Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden

Band: 78 (1940-1942)

Artikel: Grundwasser und Quellen des Rheingebietes zwischen Reichenau und Fläsch

Autor: Niederer, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594575

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Grundwasser und Quellen des Rheingebietes zwischen Reichenau und Fläsch

Von J. Niederer

Einleitung

Die Anlage menschlicher Siedlungen war zu allen Zeiten vom Vorhandensein des segenspendenden, befruchtenden Wassers abhängig. Es ist sicher kein Zufall, daß auch unsere Vorfahren ihre Wohnstätten in der Nähe von Quellen oder Bächen erbauten.[1] Diese boten in normalen Zeiten genügend Wasser, sowohl für den häuslichen Bedarf als auch zur Bewässerung der von der Landwirtschaft genutzten Felder. In vorchristlicher Zeit war das Wasser in unserer Gegend auch Gegenstand kultischer Verehrung. Zu den hl. Quellen gehörte z. B. die von *Caminada* (Wasserkultus in Rätien, pag. 10) genannte «heilsame Quelle unweit der Ruine Haldenstein, welcher die sie bewohnende Quellenjungfer die Kraft verleiht, Kranke von ihrem Übel zu befreien». Namen wie «Heidenbrünneli» und «Hexenbrünneli» bei Malans verraten immer noch die mythischen Beziehungen. Um den heidnischen Quellenkultus zu bekämpfen, wurden später manche Quellen christianisiert. Man gab ihnen den Namen eines Heiligen, z. B. «St. Martinsbrünneli» zwischen Says und Stams, «St. Jakobsquelle» bei Untervaz usw.

---

[1] Mehrere prähistorische Funde lassen darauf schließen, daß das Churer Rheintal schon in der Bronzezeit besiedelt war, während ein Steinbeil, das Prof. Tarnuzzer oberhalb der Burg Aspermont bei Jenins gefunden hat, zeigt, daß die sonnige Herrschaft wahrscheinlich noch früher aufgesucht worden ist.

Heute sind es vor allem naturwissenschaftliche und praktische Fragen, die uns bei der Betrachtung der Quellen beschäftigen. Die Entstehungsart, ihr Einzugsgebiet, ihre Temperatur, ihre chemische Zusammensetzung (Reinheit, Mineralgehalt, Härte), ihre Beständigkeit und Höhenlage usw. sind, besonders wenn sie für Trinkwasser verwendet werden sollen, von größter Wichtigkeit. Die Versorgung einer Gemeinde mit genügend und gutem Trinkwasser liegt im vitalsten Interesse der Einwohnerschaft und zwar im Dorf wie in der Stadt, in den Gebirgstälern wie im Tiefland. Immer wieder treten, wenn auch vereinzelt, Fälle von Abdominaltyphus und Cholera nostras auf, die zur Vorsicht mahnen. – Die Zunahme der Bevölkerung sowie die höheren sanitären Anforderungen der Neuzeit steigerten den Wasserkonsum verschiedener Gemeinden beträchtlich. Auch Industrie und Gewerbe stellen in bezug auf das Wasser immer größere Ansprüche. Daher war man an manchen Orten genötigt, den Mehrbedarf durch Grundwasser zu decken. Dabei wurden auch die Kenntnisse über den Grundwasserstrom des Rheintales wesentlich erweitert. Die bezüglichen Feststellungen, die sich bei den Vorarbeiten und bei der Ausführung der verschiedenen Grundwasserwerke ergaben, dürften daher von allgemeinem Interesse sein.

Bei der Ausarbeitung der vorliegenden Untersuchungen dienten mir eine Anzahl bereits vorhandener technischer Berichte und Gutachten sowie die Berichte der Militärgeologen über die Trinkwasserversorgungen unserer Gemeinden. Auf geologisch-hydrographischen Exkursionen wurden viele Beobachtungen gesammelt. All denen, die mich auf meinen Touren begleiteten, danke ich an dieser Stelle bestens. Meinen besonderen Dank Herrn Ing. Enderlin in Chur, der mir in zuvorkommender Weise die Bodenprofile und die Aufzeichnungen über die Spiegelschwankungen des Rheines und des Grundwassers bei der Papierfabrik Landquart überließ. Herr Kantonschemiker Dr. Hämmerle hatte auf meine Bitte hin die Freundlichkeit, den Mineralgehalt der ehemaligen Badquellen von Friewis bei Untervaz und von Fläsch zu prüfen, wofür ich ihm ebenfalls bestens danke.

I. Die geologisch-orographischen Verhältnisse des Rheintales zwischen Reichenau und Fläsch

Für die Bildung von Grundwasser und Quellen fällt das in den Boden versickerte Wasser in Betracht. Daher ist die geologische Beschaffenheit des Untergrundes für die Wasserführung und für die chemische Zusammensetzung des Wassers entscheidend. Aus diesem Grunde ist es notwendig, die geologisch-orographischen Verhältnisse des Sammelgebietes kurz darzustellen.

1. Die Talumrandung

Das Rheintal, das seine Entstehung der fluviatilen Erosion und etwas wohl auch der Gletschereinwirkung verdankt, folgt einer wichtigen geologischen Grenze (Fig. 1). Es scheidet das helvetische Autochthon und Parautochthon im Westen von den penninischen Bündnerschiefern im Osten. Nur

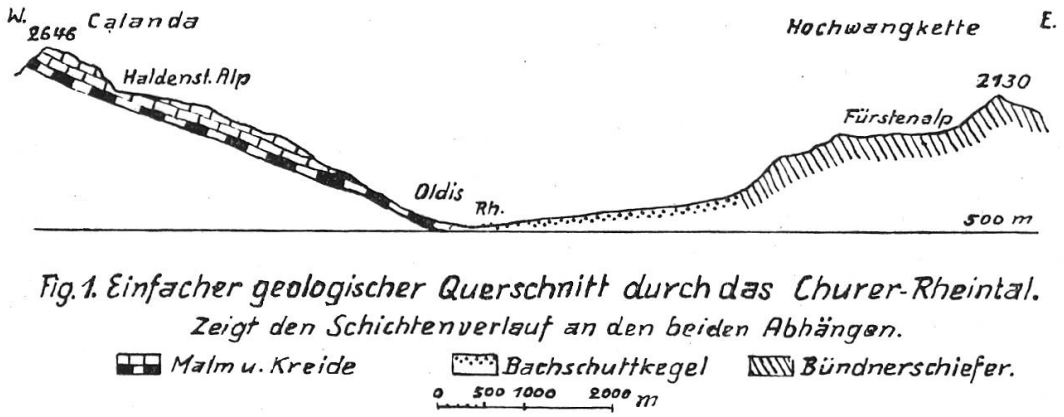


Fig. 1. Einfacher geologischer Querschnitt durch das Churer-Rheintal. Zeigt den Schichtenverlauf an den beiden Abhängen.

das Helveticum des Fläscherberges reicht über den Rhein. Die schroffen Kalkwände des Falknis gehören bereits zum ostalpinen Deckengebirge. Wir treffen also in der Umrandung des Tales die verschiedensten geologischen Elemente, die sich sowohl in der Gesteinsart wie in der Lagerung wesentlich unterscheiden und sich infolgedessen auch in hydrologischer Hinsicht ganz verschieden verhalten.

Bei Tamins und Felsberg treten als tiefster Gesteinskomplex kristalline Gesteine zutage, deren Schieferungsebene

steil gegen Süden fällt. *Oberholzer* (lit. 7) hat sie als Epidot-Chloritschiefer kartiert und zum Aarmassiv gestellt. Neuere Untersuchungen von *Th. Hügi* (3, pag. 83) haben ergeben, daß es sich hauptsächlich um alpin-metamorph veränderte Melaphyre handelt, die das Kristallin eines Deckenkerns bilden und zum Tavetscher Zwischenmassiv gehören. In den nördlichen Partien werden sie von helvetischen Sedimenten (rötlichgelb angewittertem Rötidolomit, Rauhwacke, Chloritoid- und Magnetitschiefern) diskordant überlagert. Besonders mächtig ist der Hochgebirgskalk (Malm) entwickelt. Seine Schichten liegen zudem mehrfach übereinander. Eine fast senkrechte Felswand zieht sich vom Kunkelspasse bis Felsberg, dessen älterer Dorfteil durch Felsabbrüche von dieser Wand immer wieder bedroht wird. Zwischen Felsberg und Haldenstein steigt der dunkle, aber hellanwitternde Malmkalk allmählich vom Rheintal auf und erreicht mit seiner korallogenen Fazies (Tithon) schließlich den Taminser Calanda. Letztere nimmt auch nördlich des Val Cosenz ein großes Gebiet ein. Hier ist diese Kalktafel zwischen Waldboden und Kaminspitze diskordant auf die autochthone Kreide und auf Flysch überschoben (1, pag. 22). Der Malmkalk ist stark zerklüftet; am Kunkelspasse besteht er sogar aus einer orogenen Breccie. Diese starke Zerklüftung, welche durch den Winterfrost immer wieder gefördert wird, bedingt die große Wasserdurchlässigkeit des Gesteins. Sie bildet auch die Ursache der vielen Bergstürze und Schutthalden in diesem Gebiete. – Die kulminierenden Höhen des Felsberger und Haldensteiner Calanda (2808 m ü. M.) werden von Kreideschichten der «Oberen Calandafalte» aufgebaut. Auch sie bilden ausgeprägte Felswände und fallen mit etwa 20 bis 25° axial nach Osten gegen den Rhein, wo sie, zwischen Haldenstein und Untervaz, unter den Alluvionen des Rheintales verschwinden. Während diese Schichtflächen im allgemeinen mit Wald und Weide bedeckt sind, ist an manchen anderen Stellen die Oberfläche den verschiedenen Prozessen der Verwitterung ausgesetzt, so daß das Gestein zerrüttet erscheint. Ein großer Teil der Niederschläge dringt hier bis auf eine

Schichtfläche vor und bewegt sich bei geneigter Lage derselben talwärts. An einigen Orten tritt das Wasser am Fuße der Felswand zutage (Haldenstein, Untervaz) oder aber es gelangt schließlich in den Grundwasserstrom des Tales. – Die wenig durchlässigen tertiären Flyschschiefer sind auf der Ostseite des Calanda nur lokal bei Mastrils vorhanden. Sie spielen daher in hydrologischer Hinsicht eine geringe Rolle. Hingegen haben die, allerdings mit dem Flysch nicht mehr im ursprünglichen Verbande stehenden Seewerschichten in der Muldenzone des Val Cosenz noch eine gewisse Bedeutung.

Zum massigen Calanda mit seiner abwechslungsreichen Gesteinsfolge steht der r e c h t e Rheintalhang sowohl in der äußeren Gestalt wie im geologisch-tektonischen Bau in großem Gegensatz. Dieser besteht aus den Schichtköpfen des penninischen Bündnerschiefers, einem weichen, tonigen oder sandig-kalkigen Gestein, das bald ausgezeichnet schieferig, bald in dünnen kompakten Bänken abgelagert ist. Es gehört vorwiegend dem Lias an, ist aber im Detail noch ungenügend erforscht. Die Untersuchungen im Prätigau haben zum Teil viel jüngere Schichtglieder ergeben. Die kahlen Felswände zeigen eine gewaltige mechanische Umgestaltung, die sich in großartiger Verbiegung, feinster Fältelung und mancherorts in der Anreicherung von sekretionären Quarz- und Calcitadern äußert. Die Verfaltung bedingt ein mehrfaches Übereinanderliegen derselben Schicht, wodurch dieser Gesteinskomplex eine ungeheure Mächtigkeit erlangt. In orographischer Hinsicht besitzt der Bündnerschiefer ein ziemlich homogenes Aussehen. Wild und zerrissen steigen die steilen Gräte des Montalins empor, der mit 2266 m die höchste Erhebung in der Kammlinie bildet. Infolge der leichten Verwitterbarkeit des Gesteins entstehen Rutschungen, Abbrüche und mächtige Schutthalden. Letztere sind meistens bewaldet. Aber der Wuchs der oft schiefgestellten Baumstämme verrät mancherorts schleichende Bodenbewegungen. – Von den Talterrassen sind diejenigen von Talein und Valtana in 900 m, Says in 1100 m und Pardatsch in 1300 m Höhe gut erhalten.

Auch oberhalb Malans und Jenins kann man leicht zwei Erosionsterrassen unterscheiden, nämlich diejenige des Heuberges in 1180 m Höhe und eine tiefere mit der Ruine Wyneck in 700 m ü. M. Andere sind in diesem weichen Gestein der Zerstörung anheimgefallen. Gefährliche Wildbäche (Rüfen) haben im Steilhang enge Schluchten geschaffen, wodurch dieser in einzelne Teile zerschnitten wurde. Durchgreifend ist dies durch die Landquart in der engen Klus und durch die Plessur bei ihrem stufenförmigen Eintritt in die Talsohle des Rheines geschehen.

Für die Wasserführung des Berghanges ist vor allem das einheitliche Südostfallen der Gesteinsschichten (30–50° nach dem Berginnern) maßgebend. Der tonige Bündnerschiefer weist eine geringe Porosität auf und ist an sich wenig durchlässig. Das Wasser aber, das in die Schichtspalten versinkt, wandert auf unterirdischem Wege je nach der Neigung in unbekannte Tiefen oder es erscheint als Quelle am abgekehrten Berghang. Am diesseitigen Hang treffen wir aus diesem Grunde keine größeren Felsquellen. Das spärliche, aus den Gesteinsklüften hervordringende Wasser verdunstet hier meistens sofort und läßt nur einen schneeartigen Anflug von Salzausblühungen zurück.

In der Falkniskette besteht der sanft ansteigende, mit einer ausgedehnten Rasendecke überzogene Vilan (2380 m) aus Prätigauflysch, der sich westwärts bis zum Glecktobel zieht. Dieses bildet die Grenze zwischen Prätigauflysch und Jurakalk des Falknis (12, pag. 52) und zugleich auch die Grenze des Untersuchungsgebietes. Im Vilan herrscht Ostfallen vor, während weiter nördlich im Äbigrat ein ausgeprägtes Nordfallen konstatiert werden kann. Beides ist für die Wasserzuleitung zum Rheintale ungünstig. Dasselbe gilt auch für den Fläscherberg, da auch seine Schichten gegen Osten einfallen.

Die häufig auftretenden Moränenreste, sowohl auf den Erosionsterrassen des Calanda wie auch auf dem rechtsrheinischen Abhang, am Hochwang und Falknis, führen zur Bildung kleiner, meist inkonstanter Schuttquellen.

2. Die Alluvialebene des Rheines

Die Alluvialebene des Rheines erstreckt sich von Reichenau, wo sie durch die gewaltige Trümmermasse des prähistorischen Flimser Bergsturzes begrenzt wird, bis Fläsch und findet hier ihre Fortsetzung im St. Galler Rheintal. Die Länge der für uns in Frage kommenden Talsohle beträgt 30 km, die Breite 2–3 km und das durchschnittliche Gefälle 3 ‰.

Der obere Teil bis Chur ist landschaftlich charakterisiert durch etwa zwanzig isolierte Hügel (toma, vom lat. tumus oder tumulus = Hügel), die wie Vulkankegel mitten aus dem ebenen Talboden emporragen (lit. 11). Sie bilden die Überreste großer, hauptsächlich aus Malmkalk bestehender Bergstürze vom Calanda, die infolge der Übersteilheit des zerklüfteten Gehänges in das Tal niederbrachen und sich bei flacher Böschung stellenweise quer über das ganze Tal ergossen. Da sie von einer leichten Grundmoränendecke überkleistert sind, dürften diese Bergstürze interstadial und durch fluviatile Abtrennung in diese eigentümlichen Gebilde zergliedert worden sein. Vorsprünge und Kanten wurden beim letzten Vorstoß des Gletschers abgeschliffen und Lücken mit Moräne und Schotter ausgeebnet, so daß die Hügel eine rundliche Form erhielten. Hierauf erfolgte die Umlagerung mit Rheinalluvionen. Die Hügel von Chur erheben sich aus dem flachen Schuttkegel der Plessur. Ihr Material stammt, mit Ausnahme des Felsenau-Hügels, welcher aus tonig-sandig-kalkigem Bündnerschiefer besteht, ebenfalls vom Calanda. – Diese Bergsturzbreccien, die im Untergrund zweifellos einen breiten Raum einnehmen, sind zwar wasserdurchlässig und können deshalb selbständige Grundwasserträger darstellen. Bei Grundwasserbohrungen sind sie aber meistens recht hinderlich (Ems, Chur).

Auf der rechten Talseite am Ausgange des Pargäratobels ist ein mächtiger Bachschuttkegel. Talabwärts beherrschen solche, wie in allen übertieften Tälern, das ganze Talgelände. Durch die postglaziale Akkumulation der Wildbäche wurde hier ein Landschaftstypus geschaffen, bei wel-

chem die Anlage der Siedlungen am oberen Rande des Schuttkegels vorgezeichnet war. Zunächst ist es der große, aber flache Schuttkegel der Plessur, welcher nordwestlich von Chur fast das ganze Talstück bedeckt und den Rhein aus seiner ursprünglichen Ostnordost-Richtung hart an den Fuß des Calanda drängt. Eine beträchtliche Ausdehnung besitzt auch der Lürlibad-Schuttkegel, welcher von der Kaltbrunnrüfe aufgeschüttet wurde. In gleichem Sinne wie die genannten beeinflußten die Schuttkegel der Trimmiser und Zizerser Rüfen sowie der flache Schwemmfächer der Landquart und derjenige der Theilerrüfe bei Jenins den Lauf des Rheines. Nur durch die ablenkende Wirkung des «Horns» bei Untervaz unterstützt, vermochte die wilde Cosenz ihren Schuttkegel weit gegen Osten vorzuschieben und dadurch den Rheinlauf gegen Zizers zu verlegen. Wohl wurden diese mächtigen Schuttanhäufungen vom Rhein am Stirnrand oft angeschnitten (altes Rheinbord bei Trimmis und Zizers) und zum Teil weggeführt. Dafür aber überschwemmte der Rhein bei jedem größeren Hochwasser weite Gebiete mit alpinem Schottermaterial, das aus den ganzen Einzugsgebieten der beiden Rheine stammt. Ein breites Talstück ist daher mit solchen Anschwemmungen erfüllt. Eruptive und sedimentäre Bestandteile, die völlig gerundet und infolge wechselnder Strömungsgeschwindigkeit des Flusses in Schichten verschiedener Korngröße angeordnet sind, beteiligen sich am Aufbau. Da nirgends tiefere Aufschlüsse vorhanden sind, bleibt die Mächtigkeit des Rheinschotters unbestimmt. Bei der Pulvermühle in Chur wurden vor einigen Jahren Bohrungen in eine Tiefe von über 100 Meter ausgeführt, ohne auf festen Fels zu stoßen. – Die Aufschüttung erfolgte in der Hauptsache unter dem Einfluß der Gletscherbäche, welche den Rhein offenbar mit Schotter überlasteten. Als typische, wenn auch spärliche eiszeitliche Überreste sind die erwähnten Moränen an den Hügeln von Ems und die verkitteten Schotter zwischen Reichenau und Ems zu betrachten.

Während die Rüfeschuttkegel im allgemeinen trocken sind, kommt dem Rheinschotter als Grundwasserträger, der das im Talboden versickerte und von den Abhängen unter-

irdisch zufließende Wasser aufnimmt und weiterleitet, eine ganz besondere Bedeutung zu. Durch verhältnismäßig starke Strömung wurden die feinen tonigen Bestandteile vielfach ausgeschlämmt, so daß die abgelagerten Kiese in hohem Maße wasserdurchlässig sind. Auch die petrographische Zusammensetzung dieser klastischen Sedimente ist, wie wir später sehen, vorteilhaft, indem sie sich sowohl in physikalischer wie in chemischer Hinsicht dem Wasser gegenüber günstig verhalten.

II. Niederschlag und Abfluß im Rheintal zwischen Reichenau und Fläsch

1. Niederschlag

Die Wassermenge eines Gebietes, sei es Bach-, Quell- oder Grundwasser, stammt aus der Atmosphäre und wird der Erde zum größten Teil in Form von Regen oder Schnee zugeführt. Aus dem Ausmaß des Niederschlagsgebietes und der Niederschlagshöhe die Menge des Grundwassers zu bestimmen, ist aber auch bei genauer Kenntnis der oberflächlich abgeführten Wassermenge nicht möglich. Dies ist besonders dann ausgeschlossen, wenn die Talumrandung, wie im vorliegenden Falle, einen so komplizierten tektonischen und petrographischen Bau aufweist. Es ist zu bedenken, daß in gewissen Gegenden (Calanda) ein natürlicher Zufluß aus Gebieten erfolgt, welche jenseits der orographischen Wasserscheide liegen, während ein Teil des Niederschlages am rechten Talhang durch unterirdischen Abfluß nach dem benachbarten Gebiet dem Rheintal entzogen wird. Da aber die Wasserführung der Quellen und die Schwankungen des Grundwasserstandes doch in hohem Maße von der jährlichen Niederschlagsmenge abhängig sind, muß auf diesen Faktor kurz hingewiesen werden.

Zur Charakterisierung der Niederschlagsverhältnisse wurden die mittleren Monats- und Jahressummen des Niederschlages von Reichenau, Chur und Plantahof bei Landquart für die gemeinsam beobachteten Jahre 1909–1934 nach den

«Annalen» ermittelt (Mitteilungen der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt). Die Beobachtungswerte sind in Fig. 2 graphisch dargestellt.

Mittlere Monats- und Jahressummen der Niederschlagsmengen in mm (1909–1934)

	m ü. M.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahr
Reichenau	604	63	42	53	70	78	102	112	126	88	84	69	74	961
Chur	600	52	36	45	57	72	95	107	114	82	75	61	64	860
Plantahof	530	81	48	64	77	83	116	133	130	93	86	77	87	1075

Das Churer Rheintal gehört, wie aus der Tabelle hervorgeht, zu den trockensten Tälern der Alpen. Der Föhn, der hier besonders im Frühjahr und Herbst häufig auftritt, erschwert die Kondensation des Wasserdampfes und besitzt zudem eine stark austrocknende Wirkung. Anderseits verursacht er oft mitten im Winter Tauwetter, dem nicht selten eine beträchtliche Schneedecke in wenigen Tagen anheimfällt, so daß der herrschende Wassermangel rasch beseitigt wird. Die mittlere jährliche Niederschlagsmenge dieser 26 Jahre beträgt in Chur 860 mm, das Mittel von 1864–1940 sogar nur 831 mm. Die umliegenden Orte sind in dieser Beziehung schon etwas besser daran. Aber auch hier können verhängnisvolle Trockenperioden eintreten. So berichtet *C. U. v. Salis* im «Neuen Sammler», V. Jahrg., pag. 333, daß infolge einer Dürre (1801) «jede der vier Hauptgemeinden, Zizers, Igis, Trimmis und Untervaz, über 100 Stück Vieh verlor». – Prozentual verteilt sich die Niederschlagsmenge für Chur: Dezember–Februar 18 %, März–Mai 20 %, Juni–August 37 % und September–November 25 %. Das Maximum des Niederschlages fällt also auf die Sommermonate und übersteigt das Winterminimum um das Doppelte.

Leider fehlen direkte Niederschlagsmessungen an den Abhängen, so daß eine zuverlässige Berechnung der Monats- und Jahressummen nach Höhenzonen nicht möglich ist. Einzig vom landwirtschaftlichen Versuchsfeld auf der Fürstenalp oberhalb Trimmis liegt noch eine lückenhafte Statistik vor. Hier wurde im Jahre 1885 eine Station errichtet und vom

Personal des Versuchsfeldes bzw. von den Sennen bedient. Die Beobachtungsserien 1887 und 1888 sind im Landwirtschaftlichen Jahrbuch der Schweiz, III. Bd., und die Jahresmittel 1890–1909 in den Jahresberichten der Schweiz. Samenuntersuchungs- und Versuchsanstalt in Zürich, Nr. 25–32, publiziert. Sie bestätigen bloß die Regel, daß Monats- und

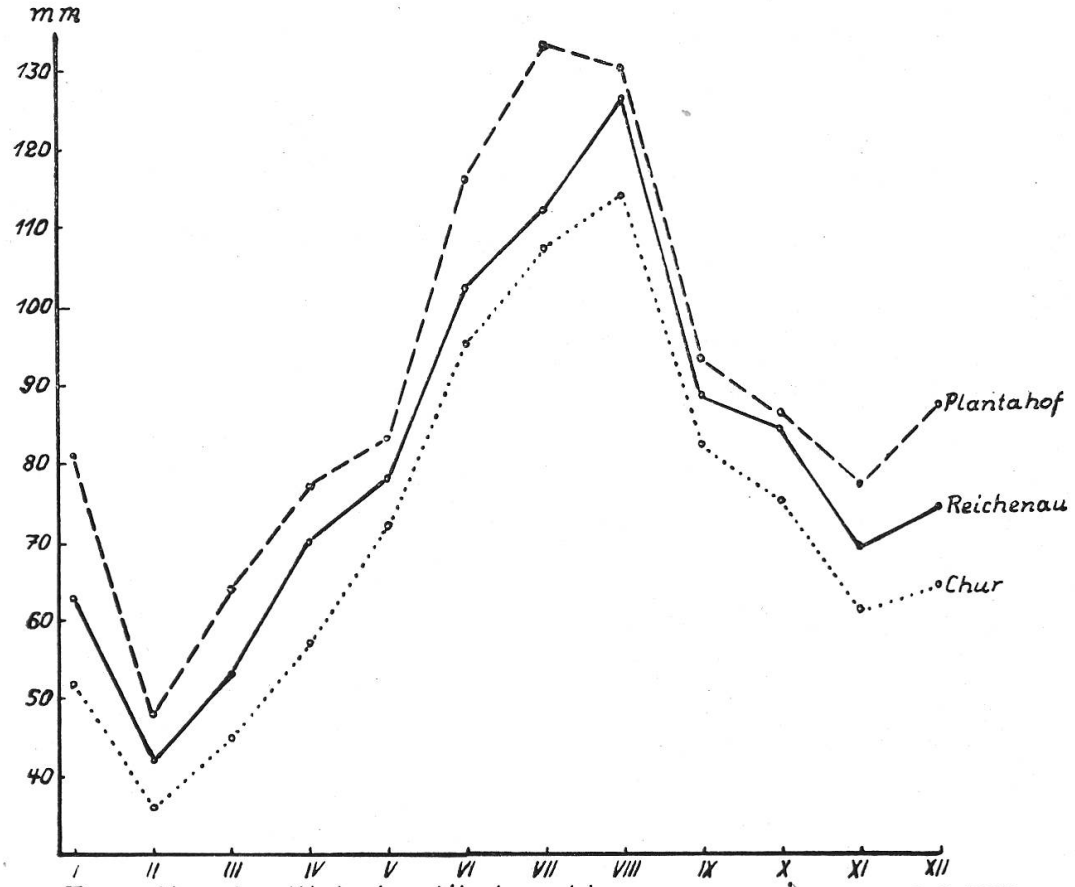


Fig. 2. Monatsmittel der Niederschlagsmengen in mm. 1909-1934.

Jahressummen der Niederschläge im allgemeinen mit der Höhenlage zunehmen. Infolgedessen werden bei Niederschlagskarten die Isohyeten (Linien, die Orte mit gleicher jährlicher Niederschlagsmenge verbinden) an die Isohypsen angelehnt (vgl. Regenkarte des bündnerischen Rheingebietes, lit. 9). Da aber der rechte Talhang unterhalb Chur auf der Wetterseite des Tales liegt, erhält dieser, wenigstens in den unteren Lagen, zweifellos mehr Niederschlag als die entsprechenden Höhenstufen am Calanda. Dagegen steigt

die jährliche Niederschlagsmenge auch in den höchsten Gebieten nicht über 1800 mm, während sie oberhalb der Calandahütte (2110 m ü. M.) bis 2100 mm beträgt. Dennoch trägt der Calanda, dank seiner isolierten Lage, keine bleibende Schneedecke.

Diese Verhältnisse wirken sich natürlich auch bei der Quellenbildung aus. In trockenen Gebieten, wo die Niederschläge zudem jahreszeitlich in Menge und Form stark verschieden sind, können nur verhältnismäßig schwache, inkonstante Quellen entstehen, und nur besonders große Sammelgebiete vermögen den Ertrag der Quellen auch in solchen Gegenden zu steigern und auszugleichen.

Zur Ergänzung und um den Einfluß auf den Wasserstand des Rheines sowie auf die Grundwasserstände unmittelbar feststellen zu können, seien nebenstehend noch die täglichen Niederschlagshöhen auf dem Plantahof bei Landquart vom 16. April bis 31. Dezember 1938 mitgeteilt (entnommen den Original-Aufzeichnungen über die meteorologischen Beobachtungen auf dem Plantahof).

Diese Beobachtungswerte sind in Figur 5 graphisch dargestellt.

2. Abfluß

Der Rhein erhält im Bereiche des Untersuchungsgebietes zwei größere Nebenflüsse, die Plessur mit der Rabiosa und die Landquart. Sie führen ihm das Wasser entlegener Talschaften zu. Die übrigen Zuflüsse sind kurze, wasserarme Wildbäche, die nur zur Zeit der Schneeschmelze oder bei Gewittern stärker anschwellen. Meistens versickert aber ihr Wasser schon auf dem Schuttkegel, bevor es den eigentlichen Talboden erreicht hat.

Die Abflußmenge der Flüsse und Bäche hängt von verschiedenen Faktoren ab (lit. 9). Wie die jahreszeitliche Verteilung zeigt, fallen außer der Größe des Einzugsgebietes in erster Linie die Niederschläge in Betracht. Die größten Abflußmengen haben wir zur Zeit der reichsten Niederschläge. Allerdings tritt in Gebirgsgegenden infolge des Schneefalles und der Wasserspeicherung im Gletschereise eine Verschie-

bung ein in dem Sinne, daß die Abflußmengen im Winter abnormal zurückgehen, im Frühling und Sommer aber gesteigert werden. Der Wasserstand der Flüsse spiegelt dann deutlich die Schneemenge und auch die Dauer der Schneedecke. – Von großer Bedeutung für den Abflußvorgang sind ferner die geologischen und orographischen Verhältnisse einer Landschaft. Der Bündnerschiefer der rechten Talseite begünstigt dank seiner geringen Durchlässigkeit und Steilheit den Wasserabfluß. An manchen Stellen ist aber das Gestein

Tägliche Niederschlagshöhen in mm
Plantahof, 16. April bis 31. Dezember 1938

	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1.		5,0	—	17,1	—	—	6,9	—	—
2.		—	43,5	39,8	—	—	—	1,0	—
3.		—	12,4	0,7	—	2,2	12,3	—	9,1
4.		0,6	—	—	—	4,7	4,2	—	—
5.		—	—	2,6	—	0,3	—	2,4	2,3
6.		—	—	—	0,2	0,6	—	—	—
7.		1,1	—	—	0,7	—	2,0	—	—
8.		—	—	11,8	2,0	—	—	—	—
9.		—	11,8	4,4	2.4	0,2	—	—	—
10.		—	15.5	1,5	2,1	1,4	—	—	—
11.		—	3,6	—	4,5	—	0,6	—	—
12.		—	0,2	2,5	0,2	—	—	—	—
13.		—	7,8	1,6	25,5	—	—	—	—
14.		—	5,8	—	1,6	—	—	—	—
15.		—	11,6	2,2	—	11,4	—	—	—
16.	—	—	—	2,5	—	—	—	—	—
17.	—	3,5	—	—	—	—	—	0,6	—
18.	—	1,8	—	0,6	—	—	—	—	—
19.	1,9	8,8	0,6	—	—	—	—	—	—
20.	8,8	24,3	—	—	12,8	—	—	—	2,0
21.	—	2,0	—	—	11,5	—	—	7,0	4,4
22.	—	4,8	2,2	—	5,5	—	—	2,8	0,6
23.	—	—	2,4	—	4,1	—	—	—	0,7
24.	4,9	3,5	—	15,8	—	1,4	—	0,3	0,4
25.	1,3	—	—	—	—	—	—	—	0,1
26.	—	—	21,8	1,4	—	—	2,2	—	0,1
27.	—	—	0,3	—	13,1	—	3,1	—	4,6
28.	—	15,5	—	—	2,5	—	9,8	—	12,4
29.	—	—	—	—	3,1	0,5	—	—	2,0
30.	10,3	5,3	15,4	—	1,5	1,9	—	4,0	11,0
31.		—		—	2,2		—		17,7
		76,2	154,9	104,5	95,5	24,6	41,1	18,1	67,4

Mittlere Abflußmengen in m³ pro Sekunde (1931–1940)

	Einzugs-gebiet in km²	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	Jahr
1. Rhein bei Felsberg .	3249	33,23	28,02	34,68	69,13	174,07	309,4	295,4	190,4	137,4	110,87	69,63	43,83	125,10
2. Plessur bei Chur . .	263	2,51	2,17	3,43	7,71	15,8	19,9	15,9	10,3	8,61	6,85	5,57	3,27	8,52
3. Landquart bei Felsenbach	616	7,76	7,70	12,08	23,05	48,02	57,12	44,87	29,08	22,40	16,63	13,78	8,74	24,32
4. Rhein bei Ragaz ohne Tamina .	4308	42,97	38,19	49,21	93,55	233,6	397	370,1	239,54	172,06	140,55	91,55	56,06	160,84
5. Abfluß aus d. Untersuchungsgebiet	—	0,53	—	0,98	6,34	4,29								
4 — (1+2+3)	180	—	0,3	—	—	—	10,58	13,93	9,76	3,65	6,2	2,57	0,22	2,9
Verlust im Untersuchungsgebiet							—	—	—	—	—	—	—	—

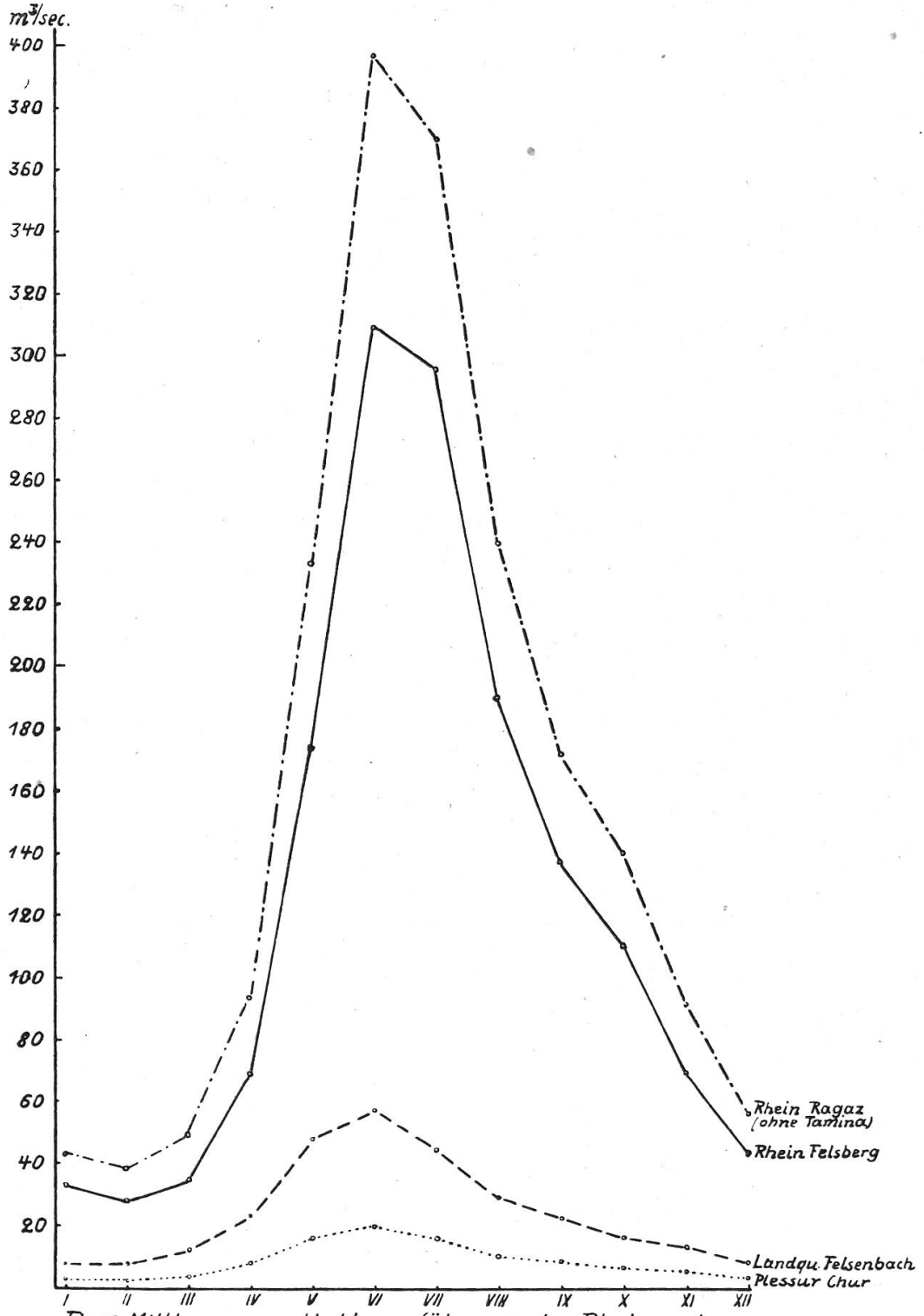


Fig. 3. Mittlere monatl. Wasserführung des Rheines, der Plessur und der Landquart in m³/sec. – 1931-1940.

mit Schutt bedeckt, in welchem das Wasser versickert und so den oberflächlichen Rinnsalen entzogen wird. Auch in dem zerklüfteten Kalk des Calanda geht viel Wasser «verloren», und der aufgelockerte Kulturboden der Talsohle mit den großen Schottermassen als Unterlage ist für das atmosphärische Wasser ebenfalls leicht zugänglich. Eine Ausnahme machen die tonreichen Böden in der Umgebung der Ziegelfabriken in Chur und Landquart. – Ein weiterer beträchtlicher Teil der Niederschläge verdunstet, und ein anderer wird von den Organismen aufgenommen. Einen großen Einfluß übt in dieser Hinsicht der Wald aus, besonders dann, wenn seine Bestände der Plenterform nahe kommen. Er mildert an unseren Steilhängen den Abfluß, indem bereits in den Ästen ein Teil des Niederschlages zurückgehalten wird, während oft fast der ganze Rest im lockeren Waldboden, der von den Wurzeln an den felsigen Untergrund gebunden wird, verschwindet, beziehungsweise durch viele Hohlräume des humiden Bodens unterirdisch abfließt. Der Wald liefert deshalb in gebirgigen Gegenden unter sonst gleichen Bedingungen mehr Grundwasser als die waldlosen Gebiete, vermindert aber anderseits den oberirdischen Abfluß. Das Freiland tut das gleiche, indem es, infolge des ungehemmten Zutrittes von Sonne und Wind, die Verdunstung, besonders während der Sommermonate, stark befördert. Die Sickerwassermenge wird dagegen durch die starke Austrocknung des Bodens herabgesetzt. Das Wasser wird zuerst kapillar festgehalten und erst nach Benetzung der obersten Bodenschicht weiter geleitet.

Von der jährlichen Niederschlagsmenge fließt somit nur ein gewisser Prozentsatz, welcher natürlich sehr verschieden sein kann, durch die Meßprofile. Ein anderer folgt ihm unbeachtet und mit Verspätung im Grundwasserstrome nach. Dieser soll im folgenden Kapitel behandelt werden. – Die Tabelle (S. 100), die nach den Angaben im Hydrographischen Jahrbuche der Schweiz berechnet wurde, sowie die entsprechenden Kurven (Figur 3) mögen die Abflußverhältnisse des Rheines noch veranschaulichen.

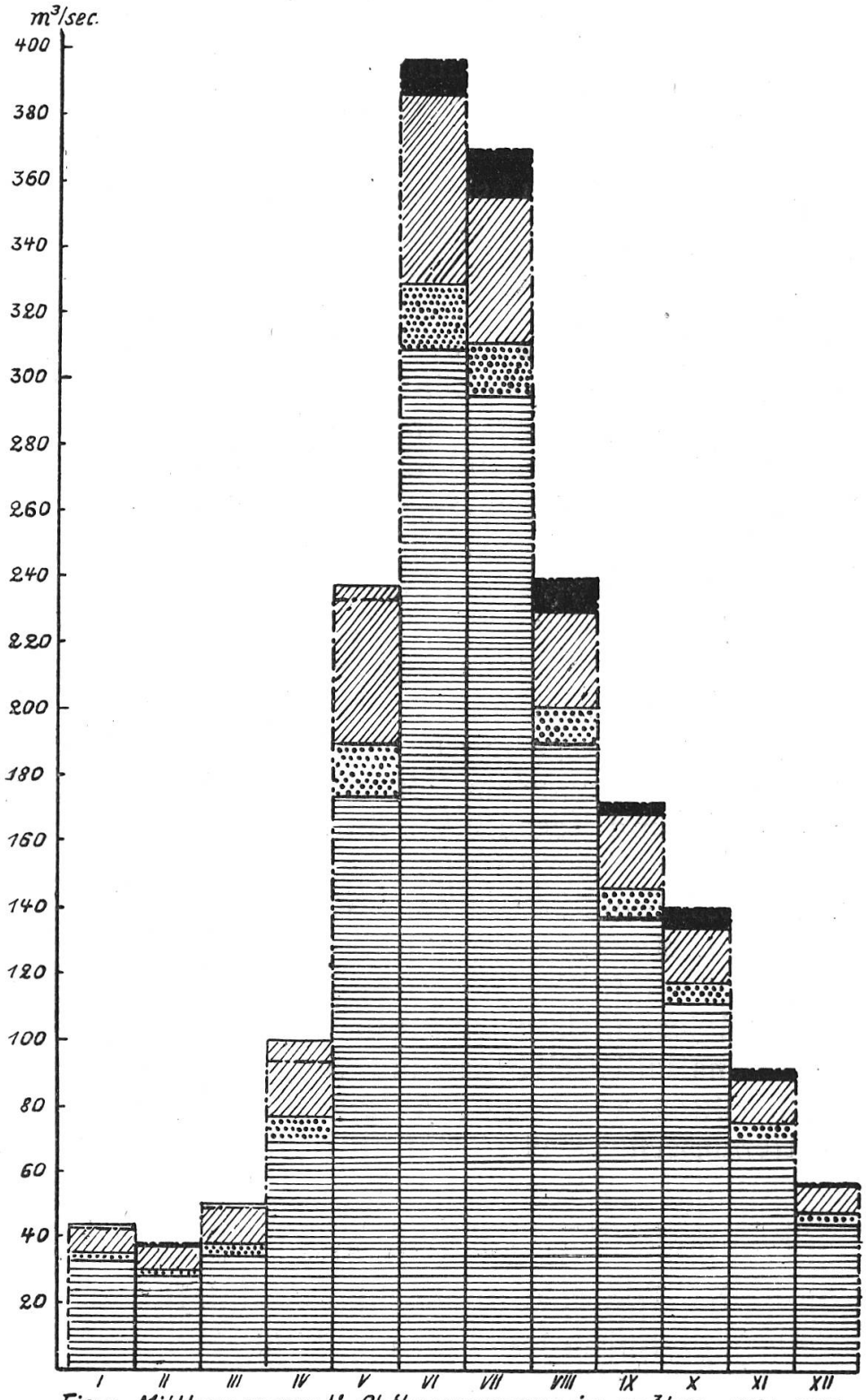


Fig. 4. Mittlere monatl. Abflussmengen in m³/sec. 1931-1940.
Rhein bei Felsberg. Plessur bei Chur.
Landquart b. Felsenbach. Aus d. Untersuchungsgeb.
—·— Rhein bei Ragaz (ohne Tamina).

Erhebungen über den Wasserhaushalt des Rheines wurden in den Jahren 1899–1906 und 1913–1940 bei Felsberg gemacht. Seit Mitte April 1930 besteht an der Plessur in Chur eine Meßstation. Die Abflußmengen der Landquart wurden 1913–1916 und von 1921 an bei Felsenbach ermittelt, während sich die Messungen des Rheines bei Ragaz auf die Jahre 1931 bis 1940 erstrecken. Von den letzteren wurde die Tamina abgerechnet, um so für das Untersuchungsgebiet ein klareres Bild über die Abflußmenge zu erhalten. – Um einen Vergleich der Zahlenwerte machen zu können, mußte eine verhältnismäßig kurze, dafür aber allen Pegelstationen entsprechende Beobachtungsperiode gewählt werden.

In unserem Klima führen die Flüsse im allgemeinen mehr als die Hälfte der Wassermenge, die als Regen oder Schnee niederfällt, ab. Wenn wir aber obige Zahlen miteinander vergleichen, so fällt zunächst auf, daß die Abflußmenge aus dem Untersuchungsgebiet recht bescheiden ist. Die Abflußkurven (Figur 3) sind im Februar am tiefsten; sie steigen vom April an und erreichen infolge der Schneeschmelze im Juni den höchsten Stand. Abgesehen von Tauwetterperioden mit Schneeschmelze und Regen führt der Rhein bei Ragaz vom Dezember–Mai oft weniger Wasser als der Rhein bei Felsberg plus Plessur und Landquart (Figur 4). Somit muß auf dieser Strecke ein Teil des Wassers verdunsten und versickern.

Dies wird jedenfalls auch schon beim Hinterrhein zwischen Rhäzüns und Reichenau der Fall sein, da er hier in seinem verwilderten Bett an den Bergsturz- und den gestauten Schottermassen vorbeistreicht. Wahrscheinlich nimmt der Grundwasserstrom des Churer Rheintales hier seinen Anfang oder er erhält zum mindesten eine Verstärkung.

III. Das Grundwasser im Rheintal zwischen Reichenau und Fläsch

1. Allgemeines

In den letzten Jahren wurden an verschiedenen Stellen des Rheintales Bohrungen vorgenommen, um Trinkwasser

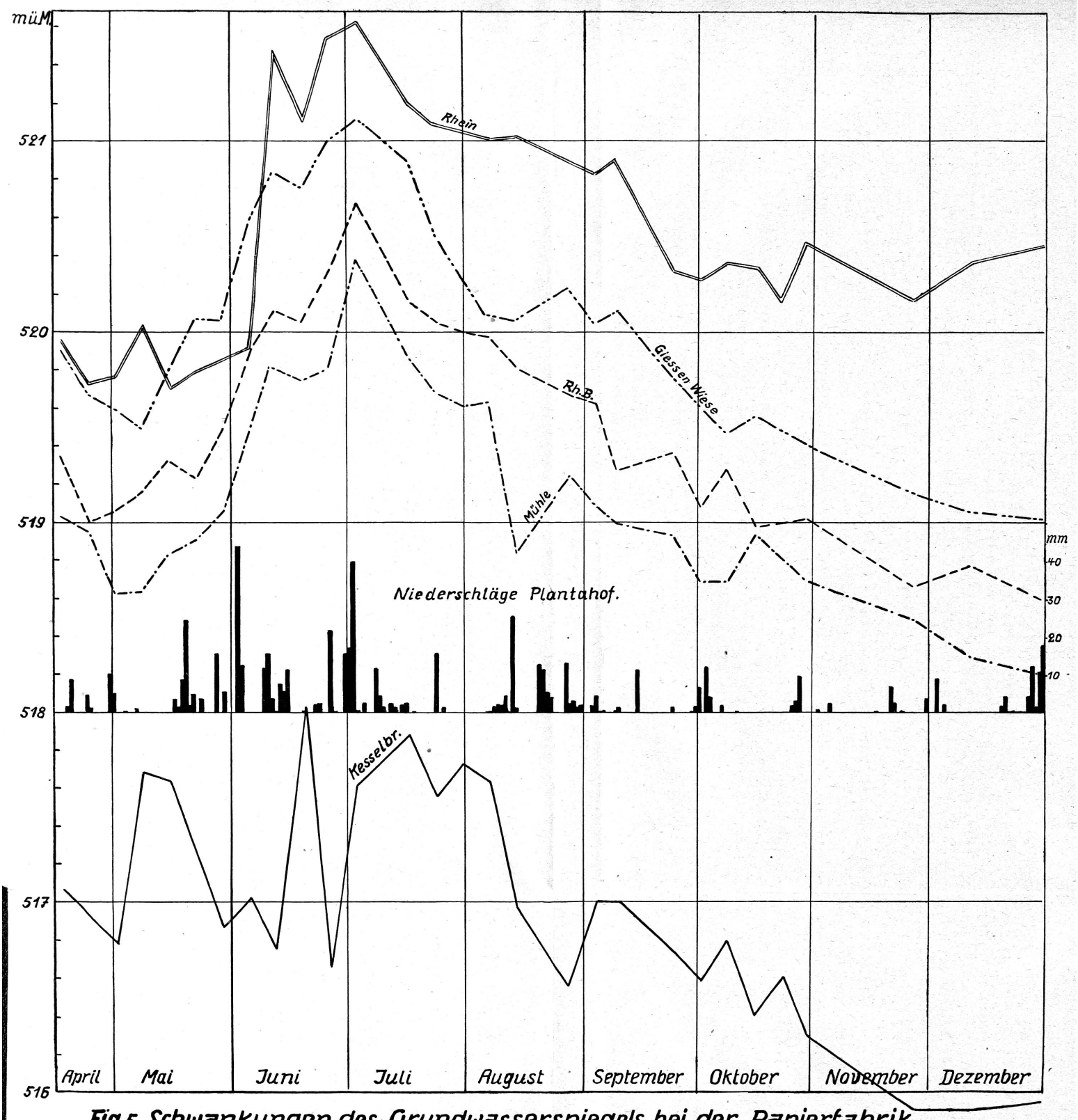


Fig. 5. Schwankungen des Grundwasserspiegels bei der Papierfabrik Landquart. Vergleich mit den Wasserständen des Rheines und den täglichen Niederschlägen auf dem Plantahof, 1938. n. Ing. Enderlin, ergänzt m. d. Niederschlagshöhen.

l Wasser für industrielle Betriebe zu gewinnen. Dadurch ıngte man zur Gewißheit, daß der Rheinschotter von Reinau abwärts einen sehr bedeutenden Grundwasserstrom rt, der, dem natürlichen Gefälle folgend, im wesentlichen allel zum Rheinlauf fließt.[2] Wohl versorgte sich schon in ıeren Jahren die Gemeinde Ems mit solchem Bodenıser, und bei den Einzelhöfen und Bahnstationen zwischen Landstraße und dem Rhein bestanden und bestehen zum l heute noch viele sogenannte Sodbrunnen, bei welchen Grundwasser mittelst Handpumpen gewonnen wird. ɔst im Hofe des Schlosses Marschlins hatte man eine 17 m e Zisterne gebaut, die bis ins Grundwasser hinabreichte. en größeren Versuch, der allerdings infolge der ungeeigen Bohrstelle mißlang, unternahm die Stadt Chur im Jahre 6. Damals wurde oberhalb der Martinskirche ein fast 90 m es Bohrloch erstellt, um einen arthesischen Brunnen zu alten. Diese Stelle war, wie auch der Name «Marsöl» (vom marcidus oder marciolus) andeutet, wasserzügig. Da man r keinen Erfolg hatte, wurde die Arbeit sechs Jahre später der eingestellt. – Von der reichen Grundwasserführung Talbodens zeugten auch die an verschiedenen Stellen inge Überfüllung des Grundwasserträgers auftretenden Wasıufstöße, z. B. in den «Hanflöchern» bei Felsberg, in den ıterauen» bei Trimmis, im «Ried» bei Untervaz und im ießen» westlich Landquart-Fabriken. Außerdem gab es wärts des Rheines bis vor wenigen Jahren noch eine ganze he stagnierende, mit suspendiertem Schieferdetritus chsetzte Wassertümpel. Heute noch nehmen zwischen lans und Maienfeld, am Rande des großen Schuttkegels Landquart, einige unterirdisch gespeiste Quellbächlein en Anfang. Sie vereinigen sich nach kurzem Lauf und nden oberhalb der Station Maienfeld in den Kanal. Schließı sei noch auf die gewaltige Wassermenge hingewiesen, unterhalb Sargans austritt und in den Binnenkanälen abeitet wird.

[2] A. Heim fand in breiten Kiestälern folgende Geschwindigkeiten: nental bei 7 ‰ Gefälle 8 m pro Tag, Limmattal bei Zürich bei ½ ‰ Ge- 4–6 m pro Tag (4, pag. 482).

Von den elektrisch betriebenen Pumpwerken, dı welche der große Grundwasserstrom des Rheintales ersch sen wurde, sind zu nennen: Verzuckerungsanlage zwisc Reichenau und Ems, Stadt Chur unweit der Plessurmünd Papierfabriken Landquart im «Gießen» sowie die Gem den Malans und die Anlage bei Fläsch. Außerdem haben alle übrigen Gemeinden des Tales den Bau von Grundwas werken in Erwägung gezogen.

2. Wahl der Bohrstellen

Bei der Wahl der Bohrstellen muß zunächst auf das ' rain Rücksicht genommen werden. Auf der rechten Tals sind es vor allem die ausgedehnten Rüfeschuttkegel, die der Wassergewinnung hindernd in den Weg stellen. Es zwar anzunehmen, daß der Rhein früher viel weiter re floß. Unter dem von der Ziegelei Weibel in Landquart gebeuteten Tonmergel liegt Rheinschotter, dessen Bänke n schwach ostwärts gegen Marschlins fallen. Die Seitenbä haben ihre Schuttkegel offenbar in relativ jüngster Zeit (über die Rheinalluvionen vorgeschoben. Allein die Mäch keit dieses aufgeschütteten Materials ist so groß, daß wasserführenden Schichten, die sich ungefähr auf dem Niv des Rheines einstellen, viel zu tief liegen. Ein weiterer Na teil besteht auch darin, daß diese gegen den rechten Gebi hang vorwiegend aus schwer durchlässigen tonigen Ver terungsprodukten des Bündnerschiefers bestehen.

Je näher die Bohrstelle aber an den Calanda gesetzt w um so schwieriger wird sich besonders im oberen Talst die Bohrung gestalten. An gar manchen Stellen wird ı mit verborgenen großen Felsblöcken oder ganzen Bergst massen rechnen müssen. Sowohl bei den Bohrversuche Chur wie besonders bei denen in Ems stieß man in di Beziehung auf bedeutende Hindernisse. – Für die Bohrun am geeignetsten und sowohl in quantitativer als qualitat Hinsicht am versprechendsten sind die gut filtrierenden K und Sandschichten des Talgrundes in angemessener] fernung vom offenen Rheinlauf. – Auf Grund dieser Ü

ungen haben die Gemeinde Malans das Grundwasserwerk
ka 700 m außerhalb der Bahnstation gegen Landquart und
Papierfabriken Landquart westlich des Fabrikareals gegen
ı Rhein zu errichtet. An dieser Stelle befindet sich das
undwasser in nur geringer Tiefe und wurde besonders in
heren Jahren in den natürlichen grabenartigen Vertiefun-
ı ständig angeschnitten. Die Wasserentnahme ist daher
ht möglich. Ein Wasserquantum von 6100 Lit./Min. be-
ıgt eine Absenkung von nur 1,50–2,00 m. Mit Rücksicht
diese günstigen Voraussetzungen und gestützt auf ein
logisches Gutachten von Dr. J. Hug hat Ing. Solca das
mpwerk für die Gemeinde Igis in den Sacklösern in der
he der Gemeindegrenze Igis-Zizers und dasjenige für die
meinde Trimmis in der Nähe der Bahnstation projektiert.

3. Der Grundwasserspiegel

Das Grundwasser füllt bis auf ein bestimmtes Niveau alle
ischenräume einer feineren oder gröberen Schotterschicht
vie die Klüfte des festen Gesteins. Gleich wie bei einem
erirdischen Gewässer bildet die Oberfläche des unter-
ischen Wassers einen Wasserspiegel, über dem es relativ
cken ist. Dieser Grundwasserspiegel unterliegt immer ge-
sen Schwankungen. Er steigt zur Zeit der Schneeschmelze
er ausgiebiger Niederschläge und sinkt in langen Trocken-
ioden. Aus diesem Grunde steht der Grundwasserspiegel
Churer Rheintal im Sommer 1–2 m höher als im Winter
l. Figur 5).

Es ist auch nicht zu leugnen, daß das Grundwasser mit
n oberirdischen Fluß in Beziehung steht. Bei Ems ist der
undwasserspiegel dauernd unter dem Flußniveau. Von
ur abwärts steigt das Grundwasser zeitweilig jedoch über
ı Flußspiegel, so daß es in das Rheinbett austreten kann,
s natürlich eine Senkung des Grundwasserspiegels zur
ge hat. Umgekehrt läßt der hohe Wasserstand des Rheines
h das Niveau des Grundwassers steigen. Diese aus Be-
ıchtungen bei den Sodbrunnen längst bekannte Tatsache
uht zum Teil auf einer Rückstauung, zum Teil aber auch

auf der Infiltration von Flußwasser. Die Wasserspiegelschw
kungen verlaufen daher annähernd parallel. Allerdings s
die Hauptwasserspitzen des Fluß- und Grundwassers zeit
etwas verschoben, was jedoch selbstverständlich ist, w
man an den großen Reibungswiderstand besonders in ei
feinsandigen Grundwasserträger denkt. – Deutlich ist die
ziehung von Grundwasser zum oberirdischen Fluß durch
Korrektion des Rheines in Erscheinung getreten. Allgem
wurde festgestellt, daß der Grundwasserspiegel des Rh
tales infolge der Sohlenvertiefung des Rheines gesunken
So sind verschiedene Orte, an denen früher Grundwasser
tage trat und daher versumpft waren, heute ausgetrock
An Stelle der wasserbewohnenden Pflanzen sind andere
treten. *Theobald* führt sogar das Ausgehen vieler O
bäume auf die Austrocknung des Talbodens zurück. Ebe
übte diese Trockenlegung auch auf die Fauna einen Ein
aus. Der große Kammolch (Molge christata) z. B. kam frü
in der Umgebung von Chur noch häufig vor. Heute leb
nur noch in einigen kleinen Teichen zwischen Maienfeld
Fläsch. Sollten diese mit der Zeit austrocknen, so wür
mit ihnen die letzten Vertreter dieser Tierart in Graubün
verschwinden. Auch das Ausbleiben der Störche, die bi
die Neunzigerjahre des letzten Jahrhunderts regelmäßig
dem Schloß Brandis in Maienfeld brüteten, dürfte auf
gleichen Ursache beruhen. – Besonders ungünstig hat
die Senkung des Grundwasserspiegels bei den Sodbrun
ausgewirkt. Schon im Jahre 1909, also verhältnismäßig ku
Zeit nachdem die neuen Wuhre erstellt worden waren, p
zessierte Landammann Georg Gadient mit der Gemei
Trimmis und behauptete, daß ihm bei seinen Heimwe
Große Rüfe und Isla dadurch das Wasser unwiederbring
entzogen worden sei. Diese Behauptung stützte sich auf
fachmännische Expertise. Eine ähnliche Erfahrung mac
die Papierfabrik Landquart. Sie entnahm früher das für
Betrieb notwendige Wasser dem Grundwasserstrom mitt
eines noch sehr gut erhaltenen Kesselbrunnens. Dieser
einen Durchmesser von 10 m und eine Tiefe von ebenf
10 m, so daß er stets bis auf den Grundwasserspiegel

erreichte. Das Wasser wurde vier kleinen, trocken ge-
uerten Schächten entnommen, die in den Boden des Brun-
ıs eingelassen sind. Infolge Senkung des Grundwasser-
egels verringerte sich die Möglichkeit der Wasserförde-
g immer mehr, so daß man 1923 gezwungen war, einen
m tiefen Filterbrunnen einzubauen.

Als man dann an den Bau größerer Grundwasserfassun-
ı heranging, mußten vorerst diese Schwankungen des
ındwasserspiegels abgeklärt werden. Herr Ing. *Enderlin*,
1934 die Vorarbeiten für das große Grundwasserwerk in
ur machte, unterzog die Rhein- und Grundwasserstände
er gründlichen Prüfung. Sie ergab folgende bemerkens-
rte Resultate: «Die Hochwasserspitzen von Fluß- und
ındwasser treten zeitlich wenig verschoben auf. Die Ein-
kung des Rheines durch Infiltration und Rückstau nimmt
deinwärts ab. Das Gefälle des Grundwassers verläuft im
nter landeinwärts, es wechselt aber im Frühjahr und
rbst und ist in den Sommermonaten von umgekehrter
htung, mit Ausnahme für große Hochwasser. Die größte
ıwankung in der Beobachtungsperiode März–September
4 betrug beim Grundwasserspiegel an den Sondierstellen
m, beim Rhein 3,7 m.»

Im Jahre 1938 hat dieser gleiche Fachmann auch die
ıwankungen des Grundwasserspiegels bei der Papierfabrik
ıdquart untersucht und mit denjenigen des Rheines ver-
:hen. Für Grundwasserspiegel-Beobachtungen waren die
rhältnisse hier günstig. Außer dem genannten Kessel-
ınnen bei der Holzschleiferei bestehen in verschiedenen
ständen vom Flusse noch eine Zisterne bei der Mühle und
e Grundwasserfassung im Gießen, wo man den offenen
ısserspiegel ohne weiteres sehen kann. Zudem wurden
:h an einigen Stellen Rohre in den Boden getrieben, so daß
Beobachtungen quer fast über die ganze Rheinebene aus-
lehnt und der Grundwasserspiegel in das aufgenommene
ıgenprofil eingemessen werden konnte. In Fig. 5 sind als
szisse die Zeitabschnitte und als Ordinate die Wasser-
nde eingetragen. Die Kurven zeigen den Verlauf der Spie-
schwankungen und gestatten auch einen Vergleich zwi-

schen Grundwasser und Rhein sowie den täglichen Nie
schlagshöhen auf dem Plantahof. Dabei ist es selbstverst
lich, daß für den Wasserstand des Rheines die meteoro
schen Vorgänge in seinem ganzen Einzugsgebiet, im Vor
und im Hinterrheintal, maßgebend sind. Ähnliches gilt
für das Grundwasser. Wie aus der Figur hervorgeht, s
unter dem Einflusse der Schneeschmelze und der vermeh
Niederschlagsmenge die Kurve des Rheines im Juni r
empor, während die Kurven des Grundwassers nur allr
lich folgen, um dann vom Juli an wieder zu sinken und
etwas schneller als beim Rhein, so daß sich der Tiefs
früher einstellt. Dafür beginnt der Wiederanstieg des Gr
wassers im Frühjahr aber ebenfalls früher, da die Sch
schmelze im Churer Rheintal einsetzt, bevor dies im übr
Einzugsgebiete der Fall ist.

Über die Untersuchungen des Grundwasserspiegels,
sich auf den Zeitraum vom April bis Dezember 1938
strecken, schreibt Herr Ing. *Enderlin* in seinem technis
Bericht: «Einmal geht aus diesem Längenprofil hervor,
der Grundwasserspiegel vom Gießen bis zur Rhätischen
ein Gefälle aufweist, das auf rund 1000 m 10–119 cm, im M
53 cm beträgt, und weiter interessant ist, daß der Gr
wasserspiegel bei der Holzschleiferei 1,47–3,36 m, im M
2,53 m tiefer steht als derjenige in der Rheinebene, so
man der Meinung werden könnte, es handle sich um
gesonderte Grundwasserströme.» Herr Enderlin ist der
sicht, daß es sich um den Grundwasserstrom im Allu
des Rheines und in demjenigen der Landquart handelt.
diese Auffassung spricht auch der ganz verschiedene Ve
der Spiegelschwankungen, der sicherlich irgendeine B
flussung durch den in der Nähe sich befindenden Nebe
verrät.

Aufschlußreich sind auch die zwanzigjährigen Beob
tungen, die Herr Betriebsingenieur *Bernhard* im Gi
machte. Er stellte dabei fest, daß sich der Grundwa
spiegel seit 1919 um 1,00–1,50 m zur Zeit des Hochsta
und um 1,00–2,00 m zur Zeit des niedersten Standes
senkt hat.

Der Grundwasserspiegel, welcher in der Nähe des Rheines 4,20–8,00 m, beim Grundwasserwerk Malans normal sogar 22 m unter Flur liegt, wird natürlich auch durch die Wasserentnahme vorübergehend beeinflußt. Durch das Abpumpen des Grundwassers bildet sich rund um den Brunnen ein Absenkungstrichter. Das Maß der Absenkung richtet sich nach der Entnahmemenge, der Stärke des Stromes und der Durchlässigkeit des Bodens. Infolge des rasch nachdrängenden Grundwasserstromes in den tieferen Bodenschichten regeneriert sich aber das Wasser im allgemeinen von unten, was für die Qualität von Wichtigkeit ist.

4. Der Grundwasserträger

Für den Ertrag einer Grundwasserfassung und für die Qualität des Wassers ist außer der Höhe des Wasserstandes auch die geologische Beschaffenheit des Grundwasserträgers von großer Bedeutung. Um darüber Aufschluß zu erhalten, sind Versuchsbohrungen notwendig; denn auch hier gilt das alte englische Bergmanns-Sprichwort: «Nobody can see further, than the pick goes» (Niemand kann weiter sehen, als der Pickel reicht). – Nun ist aber in den letzten Jahren eine Reihe solcher Bodensondierungen gemacht worden, so daß man hierüber schon ordentlich Bescheid weiß. Die einzelnen Schichten sind aus den Bodenprofilen (Figur 6) ersichtlich. Sie gewähren einen guten Einblick in die Beschaffenheit des Bodens.

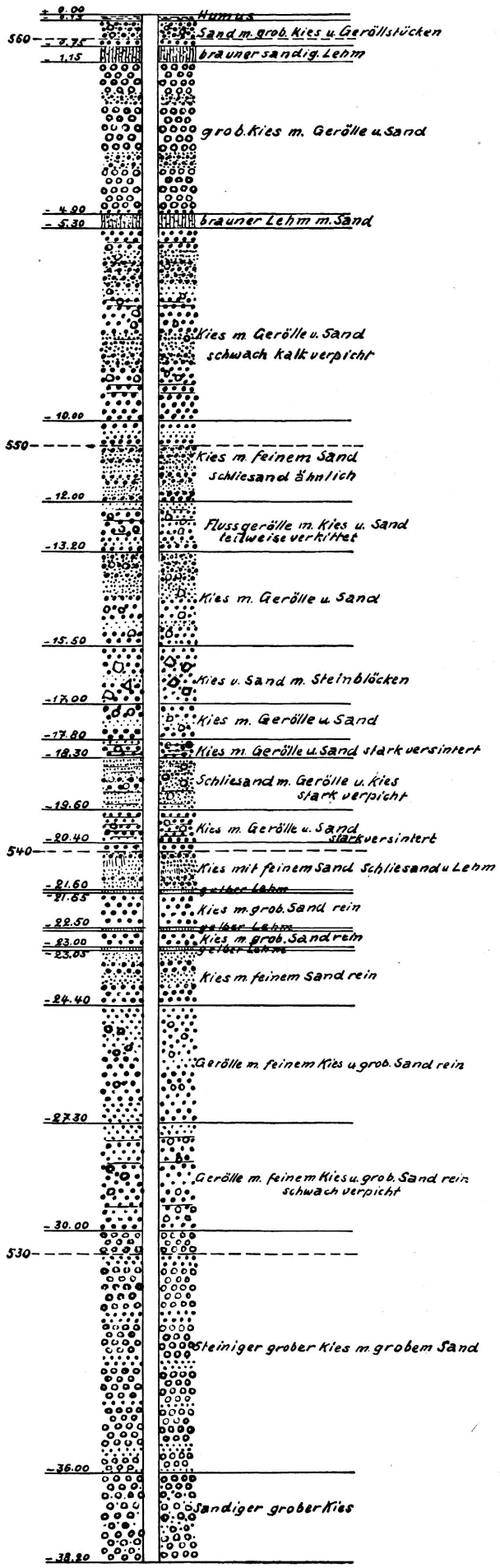
Ein Vergleich der Profile zeigt manche Übereinstimmung, aber auch nicht unerhebliche Unterschiede. Unter einer Humus- und einer sandigen Lehmschicht, die ein gutes Filtervermögen für Niederschlagswasser besitzen, finden sich wechsellagernd feinere und gröbere Kies- und Sandschichten von verschiedener Mächtigkeit und Bindigkeit. Manche Schichten sind locker, andere durch besondere Bindemittel verkittet, nagelfluhartig. Auch feinsandige und lehmige Einlagerungen, wie sie in trübem, aber ruhigem Wasser zum Absatz gelangen, fehlen nicht. Dies ist besonders der Fall beim Profil Chur, wo sich neben dem Rheinkies auch die An-

schwemmungen der Plessur an der Zusammensetzung b
ligen. Für die Bohrungen recht unerfreulich waren hier
in Ems auch die großen Bergsturzblöcke aus Malmkalk. I
Profil Landquart-Fabriken ist in den oberen Schichten
der Ockergehalt charakteristisch. Gegen den Rhein hi
dieser nicht mehr vorhanden, und auch in anderer Hin
wird die Bodenbeschaffenheit günstiger. – Ein gewal
Unterschied stellt sich in der Tiefe von 24,4 m bzw. 26 m
Während beim Profil Chur von 24,4 m an nur die gut du
lässigen Rheinschotter vorhanden sind, haben wir es
Profil Landquart-Fabriken von 26 m an mit lehmigen S
schichten zu tun, die bis in eine Tiefe von 40 m reichen.
Enderlin vermutet in ihnen den Schuttkegel des Igiser Ba
der das Material aus den tonigen Bündnerschiefern a
schwemmt hat. Wie zu erwarten, befriedigte der Pump
such aus dieser Tiefe nicht, da sich nur ein Quantum
270 Lit./Min. bei 4,40 m Absenkung ergab. Wesentlich
stiger war dagegen die Förderung aus der Schicht von
12,50 m Tiefe. – In Chur machte man ganz entsprechend
Grundwasserträger die entgegengesetzte Erfahrung.
sind, wie oben bemerkt, die besser durchlässigen Schic
unten, und somit ist die Absenkung des Grundwasserspi
bei gleichen Erträgen geringer als beim Pumpversuch aus
oberen Schichten.

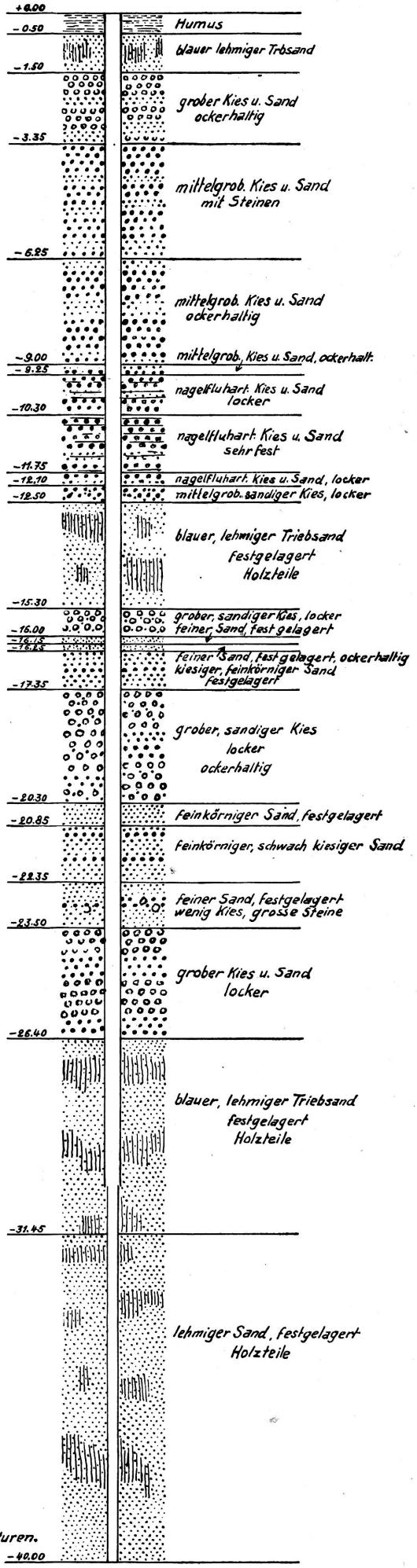
In Ems werden die mit Bergsturz durchsetzten Sc
ten, welche sich in 12,25–24,35 m Tiefe einstellen, ausgen
Diese sind von auffällig vielen nagelfluhartig verfesti
Schottern und gegen die Oberfläche noch mit 5 m mächt
Sandschichten überlagert. Bei einer Entnahme von
Lit./Min. erfolgte eine Absenkung des Grundwasserspi
von nur 1,2 m. Der bekannte Grundwasserspezialist D
Hug hebt in seinem geologischen Gutachten die vortreff
Beschaffenheit dieses Grundwasserträgers besonders he
und schreibt: «Ich kann mich nicht erinnern, eine Brun
bohrung mit so günstigen Ertragsverhältnissen gesehe
haben. An dieser Stelle könnten Wassermengen von
10 000 Lit./Min. ohne nennenswerte Beanspruchung
Grundwasserstromes entnommen werden.»

Fig. 6. Bodenprofile.

Chur
Bohrloch 3



Landquart-Fabriken
Sondierbohrung I



n. Ing. Enderlin, mit abgeänderten Signaturen.

5. Die Qualität des Grundwassers

Die atmosphärischen Niederschläge, die zur Bildung des Grundwassers führen, nehmen schon in der Luft mannigfache Verunreinigungen und sogar lebende Bakterien auf,[3] und beim Einsickern in die Humusdecke treten noch allerlei pflanzliche und tierische Verwesungsprodukte hinzu. Besonders nachteilig können in Zersetzung begriffene organische Stoffe aus den Abfällen des menschlichen Haushaltes sowie Beimengungen von Abfallwasser der verschiedenen Gewerbe sein. Geologische Untersuchungen und vor allem sorgfältige chemische und bakteriologische Prüfungen haben jedoch bewiesen, daß das Filtrationsvermögen der mächtigen Schotterablagerungen unserer Talgründe nahezu vollkommen und daher die Infektionsgefahr bei richtiger Fassung recht gering ist. Die feinen mechanischen Verunreinigungen werden im Boden zurückgehalten, und allfällig gelöste organische Stoffe werden durch den Sauerstoff, der sich in den porösen Sand- und Kiesschichten befindet, oxydiert und durch Spaltpilze[4] in schadlose Endprodukte der Verwesung umgewandelt. Infolgedessen ist der Boden immer aufs neue fähig, organische Substanzen festzuhalten. – Anderseits nimmt das Wasser allerlei mineralische Bestandteile und auch etwas freien Sauerstoff und freie Kohlensäure auf. Auf diese Weise entsteht schließlich ein reines und doch schmackhaftes Trinkwasser.

Bei allen Grundwasserwerken des Rheintales konnte denn auch ein vom chemischen Standpunkte aus einwandfreies und in hygienischer Hinsicht allen Anforderungen genügendes Trinkwasser gewonnen werden. Die Bodensondierungen ergaben allerdings, daß nicht bloß von Ortschaft zu Ortschaft, sondern sogar auf verhältnismäßig kleine Distanzen die grundwasserführenden Schichten recht verschieden beschaffen sein können. Da sich dieser Umstand aber sofort auf die

---

[3] Ammoniakgehalt des Regenwassers nur 0,6–7,0 Milligramm/Lit., Salpetersäure nur 0,3–6,0 Milligramm/Lit. Eine größere Absorptionsfähigkeit gegenüber derartigen Beimengungen besitzt der Schnee.

[4] Diese Mikro-Organismen sind so klein, daß in 1 cm^3 = 8000 Millionen Platz finden würden.

Qualität des Wassers auswirkt, ist es selbstverständlich, daß sich nicht jede Bohrstelle und jede beliebige Bohrtiefe in gleicher Weise für die Wasserentnahme eignet. Für die Beurteilung des Wassers fallen in Betracht:[5] Temperatur, hygienische Beschaffenheit (Keimgehalt) sowie die chemischen Eigenschaften, Härte[6] usw. – An dieser Stelle sollen nur die wichtigeren Untersuchungsergebnisse kurz mitgeteilt werden. Die nachstehenden chemischen Analysen sowie die chemischen und bakteriologischen Untersuchungen der Quellwasser wurden im kantonalen chemischen Laboratorium in Chur ausgeführt.

In Chur wurden vier Sondierungen vorgenommen, wovon die eine im Jahre 1912 nördlich vom Gaswerk und die drei anderen in den Grundstücken von Gebr. Lendi und Chr. Batänjer gegen die Plessur hin. Das Wasser aus den oberen Schichten beim Gaswerk wies einen etwas hohen Ammoniakgehalt auf, der durch das Abwasser der Gasfabrik verursacht wird. Während im allgemeinen die Überdeckung des Grund-

---

[5] Ein gutes Trinkwasser muß gemäß Eidg. Lebensmittelverordnung folgenden Anforderungen genügen:

1. Das Wasser muß klar, farb- und geruchlos sein.
2. Die Temperaturschwankungen in den verschiedenen Jahreszeiten sollen sich innerhalb geringer Grenzen (6–12°) bewegen.
3. Das Wasser darf nur wenig organische Stoffe und vor allem keine Fäulnisbakterien enthalten.
4. Das Wasser darf maximal 0,02 mg/l freies und 0,05 mg albuminoides (an Eiweißstoffe gebundenes) Ammoniak, keine salpetrige Säure und keine größere Mengen von Nitraten, Sulfaten und Chloriden enthalten.
5. Das Wasser soll nicht hart sein, besonders keine größeren Mengen von Magnesiumsalzen enthalten.

[6] Ein französischer Härtegrad bedeutet: 1 Teil kohlensaurer Kalk ($CaCO_3$) auf 100 000 Teile Wasser oder 10 mg $CaCO_3$/Lit.

Ein deutscher Härtegrad bedeutet: 1 Teil Kalk (CaO) auf 100 000 Teile Wasser oder 10 mg CaO/Lit.

1 französischer Härtegrad = 0,56 deutscher Härtegrad, 1 deutscher Härtegrad = 1,79 französische Härtegrade.

In der Schweiz wird allgemein mit franz. Härtegraden gerechnet, und man bezeichnet ein Wasser von: 0–7 Grad als sehr weich, 7–14 Grad als weich, 14–22 Grad als mittelhart, 22–32 Grad als ziemlich hart, 32–54 Grad als hart, über 54 Grad als sehr hart.

Der Glührückstand, durch 10 dividiert, gibt die Gesamthärte. – Die Alkalität durch 10 dividiert die temporäre Härte. – Die Differenz der beiden Härten = die bleibende Härte.

Grundwasseranalyse

Probe aus 30–38 m Tiefe, erhoben am 25. Februar 1936
bei der vierten Sondierung in Chur

	mg/l
Trockenrückstand	203,5
Glührückstand	180,5
Alkalität, als $CaCO_3$	112,26
Oxydierbarkeit, mg $KMnO_4$	2,16
Organische Substanz	10,8
Freies Ammoniak	0,026
Albuminoides Ammoniak	0,018
Nitrit-Ion	0,0
Nitrat-Ion	Spuren
Sulfat-Ion	deutl. Reaktion
Chlorid-Ion	2,0
Eisen	0,02
Keimzahl auf Gelatine pro 1 ccm Wasser bei 20–22° C nach 4 Tagen	1
Prüfung auf Colibakterien mit Traubenzucker-Neutralrotagar bei 37° C, nach 48 Stunden in 40 ccm Wasser	neg.

wasserspiegels durch schwer durchlässige Schichten vollständig genügt, um eine Verunreinigung von oben her zu verhüten, ist an dieser Stelle nur ein grober Schotter vorhanden, der das Oberflächenwasser samt den schädlichen Stoffen bis zum Grundwasser vordringen läßt. Diese Tatsache beweist aber gleichzeitig, daß ein Fassungsgelände im Interesse der hygienischen Verhältnisse nicht überbaut und mit menschlichen oder tierischen Abfallstoffen nicht gedüngt werden sollte. Um das Wasser vor Verunreinigungen und Infektion durch Krankheitserreger für alle Zukunft zu bewahren, empfiehlt sich daher die Anlage einer Schutzzone, wie dies in Chur geschehen ist. Eine solche bezweckt die Reinhaltung der unmittelbaren Umgebung des Brunnens sowie die Verhinderung des Zuflusses von verschmutztem Oberflächenwasser.[7]

[7] Art. 712 ZGB ermöglicht die Schaffung einer Schutzzone auf dem Wege der Enteignung des umliegenden Bodens.

– Auch der Wasserbezug aus größerer Tiefe verringert in den meisten Fällen die Gefahr beträchtlich.

Ein sehr reines Wasser lieferte die vierte Sondierung und zwar sowohl in der Schicht von 8–22 m wie besonders auch in der von 22–30 m und 30–38 m Tiefe (vgl. Analyse). Die obersten, schwer durchlässigen Schichten bilden eine gute Schutzdecke und lassen das Wasser langsam in die Tiefe sinken; hauptsächlich ist dies bei Lehm- oder stark versinterten Kies- und Sandschichten der Fall. Schon in der provisorischen Fassung fanden sich trotz Bauverunreinigung fast gar keine Keime, und solche vom Coli-Stamme fehlten vollständig. Auch die übrigen hygienisch bedeutsamen Zahlen (organische Substanz, Nitrit und Nitrat) sind vollkommen normal. Das Wasser besitzt 11–12 Grad Karbonathärte und zirka 18 Grad Gesamthärte. Es entspricht also in dieser Beziehung annähernd dem Wasser der Parpaner Quellen, die bis anhin den Hauptteil des Churer Trinkwassers lieferten. Sehr beachtenswert ist auch die Feststellung, daß das Grundwasser eine recht gleichmäßige Zusammensetzung aufweist, eine Tatsache, welche durch die Untersuchungen aus den Jahren 1912 und 1934/36 bestätigt wurde. Der Ertrag von 1550 Lit./Min. bei sehr geringer Absenkung war ebenfalls recht befriedigend. Natürlich kann hier, infolge der Wechselbeziehungen zum Rheine, die Wasserentnahme nicht beliebig gesteigert werden, da durch erzeugte Spiegeldifferenz das Gefälle für die Infiltration zu groß würde. Immerhin darf auch bei Berücksichtigung dieses Umstandes selbst bei Niederwasserstand mit einem wesentlich höheren Ertrag gerechnet werden. Im Dezember 1940 betrug die Pumpleistung 4000 Lit./Min., wobei laut Bericht des Kantonschemikers «die wichtigsten Kennzeichen eines guten Wassers, geringe Keimzahl und negativer Colibefund, in bester Weise vorhanden waren».

Die Bohrungen bei der Papierfabrik Landquart haben zwei Eigenschaften des dort vorkommenden Grundwassers aufgedeckt, die unerwünscht, ja in gewisser Hinsicht direkt nachteilig sein können. Je größer nämlich die Entfernung vom Rheine ist, um so härter und um so eisenhaltiger ist das Grundwasser. – Dies wurde auch durch Beobachtun-

Grundwasseranalysen von Papierfabrik Landquart

1. Probe von der Versuchspumpanlage westlich vom Geleise der Rhätischen Bahn, bei der Mühle. – 27. Mai 1938.
2. Probe von der Bohrstelle zirka 350 m westlich der Mühle, Grenze Igis-Zizers, aus bis 15 m Tiefe. – 12. August 1938.
3. Probe vom Filterbrunnen im Gießen. – 27. Mai 1938.

	1. mg/l	2. mg/l	3. mg/l
Temperatur	7,6	7,8	7,9
Trockenrückstand	426,5	391,0	301,0
Glührückstand	419,0	363,0	300,0
Alkalität	346,0	273,0	206,0
Oxydierbarkeit		2,31	
Organische Substanz		11,55	
Ammoniak direkt		0,032	
Ammoniak albuminoides		0,042	
Nitrit		neg.	
Nitrat		4,0	
Sulfat		deutl. Reaktion	
Chlorid (appr.)		1,5	
Freie Kohlensäure	40	30	13,2
Eisen	0,3	0,07	0,06
Sauerstoff	4,7	6,79	6,3
Keimgehalt auf Gelatine bei 20–22° C nach 4 Tagen in 1 ccm		17	1
Prüfung auf Coli mit Mannitbouillon bei 43° C nach 24 Stunden in 100 ccm		neg.	neg.

gen, die man bei den Sodbrunnen in Trimmis anstellte (28. August 1941), bestätigt. Das Wasser bei der Station der Rhätischen Bahn zeigte einen Trockenrückstand von 302,5 mg/l bei einer Alkalität von 187,5 mg/l, während das Wasser beim Armenhaus (zirka 400 m bergwärts) entsprechend 504,5 und 317,5 mg/l aufwies. Letzteres ist somit bedeutend härter. – Der Unterschied in der Härte beruht einerseits auf der Infiltration von weichem Flußwasser. Anderseits zeichnen sich aber, wie wir im nächsten Kapitel sehen, auch die Quellen

des rechten Talhanges durch ihre große Härte aus. Es ist daher anzunehmen, daß das weiter östlich durchgehende Grundwasser die Karbonate dem von dorther zufließenden kalkreichen Bodenwasser verdankt. – Die Aufnahme von Kalk durch unterirdisch fließende Wasser wird hauptsächlich durch gelöste Kohlensäure vermittelt. Die Entstehungsmöglichkeit der Kohlensäure im Bündnerschiefer hat *G. Nußberger* (lit. 6) dargelegt. Er führt dieselbe zurück auf die Oxydation des im Bündnerschiefer vorhandenen Pyrits. Die hierbei gebildete Schwefelsäure wirkt auf $Ca\,CO_3$ unter Freimachung von H_2CO_3 bei gleichzeitiger Bildung von Gips $Ca\,SO_4$ plus 2 Aqua. – Außerdem wird durch die Verwesung organischer Stoffe Kohlensäure produziert. Von besonderer Bedeutung dürften aber die magmatischen Kohlensäureexhalationen sein. Je länger dann das kohlensäurehaltige Wasser mit dem Gestein in Berührung bleibt, d. h. je geringer die Durchflußgeschwindigkeit ist, desto mehr Kalziumkarbonat wird als Kalziumhydrokarbonat in Lösung übergeführt. – So braucht man sich denn über die große Härte des Wassers im Bündnerschiefergebiet und des aus diesem Einzugsgebiet stammenden Grundwassers nicht zu verwundern. Für die Verwendung in Boilern, Dampfkesseln usw. wird man, wenn immer möglich, weichem Wasser den Vorzug geben resp. für Entkalkung Sorge tragen. Auch beim Trinkwasser ist eine über 40 Grad hinausgehende Härte unerwünscht. Früher war man allgemein der Ansicht, hartes Wasser bewirke eine krankhafte Anschwellung der Schilddrüse, eine Erscheinung, der man bei unseren Dorfbewohnern oft begegnet ist. Genaue Untersuchungen vermochten jedoch eine Beziehung zwischen Verbreitung des Kropfes und Kalkgehalt des Wassers nicht mit Sicherheit nachzuweisen (2, pag. 37).

Auch ein gewisser Eisengehalt ist in gesundheitlicher Hinsicht unschädlich. Er soll jedoch bei einer Wasserversorgung höchstens 0,3 mg/l betragen, da sich sonst unter Umständen sogenannte Eisenbakterien im Wasser entwickeln können. Diese fördern die Flockenbildung und verursachen beim Absterben einen unangenehmen, fauligen Geruch und Geschmack. Bei der Papierfabrikation und bei der Wäsche

macht sich oft sogar ein geringerer Eisengehalt unangenehm bemerkbar; denn auch die geringe Eisenmenge, die als Bikarbonat $(CO_3H)_2Fe$ gelöst ist, wird bei Sauerstoffzutritt ausgeflockt als $Fe(OH)_3$, wodurch rostige Flecken entstehen.

In der ersten Probe erreichte der Eisengehalt die oberste zulässige Grenze. Eine Probe von der nämlichen Stelle aus 24 m Tiefe wies aber einen Eisengehalt sogar von 2,8 mg/l auf. Dies hängt mit dem sehr geringen Sauerstoffgehalt (0,65 mg/l) zusammen. Das Eisen wird in den tieferen Bodenschichten mangels Sauerstoffes nicht oxydiert und verbleibt daher in so großen Mengen als Bikarbonat gelöst. Erst bei Zutritt von Luftsauerstoff tritt dann Oxydation und Abscheidung des Hydroxydes des dreiwertigen Eisens ein. – Diese genannten Eigenschaften des Grundwassers bei der ersten Bohrstelle westlich der Rhätischen Bahn veranlaßten eine zweite Bohrung weiter gegen den Rhein zu, nahe der Grenze Igis-Zizers. Ein Pumpversuch aus den bis 15 m tiefen, gut durchlüfteten Kies- und Sandschichten lieferte daselbst zwar noch ein ziemlich hartes, aber an Eisen bedeutend ärmeres Wasser. — Die Temperatur des Grundwassers in den tieferen Bodenschichten ist von den Schwankungen der Außentemperatur unabhängig. Es weist daher bei uns entsprechend der mittleren Jahrestemperatur bzw. der Bodentemperatur der neutralen Schicht eine bemerkenswerte Konstanz von 7,6–7,9° C auf und ist in dieser Beziehung vielen Quellen sogar vorzuziehen. – Bakteriologisch zeichnet sich das Grundwasser im Gießen durch große Reinheit aus, während die Keimzahl bei der zweiten Bohrstelle etwas erhöht ist. Sie ist aber wahrscheinlich noch von den Bohrarbeiten beeinflußt, da eine ungünstige Beeinflussung des Grundwassers vom Rheine her bei der sicher vollständig hinreichenden Filtration durch die Schotterschichten ausgeschlossen ist.

Ebenso kann das Grundwasser von Malans, das aus 33 m Tiefe, und dasjenige von Fläsch, welches aus 14 m Tiefe gewonnen wird, in qualitativer Hinsicht als gut bezeichnet werden. Wie aus folgender Analyse (vom 14. September 1939) hervorgeht, ist das Wasser von Fläsch zwar ziemlich hart, während die hygienisch bedeutsamen Zahlen normal

sind. Temp. Härte = 25,7, bleib. Härte = 5,5, Gesamthärte also = 31,2. - Oxydierbarkeit 3,12, organische Substanz 15,60, freies Ammoniak 0,016, albuminoides Ammoniak 0,026, Eisen 0,15, Nitrat 4,0, Chlorid 3,0 mg/l, Keimzahl 4 in 1 ccm, Colititer neg. in 80 ccm. Leistung: Malans = 600 Lit./Min., Fläsch = 280 Lit./Min.

IV. Die Quellen

1. Allgemeines

Die Abgrenzung zwischen Grund- und Quellwasser ist manchmal recht schwer. *J. Hug* (2, pag. 7) bezeichnet als «Grundwasser alles Wasser, das sich unter der Erdoberfläche befindet; tritt das Wasser zutage, so wird es Quellwasser». Nach landläufigem Begriff erfüllt das Grundwasser die lockeren Schotterschichten unserer Talniederungen, in denen es sich in der Richtung des größten Gefälles und in breiter Ausdehnung langsam fortbewegt. Für den Gebrauch muß es künstlich gehoben werden. Bei den Quelladern dagegen sammelt sich das unterirdische Wasser zum mindesten kurz vor seinem natürlichen Austritt in ausgewaschenen Gerinnen. Hier kann es gefaßt und abgeleitet werden. Somit unterscheidet sich das Quellwasser vom Grundwasser nur in der Art seines Erscheinens an der Erdoberfläche.

Auch die Quellen werden durch atmosphärische Niederschläge und durch Schmelzwasser, welche im Sammelgebiet versickern und sich in zahllosen unterirdischen Rinnsalen fortbewegen, gespeist.[8] Die Menge des versickerten Wassers ist von der Menge und Intensität der Niederschläge, dem Gefälle, der Bewachsung und der Durchlässigkeit des Bodens abhängig. Letztere wirkt sich auch bei der Abgabe des Wassers an die Quelle sehr stark aus. Von der Durchlässigkeit hängen ferner die für eine Wasserversorgung entscheidenden Anforderungen, Konstanz, Temperatur und Reinheit des Quellwassers in hohem Maße ab. Die durchlässigen Schichten, die hier hauptsächlich in Betracht fallen, bestehen aus

[8] Bei manchen Mineralquellen tritt zu diesem vadosen Wasser auch noch juveniles Wasser, d. h. solches, das bei der Erstarrung des glutflüssigen Magmas im Erdinnern frei wird, hinzu.

Bergsturztrümmern, Gehängeschutt oder Moränenmaterial. Sie führen zur Bildung von Schuttquellen. Diese sind aber sowohl im Ertrag wie in der Temperatur vielfach inkonstant und fördern oft hartes Wasser. Nur wenn die durchlässigen Massen eine große Mächtigkeit besitzen, sind die Quellen dem Wechsel der Jahreszeiten und des Regenfalles weniger unterworfen und liefern daher ein gleichmäßigeres Wasserquantum. – Während das einheitliche Ostfallen des Bündnerschiefers die Entstehung ergiebiger Felsquellen am Abhang gegen das Rheintal ausschließt, treffen wir solche am Calanda (Haldenstein, Untervaz). Hier fallen die zerklüfteten Jura- und Kreidekalke gegen Südosten (Figur 1), so daß das versickerte Wasser unterirdisch gegen das Rheintal fließt und in absteigenden Quellen wieder zum Vorschein kommt. Als Quellensammler spielen dabei vor allem die Mergeleinlagerungen (Zementsteinschichten, Drusbergschichten und die Leistmergel des Val Cosenz) eine bedeutsame Rolle.

Im folgenden sollen die hauptsächlichsten Quellen des Rheintales zwischen Reichenau und Fläsch kurz erläutert werden. Viele kleinere Wässerlein, die wegen ihres geringen Ertrages und auch aus hygienischen Gründen als Trinkwasser meist nicht in Frage kommen, müssen unberücksichtigt bleiben. Eine beabsichtigte Beigabe einer Quellenkarte ist aus militärischen Gründen im gegenwärtigen Zeitpunkt leider nicht möglich.

2. Die Quellen auf der linken Talseite

Tamins

Die Quellen von Tamins – die größten des ganzen Untersuchungsgebietes – waren schon *J. J. Scheuchzer* bekannt. In seinem bedeutenden Werke (10, pag. 345) erwähnt er die «Mayquellen zu Tamins, welche im Mayen gemeiniglich hervorquellen und dann im Herbstmonat sich wiederum verlieren». Er nennt verschiedene Ursachen dieser Erscheinung, ohne jedoch seine Ansicht eindeutig zu bekunden. Am bedeutungsvollsten ist wohl die Erkenntnis, «daß die sommerlichen Zu- und winterlichen Abnehmungen der Wasser daher

kommen, weilen der Schnee auf unsern hohen Gebirgen in warmen Monaten stark schmeltzet, in kalten hingegen bleibet». Während Scheuchzer (pag. 48) die konstanten Quellen noch auf die «salzichten Meer-Wasser, welche durch unterirdische Gänge aller Orten in die Eingeweyde der Erde hinfließen, durch die Wärme des Erdinnern verdampfen und so an die Oberfläche gelangen», zurückführt, stellt er bei den «Maybrunnen» ausdrücklich die Abhängigkeit vom Schmelzwasser fest.

Eine eingehendere Untersuchung dieses Quellgebietes hat *J. Hug* (2, pag. 148) vorgenommen. Meine Beobachtungen führten im wesentlichen zu den gleichen Ergebnissen. Sie sollen hier der Vollständigkeit halber nochmals kurz skizziert werden. – Das Einzugsgebiet der Taminser Quellen liegt im Bergsturzgebiet des Kunkelspasses, dürfte aber bis weit in topographisch fremde Niederschlagsgebiete, wahrscheinlich bis in die Gegend der Ringelspitzgruppe und den Taminser Calanda übergreifen. Schon in der Talebene zwischen Reichenau und Ems erheben sich mehrere «Toma», von denen Ils Auts der größte ist. Diese Erhebungen sind Überreste eines großen prähistorischen Bergsturzes aus der Felsnische zwischen Vogelstein, Sessagit und Carschlinkopf. Er bedeckt nach *W. Staub* (11, pag. 20) ein Gebiet von 4,5 km^2. Sein Inhalt wurde zu 0,4–0,5 km^3 bestimmt. Durch einen späteren Bergsturz, der sich vom Foppastein abgelöst hat, wurden der Bergsturzkegel des Bleiswaldes und der steilböschige Hügel «Rascheu» aufgeschüttet. Dadurch wurde die Nische gegen den Kunkelspaß abgeriegelt, so daß oberhalb desselben ein kleiner Bergsee entstand. Durch den herabfallenden und angeschwemmten Gehängeschutt wurde das Seebecken mit der Zeit wieder ausgefüllt, und es bildete sich der Talboden von Girsch. Im Hintergrund lehnen sich an den Fuß der schroffen Malmkalkwände mächtige, durch die allmähliche Abwitterung des Felsens entstandene Schutthalden. Die Bergsturzablagerungen, die hier landschaftlich sehr auffällig in Erscheinung treten, sowie die ausgedehnten Schutthalden, in der Hauptsache aus einem feinen Trümmerwerk des spröden Malmkalkes bestehend, sind bewaldet. Schöne Wiesen und

Äcker decken den ehemaligen Seeboden von Girsch. Das ganze weite Gebiet ist in hohem Grade wasserdurchlässig und läßt den größten Teil der atmosphärischen Niederschläge leicht und rasch versickern. Es bildet also einen vorzüglichen Wasserspeicher. Aus der großen Wassermenge, welche die Quellen oberhalb Tamins zutage fördern, schließt Hug mit Recht, daß ein Teil des Wassers aus dem Ringelgebiet stammen müsse. Der Beweis hierfür ist an der neuen Kunkelsstraße ohne weiteres ersichtlich. An der am weitesten gegen Westen ausholenden Kehre (zirka 1000 m ü. M.) ist der anstehende Felsen angeschnitten. Der hydrologisch wichtige Hochgebirgskalk, dem an dieser Stelle ein namhaftes Bächlein entströmt, streicht Ost–West und fällt mit 25–30° gegen Süden. Ostwärts, im mittleren Schwarzwald, hat die Gemeinde Tamins vier kleinere Quellen, die aus dem anstehenden Malmkalk austreten und z. T. allerdings erst etwas tiefer im Schutt bemerkt werden, gefaßt. Sie liefern das Wasser für die Hydranten und die Hauswasserversorgung. Das Wasser ist rein, aber ziemlichen Temperaturschwankungen unterworfen. – Eine größere Wassermenge erscheint jedoch nicht an der Oberfläche. Sie fließt unterirdisch auf dem Felsuntergrund oder durch den Schutt talwärts.

Ertragreiche Quellen treten dann auf Girsch und unmittelbar oberhalb des Dorfes aus. Die größte von ihnen bildet den Ursprung des Girschbaches, welcher durch die Lücke zwischen Rascheu und dem westlich der Kunkelsstraße verlaufenden Abhang zum Dorfe fließt. Hug schätzte den Ertrag dieser Quelle im Sommer auf etwa 50 Lit./Sek. Im Winter, bei niedrigem Wasserstand, geht der Ertrag jedoch so weit zurück, daß das wenige Wasser den Dorfbach meist nicht mehr erreicht, sondern schon vorher im Schutt des Bachbettes wieder verschwindet. – Als eigentlicher «Maibrunnen» kann die Quelle westlich der Kunkelsstraße etwas oberhalb des Reservoirs bezeichnet werden; sie führt in der Regel nur von der Schneeschmelze bis zum September Wasser. – Drei weitere Quellen des Girschbodens fließen gegen die Südostecke desselben, bilden hier eine vielbesuchte Hirschtränke und versickern dann in der Bergsturzmasse des Rascheu. Am

Südfuße des Hügels, bei Valtonis, tritt das Wasser wiederum zutage und fließt, zu einem ordentlichen Quellbach vereinigt, in südöstlicher Richtung durch Weid- und Wiesland gegen die Schotterterrasse «Pradamal». Hier versickert es endgültig und trägt somit direkt zur Speisung des großen Grundwasserstromes des Rheintales bei.

Wichtiger als die Quellen auf Girsch sind diejenigen, welche unmittelbar nördlich der Häuser von Tamins «Im Ried» entspringen und zum Teil zur Speisung der alten Dorfbrunnen dienen, zum Teil aber den Dorfbach bilden. Es sind wenigstens acht Quellen, die sich auf eine kurze Strecke verteilen und eine beträchtliche Wassermenge (10 000–20 000 Lit./Min.) liefern. Sie kommen aus dem südlich des Rascheu vorspringenden Bergsturzwalle hervor, da die weiter unten liegenden Erhebungen hauptsächlich aus Eisensandstein und Magnetitschiefern bestehen. Diese sind wegen ihrer geringen Durchlässigkeit nicht imstande, die ganze Wassermenge weiterzuführen. Es erfolgt eine Rückstauung, so daß ein Teil des Wassers sich oberirdisch seinen Weg suchen muß. Für die Hydrantenleitung und Hauswasserversorgung besitzen diese in nächster Nähe des Dorfes auftretenden Quellen zufolge der tiefen Lage natürlich zu wenig Druck, und daher mußte das spärliche Schwarzwaldwasser hergeleitet werden. Auch ergab die chemische Prüfung des Wassers einen Gehalt sowohl an freiem (0,042 mg/l) wie an albuminoidem (0,034 mg/l) Ammoniak. Diese Verunreinigung dürfte in dem durch Düngmittel infizierten Gelände in der Nähe der Quellen erfolgen.

Der Ausbau des Dorfbaches zu einem kleinen Elektrizitätswerk wurde schon im Jahre 1932 in Erwägung gezogen. Dieser Bach, der ausschließlich das überschüssige Quellwasser abführt, wurde am 26. März 1917 zu 136 Lit./Sek. gemessen. Eine Überfallsmessung zur Zeit des hohen Juni-Wasserstandes (1932) ergab eine Abflußmenge von 290–300 Lit./Sek.

Felsberg

Viel ungünstiger als in Tamins sind die Wasserverhältnisse aller übrigen Gemeinden der linken Talseite des Churer

Rheintales. Sowohl Felsberg wie Haldenstein, Untervaz und Mastrils leiden zu gewissen Zeiten an Wassermangel. Der Grund liegt in der Wasserarmut des Calanda.

Alle Quellen der Gemeinde-Wasserversorgung von Felsberg sind an Gehängeschutt oder Bergsturzmaterial (Malmkalk und Eisensandstein) mit Trias oder Dogger als Unterlage gebunden. Sie befinden sich an solchen Stellen, wo der Schutt feiner, das Porenvolumen und dadurch auch die Durchlässigkeit herabgesetzt sind. Dies ist der Fall bei den Quellen «Im Fluß» und der sogenannten Herrenwasserquelle. «Im Fluß» entspringen drei übereinanderliegende Quellen (800 m ü. M.), von denen jede zirka 35 Lit./Min. liefert. Die Herrenwasserquelle (750 m ü. M.) fördert ungefähr 100 Lit./Min. zutage. Sie befindet sich in einem Rutschgebiet, in welchem die wenigen Föhren und Erlen den Boden nur ungenügend festigen. Einige Meter östlich dieser Quelle ist eine Wasserader noch nicht gefaßt. Das Wasser fließt hier ein Stück weit oberflächlich und verschwindet unterhalb des Waldweges nach Tschingel wieder im Schutt. Infolgedessen rutscht der Weg immer wieder ab. Größere Rutschungen werden durch die kräftigen Buchen, die auf diesem feuchten Boden sich gut entwickeln, verhindert. – Der Ertrag der Quelle im Lascheinertobel (890 m ü. M.) beträgt 85 Lit./Min. Sie entspringt in Blockschutt, der zum großen Teil aus Dogger besteht. Die Qualität des Wassers ist nach Analysen vom August 1937 befriedigend, wenn der Gehalt an freiem Ammoniak auch die obere zulässige Grenze (0,02 mg/l) erreicht. Das Wasser ist bedeutend härter und gipshaltiger als das «Herrenwasser», ist diesem aber in bakteriologischer Hinsicht vorzuziehen. Die Temperatur beträgt 7° C bei 16° C Lufttemperatur. – Auch das Wasser der Quellen «Im Fluß» entspricht den zu stellenden Anforderungen. Es mag daher an dieser Stelle noch darauf hingewiesen werden, daß die Typhusfälle, die 1939 in Felsberg vorkamen, nicht durch das Trinkwasser daselbst verursacht, sondern eingeschleppt worden waren.

Außer den genannten befinden sich in demselben Gebiet noch vier kleine Quellen. Eine davon entströmt dem unter-

sten, nicht begehbaren Bergbaustollen an der «Goldenen Sonne». Die Schuttquelle auf Saldein ist primitiv gefaßt und liefert das Wasser für einen Tränkebrunnen, ebenso diejenige des sogenannten Tschintabrünneli. Die Hohenrainquelle versorgt einen Bauernhof.

Die Einzugsgebiete sämtlicher Quellen sind bewaldet. In der untersten Region herrscht der gemischte Wald vor, höher oben der Nadelwald. Im Norden schließt eine schroffe, stark verwitterte Felswand die Nische ab. Über derselben breiten sich das Taminser und das Felsberger Älple aus. Diese sind sehr wasserarm. Das Wasser, das im Schneetobel und im Roßtobel abfließt, gelangt nur bis zur Felswand. Hier verliert es sich in den Klüften oder im Gehängeschutt, um weiter unten in den oben genannten Quellen wieder auszutreten, oder es geht tiefer bis zum Grundwasserstrom des Rheintales. Nirgends ist auf dem Territorium der Gemeinde Felsberg ein oberirdischer Abfluß bis zum Rhein zu beobachten.

Haldenstein

Der geologische Untergrund wird durch parautochthone Falten gebildet, welche axial nach Osten einfallen. Die Südostabdachung des Calanda besteht daher zum größten Teil aus Schichtflächen, die mit Wald oder Weide bedeckt sind. Die obere Calandafalte (1, pag. 11), deren Malmkern im Hintertal in einem tektonischen Fenster zum Vorschein kommt, besteht im Gewölbeschenkel hauptsächlich aus mächtigen, braun angewitterten Öhrlikalkschichten. Von der Wolfegg fallen diese mit etwa 25 Grad in südöstlicher Richtung über Batänia bis zur Terrasse von Curtanetsch. Bei Seßlinen folgen dann in normaler Fortsetzung: Valangienkalk, Kieselkalk, Drusbergschichten (15–20 m) sowie Schrattenkalk. Dieser in der Haldensteiner Alp auskeilende Drusberg-Schrattenkalkzug führt zur Bildung einiger Quellen. Nördlich von der Hütte «Neusäß» (1886 m) fördert eine typische Schuttgrundquelle zirka 100 Lit./Min. Sie besitzt eine Temperatur von 4° C bei 9° Lufttemperatur. Eine kleine Quelle befindet sich auch bei Seßlinen. Die Hauptquelle entspringt jedoch westlich von Batänia. Nach kurzem Lauf dringt das Wasser

wieder in den Schutt bis auf die undurchlässigen mergeligen Drusbergschichten ein, erscheint dann wieder, versickert abermals, fließt unter der schönen Terrasse von Batänia durch und kommt im «Büdemli» ein drittes Mal zum Vorschein. Dabei nimmt nicht nur die Temperatur um etwa 1 Grad (von 6° auf 7° C) zu, sondern besonders auch die Wassermenge. Das alte Seebecken auf Batänia sammelt auch heute noch das ihm unterirdisch zufließende Wasser; die Quelle im «Büdemli» ist gewissermaßen der unterirdische Abfluß des unterirdischen Wassersammlers. (Nach einer Sage haben zwei Brüder namens Batonier den ehemaligen See abgezapft und das prächtige, früher das ganze Jahr bewohnte Batänia gegründet. Das alte Schulhaus, das Rathaus, das Kloster und das «Herrehus» stehen heute noch.)

Als tiefste Schichten der Felsberger Calandafalte erscheinen unter der leicht wasserdurchlässigen Öhrlikalkdecke, welche sich vom Felsberger Calanda über den Sennenstein und den Steinwald bis an das Rheinufer herabzieht, die Zementsteinschichten (Portlandien). Sie sind auch am Fuße der schroffen Felswand nordwestlich von Haldenstein (Ruine Grottenstein), wo sie bis jetzt unbeachtet blieben, aufgeschlossen. Diese dunkelgrauen Mergelschiefer bilden einen ausgezeichneten Quellenhorizont. Sowohl die Quellen am rechten Hang des Hintertales wie diejenige im Schäffli, ferner zwei kleinere Quellen am Fuße des Sennensteins und die sogenannte Breitriesquelle unweit der Ruine Grottenstein sind an die Zementsteinschichten gebunden. Sie treten an den durch Felssturz herbeigeführten Endigungen des Wasserträgers zutage. Die ersteren liefern das Wasser für mehrere Tränkebrunnen und werden, da sie im Sommer ein ordentliches Wasserquantum fördern, sehr geschätzt. Das Wasser besaß am 23. Juli 1942 aber eine Temperatur von nur 3° C. Es handelte sich zur Zeit der Messung offenbar um Schmelzwasser. Die Quellen am Sennenstein versickern sogleich im Gehängeschutt und treten auf der «Untern Alp» in einer Quelle aus, welche in der Umgebung vier Tränkebrunnen speist. – Die Breitriesquelle liefert durchschnittlich 20 Lit./Min. und wird zum Gemeindereservoir geleitet.

Außer dieser typischen Schichtquelle sind an der gleichen nordwestlich von Haldenstein emporragenden Felswand noch einige interessante Kluftquellen gefaßt: zwei Quellen bei Ober-Cafriels, die Quelle Plattenwyden und eine Quelle westlich der Ruine Lichtenstein. Die Fassungen der beiden Cafrielsquellen befinden sich ziemlich hoch am Felsen und sind über Leitern zugänglich. Der Ertrag und die Temperatur sind bei manchen Kluftquellen schwankend. Neben den regelmäßigen periodischen Ertragsschwankungen können auch dauernde Änderungen eintreten, indem z. B. durch unterirdische Erosion oder durch Abscheidung gelöster Stoffe die Wasseradern verlegt werden. An zwei Orten sind an Tuffbildungen Austrittsstellen ehemaliger Quellen zu erkennen. Derartige Vorgänge können natürlich auch den jetzt noch fließenden Quellen früher oder später ein Ende bereiten. – Auch der Bereich des Einzugsgebietes ist nicht mit Sicherheit anzugeben. Sicher gehört der Steinwald, sehr wahrscheinlich aber auch die Haldensteiner Alp zum Einzugsgebiet genannter Kluftquellen. Der Bach, welcher bei der Schneeschmelze oder nach stärkeren Niederschlägen in Ober-Perzams (oberhalb der Calandahütte SAC) seinen Anfang nimmt und durch drei Schuttquellen in der Alp verstärkt wird, verschwindet im «Berg» im eigenen Schuttkegel und dürfte in diesen Kluftquellen wieder austreten. Färbversuche, die vor einigen Jahren durch Gemeindevertreter ausgeführt wurden, erbrachten zwar diesen Nachweis nicht. Vielleicht hat es an der richtigen Färbmethode gefehlt.[9] Da die Filtration in den Klüften dieser Kalkfelsen vielfach ungenügend ist, würde eine Beimischung von Wasser aus dem Alpgebiet die Qualität des Wassers namentlich während der Atzung beeinträchtigen. Nach Analysen vom 24. März 1941 war das Wasser von Ca-

[9] Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen verschwindendem Oberflächenwasser und auftretenden Quellen zu ermitteln, macht man am besten einen Färbversuch mit Fluoreszin. Dieser Farbstoff ist im Wasser leicht löslich und für Menschen, Tiere und Pflanzen unschädlich. Beim Wiederauftreten ist er in einer Verdünnung von $1 : 10^8$ nachweisbar, d. h. 1 g genügt für 100 m^3 Wasser. Besteht ein Zusammenhang, so wird sich – oft erst nach tagelang fortgesetzter Beobachtung – die grüne Fluoreszenz einstellen.

friels und Plattenwyden zur Zeit der Probeentnahme bakteriologisch einwandfrei.

Große Gebiete sind mit Gehängeschutt und Moräne bedeckt, und daher spielen auch Schuttquellen eine wichtige Rolle. Die Gemeinde-Wasserversorgung wird noch durch drei Schuttquellen bei den «Trögen», ferner durch eine bei «Barfuß», eine bei «Burgwies» (Sage S. 87) und durch die Schwarzensteinquelle gespeist. Einige weitere Schuttquellen wurden weiter oben schon erwähnt.

Untervaz

Das Gebiet der Gemeinde Untervaz zeigt in geologischer Hinsicht den interessantesten Teil des Calanda-Osthanges. Es ist dies vor allem die Muldenzone des Val Cosenz, der einzige den Hang gliedernde tiefe Einschnitt. Unter den Kreidebildungen tritt hier abermals die korallogene Kalkfazies (Tithon) hervor. Sie zieht sich vom finsteren Rappentobel bis zur Kaminspitze und nach Isla südlich Mastrils. Von der Zweienspitze bis an den Rhein ist sie von reduzierter und stark metamorpher Kreide überlagert. Diese große Falte zweigt auf der Alp Schröter vom Scheitel des Vättiser Gewölbes ab und wurde von *Blumenthal* (1, pag. 22) Kaminspitzfalte genannt. Die Kalktafel fällt mit etwa 25° nach Südosten und ist mancherorts stark zerklüftet. Dies hat zur Folge, daß die auf dem Grat gelegene Alp Salaz wasserarm ist. Die einzige diesseitige Quelle entspringt aus den Leistmergeln am steilen Hang südlich des Stafels. Sie liefert nur 10 Lit./Min. und ist recht kalt (5° C). – In den mit Moränen bedeckten Heubergen treten dagegen an vielen Stellen kleinere und größere Quellen zutage. Zwei beträchtliche Quellen entspringen beispielsweise in einer versumpften Mulde auf Cadära. Sie sind angeblich ziemlich konstant; das Wasser weist aber auch eine Temperatur von nur 5° C auf. Ähnliche Wasseraufstöße, die sich aber oft nur in weitgehender Durchfeuchtung des Bodens äußern, können über Pazigg bis ins Val Cosenz noch an einigen Stellen beobachtet werden.

Interessanter sind jedoch die Wasseradern, die tiefer am Abhang direkt aus dem Felsen austreten. Eine schöne, aber

inkonstante Spaltquelle ergießt sich aus einem prächtigen Quellentor im Malmkalk auf Patnal. Das Einzugsgebiet ist bewaldet. Die Temperatur des Wassers beträgt 7½° C. Ein Seitenkanal, der heute vollständig trocken ist, zeigt deutlich, daß das Wasser zeitweilig einen ganz anderen Weg eingeschlagen hatte. Diese Tatsache läßt nun auch das so oft bestaunte plötzliche Erscheinen und ebenso plötzliche Wiederverschwinden des Frankabaches verstehen. Es handelt sich hier um eine Art Karstphänomen. Durch die Einwirkung tektonischer Kräfte entstehen sowohl an der Oberfläche wie im Innern des Gebirges zahllose Risse und Spalten. Die Niederschläge, welche demzufolge rasch versickern, konzentrieren sich auf diese Klüfte. Beim Einsickern in die oberen Erdschichten nimmt das Wasser Kohlensäure und humussaure Verbindungen auf und vermag daher lösend und zersetzend auf das kalkhaltige Gestein einzuwirken. Durch Lösung (Korrosion) und Erosion werden diese Klüfte zu röhrenförmigen Hohlformen erweitert. Die Fortbewegung des Wassers ist in denselben infolge geringerer Reibung natürlich bedeutend größer als bei lockeren Schuttmassen. Deshalb reagiert der Bach auf starke Regenfälle verhältnismäßig rasch und mit einer Pünktlichkeit, als ob es sich um einen offenen Ablauf handelte. Derartige Gerinne, die durch Auslaugung einer Kluft oder einer Schichtfuge entstanden sind, trifft man in Kalkgebirgen nicht selten. Wird dann, wie dies beim Frankabach der Fall ist, der unterirdische Wasserlauf durch einen natürlichen Einschnitt angeschnitten, so kann das Wasser frei ausmünden. – Ein Teil des Wassers scheint nun allerdings in größere Tiefen zu gelangen. Dabei springt es wohl gelegentlich auf eine Schichtfuge über, setzt dann den Weg durch eine Kluft fort, um nach mehrmaligem Wechsel am Fuße des Hanges mit erhöhter Temperatur zu erscheinen (Friewies S. 133).

Über der Kaminspitzfalte bilden helvetische und ultrahelvetische Kreide eine tiefe Mulde, das Val Cosenz. Eine mächtige Serie von geschuppten Seewerschichten und Senonmergeln ist hier zwischen Kaminspitzfalte und untere Ca-

landafalte eingewickelt. Sie führt an einigen Stellen zur Quellenbildung. Durch den oberen, leichtdurchlässigen Seewerkalk dringt das Wasser ein und folgt dem bequemsten und reibungsärmsten Weg, bis es auf den geneigten Schichtflächen der Mergel aufgehalten wird. Dort, wo diese durch die Erosion angeschnitten sind und daher an die Oberfläche stoßen, kommt es wieder zum Vorschein. Eine solche sehr schöne Schichtquelle – auf der Grenze Seewerkalk/Mergel – entspringt in der Taleinbuchtung auf Artaschiew. Die Schichten streichen hier SW–NE und fallen mit 40 Grad gegen das Rheintal. Die Quelle fördert (4. Juli 1942) 40 Lit./Min. Die Temperatur beträgt nur 5° C bei 13° Lufttemperatur. – Auch in den «Gängen» und unter Pazigg tritt zeitweise auf dem gleichen Quellenhorizont an verschiedenen Stellen Wasser aus, das sich im Cosenzbach sammelt.

Über die Kreidemulde vom Val Cosenz legt sich an deren Südrand die untere Calandafalte. Ihr Malm zweigt unter dem Calandagipfel ab und keilt am Nordhang des Mastrilser Calanda (2248 m) bereits wieder aus (vgl. lit. 7). Darüber folgt die Kreideserie vom Öhrlikalk bis zum Seewerkalk. Sie steigt mit ziemlich gleichmäßigem Gefälle bis zum Rhein hinunter und bildet die Unterlage der Mastrilser Alp sowie der Weide- und Waldgebiete, die sich bis Valdrux ausbreiten. Die meist plattigen Kalke sind in hohem Grade wasserdurchlässig, weshalb auch diese sonst prachtvollen Alpen von Untervaz und Mastrils namentlich in trockenen Sommern unter der Wasserarmut leiden. Abgesehen von einigen kleinen, unbeständigen Quellen, die der Moräne oder dem Gehängeschutt entströmen (in den «Gängen», bei den «Talbrünnen» im Hintertal, bei «Valladorta» unter der Vazer Alp, auf dem «Brunnenboden» bei Geuscha, auf dem «Gürgetschboden» und einigen anderen Orten), findet sich einzig noch eine Schichtquelle im Seewerkalk oberhalb der Mastrilser Alphütte. – Günstiger sind die Wasserverhältnisse der tiefer am Abhang gelegenen Maiensässe. In erster Linie sei hier die St. Jakobsquelle genannt, die unterhalb Spinis aus den Drusbergschichten quillt. Diese blättrigen Mergeltonschiefer, von stark zerklüftetem Schrat-

tenkalk überlagert, bilden trotz ihrer geringen Mächtigkeit einen guten Quellensammler. Der Ertrag der St. Jakobsquelle ist ziemlich konstant 15–20 Lit./Min., die Temperatur 6° C. – Auch viele kleinere Schuttquellen befinden sich in diesem Gebiete. Sie sind gewöhnlich an die Einschnitte tieferer Einsenkungen geknüpft. In manchen Fällen könnten sie als sekundäre Quellen bezeichnet werden, da das Wasser aus dem Felsen stammt und die Schuttkegel nur den Weitertransport übernommen haben. Der eigentliche Quellort liegt in diesem Falle unter dem Schutt verborgen. Wird dann der Querschnitt für die unterirdische Wasserleitung zu klein, so fließt das Wasser aus den Schichten hervor. Hierher gehört z. B. die Quelle auf Pramieisters, die unter einem mächtigen Bergsturzblock entspringt. In Wirklichkeit dürften aber auch hier die mergeligen Drusbergschichten, welche bei Curtanetsch und Pramieisters das Liegende des Schrattenkalkes bilden, die Entstehung der Quelle veranlaßt haben. Die Quelle ist für einen Tränkebrunnen gefaßt. Der Wasserüberschuß wird durch Moränenlehm an der Versickerung gehindert, so daß er zu einem kleinen See gestaut wird. – Auch auf Zanopis ist ein alter kleiner Seeboden. Ungefähr in der Mitte desselben befindet sich noch heute ein tiefer Tümpel, aus welchem das Wasser für das Vieh geschöpft wird. – Das Wasser des sogenannten Kaltbrunnens, welches der Moräne ob dem Weg nach Valboden entspringt, ist wärmer, als man aus dem Namen schließen könnte. Die Temperatur beträgt 8° C bei 16° Lufttemperatur. – Das Einzugsgebiet dieser Quellen wird meistens beweidet, und da die primitiven Fassungen in Kultur- oder Weideland liegen, ist das Wasser im allgemeinen nicht gut.

Keine von all den genannten Quellen, ja auch mehrere zusammen, die in einem Fassungsbereich liegen, vermöchten den Wasserbedarf der Gemeinde Untervaz auch nur einigermaßen zu decken. Sie ist daher auf eine etwas zweifelhafte Quelle im Cosenztobel und auf Sickerwasser des Cosenzbaches angewiesen.

Die «Therme von Friewis bei Untervaz[10]

Schon *Wagner* preist in seiner *Historia naturalis* (1680) pag. 118 die Mineralquellen von Friewis, und in der Schrift von *Killias* über die «Rätischen Kurorte und Mineralquellen» (1883) sind zwei subthermale Quellen von Friewis verzeichnet. Hier wurde im 17. und 18. Jahrhundert ein vielbesuchtes Bad betrieben. Eine nähere Beschreibung desselben ist aber leider nicht erhalten. – Laut Kaufbrief vom Jahre 1671 verkaufte Johann Anthoni Burgouwer von Mastrils das Badhaus samt dem Wasser und Mobiliar (u. a. das Badkesse, worin offenbar das Wasser erwärmt wurde) an Oberst Rud. v. Salis und Frau Emilia v. Salis geb. v. Schauenstein. Einer gedruckten Badereklame aus jener Zeit ist zu entnehmen, daß Michael Locher, Artist in Chur, am 19. Juni 1617 das Wasser nochmals nach «rechter Kunst probiert und erfunden» habe. Nach seinen Angaben enthält das Wasser Kupfer, Silber, Vitriol, Alaun und Talk. – Die Badereklame empfiehlt das Bad gegen Hautkrankheiten und viele andere Leiden, welche die Organe des menschlichen Körpers befallen. – Die letzte Urkunde, ein Pachtvertrag von 1680, berichtet noch, daß Frau Oberst Emilia v. Salis das Bad an Caspar Zimmermann um den Zins von 27 Gulden verpachtet habe. Endlich wird das Bad noch von *J. J. Scheuchzer* in seiner «Naturhistoria des Schweizerlandes» 1752 (II. T., pag. 144) erwähnt. Dann wird es still um das Friewiser Bad. Der Rhein mag eines Tages die ganze Anlage weggerissen haben. Nur spärliche Mauerreste und eine Anzahl alte Ziegelbrocken verraten noch ihre Stätte. Die Quelle aber sprudelt wie Anno dazumal aus der Felsenkluft und sendet ihr klares Wasser unbenützt dem nahen Rhein zu.

Friewis liegt am linken Rheinufer zwischen Untervaz und Mastrils. Die Kontrolle der Wassertemperatur bei den beiden Hauptaustrittsstellen (Badequelle und Quelle beim

---

[10] Die Temperatur hängt in erster Linie von der Tiefe ab, in welche das Wasser beim Einsickern gelangt. Quellen, die eine Temperatur von über 20° C aufweisen, nennt man Thermen. Quellen, deren Temperatur zwischen der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes und 20° liegen, sind Subthermen. Hier handelt es sich also um eine Subtherme, obwohl auf der topographischen Karte eine «Therme» verzeichnet ist.

Armenhaus) stimmte am 4. August 1942 genau mit der Angabe auf der topographischen Karte (13,9° C) überein (Lufttemperatur = 19°), während *Piperoff* (8, pag. 56) nur 13,3 bis 13,5° C gemessen hat. Das Wasser ist also schwach heterotherm, zeigt aber doch, daß es Schichten berührt hat, die unter der neutralen Zone liegen. – Bei der Bevölkerung herrscht immer noch die Meinung, die Friewiser Quellen seien mit der Therme von Pfäfers im Zusammenhang. Aber schon *Theobald* hat diese Auffassung widerlegt, indem er auf den großen Temperaturunterschied und auf die Verschiedenheit des geologischen Auftretens hinwies. Die Thermalquelle von Pfäfers besitzt eine ziemlich konstante Temperatur von 37,5° C. Aus dem geringen Gehalt an gelösten Bestandteilen schloß er auf die Herkunft des Wassers aus dem Gebiet des Verrucano in den «Grauen Hörnern». – Demgegenüber weist *A. Heim* in seinen eingehenden Untersuchungen (Die Therme von Pfäfers, Vierteljahrschrift der Naturf. Gesellschaft Zürich 1928) darauf hin, daß der Verrucano durch wenigstens 7000 m Kalk-, Sand- und Tonschiefergestein von der Therme getrennt ist. Die Quelle bricht aus einer NW–SE bis NNW–SSE streichenden und zirka 50 Grad nach SW fallenden Verwerfungsspalte im Seewerkalk der Taminaschlucht hervor. Somit muß das Einzugsgebiet der Therme dort gesucht werden, wo der Seewerkalk in höherem Niveau an der Oberfläche liegt. Dies ist auf den breiten Alpterrassen am Nordrand des Vättiserrückens (Mapragg-St. Martin) der Fall. Hier sickert das Wasser ein und folgt den vielen Spältchen und Schichtfugen der oberen Kreide nach NNW in die Tiefe. Da die wasserführenden Schichten im N wieder emporsteigen, entsteht eine Mulde, ein Reservoir. Durch hydrostatischen Druck wird das Wasser in der Thermalspalte zum Austritt gezwungen. Nun ist Heim zwar der Ansicht, daß bei Pfäfers nur etwa die Hälfte des im Einzugsgebiet versickerten Wassers zum Vorschein kommt und daß es noch andere verborgene Abläufe geben müsse. Trotzdem glaubt auch er nicht an irgendeine Beziehung zwischen der Therme von Pfäfers und der Subtherme von Friewis. Letztere

strömt zwar auch aus einer Spalte, die aber E–W verläuft. Sie ist von der berühmten Therme durch Tausende von Metern undurchlässigen Gesteins getrennt. Auch entspringt sie im Malmkalk, also einem ganz anderen geologischen Stockwerk des Gebirges. Da das Wasser an dem schroffen Westhang des Calanda oberflächlich rasch abfließt, dürfte das Einzugsgebiet der Friewiser Quellen auf der Ostseite des Berges liegen. Hier sinkt das Schnee- und Regenwasser in die durchlässigen Kalkschichten ein, folgt diesen in ziemlicher Tiefe, um am Rheinbord vom Armenhaus abwärts nicht nur an zwei, sondern an mehreren Stellen mit ziemlich starkem Drucke aus dem unterschnittenen Felsen hervorzuquellen. Die Schichten streichen hier SW–NE und fallen mit ungefähr 25 Grad gegen den Rhein. Im Winter stehen manche kleinere Quellen ab, während die zwei größten ein verhältnismäßig konstantes Wasserquantum fördern.

Daß die phantasievollen Angaben von M. Locher über den Gehalt des Wassers zutreffen könnten, hat heutzutage wohl niemand mehr geglaubt. Das Wasser kann nur solche gelöste mineralische Bestandteile enthalten, die in irgendeiner lösbaren Form im Gestein vorhanden sind oder ihm aus dem Erdinnern zugeführt werden. Dies hat schon *Plinius* in dem Satz ausgesprochen: Tales sunt aquae, quales terrae per quas fluunt. – Natürlich gehen die einzelnen angegriffenen Komponenten nicht in gleichem Mengenverhältnis in Lösung über, wie sie im Gestein vorliegen. Kohlensaurer Kalk z. B. kann durch das Wasser dem Gestein leichter entzogen werden als kohlensaure Magnesia, Natron leichter als Kali usw. Daher wird das Wasser eine relativ größere Menge der leichtlöslichen Stoffe enthalten und zwar selbst dann, wenn sie gegenüber den schwerlöslichen einen geringeren Prozentsatz des Gesteines einnehmen.

Um über den Mineralgehalt der Friewiser Quellen Klarheit zu verschaffen, ersuchte ich den Kantonschemiker, Herrn Dr. *Hämmerle,* das Wasser einer chemischen Prüfung zu unterziehen. Diese ergab folgendes Resultat:

Analyse Prot. Nr. 4316,

Probe entnommen am 4. August 1942

Sinnenprüfung	nichts Auffälliges
Trockenrückstand	254 mg/l
Glührückstand	246 mg/l
Alkalität	195 mg/l
Prüfung auf Cu	nicht nachweisbar
Prüfung auf Ag	nicht nachweisbar
Prüfung auf Al	nicht nachweisbar

Herr Dr. Hämmerle bemerkt hierzu: «Auf Grund der vorstehenden orientierenden Untersuchung liegt ein ziemlich hartes Wasser vor. Gesamthärte 24,6 frz. Härtegrade, davon etwa 80 % Karbonat- (= vorübergehende) Härte. – Die Untersuchungsergebnisse widerlegen die der Quelle früher zugeschriebenen Inhaltsstoffe. Erst eingehendere Untersuchungen könnten den Charakter eines Mineral- bzw. Heilwassers erhärten, wobei die subthermischen Eigenschaften im Vordergrund der Betrachtung stehen.»

Mastrils

Die Talhänge von Mastrils bestehen aus unterem Helveticum. Aber nur an wenigen Stellen liegt dieses sichtbar an der Oberfläche; fast überall ist es mit Moräne oder Gehängeschutt verkleidet. Daher stammt auch weitaus die Mehrzahl der Quellen aus diesen Ablagerungen. Sozusagen jedes Privathaus hat seine eigene Quelle. Es sind aber kleine Wässerlein, von denen nur wenige einen tieferen Ursprung haben und daher einen konstanten und ausgeglichenen Ertrag liefern. Andere versiegen in längeren Trockenperioden ganz, um dann aber nach Niederschlägen wieder rasch zu wachsen. Ein weiterer großer Nachteil dieser oberflächlichen Moränenquellen besteht darin, daß sie in gedüngtem Kulturland entspringen und daher in hygienischer Hinsicht stark gefährdet sind. Auch ist eine Verunreinigung der tiefer am Abhang liegenden Quellen durch die Abwasser der höher gelegenen Siedlungen nicht ausgeschlossen. Die chemischen Analysen

verschiedener Quellen haben denn auch recht ungünstige Resultate geliefert, indem sogar Colibakterien nachgewiesen wurden. Die Temperaturen betragen 8–9° C. – Etwas besser scheint das Wasser der beiden Pfrundbrunnen zu sein. Die Quelle des reformierten Pfrundbrunnens befindet sich im Töbeli, zirka 150 m unterhalb der katholischen Kirche. Sie tritt in mehreren kleinen Äderchen, die zusammen etwa 15 Lit./Min. ergeben, aus einer Felskluft. Bedeutend höher, an der sogenannten Brunnhalde, entspringt am Waldrand eine Schuttquelle, die 40 Lit./Min. liefert und zum katholischen Pfrundbrunnen führt. Das Einzugsgebiet ist bewaldet, und das Wasser ist sowohl chemisch wie bakteriologisch einwandfrei. Wie man schon aus dem Lokalnamen schließen kann, ist an diesem Abhang bis hinab zum Schützenstand noch eine ganze Anzahl ungefaßter Quellen. Sie alle zeichnen sich, im Gegensatz zu den Moränenquellen, durch ihre Härte aus, so daß die Wasserläufe mit Kalktuff ausgekleidet sind. – Die Tuffausscheidung aus kalkhaltigem Wasser beruht auf dem Kohlensäureverlust bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft, welcher Vorgang durch rasche Bewegung des Wassers an den steilen Abhängen noch begünstigt wird. Auch die im Wasser vegetierenden Algen, Moose und andere Pflanzen bedürfen zur Assimilation beständig Kohlensäure, die sie zum Teil dem Wasser entziehen. Infolgedessen wird ein Teil des Kalkes, der als Kalziumhydrokarbonat gelöst ist, in unlösliches Kalziumkarbonat umgewandelt und in Gestalt eines zellig-porös struierten Kalkes ausgefällt. Derartige gelbliche Kalktufflager zeigen oft schon auf große Entfernung die Austrittsstelle einer Quelle an.

Der rechte Hang in der «Schlucht» ist ebenfalls wasserreich. Von beiden Seiten fließt daher Wasser gegen den Taleinschnitt, so daß das Wiesengelände stellenweise versumpft ist. Das Wasser sammelt sich schließlich in einem kleinen Bächlein, das unterhalb der Tardisbrücke in den Rhein mündet.

Zu erwähnen wäre noch eine Riedquelle auf der «Jägeri» 1260 m ü. M.

3. Die Quellen auf der rechten Talseite

Ems

Die Quellgebiete der Gemeinde Ems liegen am Bündnerschieferhang nordwestlich des Dreibündensteins. Nur an wenigen, steilen Abbrüchen ist das vorwiegend tonige Gestein sichtbar. Meistens ist es mit Gehängeschutt oder Moräne bedeckt. Letzteres ist besonders auf der aussichtsreichen Terrasse der Emser Maiensässe der Fall. Auf Schritt und Tritt kann hier erratisches Material (Granit, Chloritschiefer, Verrucano, weißer Marmor usw.) beobachtet werden. – Diese Terrasse wurde in den letzten Jahren immer mehr als beliebtes Ferienplätzchen aufgesucht (nicht zum Vorteil des hier auftretenden Trinkwassers, da mit der stärkeren Besiedlung gewöhnlich auch die Gefahr von Infektionen wächst). Der Weg führt aus der berühmten Tomalandschaft bei Ems durch den Uaul (= Wald) Samun in mehreren Windungen den Hang empor. Ungefähr in der Mitte rinnt bereits das erste Bächlein quer über den Weg. Es sickert wenige Meter oberhalb des Sträßchens aus dem Gehängeschutt, um nach kurzem Lauf in demselben wieder zu verschwinden. Beim untersten Maiensäß auf Samun quert abermals ein kleiner Bach den Weg. In der Nähe etwas unter dem Fahrweg ist die erste Quelle gefaßt. Sie entspringt in 930 m Höhe aus dem Schieferschutt und, da das Töbelchen Süd–Nord gerichtet ist, zum Teil wohl auch aus dem nach Osten einfallenden anstehenden Felsen. Wegen der Schuttbedeckung konnte dies zwar nirgends unmittelbar beobachtet werden. Der Ertrag belief sich am 9. Juni 1942 auf zirka 70 Lit./Min., die Temperatur auf 8½° C. Das Einzugsgebiet besteht aus gedüngten Wiesen. – Eine kleinere und etwas oberflächliche Quelle befindet sich etwa 20 m weiter östlich; sie wird dem gleichen Sammelschacht zugeführt.

Eine sehr große Zahl von Quellen entspringt den Moränenresten auf den Maiensässen selbst. Sozusagen bei jedem Stall befindet sich auch ein Brunnen, dessen Wasser in nächster Nähe aus dem Boden sprudelt. Einige davon vereinigen sich zu einem kleinen Bächlein, das durch ein Töbelchen (Crap

Rageth) bis in den Vogelsang hinab fließt, sich hier aber in den Alluvionen verliert. Das gleiche Schicksal erfährt auch der Bach des Val Trips, der noch durch eine etwa 180 Lit./Min. fördernde Quelle der Via blaua verstärkt wird. Nur bei Regenfällen oder bei der Schneeschmelze erreicht er den Hinterrhein, während er sonst das spärliche Wasser kaum über Brühl hinaus bringt. – Für die Wasserversorgung von Ems hat hier einzig die Quellgruppe auf Sil Bott (1290 m ü. M.) noch eine größere Bedeutung. Sie entspringt am Waldrand an einer flachen, sumpfigen Halde. Drei Quellen sind gefaßt und liefern zusammen zirka 200 Lit./Min. Die Temperatur beträgt 7° C bei 20° Lufttemperatur. Seitwärts entspringt noch eine ungefaßte Quelle mit nur geringem Ertrag.

Auch die Alp Urtschicla ist wasserreich. Die Quellen, die gruppenweise am Talhang vorhanden sind, fließen direkt in nördlicher Richtung gegen den Mühletobel. Stellenweise führten sie zu einer starken Versumpfung der ebenen bis flach geneigten Alpweiden und bildeten dadurch eigentliche, wenn auch wenig mächtige Torfmoore. Eine Entwässerung der «Paleu gronda» (= großes Ried) westlich und nördlich von P. 1882 hatte guten Erfolg. Alle, auch die kleinen Quellen abzufangen, ist in einem so weitläufigen Gebiet aber kaum möglich. Manche versickern auch in den ausgedehnten Gehängeschuttmassen des Uaul Urtschicla. Ebenso dringt hier der größte Teil der Niederschläge in diesem mit Nieder- und Hochwald bewachsenen Einzugsgebiet in den Boden ein. Dies hatte zur Folge, daß die stark durchnäßten Schuttmassen an dem steilen Hang ins Rutschen kamen. Schwach vernarbte Anrisse und verbogene Baumstämme verraten diese Bodenbewegungen. Anderseits aber führten diese Verhältnisse auch zur Quellenbildung.

So treten denn auf Valauta, in einem alten, aber längst bewachsenen Lawinenzuge, mehrere größere und verhältnismäßig konstante Quellen zutage, von denen einige gefaßt sind. Die oberste entspringt etwa 20 m über dem Weg nach Juchs (1350 m ü. M.), die beiden anderen, unter sich mehr oder weniger im Zusammenhang stehenden Quellen, 100 bzw. 150 m tiefer gegen den Mühletobel. Da das Terrain jetzt im

allgemeinen ziemlich trocken und in neuerer Zeit auch fast zur Ruhe gekommen ist, dürfte der größte Teil des Wassers abgeleitet werden. Der Ertrag der obersten und zugleich wasserreichsten Quelle beträgt zirka 250 Lit./Min., während die mittlere 50 und die unterste 100 Lit./Min. geschätzt wurden. Die Temperatur stimmt bei allen ziemlich überein: 5,3 bis 5,8° C bei 18,5° Lufttemperatur. Die Quellen sind an sich gut und weder chemisch noch bakteriologisch zu beanstanden (Analysen vom November 1938). Bei der starken Eintiefung, die der Valauta-Bach am Gehänge dieser Höhe und weiter oben zeigt, sind sie von diesem Bachlauf unabhängig. Das Bächlein, das in 50 m Distanz ostwärts der obersten Quelle herabfließt, wird in einer Rinne zum Valauta-Tobel geleitet. Dadurch wird der Schuttstrich, aus dem sich die mittleren und unteren Quellen ergießen, vor der Durchnässung geschützt und so das Oberflächenwasser von ihrem Einzugsgebiet ferngehalten. Dies ist auch für die Verfestigung des Bodens günstig. Daß das Wasser aus dem Rutschgebiet der Valauta eine größere Härte, vor allem eine höhere Alkalität aufweist als das Sil Bott-Wasser (Val.: Alk. = 200, Sil Bott = 150 mg/l), ist verständlich. Es hat reichlich Gelegenheit, kalkreiche Gesteinsmassen auszulaugen, während dies beim letzteren, das einem ruhigeren, aus kristallinem Moränenmaterial bestehenden Gelände entstammt, weniger zutrifft.

Chur

Das Quellengebiet Mittenberg ist deshalb von besonderem Interesse, weil es zusammen mit demjenigen am Pizokel schon seit Jahrhunderten die Stadt Chur mit Trinkwasser versorgte. Nach einem Übersichtsplan vom Jahre 1736 waren am Mittenberg schon 17 kleine Quellen gefaßt. Jedenfalls waren diese Fassungen aber sehr mangelhaft, so daß viel Wasser unbenutzt abfloß und am Nord- und Westabhang des Berges mehrere Rutschungen verursachte. – Laut einem Bericht von E. Münster aus dem Jahre 1877 wurden um jene Zeit bereits 60 Quellen und kleine Wasseradern vom Mittenberg zur Trinkwasserversorgung der Stadt Chur abgeleitet. Der mittlere Er-

trag belief sich auf 243 Lit./Min. Natürlich konnte dieses Wasser mit der Zeit den wachsenden Bedürfnissen nicht genügen. Deshalb wurden weitere Quellen auf Brambrüsch und im Schwarzwald gesammelt und Anno 1881 die Parpaner Quellen erworben. Diese fallen jedoch außerhalb des Untersuchungsgebietes.

Die Quellen auf dem Mittenberg befinden sich auf und unmittelbar ob dem sogenannten «Läger», einem zirka 4 ha Flächeninhalt messenden Plateau, 1100 m ü. M. Einige treten etwas tiefer auf den «Riedböden» zutage. Das Einzugsgebiet ist mit Lärchen und Tannen dicht besetzt, was für die Quellenbildung immer günstig ist. Die Bewaldung behindert an dem steilen Hang (33–35° Neigung) das oberflächliche Abfließen der atmosphärischen Niederschläge und ermöglicht das langsame Einsickern derselben. Der Wald bildet daher auch in langandauernden Trockenperioden dank seines großen Retentionsvermögens einen wertvollen Wasserspender und ist somit im Wasserhaushalte der Natur von großer Bedeutung. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß die Quellen auf dem Mittenberg gut filtriert werden und weder im Winter noch im Sommer ganz austrocknen. Besonders vorteilhaft wirkt sich auf dem Mittenberg auch der im Norden des Quellgebietes vorstehende Felskamm aus. Die an diesem Abhang fallenden Niederschläge werden auf den südostfallenden Schichtflächen dem Quellgebiet zugeführt. – Die ausgesprochene Niederwasserzeit herrscht von Ende Februar (28. Februar 1938 = 110 Lit./Min.) bis Ende April, von welchem Termin ab wieder rasches Ansteigen der Quellen eintritt (12. Mai 1941 = 380 Lit./Min.). Das Mittel aus 18 Jahren beträgt 194 Lit./Min.

Das Wasser quillt an verschiedenen Stellen aus den Schichten des Bündnerschiefers oder aus dem aufgelagerten Schutt hervor. Wie aus einem Aufschluß am Wege zu ersehen ist, handelt es sich um Gehängeschutt. Es ist darin nur Bündnerschiefer-Material zu finden. Drei große erratische Blöcke aus flaserigem Augengneis, welche auf dem Plateau liegen, verraten jedoch die einstige Anwesenheit des Gletschers.

Das Mittenbergwasser weist nur eine geringe Keimzahl auf und ist demnach hygienisch meist nicht zu beanstanden; hingegen liefert ein Teil der Quellen sehr hartes Wasser, was aus der starken Tuffbildung, die am ganzen Abhang mehr oder weniger in Erscheinung tritt, ersichtlich ist. Schon früher ergaben die chemischen Untersuchungen einen ziemlichen Gehalt an Gips und Kalk, und man beklagte sich darüber, daß die Leitungsröhren vom Kalktuff rasch ausgefüllt und unbrauchbar wurden. Bei 34,1 Grad Gesamthärte und 22,5 Grad vorübergehender oder Karbonathärte beträgt die bleibende Härte 11,6 Grad. Natürlich schwankt die Härte je nach Wasserstand um einige Grade. Daß sich dieses Wasser für Zentralheizungen und Boiler schlecht eignet, ist einleuchtend. Besonders verhängnisvoll kann die permanente Härte bei der Beschickung von Dampfkesseln werden. Der Härte von 11,6 Grad entsprechen:

Sulfat im Liter = 116 mg als $CaCO_3$ gerechnet,
in Wahrheit = 157,76 $CaSO_4$.

Der Gips bildet eine gut haftende Schicht an den Kesselwänden bzw. Heizröhren. Er ist schlecht wärmeleitend, und daher entsteht eine Überhitzung der Heizröhren usw. und, wenn Teile dieses Kesselsteinüberzuges abspringen, eine große Explosionsgefahr.

Durch die oberflächliche Lage ist das Mittenberg-Quellwasser auch den Temperatureinflüssen der Luft sehr ausgesetzt (am 12. Mai 1941 = 6^0 C).

Trimmis-Says

Die Gemeinde Trimmis besitzt in ihrem Gebiet keine größeren Quellen, welche imstande wären, das Dorf mit genügend und gutem Trinkwasser zu versorgen. Sie ist bis heute auf filtriertes Bachwasser, das der starken Trübung bei Regenwetter und mehr oder weniger auch der sanitarisch gefährlichen Verunreinigung ausgesetzt ist, angewiesen. Eine gemeinsam mit Herrn Lehrer *J. U. Meng* im Sommer 1941 gemachte hydrographische Exkursion führte im wesentlichen zu folgenden Ergebnissen:

a) Einzugsgebiet der Maschänserrüfe

Das günstigste Gelände für ergiebige Quellenbildung ist zufolge der reichen Niederschläge und der topographischen Verhältnisse das Gebiet der Fürstenalp, welches Eigentum des Bistums Chur ist. Der Obersäß liegt in einem kleinen Hochtale 1970–2100 m ü. M. Das Wasser versickert im Schutt des Osthangs und in den Bündnerschiefer-Schichten des Westhanges dieses Isoklinaltälchens und sammelt sich unten im Talboden, der aus Lokalmoräne und herabgefallenen Schuttmassen besteht. Er ist stellenweise versumpft, und der Name «Schnittlauchboden» weist ebenfalls auf die Wasserführung hin. In einer Entfernung von 250–300 m treten hier infolge Profilverengung im Wasserträger und gleichzeitiger Verminderung des Gefälles sechs kräftige klare Quellen hervor. Eine weitere Quelle entspringt höher oben am Faulberghang. Sie vereinigen sich rasch zu einem ansehnlichen Bächlein, das sich nach kurzem Lauf über eine hohe Felswand zu Tale stürzt. Der schöne Wasserfall, den man von der Bahn aus gut beobachten kann, wird im Volksmund «Hirschbach» genannt, welcher Name wohl begründet ist, da diese Gegend geradezu ein Eldorado für dieses noch in großer Zahl vorkommende Edelwild darstellt. – Die genannten Quellen liefern zusammen wenigstens 300 Lit./Min. (Mitte August 1941). Regelmäßige, durch verschiedene Jahreszeiten fortgesetzte Ertragsmessungen fehlen aber noch. Solche sind jedoch gerade bei so hoch liegenden Quellen unerläßlich, wenn man an eine Fassung der Quellen denkt. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, daß die mittlere Ergiebigkeit einer Quelle um so geringer wird, je höher ihr Austrittsspiegel liegt. Dies ist verständlich, da das ohnehin schon kleine Einzugsgebiet während eines langen Winters die Niederschläge nur in fester Form empfängt. Die direkte Folge davon ist ein starker Rückgang des Quellenergusses im Winter, während er von der Schneeschmelze bis November reichlich ausfällt.

b) Einzugsgebiet der Dorfrüfe

Auf dem Fürstenalp-Untersäß, zirka 150 m östlich der Schermen, fließt eine Quellengruppe auf fast gleichem Niveau

aus der Grundmoräne mit ungefähr 50 Lit./Min. Förderung. Etwas höher mit Abfall gegen den Faulbergbach entspringen drei und am Fuße der «Käshalde» sechs Quellen, von denen jede 20–25 Lit./Min. liefert. Letztere entströmen einer Schuttmasse, welche ziemlich steil am Abhange liegt. Es handelt sich zum Teil um Lokalmoräne, zum Teil auch bloß um verrutschten Gehängeschutt. Das eigentliche Einzugsgebiet, die «Käshalde», ist nur mit Weiden bedeckt. Die dichte Berasung und besonders das starke Gefrieren des Bodens erschweren zwar das Versickern der Schmelzwässer; allein die zahllosen vom Vieh ausgetretenen kleinen Weglein (Treihen) verzögern doch den oberflächlichen Wasserabfluß wesentlich und ermöglichen dadurch das Eindringen des Wassers in den Boden. Dabei spielen natürlich auch die Neigung und die Exposition des Berghanges eine große Rolle. Das Gebiet, in welchem die Quellen austreten, ist mit Alpenerlen und vereinzelten Rottannen und Lärchen bewachsen. Die Quellen strömen in westlicher Richtung, die Schuttmassen in Hügelrücken gliedernd, zum Bache, der unten im Tale mitten durch das Dorf Trimmis fließt.

Im westlichen Teil der Fürstenalp, in der sogenannten Sita, entwickeln sich an der oberen Waldgrenze drei tief eingefurchte Rinnen, die sich weiter unten vereinigen und den vorderen Schindelwald-Tobel bilden. Obwohl der Tobelbach bei der Querung des Waldweges ein namhaftes Wasserquantum führt, sind in diesen Rinnen keine größeren Quellen zu finden. Das Bachwasser sammelt sich aus zahlreichen kleineren Sickerungen. Bei Regenwetter schwillt der Bach rasch an, ein Beweis, daß es sich hier um oberflächliche Wasser handelt. Die Qualität des Wassers dürfte daher und mit Rücksicht auf das humusreiche Nährgebiet kaum befriedigend sein. Ebenso würde sich eine eventuelle Fassung in diesen Erosions- und Lawinenrinnen nicht leicht gestalten.

Unterhalb vom Säßli (1430 m ü. M.) entspringen noch zwei kleine Quellen, die das Wasser für den dort befindlichen Brunnen liefern. Sie veranlassen die unter dem Weg beginnende Rutschung.

Außer zwei unbedeutenden Quellen auf «Cavarsch» verdient die sogenannte Fuchsenrainquelle auf Talein genannt zu werden. Laut Kaufbrief wurde diese von der Gemeinde Trimmis erworben und früher zur Speisung des Brunnens beim Bruderhaus und einzelner Dorfbrunnen abgeleitet. Sie tritt am westlichen Rande der Terrasse von Talein, also am natürlichen Ende des Wasserträgers, unter einer 8–10 m hohen konglomeratisch verfestigten Schotterschicht hervor. Der Schotter wurde durch den aus dem Sickerwasser abgesetzten Kalk verkittet und stellt so eine Art löcherige Nagelfluh dar. Die Quelle liefert 20–30 Lit./Min. und hat eine Temperatur von 7,9° C bei 18,6° Lufttemperatur. Die chemische Untersuchung des Wassers ergab einen ziemlich hohen Ammoniakgehalt (Amm. dir. = 0,04; alb. Amm. = 0,044 mg/l), was zum Teil auf die dicke Laubschicht, welche die Austrittsstelle bedeckt, zurückzuführen ist. Vielleicht liegt die Schuld auch schon im Einzugsgebiet selbst. Oberhalb der Quelle befindet sich ein Maiensäß. Der Stall, bei welchem eine Jauchegrube fehlte, so daß die Jauche direkt im Boden versickerte, ist heute zerfallen. Aber die Umgebung ist mit Düngwiesen bedeckt, und erst weiter oben breitet sich der Wald aus. Nun haben agrikulturchemische Untersuchungen zwar gezeigt, daß die Einwirkung von Düngstoffen unter günstigen Voraussetzungen höchstens bis in eine Tiefe von 30 cm geht und daß die Verarbeitung durch Bodenbakterien schon in den obersten Schichten erfolgt. Im vorliegenden Falle scheint es mir aber doch denkbar, daß der Weg, den das Sickerwasser zurücklegt, für eine gute Filtration nicht ausreicht und daher eine oberflächliche Verschmutzung des Wassers erfolgt. – Das Wasser fließt von der Austrittsstelle über eine Felswand hinab, versickert an deren Fuß sofort im Gehängeschutt, um weiter unten in der Knickung des Hanges, bakteriologisch noch verschlechert, wieder zu erscheinen.

Am Absturz des Taleinplateaus gegen den Valturtobel treten zwischen Rütland und dem unteren Valturweg (zirka 910 m ü. M.) mehrere kleine Quellen aus, die zum Teil für Trink- und Tränkewasser für die Bewirtschaftung der Taleingüter gefaßt sind. Sie entspringen über einer lehmigen Unter-

lage und liefern wenige Lit./Min. Aus dem Absatz von Quelltuff kann man auf ziemlich hartes Wasser schließen. Das Einzugsgebiet ist bewaldet und im oberen Teil mit Magerwiesen bedeckt. – Im Valturtobel, halbwegs zwischen dem «Valturgüetli» und der neuen Sperre, tritt aus dem linksseitigen Felsen, wenige Meter über der Bachsohle, eine Quelle von zirka 20 Lit./Min. aus. Weiter vorn beim alten Aufstieg nach «Provalenz» ist eine Quellengruppe mit sehr variabler Wasserführung (10–40 Lit./Min.) rechtsufrig gelegen. – Eine bedeutende Wassermenge von annähernd 350 Lit./Min. ergießt sich aus einer Sickeröffnung der vorderen Valtursperre. Es ist in der Hauptsache Wasser, das durch den hinter der Mauer angeschwemmten Schutt bis in eine Tiefe von etwa 5 m durchsickert. (Die genau gleichen Verhältnisse liegen auch bei der gefaßten unteren Kessitobel-Quelle in Zizers vor.) Ein Vergleich mit dem Bachwasser durch das chemische Laboratorium (2. Juni 1934) führte zu folgenden Ergebnissen:

	Bachwasser mg/l	Sperrwasser mg/l
Trockenrückstand	155,0	155,5
Organ. Substanz	12,5	9,5
Freies Ammoniak	0,004	0,0
Albuminoides Ammoniak	0,012	0,004
Keimzahl nach 4 Tagen, zirka . . .	300	6
Temperatur	13,5° C	11,0° C

In bezug auf gelöste Substanzen sind beide Wasser also nahezu identisch. Ein Beweis, daß es sich beim Sperrwasser um filtriertes Bachwasser handelt. Aber schon die Temperaturdifferenz deutet auf einen nicht allzu raschen Durchfluß. Daher werden auch die Verunreinigungen durch die Schwemmfüllung gut zurückbehalten. Am eindrucksvollsten zeigt sich dies beim Keimgehalt.

c) Einzugsgebiet der Kleinen Rüfe

Die Gebiete von Says und Valtana werden durch einen tiefen Einschnitt, den Tobel der Kleinen Rüfe, getrennt. Die

Richtung des oberen Teiles desselben, des sogenannten Vamolatobels, sowie eine große Einsenkung südlich Valtana, in welcher eine Moräne liegt, lassen den Schluß zu, daß der Bach ursprünglich gegen Süden zur Dorfrüfe geflossen ist und erst nach der Eiszeit seinen heutigen Lauf genommen hat. Der Kleinrüfe-Tobel unterhalb Valtana wäre demnach jünger als der Dorfrüfe-Tobel. Infolgedessen ist es verständlich, daß er noch recht eng ist.

Auch in diesem Gebiet treffen wir nicht selten kleinere Quellen, und auch hier sind es fast ausschließlich Schuttquellen, die sich entweder in Moränen oder im Gehängeschutt bilden. – Valtana, eine Fraktion der Gemeinde Says, bezieht das Trinkwasser ab «Roßnas», 1271 m ü. M., während Says sich in der Hauptsache mit vielen kleinen Quellen aus der nächsten Umgebung versorgt. Einzig das Hydrantenwasser stammt von drei Schuttquellen, die sich zirka 50 m unterhalb Fallir in 1240 m Höhe befinden. Bei den ersteren handelt es sich fast ausnahmslos um Moränenquellen. Da die Einzugsgebiete in gedüngtem Kulturland liegen, ist das Wasser nicht immer einwandfrei. Dies gilt besonders für die Riedquellen in «Spiel» und auf dem «Bühl». Das Riedwasser hat oft einen unangenehmen Geschmack und kann durch aufgenommene Humussäure aggressiv wirken, Leitungen angreifen usw. Ist das Ried nur durch das oberflächlich einsickernde Wasser entstanden, so sind solche Quellen auch recht inkonstant und liefern besonders im Spätsommer einen geringen Ertrag.

Eine typische Moränenlandschaft mit in der Talrichtung liegenden Moränenwällen befindet sich auf der Terrasse unterhalb Says, in «Valrigada» und «Barvaz». Es sind kleine Seitenmoränen der letzten Gletscherstadien, meist lehmig, oft mit vielen größeren und kleineren Blöcken vermischt. Unter diesen herrschen die Gesteine des Oberhalbsteins vor: grüner Juliergranit, Peridotite, auch weißer Marmor aus dem Val Nandrò, ferner Verrucano, Serpentin und Gneis. Dieses erratische Material stammt also vom Juliergletscher, der durch das Oberhalbstein über die Lenzerheide floß und sich bei Chur mit dem Rheingletscher vereinigte. Bei Grabarbeiten wurden im letzten Sommer prächtige Gletscherschliffe

auf Bündnerschiefer freigelegt. Im Vergleich zu den Gletscherablagerungen in den Seitentälern, Prätigau und Schanfigg, sind sie im Churer Rheintal selber recht spärlich. Sie genügen jedoch, um schwache Quellen entstehen zu lassen. Kleine Einsenkungen des Bodens, Riedgras und andere Sumpfpflanzen zeigen die Austritte des Wassers, die immer am Fuße eines Moränenhügels liegen, an. Die meisten Quellen sind nur temporär fließend. Sie ergießen sich zum Teil über die «Tobelfluh» in die Schlucht der Kleinen Rüfe. Die meisten verlieren sich jedoch vorher im Untergrund, treten weiter unten auf dem Niveau «Spielboden» wieder auf, verschwinden abermals, um dann unmittelbar über dem «Pielzicrap-Felsen» zwischen Bündnerschiefer und Moräne infolge Endigung des Wasserträgers zu erscheinen. Hier sind sie zum Teil für die Wohnbezirke an der Landstraße gefaßt und liefern ein verhältnismäßig gutes Trinkwasser. Der Überlauf fließt über den Felsen hinab und versickert an dessen Fuß endgültig zum Grundwasserstrom. Beim Bau der Festungsanlagen wurde im Felsen selbst eine kleine Wasserader angeschnitten.

Zizers–Igis

Wie Trimmis liegen auch Zizers und Igis auf einem mächtigen Schuttkegel, der von den Wildbächen des Kessi- und des Schlundtobels gebildet wird (vgl. Siegfriedkarte 1:50 000). Sein durchschnittlicher Böschungswinkel beträgt 17 Grad. Am unteren Ende schuf der Rhein durch Unterwaschung ein ausgeprägtes, etwa 15 m hohes «Rheinbord», an dessen Basis, infolge Verringerung der Mächtigkeit des Wasserträgers, an mehreren Stellen Wasser austritt. Eine größere Quelle entspringt beim Haus in der «Gerbe», das sich ungefähr 250 m NW der katholischen Kirche von Zizers befindet. Die Temperatur des Wassers beträgt 8,4° C bei 17° Lufttemperatur. Die bakteriologische Untersuchung einer am 26. April 1940 erhobenen Probe ergab ein ausgezeichnetes Resultat: Keimzahl in 1 ccm = 0; Coli neg. in 30 ccm. – Durch Färbversuche wurde zwar bewiesen, daß wenigstens ein Teil des Wassers schon oben direkt am Fuße des Gebirges in den Schuttkegel

eindringt. Ein Teil wird aber auch auf dem intensiv bewirtschafteten Schuttkegel selbst versickern. Wenn man trotzdem ein so reines Wasser erhält, so beweist dies die vorzügliche Filtrationsfähigkeit des feinen, lehmigen Materials, welches dem Bündnerschiefer entstammt und in ziemlicher Mächtigkeit über dem Quellträger abgelagert ist. Auch der Ertrag ist dementsprechend ziemlich konstant. – Weiter nordwärts gegen die Malietta treten einige kleinere Quellen zutage. Man erkennt die Austrittsstellen leicht, da sie meistens mit Kalktuff überzogen und sumpfig sind. Das Wasser ist manchmal bräunlich gefärbt, was auf den Gehalt an Humusstoffen hinweist. Eine Quelle, die im neukultivierten Gartenland 500 m N des Kinderheims «Gott hilft» entspringt und 6–7 Lit./Min. liefert, wurde am 6. Februar 1941 untersucht. Sie wies eine hohe Härte (50 Härtegrade) auf. Auch in bakteriologischer Hinsicht hat sie gar nicht befriedigt, da sogar Colibakterien, die typischen Begleiter tierischer und menschlicher Abgänge, nachgewiesen wurden. Ebenso liefern die Quellen in der Schafbündte und beim sogenannten unteren und oberen alten Brunnen an der Landstraße östlich der Malietta, die auch am Rande des Schuttkegels liegen, nicht einwandfreies Wasser. Die Erdschicht ist hier also nicht imstande, das mit Düngstoffen beladene Wasser genügend zu reinigen. Dies zeigt, daß oft benachbarte Quellen qualitativ recht verschiedenartiges Wasser fördern können und daß sie in bezug auf ihre chemische Zusammensetzung als Individuen aufzufassen sind.

Die Quellen der Wasserversorgung der Gemeinde Zizers befinden sich in den gewaltigen, tief in den Bündnerschieferhang eingeschnittenen Schluchten, dem Kessi- und dem Schlundtobel. Die untere Quelle im Kessitobel tritt direkt aus einer steinernen Sperre hervor. Es handelt sich – wie im Valturtobel ob Trimmis – um durchgesickertes Bachwasser, was auch aus der übereinstimmenden Temperatur (3,5° C) hervorgeht. Die Fassungsstelle selbst war am 30. Mai 1942 mit viel Rüfeschutt bedeckt; doch konnte der Ertrag in einem etwas weiter unten liegenden Schacht ermittelt werden. Er betrug 170 Lit./Min. Da das Filtermaterial aus den Erosions-

und Verwitterungsprodukten des Bündnerschiefers besteht, wird das Wasser meist gut gereinigt. Nur bei Hochwasser reißt es die feinen Tonteilchen mit, so daß es getrübt ist. Dies ist technisch sehr ungünstig, da durch den Schlamm z. B. Ventile abgenutzt und undicht werden. – Eine andere Quelle entspringt etwa in 1050 m Höhe am Fuße des linken Berghanges. Sie ist im anstehenden Felsen gefaßt, aber dennoch ist es eine Schuttquelle. Durch die Erosion des Baches wurde der Wasserträger an seinem unteren Ende angeschnitten und so das Wasser zum Austritt gezwungen. Das Einzugsgebiet ist bewaldet.

Auch das Quellengebiet des Schlundtobels liegt vollständig im kalkig-tonigen Bündnerschiefer. Mächtige Schutthalden, die mit Wald bestanden sind, verursachen die Quellenbildung. Die bedeutendsten entspringen am Fuße des Eichberges, am sogenannten «Teuchelboden». Die zwei wasserreichsten sind gefaßt. Die untere, nahe am Bachbett liegende, liefert durchschnittlich 150 Lit./Min., während die obere, an der Stelle, wo der Weg nach dem Sturnaboden gegen Norden biegt, zirka 70 Lit./Min. fördert. Daß das Wasser eine ziemliche Härte besitzt, ist bei einer noch nicht gefaßten Quelle, die sich zwischen den zwei genannten befindet und reichlich Kalktuff ausgeschieden hat, ersichtlich. Abgesehen davon liefert namentlich die obere Quelle ein gutes Trinkwasser, da bei ihr ein Einsickern vom Bach nicht möglich ist. Auch die konstante Temperatur von 6,5–7° C ist eine Eigenschaft des Wassers, die geschätzt wird. – Ungefähr eine halbe Stunde weiter oben entspringt am Weg das Goldbrünneli, dessen Wassermenge 4–5 Lit./Min. beträgt. Das Wasser wird zuerst zu einem Holztrog geleitet und fließt dann, nachdem es wieder im Boden verschwindet, gegen den «Teuchelboden» ab. – Endlich sei noch auf die sogenannte Stützquelle hingewiesen, die sich am linken Abhang aus mehreren kleinen Rinnsalen sammelt. Das Einzugsgebiet liegt in einem Lawinenzug. – Weiter talaufwärts fließen von derselben Talseite noch verschiedene andere Quellbächlein dem Schlundtobel-Bach zu, die aber im Sommer meistens vollständig austrocknen.

Die sehr spärlichen I g i s e r Quellen weisen analoge Verhältnisse auf wie die oben genannten. Es kommen einzig in Frage eine Quelle im Schlundtobel (820 m ü. M.) und eine zirka 20–30 Lit./Min. liefernde Schuttquelle in der Val Segära (780 m ü. M.). Die erstere befindet sich im Bachbett und führt hauptsächlich durchgesickertes Bachwasser. Der Ertrag schwankt zwischen 30 und 40 Lit./Min. Die «Schlößliquelle» in der Val Copa ist heute nahezu versiegt.

Wie schwierig die Quellwasser-Beschaffung in dieser Gegend ist, beweisen folgende Feststellungen: Die Gemeinde Igis bezieht den größten Teil des Trinkwassers aus dem Valzeinertal und leitet es auf großem Umwege durch die Klus herbei. Die Papierfabrik Landquart nutzt ein Grundwasserwerk «im Gießen» und die Landwirtschaftliche Schule Plantahof ein solches bei Pardisla, während sich die Rhätische Bahn und Landquart mit Quellwasser von Seewis i. P. versorgen.

Malans

Während am Abhang der Hochwangkette die Quellen fast ausnahmslos dem Gehängeschutt oder dem Moränenschutt entspringen, tritt nun am Abhang des Falknis ein neues Element in Erscheinung. Dieser Gebirgszug besteht vom Vilan bis zum Glecktobel zwar auch aus Bündnerschiefer, der gegen Osten einfällt und sich höchstens im Alter von demjenigen der Hochwangkette unterscheidet. Der Vilan und seine westlichen Ausläufer bestehen aus metamorphen Tonschiefern tertiären Alters, die an vielen Stellen Bergstürze und Rutschungen (Sackungen) veranlassen. Am steilen Südwesthang des Vilan ist ein Bergsturz niedergegangen, dessen Ablagerungsgebiet vom Oberälpli bis nach Malans hinunter reicht. Auch der Hang von Rofels bis Fadella oberhalb Jenins wird aus grobem Flyschblockwerk gebildet (vgl. Geologische Karte vom Falknis). Infolge Durchnässung ist es in diesen lockeren Gesteinsmassen wiederholt zu Sackungen gekommen. Schon im Jahre 1807 hat *J. B. v. Tscharner* in der Zeitschrift «Der neue Sammler, ein gemeinnütziges Archiv für Bünden» in einem beachtenswerten Aufsatz auf die Entstehung und die Gefahr dieser Bergschlipfe hingewiesen. Ihm

waren die versumpften Terrassen und die entstandenen Senkungen und Erdspalten aufgefallen, und er kam zum Schluß: «In so fern das Eindringen des Wassers in die Felsen oder Erdschichten, die vorzüglichste Ursache der Bergstürze und Schlipfe zu sein scheint, so ist die Ableitung desselben auch die erste erforderliche Vorkehrung» (pag. 22). Diese Auffassung ist auch heute noch durchaus richtig. Hätte man seinem Rat Folge geleistet, so wäre manche Verheerung unterblieben. – Am besten zeigt sich dies im Älpli und den südlich liegenden Abhängen. In den «Bleisen» südlich P. 2178 sammelt sich bei starken Niederschlägen eine große Wassermenge, welche nach vorausgegangener Trockenheit oberirdisch in Rüfen bis zum Älpli abfließt und hier verläuft. Gewöhnlich sickert aber das Wasser schon in den Schutthalden, die sich am Fuße dieser Felswände ausbreiten, ein, um erst auf dem Unterälpli «im Ried» wenigstens zum Teil wieder zu erscheinen. Diese Durchnässung des Bergsturzmaterials bedingt bereits eine umfangreiche Sackung im Oberälpli. Nachdem dann das Wasser seinen unterirdischen Lauf fortgesetzt hat, tritt es in einer Quelle auf «Turms» zutage. Hier ist das Gelände wieder wellig. Die aufgestauten Bodenwülste bilden das Ergebnis von periodisch wiederholten Sackungen. Zeitweilig scheint alles ruhig zu sein, um dann aber nach ergiebigen Niederschlägen wieder in langsame Bewegung zu geraten. Das eingedrungene Wasser vermehrt einerseits das Gewicht der abwärtsdrängenden Schuttmassen und vermindert anderseits den Reibungswiderstand an der Unterlage. Straff gespannte Baumwurzeln und ein frischer bogenförmiger Anriß zeigen, daß die Bewegung des Bodens hier keineswegs zum Stillstand gekommen ist. Erst weiter unten gegen die «Haslen» hat sie ihr Endziel erreicht, indem die durchweichte Schuttdecke des Gehänges auf der tonigen und daher schlüpfrigen Unterlage vollständig abgerutscht ist. Das am Rande austretende Wasser oder auch bloß Krusten gelblicher Quellabsätze beweisen das oben Gesagte. Man muß hier mit einem Rückwärtswandern der Abrißnische, wodurch Schaden an Wald und Weideland entsteht, rechnen. Auch das Wasser, das vom Oberälpli gegen «Car-

nellis» abfließt, bewirkt derartige Rutschungen, so daß der Weg immer wieder erstellt werden muß. – Dieser kurze Hinweis auf die Wasserverhältnisse im Älpli und deren Folgen mag genügen.

Was die Quellen betrifft, wurde bereits die Quelle auf «Turms» genannt. Sie entspringt in 1290 m Höhe aus Bergsturzschutt und liefert zirka 40 Lit./Min. für einen Tränkebrunnen. Das Einzugsgebiet ist z. T. bewaldet, z. T. mit Weideland bedeckt. Dennoch ist die Qualität des Wassers gut (Analyse vom 3. August 1929). Die Temperatur beträgt 4° C. Auch an zwei anderen Stellen können kleine Wasserausstöße, die sich durch Versumpfung des Bodens kennzeichnen, festgestellt werden. Aber erst auf dem Trögaboden im Heuberg 1220 m ü. M. erscheint wieder eine Quelle, die ebenfalls einen Tränkebrunnen speist. Der Ertrag ist bedeutend kleiner als bei der obigen Quelle. Das Weidegebiet in der Umgebung ist mit Moräne bedeckt. Die Gegend vom «Bärenhag» ist mit erratischen Granitblöcken des Rheingletschers völlig übersät, während höher oben keine solchen beobachtet wurden; die Moräne ist offenbar mit dem Bergsturz abgestürzt. – Weiter westlich befindet sich noch eine kleine Wasserader, die nach kurzem Lauf wieder verschwindet. Möglicherweise steht sie mit der Quelle unterhalb der Ruine Klinghorn im Zusammenhang. – In gerader Richtung unter der Terrasse vom Heuberg treten aus dem ziemlich steilen Hang einige Quellen aus, die für die Gemeinde-Wasserversorgung gefaßt sind. Es sind dies die Quellen im «Rapakuk». Sie entspringen in 1040 m Höhe aus Bergsturzschutt. Der Ertrag wurde am 19. Juni 1942 zirka 80–100 Lit./Min. geschätzt. Er soll nach Aussage ziemlich konstant sein. Das Einzugsgebiet besteht aus Wald- und Weideland. Das Wasser genügt aber dennoch den zu stellenden Anforderungen (Analyse vom 13. März 1920). Gelegentlich auftretende Trübungen durch Bodenschlamm könnten vielleicht durch sorgfältige Instandstellung der Fassung vermieden werden. Die Temperatur des Wassers beträgt 6° C.

Die Hauptquellen von Malans entspringen an den Abhängen des Gazienzatobels. Im Gegensatz zu obiger Quel-

lengruppe, bei welcher die durchlässigen Schichten aus Bergsturzmaterial bestehen, handelt es sich hier wieder um typische Gehängeschuttquellen. Die größeren treten im Brunnenstubenwald auf der linken Seite des Tobels in 1030 m Höhe aus. Da das Einzugsgebiet bewaldet ist und das Wasser in den tonigen Verwitterungsprodukten des Bündnerschiefers gut filtriert wird, ist die Wasserqualität gut. – Mehrere kleinere Quellen befinden sich auch am rechten Talhang, im sogenannten Bädli (auf der topogr. Karte = Bärli), so z. B. die «Katzenschwanzquelle» und die Hitzsche Quelle. Während erstere noch zirka 30 Lit./Min. fördert, ist letztere durch Verrutschung der Austrittsstelle verloren gegangen.

Jenins

Die Wasserverhältnisse der Jeninser Alp Ortensee werden in der Hauptsache bestimmt durch die ausgedehnten Moränen. Schon beim Aufstieg von Jenins kann man am Wege schöne Aufschlüsse von Rheinmoräne beobachten (vgl. Geol. Karte). Sie ist gekennzeichnet durch die gekritzten Geschiebe und große kristalline Blöcke. Über das ganze weitläufige Alpgebiet vom Untersäß (Heuberg) bis hinauf zur Wasserscheide und in östlicher Richtung darüber hinaus breiten sich sodann mächtige Lokalmoränen aus. Wie schon *D. Trümpy* (12, pag. 156) in überzeugender Weise dargelegt hat, floß der Gletscher bei einer Haupteiszeit aus dem Gebiet von Jes und Fläschertal über den Kamm (2039 m), den Ober- und Untertritt nach Süden. Die breit und flach ausgeschliffenen Übergänge und besonders das erratische Gesteinsmaterial (Gault und Couches rouges) liefern den sicheren Beweis hierfür. Während des Gschnitzstadiums (der Rheingletscher reichte damals noch bis Chur) wurde das Material durch einen Gletscher im Norden des Vilan nach Süden verfrachtet und der Moränenwall südlich des «Bärenhag» bis auf 1400 m ü. M. aufgeschüttet.

Auf den Terrassenböden erscheinen in muldenartigen Vertiefungen oft Wasseraufstöße, so daß sie versumpft sind. Aus dem Moor, das sich auf der Wasserscheide zwischen

Obersäß und Untertritt befindet, fließt das Wasser nach beiden Richtungen ab. Der Bach der Jeninser Alp wächst durch die Aufnahme mehrerer kleiner Bächlein, welche am südlichen (linken) Hang entspringen, etwas an. Im Spätherbst und frühen Frühjahr geht aber der Ertrag dieser Quellen, wie allgemein im Gebirge, infolge der langen Kälteperiode und der Unterbindung des Wasserzuflusses stark zurück. Viele Stränge versiegen dann ganz. – Der nördliche (rechte) Abhang ist niederschlagsärmer und daher bedeutend trockener. Einzig in der Vorderalp sammelt sich ein kleiner Zufluß.

Auf dem «Wannabödeli» ist eine Quelle für einen Weidbrunnen gefaßt, ebenso die «Schafbrunnenquelle», welche zu den Hütten auf dem Untersäß geleitet wird. In ihrer Umgebung tritt noch eine Anzahl Quellen aus, die zum Teil drainiert sind. Durch einen Färbversuch wurde bewiesen, daß sie unter sich im Zusammenhang stehen. – Dort, wo der Mühlbach von der Selvirüfe abzweigt, befindet sich das Reservoir für das Elektrizitätswerk der Gemeinde Jenins in 1408 m Höhe. Diesem werden die Quellen vom Hinterberg und der «Wickenbleis» und je nach Bedarf ein Teil des Baches zugeleitet. Am Hinterberg handelt es sich hauptsächlich um Drainagewasser, und da dieses Gebiet ohnehin etwas rutschig ist, erfüllt die Entwässerung einen doppelten Zweck. – Etwa 250 m unterhalb des Reservoirs ist am Alpweg eine Moränenquelle gefaßt. Zwei weitere liefern das Wasser für die Weidbrunnen auf der Terrasse «Puz» (von pozzo = Brunnen) zirka 1200 m ü. M. – An dem nun folgenden steilen Abhang sind keine Quellen zu finden. Erst zuunterst, unmittelbar ob dem Dorfe ergießen sich abermals zwei kleine Wasseradern aus dem Gehängeschutt: die Mühlequelle und das Kaltwehbrünneli. Erstere liegt neben dem Bachbett und dürfte etwas Bachwasser führen. Die Stärke dieser beiden Quellen beträgt je nach der Witterung 3–15 Lit./Min.

Einen vortrefflichen Quellenbildner stellt die Bergsturzmasse zwischen der Theilerrüfe und dem Glecktobel dar. Sie ist von dem Bergkamm im Norden bis nach Rofels abgestürzt und mancherorts durch Sackung weiter verrutscht. In der Nordostecke ist sie von einer Lokalmoräne bedeckt.

Einige erratische Blöcke von Falknisbreccie verraten das einstige Überfluten des im Norden gelegenen Gletschers, während die Moräne als solche einem späteren Gletscherstadium zuzuschreiben ist. – In dieser Gegend liegen die Quellen der Wasserversorgung von Jenins. Es sind dies zwei Quellen auf Fadella, die 200 m südlich P. 1285 aus Bergsturzschutt austreten, und die Schwemmiquelle, welche noch zirka 300 m weiter unten aus Gehängeschutt entspringt. In 1500 m Höhe befindet sich die Brunnenbleisquelle. Sie strömt direkt aus dem durch die Theilerrüfe angeschnittenen Felsen hervor. Die Doppelquelle auf Fadella wie auch die beiden anderen liefern einen ziemlich konstanten Ertrag von je 35–40 Lit./Min. Das Einzugsgebiet sämtlicher Quellen ist bewaldet oder mit Weideland bedeckt. Durch den Weidgang ist aber nur diejenige in der Schwemmi gefährdet, da sie wohl kaum aus größerer Tiefe stammt. Zwei kleinere und inkonstante Quellen verlassen die Schutthalde südlich von Känel; sie sind jedoch nicht gefaßt.

Maienfeld–Fläsch

Das Bergsturzgebiet nordwestlich der Theilerrüfe, das schon Jenins mit Trinkwasser versorgt, liefert auch für Maienfeld einige größere und mehrere kleinere Quellen. Die innere Hofquelle (bei Sprechers Hof) entspringt in 820 m Höhe und fördert wenigstens 180 Lit./Min. Durch vorbildliche Fassung konnte dieser schöne Ertrag erzielt werden. Gleichzeitig wurde der bis dahin versumpfte Boden in der Umgebung entwässert und in schönes Wiesland umgewandelt. – Die äußere Hofquelle (bei Tanners Hof) ist im Walde gefaßt und liefert 250 Lit./Min. für die Weiler Rofels und Boval. Der hier abgelagerte Quelltuff ist so mächtig, daß er zeitweilig gewonnen wurde. – Auf Magutters (800 m ü. M.) treten am Waldrande zwei Quellen aus, die zusammen ebenfalls einen namhaften Ertrag, zirka 100 Lit./Min., ergeben. Der Luvawald bildet ihr Einzugsgebiet. Das Wasser ist mittelhart und hat eine Temperatur von 5½° C. Westlich Magutters liegt an der Grenze zwischen Bergsturz und Schuttkegel noch die sogenannte Rosenquelle (60 Lit./Min.).

Das Hauptquellengebiet sowohl für Maienfeld wie Fläsch befindet sich im Glecktobel. Dieses bildet die Nordwestgrenze des von wilden Runsen zerschnittenen Bündnerschiefer-Hanges. Auf der rechten Seite der Lochrüfe steht der Malm der Falknisdecke an, welcher die schroffe Gleckwand und das Gleckhorn aufbaut. In den bewaldeten Schutthalden des Bündnerschiefers und im Bergsturzrücken, der aus der großen Ausbruchsnische an der Gleckwand niederbrach, sickert das Wasser ein, um dann an dessen Rande in mehreren konstanten Quellen wieder zu erscheinen. Die größte von ihnen, die Loch- oder Flußquelle, entspringt schon am Eingang ins Glecktobel (900 m ü. M.), an der Stelle, wo ein Bergsturz den mächtigen Schuttkegel der Lochrüfe berührt. Da letzterer vorwiegend aus tonigem, schwer durchlässigem Bündnerschiefer besteht und das Gefälle hier zudem geringer wird, vermag die Schuttmasse das Wasser nicht mehr zu schlucken; es wird gestaut und zum Austritt gezwungen. Der Verdacht, die Quelle könnte durchgesickertes Bachwasser führen, hat sich durch Färbung der Rüfe als unbegründet erwiesen. Das Wasser ist daher auch nach Regenfällen klar, und eine Analyse vom 29. August 1922 ergab ein normales Resultat. Der Ertrag von 400–600 Lit./Min. wird zwischen Maienfeld und Fläsch geteilt. Ebenso gehört die Schuttquelle rechts der Lochrüfe in der Nähe des Enderlinsteines beiden Gemeinden gemeinsam. Sie führt etwa 100 Lit./Min. – Ungefähr auf gleicher Höhe entspringt eine weitere Quelle mit zirka 60 Lit./Min. Diese sowie die Poistutz- und die untere und obere Poiquelle liefern den größten Teil des Trinkwassers für die Stadtgemeinde Maienfeld. Während die Poistutzquelle nur zirka 40 Lit./Min. fördert, schütten die Poiquellen je 300–400 Lit./Min.; zur Zeit der Schneeschmelze sind sie sogar noch reichhaltiger. Die beiden ersteren und auch die Quelle für die Luziensteig entströmen dem Bergsturzrücken unmittelbar rechts der Lochrüfe; die obere Poiquelle tritt am Nordrande desselben in zirka 1200 m Höhe aus. Die Fassungsstelle war am 15. Juli 1942 etwas verschüttet und konnte nicht genauer besichtigt werden. Die Poiquellen haben verhältnismäßig weiches Wasser (Trockenrückstand 140,0, Al-

kalität 115,0 mg/l; die Hofquellen entsprechend 246,5 und 215 mg/l).

Besondere Erwähnung verdienen noch «die sieben schwarzen Brunnen», welche am Fuße der Gleckwand bei P. 1768 direkt aus dem Felsen hervorkommen. Verschiedentlich wurde die Ansicht geäußert, es handle sich bei diesen Quellen um den unterirdischen Abfluß der Fläscher Seen. Sichere Anhaltspunkte sind jedoch nicht vorhanden. Das stark verfaltete und von Verwerfungsspalten durchsetzte Gebirge bildet hier ohnehin ein günstiges Einzugsgebiet.

Das Fläscher Bad

«Wenn irgendwo ein Mineralisches Bad in unsern Helvetischen Landen Nutzens und Lusts halber soll besucht werden, so ist es das Fläscher-Bad. Das Losament und Badhaus sind mit allen erforderlichen Notwendigkeiten versehen und der edle Fläscher-Wein, der erste und beste Rhein-Wein, kann den Bad- oder Trink-Gästen zu großem Heil und Trost dienen.» So schrieb *J. J. Scheuchzer* in seiner Natur-Geschichte des Schweizerlandes im Jahre 1746 (10, pag. 329). Und heute – der edle Fläscher Wein hat seinen guten Ruf behalten, das Fläscher Bad aber ist in Vergessenheit geraten, und man ist ganz auf diese alten Beschreibungen angewiesen.[11] Scheuchzer hebt noch die vorzügliche Lage des Bades am Fuße des Fläscherberges hervor und bemerkt, daß das Wasser oberhalb der Badhütte an drei Stellen aus dem Felsen fließe und daher nicht durch weiteres Führen geschwächt oder mit Regenwasser vermischt werde. Von den im Wasser enthaltenen Mineralien nennt er eine irdische Materie (Kalk), ein aluminoses Salz und subtilen Schwefel, von denen jedes eine bestimmte Wirkung haben soll: «Die weißen irdischen Teile eine auftrocknende, die Säure verschluckende, alte fließende Schäden und Geschwüre heilende, den Leib stärkende Eigenschaft; das aluminose Salz eine Schleim auflösende, die

[11] Von den einstigen Badeanlagen sind nur noch wenige Reste vorhanden, so der Eingang zu einem noch gut erhaltenen gewölbten Keller, eine 21 m lange Mauer, allem Anscheine nach ein Rest des ehemaligen Badehauses, sowie ein weiteres größeres Mauerwerk.

Verstopfung wegnehmende, und die schweflichten Teile eine balsamisch besänftigende, die Schmerzen lindernde Würkung» usw. Im weiteren enthält die Schrift Scheuchzers noch einige Baderegeln.

Auch *Sererhard* (Einfalte Delineation, 1742, pag. 70) weist noch auf das «ziemlich gute Schwefelbad, den Herren von Salis in Mayenfeld zuständig» hin, während *E. Killias* (Rätische Kurorte und Mineralquellen, 1883, pag. 60) zu berichten weiß, daß das ehemals renommierte Fläscher Bad schon im 18. Jahrhundert eingegangen und verfallen sei. Er bezeichnet die Quelle als alkalische Quelle von 11,4° C, welche auf 10 000 Gramm 2,547 Gramm feste Bestandteile und 0,1312 Gramm kohlensaures Natron enthalte.

Diese historischen Angaben sind in mancherlei Hinsicht nicht zutreffend. So handelt es sich bei oben genannter Quelle, die sich beim Bad-Wingert, etwa 20 Minuten talabwärts vom Dorfe Fläsch, befindet, nicht um eine Fels-, sondern um eine eigentliche Schuttquelle. Eine ausgedehnte Schutthalde im «Neuwald», die am unteren Ende mit postglazialem Löß bedeckt ist, bildet das Sammelgebiet. Das Wasser quillt aus einer klotzigen Tuffmasse hervor, was wohl zu der falschen Auffassung über die Entstehung der Quelle geführt hat. Der Ertrag ist ziemlich konstant (zirka 20 Lit./Min.). Die Temperatur beträgt 11,2° C bei 21° Lufttemperatur. – Die Quelle wurde früher als Schwefelquelle betrachtet. Dieser Irrtum dürfte auf der gelblichen Farbe des Quelltuffs beruhen. Bei Schwefelwasserstoff führenden Quellen trifft man häufig Schwefelabsätze, da dieser bei der Berührung mit der atmosphärischen Luft unter Abspaltung von Schwefel oxydiert. Der Schwefel ist jedoch leicht nachweisbar, ganz abgesehen davon, daß man den Schwefelgehalt des Wassers durch den Geruch- und Geschmacksinn schon wahrnehmen kann. Das Wasser von Fläsch ist geruch- und geschmacklos! – Ein größerer Gehalt an Sulfaten ist auch aus geologischen Gründen nicht zu erwarten. Die Sulfate stammen meistens aus Gipsvorkommen, die in derben Lagern oder in Schnüren verschiedener Sedimentärformationen anzutreffen sind. Auch durch die Zersetzung gewisser Sulfide, z. B.

von Schwefelkies, der besonders in tonigen Gesteinen verbreitet ist, entsteht freie Schwefelsäure. In den Gesteinsschichten des Fläscherberges ist jedoch weder Gips noch Schwefelkies in größeren Mengen vorhanden. Auch an juveniles Wasser ist nicht zu denken, da sich in der ganzen Umgebung keine Spur von jüngerer vulkanischer Tätigkeit findet. – Die neue Untersuchung durch den Kantonschemiker, Herrn Dr. *Hämmerle,* zeigt nun klar, daß es sich um keine Schwefelquelle handelt.

Analyse Prot. Nr. 4315
Probe erhoben am 4. August 1942

Sinnenprüfung	nichts Auffälliges
Trockenrückstand	292 mg/l
Glührückstand	286 mg/l
Alkalität	205 mg/l
Prüfung auf Schwefel HS'	nicht nachweisbar
Tuff von Quelle Fläsch:	
Prüfung auf Schwefel (frei und gebunden)	nicht nachweisbar

«Auf Grund der vorstehenden orientierenden Untersuchung liegt ein ziemlich hartes Wasser vor. Gesamthärte 28,6 frz. Härtegrade, davon etwa 72 % Karbonat- (= vorübergehende) Härte. Diese Untersuchungsergebnisse widerlegen den der Quelle früher zugeschriebenen Gehalt an Schwefel.»

*

Wenn durch vorliegende Arbeit das Interesse an der Grundwasserfrage und an der Bildungsweise unserer Quellen gefördert wird, so ist ihr Zweck erreicht.

Literatur

1. Blumenthal M., Der Calanda. Beiträge zur geolog. Karte der Schweiz. N.F. 39. Lief. 1912.
2. Hug J., Die Grundwasservorkommnisse der Schweiz. Annalen der Schweiz. Landeshydrographie. 1918. Bd. III.
3. Hügi Th., Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs und des Kristallins von Tamins. Schweiz. Min. und Petrogr. Mitt. 1941. Bd. XXI.
4. Keilhack K., Lehrbuch der Grundwasser- und Quellenkunde. 2. Aufl. 1917.
5. Maurer, Billwiller und Heß, Das Klima der Schweiz. Preisschrift. Frauenfeld, 1910.
6. Nußberger G., Beitrag zur Kenntnis der Entstehung der Mineralquellen im Bündnerschiefer. Beil. zum Kantonsschulprogramm 1900/01.
7. Oberholzer J., Geologische Karte der Alpen zwischen Linthgebiet und Rhein. 1 : 50 000. Spezialk. Nr. 63, herausgegeb. v. d. Schweiz. Geolog. Komm. Bern, 1920.
8. Piperoff Chr., Geologie des Calanda. Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz. N.F. VII. Lief. 1897.
9. Roder E., Niederschlag und Abfluß im bündnerischen Rheingebiet während der Jahre 1894–1909. Bern, 1914.
10. Scheuchzer J. J., Natur-Geschichte des Schweizerlandes. Zürich, 1746.
11. Staub W., Die Tomalandschaft im Rheintal von Reichenau bis Chur. Jahresber. der Geogr. Ges. Bern. Bd. XXII, 1908–10.
12. Trümpy D., Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon. Beitr. zur geolog. Karte der Schweiz. N.F. 46. Lief. 1916.