenden Bodensee erlaubt in der Rheinaue und in der anschließenden Zwischenzone zu den Nebengerinnen hin, bei Höhen von etwa 408 m südlich Diepoldsau und etwa 430 m an der Liechtensteiner Grenze, infolge der Stauwirkung eine nennenswerte Grundwasserbewegung nur in den obersten Anteilen des Verlandungskörpers. Dabei bestimmen die relativen Pegelstände des Gewässernetzes die jeweiligen Fließrichtungen, heute vor allem zwischen Rhein- und Begleitkanälen. In den Gebieten, wo das Grundwasser sich nicht bewegen kann, fehlt auch oberflächennah der Sauerstoff und besteht eine hohe Mineralisierung mit namentlich für Trinkwasser zu hohen Eisen- und Mangangehalten.

Ein weiterer Blick auf die Karte läßt erkennen, daß der von SSW nach NNE fließende Alpenrhein ein ihm beiderseits talwärts von Südwesten und Nordosten her zustrebendes Faltengebirge durchbricht, wobei, wie westlich Oberriet oder am Kummenberg besonders auffällig, Brüche mitwirken. Vor allem in Rheintalnähe großflächig aufgeschlossene Schratzenkalke bilden zusammen mit aufliegendem klüftigem Gaultsandstein und Seewerkalk einen verkarstungsfähigen Komplex, der von etwa 80 m im Süden bis gegen 150 m Mächtigkeit im Norden anschwellen kann, und vielerorts unterirdisch Karstwässer der Talebene zuführt. Kieselkalk und kalkiges Valangien sind zwar klüftig, neigen jedoch viel weniger zu Verkarstung und bieten, da weniger aufgeschlossen, auch weniger Oberfläche zur Wasseraufnahme an. Während wir also in den das Faltengerüst bildenden Altschichten der Säntisdecke, vor allem in den Schratzenkalkgebieten und untergeordnet auch in den Kieselkalkgebieten des Freschenstockes mit Wasserwegsamkeiten tiefer im Berg rechnen müssen, gilt das für die anderen geologischen Körper des Felsuntergrundes, welche stratigraphisch oder tektonisch unter- oder aufliegen, nicht.

Es sind das die mergelige Unterkreide sowie die Jungschichtenverbände der Säntisdecke, Schuppenzone, Flysche und Molasse. Hier bedarf es tiefgründiger selektiver Verwitterung mit nachfolgenden Verstürzungen, Rutschungen und Sackungen unter Einbeziehung grobblockiger Anteile, um Hohlräume für Wasserspeicherung und Wegsamkeiten zu schaffen. Besonders geeignet hierfür sind: kalkigere Anteile von Drusberg-

schichten, Wangschichten, Globigerinenmergel, Eozän-sandsteine, Rudachbachschichten, Wildflynchquarzite, Reiselsberger Sandstein, Planknerbrückenserie sowie Molassenagelfluh. Lediglich Nummuliten- und Lithothamnienkalke sowie Liebensteiner Kalk können in den höheren Stockwerken als verkarstungsfähig gelten, bilden jedoch nur Kleinaufschlüsse.

Nicht nur im Gebirge sondern auch am Talrand ist die quartäre Bedeckung für den Hydrogeologen sehr wichtig. In ihr verbindet sich Gebirge und Rheintalsee-Verlandungskörper durch untergreifende oder sich verzahnende Moränen und Verbauungssedimente, Bergstürze, Schutthalde sowie vor allem Mur- und Schwemmkegel: hier sind der Wasserwegsamkeiten Legion. Hier erfolgt der Kontakt zwischen fließendem Bergwasser und stagnierendem Talgrundwasser.

Auf dem Gebirge selber sind es weniger die Moränen als die mehr Porenraum bietenden, grobklastischeren Anteile der eiszeitlichen Verbauungssedimente (Kies und Sand), welche oft in Verbindung mit gravitativer Hangauflockerung große Wassermengen speichern können, ebenso Blockwerk und Hangschutt von Hartgestein; Quelltuffe signalisieren hier Austritte.

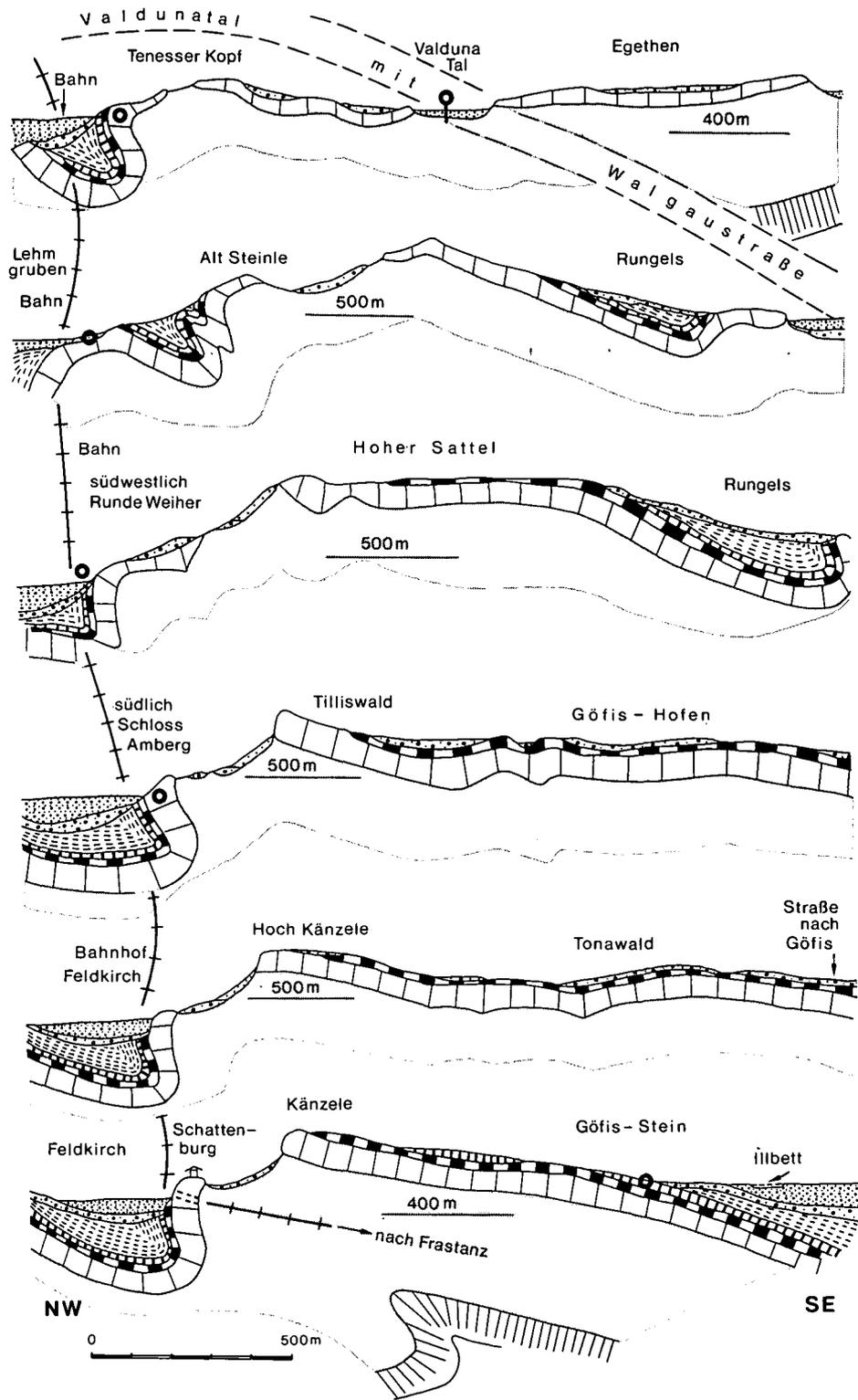
Die beigegebenen Schnitte (Abb. 1; Taf. 1) mögen einerseits den Aufbau des Rheintalsee-Verlandungskörpers, andererseits die Verfallung der wasserwegsamsten Gesteine (z.B. Schratzenkalk) mit ihrer dichten Über- bzw. Unterlagerung, demonstrieren. Hydrogeologisch am wichtigsten ist die so nicht ersichtliche Wasserwegsamkeit im Streichen! Abb. 2 bemüht sich um eine Gesamtdarstellung des Rheintales und seiner Ränder in Kartenform: in ihr kann man die Wegsamkeit im Streichen erkennen.

Im einzelnen wurde vor allem aus den Arbeiten von R. OBERHAUSER (1970, 1973), E. WEBER, M. KOBEL, H. LOACKER et al. (1978), F. SAXER (1969), P. STARCK (1970), H. LOACKER (1971), M. KOBEL & R. HANTKE (1979) sowie M. EBERLE (1987) u.a., zusammengefaßt und ergänzt sowie gebietsmäßig erweitert. Auch die älteren Arbeiten von H. LUGER und L. KRASSER sind wichtig.

Die Beschreibung folgt dem Faltenstreichen von Nordost nach Südwest und stellt so fortlaufend gedankliche Verbindungen von Berg und Tal her, und nur segmentweise verfolgen wir den Weg der Talgewässer in Richtung Bodensee.

2. Vom Laternsertal über die Valdunafurche zum Illmündungsbereich

Das Hintere Laternsertal wird ab Innerlatern großflächig von Reiselsberger Sandstein gebildet, welcher stark verwittert und teilweise in Grobblockwerk aufgelöst ist. Dies bedingt teilweise für den Westhang des Gehrenfalben sowie fast vollständig für den Südhang des Gapfohl auf einer Fläche von etwa 4 km² eine unterirdische Entwässerung, welche Großquellen in den Gerstenböden unter der Straße alimentiert. Weitere Quellen finden sich nördlich Bad Laterns unterhalb des Roßbodens sowie im Stürcherwald oberhalb Innerlaterns; nur letztere werden für die Wasserversorgung genutzt. Unmittelbar bei Bad Laterns wurden Eisenquellen gefaßt, welche aus Schutt austreten; L. KRASSER (1949, S. 72) berichtet über erhöhten Eisengehalt



QUARTÄR

- Hangschutt
- Sedimente des verlandenden Rheintal- und Walgausees
- Glaziale Schotter und Moräne

HELVETIKUM

- Säntisdecke
- Amdener Mergel
 - Schratenkalk
 - Seewerkalk
 - Drusbergsschichten
 - Gaultgrünsandstein
 - Kieselkalk

Wasserentnahme

Wasserentnahme eventuell möglich

Abb. 1.
Sechs Schnitte durch den Talrand von Feldkirch bis Rankweil.

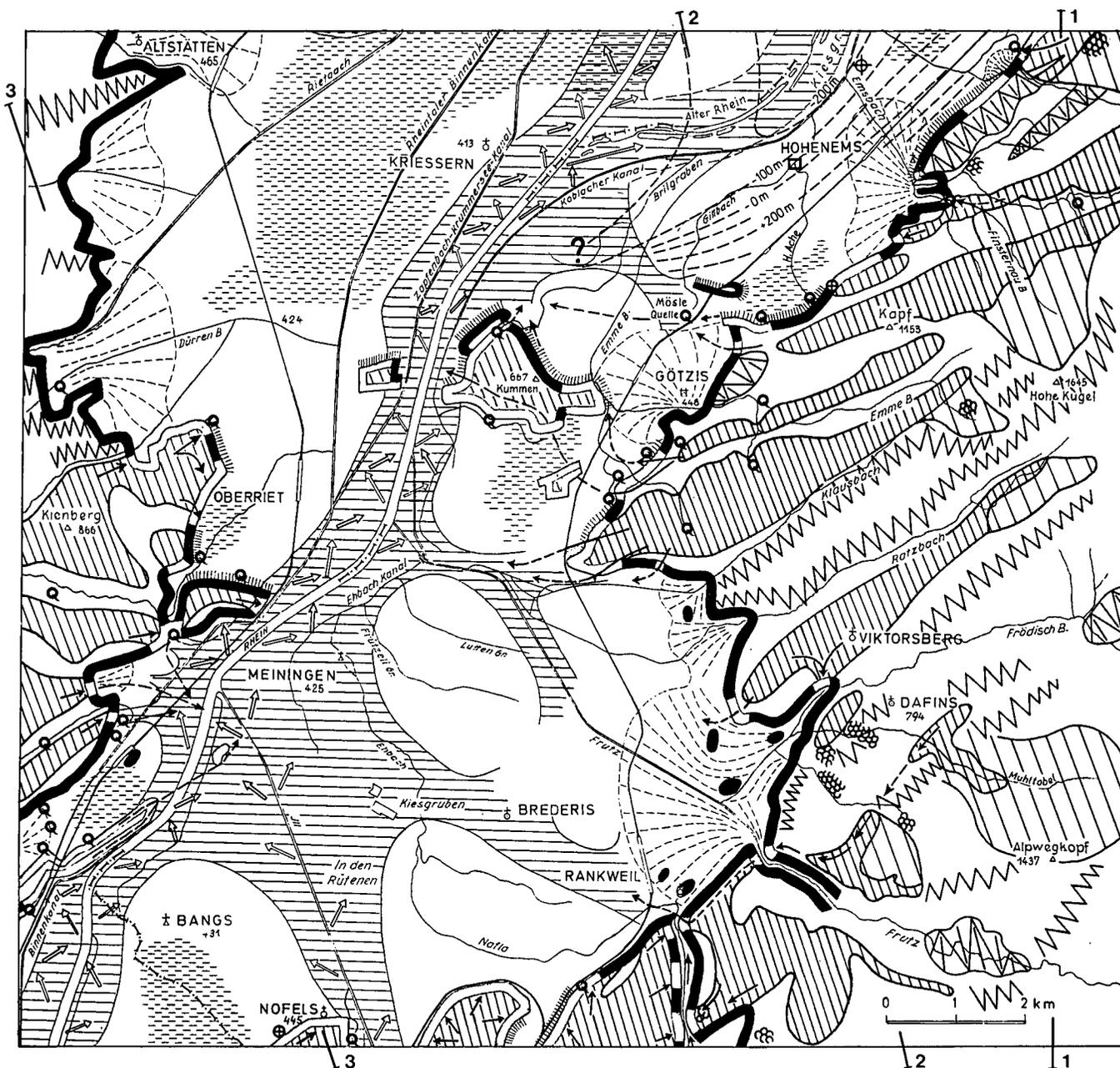


Abb. 2.
Grund- und Bergwasser im Rheintal und an seinen Hängen zwischen Illschwemmkegel und Diepoldsauer Rheinschlinge.
Die Profilnummern beziehen sich auf Tafel 1 (Beilage).

und Schwefelwasserstoff-Geruch. Das westliche Laternsertal verläuft bis Vorderlaterns in stark mergelbenton Abfolgen mit kleineren Schuttquellen. Der Kieselkalk der Übleschlucht ist teilweise verkarstet und alimentiert unmittelbar die Frutz.

Unterhalb Morsch im Mühltofel scheint der dort stirrende Schrattekalk-Gault-Seewerkalk-Faltenschenkel ein größeres Einzugsgebiet über Suldis und die Schrattekalkstirn bei der Frutzbrücke unterirdisch in den Frutzfächer abzuleiten. Vielleicht bestehen auch Verbindungen im Schrattekalk zum Valdunatal-Ausgang? Jedenfalls entwässern die großflächigen Schrattekalkareale von Übersaxen bis beiderseits des Valdunatales in dieses und sind so einem paraglazialen Illfächer tributär. Im Talgrund erfolgen Wasserentnahmen für Rankweil (vgl. Abb. 1). Längs der Straße nach Meinin-

gen bei Brederis wurde er ebenfalls von alters her durch Brunnen genutzt (M. LUGER, 1953). Beim Bahnhof Rankweil im wurzelnahen Frutzfächer liegt das Grundwasser noch 25–31 m tief.

Im Gebiet von Altenstadt haben wir über die Furche von Levis mit einer ersten Alimention von Illbegleitgrundwasser zu rechnen, was P. STARCK (1970, S. 471), auch mittels Sulfatnachweis sicherstellt. Es umfließt den Ardetzenberg und wird bei Gisingen wieder dem Illfächer einverleibt.

Hier könnte am unmittelbaren Talrand nahe der Eisenbahnhaltestelle Amberg versucht werden, Talrandwasser zu gewinnen, das sowohl vom Berg als auch aus der Illversickerung in den Schrattekalk im Illschluchtausgang herkommen könnte (vgl. Abb. 1). Jedoch könnte hier der Ambergtunnel verunreinigen, so-

-  Karst mit Einzugsgebieten von Oberflächen- und Schuttwässern
-  Wasserführende Moräne, Verbaugungssediment sowie Hangschutt – ohne abführende Karstwege (gute Wasserqualität, jedoch wechselnde, meist geringe Ergiebigkeit), auf dichtem Untergrund
-  Kalkiger, z.T. auch sandiger Mergel, stark wechselnd und im Verwitterungsbereich mit offenen Klüften (gute Wasserqualität und stark wechselnde Ergiebigkeit)
-  Hartgestein mit offenen Klüften, teilweise verkarstet (mit verteiltem Wasserzufluß in die querenden Bäche)
-  Karstwasserweg
-  Karstwasser-Abfluß ins Tal
-  Wahrscheinliche Austrittsstelle des Karstwassers und sein möglicher Verlauf im Tal
-  Talrand mit dichtem tieferen Felsuntergrund
-  Talrand mit infolge Verkarstung durchlässigem Felsuntergrund
-  Unter der Talebene vergrabene durchlässige Schutthalde (Grundwasser wechselnder Qualität, mit großer Ergiebigkeit)
-  Begleitgrundwasser und Bergwasserstrom (in Flußnähe meist gute Qualität und teilweise ergiebig)
-  Infiltrationswasser (Fließrichtung abhängig von relativen Wasserständen der Flüsse und Kanäle)
-  Sonstiges oberflächennahes Grundwasser der Talebene (meist geringere Qualität und geringe Ergiebigkeit)
-  Schuttkegel eines Baches (Grundwasser von wechselnder Qualität in größerer Tiefe, meist geringe Ergiebigkeit)
-  Torfboden (Grundwasser schlechter Qualität und geringer Ergiebigkeit)
-  Quelltuff
-  Schwefelquellen von Hohenems-Schwefel und Nofels
-  Bohrung Hohenems-Landhaus
-  Isohypse der Untergrundhohlform bei Hohenems
-  Größerer Wasseraustritt
-  Schiffslände „Zum Pur“ (bis zum 17. Jh.)

daß auch andere Positionen zu überprüfen wären. Die Inselberge Ardetzenberg-Blasenberg und Schellenberg dürften nach allen Seiten auf Karstwegen Wasser abgeben.

In der Talung SE des Schellenberges befindet sich nach M. KOBEL & R. HANTKE (1979, S. 52) in von Kies erfüllten alten Wasserläufen in etwa 10 m Tiefe gespanntes Grundwasser, das der Ill zuströmt. Am Westhang des Schellenberges nahe der Grenze werden von L. KRASSER (1949, S. 73) Schwefelwasseraustritte vermeldet, die mit dem Pyritgehalt der Gaultgrünsandsteine zusammenhängen sollen und genutzt wurden; Talrandauftrieb in Klüften ist möglich.

Vorwiegend aus Kies und Sand aufgebaut ist auch der heutige Illfächer, das bedeutendste Grundwasserhoffnungsgebiet des südlichen Bodenseerheintales. Er

ist im zentralen und unteren Bereich noch unbesiedelt und von Wald bedeckt. Leider wurde im Bereich Rütene im großen Umfang durch lange Zeit Müll abgelagert; eine Sanierung ist geplant, jedoch sehr problematisch. Zudem schränken offene Baggerseen bei Brederis eine Grundwassernutzung weiter ein.

Auf den Grundwasserisohypsen-Karten von WEBER & LOACKER (1978) fällt auf, daß zwischen Nofels und den Rütene rechtsufriges Grundwasser auf die linke Seite wechselt und oberhalb des Matscheler Bergle dem Rhein zufließt. Hier wären auch große Entnahmen relativ problemlos, zumal Feinkornsedimente abdecken. Die Kiesschicht ist im Illmündungsbereich ca. 30 m dick, und wird von einem Seetonkomplex unterlagert. Taf. 1, Schnitt 3, erläutert die geologischen Verhältnisse im großen. Offensichtlich hat der Rhein hier das Bü-

helgewölbe aufgebrochen, dem in Vorarlberg des Matschelser Bergle südlich der Illmündung zugehört. Sowohl dieses als auch das anschließende Dätzengewölbe alimentiert an einigen Stellen auf Karstwegen in die Rheinebene, ebenso der Lienzbachfächer. Große Karstwassermengen aus wenig besiedelten Gebieten sollten hier dem Rheinbegleitgrundwasser zufließen! (vgl. Blatt Säntis 1 : 25.000, H. EUGSTER et al., 1982).

Während in Vorarlberg die Abtrennung der Rheinzufüsse und ihre getrennte Zuführung über Kanäle zum Bodensee erst nach der Frutmündung und der Ehbachzuleitung nach Frutzunterquerung mit dem Koblachener Kanal anfängt, beginnt diese linksrheinisch schon mit dem Rheintaler Binnenkanal weit oberhalb der Illmündung und der letzte Zufluß zum Rhein ist die Mündung des Werdenberger Binnenkanals beim Bühel. Abwärts der genannten Letztzuflüsse gibt es von den Rheintal-Gerinnen zum Rhein nur noch Verbindungen übers Grundwasser, welches hier dadurch in durchlässigen Bereichen immer wieder erneuert wird!

3. Vom Hörnlegrat zwischen Hoher Kugel und Hohem Freschen übers Vorderland zur Frutmündung und über den Blattenberg in Richtung Kamor

Abgesehen von den Liebensteiner Kalken des südlichen Vorgipfels der Hohen Kugel befinden sich im Bereich der Wasserscheide Rhein – Dornbirner Ach nur noch im Firstgebiet verkarstungsfähige Gesteine, welche über eine Schrattenkalkstirn unterirdisch Wasser in Richtung Talebene bei Röthis abführen. Dieser Bergwasserstrom wurde leider durch die Mülldeponie in der Trockentalfurche westlich Viktorsberg belastet. Karstwege sind auch von der Letze herunter in Richtung Steinbruch möglich. Genutzt wird eine Karstquelle in einer kleinen Höhle nördlich des Sanatoriums Viktorsberg: das Gamsloch. Weitere Karstwege gibt es vom Firstgipfel in Richtung Almeinalp und Rohrwald, wo ein Sackungsgebiet dadurch zusätzliches Wasser bekommt. Dies wäre dann auch der letzte Schrattenkalkzug; weiter in Richtung Freschen ist die Vermergelung vollzogen, und die in der Tiefe aufbrechenden Kieselkalke können seine hydrogeologische Bedeutung nicht erreichen. Vermergelter Schrattenkalk und Gault, versackte Drusberg- und Wangschichten sowie Fraxerner Grünsand sorgen im Fröhdisch- und Mühltofelgebiet mit dem Quartär immer wieder für kleine Quellen, letztere drei auch im Gebiet von Weiler – Fraxern – Millrütli – Hohe Kugel. So werden Wasseraustritte aus Wangschichtenschutt oberhalb Orsanken-Moos für die Versorgung von Meschach genutzt.

Ein ergiebigeres Angebot aus auflagernden Verbauungssedimenten bewirkt im Bereich Mühltofel-Schulertobel bei Röthis Quelltuff-Ausscheidungen. Hier könnte nach H. LOACKER (vgl. R. OBERHAUSER, 1973) über künstliche Versickerungen aus begleitenden Bächen, das Wasserangebot mit geringen Kosten massiv verbessert werden. Taf. 1, Schnitt 2, zeigt hier Schotter über dichtem Gebirge. Nördlich der Fröhdisch entspringt die Quelle von Bad Röthis aus Moränenschutt über Oberkreidemergeln.

Neben lokalem Kleinquellenangebot namentlich aus versackten Wangschichten im Gebiet von Fraxern –

Weiler bringt der Südschenkel des von paraglazialen Trockentälern wiederholt verletzten Schönbauergerwölbes Karstwässer über den Sattelberg in Richtung unterhalb des Frutzknie, wo auch die Quellgräben des Koblachener Kanals einsetzen.

Der hier unter der Frutz durchgeführte Ehbachkanal mündet dann 1 km nördlich ihrer Mündung als letztes rechtsrheinisches Gerinne noch in den Alpenrheinkanal. Er wird vor allem von der Nafla, welche aus dem Valdunatal heraus kommt, und über Altenstadt-Brederris zufließt, genährt. Im Ortsgebiet von Meiningen stellen sich zunehmend stärker werdend Grundwasserverbindungen mit dem Illfächer und dem Rhein ein, wobei ein etwa 400 m breiter Streifen beiderseits des Rheins einen hohen Sulfat- und geringen Karbonatgehalt aufweist, was das hier eindringende Illwasser anzeigt und es deutlich von lokalem Grundwasser mit niederem Sulfat- und hohem Karbonatgehalt abtrennen läßt, generell steht dabei zwischen dem Rhein und den Begleitkanälen bis zur Felsschwelle Koblach-Montlingen hin, ein etwa 20 m mächtiger Grundwasserträger, vorwiegend aus Kies, zur Verfügung. Dieser wird von feinkörnigeren Seeablagerungen unterlagert.

Linksrheinisch sind Bergwasserzuflüsse südlich Blatten längs des Berges zum Kanal anzunehmen. Nachgewiesen wurden sie hier im Winkel bei der Kote 428 (Werben). Infolge eines geplanten Atomkraftwerks liegen hier sehr gründliche Untersuchungen vor, die sich über mehrere Jahre hinzogen (vgl. M. KOBEL in E. WEBER et al, 1978, S. 155–160). Weiterer Zufluß ist südlich vom Hirschsprung vom Hard und Kamor her über eine unterirdische Alimentation des Schuttkegels von Rütli anzunehmen.

4. Von Schuttannen – Fluher Eck nach Hohenems und Götzis und über die Inselberge zum Semelenberg und Chienberg

Hier in den nördlichsten Anteilen der Säntisdecke dominieren in ihren Altschichten kalkige und untergeordnet sandige Hartgesteine, sodaß großflächige Verkarstungen verbunden mit Karst- und Kluftwegsamkeiten tiefer ins Gebirge seine Hydrogeologie und jene der Talränder bestimmen.

Sowohl das in seinem achsialen Abstieg vom Fluher Eck über den Strahlkopf und Kapf zum Götzner Berg und zum Kummern immer breiter werdende Götznergerwölbe als auch das im Gegensatz dazu von der Staufenspitze zum Schwarzen- und Ranzenberg und zur Emshalde im Abtauchen rasch kleiner werdende und bei Bad Schwefel verschwindende Staufenspitzegebölbe, führen in großem Umfang Wasser zu den Talrändern zwischen Hohenems-Ortsmitte, Götzis und Koblach-Straßenhäuser. Soweit sie nicht gleich überfließen, wie das Staufenspitzegebölbe mit den Lediquellen durch den Gsohlbach-Anschnitt, nehmen sie oberflächennahe Anteile der zum Boden des fossilen Rheintalbodensees hinunter führenden Schutthalde und Bergstürze in Besitz und drängen die dort befindlichen, stagnierenden, sauerstoffarmen Wasser je nach Zufluß mehr oder weniger ab. Hier können sie sich auch über größere Distanzen in locker gepacktem Material an dichten Talrändern außen vorbeibewegen zu den jeweils tiefsten Stellen zwi-

schen den Schuttfächern hin, wo sie austreten. So am Kalkofen nordöstlich Straßenhäuser (30 l/s Zufluß zum Kaltbrunnenbach während einer Trockenperiode am 10. 2. und 43 l/s am 7. 4. 1973), und mit dem Bützenbach (der Quelle der Hohenemser Ache 11 l/s am 10. 2. und 8 l/s am 7. 4. 1973) oberhalb Hohenems-Schwefel. Die Götzis mitversorgende Möslequelle liegt unter dem Prallhang einer alten Rheinschlinge zwischen Götzis und Altach: Neben dem komplex gebauten Schuttkegel von Götzis, alimentiert hier direkt (oder indirekt über letzteren) der inverse Schrattenkalk, welcher im Untergrund den Talrand vom Kobel bis zur Ortsmitte dominiert. Taf. 1, Schnitt 2, erläutert den Untergrund im Bereich Götzis – Kobel – Sonderberg.

Im Mösle werden Entnahmen bis 23 l/s getätigt. In den Schuttfächern selber namentlich im zentralen Teil, liegt der Grundwasserspiegel wie vorher auch in Rankweil relativ tief. Der Schrattenkalk vom Kummberg hat in Koblach mit dem Winkelbrünneli einen Karstwasserüberlauf nahe der Straßengabel westlich vom Klettergarten (9 l/s am 7. 4. 1973). Ein weiterer kleiner Austritt befindet in der Talfurche hinter dem Boxberg, wo der Egelseegraben entspringt.

Vor der allgemeinen Grundwasserabsenkung führten diese Überläufe noch viel reichlicher Wasser. So versorgten die Bütze über die Hohenemser Ache und die Möslequelle über den Gillbach nahe der Kapelle Bauren bei Altach (Flurname: Zum Pur), mit ihrem Zusammenfluß zur Gießen einen Kanal, über den Getreideschiffe hereingezogen werden konnten, bis im 17. Jh. der Rhein versandete (R. GIESINGER, 1989).

Im Gebirge gibt es auch größere Schuttquellen. Zu nennen wären die Hochquelle von Götzis am Eingang der Öflaschlucht, welche bei extremer Trockenheit bis auf 1,5 l/s zurückgehen kann aber auch die ungenützte Buwaldquelle in Hohenems südlich der Ranzenbergalpe mit mehreren Austritten auf 960–980 m NN.

Die akrotische Schwefelquelle von Bad Schwefel südlich Hohenems tritt dort hinter der Kapelle aus der tektonisch unter die Aue abtauchenden Seewerkalkstirn des Staufenspitzgewölbes aus. Ihre Mineralisation wird dem Pyritgehalt im Gault-Seewerkalk-Kontaktbereich zugeschrieben. Nach W. KRIEG (1983, S. 25) ist sie mit 476,6 mg/l mineralisiert davon 6,46 mg/l Hydro-sulfid, sowie Sulfat aber auch viel Chlor und Kieselsäure mit Bindungen an Na, Ca, Mg (Analyse Scheminzy 1950). Ihre konstant erhöhte Temperatur (15,6°C) verlangt eine gegen andere Wässer isolierte Zufuhr im Streichen aus dem Berginnern oder, was ich für wahrscheinlicher halte, einen steilen Aufstieg aus größeren Tiefen im Talrandbereich. Vor allem im letzteren Falle könnte ein den Grundwasserspiegel absenkendes Abpumpen der vorher erwähnten Bützenbachquelle die Schüttung der Schwefelquelle reduzieren.

Für den Rhein und seinen Begleitgrundwasserstrom ändern sich die Bedingungen nach dem Durchfluß der Engstelle zwischen dem Südwestsporn des Kummern und dem Montlinger Berg. Es erfolgt ein rasches Anschwellen des, nach M. EBERLE (1987, S. 199) von Ill und Frutz gelieferten Kieskörpers von 20 auf 40 m. Es wurden am Zapfenbach sogar 48 m mächtige, Kiesdominierte und daher grundwasserreiche Alluvionen erbohrt, wodurch eine verstärkte Grundwassererneuerung sowohl direkt aus dem Rhein, als auch aus den Schweizer Binnenkanälen und dem Koblacher Kanal erzwungen wird, wobei letzterer dadurch austrocknen

kann. Es erfolgen hier bedeutende Entnahmen für die Rheintal-Gemeinden sowie Hohenems und Dornbirn, was die Grundwassererneuerung zusätzlich aktiviert, jedoch seine Qualität immer stärker an jene der Oberflächenwässer bindet!

Vom Blattenberg bestehen Verbindungen zum linksrheinischen Begleitgrundwasserstrom. In den die Oberrieter Talebene entlang des Talrandes untergreifenden vergrabenen Schutthalden sehe ich Wasserwegsamkeiten, welche aus dem Gebirge einfließende Karst- und Oberflächenwässer von Westen her den Rheinbegleitgrundwässern zuführen. Bergwasseraustritte am Talrand werde von H. EUGSTER et al. (1960, S. 80) vom Ostfuß des Chapf und des Semelenberges sowie vom Nordfuß des Blattenberges gemeldet und wurden zeichnet; weitere Karst- und Schuttquellen finden sich im Gebirge u.a. im Freienbachtal, worauf die Wasserversorgung von Oberriet früher ausgerichtet war.

5. Von Emsrütli und den Klienfelsen über Altach zum linksrheinischen Talrand zwischen Kobelwies und Altstätten

Eine über Emsrütli verlaufende und das Gebirge gegen den Talrand absetzende Verschiebungsfläche läßt dort unter Allvionen die verkarsteten und stark durch talrandparallele Klüfte aufgelockerten, vorwiegend inversen Unter-Mittelkreide-Abfolgen der Hohenemser Falte gegen die mergelbetonte Synklinale von Emsrütli abstoßen (Schnitt 1). Dadurch dürfte ein größerer Wasserzufluß in ihre Karst- und Kluftsysteme nur aus dem Quartär der Emsrüttifurche möglich sein. Eine Karstentwässerung zum Talrand hin erfolgt im invers abtauchenden Schrattenkalk bei Oberklien und es dürften hier durch einen aus den Rheintalluvionen noch herausschauenden Bergsturz, größere natürliche Reservoirkapazitäten zur Verfügung stehen; die Wässer werden von den Wasserwerken Dornbirn abgepumpt.

Auch weiter längs des Talrandes in Richtung Pfarrkirche Hohenems befinden sich in den durch Abbau eingeebneten Talrandschutthalden ausgebagerte kleine Grundwasserseen.

Den von Emsrütli nach Südosten aufsteigenden Hang queren hangparallel Nummulitenkalk- und Grünsandsteinzüge des Eozäns der Haslachzone, wodurch in dieser mergelbetonten Zone Wasserwege in Richtung Südwesten Quellaustritte mit Tuffstein neben der Schuttannenstraße und am Tugstein ermöglichen. Auch im Kontakt Valangien/Quartär finden sich in Steckenwegen (nahe und jenseits des Blattrandes) Quellen mit Tuffbildung, welche genutzt werden.

Die Bohrung Landhaus, welche nur 1,5 km von Schloßberghang entfernt auf Thermalwasser angesetzt war und bis zum Felsuntergrund in 592 m Tiefe trocken blieb, zeigt, daß hier keine Wasserwegsamkeiten vom Gebirge her vorliegen. Sogar die 5 m dicke Kiesschicht zwischen dem hier 585 m mächtigen Seetonkomplex und dem Felsuntergrund erbrachten keinen verwertbaren Zufluß! Ebenso wenig der Flysch im Untergrund (bis 750 m). Nur ganz ungewöhnliche topographische und geologische Umstände konnten ein solches Resultat zeitigen. Fast jede andere Lokation in geringerem Abstand vom Talrand weiter südlich hätte eventuell so-

gar artesische Wässer aus dem Rheintalseeverlandungskörper oder aus dem unterlagernden kalkigen Helvetikum erbringen müssen.

Auch mineralisierte Thermalwässer, wie sie in Hohenems-Schwefe zutage treten, sind zu erwarten und wären ergiebig, wo Blockmoräne, Schutt oder Schottervorkommen mit größeren Porositäten in der Tiefe eingeschlossen vorliegen – oder auch fossiler Karst mit Hohlräumen.

Wie die obersten 50 m der Bohrung (teilweise mit Rheinkies) zeigen wurden sie vom vorrückenden Fluß beeinflusst. In der nahen Diepoldsauer Rheinschlinge wird seit der Flußableitung Kies gebaggert. Das zufließende Grundwasser wird dem Scheibenbach zugeführt.

Mit dem Isenriet schon vor dem Diepoldsauer Durchstich beginnend, erstreckt sich nach Westen und Südwesten ein sehr großes Riedgebiet mit schlechten Grundwasserqualitäten, das vom Binnenkanal gequert wird. Der Talrand von Kobelwies bis Eichenberg-Büel wird bis Hueb von Wangschichten sowie Kalken und Sandsteinen des Eozän dominiert, welche in Klüften Wasser führen dürften, was auch für den Chapf südlich Büel gilt. Ansonsten läßt der mergelige Talrand im allgemeinen nur Oberflächenabfluß zu, was auch für die nach Norden anschließende Molasse gilt; der Nagelfluhzug des Forst könnte etwas Kluftwasser ins Tal einspeisen.

6. Das Hintere Mellental und das Hintere Dornbirner Ach-Tal

Hier sind wir in einem Gebiet wo von Nordwesten nach Südosten der Schrattekalk quer zu den Falten rasch total vermergelt. Zugleich werden die Kieselkalke mit unterlagerndem, kalkigem Valangien ca. 100 m mächtig und felsbildend, können aber nicht hydrogeologisch die Bedeutung des Schrattekalkes übernehmen, da sie nicht im gleichen Umfang Oberflächen bilden und infolge des hohen Kieselsäuregehaltes der Kieselkalke nur teilweise verkarsten können. Zweifellos nehmen sie im Mellental Wässer auf und speisen sie talwärts in Sackungsmassen mit schwer durchschaubaren Wegsamkeiten ein; Quellen finden sich vor allem dort, wo letzere den Valangienmergeln aufliegen.

Im Dornbirner Ach-Gebiet (Achrein, Valors) und in den Quellbächen der Gunzenache wird der Kieselkalk jeweils durch Bacherosion geöffnet, und dürfte dann Wasser abgeben. Gleiches gilt für langgezogene Vorkommen von reliktischem Schrattekalk und Grünsandstein von Jägerswald über Ilgenwald – Hinterschanern in Richtung Obersehren Alp. Auch die versackten Wangschichten von der Ach zur Hohen Kugel hinauf und ihre Verbände nach Osten in Richtung Großer Wald alimentieren. Eindruckvoll sind Wasserspenden aus dem verklüfteten Flysch der Müselalpe in Richtung Rudachbach auf etwa 1220 m.

Valangienkalk, Schrattekalk, Gault und Seewerkalk alimentieren von Staufen und von Kamm Bocksberg – Schöner Mann auf Karstwegen zum Bruderbach und zur Achschlucht, ebenso der Bergsturz vom Hackwald u.a. mit der Loserquelle. Die am Blattrand anstoßenden verkarstungsfähigen Oberflächen zwischen Achschlucht und Weißenfluh, können Tagwässer und solche aus den hier mächtigen Moränen- und Verbau-

ungssedimenten aufnehmen und nach Westen oder Nordwesten abführen.

Unterirdische Wasserwege von der Dornbirner Ach Tal in Richtung Rheintal oder Bregenzerach sind auf Blatt Dornbirn Süd nicht verifizierbar; auf Blatt Dornbirn Nord sind diesbezügliche Überlegungen anzustellen, vor allem über Wegsamkeiten zur Bregenzerach.

7. Ausblick

Das nördlichste Alpenrheintal und der nördlich anschließende Bodenseeraum befriedigte den in den letzten Jahren sehr rasch ansteigenden Wasserbedarf seiner Bewohner mittels moderner Pump- und Beförderungstechnik aus dem unmittelbaren Begleitgrundwasserstrom des Rheines und aus großen Tiefen des Bodensees.

Man vertraut dabei auf eine auch in Zukunft ausreichende Qualität dieser sehr großen Vorräte. Man hielt es nicht für nötig, sich intensiver mit der Erweiterung und dem Schutz des Wasserangebotes aus Quellen des Talrandes und des Gebirges zu befassen. Man sah nicht zielstrebend nach und überprüfte ausreichend durch künstlichen Aufschluß, ob nicht weiter oben im Gebirge, oder weiter talaufwärts, noch ein bisher ungenutztes Angebot vorliegen könnte – wie dies in jenen Teilen des Nordalpenrandes geschieht, wo kein großer Fluß und kein sehr tiefer See zur Verfügung stehen.

Auch ausgewiesenen Vorräten dieser Art wurde nicht die nötige Beachtung geschenkt. Eine solche wäre auch darum wichtig, weil Quellenwässer u.U. eine Verweildauer im Untergrund von Wochen bis mehreren Monaten haben und tiefe Grundwässer uralt sein können, sodaß ihre Nutzung, z.B. während einer radioaktiven Belastung, sehr hilfreich wäre. Zudem würden Hochquellen keine Pumpförderung brauchen!

Für Überlegungen solcher Art ist es unerlässlich, den Walgau mit einzubeziehen. Von besonderem Interesse in dieser Hinsicht sind dort die Kluftwässer in den Hauptdolomitschüsseln des westlichen Rätikons, die dort von den dem Walgau zustrebenden Bächen angeschnitten werden und u.a. Feldkirch mitversorgen. Hinten im Walgau am Hangenden Stein und im Eingang zum Montafon fließen Hauptdolomitwässer beidseitig am Talrand aus (vgl. H. LOACKER, 1971, Abb. 3). Allein auf der Rätikonseite bei Lorüns meldet H. LOACKER (S. 446) die Winterschüttung mit Niedrigstwerten von 0,54 m³/s. Dem Einzugsgebiet nach könnte es noch mehr sein, vielleicht wurde nicht alles erfaßt? Teilweise erhöhter Gipshärte könnte mit Spürsinn ausgewichen werden. Für die Austritte oberhalb Nenzing gibt er 1971, S. 443, im Gamperdonatal im Bereich Kühbruck – Weißbach für den Winter 1971 Zuflußmengen von 0,74 m³/s an.

Mit einer langen Verweildauer dieser Wässer im Berg ist zu rechnen, was ihre Beachtung als Überbrückungsreserven im Katastrophenfall nahelegt. In der paraglazialen Furche östlich Bad Schnifis alimentieren die Montiolaquellen aus tiefgründig aufgelockertem Flysch zwischen 0,12 und 0,18 m³/s, welche über den Schwarzbach abfließen.

Auch die durch den Stollen zum Walgauwerk zwischen Frastanz und Beschling übergeleiteten Hochgebirgswässer hätten nach wenig aufwendiger Aufbereitung Trinkwasserqualität und sind vermutlich in einem

viel geringeren Maß Nitrat- und Pestizid-gefährdet als Rheinfiltrat. Dies gilt nicht in gleicher Weise für die sehr großen Grundwasser-Vorkommen der Walgauebene. Das anschließende, dicht besiedelte Rheintal bis unterhalb Hohenems wurde bereits erläutert, es sei aber noch einmal auf die Grundwässer im Illfächer, das Begleitgrundwasser des Rheins sowie Talrand- und Bergwässer hingewiesen. Für Großentnahmen von Illbegleitgrundwasser vermutlich geeignet wäre das Areal südöstlich des Matscheler Bergle und das Augebiet westlich Meiningen. Für solche von Rheinbegleitgrundwasser bewährt sich das Grundwasserfeld längs des Rheines von Koblach bis Mäder. Auf der Schweizer Seite ist das Gebiet zwischen Werdenberger sowie Rheintaler Binnenkanal und Rhein in gleicher Weise nutzbar. Vor allem sind Positionen zu prüfen, wo Talrand- und Rheinbegleitgrundwasser sich nähern oder zusammenfinden, wie im Bereich Bühel und bei Blatten südlich Oberriet.

Ein größeres Quellenangebot ist im Hinteren Laternsertal im Gebiet des Reiselsberger Sandsteins bekannt (z.B. Gerstenböden vor Bad Laterns) oder wäre aufzuspüren, auch das Gebiet zwischen Düns und Satteins ist diesbezüglich prüfenswert.

Abgesehen vom genutzten Grundwasserstrom im Valdunatal und seiner Fortsetzung in Richtung Brederis, wäre der Talrand im und nordöstlich des Ortsbereiches von Götzis wieder in größerem Umfang hoffig. Im Gebirge wurden Möglichkeiten im Bereich Mühletobel – Schultertobel diskutiert.

Ungenutzte Quellen und Hoffungsgebiete für Wässer in der Tiefe gibt es noch vielerorts am höheren Talrand und im Gebirge, doch ist immer zu bedenken, daß es sich beim Felsuntergrund um eine stark mergelbetonte Verfaltungszone handelt, in der im Regelfall der rasche Oberflächenabfluß vorherrscht und nur, wie wiederholt erörtert, spezielle Umstände ein größeres Wasserangebot erbringen können. Diese müssen gemeinsam mit der Schuttüberlagerung von Fall zu Fall erkundet und dann, oft mittels Grabungen oder Bohrungen, auf ihre Nutzbarkeit überprüft werden.

In Talmitte zwischen Feldkirch und Götzis wäre zu überprüfen, ob tiefliegende Kalke mit Warmwasser in ihren Kluft- und Karstwegen nicht zur balnologischen Nutzung oder zur Gewinnung geothermaler Energie dienen könnten. Positionen, wo solche Wässer durch Bohrungen erschlossen werden könnten, wurden in den Schnitten von Taf. 1 verzeichnet. Natürlich gibt es solche nicht nur dort, sondern auch in Fortsetzungen außerhalb der Schnittführungen.

Literatur

- ALLEMANN, F., SCHWIZER, B. & MARTIN, B. (1985): Geologische Karte des Fürstentums Liechtenstein 1 : 25.000. – Regierung FL, Vaduz.
- BLUMRICH, J. (1941/42): Geschichte der Auflandung des Bodenseerheintals. – Schr. Ver. Gesch. Bodensee, **68**, Friedrichshafen.
- EBERLE, M., (1987): Zur Lockergesteinsfüllung des St. Galler und Liechtensteiner Rheintales. – Ecl. geol. Helv., **80**, Basel.
- EUGSTER, H., FRÖHLICHER, H., SAXER, F. (1960): Blatt St. Gallen-Appenzell. – Erläuterungen Geol. Atlas Schweiz, 1 : 25.000, 23, Bern.
- EUGSTER, H. et. al. (1982): Blatt 1115 Säntis. – Geol. Atlas Schweiz 1 : 25.000, Basel.
- GIESINGER, R. (1989): Schifffahrt auf dem Rhein. – Briefl. Mitt., Altach.
- HANTKE, R. (1979): Die Geschichte des Alpen-Rheintales in Eiszeit und Nacheiszeit. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **61**, Stuttgart.
- HEISSEL, W., OBERHAUSER, R. & SCHMIDEGG, O. (1967): Geologische Karte des Walgauer 1 : 25.000, Geol. B.-A., Wien.
- KOBEL, M. & HANTKE, R. (1979): Zur Hydrogeologie des Rheintales von Sargans bis zum Bodensee. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., **61**, Stuttgart.
- KRAPF, Ph. (1901): Die Geschichte des Rheins zwischen Bodensee und Ragatz. – Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung, **30**, Lindau.
- KRASSER, L. (1955): Die Grundwasservorkommen des Vorarlberger Bodenseerheintales. – R. v. KLEBELSBERG-Festschrift der Geol. Ges. Wien, Band **48** der Mitteilungen, Wien.
- KRASSER, L. (1949): Heilquellen. – Heimatkunde von Vorarlberg, Bregenz.
- KRIEG, W. (1983): Das Schwefelbad. – Hohenems, Natur und Wirtschaft, Bd. III der Gesamtdarstellung, Hohenems.
- LOACKER, H. (1971): Berg- und Grundwasserverhältnisse im Illgebiet. – Verh. Geol. B.-A. Wien.
- LUDWIG, A., SAXER, F., EUGSTER, H. & FRÖHLICHER, H. (1949): Blatt St. Gallen-Appenzell. – Geologischer Atlas der Schweiz 1 : 25.000, Bern.
- LUGER, M. (1953): Die Gruppenwasserversorgung in Vorarlberg. – Gas, Wasser, Wärme, **7**, Heft 9, Wien.
- MÜLLER, G. (1969): Hohe Strontium-Gehalte und Sr/Ca-Verhältnisse im Bodensee-Wasser und in den Wässern des Alpenrhein-Einzugsgebietes. – Gas und Wasserfach, **110**, Wien.
- OBERHAUSER, R. (1970): Zur Hydrogeologie des Vorarlberger Rheintales zwischen Feldkirch und Hohenems-Klien unter besonderer Berücksichtigung der Bergwasserzuflüsse. – Verh. Geol. B.-A., Wien.
- OBERHAUSER, R. (1972): Geologisches Gutachten über das Gebiet des Walgauer nach Fragestellung der Raumplanung. – Unveröff. Ber. für die Vorarlberger Landesregierung, Wien – Bregenz.
- OBERHAUSER, R. (1973): Geologische Gutachten über das Gebiet des oberen Vorarlberger Rheintales nach Fragestellung der Raumplanung. – Unveröff. Ber. für die Vorarlberger Landesregierung, Wien – Bregenz.
- OBERHAUSER, R. (1982): Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 25.000, Blatt St. Gallen Süd und Dornbirn Süd. – Geol. B.-A. Wien.
- OBERHAUSER, R. (1983): Zur geologischen Eigenart. – Hohenems, Natur und Wirtschaft, Bd. III der Gesamtdarstellung, Hohenems.
- OBERHAUSER, R. (1988): Zur Geologie von Götzis. – Götzner Heimatbuch, 1. Teil, Götzis.
- OBERHAUSER, R. (1991): Erläuterungen zu Blatt St. Gallen Süd u. Dornbirn Süd 1 : 25.000. – Geol. B.-A., Wien.
- SAXER, F. (1969): Erläuterungen zur Grundwasserkarte des Kantons St. Gallen 1 : 100.000. – Bericht (Jahrbuch) der St.Gallischen Naturforsch. Ges., **79**, St. Gallen.
- SCHREIBER, H. (1910): Die Moore Vorarlbergs und des Fürstentums Liechtenstein in naturwissenschaftlicher und technischer Beziehung. – Deutsch-Österr. Moorverein, Staab.
- STARCK, P. (1970): Über die Grundwasserverhältnisse in Vorarlberger Bodenseerheintal, unter besonderer Berücksichtigung der Flußwasserinfiltration. – Festband d. Geol. Inst., 300-Jahrfeier Univ., Innsbruck.

WEBER, E., BERTSCHINGER, H., GARTMANN, R., KOBEL, M., LOAKER H. & NÄNNY, P. (1978): Der Grundwasserstrom des Alpenrheins. – Wasser, Energie, Luft, **5**, Baden, Aargau.
WILDI, W. (1984): Isohypsenkarte der quartären Felstäler in der Nord- und Ostschweiz, mit kurzen Erläuterungen. – *Eclogae geol. Helv.*, **77/3**, Basel.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 10. April 1991.