

# Hydrographische Forschungen in Inner- und Unterkrain.

Ausgeführt im Auftrage der Hydrographischen Landesabteilung in Laibach  
durch Ingenieur Karl Pick,

mit Einleitung und Anmerkungen von Dr. A. E. Forster.

Die Karstgebiete im Nordwesten der Balkanhalbinsel sind noch lange nicht genügend erforscht, obwohl seit etwa dreißig Jahren genaue Karten davon vorliegen und insbesondere die hydrographischen Phänomene bedürfen noch mancher Aufklärung. Zwar haben sie wegen ihrer Eigenartigkeit schon frühzeitig die Aufmerksamkeit einzelner Beobachter auf sich gelenkt. Graf Valvasor hat 1689 in seiner unter dem Titel „Die Ehre des Herzogthumes Crain“ erschienenen ausführlichen Landeskunde bereits auf das merkwürdige Verhalten des Zirknitzer Sees hingewiesen, das lange als Weltwunder beschrieben wurde, bis es sich endlich herausstellte, daß er das am weitesten nach Nordwesten vorgeschobene und daher der Kulturwelt am nächsten gelegene, periodisch inundierte Karstpolje darstellt, und Tobias Gruber hat in seinen „Hydrographischen Briefen aus Krain“ <sup>1)</sup> nicht minder das eigenartige Flußsystem der Laibach beschrieben, als dessen Ober- und Mittellauf die Flußrudimente der Poik und Unz erkannt wurden, eine Erscheinung, die später ebenfalls in mehrfacher Wiederholung weiter im Südosten, am ähnlichsten in der Trebinjcica, angetroffen wurde.

Die Erforschung der Karstgewässer besitzt aber nicht nur wissenschaftlichen, sondern eminent praktischen Wert. Dadurch, daß der Abfluß durch enge Klüfte oder Überfließen des angestauten Grundwassers erfolgt, wird derselbe gegenüber normalen Gewässern verzögert und es kommt zu langandauernden Überflutungen von wertvollen Poljenböden. Einen rascheren Abfluß durch Reinigung der Sauglöcher (Katavothren und Ponore) zu erzielen, heißt aber nur das Wasser in tiefer liegende Poljen leiten, die dann unter derselben Kalamität zu leiden haben. Es ist daher unerläßlich, zuerst den unterirdischen Zusammenhang der einzelnen Flußrudimente

---

<sup>1)</sup> Wien, 1781.

zu kennen, bevor man an eine rationelle Verbesserung der Vorflut im Karst schreiten kann. Solche Versuche sind schon öfter gemacht worden und zwar sowohl von privater als auch staatlicher Seite.

Im Anfange der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hat sich auf Anregung des bekannten Karst- und Höhlenforschers Franz Kraus und des Direktors der geologischen Reichsanstalt Franz v. Hauer innerhalb des österreichischen Touristenklubs ein Karstkomitee gebildet, das sich wohl hauptsächlich mit Höhlenforschung beschäftigte, aber auch hydrographische Fragen nicht beiseite lassen konnte.<sup>2)</sup> Es wandte sich an das Ackerbauministerium um die Vornahme von technischen Erhebungen für ein zusammenhängendes Projekt der unschädlichen Ableitung der Hochwässer aus den Kesseltälern von Planina, Zirknitz, Laas und Altenmarkt. Das Ackerbauministerium betraute mit diesen Untersuchungen den damaligen Forstassistenten Wilhelm Putik, welcher zunächst durch Befahrung einer Reihe von Höhlen den Zusammenhang der einzelnen Teile des Laibachflusses festzustellen suchte. Putik hat über seine Untersuchungen mehrfach berichtet, ausführlich in den Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien,<sup>3)</sup> mehr die technische Seite des Unternehmens betonend in der Wochenschrift des Ingenieur- und Architektenvereines in Wien<sup>4)</sup> und in der Zeitschrift des Steiermärkischen Forstvereines. Gleichzeitig ließ der Landesauschuß von Krain durch den Landesingenieur J. N. Hrasky im Gurkflußgebiete Untersuchungen vornehmen, über welche aber bloß ein Bericht von Franz Kraus<sup>5)</sup> vorliegt.

Die Erhebungen scheinen dann keine Fortsetzung gefunden zu haben. Erst 1905 wurde gelegentlich einer Enquete zwischen dem

---

<sup>2)</sup> Fr. v. Hauer, Berichte über die Wasserverhältnisse in den Kesseltälern von Krain. Österr. Touristenzeitung, III, 1883, Nr. 3 und 4.

<sup>3)</sup> 1887: S. 277—289; 561—579; 1889: S. 57—74; 1890: S. 483—517. S. a, Himmel und Erde, II, S. 39 ff. und 86 ff. (Die hydrologischen Geheimnisse des Karstes und seine unterirdischen Wasserläufe.)

<sup>4)</sup> 1888: S. 305—308 u. 315—320 (Die Ursachen der Überschwemmungen in den Kesseltälern von Innerkrain); 1889: S. 368—371 u. 373—375 (Die Katastrophen im Kesseltal von Planina).

<sup>5)</sup> Die Entwässerungsarbeiten in den Kesseltälern von Krain. Wochenschrift des Österr. Ing.- und Arch.-Ver., 1888, S. 129—135 mit zwei Übersichtskarten, die auch zur Erläuterung des Nachfolgenden dienen können. Über Hraskys Arbeiten speziell S. 134, 135 u. Fig. 3, 4. Als weiteres Kartenmaterial kann dienen die hydrographische Karte von Krain 1:594.000 von W. Urbas (Beilage zu dessen Aufsatz: Die Gewässer Krains in der Zeitschrift

Ackerbauministerium und dem Landesmeliorationsamte die Wiederaufnahme solcher Erhebungen als notwendig erachtet und mit deren Durchführung die hydrographische Landesabteilung in Laibach betraut. Infolge verschiedener Hindernisse konnte erst im Jahre 1912 mit größeren Erhebungen, wie Färbungsversuchen, Aufnahme von Höhlen und Naturschächten, Wassermengenmessungen begonnen werden. Die viel Erfolg verheißenden Arbeiten haben im Jahre 1914 durch den Krieg leider ein vorzeitiges Ende gefunden. Über die Ergebnisse in den Jahren 1912 und 1913 hat der mit der Durchführung der Arbeiten betraute Ingenieur Karl Pick der hydrographischen Landesabteilung in Laibach ausführliche Berichte erstattet, aus denen die auch weitere Kreise interessierenden Untersuchungen über den Zusammenhang einzelner Wasserläufe sowie über verschiedene Naturschächte und Höhlen hier mitgeteilt werden.

Hiebei wurden zum erstenmale im Krainer Karst in ausgiebiger Weise die modernen Methoden der Verfolgung von Karstgewässern mittels Färbung angewendet. Diese Untersuchungen sind im Nachfolgenden etwas ausführlicher wiedergegeben, um einerseits die Ergebnisse überprüfen, andererseits aber auch entnehmen zu können, welch' einen Aufwand an Mühe, Zeit und Geld diese scheinbar so einfachen Versuche erfordern, wobei sich ihr Resultat manchmal noch als zweifelhaft, wenn nicht gar als ein gänzlicher Mißerfolg herausstellt. Es ist daraus auch zu entnehmen, daß die Kraft eines Einzelnen hiezu nicht ausreicht, sondern daß es des Zusammenwirkens vieler bedarf, um befriedigende Resultate zu erreichen, ein Umstand, der dazu beitrug, daß die Karsthydrographie noch so viele ungelöste Probleme birgt, da hier nur mit reichlichen Mitteln ein Resultat erzielt werden kann.

Bevor aber von den bisher vorgenommenen Färbungsversuchen berichtet wird, soll zuerst ein Bild der oberflächlichen Hydrographie der in Betracht kommenden Gegend, nämlich der Poljen von Reifnitz und Gottschee und des Ratschnapolje, und zwar gleichfalls auf den Berichten des Ingenieurs Karl Pick

---

des Dtsch. u. österr. Alpenvereines, 1877, S. 147—163, die österr. Spezialkarte 1 : 75.000, Z. 22, Col. XI; Weixelburg und Zirknitz, Z. 22, Col. XI; Rudolfswerth, Z. 23, Col. XI; Laas und Čabar, Z. 23, Col. XII; Gottschee und Tschernembl und die Generalkarte der österreichischen Flußgebiete 1 : 200.000. (Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft XII, Lief. 2, Das Savegebiet und die Gewässer des Küstenlandes, Bl. 4.)

fußend gegeben werden, der sich dabei fast wörtlich an die Darstellung von Gavazzi<sup>6)</sup> anlehnt, wobei auch auf die Ausführungen von Lukas W a a g e n<sup>7)</sup> verwiesen wird.

### A. Das Flußsystem des Reifnitz-Gottscheer Talkessels.

Das Reifnitzertal erhält aus Nordwesten oberirdisch zwei Zubringer: Die aus dem Orteneggertale gelangende Tržiššica, auch Žlebič<sup>er</sup> Bach genannt, welche ihre Gewässer an der Linie St. Gregor—Juntsche sammelt, im Oberlaufe nach Osten fließt und dann in südlicher Richtung das enge, aus Gailtaler Schiefen der Steinkohlenformation bestehende Orteneggertal durchmißt. Bei dem Übergange in den erweiterten Reifnitzer Talboden nächst Žlebič stößt sie an die Dolomite der unteren Trias und verliert sich schließlich bei der Kote 505 m in einem Randponore der Tentarahöhle.

Der zweite Bach, die Feistritz, fließt aus dem von den Dolomiten der unteren Trias gebildeten Sammelgebiete gegen Osten, durchfließt das Reifnitzer Tal und versickert bei niedrigem Wasserstande im Flußbette bei Weikersdorf.

Bei Hochwasser füllt, der Feistritzbach zunächst sein Flußbett, inundiert hierauf den Talboden bei Weikersdorf, Deutschdorf und Büchelsdorf und erreicht schließlich den Talboden bei Niederdorf, wo er sich mit den Hochwässern des Reifnitz- und Rakitnitzbaches vereinigt und bei besonders anhaltendem Wasserandrang durch ein Hochwasserrinnal in den Gottscheer Boden als die Hintere Rinnsche übertritt.

Der Austritt der unterirdischen Tržiššica erfolgt in das östliche Nachbartal Struga an der westlichen Fußlehne der Mala gora in den Schwemmlandolinen „Babne rupe“, bei den periodischen Karstquellen „Podtiskavska jama“, „Kopoljska jama“, weiters bei der „Podgorska jama“ auch „Puhovka“ genannt und schließlich bei der „Podpečka jama“.

An der Ostlehne des Guttenfelder- oder Struga-Tales, dessen Sohle 400 m über dem Meere liegt, verlieren sich die in Quergerinnen über den Talboden abfließenden Hochgewässer unter

<sup>6)</sup> Die Seen des Karstes. Abhandl. der k. k. Geographischen Gesellsch., V. Bd., Nr. 2, 1904, S. 87 u. 77.

<sup>7)</sup> Karsthydrographische Mitteilungen aus Unterkrain. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt 1914, S. 102—121.

den Anhöhen der Dürren-Krain in den Felsklüften und Dolinen „Vidmarjeva rupa“ und „Lopace“, von welchen im Jahre 1897 vier geräumt und schluckfähiger ausgestattet wurden.

Der weitere Verlauf der Gewässer des Strugatales soll nach Angabe der Bevölkerung gegen die Gurk erfolgen.

Zur Abwendung bzw. Abschwächung der durch den Feistritz-Bach verursachten Inundationen im Reifnitzertale bzw. zur Entlastung der Hochwässer des Gottscheer Tales, welches durch das Hochwasserrinnsal der Hinteren Rinnsche vom Reifnitzer Tal aus überflutet wird, wurde im Jahre 1900 durch die k. k. Forsttechnische Abteilung für Wildbachverbauungen der Feistritz Kanal ausgebaut, der die Hochwässer der Feistritz von der Rus-Mühle in Friesach mittels eines im Querschnitte  $4\cdot5\text{ m}^2$  umfassenden, 655 m langen Kanales in die Tenterahöhle abzuleiten hat.

Die Hochwässer des Reifnitzertales, insbesondere die der Tenterahöhle durch den Žlebičbach und den Feistritz Kanal zugeführten, belasten das Guttenfelder Tal. Dies wurde bei dem am 28. September 1912 durchgeführten Färbungsversuche ermittelt.

Das Rakitnitzertal liegt zwischen der Velika gora (Bukovica), dem Cric und dem Friedrichsteiner Walde; gegen Reifnitz im Norden ist es offen. Seine absolute Höhe schwankt zwischen 480 m und 472 m. In der südlichen Ecke entspringt aus dem oberen Triaskalk aus einer großen konstanten Karstquelle „Oberch“ und aus einer kleinen periodischen Quelle bei der Ortschaft Kot die Rakitnitz; sie schlängelt sich am Südrande des Tales entlang, hat keinen Seitenzufluß und verschwindet nach einem Laufe von  $1\frac{1}{4}$  km in der unmittelbaren Nähe des Dorfes Rakitnitz in einer Reihe von vertieften Schwemmlanddolinen, die sich in einem gemeinsamen Becken befinden; außerdem ist ein Randponor abgeteuft worden, welcher abgebaute Naturschacht mittels eines Zuleitungskanales bei Mittel- und Hochwasser in Funktion tritt. Das Hochwasser erreicht eine Höhe von 8 m über der Sohle des Zuleitungskanales.

An dem kurzen Laufe des Baches befinden sich sechs Wasserwerke, von welchem die in der Nähe der Verschwindungsstelle liegende Mühle bei Hochwasser bis über das Dach vom Wasser bedeckt wird.

Bei Hochwasser übertritt, wie oben beschrieben, das Wasser in ein höher gelegenes Hochwasserrinnsal und vereinigt sich im

Niederdorfer Boden mit dem ausgeferten Feistritz- und Reifnitz-Bache. Der letztere wird des öfteren als in das Polje von Rakitnitz gehörend angeführt, obzwar er im offenen Reifnitzer Tale liegt.

Der Reifnitzbach tritt bei der Podgora-Mühle in der Höhe von 484 m ü. d. A. als eine mächtige Quelle aus den oberen Triaskalkschichten zutage und nimmt nach einem Laufe von ca. 3 $\frac{1}{2}$  km den Sajovitzer Bach auf. Bei Niederwasser verschwindet das Wasser des Baches unterhalb des Ortes Niederdorf, wo man es gurgelnd zur Tiefe sinken hört. Die engen Sauger besitzen jedoch keine große Absorptionsfähigkeit, weshalb sich fast nach jedem Regen das breite Bachbett, welches sich ostwärts noch etwa 1 $\frac{1}{4}$  km bis zur St. Margarethenkapelle verfolgen läßt, füllt. Längs des ganzen Laufes von Niederdorf bis zur Kapelle gibt es viele Sauglöcher, die das Wasser verschlingen, die größten aber liegen am Endpunkte in einer Gruppe beisammen. Davon ist ein Sohlenponor im Hochwasserrinnsal der Reifnitz zu einem Ableitungsschacht umgebaut.

Der allgemeinen Überzeugung nach soll die Reifnitz bei Unterthurn bei Töplitz wieder zutage treten.

Der Rakitnitz- und Reifnitz-Bach werden während der Regenperioden aus den Niederungen dieser Täler und namentlich vom Hochplateau der Velika gora gespeist.

Die Gewässer des Gottscheer Tales bestehen aus dem Hochwasserrinnsal der Hinteren Rinnsche und Vorderen Rinnsche und aus der eigentlichen am „Gschwend“ entspringenden Rinnsche, welche im weiteren Zuge noch mehrere Quellen aufnimmt und bei niederem Mittelwasser unterhalb der Stadt Gottschee versickert.

Die Hintere Rinnsche wird von den Inundationsgewässern des Reifnitzer-, Rakitnitz- und Feistritz-Baches gebildet, die in einem weiten Bogen den Schweinberg umziehen und zwei Eisenbahnobjekte durchströmend das Gebiet des Gottscheer Bodens bei Koflern erreichen.

Der Ursprung der Vorderen Rinnsche liegt am Gottscheer Fuße des zwischen den Kesseltälern von Reifnitz und Gottschee emporsteigenden Schweinberges bei der Ortschaft Oberloschin. Deren zahlreiche Karstquellen kommen nur nach länger andauernden Regenperioden in Funktion.

Unterhalb der vorangeführten Eisenbahnbrücke bei Koflern vereinigen sich die Vordere und Hintere Rinnsche und bilden dann das im Gottscheer Tale unter dem Namen „Krainerin“ gefürchtete Hochwasser.

Während des Nieder- und Mittelwasserstandes sind diese beiden Rinnschen wasserfreie Wiesengründe.

Bei Windischdorf erreichen die Hochwässer des Reifnitzer Tales die eigentliche Gottscheer Rinnsche und nehmen dieselben den Weg durch das Inundationsgebiet des Gottscheer Bodens bis zum Talschlusse bei Lienfeld, Schwarzenbach und Niedermösel, wo dieselben verschwinden.

In dem Tale von Gottschee treffen die vom Rinnschefflusse aufgenommenen Hochwässer des Reifnitzer Tales glücklicherweise gewöhnlich erst 24 bis 28 Stunden später ein, so daß die von den Niederschlägen im Gottscheer Boden herrührenden Hochwässer mittlerweile ihren unterirdischen Abfluß finden können. Treffen dagegen die Hochwässer aus beiden Tälern in den Niederungen von Gottschee zusammen, so reichen die vorhandenen Absorptionsspalten und -Klüfte zu ihrer Ableitung nicht hin, die sonst leeren Hochwasserarme des Rinnschefflusses füllen sich und die aus ihnen austretenden Fluten bilden in dem sackförmigen Ausgange des Kesseltales zwischen Schwarzenbach und Obermösel einen langgestreckten Überschwemmungssee, dessen Rückstau sich bis zur Stadt Gottschee fühlbar macht.

Der Abfluß dieser Gewässer in den zerklüfteten Untergrund erfolgte seinerzeit vor dem Ausbaue der Katavothren am Talschlusse sehr langsam, da die vorhandenen natürlichsten Sauger eine zwar beständige, aber unzureichende Tätigkeit entwickelten. Es handelte sich daher darum, für eine ausreichende Konzentration des Abflusses an geeigneten Stellen zu sorgen und wurden zu diesem Zwecke in den Jahren 1889 und 1890 drei Schachtgruben in der Nähe der Ortschaften Obermösel, Schwarzenbach und Hasenfeld angelegt. Außerdem wurden zur Abschwächung der Hochwässer bei den saugfähigsten Ponoren der Vorderen Rinnsche drei Katavothren ausgebildet.

Der weitere Verlauf der Gewässer des Gottscheer Tales soll gegen das linke Ufer der Kulpa bei Dol und Vornschloß Pölland und nach einer anderen Angabe gegen das schon obenerwähnte Unterturn bei Töplitz im Gurkgebiete erfolgen.

Für die letztere Annahme wird der Umstand angeführt, daß bei der Radeca-Quelle das von der Gottscheer Kohlenwäsche herkommende getrübe Wasser zutage treten soll.

## **Färbungsversuche an den Schwinden der Gewässer des Reifnitzer und Gottscheer Tales und Beobachtung der Wasserspeier im Gutenfeldertale (Struga).**

### 1. Der Rakitnitzbach.

Der Rakitnitzbach wurde am 18. Oktober 1912 um 12 Uhr mittags über dem abgeteuften Schachte des Katavothrons in Rakitnitz bei einem Hochwasser von +390 cm des Rakitnitzer Pegels bzw. 25 cm des Oberloschiner Pegels bei Hochwasser mit 1 kg Uranin in 62 Liter Wasser verdünnt, eingefärbt. Bei diesem Wasserstande floß der Rakitnitzbach nicht in seinem eigentlichen Gerinne und übertrat noch nicht in den Niederdorfer Boden. Der Schacht saugte sehr intensiv, so daß sich nach Ablauf von 10 Minuten das sämtliche eingefärbte Wasser in den unterirdischen Gängen verloren hatte.

Die Beobachtungen des Durchganges des gefärbten Wassers wurden bei den Estavellen in Ober-Loschin um 12 Uhr 30 Min. mittags eingeleitet und die Beobachtungen bis 8 Uhr abends mittels der Eprouvetten des Fluoroskops durchgeführt. Zu letzterer Stunde fiel das Wasser im Rakitnitzbache auf +80 cm und die Quelle bei Ober-Loschin versiegte nunmehr auch.

Weitere Beobachtungen wurden an den Quellen der eigentlichen Rinnsche beim „Gschwend“ durchgeführt. Nachdem an diesen zwei Beobachtungsstellen im Laufe des Nachmittags des 18. Oktobers kein gefärbtes Wasser zutage trat, wurden die Beobachter der für das Karststudium aktivierten Pegelstationen an der Gurk u. zw. in Hof bei Seisenberg und in Unterturn bei Töplitz telegraphisch von der erfolgten Färbung avisiert.

Bei diesen zwei Stationen kommen aus der Berglehne des Einöder Revieres die mächtigsten der zahlreichen Vaucluse-Quellen und Vrelos, die vom rechten Ufer die Gurk speisen und welche nach Angabe der Bevölkerung aus dem Reifnitzer und Gottscheer Tale gesammelt werden sollen.

Diese Vermutung wurde hiedurch bestätigt, daß am 19. Oktober 1912 um 7 Uhr früh, sohin 19 Stunden nach bewirkter Ein-



färbung die sogenannte „Šica“-Quelle in Hof grünliches Wasser führte, welche Farbe im Laufe des Vormittages nicht mehr konstatiert werden konnte. Der Wasserspiegel in der „Šica“ wies an diesem Tage einen Pegelstand von 90—85 cm aus.

Dagegen konnte an der „Radeča“-Quelle bei Unterthurn der grünliche Ton des Wassers nicht festgestellt werden.

Die vom gefärbten Wasser von Rakitnitz bis zur „Šica“-Quelle bei Hof durchlaufene unterirdische Strecke beträgt in der Luftlinie gemessen 20:55 km, das diesbezügliche Wasserspiegelgefälle ist bei Hochwasser annähernd  $477\text{ m} - 170\text{ m} = 307\text{ m}$ .

Somit beträgt das relative Gefälle  $J\ 15\ ‰$  und die Durchflußgeschwindigkeit  $v\ 0.3\ \text{m}/\text{sek}$ .

## 2. Zusammenhang des Laaserbachtals mit dem Reifnitzer Boden.

Weiters wurde behufs Erforschung des unterirdischen Zusammenhanges des Laaserbachtals mit dem Reifnitzer Boden am 9. Oktober 1912 anlässlich des in Travnik im Laaserbachtale aufgetretenen Hochwassers ein weiterer Färbungsversuch durchgeführt und die Quelle des Rakitnitzbaches und Reifnitzbaches bei der Podgora-Mühle am Fuße der „Velika gora“ beobachtet.

Dieser Versuch verlief mit negativem Erfolge, trotzdem die Beobachtungen durch 14 Tage fortgesetzt wurden.

## 3. Klarstellung des hydrographischen Zusammenhanges des Orteneggertales mit dem Strugatale.

Ein weiterer Färbungsversuch erfolgte behufs Klarstellung des hydrographischen Zusammenhanges des Orteneggertales mit dem Struga- bzw. Gutenfeldertale.

Daß ein solcher Zusammenhang besteht, beweist der Umstand, daß seinerzeit, als der in Ortenegg bestandene Teich anlässlich einer Reinigung ausgelassen wurde, Wasser aus den unterirdischen Gängen des Strugatales bei trockenem Wetter hervortrat.

Zur endgültigen Klarstellung wurde am 28. September 1912 in Žlebič in einer 60 Liter fassenden Flasche 1 kg Fluorescein aufgelöst und der Pegelbeobachter an der Tržiščica in Žlebič angewiesen, diese Lösung nach Empfang einer telegraphischen Nachricht aus Kompolje, mit welcher das Aufbrechen des Hochwassers im Strugatal avisirt wird, in den Tržiščicabach bei der Bezirks-

straßenbrücke Laibach-Gottschee, dort, wo der Pegel an der Tržiščica aufgestellt wurde, einzugießen.

Als das Hochwasser im Strugatale am 7. Oktober 1912 eintrat, erfolgte über die von Videm um 2 Uhr 20 Min. nachmittags abgegebene Depesche um 3 Uhr 54 Min. die Einfärbung der Tržiščica bei der vorangeführten Brücke. Um 4 Uhr 19 Min. begann bereits der Ponor das gefärbte Wasser zu schlucken.

Die ersten Wasserproben wurden bei der „Kompoljska jama“ am 7. Oktober 1912 um 3 Uhr 30 Min. nachmittags vom Besitzer Bartholomäus Marolt aus Kompolje gefaßt und in einer Röhre des Fluoroskops als ungefärbtes Normalwasser aufbewahrt.

Hierauf wurde zu jeder dritten Stunde eine Wasserprobe genommen, in der zweiten Fluoroskoppröhre untersucht und bereits um 9 Uhr abends, d. i.  $4\frac{3}{4}$  Stunden nach Beginn des unterirdischen Durchflusses, das erste Auftreten des gefärbten Wassers konstatiert.

Die größte Intensität der Färbung wurde bei der am 8. Oktober um 8 Uhr früh vorgenommenen Untersuchung festgestellt. Um 11 Uhr vormittags desselben Tages war der Stich ins Grüne kaum mehr merkbar.

Die Kohlensäure der die Durchflußzone bildenden Dolomite und der unterirdische Ton hatte keinen wesentlichen Entfärbungseinfluß auf das Färbemittel ausgeübt und war daher die Regenerierung des gefärbten Wassers mittels Ammoniak nicht notwendig.

Die Entfernung der Stelle, wo die Einfärbung erfolgte, bis zum Ponor beträgt längs des Baches gemessen 1·1 km; die Luftlinien-Entfernung der Ausmündung der Hochwässer bei Kompolje vom Ponor bei Žlebič 4·2 km.

Die zum Durchflusse der oberirdischen Bachstrecke benötigte Zeit wurde mit 25 Minuten bestimmt, wogegen für die unterirdische Strecke eine Dauer von annähernd 940 Minuten notwendig war.

Die dementsprechenden Geschwindigkeiten betragen 0·73 m/sek bzw. 0·074 m/sek.

Es hat somit das gefärbte Wasser für den unterirdischen Lauf eine 10 mal längere Zeit gebraucht als in der offenen Strecke.

Hiebei beträgt das Gefälle der oberirdischen Bachstrecke  $509 - 505 = 4$  m auf 1100 m, das ist  $3\cdot64\text{ ‰}$  gegenüber jenem der unterirdischen Bachstrecke mit  $505 - 423 = 82$  m auf 4200 m d. i. mit  $19\cdot5\text{ ‰}$ .

## B. Das Flußsystem des Ratschnapolje und der Gurk.

Das Račnatal hat einen oberirdischen und mehrere unterirdische Zuflüsse. Als erster tritt der Dobravabach entgegen. Dieser schleppt sich in zahllosen Windungen aus dem Tale Sankt Georgen unter dem Namen „Krokarca“ und „Sevnica“ kommend nach Aufnahme mehrerer Seitenbäche u. zw. vom linken Ufer des Mali Breg und Stari Breg und rechterhand der Polanščica, langsam mit einem kleinen Gefälle zur Talenge Weißenstein und weiter bis Zagradec (Sagraz), wo er in Sauglöchern und Schwemmlanddolinen in die Erde verschwindet.

Die bekanntesten Ponore sind: Pamšca, Krževatka, Koti, Retje, mehrere Retice, Srednice, Boznica, Tokoča rupa und Farjovca, welcher letzterer auch als Speiloch wirkt. Bei Hochwasser können die erwähnten Sauglöcher die rasch zunehmende Wassermenge nicht aufnehmen und fließt dann der Bach entlang des Bergfußes „Goli vrh“ mit dem anderen Zuflusse des Račna-Poljes, der Šica, sich vereinigend zu der felsigen Randgrotte „Zatočna jama“, wo er bei der Kote 321 verschwindet.

Dieses Felsentor, ca. 5 m hoch und 2 bis 3 m breit, und umgeben von zahlreichen Sauglöchern, ist als Eingang in einen weiten hochgewölbten, 50 m vom Eingang entfernten Raum mit ebener Sohle, in den Jahren 1886 und 1887 vom krainischen Landesausschusse für Rechnung der k. k. Landesregierung für Krain künstlich hergestellt worden, bei welchem Anlasse die Wasserhöhle „Vrščica“, bestehend aus der 265 m langen Vorgrotte, der 670 m sich erstreckenden eigentlichen Grotte und einer 325 m langen Seitengrotte, der sogenannten „Sandgrotte“, fast am Ende der Hauptgrotte, erschlossen und der unterirdische Lauf der Šica bis zu einem Syphon, welcher nicht weiter bezwungen werden kann, verfolgt wurde.

Bei hohem Wasserstande vereinigen sich alle diese Gewässer vor dem Grotteeingange, um sich zu stauen und dadurch das ganze Tal unter Wasser zu setzen. Solche Überflutungen finden zumeist im Spätherbste, seltener im Spätsommer statt.

Der gewöhnliche Hochwasserstand hat eine absolute Höhe von 324.1 m ü. d. M. (maximale Tiefe des Wassers beim Talabschlusse 5.8 m), liegt somit 3 m höher als die Schwelle der Zatočna jama, und das abnormale Hochwasser am 10. November

1905 erreichte die absolute Seehöhe von 326·52 m und hatte somit im untersten Teile des Tales eine Tiefe von 8·2 m.

Zwischen dem Oberlaufe des Dobravabaches und dem Račnatale treten zwei kleine Quellbäche auf, der Močilebach und die Krokarca, die nach kurzem Laufe verschwinden.

#### 4. Färbung des Močilebaches.

Dieser Bach sammelt seine Gewässer auf den unterhalb des Weilers Eisenhof (Želenica) rechts von der Bezirksstraße Auersperg—Groß-Liplein sich befindenden eisensteinhaltigen Kassianer Schichten und verliert sich an der Grenze dieser undurchlässigen Gesteine und dem durchlässigen oberen Triaskalke bei der Kote 419, um wieder an der Westlehne des Račnatales in der absoluten durchschnittlichen Höhe von 330 m hervorzutreten.

Am Westrande dieses Tales befinden sich einige Speilöcher, die mit den jenseits der durch den Limberg gekennzeichneten Anhöhen gelegenen Kesseltälern, dem Močile-Polje und dem Rašičatal, kommunizieren und nach stärkeren Niederschlägen große Wassermengen ins Račnatal ergießen.

Die ausgiebigsten dieser Quellen, die Podkašca- und die Šica-Quelle, befinden sich bei Klein-Račna, am südlichen Abflusse des Račnatales (Kote des Syphons bei der Mühle 324·2 m) und bilden den eigentlichen Ursprung der Šica, welche den Talboden in mehreren Windungen durchfließt und ohne jeden Zufluß in einer Saugergruppe am Südostrande des Tales (Kote 318·3 m) verschwindet.

Außer den vorangeführten zwei Quellen der Šica ergießt sich am Westrande des Račnatales 2 km nordwärts von den Šicaquellen nach einer Regenperiode die periodische Estavelle „Zelenka“ unter der Eisenbahnhaltestelle Predole und nach besonders intensiven Niederschlägen außerdem noch 1·6 km nordwärts von der „Zelenka“ die Estavelle „Farjovca“ in das Račnatal. Diese Quelle versiegt früher als die „Zelenka“.

Der Močilebach wurde am 29. Juli 1913 um  $\frac{3}{4}$  12 Uhr vormittags beim Saugloche dieses Baches bei einem Wasserstande von + 50 cm des Klein-Račna-Pegels, welcher einem Mittelwasserstande entspricht, mit 1 kg Uranin in 50 Litern Wasser verdünnt, eingefärbt. Beobachtungen des Durchganges des gefärbten Wassers

wurden an den damals funktionierenden Quellen Podkašca und der Zelenka mittels Eprouvetten des Fluoroskops gepflogen.

Die ersten Anzeichen des Zutagetretens des gefärbten Wassers wurden am 29. Juli 1913 an der Podkašca bemerkt und die größte Intensität um 4 Uhr nachmittags, das ist  $4\frac{1}{2}$  Stunden nach erfolgter Einfärbung konstatiert. Im Laufe des nächsten Tages hörte die Fluoreszenz der Podkašca auf und konnte dieselbe am Nachmittage nicht mehr festgestellt werden.

Bei der „Zelenka“ blieb die Farbe des hervorbrechenden Wassers unverändert und ist somit diese Quelle in keinem Zusammenhange mit dem Močilebach. Die Entfernung der Schwinde des Močilebaches von der Podkašca-Quelle beträgt in der Luftlinie 3·5 km und das Gefälle  $419\cdot0 - 324\cdot2 = 94\cdot8$  m.

Somit beträgt das relative Gefälle  $J$   $2\cdot7\%$  und die Durchflußgeschwindigkeit  $v$   $0\cdot22$  m/sek.

#### 5. Färbung der „Krokarca“.

Die „Krokarca“ bildet den Oberlauf des Dobravaflusses und sammelt sich auf dem links von der Bezirksstraße Groß-Liplein—St. Georgen aus unteren Triasdolomiten und Werfener Schichten bestehenden Gebiete und versickert bei Niedrigwasserstande auf einem auf der Kote 334 liegenden Wiesengrunde, „na Virju“ genannt, wo die das rechte Ufer bildenden unteren Triasdolomite mit den durchlässigen oberen Triaskalken wechseln. Bei höheren Wasserständen überläuft die „Krokarca“ in das „Gerinne“ des in der Verlängerung dieses Baches fließenden „Sevnicabaches“, welcher auch ein Zubringer der Dobrava ist.

Der weitere unterirdische Verlauf der „Krokarca“ ist durch die am rechten Bachufer befindlichen durchlässigen triadischen Kalke gegeben. Hinter den aus diesen Schichten beschaffenen Anhöhen befindet sich das, mit dem Tale von St. Georgen parallel laufende Tal des Polanščabaches, welcher als eine mächtige, eine Mühle treibende Quelle, die „Podlomšica“ in der Höhe von 332 m ü. d. M. entspringt und im weiteren Verlaufe die Quellen „pri Trontelnu“ und „na Studencu“ oder „Bavšček“ genannt, deren Ursprung 329 m ü. d. M. gelegen ist, aufnimmt.

Die Färbung der „Krokarca“ wurde am Dienstag, den 22. Juli 1913 um 6 Uhr nachmittags mit  $\frac{1}{2}$  kg Uranin in 50 Liter Wasser verdünnt, an der Bachschwinde vorgenommen.

Der an diesem Tage herrschende Wasserstand mit  $+80$  cm des Klein-Račna-Pegels ist als höherer Mittelwasserstand zu bezeichnen.

Beobachtet wurde an allen drei Quellen des Sevnica-Baches: an der „Podlomšica“, „pri Trontelnu“ und beim „Bavšček“; alle Beobachter waren mit Fluoroskopen ausgerüstet.

Am nächsten Tage, den 23. Juli 1913 kam um 7 Uhr früh bei der Beobachtungsstelle „pri Trontelnu“ gefärbtes Wasser zum Vorschein und erreichte die Färbung an demselben Tage um 2 Uhr nachmittags ihr Maximum.

Donnerstag, am 24. Juli war der grünliche Ton in den Fluoroskopröhren nur noch sehr schwach erkennbar. An den anderen vorangeführten zwei Beobachtungsstationen konnte keine Spur vom gefärbten Wasser konstatiert werden.

Der unterirdische Weg in der Länge von 1700 m und Gefälle von 334 m — 329 m, d. i. 5 m wurde demnach in 20 Stunden durchsickert. Sihin ist das Gefälle  $J = 0.3\%$  und die Durchflußgeschwindigkeit  $v = 0.024$  m/sek.

## 6. Färbung des Gewässers in der Podpečer Grotte, behufs Klarstellung des Zusammenhanges des in der Podpečer Grotte, in der Seehöhe von 437 m fließenden Baches mit den Quellen der Gurk.

In dieser Grotte, welche am nordwestlichen Rande des Gutenfeld—Strugatales bei Podpeč gelegen ist, fließt ein Bach, welcher mit der „Podplanšica“, einem bei Ortenegg verschwindenden Gewässer in Zusammenhang gebracht wird. Zu dieser Annahme führte die Erscheinung, daß in der Podpečka jama getrübbtes Wasser während einer Wehrreinigung an der Podplanšica hervorbrach. Nach einer anderen Version soll auch die Rašica, welche bei Ponikve in einem offenen Ponor als mächtiger Bach verschwindet, ihr Gewässer teilweise an das Podpečer Höhlengewässer abgeben.

Am 8. September 1913 wurde um 9 Uhr vormittags der in der Podpečagrotte fließende Bach mittels einer Mischung, bestehend aus 1 kg Uranin und  $\frac{1}{2}$  kg Fluorescin, eingefärbt.

Beobachtet wurde 1. in Klein-Račna an der „Podkašča“-Quelle; an den beiden obersten Gurkquellen; 2. der „Krka“ und 3. der „Polterca“ in Grediček bei Ober-Gurk; 4. am „Globišček“ in Klein-

Globoko gegenüber Sagraz; 5. an der „Šica“-Quelle bei Hof; 6. an der „Studeneč“-Quelle und 7. beim „Brlosnik“ bei Podgojzd und 8. bei der Radečaquelle in Unterturn, wobei alle Beobachter mit Fluoroskop-Garnituren ausgerüstet, nach den denselben gegebenen genauen Instruktionen zu jeder vierten Stunde Wasserproben faßten, dieselben mittels der Fluoroskopröhren untersuchten und sodann die Proben in mit Ziffern versehenen Flaschen für die nachträglichen Kontrolluntersuchungen aufhoben.

Die erste Nachricht über das Zutagetreten des gefärbten Wassers traf vom Beobachter der „Podkašča“ im Račnatale ein. Nach diesem Berichte soll das gefärbte Wasser dortselbst am 9. September um 5 Uhr nachmittags erschienen sein.

Die zweite telegraphische Meldung in derselben Angelegenheit wurde vom Beobachter der Quellen „Brlosnik“ und „Studeneč“ am 9. September 1913 erstattet.

Anläßlich der Überprüfung der aufgehobenen Wasserproben konnten in Klein-Račna keine Spuren vom gefärbten Wasser gefunden werden, hingegen wurde in Podgojzd bei der „Studeneč“-quelle bei der um 7 Uhr abends gefaßten Probe die stärkste Färbung konstatiert, nachdem schon vom Morgen dieses Tages die ersten Vorläufer der Farbe beobachtet werden konnten. Die Färbung dauerte bis zum 16. September an. Bei den anderen Beobachtungsstellen erwiesen sich die nachträglichen Untersuchungen der aufbewahrten Wasserproben als resultatlos.

Die vom Wasser durchflossene Strecke beträgt in der Luftlinie gemessen von Podpeč bis zur Studenečquelle bei Podgojzd 20·8 km, das diesbezügliche Wasserspiegelgefälle annähernd  $437 - 189 = 248$  m. Somit ist das relative Gefälle  $J = 1·2\%$  und die Durchflußgeschwindigkeit  $v = 0·17$  m/sek.

### 7. Färbung des Rašicabaches

behufs Untersuchung des Zusammenhanges des Rašicatales mit den tiefer gelegenen Tälern von Račna, bzw. der Gurk.

Das Sammelgebiet des Rašicabaches besteht in den höheren Lagen aus undurchlässigem carbonischem Tonschiefer und Sandsteinen, triadischem Werfener Schiefer und eisensteinhaltigen Cassianer Schichten und im Tal selbst aus angeschwemmtem Alluvium.

Nachdem der mächtig gewordene Bach nach einem ca. 12 km langen Laufe bei Ponikve die durchlässigen Kalke der oberen Trias erreicht hat, verliert er sich bei der Padunec-Mühle bei der Kote 462 ü. d. M. in einem offenen Schlunde, welcher mit einer Höhle in Verbindung steht.

Die Rašica soll angeblich der Ursprung des 132 m tiefer, den triadischen Kalken entspringenden Šicabaches des Račnatales bilden. Die Identität dieser beiden Gewässer soll angeblich durch Sägespähne nachgewiesen sein, welche von den Šicaquellen ausgeworfen werden, wobei nur an der Rašica Sägewerke bestehen, die höher als das Račnatal liegen. Die Entfernung des Rašicaponores von der Šicaquelle beträgt 5·4 km.

Weiters soll angeblich, wie schon vorerwähnt, ein Teil des Rašicawassers nach dem Gutenfeld-Struga-Tal abfließen.

Der Färbungsversuch wurde am 9. August 1913 um 11 Uhr vormittags mit  $\frac{1}{2}$  kg Uranin in 40 Liter Wasser aufgelöst, in Angriff genommen.

Beobachtet wurde: 1. an der Podlomšica in Podlom, 2. an Šicaquelle in Klein-Račna, 3. und 4. an der Krka und Poltercaquelle in Grediček bei Obergurk, 5. an der Globošcaquelle in Klein-Globoko gegenüber Sagraz, 6. an der Šicaquelle in Hof, 7. an der Studenecquelle in Podgojzd bei Hof, 8. am Brlosnik bei Podgojzd und 9. an der Radečaquelle in Unterturn bei Töplitz.

Dieser Versuch führte wegen des nachher eingetretenen Hochwassers zu keinem positiven Resultate, es wurde daher für den 8. November 1913 ein zweiter Färbungsversuch vorbereitet. Nachdem aber in den Vortagen ein starker Regen niederging, mußte auch dieser Versuch abgesagt werden.

#### 8. Färbung des Šicabaches im Račnatale.

Die letzte Färbung im Jahre 1913 wurde im Račnatale beim Ponor des Šicabaches vor der Zatočna jama am 17. Dezember um 11 Uhr vormittags bei einem Niederwasserstande von +15 cm des Pegels Klein-Račna mit  $1\frac{1}{2}$  kg Uranin in 50 Litern Wasser verdünnt, vorgenommen.

Die Šica verbindet sich, nachdem sie in der Zatočna jama ihren unterirdischen Weg begonnen hat, mit den bei Sagraz und in der Höhle Pekel verschwindenden Gewässern des Račnatales, um dann die Richtung gegen die Gurkquellen einzuschlagen. Bei Hochwasser



soil angeblich ein Teil des Šicawassers gegen das Leitscher Tal abzweigen, wo aus der am westlichen Talrande bei der Kote 312 große Wassermassen hervorbrechen, um dann wieder in einem 27 Meter tiefen, künstlich abgeteuften Brunnenschacht zu verschwinden.

Anlässlich der Šicafärbung wurden folgende, mit Flurosokopen ausgestattete Beobachtungsstationen aktiviert:

1. Station Grediček an der Polterca- und Krka-Quelle, 2. Station Malo Globoko an der Globošca, 3. Station Hof an der Šica-Quelle, 4. Station Podgojzd an der Studenec- und Brlosnik-Quelle, 5. Station Unterturn an der Radeča-Quelle.

Im Leitscher Tale konnte deshalb nicht beobachtet werden, weil dasselbe damals gänzlich trocken war.

Beobachtet wurde bis zum 21. Dezember, an welchem Tage in der Station Grediček, u. zw. bloß bei der nördlichen Quelle, der Polterca, das gefärbte Wasser zu Tage trat. Bei der südlichen Quelle, der eigentlichen Gurkquelle, Krka genannt, konnte nicht die geringste Färbung bemerkt werden.

Dadurch ist die Verbindung der Šica mit der Gurk einwandfrei bewiesen und die von Franz Kraus in dem Aufsätze: „Die Entwässerungsarbeiten in den Kesseltälern von Krain“<sup>8)</sup> ausgesprochene Vermutung, daß die Gewässer von Obergurk von verschiedener Qualität sind, also keinen gemeinsamen Ursprung haben können und daß die Gewässer des Račnatales durch die nördlich gelegene Quelle heraustreten, erhärtet.

Bei den anderen Stationen an der Gurk blieben die Beobachtungen erfolglos.

### **C. Färbungsversuche zur Klarstellung der Zugehörigkeit des Laaserbaches.**

9. Da der im Laaserbachtale am 9. Oktober 1912 durchgeführte Färbungsversuch zu keinem Erfolge führte, wurde der Bach am 18. Oktober 1913 um 8 Uhr früh bei seiner Schwinde mit 1½ kg Uranin neuerdings eingefärbt.

Nachdem unbekannt war, ob das Laaserbachtal hydrographisch in der nördlichen Richtung mit dem Reifnitzer Gutenfelder, bzw. Gurktale oder in der westlichen Richtung mit dem Laas-Alten-

<sup>8)</sup> Siehe Anmerkung 5.

markter Tale in Zusammenhang gebracht werden kann, so wurden neben den im Vorjahre aktivierten Beobachtungsstellen im Reifnitzter Tale d. i. 1. an der Reifnitzbachquelle bei der Podgora-Mühle, 2. der Rakitnitzbachquelle in Rakitnitz noch im Gutenfelder Tale, 3. dem Bach in der Podpečer Höhle bei Podpeč im Laas-Altenmarkter Tale, 4. der Quelle des großen Oberch in Vrhnika, 5. der Quelle des kleinen Oberch beim Schlosse Schneeberg, im Gurktale die Quellen 6. „Krka“ in Grediček bei Obergurk, 7. „Polterca“ dortselbst, 8. „Globoscek“ in Klein-Globoko, 9. „Šica“ in Hof, 10. „Studeneč“ in Podgojzd bei Hof, 11. „Brlosnik“ bei Podgojzd und 12. „Radeča“ in Unterturn bei Töplitz mittels der Fluoroskop-Röhren beobachtet.

Als am 25. Oktober das Zutagetreten des gefärbten Wassers von der Beobachtungsstation Schneeberg avisiert wurde und bereits am 19. Oktober eine ähnliche Meldung von der Podgojzder Station erstattet wurde, wurden die an sämtlichen Stationen gefaßten und aufbewahrten Wasserproben einer Revision unterzogen und hiebei in den Stationen des Laas-Altenmarkter Tales Schneeberg und Vrhnika Anzeichen von gefärbtem Wasser, welches am 25. Oktober um 12 Uhr mittags die größte Intensität erreichte, konstatiert. Hingegen konnten bei der Station Podgojzd keine Spuren eines von der Färbung herrührenden grünlichen Stiches bemerkt werden.

Um diesen Zusammenhang einwandfrei festzustellen, wurde am 15. November um 3 Uhr 30' nachmittags nochmals eine Lösung von  $1\frac{1}{2}$  kg Uranin an der Schwinde des Laaserbaches eingegossen und an allen vorangeführten Stationen Beobachtungen gepflogen.

Dieser Versuch ergab dasselbe Resultat wie der erste Versuch.

Am 27. November war das zu Tage getretene Wasser an der Quelle des kleinen Oberch am intensivsten nach Uranin gefärbt.

Beachtenswert ist, daß zum Durchfließen der 9·6 km langen, in der Luftlinie gemessenen Strecke von der Laaserbachschwinde zu den Quellen des Laasertales beim ersten Versuche 7 Tage und 4 Stunden, beim zweiten Versuche 11 Tage und  $18\frac{1}{2}$  Stunden notwendig waren, trotzdem beim zweiten Versuche der Wasserstand unbedeutend höher war.

Der Höhenunterschied vom Laaserbach zu den Oberchquellen beträgt annähernd  $696 - 577 = 119$  m, somit das relative Gefälle  $1\cdot24\%$  und die Durchflußgeschwindigkeit beim ersten Versuche  $v_1 = 0\cdot017$  m. sek., beim zweiten Versuche  $v_2 = 0\cdot009$  m/sek.

## D. Untersuchungen im Laibachgebiete.

10. Färbungsversuch für die Klarstellung des Zusammenhanges der Unz mit der Bistra und den sonstigen Quellen der Laibach.

Bei Begehungen wurde in Erfahrung gebracht und konstatiert, daß die Unz bei Niederwasser an einer Stelle unweit flußabwärts der Brücke bei Schloß Haasberg, sodann hauptsächlich an drei Stellen nordwestlich der Ortschaft Eibenschuß, genannt „Ivanje selo kot“ oder „Pri stezi“, „Milavčava struga“ und „Kopače“ und schließlich gänzlich an einer Stelle südlich der Ortschaft Lase, bei Hochwasser aber erst an drei Stellen südlich des Lanski vrh hauptsächlich in zwei künstlich hergestellten Sauglöchern (Wasserschächten) verschwindet.

Auf Grund dieser Informationen wurde der Entschluß gefaßt, die Färbung der Unz bei jenem Wasserstande, welcher laut den an der Unz beim Schlosse Haasberg durchgeführten hydrometrischen Erhebungen der beanspruchten sekundlichen Wassermenge von  $11\cdot0\text{ m}^3$  entspricht, an der ersten Schwundstelle flußabwärts der Brücke, das ist bei dem Saugloche „Ivanje selo kot“ oder „Pri stezi“ genannt, zu färben und das Ergebnis an den Quellen der großen Laibach bei Verd, des kleinen Močilnik bei Hrib, des Lubijaflusses bei Verd und der Bistra bei Freudental zu erwarten.

Der Versuch wurde am 24. Juni 1912, an welchem Tage am Pegel der Station Planina (Schloß Haasberg) um 9 Uhr früh der Wasserstand  $+47\text{ cm}$  mit einer Wasserführung der Unz von annähernd  $11\cdot2\text{ m}^3/\text{sek.}$  herrschte, ausgeführt.

Die Färbung wurde im Sinne der von Professor Dr. J. T i m e u s, Stadtphysikus und Direktor der Anstalt „Laboratorio chimico del civico fisicato“ in Triest eingeholten Erkundigungen und der von diesem angewandten Methode in der Weise bewirkt, daß ein 50—60 Liter messendes Gefäß mit Unzwasser gefüllt, sodann dieses Quantum mit 1 kg Uranin bei Zuhilfenahme von 35 gr Ammoniak behufs leichter und rascherer Auflösung des Farbstoffes gefärbt und diese Menge um 12 Uhr 50 Min. nachmittags in den genannten Ponor eingegossen wurde.

Behufs Konstatierung des Zutagetretens des gefärbten Wassers wurden an demselben bzw. am folgenden Tage die Beobachter der Pegelstationen Hrib an der kleinen Laibach, Verd an der

großen Laibach, Lubija-Brücke und Freudental an der Bistra angewiesen, zu bestimmten Stunden den Quellen Wasser zu entnehmen, mit demselben numerierte Fläschchen zu füllen und diese aufzubewahren.

Bei der am 27. Juni l. J. vorgenommenen Revision wurde konstatiert, daß bisher noch an keiner Stelle gefärbtes Wasser zutage getreten war.

Die erste Nachricht über Zutagetreten gefärbten Wassers langte durch mündliche Übertragung vom Beobachter der Pegelstation Hrib am 1. Juli l. J. und die zweite Nachricht mittelst Depesche vom Beobachter der Pegelstation Verd am 8. Juli l. J. ein.

Nachdem bis zum 24. Juli keine ähnlichen Nachrichten von den übrigen Beobachtungsstationen Lubijabrücke und Freudental einlangten, wurde an diesem Tage an allen vier Stationen eine Untersuchung vorgenommen und das aufbewahrte größere Quantum von Wasser in die zweite Eprouvette gegossen und mit freiem Auge festgestellt, daß an den Beobachtungsstellen Hrib und Verd der Inhalt dieser Eprouvetten, sowie jener der Fläschchen Nr. 1—7 der Station Hrib und Nr. 14—20 der Station Verd gegenüber jenem des Normalwassers tatsächlich eine grüne Färbung aufwies.

An den Beobachtungsstellen Lubijabrücke und Freudental wurde auch bei der Überprüfung kein Stich ins Grüne des nach der Färbung aufgenommenen Wassers beobachtet.

An diesem Tage wurden die weiteren Beobachtungen eingestellt.

Der Beobachter der Station Hrib an den Quellen der „Kleinen Laibach“ gab an, daß das Wasser am intensivsten gefärbt am Sonntag, den 30. Juni um 5 Uhr früh auftrat.

Die ersten Anzeichen des grünlichen Stiches des Wassers an dieser Austrittsstelle sind in dem Fläschchen Nr. 8, am Samstag, den 29. Juni 1912 um 2 Uhr nachmittags gefüllt, vorhanden, wogegen bei der am Sonntag um 10 Uhr aufgenommenen Probe (Fläschchen Nr. 7) die Färbung kaum merkbar ist.

Bei den Quellen der „großen Laibach“ in Verd wurden die Vorposten des herannahenden gefärbten Wassers schon bei der um 5 Uhr früh aufgefaßten Wasserprobe (Fläschchen Nr. 14) beobachtet. Die größte Intensität der Färbung ist bei der letztvorgenommenen Probe (Fläschchen Nr. 20) am 29. Juni 1912 um 4 Uhr nachmittags bemerkbar. Weiter wurde an dieser Station wegen Mangel an Fläschchen kein Wasser gefaßt.

Nachdem vorausgesetzt werden kann, daß sowohl die kleine, als auch die große Laibach nicht abgesondert fließen und beide Quellen aus einem Rezipienten gespeist werden, darf auch bei der großen Laibach, wie bei der „Kleinen Laibach“ das wirksamste Auftreten des gefärbten Wassers am Sonntag früh angenommen werden.

Es brauchte somit das gefärbte Wasser für den unterirdischen Durchfluß der annähernd 12.500 m langen direkten Entfernung von der Färbungsstelle beim Ponor „Pri stezi“ bis zur Ausmündung bei Hrib, bzw. Verd eine Dauer von 5 Tagen und 16 Stunden.

Dies entspricht einer mittleren Geschwindigkeit von 0·026 m/sek.

Bei freiem Ablaufe des Wassers wäre die Geschwindigkeit des Wassers in Anbetracht des großen Gefälles von Planina zu den Quellen der Laibach mit  $446\text{ m} - 291\text{ m} = 155\text{ m}$  auf die Länge von 12.500 m, d. i. zirka 12%, viel bedeutender und ist die Verzögerung des Durchflusses, nachdem das durch Färbemittel verdichtete Wasser dieselbe Durchflußgeschwindigkeit hat, wie das reine Wasser, den unterirdischen Reservoirs und Höhlen, in welchen die Ansammlung des Farbstoffes stattfindet, zuzuschreiben.

Nachdem beim Auftreten des Wassers die Färbung mit freiem Auge im Fluoroskop ohne Regenerierung mittels Beigabe von Ammoniak sichtbar war, hatte die Kohlensäure der die Durchflußzone bildenden Dolomite und auch der unterirdische Ton keinen wesentlichen Entfärbungseinfluß auf das verwendete Farbmittel.

Durch den gegenständlichen Versuch wurde der Beweis erbracht, daß die große und die kleine Laibach aus dem Planinatale von der Unz gespeist werden. Hingegen ist die Vermutung, daß die Unz am östlichen Talrande ihr Wasser allein der Bistra abgibt, nicht zutreffend.

#### 11. Konstatierung des Zusammenhanges der Poik mit der Unz.

Behufs Konstatierung des Zusammenhanges der Poik mit der Unz wurde Chlorlithium, ein Salzungsmittel, welches auch in kleinen Mengen auf den Spektroskop einwirkt und welches mit Erfolg eines der schwierigsten Probleme der Karsthydrographie,

die Frage des Zusammenhanges der Reka mit dem Timavo zu lösen imstande war, angewendet.

Der Salzungsversuch wurde am 19. Juni 1913 um 11 Uhr vormittags mit 1000 Gramm Chlorlithium an der Poik in der Adelsbergergrotte nach dem von Prof. Dr. Vortmann und G. Timeus angewandten Verfahren<sup>9)</sup> angestellt und die Wasserfassungen der Unz im Planinatale angeordnet.

Die Wasserproben wurden sowohl mit einem Reichert'schen Taschenspektroskop als auch von der landwirtschaftlich-chemischen Versuchsanstalt in Laibach mit einem großen Spektroskop untersucht. Obwohl die Proben durch vier Wochen täglich viermal gefaßt wurden, konnte eine Salzung des Unzwassers nicht konstatiert werden.

Dieses negative Ergebnis darf aber nicht dahin gedeutet werden, als ob zwischen Poik und Unz kein Zusammenhang bestünde, sondern ist jedenfalls darauf zurückzuführen, daß das gefärbte Wasser in einem der mit 6 Stunden jedenfalls zu groß angenommenen Intervalle zwischen zwei Schöpfproben zum Abfluß gelangte, was auf ein ziemlich geschlossenes unterirdisches Flußgerinne schließen läßt.

## E. Grundwasser- und Höhlenforschungen.

Zur Feststellung des Zusammenhanges des Wasserspiegels in den inundierten Kesseltälern mit dem Wasserspiegel in den, den Kesseltälern benachbarten Schlünden, Naturschächten, Hohlräumen und Dolinen wurde im Jahre 1912 der Wasserspiegel in der, dem verbauten Ponore des Rakitnitzbaches benachbarten Doline „Žalna“ beobachtet.

Die Sohle dieser Doline befindet sich 474 m über dem Meeresspiegel und tritt wie dies wiederholt beobachtet wurde, in derselben der Beginn und das Ende der Inundation bei einer Höhe von + 740 cm des Pegels in Rakitnitz ein.

Nachdem der Nullpunkt des Rakitnitzer Pegels 473·135 m über dem Meeresspiegel liegt, fällt der Hochwasserspiegel vom Katavothron zu der Doline Žalna von  $473\cdot10 + 7\cdot40 = 480\cdot5$  m auf die Höhe von 474·0 m, d. i. um 6·5 m.

<sup>9)</sup> „L'applicazioni del cluoro di litio nelle indagini d'idrologia sotteranea“. Bolletino della Società adriatica di Scienze naturale in Trieste. Vol. XXV, Parte II, 1911, p. 233—246.

Ebenso wurde beobachtet, daß bei Höchstwasser, das ist bei dem Wasserstande von 8·0 m am Rakitnitzer Pegel (absolute Meereshöhe von ca. 481 m), die Doline bis ungefähr 5·0 m über ihrem tiefsten Punkte d. i. bis zur Kote 479·43 ü. A. vollgefüllt ist.

Somit ist das Gefälle vom Rakitnitzer Katavothron gegen die Doline bei dem höchsten Wasserstande kleiner, das ist 3·0 m, als beim Wasserstande von 740 cm und es erfolgt somit in den Grenzen des Hochwassers zwischen dem Wasserstande von 7 m auf 8 m des Rakitnitzer Pegels eine Aufschwengung des geneigten Wasserspiegels gegen die Horizontale.

Ferner wurden unter Mitwirkung der „Gesellschaft für Höhlenforschung in Laibach“ Untersuchungen in der Tenterahöhle bei Žlebič und der „Predvratnica“ bei Groß-Laschitz durchgeführt.

Die Tenterahöhle befindet sich am nördlichen Ende des Reifnitzer Tales, wo der aus dem Orteneger Tale ausbrechende Tržiščica-bach in einem gewölbten Dome sich verliert.

Der unterirdische Verlauf dieses Baches erfolgt wie der unter Punkt 3 schon erwähnte Färbungsversuch erwiesen hat, in das Nachbartal „Struga“ oder Gutenfeldertal gegen die „Kompoljska jama“.

Die Aufschließung dieser Höhle geschah in den 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts auf eine Länge von ca. 300 m.

Ein weiteres Vordringen war damals wegen der unter einem Schachte angehäuften Sinterablagerung nicht möglich. Bei den Forschungen des Jahres 1913 gelang es, die Klüfte und Höhlengänge auf eine weitere Länge von 500 m, d. i. zusammen auf eine Länge von 800 m zu verfolgen.

Der Einstieg geschah nicht durch den erwähnten Dom, sondern von der Meereshöhe von 520 m aus durch einen 13 m tiefen Naturschacht der Type „light-holes“, welcher mit einem mäßig abfallenden 0·4 m bis 2 m hohen und engen, durch größere Höhlenräume stellenweise unterbrochenen Höhlengang in Verbindung steht.

Nach einer Länge von 450 m übergeht dieser Gang in einen vom Wasser blank erodierten schiefen Schlot, durch welchen man in einen 2 m hohen, 1 m breiten verlassenem unterirdischen Wasserlauf gelangt. Diesen kann man auf die Länge von 400 m verfolgen. Die weitere Aufschließung wird durch einen fließenden subterranean Bach, vermutlich die bei der Meereshöhe von 505 m sich verlierende Tržiščica behindert. Die Höhe des Wasserspiegels des

unterirdischen Baches wurde barometrisch mit 503 m ü. d. A. erhoben.

Der erste Höhlengang ist bis auf die vom Sickerwasser herführende Feuchtigkeit auf eine Entfernung von 450 m vom Natur-schachte trocken. Stellenweise sind an der Höhlendecke kleine Tropfsteingebilde sichtbar. Im weiteren Verlaufe waren reichlich Tümpel vom unlängst stattgefundenen Hochwasser zu konstatieren.

Der erstere Höhlengang kann als Trockenetage, in welche bei besonderen Hochwässern die Inundation auch übergeht, bezeichnet werden. Der zweite Gang, bis zum fließend vorgefundenen Wasser, ist die Etage der Mittelwässer, welcher sodann das Höhlenflußbett oder die Etage der Niederwässer folgt. Diese Unterteilung ist wohl zu unterscheiden von den Etagen, welche durch das Steigen des Grundwassers entstehen können.

In diesem Falle handelt es sich um einen echten unterirdischen Bach, welcher alle Eigenschaften anderer Bäche besitzt, nur daß das geschlossene Bett die durch große Niederschläge bedingten Wassermassen nicht aufzunehmen vermag, welche stellenweise von großen Hindernissen gestaut werden und sodann in die höher gelegenen Seitenarme überzutreten gezwungen sind.

Eine zweite Höhlenforschung wurde am 25. September 1912 westlich von Groß-Laschitz am unterirdischen Laufe der „Protvratnica“ unternommen. Dieser Bach sammelt seine Gewässer bei Groß-Slivic und verschwindet nach einem 2 1/2 km langen unterirdischen Laufe in einem offenen Tore.

Der unterirdische Bach wurde auf eine Länge von annähernd 200 m verfolgt. Ein weiteres Vordringen war wegen des mit Steinen verammelten Laufes nicht möglich.

Der Lauf des Baches tritt dann in einer durch Deckeneinsturz aufgeschlossenen, 40 m langen, „Šumnik“ genannten Bachmulde zutage, welche rechtsseits der von Rašica nach Großlaschitz führenden Straße bei der Kapelle Sv. Trojica sich absenkt. Die Einmündung der Protvratnica, bzw. des Šumnik in die Rašica soll 3000 m westlich vom letzteren in einem kurzen, bei Pušče aufkommenden Bache Brod erfolgen. Nach einer anderen Version kommt die Protvratnica bei Podpeč im Gutenfelder Tale auf. Aufklärung in dieser Hinsicht sollte ein beabsichtigter Färbungsversuch geben.



Behufs Feststellung des Zusammenhanges des Wasserspiegels in den Kesseltälern mit dem Wasserspiegel in den benachbarten Hohlräumen und Dolinen wurden im Jahre 1913 im Gebiete des zwischen dem Gurktale und dem Polje von Gutenfeld sich erhebenden Korenplateau, weiters in den das Račnatale umfassenden Höhen, welche im Süden durch den Limberg, im Norden durch die Ilova gora gekennzeichnet sind, dann in dem zwischen dem Gutenfeld-Strugatal und dem Reifnitzer Tal aufsteigenden Höhenzuge der „Mala Gora“ und schließlich in der „Velika Gora“, welche sich zwischen dem Reifnitzer und Laaserbachtale erhebt, unter Mitwirkung der Gesellschaft für Höhlenforschung in Laibach, Untersuchungen sämtlicher tiefen Naturschächte und größerer Hohlräume durchgeführt. Hierbei wurden die Höhenlagen der Einstiege und der Schacht-, bzw. Höhlensohlen barometrisch erhoben und die Situation der Objekte in die Originalaufnahmen des militär-geographischen Institutes (Maßstab 1 : 25.000) eingetragen.

Alle Höhlen und Schächte wurden genau hinsichtlich ihrer Dimensionen und Weltrichtung vermessen, photographisch aufgenommen, die geologische Schichtung hinsichtlich des Streichens und Falles bestimmt und die Innentemperatur der Hohlräume gemessen. Die diesbezüglichen Höhlenskizzen befinden sich bei der hydrographischen Landesabteilung in Laibach.

In besonders tiefe Objekte wurden wiederholt Einstiege während heftiger Regenperioden und nach denselben unternommen, um die Schwankungen des etwa vorhandenen Grundwassers beobachten zu können. Doch wurde bloß stagnierendes Sinterwasser beim Objekte Nr. 13 „Jama na Juntezovem lazu“ in einer Tiefe von 1·5 m, dann beim Objekte Nr. 22 „Jama za vrhmi“ oberhalb Groß-Poljane 2·5 m tief und beim Objekte Nr. 38 „Pri Jamcah“ vorgefunden.

In dem 93 m tiefen Naturschacht Žiglovica floß Wasser nach den starken Niederschlägen der ersten Hälfte des Monates Juli 1913 nachdem sich ein unter Druck befindliches Hochreservoir in Form eines Wasserfalles entleert hatte und dann das Wasser im Schotter und Gerölle am Höhlengrunde verschwand.

In keinem der untersuchten Naturschächte, auch nicht in jenen, welche bis zu der Talsohle der benachbarten Polje herunterreichen, wurde ein Grundwasser vorgefunden.

Zur besseren Übersicht sind die Resultate der Färbungsversuche in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Resultate der Färbungsversuche an

rn in Inner- und Unterkrain.

Nr.	Gewässer	Ort der Bachschwinde	Seehöhe in m	Ort des. Wiedererscheinens	Seehöhe in m	Distanz zwischen Schwinde u. Quelle in km	Gefälle (J)		Geschwindig- keit (v) m/sek.
							gesamt in m	pro Mille	
1	Rakitnitzbach	in Rakitnitz	477	Šicaquelle bei Hof	170	20·55	307	15	0·3
3	Tržiščicabach	in Žlebič	505	Kompoljska jama	423	4·2	82	20	0·074
4	Močilebach		419	Podkašca	324·2	3·5	94·8	27	0·22
5	Krokarca	na Virju	334	pri Trontelnu	329	1·7	5	3	0·024
6	Podpečer Höhlenbach		437	Podgojzd	189	20·8	248	12	0·17
8	Šicabach	vor der Zatočna jama	321	Poltercaquelle	269	6	52	9	0·024
9	Laaserbach		696	Oberchquelle	577	9·6	119	12	0·009—0·017
10	Unz	pri Stezi	446	Kl.-Laibach i. Hrib Gr.Laibach i. Verd	291	12·5	155	12·4	0·026

Für Gefälle und Geschwindigkeit können, da der wirkliche Lauf der unterirdischen Gewässerstrecken nicht bekannt ist, bloß auf Annahme eines geradlinigen Verlaufes basierte Werte angegeben werden, sie stellen infolgedessen auch Maxima dar. Aus den bisherigen Daten läßt sich aber noch keine Gesetzmäßigkeit ableiten. Dazu sind sie wohl noch zu wenig zahlreich und außerdem fehlen die für Karstgewässer so wichtigen Wassermengenmessungen. Wo, wie bei Nr. 1, 4 und 6, Geschwindigkeiten von  $\frac{1}{6}$  bis  $\frac{1}{3}$  m in der Sekunde konstatiert wurden, darf wohl ein ziemlich ausgebildetes, geschlossenes unterirdisches Gerinne angenommen werden; bei den übrigen Fällen wird wohl mehr eine Bewegung in Klüften und Haarrissen stattfinden, trotz des in einem Falle (Nr. 9) sehr bedeutenden Gefälles.

Eine bisher in der Karsthydrographie kaum konstatierte Erscheinung ist das Verhalten der Gewässeradern Nr. 1 und 6, die sich nahe ihrer in verschiedenen Höhen gelegenen Ausmündungen kreuzen müssen, ohne daß es zu einer Vermischung der Gewässer käme. Dies wäre nur möglich, wenn man wenigstens für die höher liegende Gewässerader 6 ein geschlossenes Gerinne in einer undurchlässigen Röhre annehmen würde. In diesem Falle vermißt man umso mehr die Wassermengenmessung bei der Quelle und der Schwinde.

Wird der vom Volke angenommene Zusammenhang zwischen der Gottscheer Rinnsche und der Radeca Quelle in Unterturn bei Töplitz im Gurktale als zutreffend angesehen, so ergibt sich zwischen dem Längstale der Gurk und dem Reifnitz-Gottscheer Kesseltale eine merkwürdige Parallelität der unterirdischen Querverbindungen, indem der genannten und den Wasseradern Nr. 1 und 3 sich noch die vom Rašicabach bei Ponikve zum Ratschnatal bei Klein-Ratschna sich ziehende hinzugesellt. Mit diesen Querverbindungen, die alle dem allgemeinen Schichtfallen folgen, würde gut eine unterirdische Verbindung von der Podpeßer Schwinde zu den Quellen bei Obergurk übereinstimmen. Daß bei dem Färbungsversuch am 8. September 1914 daselbst kein gefärbtes Wasser konstatiert wurde, braucht, wie bei dem Versuch an der Poik, noch nicht das Nichtvorhandensein einer solchen Verbindung zu beweisen.

Neben den SW—NO verlaufenden Wasseradern, die dem Schichtfallen folgen, treten noch von NW nach SO gerichtete in mehreren parallelen Linien entgegen und zwar als Hauptader die Gurk von Obergurk bis Untergehag, wo sie in rechtem Winkel umbiegt, um in konsequentem Laufe der Save zuzueilen. Weiter abwärts der von links kommende Temenitzbach, im Unterlaufe Prečna genannt, der an zwei Stellen verschwindet und nach kurzem unterirdischen Laufe in der gleichen Richtung oberirdisch weiterfließt, oberhalb die Poljen von Reifnitz und Gottschee. Auch diese Parallelität dürfte tektonischen Ursprunges sein und jedenfalls Längsbrüchen bzw. Grabensenkungen ihre Entstehung verdanken. Zugleich ergeben sie eine Entwicklungsreihe, in welcher der Temenitzbach noch das unfertige, das Gurktal aber das fertige Karstlängstal zeigt.

Durch die geschilderten Forschungen sind der Dobrava- und Rašicabach als Quellbäche der Gurk festgelegt und das Gebiet derselben in einer Weise bestimmt, wie es auch in der österreichi-

schen hydrographischen Generalkarte 1 : 200.000<sup>10)</sup> dargestellt ist. Die Stellung des Reifnitz-Gottscheer Kesseltales bedarf aber noch der weiteren Aufklärung. Möge daher der jugoslawische Staat, der hier das Erbe der alten Monarchie angetreten hat, in den eingeschlagenen Bahnen weiterschreiten. Der jungen Universität in Laibach aber eröffnet sich in verschiedenen Wissenszweigen, wie Geographie, Geologie, Chemie durch Erforschung der Karstgewässer ein weites, schönes Feld.

---

<sup>10)</sup> Siehe Anmerkung 5.

---