universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Höhlenkunde

Knebel, Walther von

Braunschweig, 1906

Neuntes Kapitel. Höhlenflüsse

urn:nbn:at:at-ubi:2-3838

Neuntes Kapitel.

Höhlenflüsse.

1. Das Problem der Höhlenflüsse. — Praktische Bedeutung der Frage nach Höhlenflüssen. — Experimente. — Vorhandensein von Höhlenflüssen. — 2. Die unterirdische Donau-Rheinverbindung. — Donauschwinde. — Aachquelle. — Quelltöpfe. — Färbeversuche und deren Ergebnis. — 3. Der Höhlenfluß von St. Canzian im Karst (Reka). — Gefälle der Reka. — Trebičgrotte. — Timavo. — Aurisina. — Färbeversuche. — Geschwindigkeit des Wassers. — 4. System von Höhlenflüssen im Zuzugsgebiet der Laibach (Poik, Zirknitzer Fluß, Unz, Laibach). — Adelsberg-Otoker Grotten. — Siphone. — Černa Jama. — Magdalenaschacht. — Poikhöhle. — Kolečinka. — Planinagrotte. — Zirknitzer See. — Rackbach. — Planinapolje. — Pod stenami. — Laibachmoräste.

---

1. Das Problem der Höhlenflüsse. In dem Kapitel über Verkarstung war gezeigt worden, daß in den verkarsteten Gebieten das Wasser zunächst mehr oder weniger vertikal, d. h. in der Richtung des geringsten Widerstandes in die Tiefe dringt. Dort aber sammeln sich die Wasser des öfteren zu unterirdischen Flüssen an, welche auf große Strecken tunnelartig gestaltete Höhlen durchlaufen. So entstehen die Höhlenflüsse des Karstes, kurzweg auch Karstflüsse genannt. Sie sind das eigenartigste Gebilde der Karstgebiete.

Namentlich im Krainer Karst sind die Höhlenflüsse seit langen Zeiten bekannt und bewundert worden.

Dort befinden sich, in die Karsthochfläche eingesenkt, eine Reihe größerer Depressionen, welche von allen Seiten vom Gebirge umrahmt sind. Es sind die Poljen, auch Kesseltäler genannt. In diesen Poljen tritt dann vielfach das ins Gebirge eingedrungene Wasser in Gestalt von Flüssen zutage.

So werden viele der Kesseltäler von einem Flußbette durchzogen, welches indessen nur so lang ist, als das Kesseltal selbst. Am Rande des letzteren verlieren sich die Wasser, indem sie entweder, wie bei Adelsberg und Zirknitz, in große Höhlen strömen oder, indem sie zwischen einzelnen engen Felsspalten in die Tiefe

rieseln. Am schönsten ist diese letztere Art von Flußschwinde am Ende des Planinapolje zu beobachten [1]). Schlundlöcher, Sauglöcher, Wasserschlinger oder Ponore [2]) werden diese Abzugsventile benannt.

Im Innern des Gebirges fließen die in Ponoren zum Abfluß gelangten Wassermassen weiter; zunächst wissen wir aber nicht, in welcher Weise: ob zusammenhängend als Fluß, oder in Klüfte verteilt als Grundwasser. Schließlich gelangt das Wasser an einer anderen Depression wieder ans Tageslicht. Dann entsteht jedoch kein gewöhnlicher Quell, sondern es tritt an dieser Stelle erneuten Hervorbrechens ein größerer Fluß zutage, welcher durch seine Wassermasse ein großes — wenngleich unterirdisches — Zuzugsgebiet verrät.

Die Austrittspunkte solcher flußartiger Wassermassen werden als „Vaucluse quellen" bezeichnet. Bei der Aufzählung der Karstphänomene haben wir ihrer bereits Erwähnung getan. Auch „Riesenquellen" hat man sie treffend benannt.

Das Gebiet zwischen dem Orte des Verschwindens eines Wasserlaufes, der sogenannten „Schwinde", und dem Hervorbrechen einer Riesenquelle birgt nun in seinem Innern eine Fülle von Problemen, deren Lösung die vornehmste Aufgabe der Höhlenkunde ist.

Namentlich zwei große Probleme sind es, welche ein solches Gebiet dem Beobachter stellt: 1. Was wird aus dem Wasser, welches in Ponoren verschwindet? 2. woher kommen die Wasser der Vaucluse quellen?

Die letztere Frage bezüglich der Vaucluse quellen können wir auch wie folgt fassen: Sind diese Quellen wie andere Quellen als hervorbrechendes Grundwasser anzusehen?

---

[1]) Pod stenami = „unter den (Fels-) Wänden" ist die Stelle benannt, an welcher die Unz verschwindet, jener Fluß, welcher das nördlich von Adelsberg gelegene Planinapolje durchfließt.

[2]) Ponor ist ein südslawisches Wort, welches für die Schlundtrichter oder Wasserschlinger angewandt wird, es hat als wissenschaftlicher Fachausdruck überall Eingang gefunden. Das auch als Ortsname gebrauchte Wort Ponikva bedeutet das gleiche. Die Bezeichnungen „Schlundlöcher", „Wasserschlinger" usw. sind besser zu vermeiden, da sie leicht zu Verwechselungen mit anderen Karstgebilden führen (vgl. Kap. XV).

oder bedeuten sie den Austrittspunkt eines unterirdischen Flusses?

Die andere Frage bezüglich der Ponore aber stellen wir folgendermaßen: Werden die Wassermassen, welche in Ponoren verschwinden, als unterirdischer Strom in Zusammenhang bleiben, oder aber werden sie sich zwischen Klüften und Spalten verteilen, bis sie schließlich nicht mehr als Flüsse, sondern als Grundwasser zu betrachten sind?

Beiden Fragen vereint können wir auch die folgende Fassung geben: Besteht zwischen Ponoren und Vauclusequellen ein kanalartig gestaltetes Höhlensystem, welches den Wassermassen als Flußbett dient — oder ist zwischen beiden nur Grundwasser vorhanden, welchem das in Ponoren verschwindende Wasser zuströmt, das in Vauclusequellen zutage tretende aber enteilt?

Die Auffassung, daß ein unterirdisches Flußbett die Verbindung zwischen Ponoren und Quellen herstelle, ist früher die allgemein herrschende gewesen. Ihr ist aber in neuerer Zeit A. Grund in seiner Karsthydrographie auf das heftigste entgegengetreten. Er hat auf Grund seiner namentlich den bosnischen Karst betreffenden Studien die andere Theorie aufgestellt, nämlich, daß die in Ponoren verschwindenden Flüsse dem Grundwasser zuströmen und letzteres wiederum an anderer Stelle als Vauclusequelle zutage tritt. Die Annahme der Existenz unterirdischer Flüsse wird also von Grund geradezu verworfen [1]).

Wie schon gesagt, ist es der vornehmsten Aufgaben eine, welche der Höhlenforschung gestellt wird, die Wege des unterirdisch kursierenden Wassers festzustellen. Könnte man den geheimnisvollen Lauf des Wassers verfolgen, so wäre diese Frage bald zu entscheiden. Dies ist aber nicht der Fall. Denn versucht man, von den Ponoren aus dem Laufe des Wassers zu folgen, so ist man fast stets an Stellen gekommen, wo die Höhlendecke sich bis auf den Wasserspiegel herabsenkt, wo das Wasserbett sich verengt und dem weiteren Vordringen des Menschen Einhalt gebietet.

---

[1]) A. Grund, Die Karsthydrographie, Leipzig 1903.

An solchen Stellen staut sich das Wasser oft so heftig, daß es scheinbar überhaupt zu fließen aufhört und man daher kaum noch von einem „Flusse“ reden kann. Darum nimmt auch A. Grund an, daß das Wasser hierselbst aufgehört hat, ein Fluß zu sein, sondern einfach ins Grundwasser übergegangen ist. Wäre dem wirklich so, dann würden allerdings alle unsere bisherigen Anschauungen von den hydrographischen Verhältnissen des Karstes tief erschüttert.

Diese Frage ist übrigens durchaus nicht eine rein wissenschaftliche; vielmehr greift sie in ungeahnter Weise tief in das menschliche Leben der jene Karstgebiete bewohnenden Völker ein. Denn die Karstländer sind, wie wir wissen, in hohem Maße unfruchtbar; nur die Depressionen des Karstes, insonderheit die Kesseltäler, sind für die Landwirtschaft geeigneter. Nun werden aber gerade jene Kesseltäler oft von den furchtbarsten Überschwemmungen verwüstet, so daß die Bewohner der ohnedies armen Länder auf das empfindlichste geschädigt werden.

Wenn diese dem Wohlstand des Landes so schädlichen Überschwemmungen durch die Höhlenflüsse bedingt wären, welche in die Kesseltäler eintreten und an deren Ende abermals in das Gebirge eintreten, dann könnte man durch geeignete Regulierung der Zu- und Abflüsse des Wassers den durch die Überschwemmungen hervorgerufenen Schaden verringern. Im anderen Falle aber, wenn die Überschwemmungen nicht durch das Hochwasser der Höhlenflüsse, sondern durch starkes Ansteigen des Grundwassers entständen, wie es die neuerdings vielfach vertretene Theorie Grunds aussagt, dann wären jene Poljeninundationen unabwendbar für ewige Zeiten eine dauernde Quelle des Elends.

Die Frage nach der Existenz von Höhlenflüssen ist somit auch von praktischer Bedeutung.

Da die Hindernisse, welche sich dem Befahren der unterirdischen Wasserstraßen entgegenstellen, so bedeutende sind, daß sie zumeist nur auf verhältnismäßig kurze Strecken überwunden werden können, so muß man andere Methoden anwenden können, die Verhältnisse klarzulegen.

Wenn nämlich zwischen Ponoren und Vauclusequellen das Wasser im Zusammenhang ein Höhlensystem durchfließt, so müßten die vom Wasser in die Tiefe mitgenommenen Triftgegen-

stände doch an der Ausflußstelle wieder zum Vorschein gelangen. Es ist aber fast nie gelungen, den Zusammenhang zwischen Ponor und Quelle auf diese Weise experimentell nachzuweisen. Zwar wird von fast allen Riesenquellen (z. B. der Vaucluse selbst, dem Timavo u. a. m.) im Volksmunde erzählt, daß des öfteren Gegenstände — meist ist es der Stab eines im Gebirge irgendwo verunglückten Hirten und andere Dinge [1]) — von den Vauclusequellen ausgespien seien; aber alle diese Angaben sind niemals von einwandfreier Stelle niedergelegt. Experimente dieser Art haben nie den gewünschten Erfolg gehabt.

Können wir hierin aber einen Beweis erblicken, daß das Wasser gar nicht in unterirdischen Tunneln fließt? Wir verneinen diese Frage, denn in die Ponore werden, namentlich bei Überschwemmungen, Baumstämme und Äste sowie Reisig in großen Mengen hineingeschwemmt, welche alle in Verengungen der Höhle sich verkeilen; diese eingeschwemmten Massen werden zwar dem Wasser den Durchgang nicht verwehren, aber sie werden, wie ein Wasserrechen wirkend, alle vom Flusse mitgenommenen Triftgegenstände festhalten. Daher ist es leicht einzusehen, warum Versuche, den Zusammenhang unterirdischer Wassermassen durch Triftgegenstände — auch wenn sie noch so fein sind (z. B. Sägespäne, Holzwolle) — zu erforschen, nie Erfolg gehabt haben und auch nicht haben konnten.

Besser als Triftgegenstände erweisen sich Färbemittel. Durch verhältnismäßig geringe Quantitäten der stark färbenden Anilinfarbstoffe ist man jetzt in der Lage, das gesamte Wasser eines Flusses zu färben. Wenn man nun das Wasser oberhalb der Ponore färbt, so sollte man doch erwarten, daß nach einiger Zeit die Vauclusequelle gefärbt zum Vorschein komme.

Aber auch diese Färbungsversuche waren meistens ergebnislos. Nur in wenigen Fällen gelang es, den unterirdischen Zusammenhang von Wasserläufen auf diese Art zu ermitteln.

---

[1]) Von der Riesenquelle der Aach, aus welcher das bei Immendingen versickernde Donauwasser hervortritt, wird sogar behauptet, daß eine Ente aus Immendingen die unterirdische Wanderung gemacht und fröhlich schnatternd hervorgekommen sei! Das Beispiel, die „Ente", zeigt, daß solchen Berichten nie recht zu trauen ist, sondern nur das Experiment entscheiden kann.

Dies ist ein gewichtiges Argument für die Ansicht Grunds, nach welcher der direkte flußartige Zusammenhang zwischen Ponor und Quelle nicht besteht, sondern die Verbindung durch die Grundwassermassen allein vermittelt werde, in welche auf einer Seite der Fluß einmündet, während auf der anderen dem Grundwasser ein großer Quell entströmt. Die gewaltigen Grundwassermassen würden nämlich das ihnen zuströmende gefärbte Wasser derart verdünnen, daß eine Färbung nicht mehr wahrzunehmen ist und die Quellen daher farblos erscheinen müßten. Wenn daher die Färbeversuche resultatlos blieben, so könnte man glauben, daß die Vauclusequellen dem Grundwasser entströmen.

Aber auch die meist negativen Ergebnisse der Färbungsversuche wollen mir für die Theorie Grunds nicht als beweisend erscheinen, und zwar aus zwei Gründen: Erstens ist die Färbemethode in verschiedenen Fällen immerhin von Erfolg gewesen, und zweitens haben die Versuche mit Färbemitteln uns eigenartige Ergebnisse bezüglich der Geschwindigkeit des fließenden Wassers gelehrt.

Da die Färbeversuche doch in einer ganzen Reihe von Fällen Erfolg gehabt haben, ist bezüglich jener Orte wenigstens unstreitig der direkte Zusammenhang zwischen Ponor und Quelle festgestellt. Denn man kann unmöglich annehmen, daß durch die kleinen Mengen Farbstoffs nicht nur das Flußwasser, sondern auch das gesamte Grundwasser gefärbt worden ist.

Durch den Erfolg dieser Färbeversuche ist somit der Beweis erbracht, daß in der Natur tatsächlich unterirdische Flüsse vorhanden sind. Und wenn nun auch in vielen Fällen das Grundwasser den Übergang zwischen dem in Sauglöchern verschwindenden und in Vauclusequellen zutage tretenden Wasser bilden mag, so ist doch daran festzuhalten, daß es auch Fälle gibt, wo dies erwiesenermaßen nicht der Fall ist, wo die Wassermassen als Höhlenfluß gesammelt das Gebirge durchqueren.

Wir werden den nun folgenden Studien über Höhlenflüsse drei Beispiele zugrunde legen:

1. die unterirdische Donau-Rheinverbindung;
2. den Höhlenfluß von St. Canzian (Reka) } im Karst.
3. die Poik-Unz-Laibach-Höhlen }

2. Die unterirdische Donau-Rheinverbindung. Eines der besten Beispiele aus der Reihe der mit Sicherheit als echte Höhlenflüsse erwiesenen Wasserläufe ist die unterirdische Verbindung zwischen Donau und Rhein.

Die Donau verliert in ihrem Oberlauf, namentlich bei Immendingen, an einer Reihe von Stellen beträchtliche Wassermassen. Das Flußbett ist leck und auf einer großen Anzahl von Sauglöchern im kalkigen Untergrund strudelt das Wasser in die Tiefe. Auf diese Weise verschwindet im Sommer, wenn die Donau wasserarm ist, der genannte Fluß, so daß das oberirdische Flußbett ausgetrocknet daliegt. An durchschnittlich 77 Tagen im Jahre ist dies der Fall.

In einer Entfernung von $12^1/_2$ km kommt eine mächtige Quelle zum Vorschein, die größte Deutschlands: es ist die Quelle der Aach, auch Hegauer oder Rudolfszeller Aach genannt, jenes Flusses, welcher, in zahlreichen Windungen an den malerischen erloschenen Vulkankegeln des Hegan vorüberziehend, dem Unteren See zueilt. Die Aach führt, wie eine Reihe von planmäßig vorgenommenen Untersuchungen gezeigt hat, die bei Immendingen versinkenden Donauwasser zum Rhein.

Die Höhlengänge, welche die Donau zwischen Immendingen und der bei der gleichnamigen Stadt gelegenen Aachquelle durchläuft, sind unzugänglich. Die Ponore sind eng und lassen allein den Wassern den Eintritt. Nur das gurgelnde Geräusch, welches zuweilen wahrgenommen werden kann, legt Zeugnis ab von dem Vorhandensein von Höhlungen, in welchen das versinkende Wasser dahinrauscht.

Auch die Quellspalten bei Aach, aus welchen die Donauwasser als Aach wieder hervortreten, sind unzugänglich; denn die Aachquelle ist ein sogenannter Quelltopf, eine Vertiefung, aus deren Boden das Wasser emporsprudelt. Wenn man also von der Quelle aus den Wassertunnel zwischen Immendingen und Aach erreichen wollte, so könnte dies nur durch einen Taucher geschehen — ein Versuch, der tatsächlich ausgeführt worden ist, aber zu keinem Resultate führte, weil die Wasser vom Boden des Quelltopfes derart heftig emporsprudelten, daß der Taucher nicht vermochte, in die Quellöffnungen hineinzukommen [1]). Die Tiefe des Quelltopfes

[1]) Vgl. Mitteil. d. Großherzogl. bad. geol. Landesanst. **1**, 804.

beträgt, wie damals ermittelt wurde, 12 m; und die Quellöffnung an dessen Boden hatte etwa 4 Fuß im Geviert.

Quelltöpfe sind in Karstgebirgen häufige Erscheinungen. Im Gebiete des Schwäbischen Jura finden sich zahlreiche; die Quelltöpfe der Brenz bei Königsbronn, der Blau bei Blaubeuren sind wohl die bekanntesten von ihnen. Der Quelltopf der Aach ist der größte von allen; 2000 Quadratmeter umfaßt die Oberfläche des in dem Quelltopf befindlichen Sees, an dessen Boden im Durchschnitt nicht weniger als 7000 Liter Wasser jede Sekunde hervorsprudeln.

Die Tiefe des Aachtopfes erreicht 12 m, die des Blautopfes sogar 20 m; die größte Tiefe des Brenztopfes beträgt hingegen nur 5 m.

Die Entstehung der Quelltopfe ist nicht leicht zu erklären; sie befinden sich stets da, wo unter großem Drucke befindliches Wasser vertikal emporsprudelt. Bezüglich des Aachtopfes wurde seinerzeit von K. Endriss der Versuch gemacht, die Entstehung desselben auf die Wirkung der Gletscher in der Eiszeit zurückzuführen. Diese hätten durch Absatz mächtiger Lagen von Gesteinsschutt die Quellöffnung verstopft; durch den Druck des hervorbrechenden Donauwassers aber seien diese Massen an den Quellspalten entfernt und so sei dann die topfartige Gestalt der Quelle entstanden.

Gegen diese Theorie von der Entstehung eines Quelltopfes sprechen indessen zwei Gründe: 1. scheinen die örtlichen geologischen Verhältnisse am Aachtopf sie nicht zu rechtfertigen; 2. wird durch diese Theorie nicht das Auftreten der „Quelltöpfe“ auch in den Gebieten ohne ehemalige Vergletscherung erklärt, denn die Quelltopfe sind sicherlich wohl alle in derselben Weise entstanden.

Da in den Quelltöpfen meist das Wasser nur vom Boden aus hervorsprudelt, so sind die Höhlengänge, auf welchen das Wasser zum Quelltopf dahinfließend gelangt, von letzterem aus nicht passierbar. Wollte man dennoch in den Höhlentunnel gelangen, welchen das unterirdisch fließende Wasser als Flußbett benutzt, so könnte dies nur von den Ponoren aus geschehen; in unserem Falle also müßte man von den Donauponoren bei Immendingen ausgehen. Diese aber sind ebenfalls nur ganz eng und lassen allein den Wassermassen den Durchgang.

Daß aber ein flußartiger Zusammenhang zwischen der Donau und der Aach besteht, ist durch die gleich zu erörternden Experimente mit Sicherheit erwiesen. Man kann daher, wie wir sehen werden, hier nicht etwa im Sinne Grunds an einen Übergang des Donauwassers in das Grundwasser und von diesem wieder in die Aach denken, sondern man muß sich die Verbindung als echten Höhlenfluß vorstellen.

Die Stelle des Verschwindens der Donau ist 170 m höher gelegen als die Quelle der Aach, in der sie wieder zum Vorschein kommt. Dieser bedeutende Niveauunterschied wird auf der kurzen Strecke von nur $12^1/_2$ km zurückgelegt; das macht ein Gefälle von 13,6 m pro Kilometer.

Vergleichen wir das Gefälle dieses Höhlenflusses mit dem anderer Flüsse, so erkennen wir, daß es ein sehr großes ist, denn das Gefälle beträgt bei

der (oberirdischen) Donau zwischen Donaueschingen und Ulm	1,4 m pro km
dem Rhein zwischen Basel und Mainz	0,5 m „ „
der Elbe zwischen Magdeburg und Hamburg (Vierlande)	0,16 m „ „

Das Gefälle unseres Höhlenflusses zwischen Immendingen und Aach ist also das Zehnfache der oberirdischen Donau und mehr als das Achtzigfache der unteren Elbe!

Man sollte daher vermeinen, daß das Wasser bei diesem hohen Gefälle die kurze Strecke von $12^1/_2$ km schnell passieren würde. Wenn also das Wasser, bevor es in den Sauglöchern bei Immendingen verschwindet, gefärbt würde, so müßte nach kurzer Zeit am Quelltopf der Aach das Wasser gefärbt hervorsprudeln. Wie die diesbezüglichen Versuche gelehrt haben, ist dies aber nicht der Fall. Nahezu 3 Tage (60 Stunden) braucht das Wasser, um bis zum Aachtopf zu gelangen.

Dreimal sind Versuche gemacht worden, den Zusammenhang zwischen Donau und Aach festzustellen; einmal mit Petroleum, einmal mit Fluoresceïn und einmal mit einer Lösung von Steinsalz [1]).

---

[1]) Es kamen bei diesen (im Jahre 1876 angestellten) Versuchen zur Verwendung: 1. 4 Fässer Schieferöl; 2. 10 kg Fluoresceïn in Natronlauge gelöst; 3. 200 Zentner unreines Steinsalz (Salinensalz).

Durch den mit Kochsalz angestellten Versuch konnte auch der wichtige Nachweis erbracht werden, daß die gesamte Wassermenge, welche die Donau bei Immendingen verliert, als Aach wieder zum Vorschein kommt — ein weiterer Beweis dafür, daß der in den Ponoren verschwindende Fluß sich nicht einmal zum Teil im Grundwasser verliert, sondern im Zusammenhang bleibt, bis er als Vauclusequelle wieder zutage tritt[1]).

Ja, in diesem Falle bleibt nicht nur der Fluß, ohne sich zu zerteilen, im Zusammenhang, sondern er nimmt sogar unterirdisch Nebenflüsse auf, welche die bei Immendingen verschwindende zu 4000 Sekundenliter gemessene Wassermenge auf 7000 Sekundenliter erhöhen.

Die Verbindung zwischen Donau und Aach ist mithin als ein echter Höhlenfluß anzusehen, wenn auch die Höhle bisher für Menschenfuß unzugänglich ist.

Ein Umstand ist scheinbar schwer zu erklären, nämlich wie ein Fluß mit so starkem Gefälle, wie dieser Höhlenfluß, 60 Stunden brauchen kann, um die Strecke von $12^1/_2$ km zurückzulegen — eine Entfernung, die ein Fußgänger bequem in $2^1/_2$ Stunden zurückzulegen imstande ist!

Es hatte sich bei den Proben allerdings gezeigt, daß die ersten Spuren eines Salzgehaltes schon nach 20 Stunden in der Aachquelle zu beobachten waren; nach etwa 60 Stunden erreichte die Versalzung ihren Höhepunkt und nach etwa 90 Stunden war

---

[1]) Der Wert dieses Nachweises liegt nicht in den qualitativen Versuchen, welche ergeben haben, daß die Quelle überhaupt gefärbt wurde — denn dies könnte möglicherweise auch dann eintreten, wenn die Quelle dem Grundwasser entströmen würde. Indessen wäre es sehr unwahrscheinlich, daß das gesamte Grundwasser gefärbt würde — und nur in diesem Falle würde es die oben zitierte Grundsche Lehre bestätigen. Der Wert der Versuche liegt vielmehr in dem quantitativen Nachweis, daß innerhalb dreier Tage das **gesamte Wasser,** welches bei Immendingen verschwindet, wieder als Aach hervortritt. Dies wäre bei den großen Massen Wassers, welche das Grundwasser zusammensetzen, und bei dem hohen Reibungswiderstand, den dieses an den engen Klüften, welche es durchfließt, erleidet, undenkbar. Ganz abgesehen davon, ist auch ein derart hohes Gefälle des Grundwasserspiegels, wie wir es hier haben müßten, schwer mit unseren Vorstellungen über das Grundwasser zu vereinen.

sie nicht mehr zu beobachten. Im Mittel hatte also das Wasser 60 Stunden gebraucht, um diese Strecke zurückzulegen, wenn auch die Wasser teilweise schneller zu fließen scheinen.

Dies Verhalten findet in einfacher Weise dadurch seine Erklärung, daß im Innern jener Wasserhöhle, die von dem Donauwasser durchströmt wird, sicher zahlreiche Wasserfälle sind, welche dem Wasser eine kreisende Bewegung verleihen. Infolgedessen bleibt das Wasser nicht in Zusammenhang, sondern es wird teilweise an den Wirbeln unterhalb der einzelnen Wasserfälle derart zurückgehalten, daß volle 70 Stunden erforderlich sind, bis die bei Immendingen auf einmal versalzte Flut an der Aachquelle vorbeigeströmt ist.

Die Färbeversuche in dem wild dahinfließenden Gebirgsbach der Reka im Karst haben gleiches gelehrt; der nächste Abschnitt wird hierüber berichten.

Hier sei nur noch eines anderen Gesichtspunktes der Donau-Rheinverbindung gedacht: Was wird aus der Donau, wenn infolge der ständig arbeitenden Korrosionskraft des Wassers die Höhlenspalten sich immer mehr erweitern?

Das Endergebnis scheint klar vor uns zu liegen: Die Spalten erweitern sich ständig und lassen in gleichem Maße immer größere Quantitäten Wassers hindurchgehen, bis im Laufe der Zeit die obere Donau auch in der nassen Jahreszeit oberirdisch nicht mehr fließt, sondern ihr gesamtes Wasser unterirdisch in den Rhein abgibt.

Wenn nun durch immer neues Wachstum die Hohlräume immer mehr sich vergrößern, dann muß schließlich der Fall eintreten, daß die Decke des unterirdischen Kanales erst teilweise und schießlich ganz zusammenbricht. Nach Wegräumung der Trümmer haben wir alsdann ein offenes Tal, welches die ehemalige Donau dem Rhein zuführt.

Begonnen haben diese Einbrüche bereits! Wenige hundert Meter nördlich der Aachquelle findet sich eine langgestreckte Erdsenke — eine Doline —, welche durch Einsturz eines Teiles jener „Flußbetthöhle“ entstanden zu denken ist.

Es wird an späterer Stelle gezeigt werden, wie in Karstgebieten die Talungen vielfach durch Einsturz von Höhlen entstanden sind. Hier haben wir einen solchen Vorgang im Entstehen begriffen.

3. Der Höhlenfluß von St. Canzian im Karst (Reka). Die Reka [1]) entspringt etwa 15 km nördlich von Castua in den zumeist wasserführenden alttertiären (eocänen) Sandsteinen, welche an einigen Stellen die der Kreideformation angehörigen Karstkalke überlagern. Da, wo die Reka diese jüngeren, wasserundurchlässigen Schichten verläßt und den klüftigen Boden des Karstes betritt, da erleidet sie (analog der Donau bei Immendingen) Verluste an Wasser. Diese bei Ober-Urem befindlichen Sauglöcher sind indessen bis jetzt noch zu unbedeutend, als daß der ganze Fluß durch sie abgezapft werden könnte. Der Fluß fließt daher in seinem Bette in westnordwestlicher Richtung noch etwa 7 km weiter, woselbst eine steile, etwa 100 m hohe Felswand ihm den Weg verlegt. Aber diese Felswand ist durchbrochen: eine tunnelartig gestaltete Höhle — am Einfluß der Reka heißt sie Mahorčičgrotte, am Ausfluß Marinitschgrotte — von nur 300 m Länge durchsetzt den das Tal abdämmenden Gebirgswall, auf dessen Höhe das Dorf St. Canzian gelegen ist.

Dann fließt die Reka wieder an der Oberfläche, aber nicht mehr in einem Tale, sondern am Boden einer, oder besser gesagt zweier kesselförmiger Vertiefungen, welche durch einen schmalen Felsgrat voneinander getrennt sind. Die erste derselben wird die Kleine, die zweite die Große Doline genannt.

Am Ende der zweiten, der Großen Doline, tritt die Reka wiederum in das Gebirge ein; hier ist der Eingang zu den berühmten Höhlen von St. Canzian, in welchen die Wasser der Reka noch auf einer Strecke von 2100 m zu verfolgen sind, bis sie endlich auf völlig unbeschreitbarem Wege weiterfließend in unbekannte Tiefen verschwinden, um von nun ab nicht mehr ans Tageslicht zu kommen.

Die beiden Dolinen, an deren Boden die Reka dahinfließt, sind sicherlich durch Einstürze domartig gestalterer Teile der einstigen Tunnelhöhle entstanden. Auch an der Decke der Mahorčičhöhle kann man einen natürlichen Lichtschacht beobachten, welcher 80 m in vertikaler Richtung von der Höhlendecke aus aufwärts zur Oberfläche jenes Gebirgswalles hinführt, der zum

---

[1]) Reka bedeutet slovenisch „Fluß“. Es ist bezeichnend für die Armut jenes Landes an fließendem Wasser, daß man diesen kleinen Fluß kurzweg Reka — Fluß — benennt!

erstenmal der Reka den Weg verlegt und auf welchem das Dorf St. Canzian liegt. Hoch oben am Rande jenes Naturschachtes kann man das Rauschen der Reka vernehmen, welche tief unten mit scheinbar schwindelnder Geschwindigkeit, zahlreiche Wasserfälle bildend, dahinschießt.

Die Rekahöhlen sind, wie alle Wasserhöhlen, arm an Tropfsteinen. Nur in einzelnen der Seitenhöhlen finden sich reichere Tropfsteinbildungen. Wenn indessen auch den Rekahöhlen der Schmuck der Tropfsteine abgeht, so sind diese Höhlen dennoch das großartigste Naturwunder des Krainer Karstes; und zwar einmal durch die bedeutenden Dimensionen der Hallen, welche die Reka durcheilt, sodann aber auch durch die Gewalt des Flusses, welcher auf der kurzen Strecke von nur 3 km mehr als 30 Kaskaden überwindet und dabei gewaltige Blöcke mit sich wälzt.

Was die Dimensionen jener Hohlen betrifft, so befinden sich in den Rekahöhlen wohl die höchsten Höhlenräume, welche man kennt. Zuweilen erhebt sich die Decke 60 und 80 m über den Boden. Dazwischen aber senkt sich die Höhlendecke zuweilen bis auf eine Tiefe von nur (!) 30 m über der Sohle der Reka. Man hat diese gewaltigen Hohlräume in der Erde mit den größten Bauten zu vergleichen versucht, welche Menschenhand aufgeführt hat; so hat man die einzelnen Höhlengewölbe als „Dome" bezeichnet — wenngleich wohl nur wenige Dome gebaut sein mögen, welche in ihren Dimensionen sich mit denen der Rekahöhlen messen könnten.

Die Breite der Rekahöhlen ist im Verhältnis zur Höhe zumeist gering, so daß die Grotte auf ihrer ganzen Erstreckung einen „klammartigen" Eindruck macht. Steil erheben sich die unterirdischen Flußufer, so daß stellenweise nur mit den größten Mühen der Weg geschaffen werden konnte, welchen die Besucher der Höhle jetzt benutzen — nicht erst zu gedenken der Mühen und Gefahren, die es den ersten Erforschern der Höhle gekostet hat, sie zu erschließen [1]).

Die Reka schießt in ihrem Höhlenbett über eine große Reihe

[1]) Die Erschließung der Rekahöhlen verdanken wir in erster Linie den Arbeiten der Sektion Küstenland des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins, insonderheit dem unermüdlichen Eifer des derzeitigen Vorstandes jener Sektion, des Herrn Friedrich Müller zu Triest.

von Abstürzen hinweg, so daß sie zahlreiche Wasserfälle bildet. Vom Eingange der Mahorčičhöhle bis zum See des Todes, dem Ende der Reka, sind nicht weniger als 28 Wasserfälle!

Infolge des hohen Gefälles kann in den Rekahohlen das Wasser auch seine mechanische Kraft entfalten. Wir haben zuvor gesagt, daß zuweilen große Blöcke von der Reka transportiert werden. Neben diesen kommen aber auch zahlreiche Flußgerölle vor, welche zuweilen sogar in solchen Mengen auftreten, daß große Teile des Flußbettes völlig mit ihnen ausgekleidet sind. Die Verfrachtung dieser Gerölle durch die Fluten der Reka bewirkt natürlich infolge der hierbei stattfindenden Schabung eine Vertiefung des Flußbettes. Wahrscheinlich ist daher auch, daß die bedeutende Höhe der Höhlen auf eine entsprechende Vertiefung des Flußbettes infolge der Erosion zurückzuführen ist.

Aber auch hier müssen wir das aufrecht erhalten, was wir im VII. Kapitel gesagt haben, nämlich, daß die Erosion keine höhlenbildende, sondern nur eine höhlenumbildende Kraft ist. Und zwar findet diese Umbildung nur auf einzelnen Teilen der Höhle statt, während andere Teile davon völlig unberührt bleiben.

Zudem hat auch hier die Erosion naturgemäß erst einsetzen können, als das Höhlenflußbett bereits vorhanden war. Aber an der Ausgestaltung des Höhlenbettes der Reka zu jenen gewaltigen Höhlen hat die Erosion tätig mitgearbeitet. Am Ende der Höhle aber stauen sich die Wasser und verlieren sich in einem verhältnismäßig engen Loche, das unmöglich für einen Menschen zu passieren ist, zumal Baumstämme und zahlreiches Gestrüpp, welches von der Reka mitgerissen worden ist, sich dort verkeilt hat. Hier also hat die Erosion gar nichts zu leisten vermocht, während dort wenigstens teilweise von ihr jene gewaltigen Höhlenräume gebildet wurden!

Die Reka bietet uns ein Bild, wie wir uns die unterirdische Donau-Rheinverbindung zu denken haben — nämlich als einen Höhlenfluß mit bedeutendem Gefälle und sicherlich vielen Wasserfällen. Nur sind wir bei der Donau-Rheinverbindung in der glücklichen Lage, zu wissen, wohin das bei Immendingen verschwindende Wasser fließt. Durch Färbeversuche und durch die Versalzungsprobe konnte dies festgestellt werden. Bezüglich der Reka aber herrscht vollständige Unkenntnis, wohin sie zieht.

13 km vom letzten bekannten Ende der Reka entfernt ist am Boden der 322 m tiefen Lindnerhöhle bei Trebič ein Fluß vorhanden, welcher seit dessen Entdeckung durch Lindner in der Mitte des vorigen Jahrhunderts immer als die St. Canzianer Reka — und auch wohl mit Recht — angesprochen wurde.

Der Wasserspiegel jenes Flusses befindet sich nur 19 m über der Adria. Das hintere Ende der St. Canzianer Höhlen dagegen liegt 175 m hoch [1]). Vorausgesetzt, daß die Reka es ist, welche in der Trebičhöhle fließt, besitzt der Höhlenfluß vom Eintritt in die Grottenwelt (in der Mahorčičhöhle) aus bis hierher ein durchschnittliches Gefälle von 23,6 m pro Kilometer (= 2,36 Proz.). Dies Gefälle übertrifft also das zu 1,36 Proz. ermittelte Gefälle des Donau-Aach-Höhlenflusses um ein Beträchtliches.

Wenn nun auch der Lauf der Reka bis zur Trebičhöhle als bekannt anzusehen ist, so fehlt aber von dann ab jede Spur des Flusses; niemand weiß, wohin er sich wendet.

Längs der Adriatischen Küste, im Meerbusen von Triest, woselbst die Stelle erneuten Hervorbrechens der Reka zu suchen wäre, sind nur zwei große Quellen bekannt, welche der Reka ihr Wasser verdanken könnten: Die acht Quellen der Aurisinawasserleitung nordwestlich von Triest und die Quellen des schon öfter genannten Timavo bei San Giovanni di Duino.

Die Quellen der Aurisina sind indessen zu gering, um als Wiederaustritte der St. Canzianer Reka betrachtet zu werden [2]), und der Timavo ist zu weit entfernt und das Gefälle zu ihm hin allzu gering, als daß dies wahrscheinlich wäre.

Gleichwohl hat man seit langen Zeiten die Quellen des Timavo als Wiederaustrittsstelle der Reka angesehen [3]). Nun befinden sich aber die Timavoquellen nur etwa 18 m unter dem Spiegel

---

[1]) Nach anderen Angaben 200 m; 175 m scheint wohl die genauere Höhenangabe zu sein.

[2]) Die Reka führt nach Marinitsch durchschnittlich 90 000 cbm pro Tag; die Aurisinaquellen aber liefern nur 20 000 cbm, wenn reichlich Wasser fließt, ihr Betrag sinkt aber auf 6400 cbm in der trockenen Zeit. Die Wassermenge der Reka schwankt bedeutend. Bei sehr geringem Wasserstande führt sie täglich nur 5000 cbm, bei hohem Wasserstande aber zuweilen mehr als 600 000 cbm! Die Timavoquellen liefern pro Tag etwa 2 300 000 cbm Wasser.

[3]) A. Kircher, e. S. J. Mundus subterraneus (Amsterdam 1678), lib. 5, cap. IV.; vgl. auch Kaudler, Discorso sul Timavo. Triest 1864.

der Reka in der Lindnerhöhle bei Trebič. Wenn also die Wasser des Timavo die der Reka wären, so würde das Gefälle der Reka auf der 22 km (Luftlinie) langen Strecke von Trebič bis zum Timavo nur 0,82 m pro Kilometer betragen (= 0,082 Proz.). Demgegenüber ist das Gefälle der Reka von ihrem Eintritt in die Mahorčičhöhle bis zur Trebičhöhle ein ungleich viel höheres: es beträgt pro Kilometer 23,6 m (= 2,36 Proz.). Und auf der 2,1 km langen Strecke in den Rekahöhlen bei St. Canzian ist das Gefälle sogar das Doppelte des durchschnittlichen Gefälles (4,76 Proz.).

Es ist unleugbar schwer zu verstehen, wie die Reka diese große Strecke von Trebič bis zum Timavo bei so geringem Gefälle zurückzulegen imstande ist.

Wenn wir dagegen die Quellen der Aurisina als Austrittsstellen der Reka annehmen, so würde das Gefälle weit größer sein. Denn diese sind von Trebič nur etwa 12 km entfernt; das Gefälle beträgt mithin etwa 1,67 m pro Kilometer. Indessen sahen wir, daß die Aurisinaquellen zu wenig Wasser führen, um als Austrittspunkte der Reka zu gelten. Nun brechen aber die Quellen der Aurisina bereits unter dem Meeresspiegel hervor, und es entzieht sich völlig unserer Kenntnis, ob nicht etwa weitere Quellströme am Boden des Meerbusens von Triest in etwas größerer Tiefe hervorbrechen, welche im Verein mit den nahe dem Ufer gelegenen, gleichfalls submarinen Quellen der Aurisina die Rekawasser dem Meere zuführen.

Schließlich ist aber noch eine dritte Möglichkeit vorhanden — nämlich, daß weder der Timavo noch die Aurisinaquellen Rekawasser enthalten, sondern daß diese letzteren an bisher unbekannter Stelle in der Nähe von Triest submarin hervorbrechen; denn von Triest aus beträgt die Entfernung nach Trebič, wo die Reka zum letztenmal beobachtet ist, nur 6 km. Der Höhlenfluß würde somit, wenn er sich hierher wenden würde, das größte Gefälle — etwa 3,33 m pro Kilometer — haben. Mit einer solchen Annahme ist die Lösung des Rätsels natürlich nicht vereinfacht. Indessen hat diese auch von E. A. Martel ausgesprochene Vermutung doch vieles für sich.

Um den Verlauf der Reka mit Sicherheit festzustellen, wurden seinerzeit im Interesse der Wasserversorgung der Stadt Triest Farbeversuche gemacht. Am 12. Juni 1891, abends $8^1/_2$ Uhr, wurden bei Ober-Urem, 6 km oberhalb von St. Canzian, 10 kg

Fluoresceïn in Natronlauge gelöst ins Wasser geschüttet [1]). Tags darauf wurden Posten an der Aurisina und am Timavo ausgestellt, welche die eventuell auftretende Färbung zu beobachten hatten. Die erwartete Färbung blieb indessen aus und der kostspielige Versuch war somit gescheitert.

Zum Glück hatte die Sektion Küstenland des Deutsch-Österreichischen Alpenvereins es sich nicht nehmen lassen, durch eigene Posten den Verlauf der Färbung auf der verhältnismäßig kurzen Strecke von Ober-Urem bis in die Grottenwelt von St. Canzian zu verfolgen. Und diese Beobachtungen sind es allein, welche wissenschaftlich von Bedeutung gewesen sind [2]), und zwar sind sie von hoher Bedeutung; denn sie haben uns bezüglich der Geschwindigkeit der Fortbewegung des Wassers merkwürdige Dinge gelehrt. Durch diese Beobachtungen wurde festgestellt, daß die Wasser der Reka, so schnell sie auch zu fließen scheinen, in Wirklichkeit doch nur sehr langsam sich fortbewegen.

In diesem größtenteils oberirdischen Verlauf hat der Fluß sich nirgends durch enge Spalten hindurchzuzwängen, so daß er durch eine höhere Reibung in seiner Geschwindigkeit gehemmt werden könnte — trotzdem aber braucht der Fluß, um eine Strecke von 6,7 km zurückzulegen, nicht weniger als 10 bis 16 Stunden! Denn um $8^1/_2$ Uhr abends wurden die Wasser bei Ober-Urem gefärbt und um $6^1/_2$ Uhr morgens — also nach zehn Stunden — trat erst eine Färbung in dem als „Rekasee“ bezeichneten Wasserbecken in der großen Doline ein; diese Färbung hielt volle sechs Stunden in gleicher Intensität an.

Trotzdem die Reka ein wild dahinschießender Gebirgsfluß ist, bedarf sie dennoch im Durchschnitt nicht weniger als zwei volle Stunden, um ihre Wasser nur einen Kilometer vorwärts zu tragen — ein Weg, den ein Fußgänger in nur 12 Minuten zurücklegt!

---

[1]) Man wollte ursprünglich 20 kg Fluoresceïn bei diesem Versuche in Anwendung bringen; die k. k. Regierung beschloß indessen, daß 10 kg für dies Experiment ausreichend seien. Mit diesen wurden die Versuche gemacht — und scheiterten!

[2]) Vgl. Friedrich Müller, Resultate der Färbung des Höhlenflusses Reka im Karste mit Fluoresceïn. Mitteil. d. Deutsch-Österreich. Alpenvereins, 1891, S. 230.

Diese große Langsamkeit in der Bewegung erklärt sich dadurch, daß die Wassermassen eines solchen Gebirgsflusses vom menschlichen Auge im allgemeinen bedeutend überschätzt werden, während umgekehrt das Flußbett bedeutend unterschätzt wird. So finden sich am unteren Ende eines jeden Wasserfalles große kesselförmige Vertiefungen — Evorsionstrichter —, in welchen das Wasser in kreisender Bewegung lange Zeit verharrt, bevor es weiterfließt. Wenn nun das gefärbte Wasser in einem solchen Kessel gerade anlangt, dann werden aus demselben erst die Wassermassen herausgetrieben, welche schon geraume Zeit darin verweilt haben. Erst wenn das gesamte noch ungefärbte Wasser durch die nachdringenden gefärbten Massen hinausgedrängt ist, erst dann verlassen ganz allmählich auch die jetzt in einem solchen Kessel befindlichen gefärbten Massen ihren Ort.

Nach dem Gesagten bedeutet somit ein jeder Wasserfall nicht eine Beschleunigung in der Fortbewegung des Wassers, sondern umgekehrt eine Verzögerung. Denn stets ist an der Basis eines Wasserfalls ein Ausstrudelungstrichter vorhanden, in welchem Gegenströmungen stattfinden, welche, mit der Stromrichtung kombiniert, zu einer Wirbelbewegung resultieren.

Auf den langen Aufenthalt des Wassers bei der Wirbelbewegung in einer Reihe von aufeinanderfolgenden Evorsionstrichtern ist es auch zurückzuführen, daß das Wasser sechs volle Stunden gefärbt vorbeifloß.

Gleiches konnte ja auch bei der Donau-Rheinverbindung festgestellt werden. Auch hier dauerte die Versalzung der Aachquelle geraume Zeit — 71 Stunden —, während bei Immendingen, an der Donauschwinde, doch nur auf einmal das Salz in den Fluß geworfen wurde! Wir hatten aus dieser Verzögerung daher ebenfalls auf das Vorhandensein von Wasserfällen geschlossen; und in der Tat: nur durch die Annahme solcher Wirbelbewegungen, wie sie bei Wasserfällen vorkommen, läßt sich diese partielle Verzögerung in der Fortbewegung des Wassers erklären.

Da wir nunmehr die geringe Fortbewegungsgeschwindigkeit der Reka an der Oberfläche kennen, müssen wir a priori den Schluß ziehen, daß im Gebirge, woselbst die Reibung in engen Spalten als großes Hemmnis der Fortbewegung entgegentritt, die Reka noch weit langsamer dahinfließt, als im offenen Flußbett. So konnte bei dem Höhlenflusse, welcher die Donau mit

dem Rhein verbindet, eine mittlere Geschwindigkeit von nur 0,2 km in der Stunde festgestellt werden.

Hätte man die dort gemachten Erfahrungen auch bei den Färbeversuchen der Reka angewandt, so würde man kaum am folgenden Tage an dem über 40 km entfernten Timavo und der über 30 km entfernten Aurisina die Färbung erwartet haben. Möglicherweise, daß sie nach etwa 8 Tagen eingetreten ist, ohne beobachtet zu sein?! Vielleicht aber war auch die angewandte Menge von 10 kg Fluoresceïn zu wenig.

Bemerkenswert ist jedenfalls, daß in der Trebičgrotte, woselbst von der Società alpina delle Giulie eine volle Woche Tag und Nacht Proben des Wassers genommen wurden, die Färbung ebenfalls nicht wahrgenommen werden konnte. Sollte man aber hieraus mit Franz Kraus den Schluß ziehen, daß das Wasser in der Lindnerhöhle bei Trebič gar nicht die Reka sei? Es scheint, als ob dieser Zweifel doch ein unberechtigter ist: denn erstens woher sollte der Fluß kommen, welcher die Trebičgrotte durchfließt? und zweitens wohin sollte denn die Reka ihren Lauf nehmen, wenn nicht dahin, wo doch ihr ganzer, dem Streichen des Gebirges paralleler Lauf nach WNW — also nach Trebič hin — gerichtet ist?

Von der Trebičhöhle ab aber fehlt jede Spur des Flusses; es bleibt ein Rätsel, wohin die Reka sich wendet! Allerdings müssen wir in diesem Falle gestehen, daß uns die Annahme der in der Einführung zu diesem Kapitel genannten Theorie Grunds hier über eine große Schwierigkeit hinweghelfen würde. Jene Theorie sagt aus, daß die in den „Flußschwinden" versinkenden Wasser nicht als Höhlenflüsse im Gebirge bleiben, sondern in Klüfte sich zerteilen und ins Grundwasser übergehen. Unter Annahme dieser Theorie wäre es leicht zu verstehen, warum die Reka so spurlos verschwindet: sie ist Grundwasser geworden! Ob aber diese Theorie — so verlockend sie in diesem Falle auch erscheinen mag — wirklich das Richtige trifft, soll später erörtert werden.

Wir haben im vorigen Abschnitte dieses Kapitels in der unterirdischen Donau-Rheinverbindung einen Höhlenfluß kennen gelernt, dessen Ein- und Ausgang wir kennen, dessen Inneres uns aber unbekannt ist.

Hier haben wir einen Höhlenfluß behandelt, dessen Eingang wir allerdings kennen, dessen Ausgang jedoch problematisch ist. Dafür aber sind uns vom Laufe der Reka beträchtliche Teile des unterirdischen Weges bekannt, in welchem sie dahinrauscht.

Nunmehr wenden wir uns einem System von Höhlenflüssen zu, von welchem sowohl Eingänge als auch Ausgänge sowie beträchtliche Teile der Tunnel bekannt sind, welche jene Wasser durcheilen: es sind die Höhlen der Flüsse Poik, Unz, Laibach, — dreier Flüsse, welche in Wirklichkeit aber nur Teile eines und desselben Flusses sind!

4. Das System von Höhlenflüssen im Zuzugsgebiet der Laibach (Poik, Zirknitzer Fluß, Unz, Laibach). Vier Meilen ostnördlich von Triest gelegen, befindet sich inmitten des Hochplateaus des Karstes eine Niederung, welche von alttertiären (eocänen) wasserführenden Gesteinen erfüllt ist. Jene Niederung wird von einem in zahlreichen Windungen sich hinziehenden Fluß durchquert; dieser Fluß führt den Namen Poik (slowenisch Piuka).

Ebenso wie die Reka bei St. Canzian, so verschwindet auch die Poik von der Oberfläche, sobald sie den eocänen Boden verläßt und die klüftigen Kalke des Karstes betritt. Nahe dem Flecken Adelsberg dringt sie in die Kalke der oberen Kreide ein. Unsere Abbildung (Fig. 5) zeigt, wie die Poik in das Felsentor bei Adelsberg eintritt.

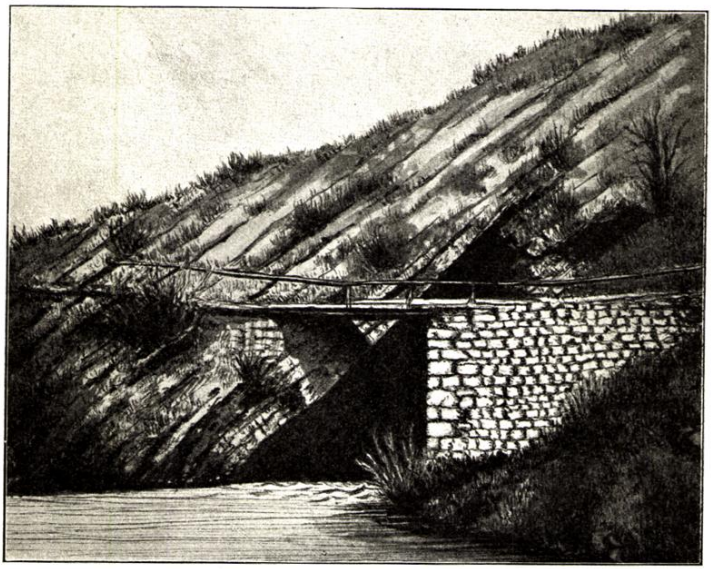
Ehemals muß die Poik in einem höheren Niveau dahingeflossen sein als heute; denn man kann neben der jetzigen Poikschwinde noch vier andere, höher gelegene Höhlengänge unterscheiden, welche in die von uns schon so oft erwähnte Adelsberger Grotte führen — jene große Höhle, welche wir bereits als ehemaliges Flußbett der Poik kennen gelernt haben (vgl. Kap. 6, S. 35).

Jetzt aber fließt die Poik in einem anderen Höhlenbett, welches tiefer gelegen und ungleich enger ist, als das ehemalige. In den zu einer Höhle erweiterten Schichtfugen zwischen den westwärts geneigten grobklotzigen Bänken der oberen Karstkalke verschwindet die Poik, um nach langem unterirdischem Lauf an einer anderen, 10 km (in der Luftlinie gemessen) entfernten

Stelle bei Planina in einem geologisch etwas tieferen Niveau, den Kalken der unteren Kreide, aus der Planinagrotte wieder hervorzubrechen.

Die Strecke zwischen Adelsberg und Planina, welche die Poik unterirdisch durchläuft, ist seit einem halben Jahrhundert geradezu als das klassische Gebiet speläologischer Forschung anzusehen. Hier ist es dem Forschungseifer einer großen Reihe von Liebhabern gelungen, große Teile jenes Höhlenflusses zu erforschen.

Fig. 5.



Poikschwinde bei Adelsberg.

Jene gefahrvollen Höhlenforschungen sind an die Namen von A. Schmidl, E. A. Martel, Putick u. a. geknüpft. Ihnen verdanken wir, daß wir über den unterirdischen Verlauf des Flusses eingehend orientiert sind.

Zunächst wendet sich der Fluß in seinem engen, nur zur Zeit ganz niedrigen Wasserstandes befahrbaren Bette von Adelsberg nach NNW. In der Grotte von Otok, welche nordwestlich jener von Adelsberg gelegen ist und gleich der letzteren ein Teil

des ehemaligen Flußbettes der Poik ist [1]), kann man auf einigen steil in die Tiefe führenden Abgründen die Poik wieder erreichen. Hier ist sie aber bereits durch einen kleinen Nebenfluß verstärkt, dem Černi Potok (Schwarzbach), welcher gleich der Poik beim Verlassen des eocänen Gesteines von den klüftigen Karstkalken verschluckt wird.

Es ist dem bekannten französischen Höhlenforscher, dem verstorbenen Rechtsanwalt E. A. Martel, gelungen, von hier aus den unterirdischen Fluß noch eine Strecke von 700 m unter den größten Schwierigkeiten zu befahren. Dann aber senkte sich die Decke der Flußhöhle bis auf den Wasserspiegel hinab, so daß weiteres Vordringen ausgeschlossen war. Sollte hier das Ende des Höhlenflusses sein? Sollte es hier, in engen Spalten sich verlierend, in das Grundwasser übergehen? Dies ist nicht der Fall; denn es ist den Höhlenforschern gelungen, einen kleinen und engen, trockenen Höhlengang zu ermitteln, welcher sich oberhalb des Wasserspiegels der Poik hinzieht und nach einer Strecke von etwa 200 m wieder zur Poik hinabführt.

Die Höhlenstrecke, welche der Fluß selbst durchläuft, ist nicht zu beschreiten, weil sie in ihrer gesamten Ausdehnung vom Fluß erfüllt wird. Ein solcher Teil eines Höhlenflußbettes wird als Siphon bezeichnet.

Die Siphone sind die größten Hindernisse bei der Erforschung von Höhlenflüssen, und es ist ein glücklicher Zufall, wenn es gelingt, wie hier durch Ermittelung eines seitlichen Höhlenganges, einen solchen zu überwinden und so den Fluß wieder zu erreichen.

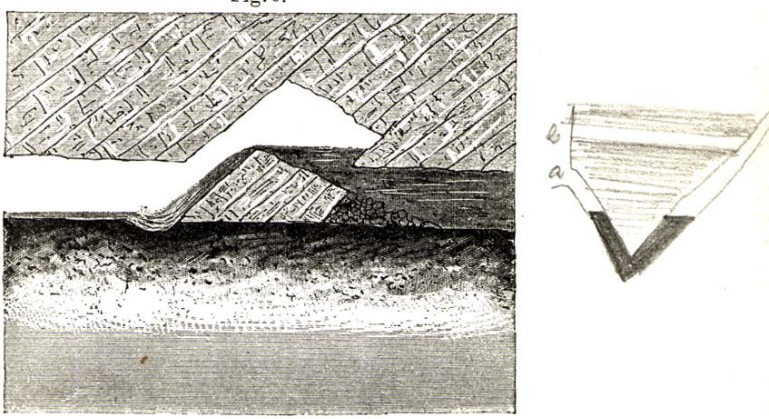
Die Entstehung der Siphone ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen. Einmal können sie sich bilden, wenn Teile der Decke einer Höhle hinabstürzen. Die Trümmer verlegen dann dem Wasser den Lauf; es staut sich also das Wasser so hoch an, bis es die Schuttmassen überschreitet. Erreicht bei dieser Stauung der Wasserspiegel des Höhlenflusses die Höhlendecke, so haben wir ein unüberwindliches Hindernis in der Befahrung eines

[1]) Jetzt ist die ehemals vorhandene Verbindung zwischen den Grottengängen von Adelsberg und Groß-Otok nicht mehr vorhanden; sie ist durch Einstürze eines Teiles der Höhle verschüttet. Oberhalb jener Stelle befindet sich eine Einsturzdoline, ein gewaltig großer Kessel von stellenweise vertikalen Felswänden eingerahmt; Stara apnenca (alter Kalkofen) wird diese Doline benannt.

Höhlenflusses. Einen solchen durch Einsturz entstandenen Siphon zeigt unsere der „Höhlenkunde“ von Franz Kraus entnommene Abbildung in schematischer Darstellung (Fig. 6).

Es ist aber nicht nötig anzunehmen, daß die Entstehung eines jeden Siphons auf partielle Einstürze des Höhlendaches zurückzuführen ist. Vielfach scheinen die Tunnel, welche die Höhlenflüsse durchlaufen, eine U-förmige Gestalt zu besitzen. In diesem Falle erfüllt das Wasser die beiden Schenkel des U-Höhlentunnels gänzlich, so daß die Höhle abgesperrt wird.

Fig. 6.



Siphonbildung durch Deckensturz.

Die Siphone sind also, wie wir sehen, große Hindernisse in der Befahrung eines Höhlenflusses; sie sind aber auch ein großes Hindernis in der Fortbewegung des Wassers selbst. Die Siphone mögen ein gut Teil zu der Verlangsamung beitragen, welche das Wasser durch die Reibung an den Wandungen des Höhlenbettes erfährt.

Viele, namentlich die durch Einstürze entstandenen, Siphone mögen auch oft Veranlassung geben, daß der Höhlenfluß durch Erweiterung anderer Spalten ein neues Bett sich sucht und schafft. So ist es nicht unwahrscheinlich, daß die zahlreichen Einstürze, welche in dem Gebiet der Grotte von Adelsberg zu beobachten sind, die Ursache gewesen sind, daß die Poik sich einen neuen Weg geschaffen hat.

Wir kehren zur Poik zurück. Nach Überwindung jenes Siphons durch einen seitlichen Höhlengang wurde die Poik wieder erreicht. Der Fluß wendet sich nunmehr — seinen bisherigen durchschnittlich nach NNW gerichteten Verlauf aufgebend — nach NO. Nach einem Lauf von 100 m Länge teilt sich der Fluß in zwei Arme, von denen der rechte, noch ungenügend erforschte Arm auf eine Länge von 200 m ostwärts zur Černa-Jama (Schwarze Grotte) sich hinzieht, während der linke nördlich gerichtete nach abermals 100 m von einem Siphon abgeschlossen wird. Aber auch dieser Siphon konnte auf einem seitlichen Höhlengang umgangen werden, so daß jenseits desselben der Fluß wieder erreicht wurde. Hier ist die Poik noch auf eine Erstreckung von 100 m Länge verfolgt worden.

Auf jenem Höhlengang, welcher es gestattete, den zuletzt genannten zweiten Siphon zu überwinden, befindet sich eine Verbindung mit der Oberfläche durch die teilweise schachtartig gestaltete Höhle, den „Magdalenenschacht".

Mit der Erforschung der Poik von Adelsberg bis zum Magdalenenschacht, welche zum großen Teil der kühnen Höhlenexpedition E. A. Martels zu danken ist, ist die Poikforschung zunächst beendet. Der linke, größere, nordwärts gerichtete Arm scheint nach Osten umzubiegen; denn in einer Entfernung von 600 m östlich jener Stelle ist der Höhlenfluß von neuem in der Poikhöhle zu beobachten.

In dieser Höhle sind beide Arme der unterirdischen Poik wieder vereinigt. Der rechte Poikarm wendet sich, wie wir sagten, gleich bei der Gabelung nach Osten, geradenwegs zur Černa-Jama hin. Die Černa-Jama besitzt einen schachtförmigen Höhlengang, auf welchem hinabsteigend man zu dem Bett des rechten Armes der Poik gelangt. Der in dieser Höhle auf eine Erstreckung von 600 m verfolgte Flußlauf macht einen großen nach Westen offenen Bogen. Der oberste Teil der Höhle ist nur etwa 300 m in der Luftlinie von jener Stelle entfernt, an welcher der rechte Arm der Poik zuletzt beobachtet wurde. Am unteren Ende der Černa-Jama verschwindet der Fluß auf nicht beschreitbarem Wege, um aber nach einer Entfernung von nur 70 m mit dem linken Poikarm vereinigt in der Poikhöhle von neuem hervorzubrechen.

Die Poikhöhle (Piuka-Jama) zeigt einen S-förmigen, im allgemeinen nordwärts gerichteten Verlauf von 700 m Länge. Gleich der Černa-Jama wird sie durch eine zur Oberfläche führende Doline erreicht. Am Ende der Poikhöhle befindet sich abermals ein Siphon, der noch nicht umgangen werden konnte.

Nun folgt eine Strecke von 2400 m Länge (in gerader Richtung), auf welcher die Poik nicht verfolgt worden ist. Dann aber beginnt die große Quellhöhle der Planinagrotte, durch welche die Poik wieder zur Oberfläche gelangt. Die Planinagrotte ist von der Austrittsstelle der Poik aus 2500 m nach aufwärts verfolgt worden.

Von Adelsberg aus ist also der unterirdische Verlauf der Poik mit nur kleinen Unterbrechungen auf eine Erstreckung von nicht weniger als 2700 m verfolgt worden. Bei 2200 m Länge gabelt sich der Fluß. Der rechte, etwa 1000 m lange, die Černa-Jama durchfließende Arm ist auf eine Erstreckung von 600 m Länge erforscht, von dem linken 1100 m langen Arm sind nur 500 m bekannt. Beide Arme sind in der Poikhöhle wieder vereinigt und auf einer Länge von weiteren 700 m verfolgt, so daß die Gesamtlänge der Poik bis zum Ende der Piuka-Jama 4000 m beträgt. Die nun folgenden 2400 m sind unerforscht. Dann aber kommt die bekannte 2500 m messende Strecke in der Planinagrotte.

Zwischen der Flußschwinde bei Adelsberg und dem Wiederaustritt bei Planina (s. Fig. 7) durchläuft also die unterirdische Poik Höhlengänge von insgesamt 8900 m Länge, von denen nicht weniger als 5900 m — also etwa zwei Drittel — bereits erforscht sind.

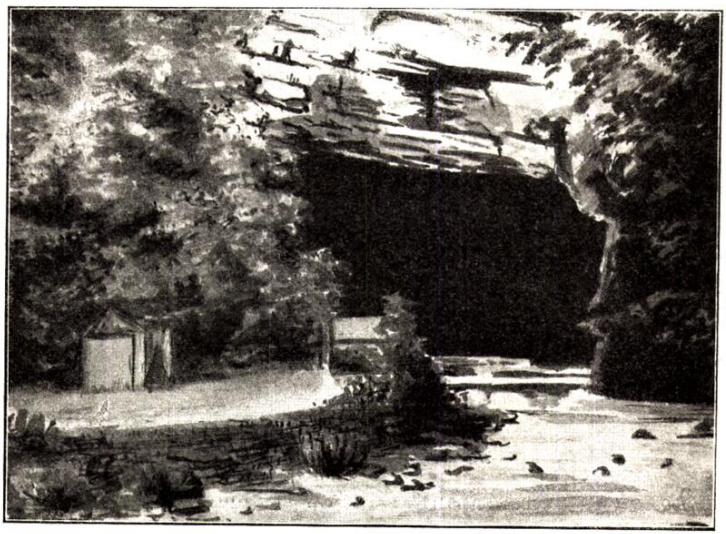
Damit scheint allerdings unsere Kenntnis jenes Höhlenflusses zunächst am Ende angelangt zu sein. Das liegt wohl daran, daß gerade diese letzte unerforschte Strecke von 2400 m durch keinen Höhlengang bisher erreicht werden konnte, denn nach oben und unten ist dieser Teil des Höhlenflußbettes durch Siphone abgeschlossen, welche bisher nicht überwunden worden sind. Namentlich am Ende jener unbekannten Strecke befinden sich große Einsturzmassen, welche beim Einbruch der (sogenannten!) Kleinen Kolečiuka, einer in Wirklichkeit gewaltig großen Einsturzdoline, sich gebildet haben. Jene Schuttmassen sind es

also, welche das hintere Ende der Planinahöhle von dem letzten unerforschten Teil des Höhlentunnels völlig abschließen.

Zum Teil mag der Umstand, daß die Erforschung des Flusses jetzt zum Stillstand gelangt ist, aber auch darauf zurückzuführen sein, daß sich keine Forscher mehr gefunden haben, welche der gefahrvollen und, wie manche glauben, undankbaren Arbeit Mittel und Mühen opfern wollen.

Jedenfalls ist durch die bisher gemachten Forschungen mit zweifelloser Sicherheit festgestellt wor-

Fig. 7.



Austritt der Poik aus der Planinagrotte.

den, daß die Verbindung des Ponores von Adelsberg mit der „Vauclusequelle“ von Planina nicht durch Grundwasser, sondern durch einen Fluß vermittelt wird, welcher eine Reihe von tunnelartig gestalteten Höhlenräumen durchfließt.

Die gesamte Längenerstreckung des Höhlenflusses beträgt, wie gesagt, 8900 m. Da die Flußschwinde bei Adelsberg 511 m hoch gelegen ist und die Austrittsstelle bei Planina 58 m tiefer — also 453 m hoch — sich befindet, so beträgt das Gefälle 6,52 m pro Kilometer (0,65 Proz.).

Verglichen mit dem Gefälle der bisher genannten Höhlenflüsse, ist dieses hier nur ein geringes, indessen ist es immer noch weit höher als das der Flüsse an der Erdoberfläche. Wie die Beobachtungen über den Zeitpunkt des Anschwellens der Poik bei Planina nach den oberhalb Adelsberg erfolgten Niederschlägen gelehrt haben, braucht die Poik etwa drei Tage, bis die Wasser von Adelsberg bis Planina gelangt sind. Wenn also das Gefälle der Poik auch minder bedeutend ist als das vieler anderer Höhlenflüsse, so ist doch ihr Gefälle durchschnittlich derart beschaffen, daß die Geschwindigkeit annähernd die gleiche ist wie bei anderen großen Höhlenflüssen.

Die Planinagrotte bietet in anderer Hinsicht noch ein besonderes Interesse: denn in ihr nimmt die Poik einen Nebenfluß auf, welcher von dem von Zeit zu Zeit das Kesseltal von Zirknitz erfüllenden periodischen See herkommt. Die Abflüsse des Zirknitzer Sees geschehen bei niederem Wasserstand durch ein noch großenteils unerforschtes Höhlensystem am Grunde des Seebeckens, bei hohem Wasserstand durch die Abzugshöhle der Großen und der Kleinen Karlovca. Unsere Abbildung (Fig. 8) ist nach Aufnahme des Verfassers von der Großen Karlovca bei Hochwasser hergestellt; sie zeigt, wie der See in den gewaltigen Torbogen einströmt.

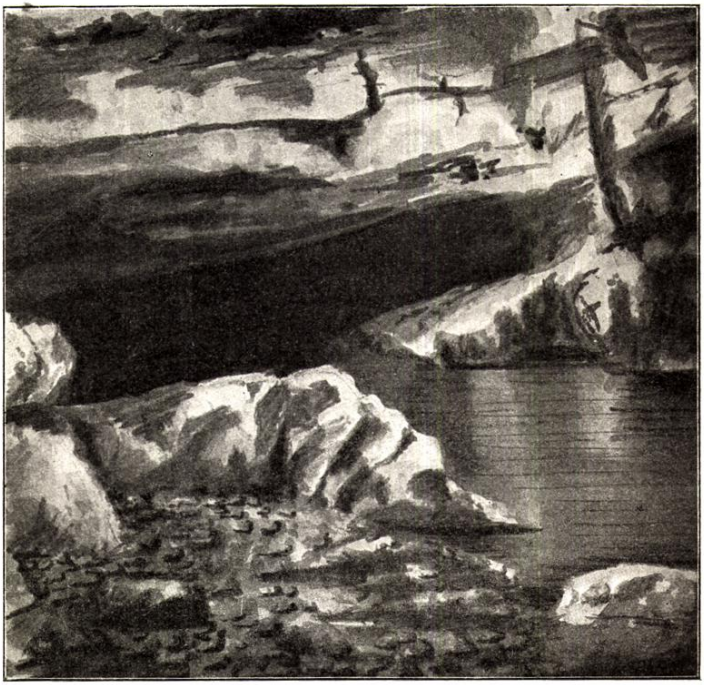
Von hier fließt der „Zirknitzer Fluß“, so wollen wir ihn nennen, 900 m weit in einem bereits erforschten Höhlentunnel; dann folgen etwa 1200 m, welche noch unerforscht sind, an welche sich aber weitere 1300 m anschließen, die wiederum bekannt sind. Hier gelangt der Fluß ans Tageslicht, aber nur auf eine Erstreckung von 1800 m. Rakbach wird der Fluß hier genannt und das Kesseltal, welches er durchfließt, ist unter dem Namen „Rakbachkessel“ allgemein bekannt. Am Ende des Rakbachkessels teilt sich der Fluß in zwei Arme, von denen der eine direkt zu dem schon öfter erwähnten Unzpolje von Planina hinzieht und als Mühlbach zum Vorschein kommt, während der andere in die Grotte von Planina führt und daselbst als „Höhlennebenfluß“ in die unterirdische Poik einmündet.

Von dem Eintritt des Rakbaches (Zirknitzer Flusses) in das Gebirge ab sind 360 m erforscht, dann folgen 1500 m unbekannte Höhlenteile; von dann ab sind aber die letzten 4500 m von der Planinagrotte aus, durch Putik aufwärts fahrend, erforscht.

Somit ist von dem gesamten, 11 600 m langen, von Zirknitz herkommenden und in der Planinagrotte mit der Poik sich vereinenden Höhlenflusse 8900 m, also etwa drei Viertel seines Laufes, erforscht. Dieses große Ergebnis verdanken wir ganz besonders den kühnen Höhlenforschungen W. Puticks.

Die Quellhöhle an der Austrittsstelle des Flusses ist die größte bisher im Zusammenhang bekannte Wasserhöhle des ganzen

Fig. 8.



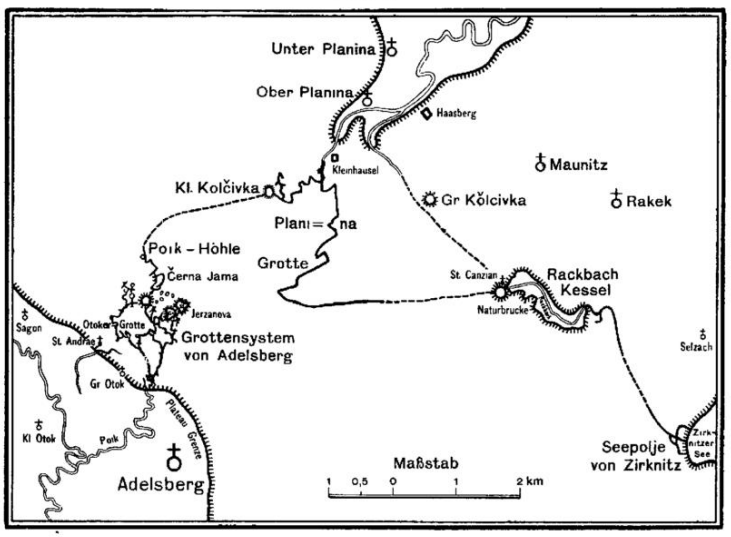
Abfluß des Zirknitzer Sees durch die Große Karlovca bei Hochwasser.

Karstes. Es liegt somit auch bei dem Zirknitzer Flusse volle Gewißheit vor, daß die Verbindung zwischen den Ponoren und dem Quellstrome von Planina ein echter Höhlenfluß ist; nirgends sind hierselbst Anzeichen dafür beobachtet worden, daß die in den Ponoren abfließenden Wasser in das Grundwasser übergehen und aus diesem wieder hervorbrechen.

Die mit dem Zirknitzer Fluß vereinten Wasser der Poik entströmen bei Planina nahe der alten Ruine Kleinhäusel [1]) dem Gebirge und treten in das Kesseltal der Unz — so heißt die Poik, nachdem sie sich noch mit dem Mühlbach vereinigt hat —, jenem Fluß, welcher vom Rakbachkessel aus direkt in das Unzpolje eindringt.

Unsere Karte (Fig. 9) stellt den verwickelten Zusammenhang des unterirdischen Wasserlaufes der Poik und des Zirknitzer Flusses dar, bis sich beide Flußsysteme zur Unz vereinigen.

Fig. 9.



Karte des Zusammenhanges der Höhlenflüsse von Adelsberg, Zirknitz und Planina.

Die Unz fließt in zahlreichen Windungen durch das Kesseltal von Planina. Der Boden des Tales besteht großenteils aus Dolomiten, welche wohl der Triasformation angehören mögen. Diese Dolomiten scheinen wegen ihres großen Lösungsrückstandes der Verkarstung ungünstig zu sein, denn sie vermögen das Wasser zu halten. Sobald aber der Fluß die Dolomite wieder verlassen hat

[1]) Die Planinagrotte wird daher auch vielfach „Kleinhäuseler Höhle“ benannt.

und die klüftigen Kalke der Kreideformation betritt, da versinken große Teile des Wassers von neuem und am Nordostrande des Kesseltales wird der Rest des Flusses vollständig von den klüftigen Karstkalken verschluckt. Pod stenani (unter den Wänden) wird jene Stelle benannt.

Was nun aus der Unz wird, ist unbekannt. Ob sie in zahlreichen Klüften sich verliert und in das Grundwasser übergeht, oder ob sie im Zusammenhang bleibend als Höhlenfluß weiterfließt — man weiß es nicht. In einer Entfernung von etwa 11 km kommen in einer Meereshöhe von 290 m — also etwa 150 m tiefer als bei „Pod stenani“ — gewaltige Quellen zum Vorschein, welche jene großen Moräste bewässern, aus welchen die Laibach hervorgeht. Man hat von jeher das Wasser des Laibachmorastes und der Laibach als das Wasser der Unz angesehen — ob dies aber nur mittelbar der Fall ist, indem die Unzwasser erst in das allgemein verbreitete Grundwasser übergegangen sind, oder ob diese Verbindung direkt als Höhlenfluß zu denken ist — darüber fehlt, wie gesagt, bis jetzt noch die Gewißheit.

Aus den Verhältnissen, wie sie die Höhlenforschungen im Flußsystem der Poik-Unz gelehrt haben, ist jedenfalls erwiesen, daß in der Natur echte Höhlenflüsse vorkommen, welche die Verbindung zwischen Ponoren und Vauclusequellen herstellen. Ob aber nebenbei auch des öfteren das Grundwasser den Übergang zwischen Ponoren und Vauclusequellen vermittelt, soll bei Besprechung der neueren, namentlich von A. Grund vertretenen Theorie über die hydrographischen Verhältnisse des Karstes später erörtert werden.

Auf die hohe praktische Bedeutung dieser scheinbar doch nur wissenschaftlichen Frage für die Bewirtschaftung des Landes haben wir bereits in den einleitenden Worten zu diesem Kapitel kurz hingewiesen; später müssen wir noch einmal darauf zurückkommen.