

Kombinierte Chlorierung von Höhlengewässern

von

Georg Kyrle

Mit Beiträgen von HERMANN BOCK und ADOLF CZERNY
Mit 8 Tafeln, 8 Textfiguren und 15 Tabellen



WIEN, 1928

Verlag Speleologisches Institut, Wien, VIII., Auerspergstraße 1
Druck der Mechitharisten-Buchdruckerei, Wien, VII.

Alle Rechte vorbehalten

Copyright 1928 by Speläologisches Institut Wien

Inhalt.

	Seite
Vorwort	VII
Tafel-, Textfiguren- und Tabellenverzeichnis	VIII
Einleitung	1
I. Anweisungen zur Versuchsdurchführung	5
A. Vorbemerkungen	5
B. Die Versuchsstationen	9
1. Die Zentralstation	9
a) Situierung	9
b) Aufgaben	9
c) Personelle Dotierung	10
d) Sachliche Dotierung	11
2. Die Beschickungsstation	11
a) Situierung	11
b) Aufgaben	12
c) Personelle Dotierung	14
d) Sachliche Dotierung	14
3. Die Entnahmestationen (Vollstation, Chlorstation)	15
a) Situierung	16
b) Aufgaben	16
c) Personelle Dotierung	17
d) Sachliche Dotierung	18
C. Das Stationsbuch	19
D. Messungen und Entnahmen	22
1. Gesteinsprobeentnahme	22
2. Altwasserentnahme	22
3. Temperaturmessung der Luft	22
4. Temperaturmessung des Wassers	23
5. Messung des Luftdruckes	23
6. Messung der Wassermengen	23
7. Wasserentnahme für die chemische Analyse	23
8. Planktonentnahme	24
9. Wasserentnahme für die Sauerstoffgehalts-Analyse	24
10. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorprobe	25
11. Beobachtung der Trift	25
12. Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben	25
E. Das Einlieferungsblatt	27
F. Schlußbemerkung	27

	Seite
II. Die kombinierte Chlorierung des Lurbaches	29
A. Einleitung	29
B. Die hydrologischen Verhältnisse des Gebietes	30
C. Die Vorbereitung	33
D. Die Versuchsstationen	36
E. Die Messungen, Entnahmen und Analysen	43
F. Mengen und Chemismus der Wässer	50
III. Die Vergleichschlorierungen	54
A. Allgemeines	54
B. Die Schmelzbach-Chlorierung	54
1. Die Streckenbeschreibung (von H. Bock)	54
2. Die Versuchsstationen	58
3. Die Wassermengen	60
4. Der Chemismus der Wässer.....	61
5. Beobachtung des Trift-, Fuchsin- und Chlordurchganges	62
C. Die Badlbach-Chlorierung	62
1. Die Streckenbeschreibung (von H. Bock)	62
2. Die Versuchsstationen	66
3. Die Wassermengen	67
4. Der Chemismus der Wässer.....	68
5. Beobachtung des Trift-, Fuchsin- und Chlordurchganges	69
D. Der Fuchsin- und Chlordurchgang	69
1. Die quantitative Bestimmung	69
2. Der Verlauf	70
3. Die absoluten Werte	73
4. Die Beziehungen zur Wasserbewegung	76
IV. Untersuchung der Planktonnetzproben (von A. Czerny)	79
V. Endergebnis	86
VI. Orts- und Sachverzeichnis	91

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit wurde, soweit es sich um die Anweisungen zur Versuchsdurchführung handelt, bereits im Speläologischen Jahrbuch VII/VIII (1926/1927), Seite 8 bis 35 veröffentlicht. Die Ergebnisse der nach dieser Methode durchgeführten kombinierten Chlorierungen werden jetzt mit dieser Anweisung gemeinsam in einem eigenen Bande der Speläologischen Monographien veröffentlicht, weil sie nicht nur spezielle, sondern auch verschiedene grundsätzliche Fragen berühren und eine einheitliche, geschlossene Darstellung der gewonnenen Resultate und der Art und Weise wie sie erhalten wurden, zweckmäßig erscheint.

O. ö. Hochschulprofessor Dr. KARL WOLF und Sektionsrat Dr. RUDOLF SAAR hatten die große Freundlichkeit, eine vollständige Korrektur mitzulesen, wofür auch an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Wien, den 25. Jänner 1928.

G. KYRLE.

Tafel-, Textfiguren- und Tabellen-Verzeichnis.

Tafeln.

Taf. I	Vorprüfung der Chlorproben.
Taf. II	Fig. 1, Lurbachschwinde bei Semriach (Station S). Fig. 2, Station A, Stationstisch.
Taf. III	Fig. 1, Schmelzbach-Ursprung (Station A) mit eingebautem Modulus. Fig. 2, Laurinsquelle (Station L).
Taf. IV	Fig. 1, Station L, Stationstisch. Fig. 2, Hammerbach-Ursprung (Station H).
Taf. V	Fig. 1, Siphon II in der unteren Lurhöhle. Fig. 2, Wirbelbildung im Schmelzbach.
Taf. VI	Fig. 1, Kaskadenbildung im Badlbach. Fig. 2, Wassermesser im Badlbach.
Taf. VII	Fuchsin- und Chlorwerte der Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung.
Taf. VIII	Kurven des Fuchsin- und Chlordurchganges.

Textfiguren.

	Seite
Fig. 1	Muster eines ausgefüllten Stundenblattes 21
Fig. 2	Muster eines ausgefüllten Einlieferungsblattes..... 27
Fig. 3	Karte von Semriach-Peggau 31
Fig. 4	Situierung der Station A 38
Fig. 5	Profil der Laurinsquelle 39
Fig. 6	Situierung der Station L 40
Fig. 7	Situierung der Versuchsstation bei der Schmelzbach-Chlorierung 55
Fig. 8	Versuchsstrecke der Badlbach-Chlorierung 62

Tabellen.

Tab. I	Messungs- und Analysenergebnisse der Station S 46
Tab. II	Messungs- und Analysenergebnisse der Station A 47
Tab. III	Messungs- und Analysenergebnisse der Station L 48
Tab. IV	Messungs- und Analysenergebnisse der Station H 49
Tab. V	Ein- und austretende Wassermengen 50
Tab. VI	Messungs- und Analysenergebnisse der Schmelzbach-Chlorierung 61
Tab. VII	Messungs- und Analysenergebnisse der Badlbach-Chlorierung 68
Tab. VIII	Fuchsin- und Chlordurchgang bei der Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung 74
Tab. IX	Die Wasserbewegung bei der Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung 76
Tab. X	Planktonbefund der Station S 81
Tab. XI	Planktonbefund der Station A 82
Tab. XII	Planktonbefund der Station L 83
Tab. XIII	Planktonbefund der Station H 83
Tab. XIV	Planktonbefund der Schmelzbach-Chlorierung 84
Tab. XV	Planktonbefund der Badlbach-Chlorierung 85

Einleitung.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß in der Karsthydrologie die Art der unterirdischen Wasserbewegung in verkarstetem Gebiete sowie die Beschaffenheit dieser Wasserwege wichtige Probleme darstellen, deren Beurteilung noch sehr strittig und vielfach noch rein theoretisch ist. Diese Fragen besitzen aber neben ihrem rein wissenschaftlichen Interesse auch hohe wirtschaftliche Bedeutung; von dieser sei hier nur die hygienische und bodenkundliche erwähnt. Wenn man bedenkt, daß zahlreiche Wasserleitungen großer Städte ihr Quellwasser aus Höhlenwasserläufen beziehen, und daß gerade Vaclusequellen als perennierende Wasserspeier ihrer Mächtigkeit halber besonders gesucht sind, so über- rascht das Interesse nicht.

Das landwirtschaftlich-bodenkundliche Interesse besteht in erster Linie darin, genau zu erfahren, wie der unterirdische Wasserlauf in seinem Verhältnisse zu bestimmten Punkten der Erdoberfläche liegt und wie stark seine Ergiebigkeit ist. Bei der immer mehr fortschreitenden Verkarstung unserer Gebiete sind Entkarstungsmaßnahmen wohl sehr geboten, zumal hier oft mit ganz geringfügigen Mitteln bedeutende Erfolge erzielt werden können. Dort, wo es sich noch um jugendliche Erscheinungen handelt, ermöglicht die Anzapfung eines seicht liegenden Höhlengerinnes zweckdienliche Entkarstungsmaßnahmen, ohne eines bedeutenden Aufwandes von Mitteln.

Diese Beispiele ließen sich natürlich ungezählt vermehren; es ist aber nicht die Absicht dieser Zeilen, die wirtschaftliche Bedeutung der genauen Kenntnis von unterirdischen Karstgerinnen eingehend zu beleuchten, sondern die Methoden zur Erforschung dieser aufzuzeigen. Obwohl das hohe wirtschaftliche Interesse bei jedem Einsichtigen außer Frage steht, so sind die Methoden der Erforschung noch sehr wenig ausgebaut. Gewöhnlich ist die Versuchsanordnung ziemlich roh und meines Wissens wurden bisher Untersuchungen bei gleichzeitiger Verwendung verschiedener Untersuchungsmethoden, um aus der Vergleichung der Einzelergebnisse Schlüsse auf spezielle Verhältnisse zu ziehen, nicht angestellt.

Es soll hier nicht auf ganz spezielle karsthydrologische Fragestellungen vorwiegend theoretischen Interesses eingegangen, sondern zu zeigen versucht werden, in welcher Art und Weise die wirtschaftlich wichtigsten Fragen, nämlich die nach dem Zusammenhange, der Mächtigkeit und der Beschaffenheit bzw. Veränderung der Karstwässer in unbekanntem unterirdischen Strecken möglichst

genau beantwortet werden können. Daraus ergeben sich naturgemäß auch gewisse Rückschlüsse auf den Verlauf und die Beschaffenheit der durchflossenen unterirdischen Strecken.

Wenn man in der einschlägigen Literatur darüber Nachschau hält, welche Mittel und Methoden zur Anwendung gelangen, um den Zusammenhang unterirdischer Gewässer festzustellen, so sehen wir, daß die Versuche durchwegs darauf beruhen, auf der einen Seite eine Stelle mit einem fremden Stoff zu beschicken und auf der anderen Seite bei der Entnahme zu versuchen, diesen sonst fremden Stoff nachzuweisen. Wenn nun der, ansonsten weder in der Flüssigkeit noch im umgebenden Boden vorkommende, an der einen Stelle eingebrachte Stoff an der anderen Stelle nachgewiesen werden kann, so wird darüber wohl kein Zweifel bestehen, daß zwischen der Beschickungs- und Entnahmestelle irgendwie ein Zusammenhang besteht. Die Stoffe, welche hiefür in der Regel verwendet werden, sind solche mit großer Färbekraft oder solche, die sich leicht chemisch nachweisen lassen. Auch die Beschickung mit nichtpathogenen Keimen wird manchmal geübt, doch soll darauf hier nicht weiter eingegangen werden.

Von Farbstoffen verwendet man gewöhnlich Fuchsin oder Fluoreszin, Stoffe, die auch in besonders großen Verdünnungen noch eine deutliche Färbung ergeben. Diese Färberversuche, wie man sie zutreffend nennt, geben aber nicht immer ein richtiges Bild und sind in der Regel wohl auch nur qualitativ verwendbar. Die größte Gefahr für ihre Resultatlosigkeit droht ihnen aus der Beschaffenheit der von den Wässern durchflossenen unterirdischen Wege. Hierbei kommt es nicht selten vor, daß der Farbstoff niedergeschlagen wird, besonders dann, wenn große Mengen von Lehm in den Bachgerinnen aufgelagert liegen. Die Flüssigkeit wird dekoloriert und trotz des unterirdischen Zusammenhanges zwischen Beschickungs- und Entnahmestation erscheint die Flüssigkeit in der letzteren farblos. Der Versuch ist also nur im positiven Falle beweisend, im negativen kann er aber nichts Bestimmtes aussagen.

Ferner wirkt sich bei diesen Färberversuchen die Färbung des Wassers, seine Trübe, die Alkalität usw. vielfach störend aus, insoferne Mischfarben entstehen, die besonders in Grenzfällen eine Entscheidung außerordentlich erschweren. Dazu kommt noch, daß kolorimetrische Methoden, wie jede optische Methode, nicht unabhängig von der jeweiligen subjektiven Einstellung des Beobachters sind und damit bei Versuchsanordnungen, die mit mehreren Entnahmestationen arbeiten müssen, an und für sich eine gewisse Ungenauigkeit mit sich bringen. Bei großangelegten Versuchen, insbesondere dann, wenn es sich um Entnahmestationen in schwer zugänglichen Höhlenteilen, oft stundenweit entfernt von dem Tageingang der Höhle handelt, muß der dortselbst postierte Beobachter an Ort und Stelle zu entscheiden in der Lage sein, ob sich die Beschaffenheit des Wassers ändert oder nicht. (Vgl. Vorprüfung, Seite 25 ff.)

Zur Kritik der Färberversuche kann daher zusammenfassend

gesagt werden, daß sie unter günstigen Verhältnissen wohl geeignet sind, unterirdische Verbindungen zwischen verschiedenen Stationen aufzuzeigen, daß ihre Beweiskraft aber nur im positiven Ergebnis gelegen ist und eine quantitative Auswertung der Versuche wegen der vielfachen Störungsmöglichkeiten und der Ungenauigkeit der kolorimetrischen Methode nur bei sehr gut organisierter Versuchsanordnung möglich ist. Diese nicht unbeträchtlichen Mängel lassen wohl einen Färbeversuch allein dort noch als gerechtfertigt erscheinen, wo es sich lediglich um die Frage eines unterirdischen Zusammenhanges ohne irgendwelche Details dreht und wo die ganze Versuchsanordnung ohne wesentlichen Aufwand von Sachen und Personen durchgeführt werden soll, selbst auf die Gefahr hin, daß ein negatives Ergebnis gar kein Ergebnis ist. Dort aber, wo es sich um die Anstellung von Versuchen handelt, bei denen großer Sach- und Personalaufwand unvermeidlich ist, muß zu Methoden gegriffen werden, deren Ergebnisse durch die Beschaffenheit der unbekanntem unterirdischen Versuchsstrecken nicht gestört und deren Beobachtungen auch „quantitativ“ ausgewertet werden können.

Als Voraussetzung für die „quantitative“ Ausnutzung eines solchen Versuches muß aber wohl die zuverlässige und expeditiv Erfassung auch sehr geringer Mengen des „Indikators“ verlangt werden. Diese Forderung erfüllt vollauf das Kochsalz (NaCl), von welchem noch sehr geringe Mengen verlässlich titrimetrisch zu erfassen sind.

So ist denn auch tatsächlich neben dem Färbeversuch das Kochsalz wegen seiner vorzüglichen Eigenschaften oft als Indikator herangezogen worden. Man spricht bei diesen Versuchen vielfach von Salzungsversuchen oder Salzungen, wozu ich aber bemerke, daß dieser Ausdruck ungenau ist, weil Salz eine Gruppenbezeichnung ist und weil nicht das Salz titrimetrisch bestimmt wird, sondern das Chlor im Salz.

Es wäre daher zweckmäßiger, statt von „Salzungsversuchen“ von „Chlorierungsversuchen“ und statt von „Salzungen“ von „Chlorierung“ zu sprechen, wobei ich aber, um jedem Mißverständnis vorzubeugen, ausdrücklich bemerke, daß das Einbringen des Chlors in das Wasser so wie bisher in der Form von Kochsalz geschehen soll.

Die Chlorierung ist nun neben der Färbung in zahlreichen Fällen, und zwar mit Erfolg verwendet worden, doch hat man sich in den allermeisten Fällen mit einem „qualitativen“ Ergebnis zufrieden gegeben und nur manchmal sind Ansätze zur „quantitativen“ Auswertung erkenntlich.

Wenn man sich schon entschließt, den unterirdischen Zusammenhang von Gewässern zwischen Schwinde und Riesenquelle durch Färbung oder Chlorierung so wie bisher festzustellen, benötigt man hiezu, besonders in unserem alpinen Karstgebiete, einen größeren Personal- und Sachaufwand. Es empfiehlt sich daher, da der diesbezügliche Mehraufwand in der Regel kaum mehr nennenswert ist, eine Versuchsanordnung zu wählen, in der eine Reihe verschiedener

Messungen und Entnahmen, die untereinander vergleichbar sind, durchgeführt werden.

Ein solcher Versuch soll als kombinierter Chlorierungsversuch bzw. als kombinierte Chlorierung allgemein orientierender Art bezeichnet werden.

Das Wesentlichste der kombinierten Chlorierung besteht darin, daß in ein und derselben Versuchsanordnung eine mechanische (Trift), kolloidale (Farbstoff) und dissoziierte (Kochsalz) Beschickung stattfindet und aus dem Vergleiche des Durchganges der Beschickungsstoffe und bestimmter physikalischer und chemischer Eigenschaften der Versuchswässer eine möglichst weitgehende Beurteilung des Zusammenhanges, der Mächtigkeit und Beschaffenheit bzw. Veränderung der unbekanntten Karstgewässer und ihrer Gerinne möglich wird. Es kann sich daher die kombinierte Chlorierung nicht mit einfachen Feststellungen begnügen, sondern diese müssen sowohl zwischen den verschiedenen Versuchsstationen als auch in den einzelnen Versuchsstationen untereinander in Beziehung gebracht werden können. Nicht die einzelnen Feststellungen, sondern die verschiedenen Relationen zwischen ihnen sind das Wesentliche.

I. Anweisungen zur Versuchsdurchführung.

A. Vorbemerkung.

Als Voraussetzung für eine kombinierte Chlorierung ist die genaue Kenntnis des Wasserlaufes, soweit er befahrbar ist, und des betreffenden Oberflächenterrains notwendig. Diese Kenntnis muß darüber, wenigstens annähernd, Aufschluß geben können, ob ein Zusammenhang zwischen bestimmten Wasserein- und Wasseraustrittsstellen überhaupt möglich oder wenigstens wahrscheinlich ist.

Das von diesem Gesichtspunkte aus in Betracht zu ziehende Obertagterrain ist nun, wohl meistens unter Heranziehung von Ortskundigen, auf alle allfälligen Karsterscheinungen unter- und obertägiger Art genau zu untersuchen und insbesondere alle Schwinden und Wasseraustrittsstellen sowie auch die übrigen Karsterscheinungen auf eine Karte genau einzutragen. Diese wird in vielen Fällen schon ein gewisses Bild über den mutmaßlichen Verlauf der Höhle bzw. der Karstgerinne geben und insbesondere zeigen, an welchen Stellen die Versuchstationen zu situieren sind.

Dabei darf aber nicht übersehen werden, daß diese Erhebungen als auch die Ergebnisse der kombinierten Chlorierung selbst nur auf die in jenem Zeitpunkte vorhandenen Verhältnisse zutreffen. Niederwasserverhältnisse können keineswegs ohne weiteres auf Mittel- oder gar Hochwasserverhältnisse übertragen werden. Selbst bezüglich des Zusammenhanges ergeben sich dabei oft ganz andere Feststellungen. Es ist daher unerläßlich, bei jeder solchen Versuchsanordnung strenge zu vermerken, ob sie bei Nieder-, Mittel- oder Hochwasser ausgeführt wurde. Ist es aus bestimmten Gründen nötig, Einblick in die Verhältnisse bei verschiedenen Wasserständen zu bekommen, so müssen gleichartig angelegte Versuche, getrennt von einander, sowohl bei Nieder- als auch bei Mittel- oder Hochwasser ausgeführt werden, wobei allerdings im letzteren Falle die Etablierung von Versuchstationen in Höhlen in den allermeisten Fällen nicht möglich und wegen der körperlichen Gefährdung des Stationspersonales auch nicht ratsam sein werden.

Sobald man die geomorphologischen Verhältnisse studiert und damit gewisse Anhaltspunkte für den mutmaßlichen Verlauf des unterirdischen Gerinnes erhalten hat, kann man zur Vorbereitung der kombinierten Chlorierung schreiten.

Hiebei sind die Wassereintrittsstellen mit Beschickungsstationen und die Wasseraustrittsstellen mit Entnahmestationen zu besetzen, so zwar, daß sie möglichst nahe an der Stelle liegen, von der aus der Wasserlauf bergwärts nicht mehr weiter verfolgt werden kann, ein Umstand, der vielfach von ganz besonderer Bedeutung ist. Mit dieser Forderung wird man häufig zur Errichtung von Versuchsstationen tief in Höhlen kommen, eine Einrichtung, der bisher noch keineswegs das ihr gebührende Augenmerk zugewendet wurde.

Um die verschiedenen Relationen der Feststellungen in den Versuchsstationen erfassen zu können, erscheint es notwendig, in allen Versuchsstationen Beobachtungen, die von einem höheren, allgemeinen Gesichtspunkte, nämlich von dem der Vergleichbarkeit, vorgeschrieben sind, durchzuführen und sie zeitlich derart zu fixieren, daß sie sich auch synchronisieren lassen.

Damit kommen wir nicht nur zur Vorschreibung einheitlich geregelter Beobachtungen in den Entnahmestationen, sondern auch zur Vorschreibung analoger Beobachtungen in den Beschickungsstationen. Dabei muß eine gewisse Auswahl der Handlungen getroffen werden, um die kombinierte Chlorierung nicht zu überlasten und die Genauigkeit durch zu starke Beanspruchung der Beobachter, Ermüdung derselben, Schwierigkeiten bei der praktischen Durchführung usw. nicht in Frage zu stellen. Bei der Durchführung von Versuchen zur Lösung ganz spezieller Fragen wird naturgemäß auch die Vorschreibung ganz bestimmter Beobachtungen und Messungen notwendig sein.

Bei einer kombinierten Chlorierung allgemein orientierender Art empfiehlt es sich jedoch, nur folgende Veranlassungen vorzuschreiben:

1. Gesteinsprobenentnahme,
2. Temperaturmessung der Luft,
3. Temperaturmessung des Wassers,
4. Messung des Luftdruckes,
5. Messung der Wassermenge,
6. Planktonentnahme,
7. Wasserentnahme für die chemische Wasseranalyse,
8. Wasserentnahme für die Sauerstoffbestimmung im Wasser,
9. Beobachtung der Trift,
10. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorprobe.

Die Durchführung jeder kombinierten Chlorierung steht und fällt mit dem richtigen Funktionieren der Versuchsstationen.

Da bei Versuchen mit mehreren Versuchsstationen, besonders wenn solche in Höhlen oder in abgelegenen gebirgigen Gebietsteilen liegen, stets eine verhältnismäßig große Anzahl von Personen notwendig ist und sehr häufig alle wichtigen Posten nur schwer mit Spezialfachleuten besetzt werden können, wird man in den meisten Fällen auf die Mitarbeit freiwilliger Helfer angewiesen sein.

Aber auch diese müssen sowohl über die Gesamteinteilung des Versuches als auch über die Durchführungsart der ihnen besonders obliegenden Verpflichtungen sehr genau unterrichtet werden.

Von diesem Gesichtspunkte aus sind die nachfolgenden Ausführungen vielfach etwas breiter als gewöhnlich gehalten. Sie sollen eben auch dem Nichtfachmanne eine möglichst ins Einzelne gehende Vorstellung von den Versuchsanordnungen geben, wobei natürlich manches gesagt werden muß, was solche, die mit derlei Versuchen bereits vertraut sind, vielleicht als überflüssig erachten mögen.

Zur „quantitativen“ Auswertung einer kombinierten Chlorierung ist es unbedingt notwendig, daß die von der Versuchsleitung speziell gegebenen Weisungen von allen Versuchsteilnehmern auf das strikteste beobachtet und die in Aussicht genommenen Verrichtungen auf das genaueste und auch absolut zeitgerecht durchgeführt werden.

Jeder Versuchsteilnehmer muß sich darüber klar sein, daß besonders Höhlenstationen an die Ausdauer und die physischen Kräfte der Teilnehmer oft sehr hohe Anforderungen stellen und die Versuchszeiten von vornherein so reichlich angesetzt sein müssen, daß Überraschungen sich ausschließen.

Am zweckmäßigsten ist es, für jede kombinierte Chlorierung eine Minimalversuchszeit zu bestimmen, die auch dann einzuhalten ist, wenn der Durchgang des Farbstoffes und des Chlors in den Entnahmestationen bereits früher beendet ist. Die Vorschreibung einer Minimalversuchszeit hat den großen Wert, daß man bestimmt mit dem Erhalte von guten Serienbeobachtungen rechnen kann, die unter anderen Umständen wohl kaum zu erhalten sind. Jedenfalls soll man aber die Minimalversuchszeit nicht unter 24 Stunden ansetzen, damit die Serienbeobachtungen sich wenigstens über einen Tag und eine Nacht erstrecken.

Es wird daher ein solcher Versuch auch an die Geduld der Teilnehmer oft sehr gewaltige Anforderungen stellen, besonders dann, wenn noch starke körperliche Ermüdung hinzutritt. Diese Schwierigkeiten sind in den Freilandstationen durch öftere Ablösung der Beobachtungsgruppen leichter abzustellen. Dort aber, wo Höhlenstationen tief in der Höhle drinnen liegen und während der Versuchszeit die befahrbaren Teile des Höhlenkomplexes möglichst wenig befahren werden sollen, wird es notwendig sein, die Beobachtergruppen samt ihren Ablösern recht- und gleichzeitig bei den Höhlenstationen zu situieren. Die Folge davon ist gewöhnlich, daß Beobachtergruppen und Ablöser die ganze Versuchszeit in der Höhlenstation verweilen müssen, was oft Tage dauern kann und entsprechend vorbereitet sein muß.

Neben der absoluten Zuverlässigkeit der Beobachtergruppen ist eine weitblickende und bis in die letzten Einzelheiten gehende Vorbereitung des Versuches unbedingt erforderlich. Die Errichtung schwer erreichbarer Be-

schickungs- und Entnahmestationen ist sorgfältig vorzubereiten, insbesondere die Situierung der Entnahmestationen so zu treffen, daß entweder an der Station selbst oder in der unmittelbaren Nähe genügend und möglichst trockener Raum für die Aufbewahrung der Geräte vorhanden ist und daß die zur Ablösung bestimmten Beobachtungsgruppen auch Platz zur Erholung und zum Ausruhen haben. In Höhlenstationen ist auch für einfache, warme Kost und für warme Decken zu sorgen. Auch ist die Höhlenstation mit Brettern oder einfachen Tischen so auszurüsten, daß die Ziehung der Wasserproben nicht allzu umständlich wird; der ausreichenden Dotierung mit Beleuchtungsmaterial muß ein besonderes Augenmerk zugewendet werden.

Liegen die Entnahmestationen weit voneinander und schwer zugänglich, so ist ihre telephonische Verbindung mit der Zentralstation wohl unerlässlich.

Für eine gute instrumentelle Ausrüstung sowie Dotierung mit Entnahmefläßchen, und zwar in einer solchen Menge, daß auch beim Eintritt nicht im vorhinein vorauszusehender Ereignisse die Weiterführung und die glatte Beendigung des Versuches möglich ist, ist Sorge zu tragen. Die Teilnehmer der Beobachtungsgruppen müssen gut vorgebildet, mit der Bedienung der Instrumente wohl vertraut und von der Gesamtanlage der kombinierten Chlorierung unterrichtet sein.

Ausdrücklich sei hier wieder vermerkt, was wohl jedem Höhlenkundigen längst bekannt ist, nämlich, daß längeres Verweilen in aktiven Wasserhöhlen ohne entsprechend rasche Verbindung mit der Oberwelt außerordentlich gefährlich werden kann. Die diesbezüglichen Unglücke, insbesondere der letzten Zeit, sprechen ja eine beredte Sprache. Es ist daher unumgänglich notwendig, daß der Versuchsleiter stets den Kontakt mit der Höhlenstation hat, daß der Rückweg von der Höhlenstation zum Tage möglichst praktikabel gemacht und ohne zeitraubende Aufenthalte durchfahren werden kann. Ausgelegte Seileitern und ähnliche Wegerleichterungen sind selbstverständlich während der ganzen Versuchszeit an Ort und Stelle zu belassen. Ferner ist es notwendig, daß der Versuchsleiter bei etwaigem Eintritt von Hochwässern oder sonst die Höhlenstationsteilnehmer gefährdenden Ereignissen die Stationsteilnehmer ungesäumt abberuft. Trotz all dieser Vorsichtsmaßregeln erscheint es aber unerlässlich, daß die Beobachter der Höhlenstation schon vor der endgültigen Besetzung dieser Station sich einen für den Fall der Gefahr, wohl hauptsächlich Hochwassergefahr, sicher gelegenen Fluchtort ausmachen und von dessen Lage auch den Zentralleiter verständigen, damit dieser im Falle einer Katastrophe mit zielbewußten Rettungsarbeiten einsetzen kann. Chlorierungen von Höhlengewässern sollen, sofern dabei schwer erreichbare Stationen in aktiven Wasserhöhlen in Betracht kommen, nur im Winter, und da nicht bei Tauwetter, durchgeführt werden. Schneefall oder mäßig starker Landregen sind kaum gefährlich, zu fürchten hingegen plötzlich eintretende Schneeschmelze mit Regen und im höchsten Grade gefährlich Wolkenbrüche.

B. Die Versuchsstationen.

Jede größer angelegte kombinierte Chlorierung bedarf zu ihrer Durchführung:

1. der Zentralstation,
2. der Beschickungsstation,
3. der Entnahmestation.

1. Die Zentralstation.

Die Zentralstation hat den ganzen Versuch einheitlich zu leiten.

a) Situierung.

Ihre Situierung ist von den örtlichen Verhältnissen abhängig. Am besten wird sie möglichst nahe den Entnahmestationen eingerichtet, jedenfalls ist sie aber so zu situieren, daß sie ein ausreichender Stützpunkt für alle Wechselfälle und Zufälligkeiten ist. Insbesondere muß sie bei eventuellen Unglücksfällen die Möglichkeit haben, in kurzer Zeit Hilfe zu bringen oder anzusprechen. Mit diesem letzten Umstande hängt auch eine möglichst reichliche Personaldotierung zusammen. In der Regel wird man die Zentralstation im Tale in einem Gasthause oder öffentlichen Gebäude situieren, bei hochalpinen Untersuchungen in Schutzhäusern.

b) Aufgaben.

Maßgebend für alle Stationen während des Versuches ist die Uhr der Zentralstation. Auf diese sind alle Uhren der Stationsleiter genau einzustellen und nach Beendigung des Versuches zu vergleichen und gegebenenfalls die in den Stationsbüchern aufscheinenden Zeiten zu rekompensieren.

Als Beginn des Versuches hat der Zeitpunkt der erstmaligen Beschickung der Schwinde zu gelten. Werden in einer Versuchsanordnung eine Schwinde mehrmals oder mehrere Schwinden beschickt, so hat der Zeitpunkt der ersten Beschickung als Versuchsbeginn zu gelten.

a) Vor Beginn des Versuches.

Die Situierung und Überwachung der Einrichtung der Beschickungs- und Entnahmestationen, insbesondere der Einbau von Wassermessern.

Die sachliche und personelle Dotierung der Versuchsstationen.

Die Vorschreibung aller Veranlassungen und Beobachtungen unter genauer Zeitangabe, die während des Versuches in den Versuchsstationen durchzuführen sind.

β) Während des Versuches.

Neben der Leitung und der während des Versuches allenfalls unerläßlichen Umdisponierungen obliegt ihr neben der Obsorge für die Sicherheit der Teilnehmer, die laufende Kontrolle der Versuchsstationen und die Avisierung dieser von sich in der Versuchszeit ergebenden wissenswerten Vorfällenheiten.

Die Untersuchung möglichst vieler mit dem Einlieferungsblatt überstellter Wasserproben, besonders der Farbstoff-Chlorproben, ist dringend geboten, um den Fortschritt des Versuches wenigstens annähernd abschätzen zu können.

Bei längerer Versuchsdauer ist für die zeitgerechte Ablösung der Teilnehmer der Versuchsstationen zu sorgen. Hierbei kann als Richtlinie dienen, daß in Höhlenstationen sechsstündig, in Freilandstationen in der kalten Jahreszeit vierstündig und in der warmen Jahreszeit sechsstündig abgelöst werden soll. Es ist sehr zu empfehlen, daß das ablösende Stationspersonal wenigstens 1 Stunde mit dem abgelösten noch gemeinsam arbeitet, um eine gleichartige Fortführung der Beobachtungen zu sichern.

Die Uhr des ablösenden Stationsleiters ist auf die des abgelösten einzustellen.

Die Zentralstation hat auch die Umwandlung bzw. Auflassung von Versuchsstationen während des Versuches anzuordnen.

γ) Nach Beendigung des Versuches.

Das Ende des Versuches hat die Zentralstation allen Versuchsstationen mitzuteilen. Vor dieser Mitteilung darf, wenn keine anderen Weisungen ergangen sind, keine Versuchsstation aufgelöst werden. Die Zentralstation bzw. der Stationsinspektor hat sich bei der Auflösung der Versuchsstationen davon zu überzeugen, daß alles Material, alle entnommenen Proben und insbesondere die Stationsbücher an die Zentralstation eingeliefert werden.

c) Personelle Dotierung.

1. Der Zentralleiter, der der Zentralstation vorsteht und den ganzen Versuch einheitlich zu leiten hat. Er trifft alle Dispositionen vor, während und nach dem Versuch und dessen Weisungen haben alle Teilnehmer unbedingt Folge zu leisten.

2. Der Zentralleiterstellvertreter, der den Zentralleiter vertritt.

3. Der Schriftführer, der alle einlaufenden Meldungen und auslaufenden Verfügungen sowie sonstige wichtige Vorfällenheiten und insbesondere auch die Zeit und personelle Zusammensetzung der Ablösungen im Buche der Zentralstation aufzuzeichnen hat.

4. Der Kassier, der die gesamten Kassageschäfte führt.

5. Der Stationsinspektor, der, soweit dies örtlich möglich ist, sich vor Beginn des Versuches von der zweckmäßigen Einrichtung der Stationen

überzeugt, während des Versuches die richtigen Veranlassungen bei den Stationen stichprobenweise überprüft, die Proben mittels Einlieferungsblattes für die Zentralstation übernimmt und nach dem Versuche die Einlieferung aller Instrumente und der noch nicht überstellten Proben an die Zentralstation überwacht.

6. Der **L a b o r a n t**, welcher die Verwaltung des ganzen Instrumentariums und Materiales, soweit es sich auf den Versuch selbst bezieht, innehat und unter Aufsicht allfällige chemische Rohanalysen durchführt.

7. Der **T e l e p h o n i s t**.

8. Verschiedenes **Hilfspersonal**, **Boten** und **Träger**, je nach Umfang und Größe des Versuches. Sind Versuchsstationen in Höhlen etabliert, so ist es unerlässlich, daß in der Zentralstation stets eine Person anwesend ist, die mit den örtlichen Verhältnissen in der Höhle genauestens vertraut, bei einem eventuellen Unglücksfall in der Lage ist, sofort die Leitung einer Rettungs-expedition zu übernehmen.

d) Sachliche Dotierung.

Bei der Vorbereitung des Versuches sind in der Zentralstation alle Instrumente, Reagenzien usw., deren die Versuchsstationen bedürfen, bereitzustellen. Nach der sachlichen Dotierung der Versuchsstationen hat noch eine genügende Reserve zur eventuellen Ergänzung verbrauchten Materiales in der Zentralstation zu verbleiben.

Wieweit es nach den örtlichen und personellen Verhältnissen möglich ist, in der Zentralstation selbst genauere Analysen durchzuführen, muß von Fall zu Fall entschieden werden. Jedenfalls ist es unbedingt notwendig, die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben (siehe Seite 25 ff.) durchzuführen.

Von der Entscheidung, wie weit man in der Zentralstation mit der Analy-sierung der Wasserproben gehen will, hängt natürlich auch die Ausgestaltung des chemischen Handapparates in dieser ab.

2. Die Beschickungsstation¹.

a) Situierung.

Die Beschickungsstation ist, wenn es die örtlichen Verhältnisse irgendwie gestatten, möglichst nahe der Stelle zu situieren, in welcher das Wasser in das Gestein verschwindet und der Wasserlauf nicht mehr weiter zu verfolgen ist.

¹ Bei dem wohl nur selten vorkommenden Falle, eine Trockenschwinde beschicken zu müssen, hat sich die Tätigkeit der Beschickungsstation lediglich auf die Beschickung zu beschränken.

Farbstoff und Kochsalz werden an Ort und Stelle in Bottichen oder Fässern in möglichst viel Wasser gelöst. Die Lösung muß eine vollständige sein. Die Menge der Lösung wird notiert und von der Lösung eine Probe gezogen. Der Lösungsbehälter wird und,

Ist diese Stelle zur Zeit des Versuches wasserfrei, so muß die Beschickung so gewählt werden, daß die Kochsalz- oder Farblösung möglichst rasch und ungehindert ins Berginnere eintreten kann.

b) Aufgaben.

A. Die Beschickung.

1. Die Triftbeschickung hat in der Regel den Versuch zu eröffnen, und zwar deshalb, weil sie bei positivem Ergebnisse den Entnahmestationen ohne besondere Untersuchung anzeigt, daß bereits Wasser, das im oder nach dem Versuchsbeginne die Beschickungsstation passierte, in der Entnahmestation durchgeht. Der Triftstoff muß im Wasser schwimmen. Am billigsten sind Korkschnitzel, Holzstäbe oder ähnliches. Kann man für die Triftbeschickung etwas mehr Geld ausgeben, so empfiehlt es sich, Kugeln aus Weichholz von etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser drehen zu lassen, da diese am leichtesten wieder von hemmenden Hindernissen freikommen. Wird in einem Versuche eine Schwinde mehrmals oder mehrere Schwinden mit Triftstoff beschickt, so muß er von verschiedener Art oder im Wasser nicht auslaugbarer Farbe sein, da sonst infolge der häufig oft tagelangen Nachtrift nicht mehr Beschickungsort und -zeit sichergestellt werden können.

2. Knapp nach der Triftbeschickung wird man, in der Regel etwa 10 Minuten später, die Farbstoffbeschickung (F ä r b u n g) vornehmen. Eine bestimmte Menge Farbstoff (Art und Menge richtet sich nach speziellen Verhältnissen; am

soferne es sich um mehrere handelt, werden alle möglichst gleichzeitig und in einem Gusse in die Trockenschwinde entleert, wobei zu achten ist, daß keine Flüssigkeit verspritzt.

Es ist aber jedenfalls, sofern dies irgendwie möglich ist, für die Beschickung die Zeit starker Regengüsse oder Schneeschmelze abzuwarten, bei denen wenigstens etwas Wasser in die Schwinde eintritt. Beschickungen von Trockenschwinden sind, wenn sie nicht mit sehr großen Mengen von Beschickungsflüssigkeit durchgeführt werden, in fast allen Fällen von vornherein zum Mißerfolg verurteilt.

Bei aktiven Schwinden, in denen das Wasser see- oder tümpelartig gestaut ist und nur allmählich versickert (Sickerschwinden), muß man nach der Färbung bzw. Chlorierung in Intervallen von je fünf Minuten Farbstoff- bzw. Chlorproben (S. 25) entnehmen bis zur vollständigen Ausfärbung bzw. Auschlorierung. Die sachliche Dotierung muß hiezu entsprechend ausgebaut und auch ein Besteck zur Durchführung der Farbstoff-Chlorvorprüfung (S. 19) beigegeben werden. Die Farbstoff-Chlorproben müssen dann genau quantitativ untersucht werden. Um zu erfahren, wann und welche Mengen Farbstoff bzw. Chlor in die unbekanntenen Gerinne eingetreten sind, ist neben der chemischen Analyse auch die genaue Errechnung der Wassermengen in der Sickerschwinde notwendig.

Diese Versuchsanordnung eignet sich auch zur Prüfung des Durchlässigkeitsgrades von Tümpeln, Stauweihern usw.; nur müssen bei größeren Wasseransammlungen die Farbstoff-Chlorproben aus verschiedenen Stellen und Tiefen gezogen werden, um richtige Durchschnittswerte zu erhalten.

gebräuchlichsten ist Fuchsin oder Fluoreszin) wird vollständig im Wasser gelöst und die Lösung plötzlich, ohne daß dabei viel verspritzt, in den Wasserlauf ausgegossen.

3. Etwa 30 Minuten nach der Färbung wird man in der Regel die Beschickung mit Kochsalz (Chlorierung) durchführen. Sie kann analog der Färbung, d. h. durch Lösen des Kochsalzes in mit Wasser gefüllten Behältern erfolgen. Wenn große Mengen Kochsalz in Betracht kommen und Lösungsgefäße schwer anzutransportieren und zu situieren sind und ein genügend starker Wasserlauf vorhanden ist, kann man pulverförmiges Kochsalz auch als Substanz in das Wasser direkt einbringen. Dabei ist es zweckmäßig, vorerst das Wasser zu stauen, das Kochsalz einzutragen und zu lösen und dann die Staubbarriere wegzureißen. Auf diese Art wird man oftmals sehr bedeutende örtliche Schwierigkeiten und kostspielige Aufwendungen umgehen können, ohne damit die Genauigkeit des Versuches zu beeinträchtigen.

Ganz allgemein sei noch vermerkt, daß sowohl Trift als auch Färbung und Chlorierung möglichst reichlich erfolgen soll. Hier ist ein Zuviel stets besser als ein Zuwenig.

B. Messungen und Entnahmen.

Da die Entnahmestationen ihre Tätigkeit mit Beginn des Versuches, also mit dem Zeitpunkte der erstmaligen Beschickung, aufnehmen, ist es notwendig, daß in der Beschickungsstation bereits vor der erstmaligen Beschickung Messungen und Probenentnahmen besorgt werden, und zwar von einem Zeitpunkte an, der dieselbe Zeitspanne vor der Beschickung liegt, als angenommen wird, daß das Wasser zur Durchfließung der Strecke zwischen Beschickungs- und Entnahmestation benötigt, damit auch die ersten Messungen und Entnahmen der Entnahmestation mit denen der Beschickungsstation vergleichbar sind.

Mit anderen Worten: Wenn angenommen wird, daß das Wasser zur Durchfließung der Strecke zwischen Beschickungs- und Entnahmestation 3 Stunden beansprucht und die erste Beschickung um 6 Uhr erfolgt, und damit auch die Tätigkeit der Entnahmestation in dieser Stunde beginnt, so ist es notwendig, daß die ersten Messungen und Probenentnahmen in der Beschickungsstation bereits um 3 Uhr erfolgen, da bei Richtigkeit der supponierten Annahme die 6-Uhr-Probe der Entnahmestation mit der 3-Uhr-Probe der Beschickungsstation verglichen werden muß.

An Messungen und Entnahmen sind durchzuführen:

a) Einmal (kurz vor Versuchsbeginn):

1. Gesteinsprobenentnahme (S. 22).

β) Stündlich:

2. Temperaturmessung der Luft (S. 22).

3. Temperaturmessung des Wassers (S. 23).

4. Messung der Wassermengen (S. 23).

5. Wasserentnahme für die chemische Analyse (S. 23).

γ) Dreistündlich:

6. Messung des Luftdruckes (S. 23)).
7. Planktonentnahme (S. 24).
8. Wasserentnahme für die Sauerstoffgehaltsanalyse (S. 24).

c) Personelle Dotierung.

1. Der Stationsleiter, der alle Dispositionen trifft, die Messungen vornimmt, die ordnungsgemäße Entnahme der Proben und die richtige Etikettierung derselben überwacht sowie die Abinstradierung der gezogenen Proben mittels Einlieferungsblattes an die Zentralstation veranlaßt, soweit dieselben nicht vom Stationsinspektor übernommen werden. Er ist für alles, was in seiner Station vorgeht, verantwortlich und seinen Anordnungen hat sich das ganze Stationspersonal zu fügen. Er selbst ist an die Weisungen des Zentralleiters gebunden und hat diese durchzuführen.

Seine Uhr, die auf die der Zentralstation eingestellt ist, ist maßgebend für alle zu nehmenden Zeiten.

In Höhlenstationen hat er bei Gefahr in Verzug selbständig und eigenmächtig alle zweckdienlichen Veranlassungen zu treffen.

2. Der Schriftführer, der das Stationsbuch (S. 19 ff.) führt, die laufenden Etiketten für die Entnahmegefäße austellt und die Einlieferungsblätter ausfüllt.

3. Der Manipulant, der über Weisung des Stationsleiters die Probeentnahmen durchführt, die Etikettierung und Emballierung der Flaschen besorgt und das Stationsmaterial in Ordnung hält.

4. Verschiedenes Hilfspersonal, besonders für den Zeitpunkt der Beschickungen.

d) Sachliche Dotierung.

(Für eine 24stündige Versuchszeit.)

- 1 Stationsbuch,
- 30 Einlieferungsblätter,
- Ausrüstung für Wassermengenmessung (S. 23),
- 1 Aneroid,
- 1 Schöpfgefäß zu $\frac{1}{2}$ Liter,
- 1 Probesack für Gesteinproben,
- 1 Probesack für Materialproben aus dem Gerinne,
- 1 Probesack für Aufbewahrung des Kontramusters der Triftbeschickung,
- 1 Luftthermometer,
- 1 Wasserthermometer,
- 1 Planktonnetz,

9 Flaschen für Planktonproben (30 cm³),
100 cm³ 20 ‰ Formaldehydlösung für Planktonproben,
26 Flaschen für chemische Proben (1 Liter),
9 Flaschen für Sauerstoffproben (250 cm³),
9 Phiolen mit je 1 cm³ jodierte Natronlauge,
9 Phiolen mit je 1 cm³ Manganchlorürlösung,
60 Flaschenetiketten, ungummiert, mit Stationszeichen versehen und von
Nr. 1 an laufend numeriert,
Klebstoff,
Flaschenpackmaterial,
Triftstoff,
Farbstoff,
Kochsalz.

3. Die Entnahmestationen.

Bei den Entnahmestationen haben wir verschiedene Typen zu unterscheiden, deren richtige Verwendung besonders aus dem Gesichtspunkt der Ersparungen an Personen und Material sehr zu empfehlen ist.

Diese Typen sind:

1. Vollstation mit Vorprüfung.
2. Vollstation (ohne Vorprüfung).
3. Chlorstation mit Vorprüfung.
4. Chlorstation (ohne Vorprüfung).

Die Etablierung einer bestimmten Type der Entnahmestationen richtet sich nach den durch die Anordnung des Gesamtversuches und den örtlichen Verhältnissen sich ergebenden Beziehungen.

Vollstationen, die die Aufgabe haben, alle für die betreffende kombinierte Chlorierung vorgeschriebenen Messungen und Entnahmen zu besorgen, wird man in der Regel überall dort, wo die Wasserverhältnisse nicht künstlich gestört, sondern noch primär vorliegen, etablieren, hingegen Chlorstationen, die nur die Aufgabe haben, den Durchgang von Farbstoff bzw. Chlor festzustellen, nur dort, wo ungestörte Verhältnisse nicht mehr vorliegen oder an Stellen, die lediglich zu Kontrollzwecken besetzt werden, aber in der ganzen Versuchsanordnung eine untergeordnete Rolle spielen.

Die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben (S. 25) wird man in der Entnahmestation dann anordnen, wenn diese weit von der Zentralstation entfernt ist oder von dieser nur schwer erreicht werden kann. In allen anderen Fällen wird man die Vorprüfung in der Zentralstation durchführen.

a) **Situierung.**

Alle nennenswerten Wasseraustrittsstellen, die nach den Vorerhebungen vermutlich mit den zu beschickenden Schwinden hydrologisch im Zusammenhange stehen dürften, sind mit Entnahmestationen zu besetzen. Diese sind, soweit dies irgendwie tunlich ist, möglichst nahe an der Stelle zu situieren, aus der das Wasser zutage tritt und bergwärts nicht mehr weiter zu verfolgen ist.

Es empfiehlt sich, die Entnahmestation leicht zugänglich zu machen und an der Wasserstelle, wenn es örtlich geboten erscheint, eine einfache Plattform aus Holz zu errichten, damit die Wasserstelle nicht verunreinigt werde und das Wasser ohne Schwierigkeit entnommen werden kann. Oft wird man vorteilhaft ein Schöpfgefäß mit Stiel verwenden.

Wenn man die Entnahmestation in tiefer gelegenen Höhlenteilen zu situieren hat, so ist das früher Gesagte (S. 8) bezüglich Sicherheit der Personen, Auswahl eines günstigen Rast- und Depotplatzes, eines Fluchtortes usw. besonders zu beherzigen.

b) **Aufgaben.**

Vollstation mit Vorprüfung.

a) Einmal (kurz vor Versuchsbeginn):

1. Gesteinsprobenentnahme (S. 22).
2. Altwasserentnahme (S. 22).

β) Stündlich:

3. Temperaturmessung der Luft (S. 22).
4. Temperaturmessung des Wassers (S. 23).
5. Messung der Wassermengen (S. 23).
6. Wasserentnahme für die chemische Analyse (S. 23).
7. Durchführung der Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben (S. 25).

γ) Dreistündlich:

8. Messungen des Luftdruckes (S. 23).
9. Planktonentnahme (S. 24).
10. Wasserentnahme für die Sauerstoffgehalts-Analyse (S. 24).

δ) Wechselnd:

11. Beobachtung der Trift (S. 25).
12. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorproben. (In den Versuchsstunden 1 bis 6 alle fünf Minuten, in den Versuchsstunden 7 bis 12 alle zehn Minuten, von dort ab weiterhin alle fünfzehn Minuten.) (S. 25.)

Vollstation (ohne Vorprüfung).

Alle Messungen und Entnahmen, wie für die Vollstation mit Vorprüfung vorgeschrieben, jedoch unter Entfall der sub 7. vorgeschriebenen.

Chlorstation mit Vorprüfung.

1. Altwasserentnahme (kurz vor Versuchsbeginn [S. 22]).
2. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorproben. (In den Versuchsstunden 1 bis 6 alle fünf Minuten, in den Versuchsstunden 7 bis 12 alle zehn Minuten, von dort ab weiterhin alle fünfzehn Minuten [S. 25]).
3. Durchführung der Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben (stündlich [S. 25]).

Chlorstation (ohne Vorprüfung).

1. Altwasserentnahme (kurz vor Versuchsbeginn [S. 22]).
2. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorproben. (In den Versuchsstunden 1 bis 6 alle fünf Minuten, in den Versuchsstunden 7 bis 12 alle zehn Minuten, von dort ab weiterhin alle fünfzehn Minuten [S. 25]).

c) Personelle Dotierung.

a) Für Vollstationen:

1. Der Stationsleiter, der alle Dispositionen trifft, die Messungen vornimmt, die ordnungsgemäße Entnahme der Proben und die richtige Etikettierung derselben überwacht sowie die Abinstradierung der gezogenen Proben mittels Einlieferungsblattes an die Zentralstation veranlaßt, soweit dieselben nicht vom Stationsinspektor übernommen werden. Er ist für alles, was in seiner Station vorgeht, verantwortlich und seinen Anordnungen hat sich das ganze Stationspersonal zu fügen. Er selbst ist an die Weisungen des Versuchsleiters gebunden und hat diese durchzuführen.

Dort, wo die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorprobe in der Station selbst durchgeführt wird, hat er die Vorprüfung zu besorgen.

Seine Uhr, die auf die der Zentralstation eingestellt ist, ist maßgebend für alle zu nehmenden Zeiten.

In Höhlenstationen hat er bei Gefahr in Verzug selbständig und eigenmächtig alle zweckdienlichen Veranlassungen zu treffen.

2. Der Schriftführer, der das Stationsbuch führt, die laufenden Etiketten für die Entnahmegefäße austellt und die Einlieferungsblätter ausfüllt.

3. Der Stundenmanipulant, der über Weisung des Stationsleiters die stündlichen Probeentnahmen durchführt, die Etikettierung und Emballierung dieser Probeflaschen besorgt und das Stationsmaterial in Ordnung hält.

4. Der Minutenmanipulant, der die Farbstoff-Chlorproben zieht und ihre Etikettierung und Emballierung besorgt.

5. Der Telephonist.

6. Verschiedenes Hilfspersonal, insbesondere in Höhlenstationen auch ein Koch und Lampist.

b) Für Chlorstationen mit Vorprüfung:

1. Der Stationsleiter, wie sub cal, der jedoch auch das Stationsbuch führt, die laufenden Etiketten für die Entnahmegefäße austeilt und die Einlieferungsblätter ausfüllt.

2. Der Minutenmanipulant, der die Farbstoff-Chlorproben zieht und ihre Etikettierung und Emballierung besorgt.

c) Für Chlorstationen (ohne Vorprüfung):

Der Stationsleiter, der alle Probeentnahmen und Eintragungen besorgt.

d) Sachliche Dotierung.

(Für eine 24stündige Versuchszeit.)

a) Für Vollstationen¹:

1 Stationsbuch,

30 Einlieferungsblätter,

Ausrüstung für Wassermengenmessung (S. 23),

1 Aneroid,

1 Schöpfgefäß zu $\frac{1}{2}$ Liter,

1 Probesack für Gesteinsproben,

1 Probesack für Materialproben aus dem Gerinne,

5 Probesäcke für Aufbewahrung der Triftnuster,

1 Luftthermometer,

1 Wasserthermometer,

1 Planktonnetz,

4 Flaschen für Altwasser (1 Liter),

9 Flaschen für Planktonproben (30 cm³),

100 cm³ 20%ige Formaldehydlösung für Planktonproben,

26 Flaschen für chemische Proben (1 Liter),

9 Flaschen für Sauerstoffgehaltproben (250 cm³),

9 Phiolen mit je 1 cm³ jodierter Natronlauge,

9 Phiolen mit je 1 cm³ Manganchlorürlösung,

150 Flaschen für Farbstoff-Chlorproben ($\frac{1}{2}$ Liter). (Wenn nötig, von der Zentralstation zu ergänzen),

¹ Bei Stationen, die die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorprobe in der Station selbst zu besorgen haben, kommt noch die Vorprüfungsausrüstung (siehe S. 19 c) dazu.

250 Flaschenetiketten, ungummiert, mit Stationszeichen versehen und von Nr. 1 an laufend numeriert,
Klebstoff,
Flaschenpackmaterial.

b) Für Chlorstationen¹:

1 Stationsbuch,
30 Einlieferungsblätter,
1 Schöpfgesäß zu $\frac{1}{2}$ Liter,
4 Flaschen für Altwasser (1 Liter),
150 Flaschen für Farbstoff-Chlorproben ($\frac{1}{2}$ Liter). (Wenn nötig, von der Zentralstation zu ergänzen),
150 Flaschenetiketten, ungummiert, mit Stationszeichen versehen und von Nr. 1 an laufend numeriert,
Klebstoff,
Flaschenpackmaterial.

c) Für die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben:

2 Eprovettengestelle für je 6 Eprovetten,
30 Eprovetten,
1 Eprovettenbürste,
2 Blatt weißes Glanzpapier,
2 Blatt schwarzes Glanzpapier,
3 × 20 cm³ Salpetersäure (1:3) in Tropffläschchen.
3 × 20 cm³ 1%ige Silbernitratlösung in Tropffläschchen.

C. Stationsbuch.

Um die Messungen und Beobachtungen miteinander vergleichen zu können, ist ihre genaue zeitliche Fixierung unbedingt notwendig. Dies geschieht durch die Eintragung in das Stationsbuch. Es ist vom Schrittführer jeder Versuchsstation genauestens zu führen und mit den vom Zentralleiter gegebenen Stationszeichen zu versehen.

So viel Stunden der ganze Versuch dauern soll, aus so vielen Stundenblättern besteht das Stationsbuch. Die linke Hälfte des Stundenblattes ist allgemeinen, die rechte speziellen Eintragungen vorbehalten. In der rechten Hälfte betreffen die Kolonnen (senkrecht) die Messungen oder Entnahmen, die Zonen (wagrecht) eine Zeitspanne von je 5 Minuten. Das aus Kolonnen und Zonen entstehende Quadrat entspricht einer bestimmten Messung oder Entnahme und dem Fünfminuten-Intervall, in welchem diese ausgeführt wurde.

¹ Bei Stationen, die die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorprobe in der Station selbst zu besorgen haben, kommt noch die Vorprüfungsausrüstung (siehe c) dazu.

Führung des Stationsbuches.

In die linke Hälfte des Blattes ist an bezeichneter Stelle der Tag und die betreffende Stunde, für welche das Blatt gilt, einzutragen. Die Stunden sind von 0 bis 24 zu bezeichnen.

Weiter unten ist zu vermerken, wer in der betreffenden Stunde Stationsleiter, Schriftführer, Stunden- bzw. Minutenmanipulant war. Bemerkungen allgemeiner Art sowie eine kurze Beschreibung der Lage der Station, dann bestimmte Beobachtungen, eingetroffene Weisungen usw. sind in dem Raum für „Allgemeines“ einzutragen.

Die rechte Hälfte des Stundenblattes ist in Zonen und Kolonnen geteilt.

In der Beschickungs- bzw. Entnahmestation ist in das entsprechende Zeitquadrat der

Kolonne 1 die Etikettennummer der Probe für die chemische Analyse,

Kolonne 2 diese der Probe für die Sauerstoffgehalt-Analyse,

Kolonne 3 diese der Planktonentnahme,

Kolonne 6 die Wassermenge in Sekundenlitern,

Kolonne 7 die Temperatur des Wassers,

Kolonne 8 die Temperatur der Luft,

Kolonne 9 der Luftdruck in Millimeter

einzutragen.

In der Beschickungsstation ist in das betreffende Zeitquadrat der

Kolonne 4 die Menge des eingebrachten Farbstoffes bzw. Kochsalzes,

Kolonne 5 die Menge und Art des eingebrachten Triftstoffes

einzutragen.

In der Entnahmestation ist in das betreffende Zeitquadrat der

Kolonne 4 die Etikettennummer der Farbstoff-Chlorprobe,

Kolonne 5 die fallweise Beobachtung über die Trift

einzutragen.

Quadrate, denen keine Messungen oder Beobachtungen entsprechen, sind mit einem schiefen Strich von links unten nach rechts oben,

Quadrate, denen nur negative Beobachtungen entsprechen, sind mit einem wagrechten Strich durchzustreichen.

Quadrate, denen positive Beobachtungen entsprechen, müssen entweder die Etikettennummer des Probefäßes oder das Messungsergebnis aufweisen.

Das Stationsbuch hat der Schriftführer der betreffenden Station zu führen; von der richtigen Führung hat sich fallweise der Stationsleiter zu überzeugen. Nach Ablauf jeder Stunde müssen sämtliche Quadrate des Stundenblattes entweder schief oder wagrecht durchstrichen oder mit Eintragungen versehen sein. (Fig. 1.)

Stundenblatt.

Tag: 19. II. 1927 Tagesstunde: 6 00—59
 Stationsleiter: Wimmer Versuchsstunde: 3 00—59
 Schriftführer: Meyer
 Stundenmanipulant: Berger
 Minutenmanipulant: Mickl

Allgemeines:

Die von 6 Uhr 40 abgeschöpften Farbstoff-Chlorproben scheinen positiv zu sein. Proben werden sofort in die Zentralstation eingeliefert.

Stationszeichen: *K.*

Zeit	Signatur der Flasche für:				Trift	Wasser- menge in s/l	Wasser- temperatur	Lufttempe- ratur	Luftdruck in mm
	Analyse		Plankton	Farbstoff- Chlor- probe					
	chemi- sche	Sauer- stoff							
00	<i>K 28</i>	/	/	K 29	/	/	/	8° C	/
05	/	/	/	K 30	/	14	/	/	/
10	/	<i>K 31</i>	/	K 32	/	/	9° C	/	736
15	/	/	/	K 33	/	/	/	/	/
20	/	/	<i>K 34</i>	K 35	/	/	/	/	/
25	/	/	/	K 36	/	/	/	/	/
30	/	/	/	K 37	/	/	/	/	/
35	/	/	/	K 38	/	/	/	/	/
40	/	/	/	<i>K 39</i>	/	/	/	/	/
45	/	/	/	<i>K 40</i>	/	/	/	/	/
50	/	/	/	<i>K 41</i>	/	/	/	/	/
55	/	/	/	<i>K 42</i>	/	/	/	/	/
	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fig. 1. Muster eines ausgefüllten Stundenblattes. Dieses Stundenblatt besagt, daß in der 6. Tages- bzw. in der 3. Versuchsstunde um 00 Minuten die chemische Analyse gezogen und die Lufttemperatur gemessen, um 5 Minuten die Wassermenge ermittelt, um 10 Minuten die Sauerstoff-Probe gezogen, die Wassertemperatur und der Luftdruck ermittelt, um 20 Minuten das Plankton entnommen und ferner alle 5 Minuten das Wasser für die Farbstoff-Chlorprobe entnommen wurde. Bei der Vorprüfung haben sich die Farbstoff-Chlorproben von 00—35 Minuten farbstoff- und chlornegativ erwiesen, die anderen Proben scheinen positiv zu sein und wurden in die Zentralstation zur weiteren Untersuchung eingeliefert.

D. Messungen und Entnahmen.

Die Durchführung der Messungen und Entnahmen ist im nachfolgenden genau beschrieben, wobei eine gewisse Typisierung und bei den Beschreibungen Darstellungen angestrebt wurden, auf Grund derer auch mit solchen Dingen sonst weniger Vertraute diese Messungen und Entnahmen ohne Schwierigkeit besorgen können.

Die Messungen und Entnahmen haben selbstverständlich strenge nach den gegebenen Weisungen vorgenommen zu werden, damit ein möglichst einheitlich abgelesenes Beobachtungs- und entnommenes Analysenmaterial zustande kommt.

Bei allen Handlungen ist mit großer Bedachtsamkeit, ohne jede Hast und Eile, vorzugehen. Die Wasserentnahme hat stets so zu geschehen, daß eine Verschmutzung der Wasserstelle sorgfältigst vermieden wird. Das Wasserschöpfen hat ruhig zu erfolgen, ohne daß Schlamm oder sonstige Sinkstoffe aufgewirbelt werden.

Bei den Flaschen für die Aufnahme der Wasserproben hat man sich vorher zu überzeugen, daß sie rein sind, und vor dem Eingießen der Probe sind sie nochmals mit Wasser durchzuspülen.

1. Gesteinsprobeentnahme.

In der nächsten Nähe der Versuchsstation werden von dem anstehenden Gestein einige kleine Handstücke losgeschlagen, in das Mustersäckchen getan und zum Abtransport in die Zentralstation beiseite gelegt. Ebenso verfährt man mit den aus dem Wassergerinne entnommenen Materialproben (Lehm, Schotter usw.), wobei man diese in der Regel aus der Gerinnestelle entnimmt, aus der die Wasserproben gezogen werden.

2. Altwasserentnahme.

Für die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben (S. 25) und gegebenenfalls auch für die kolorimetrische Schätzung des Farbstoffgehaltes ist Altwasser notwendig. Dasselbe wird kurz vor Versuchsbeginn in vier Ganzliter-Flaschen geschöpft, die Flaschen verkorkt und mit Etiketten, die das Stationszeichen und die Bezeichnung „Altwasser“ tragen, versehen. Eine dieser Flaschen bleibt, sofern die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben in der betreffenden Station selbst durchgeführt werden, bei der betreffenden Station, die restlichen drei werden in die Zentralstation eingeliefert. Von Stationen, die keine Vorprüfungen durchführen, werden alle Flaschen mit entnommenem Altwasser in die Zentralstation eingeliefert.

3. Temperaturmessung der Luft.

Ein träges Thermometer wird nahe der Entnahmestation an einer Stelle, deren Temperatur nicht mehr durch die Anwesenheit des Stationspersonales (be-

sonders wichtig in engen Höhlen!) beeinflußt wird, freischwebend, wenigstens 20 cm von der Wand entfernt, aufgehängt. Stündlich wird es vorsichtig, ohne daß durch Berührung mit der Hand oder sonstwie der Quecksilberstand verändert würde, auf einen Zehntelgrad genau abgelesen und in das betreffende Quadrat des Stationsbuches die Ablesung eingetragen. (Bei Dunkelheit, weit entfernt, von einer Flamme, am besten mit elektrischer Taschenlampe ablesen!)

4. Temperaturmessung des Wassers.

Stehen eigene Wasserthermometer zur Verfügung, so werden diese in das Wasser, knapp oberhalb der Wasserentnahmestelle eingelegt, stündlich herausgenommen und die Temperatur unter den angegebenen Vorsichtsmaßregeln abgelesen und die Ablesung in das betreffende Quadrat des Stationsbuches eingetragen.

Stehen keine eigenen Wasserthermometer zur Verfügung, so legt man nach Ablesung der Lufttemperatur das Luftthermometer 15 Minuten lang in das Wasser, entnimmt es sodann, liest ab, trägt in das Stationsbuch ein, trocknet das Thermometer ab und hängt es wieder an seine frühere Stelle.

5. Messung des Luftdruckes.

Die Luftdruckablesung, die zur Berechnung der im Wasser vorhandenen gasförmigen Stoffe notwendig ist, wird vorsichtig mit einem rekompensierten Aneroid durchgeführt und muß auf einen Millimeter genau sein. Es ist zweckmäßig, vor der Ablesung auf das Aneroid ganz leicht mit dem Finger zu klopfen, um die natürliche Trägheit des Zeigers zu überwinden.

6. Messung der Wassermengen.

Diese geschieht nach Anordnung des Zentralleiters. Ihre Art ist abhängig von der Beschaffenheit der in Verwendung genommenen Wassermesser. Dort, wo die Wassermengen zu groß sind, um direkt gemessen werden zu können, muß man sie aus Geschwindigkeit und Profil berechnen.

7. Wasserentnahme für die chemische Analyse.

Eine reine und saubere Literflasche wird mit Wasser durchgespült und gegen die Wasserströmung, wenn möglich einige Zentimeter unter die Oberfläche des Wassers gehalten, damit möglichst wenig von der oberen Schichte des Wassers in die Flasche eintritt¹, wobei sorgfältig darauf zu achten ist, daß der Gerinneboden nicht aufgerührt wird. Auf diese Weise läßt man die Flasche volllaufen, verkorkt sehr kräftig, so zwar, daß zwischen Wasser und unterem Korkrande keine Luftblasen sind, treibt den Kork womöglich so tief ein, daß er eben mit dem oberen Flaschenrande ist, etikettiert, wickelt in Emballagepapier ein und stellt sie für den Abtransport beiseite. Die betreffende Etikettensnummer

¹ Dies ist notwendig wegen der Bestimmung des Gehaltes an freier Kohlensäure.

wird in das dem Zeitpunkte der Wasserentnahme entsprechende Quadrat des Stationsbuches eingetragen. (Wenn zu wenig Wasser vorhanden ist, um die Flasche unterzutauchen, schöpft man das Wasser, füllt damit die Flasche und behandelt sie weiter wie oben gesagt.)

8. Planktonentnahme.

Dort, wo das Wasser so stark ist, daß das Planktonnetz schwimmend gezogen werden kann, wird es ausgeworfen und ganz langsam, ohne daß ein merklicher Widerschwall entsteht, die ganze Schnurlänge gegen den Stromstrich eingezogen.

Dort, wo nicht so viel Wasser ist, daß das Planktonnetz schwimmend gezogen werden kann, legt man es in das Wasser ein, befestigt es, damit es nicht abgetriftet wird und läßt es 15 Minuten liegen.

In beiden Fällen zieht man es dann hoch, läßt das Wasser durch das Netz ablaufen, gibt die untere Öffnung des Metalltubus in den Hals der Flasche für die Planktonprobe, öffnet den Hahn und läßt den Inhalt des Tubus in das Entnahmegefäß abfließen. Hierauf versetzt man den Flascheninhalt mit etwa 5 cm³ 20%iger Formaldehydlösung, stopft gut zu, trägt die Nummer der Etikette, mit der man die Planktonflasche versieht, in dasjenige Quadrat des Stationsbuches ein, das zeitlich dem Hochziehen des Planktonnetzes entspricht, wickelt die Flasche in Emballagepapier und stellt sie für den Abtransport beiseite.

Das Planktonnetz wird verkehrt mit Wasser durchgespült und bis zur nächsten Entnahme sauber und rein verwahrt.

Dort, wo es sich um eine „quantitative“ Verwertung des Planktonbefundes handelt, wird nach A. Czerny das Planktonnetz freischwebend an einem geeigneten Ort aufgehängt und bei geschlossenem Metalltubus 100 Liter des zu untersuchenden Wassers eingegossen. Nach dem Durchlauf des Wassers verfährt man wie oben.

9. Wasserentnahme für die Sauerstoffgehaltanalyse.

In das vorbereitete Probeentnahmegefäß wird das Wasser vorsichtig einfließen gelassen (nicht geschöpft¹), und zwar so lange, bis eine vollständige Erneuerung des Wassers in der Flasche anzunehmen ist. (1 bis 2 Minuten.)

In das fast bis zum Rande vollgefüllte Entnahmegefäß, das man leicht schief neigt, wird die entkorkte Phiolen mit der farblosen Flüssigkeit (Lauge) in der Weise eingetragen, daß man mit der Fingerbeere den Oberrand der Phiolen leicht gegen den Flaschenrand andrückt, in die Phiolen aus dem Entnahmegefäß Wasser langsam einströmen und die so gefüllte Phiolen mit dem Boden nach unten auf den Boden des Entnahmegefäßes eingleiten läßt. Unmittelbar darauf verfährt man ganz gleich mit der anderen Phiolen mit der rötlichen Flüssigkeit (Mangan).

¹ Dies ist notwendig, damit der natürliche Sauerstoffgehalt der Probe nicht verändert werde.

Sind die beiden Phiolen eingetragen, so verschließt man die Flasche mit dem eingeriebenen Glasstöpsel mit größter Vorsicht, aber kräftig, so zwar, daß keine Luftblasen zurückbleiben, was man leicht dadurch erreicht, daß man den Glasstöpsel durch Eintauchen in Wasser vorerst anfeuchtet. Nun befestigt man den Glasstöpsel mit einer Spange fest an der Flasche und wendet die Flasche mehrmals kräftig um, wobei darauf zu achten ist, daß der Inhalt der beiden Phiolen vollständig in das Wasser austritt. Hierbei bildet sich ein flockiger Niederschlag, der allmählich absetzt. Die Flasche wird etikettiert und mit Emballagepapier umwickelt. Die Etikettennummer wird in das dem Zeitpunkte der Wasserentnahme entsprechende Quadrat des Stationsbuches eingetragen.

Wird der Abtransport der Flasche zur Zentralstation erst in einem späteren Zeitpunkte durchgeführt, so empfiehlt es sich, um ein Verdunsten von Wasser in der Flasche zu vermeiden, die Flasche mit dem Glasstöpsel nach unten in Wasser einzustellen und sie daraus erst vorsichtig unmittelbar vor dem Abtransporte in die Zentralstation zu entnehmen.

Die Reagenzphiolen sind möglichst aufrechtstehend, und zwar so, daß die Flüssigkeit die Korkstöpsel möglichst wenig berührt, zu verwahren. Auch ein Betropfen der Kleider oder der Haut mit Reagenzflüssigkeit ist strengstens zu vermeiden.

10. Wasserentnahme für die Farbstoff-Chlorprobe.

Alle 5, bzw. 10, bzw. 15 Minuten schöpft man Wasser. Mit diesem wird eine reine und saubere, vorerst durchgespülte Halbliter-Flasche voll gefüllt, verkorkt, etikettiert und in Emballagepapier gewickelt. Hierauf stellt man sie für den Abtransport beiseite.

Die betreffende Etikettennummer wird in das dem Zeitpunkte der Wasserentnahme entsprechende Quadrat des Stationsbuches eingetragen.

11. Beobachtung der Trift.

Während der ganzen Versuchszeit ist dem Triftdurchgange ein besonderes Augenmerk zuzuwenden. Unter Bezeichnung des betreffenden Triftstoffes, von dem auch Proben zu sammeln und in ein Säckchen zu verwahren sind, sind in den entsprechenden Quadraten des Stationsbuches fallweise die Eintragungen durchzuführen, mit den Zusätzen „Beginn“, „Vereinzelt“, „Mittel“, „Stark“, „Sehr stark“. Unter Umständen empfiehlt es sich auch, besondere Vermerke unter „Allgemeines“ in das Stundenblatt einzutragen. Besonders wichtig ist der Beginn der Durchtriftung und ihr starkes Auftreten.

12. Vorprüfung der Farbstoff-Chlorproben.

Die Vorprüfung hat den Zweck, aus der großen Fülle der Farbstoff-Chlorproben diejenigen auszusondern, welche farbstoff- oder chlorpositiv sind. Die Vorprüfung, die vom Stationsleiter am besten alle Stunden, also in einer Serie

für 12, bzw. 6, bzw. 4 Entnahmen durchzuführen ist, wird auf folgende Weise besorgt:

Ein Eprovettengestell wird mit 13 gleich hohen und gleich weiten Eprovetten versehen. Die 1. Eprovette (von links nach rechts) wird zu etwa $\frac{4}{5}$ mit Altwasser (S. 22) gefüllt. Die 2. Eprovette füllt man in gleicher Weise mit der 5-Minuten-, die 3. mit der 10-Minuten-, die 4. mit der 15-Minuten- usw. bis zur 13. mit der 55-Minuten-Entnahme, so zwar, daß in allen 13 Eprovetten das Wasser vollständig gleich hoch steht. Nun wird das Wasser in jeder Eprovette mit 2 bis 3 Tropfen Salpetersäure (1:3) versetzt, umgeschüttelt und eine Minute stehen gelassen. Dann stellt man das Eprovettengestell auf weißes Glanzpapier, beleuchtet seitlich und betrachtet die Wassersäule in den Eprovetten von oben nach unten. Diejenigen Proben, die im Vergleich zum Altwasser eine abweichende Färbung (bei Fuchsin rötlich, bei Fluoreszin fluoreszierend) zeigen, sind farbstoffpositiv; die keinen Unterschied zeigen, farbstoffnegativ. Die Flaschen mit farbstoffpositiven Proben werden wieder in Emballagepapier eingewickelt und bis zum Abtransport in die Zentralstation beiseite gestellt.

Diejenigen Muster in den Eprovetten, die farbstoffnegativ sind (sehr oft sind es alle), werden nun, ebenso wie die Probe des Altwassers mit je zwei Tropfen einer 1%igen Silbernitratlösung versetzt. Die in das Wasser langsam absinkenden Tropfen der Silbernitratlösung bilden bei Anwesenheit von Chlor Chlorsilber, das je nach der Stärke des Chlorgehaltes als opalisierende oder weißliche oder als weiße Chlorsilberwolke von verschiedener Mächtigkeit deutlich sichtbar wird, besonders dann, wenn man die Eprovetten gegen einen schwarzen Hintergrund (schwarzes Glanzpapier) betrachtet. (Tafel I, Fig. 1, 2.) Diejenigen Eprovetten, bei denen im Vergleiche zum Altwasser eine stärkere Opaleszenz, Trübung oder Flockung aufgetreten ist, sind chlorpositiv, die anderen chlornegativ. Die Flaschen der chlorpositiven Proben werden wieder in Emballagepapier eingewickelt und bis zu ihrem Abtransport in die Zentralstation beiseite gestellt.

Sowohl die farbstoff- als auch die chlorpositiven Proben müssen als eine kürzere oder längere Reihe, meist schwach beginnend, dann stärker werdend und allmählich abklingend, auftreten. Vereinzelt oder unregelmäßiges Auftreten hat meist seinen Grund in zufälligen Verunreinigungen.

Diejenigen Flaschen jedoch, welche sowohl farbstoff- als auch chlornegative Proben enthalten, werden ausgegossen, ihre Etikettensnummer in dem betreffenden Quadrate des Stationsbuches mit einem wagrechten Striche ausgestrichen, die Etikette von der Flasche entfernt und die Flasche selbst für die Aufnahme einer späteren Probe bereitgestellt.

Die Eprovetten werden nach Beendigung der Vorprüfung entleert, mit Wasser und der Eprovettenbürste gut gereinigt, wieder in das Gestell eingestellt und für die nächste Vorprüfung sauber verwahrt.

E. Das Einlieferungsblatt.

Alle Proben, die von den Versuchsstationen zur weiteren Analyse und Verarbeitung an die Zentralstation einzuliefern sind, werden mittels Einlieferungsblattes an die Zentralstation durch den betreffenden Stationsleiter überstellt oder vom Stationsinspektor übernommen.

Es sind dies folgende Proben:

1. Gesteinsproben.
2. Altwasserproben (nur für Entnahmestationen).
3. Kontramuster der Triftbeschickung (nur für Beschickungsstationen).
4. Allfällige Proben der aufgefangenen Trift (nur für Entnahmestationen).
5. Probe für die chemische Analyse.
6. Probe für die Sauerstoffgehalt-Analyse.
7. Planktonentnahme.
8. Farbstoff-Chlorprobe (nur für Entnahmestation) (wo die Vorprüfung der Farbstoff-Chlorprobe in der Entnahmestation selbst durchgeführt wird, nur die farbstoff- oder chlorpositiven Proben).

Einlieferungsblatt

der

Voll- station

Kaiserschützenhalle

Tag: 19. II. 1927

Tagesstunde: 6 00—59

Versuchsstunde: 3 00—59

Die von 6 Uhr 40 ab geschöpften Farbstoff-Chlorproben scheinen positiv zu sein. Bitte um sofortige genaue Untersuchung. Resultat der K-Station bekanntgeben. Bote wartet!

Stationszeichen: K.

Entnah- mzeit	Chemische Analyse	Sauerstoffbe- stimmung	Plankton	Farbstoff- Chlorprobe	
00	K 28	/	/	—	
05	/	/	/	—	
10	/	K 31	/	—	
15	/	/	/	—	
20	/	/	K 34	—	
25	/	/	/	—	
30	/	/	/	—	
35	/	/	/	—	
40	/	/	/	K 39	
45	/	/	/	K 40	
50	/	/	/	K 41	
55	/	/	/	K 42	

Fig. 2. Muster eines Einlieferungsblattes, ausgefüllt, zum Stundenblatt Fig. 1.

Das Einlieferungsblatt (Fig. 2) ist ganz analog den Stundenblättern des Stationsbuches angelegt. In dieses sind alle, innerhalb einer Versuchsstunde entnommenen und im Vorstehenden angeführten Proben einzutragen.

In der linken Blatthälfte ist der Name der Station, Tag und Stunde einzutragen. Darunter gegebenenfalls allfällige, die Zentralstation interessierende kurze Mitteilungen. Links unten ist das Blatt vom expedierenden Stationsleiter zu fertigen, der dafür verantwortlich ist, daß die Angaben auf dem Einlieferungsblatt konform den Eintragungen im Stationsbuche sind.

Auf der rechten Blatthälfte sind in die entsprechenden Quadrate die diesbezüglichen Aufzeichnungen des Stationsbuches einzutragen. Das Einlieferungsblatt wird vom Schriftführer der Station geführt und ist, um es vor Verschmutzungen zu schützen, gegen die Schriftseite hin, einmal der Länge nach und dann einmal der Breite nach zusammenzufalten, zu den entnommenen Proben der betreffenden Stunde zu legen und mit diesen der Zentralstation einzuliefern bzw. vom Stationsinspektor zu übernehmen.

F. Schlußbemerkung.

Es liegt in der Natur der Sache, daß in den vorstehenden Richtlinien nur allgemeine Anweisungen, gelegentlich etwas stärker schematisierend und ausgesprochen für die Praxis bestimmt, gegeben werden konnten. Dabei mußte, um überhaupt eine bestimmte Organisation, stellenweise bis in die letzten Details, durchführen zu können, von einer ganz bestimmten Versuchsanordnung mit ausgewählten, für die Gesamtheit des Versuches relevanten Detailbeobachtungen ausgegangen werden, wobei Beobachtungen gewählt werden mußten, die auch von weniger Geschulten verläßlich ausgeführt werden können. Spezialbeobachtungen lassen sich unschwer in das allgemein aufgestellte Schema eingliedern. Das vorliegende Schema soll aber nur den Zweck haben, zu zeigen, daß die bisher geübten Färbungs- oder Chlorierungsversuche durch entsprechende Organisation ohne wesentlichen Mehraufwand von Mitteln viel ergebnisreichere Beobachtungen ergeben können.

Bezüglich der Analysierung der gezogenen Muster sowie der Auswertung der Ergebnisse haben die vorliegenden Richtlinien, die nur für die Praxis geschrieben sind, nichts auszusagen. Darüber soll im Nachstehenden bei der kombinierten Chlorierung des Lurbuches und den Vergleichschlorierungen, woselbst das erstmal nach diesen Richtlinien eine kombinierte Chlorierung durchgeführt wurde, eine ausführliche Darstellung gegeben werden.

II. Die kombinierte Chlorierung des Lurbaches.

A. Einleitung.

Bei der am 18. und 19. November 1926 stattgefundenen kommissionellen Besichtigung der Lurhöhle bei Peggau und Semriach in Mittelsteiermark, an der alle interessierten Behörden des Bundes und des Landes, die Gemeinden sowie die interessierten Gesellschaften und Anrainer vertreten waren, wurde einstimmig die Notwendigkeit erkannt, daß es für die „Klarstellung der unterirdischen Entwässerungsverhältnisse vom Semriacher Becken zum Murtal und als Grundlage für alle weiteren einschlägigen Entschließungen unbedingt notwendig erscheint, durch einen Chlorierungsversuch die unterirdischen Abflußverhältnisse festzustellen. Erst nach dieser Arbeit könne durch eine Fachmännerkommission an eine Überprüfung der bestehenden Ausbauprojekte oder Neuerstellung eines solchen geschritten werden“.

Die Lurhöhle besitzt infolge ihrer hervorragenden Naturschönheit und der ungeheuren Ausdehnung ihrer Räume, sowie als aktive Wasserhöhle, insbesondere auch wegen ihrer außerordentlich leichten Erreichbarkeit, einen sehr bedeutenden fremdenverkehrsindustriellen Wert. Wenn sie einmal, auch verwöhnte Ansprüche berücksichtigend, ausgebaut sein wird, steht sie in keiner Weise anderen weltberühmten Tropfstein- und Wasserhöhlen nach, wobei ihr besonderer Reiz in der Befahrung als Durchgangshöhle liegen würde. Die größte Schwierigkeit einer großzügigen Erschließung sind die Hochwässer. Sie vernichten immer wieder alle Einbauten, gefährden die Besucher und zur Zeit der Hochwässer ist eine Befahrung unmöglich. Abgesehen von dem großen jährlichen Erhaltungsaufwand muß die Höhle vielfach, gerade im Sommer, zeitweise für den Besuch gesperrt werden, Umstände, die an eine großzügige Erschließung vorerst nicht denken lassen.

Es war die unwidersprochene Meinung, daß die Wässer, welche bei Semriach in die Lurhöhle eintreten, in den Riesenquellen bei Peggau austreten. Über die Wassergeschwindigkeit in den unbekanntenen Höhlenstrecken war man nicht unterrichtet; die Angaben der Ortsansässigen über die Zeit, welche ein Hochwasser zur Durchfließung der Strecke zwischen Semriach und Peggau benötigt, schwankten zwischen drei und acht Stunden.

Der Zweck des Kommissionsantrages war nun, durch eine Chlorierung zu erfahren, welche Zeit die Wässer von Semriach nach Peggau zum Abfließen

benötigen, ob in dem unterirdischen Gerinne große Staubecken dazwischen geschaltet sind oder die Wässer glatt die Höhlenstrecke durchfließen, dann ob es zweckmäßig wäre, in der Höhle selbst bestimmte Hochwasserschutzbauten aufzuführen und schließlich, ob von den Verhältnissen bei Niederwasser auch auf die bei Hochwasser gewisse Schlüsse gezogen werden könnten. An dem Zusammenhange der Semriacher- und Peggau-Wässer auch bei Niederwasser hat in diesem Zeitpunkte niemand gezweifelt.

Das Bundesdenkmalamt hat im Sinne des Kommissionsbeschlusses die Durchführung der Chlorierung verfügt und den Vorstand des Speläologischen Institutes, Univ.-Prof. Dr. Georg Kyrle, damit betraut. Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft stellte hiefür wegen der grundsätzlichen Bedeutung dieses Versuches für die Karsthydrographie und Karstwasserwirtschaft einen größeren Betrag zur Verfügung.

Auch Herr Sandor Wolf in Wien hat die Durchführung durch eine Spende von 100 Schilling sowie die Brauerei Gebrüder Reininghaus in Graz durch kostenlose leihweise Beistellung von 500 Flaschen für die Wasserprobenentnahmen unterstützt, wofür beiden auch an dieser Stelle nochmals der beste Dank ausgesprochen sei.

B. Die hydrologischen Verhältnisse des Gebietes.

Eine schwache halbe Stunde nordwestlich von dem idyllisch gelegenen Bergorte Semriach, am Fuße des Schöckels (Mittelsteiermark), verschwindet der in die Lurhöhle einfließende Lurbach (Lurbachschwinde, Fig. 3a). Er teilt sich etwa 50 m nach dem Eintritt in die Höhle in zwei Arme. Sein weiterer Verlauf ist unbekannt. Trotzdem ist sein ehemaliger Wasserlauf unschwer in den prächtigen Domen und Hallen der Lurhöhle zu erkennen. Diese sind im oberen Teile bis zur Kaskadenklamm von dem Wirtschaftsbesitzer Georg Schinnerl in Semriach mit einfachen Wegebauten und elektrischer Beleuchtung erschlossen und weisen herrliche Tropsteingebilde und riesige Raumentwicklungen auf.

Wir befinden uns in einem heute vollständig trockenen Altlauf des Lurbaches, der nur mehr bei starken Hochwässern von diesem benützt wird, was zur Folge hat, daß große Teile der Einbauten wieder weggerissen werden, Vermurrungen und Versandungen stattfinden und auch Menschenleben in höchste Gefahr geraten können, wie die seinerzeit mit so ungeheurem Aufsehen verbundene Einschließung von sieben Höhlenforschern vom 28. IV. bis 7. V. 1894 zeigt¹.

¹ Vergleiche u. a. Staindl R., Enthüllungen der Lurlochaffäre, Wien 1909. Setz, Die Rettungsarbeiten in der Lurlochhöhle bei Semriach (1 Plan), Graz 1902.

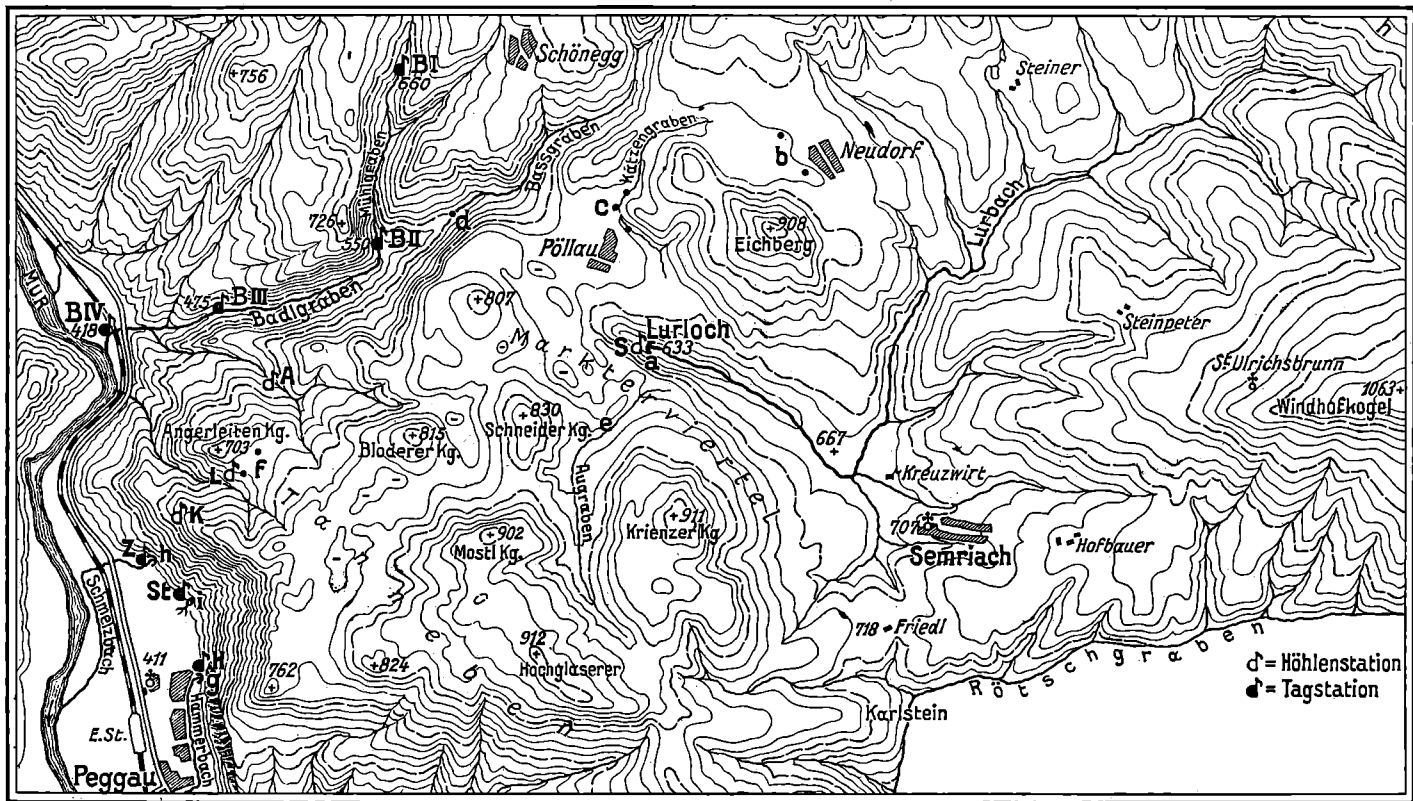


Fig. 3. Karte von Semriach-Peggau, mit den Versuchsstationen der Lurbach- und Badlbach-Chlorierung (unter Benützung der hydrologischen Karte des Beckens von Semriach von H. Bock [Mitteilungen für Höhlenkunde 1913, Heft 4]). (Den ungefähren Verlauf der Lurhöhle im Innern des Berges bezeichnen die Höhlenstationen S, A, L und K und die Punkte a und h.) (Siehe die Erklärung auf Seite 32.)

Erklärung zu Fig. 3. (Seite 31.)

A = Entnahmestation beim Schmelzbach-Ursprung in der unteren Lurhöhle; B I bis IV = Versuchsstationen der Badlbach-Chlorierung; H = Entnahmestation beim Hammerbach- (Felsenbach-) Ursprung; K = Entnahmestation in der Kaiserschützenhalle in der unteren Lurhöhle; L = Entnahmestation bei der Laurinsquelle in der unteren Lurhöhle; S = Beschickungsstation in der Lurbachschwinde bei Semriach; St = Entnahmestation bei der Steinbruchquelle bei Peggau; Z = Zentralstation der Lurbach-, Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung; a = Lurbachschwinde bei Semriach; b = Wasserschwinden bei Neudorf; c = Wasserschwinden in der Pöllau; d = Wasserschwinde im Baßgraben; e = Wasserschwinde im Augrabcn; f = Wasserschwinden in der Angerleiten; g = Hammerbach- (Felsenbach-) Ursprung bei Peggau; h = Schmelzbach-Austritt bei Peggau; i = Steinbruchquelle bei Peggau.

Von der Kaskadenklamm weiter bergwärts ist die Höhle nur mit größten Mühen befahrbar. Fließendes Wasser ist dort nirgends anzutreffen.

Erst etwa nach 3 km Höhlenverlauf trifft man einen Höhlenbach, der in dem großen Dome „Walhalla“ aus einem engen Felsenkanal, Schmelzbach-Ursprung¹ (Fig. 3 A), entspringt. Der Schmelzbach wird in der Höhle durch verschiedene Sickerwasserzutritte und insbesondere durch die Laurinsquelle verstärkt und tritt nach etwa 1200 m Entfernung 1 2 km nördlich von der Station Peggau an den Tag (Schmelzbach-Austritt, Fig. 3 h).

Etwa 50 Schritte südlich vom Schmelzbach-Austritt tritt eine kleine Quelle im Hofbauersteinbruch (Steinbruchquelle, Fig. 3 i) und weitere 700 m südlich der Hammer- oder Felsenbach (Hammerbach-Ursprung, Fig. 3 g) zutage. Sonst sind in dem einschlägigen Gebiete keinerlei Quellen bekannt.

Obwohl nach den ausgedehnten Forschungen von H. Bock und A. Mayer kaum bezweifelt werden kann, daß die obere Lurhöhle bei Semriach mit der unteren Lurhöhle bei Peggau ein einheitliches, genetisches, zusammenhängendes Höhlensystem darstellt, ist es bisher doch noch niemandem gelungen, in Semriach in der Lurhöhle ein- und bei Peggau auszufahren bzw. die Höhle in umgekehrter Richtung zu durchfahren. Dieser Umstand hängt möglicherweise damit zusammen, daß viele Höhlenteile außerordentlich unübersichtlich sind und durch Hochwässer stark verschottern, die früher praktikablen Durchgänge verschließen, andere wieder aufreißen, so daß nach jedem Hochwasser

¹ Der Schmelzbach-Ursprung wurde seinerzeit von H. Bock (Charakter des mittelsteirischen Karstes. Mitteilungen für Höhlenkunde 1913, Heft 4, S. 1) Andwari-Ursprung bzw. der Bach Andwaribach, zur Unterscheidung von der Laurinsquelle, genannt. Die Sprengungen bzw. Übertunnelungen der nachgeschalteten, früher unbefahrbaren Siphons durch A. Mayer haben nun den längst vermuteten unmittelbaren Zusammenhang des „Andwari-Ursprung“ mit dem Schmelzbache bestätigt, so daß derselbe jetzt als „Schmelzbach-Ursprung“ bezeichnet werden soll.

in vielen Teilen der Höhle ganz andere Verhältnisse angetroffen werden wie früher und dadurch auch alte Durchstiege manchmal nicht mehr zu finden sind. Bei dieser Sachlage überrascht es nicht, daß der beste Kenner der Lurhöhle, H. B o c k, versichert, er habe mit seinen Begleitern schon mehrmals Punkte in der Höhle, wie z. B. den Zierhutsee, sowohl von Semriach als auch von Peggau aus erreichen können.

H. B o c k¹ hat nun angenommen, daß der Lurbach bei Mittel- und Niederwasser nur den Hammerbach, bei Hochwasser dagegen auch den Schmelzbach alimentiert, während bei Niederwasser der Schmelzbach-Ursprung sein Wasser aus den Wasserschwinden bei Neudorf, Pöllau, Baßgraben und Aufragen (Fig. 1 b, c, d, e) und die Laurinsquelle das ihre aus den Abflüssen der Tannebenmulde erhält.

Zur Annahme der Verbindung Lurbachschwinde—Hammerbach ist zu bemerken, daß die gelegentlichen, annähernd synchronen Wasserschätzungen bei Niederwasser stets ein sehr starkes Defizit für die Lurbachschwinde ergaben, weshalb die Annahme der Alimentierung des Hammerbaches durch starke Zutritte auch anderweitiger Fremdwässer notwendig ist, was wieder den Gedanken diskutabel erscheinen läßt, ob nicht Wässer der etwa 4 km vom Hammerbach-Ursprung OSO liegenden Kesselbachschwinde den Hammerbach alimentieren. Die Lösung dieser Frage muß aber einem späteren Versuche vorbehalten bleiben und gehört nicht unmittelbar hieher.

Man nahm nun in letzter Zeit allgemein an, daß der Schmelzbach nicht nur bei Hochwasser, sondern auch bei Niederwasser, zwar wohl unter Beteiligung der Klüftwässer des Tanneben-Plateaus, im wesentlichen aber von der Lurbachschwinde alimentiert wird, eine Ansicht, die auch annähernd mit den allerdings nur ganz roh durchgeführten Wassermengenschätzungen bei der Lurbachschwinde und dem Schmelzbach-Austritt in Übereinstimmung zu bringen war.

C. Die Vorbereitung.

Aus der großen Fülle der in diesem Gebiete ungelösten karsthydrologischen Fragen mußten bei dem Niederwasserversuch diejenigen zur Lösung herausgegriffen werden, die in erster Linie für die Sicherung und für den Ausbau des Schauhöhlenbetriebes in der Lurhöhle relevant sein konnten. Ferner war eine Versuchsanordnung zu wählen, die es ermöglichte, unter Hinweglassung von tief im Berge situierten, durch Hochwässer gefährdeten Versuchsstationen, die Ergebnisse einer kombinierten Chlorierung bei Mittel- bzw. Hochwässern auch mit denen der Niederwasserchlorierung zu vergleichen.

¹ A. a. O. Karte.

Die Fragestellung war folgende:

1. Werden bei Niederwasser die Quellen in der unteren Lurhöhle (Schmelzbach-Ursprung und Laurinsquelle) bzw. der Schmelzbach überhaupt, dann die Steinbruchquelle und der Hammerbach-Ursprung von den Wässern der Lurbachschwinde alimentiert?

2. Im Falle der Bejahung der ersten Frage: In welchem Ausmaße, in welcher Zeit und unter welchen Verhältnissen geschieht dies?

Der Versuch wurde, um die tief in der unteren Lurhöhle postierten Vollstationen A und L möglichst gegen plötzlich auftretende Hochwässer gesichert zu wissen, im Winter durchgeführt und der Versuchsbeginn für den 18. II. 1927, 21^h, festgesetzt.

Für den Vollversuch wurde eine 24stündige Dauer vorgesehen und Veranlassung getroffen, soferne der Fuchsin- oder Chlordurchgang bis dorthin noch negativ sein sollte, die Tätigkeit der Entnahmestationen als Chlorstationen zu verlängern.

Der gegebene Platz für die Errichtung der Zentralstation war das Gastwirtschaftsgebäude beim Schmelzbach-Austritt. Im Tanzsaale dieses Gebäudes wurde das behelfsmäßige Laboratorium errichtet. Dortselbst wurden auch alle chemischen Analysen von mir durchgeführt.

Bei der Lurbachschwinde wurden die Beschickungsstation (Station S, Fig. 3 S), beim Schmelzbach-Ursprung (Station A, Fig. 3 A) und bei der Laurinsquelle (Station L, Fig. 3 L) je eine Vollstation etabliert. Sie hatten die Aufgabe, den eventuellen Trift-Farbstoff-Chlordurchgang sowie den Chemismus der Gewässer usw. an der Stelle festzustellen, von der aus die Wässer nicht mehr weiter bergwärts verfolgt werden konnten.

Die Chlorstation am Schmelzbach in der Kaiserschützenhalle (Station K, Fig. 3 K) hatte lediglich die Aufgabe, den eventuellen Trift-Farbstoff- und Chlordurchgang zu beobachten, auf diese Weise die bezüglichlichen Ergebnisse der Station A und L zu kontrollieren und über die Laufgeschwindigkeit der Wässer von diesen beiden Stationen bachabwärts etwas auszusagen, um bei einem Hochwasserversuch gewisse Analogien auch für die Station A und L zu haben, welche Stationen wegen Hochwassergefahr bei Mittel- und Hochwässern nicht besetzt werden können.

Bei der Steinbruchquelle wurde lediglich aus Kontrollgründen eine Chlorstation (Station St, Fig. 3 St) errichtet. Eine wenn auch nur teilweise Alimentation dieser Quelle von der Lurbachschwinde her, schien von allem Anfang an unwahrscheinlich.

Beim Hammerbach-Austritt war eine Vollstation (Station H, Fig. 3 H) etabliert.

Alle genannten Versuchsstationen wurden sachlich und personell von der Zentralstation aus dotiert. Zur leichteren Abwicklung des Verkehrs zwischen der Zentralstation und den Stationen A und L wurde einige Tage vorher der vom letzten Hochwasser fast völlig abgerissene Bretterweg wieder notdürftig instand gesetzt, um den Expeditionsteilnehmern wenigstens das eine zu ersparen, daß sie stellenweise bis zur Hüfte durch das Wasser hätten waten müssen. Zur schnelleren Verständigung wurde unter der Leitung von Oberstleutnant F. Mühlhofer von der Zentralstation zu diesen beiden Stationen eine Feldtelephonleitung gelegt, die sich als außerordentlich segensreich erwies.

Zwischen der Zentralstation und der Beschießungsstation (Station S) bestand auch während der Nacht eine durch die Freundlichkeit der Post- und Telegraphendirektion für Steiermark in Graz hergestellte telephonische Dauer-Verbindung der Telephonämter Peggau und Semriach, die auch deshalb außerordentlich notwendig war, da bei stärkeren Niederschlägen im Polje von Semriach das Personal der Höhlenstationen wegen Hochwassergefahr sofort hätte zurückgezogen werden müssen.

Die Teilnehmer an dem Versuche waren fast durchwegs freiwillige Mitarbeiter, und zwar:

Bock Hermann, Ing., Kulturrat, Graz; Caspart Julius, Oberst d. R., Wien; Czerny Adolf, Professor, Wien; Fekonja Johann, Kapfenberg; Goldschmidt Alfred, Wien; Guggeneder Marie, Wien; Hiebler Jakob, Kapfenberg; Hofer Andreas, Wien; Kail Ernst, Mürrzusschlag; Kriegler Karl, Fachlehrer, Wien; Kyrle Georg, Dr., Univ.-Prof., Wien; Lang Michael, Wien; Lechner Franz, Major, Wiener-Neustadt; Mandl Franz, Kapfenberg; Mayer Hermann, Peggau; Model Josef, Infanterist, Wr.-Neustadt; Mühlhofer Franz, Oberstleutnant, Wr.-Neustadt, Mühlhofer Carola, Wr.-Neustadt; Pergassevitsch, Gefreiter, Wr.-Neustadt; Pinsker Johann, Hilfsarbeiter, Peggau; Potisek Leopold, Mürrzusschlag; Ruseheim Josef, Kapfenberg; Saar Rudolf, Dr., Sektionsrat, Wien; Sackl Franz, Peggau; Sans Karl, Hilfsarbeiter, Peggau; Schinnerl jun., Semriach; Schwarzl Matthias, Hilfsarbeiter, Peggau; Schweiger Karl, Kapfenberg; Siegert Leopold, Wien; Stadelbauer Grete, Wien; Stingl Alois, Hilfsarbeiter, Peggau; Stingl Johann, Hilfsarbeiter, Peggau; Stolzenberger Martin, Hilfsarbeiter, Peggau; Supantschitsch Martin, Weiz; Toenies Rosa, Wien; Tomschik Josef, Fachlehrer, Wien; Wichmann Heinrich, Wien; Willvonseder Kurt, cand. phil., Wien; Wolf Karl, Dr., o. ö. Hochschulprofessor, Wien; Ziberl Engelbert, Wien.

Die Einteilung der Teilnehmer ergibt sich aus der Besetzung der Versuchsstationen.

Für die vielfache, sehr schwere, nicht ungefährliche, äußerst anstrengende und sehr verantwortungsvolle Arbeit sei auch hier allen, die an der Durchführung des Versuches teilgenommen haben, nochmals der herzlichste Dank gesagt. Ohne das verständnisvolle und pflichtgetreue Zusammenarbeiten aller Teilnehmer wäre es unmöglich gewesen, diesen umfangreichen Versuch ohne jede Störung und jede personelle Reserve reibungslos durchzuführen.

D. Die Versuchsstationen.

STATION Z.

Die Zentralstation (Stationszeichen Z) und das behelfsmäßige chemische Laboratorium wurden vom Zentralleiter Dr. G. Kyrle unter Mithilfe von L. Siegert eingerichtet und die Versuchsstationen von hier aus sachlich und personell dotiert.

Zentralleiter: Dr. G. Kyrle.

Zentralleiterstellvertreter: Ing. H. Bock, später Dr. R. Saar.

Schriftführer: J. Caspart, 18. II. 1927, 21^h bis 20. II., 6^h.

Stationsinspektoren: K. Kriegler, 18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 9^h.

J. Tomschik, 19. II. 1927, 9^h bis 20. II., 6^h.

Den Stationsinspektoren zugeteilt: F. Mandl.

Laborant: L. Siegert, 18. II. 1927, 21^h bis 20. II., 6^h.

Das Material der Stationen A und L wurde bei deren Abrüstung von dem Stationsinspektor K. Kriegler unter Mitwirkung von K. Willvonseder, mit dem Hilfspersonal Ziberl, Hofer und Toenies eingebracht, eine besonders für die körperlich bereits sehr stark überangestregten Teilnehmer sehr schwere Arbeit.

Die Zentralstation wurde nach Abschluß der Arbeiten und Liquidierung des ganzen Versuches am 23. II. 1927 vollständig aufgelöst.

STATION S.

Die Beschickungsstation bei der Lurbachschwinde bei Semriach (Stationszeichen S) wurde vom Stationsleiter Dr. Rudolf Saar (Wien) am 18. II. 1927, früh, etabliert. Dabei standen ihm G. Stadlbauer (Wien) und M. Lang (Wien) sowie Schinnerl jun. (Semriach) helfend zur Seite.

Von der Annahme ausgehend, daß die Wässer von der Beschickungsstation bis zu ihrem Durchgange in der Entnahmestation höchstens zwölf Stunden benötigen und der Versuchsbeginn für 18. II. 1927, 21^h festgelegt wurde, aktivierte der Stationsleiter am 18. II. 1927, um 10^h die Beschickungsstation. Von diesem Zeitpunkte bis zum 19. II. 1927, 12^h wurden die Wassermengen-, Wassertemperatur- und Lufttemperaturmessungen und die Entnahmen für die chemischen Analysen jede Stunde, Luftdruckmessungen, Sauerstoffproben- und Planktonentnahme jede dritte Stunde durchgeführt.

Sämtliche Messungen und Entnahmen fanden an einer bestimmten Stelle des Bachlaufes in der Doline, im Freien, vor der Gabelung des Lurbaches, statt.

Während der ganzen Etablierungszeit vom 18. II. 1927, 10^h bis 19. II. 1927, 12^h war als Stationsleiter Dr. Rudolf Saar, als Schrift-

führerin G. Stadlbauer und als Manipulant M. Lang ohne Ablösung ununterbrochen tätig.

Die Messung der Wassermenge geschah, da sich der eingebaute Überfall als undicht erwies, durch Berechnung. „Hiezu wurde ein 10 m langer Teil des Bachlaufes auf eine Breite von durchschnittlich 150 cm verdämmt. Tiefe nach verschiedenen Messungen etwa 10 cm. Es wurden zwei Pegel eingebaut und der Wasserspiegel auf ± 0 gestellt. Wiederholte Triftversuche ergaben für 10 m 10 Sekunden. Boden mit 5 bis 15 cm Durchmesser aufweisenden Bruchsteinen versetzt.“ Die Berechnung ergab für ± 0 Pegel 75 s/l. Aus dem wechselnden Pegelstande und der Geschwindigkeit unter Bezugnahme auf den Normalwasserwert wurden die Wassermengen errechnet.

Beschickungen (Taf II, Fig. 1).

18. II. 1927, 21^h. Linker Lurbacharm mit 5 kg Korkschnitzel.

21^h 10. Linker Lurbacharm mit 500 g gelöstem Fuchsin.

21^h 35. Linker Lurbacharm mit 250 kg käuflichem Viehsalz.

(Linker Lurbacharm etwa 20 s/l, rechter Lurbacharm etwa 30 s/l.)

19. II. 1927, 6^h. Rechter Lurbacharm mit etwa 1000 Stückchen Holztrift.

6^h 10. Rechter Lurbacharm mit 500 g gelöstem Fuchsin.

6^h 35. Rechter Lurbacharm mit 250 kg käuflichem Viehsalz.

(Linker Lurbacharm etwa 5 s/l, rechter Lurbacharm etwa 45 s/l.)

Die Beschickungsstation wurde am 19. II. 1927, 12^h vollständig aufgelöst.

STATION A.

Die Entnahmestation beim Schmelzbach-Ursprung in der Lurhöhle bei Peggau (Stationszeichen A) begann der erste Stationsleiter cand. phil. K. Wilvonseder (Wien) am 18. II. 1927, um 14^h, einzurichten. Hierbei standen ihm H. Mayer, M. Stolzenberger und J. Pinsker (sämtliche Peggau) helfend zur Seite.

Die Situierung der Station A ist aus Fig. 4 und Taf II, Fig. 2, zu entnehmen.

Die Station begann ihre Tätigkeit als Vollstation am 18. II. 1927, um 21^h. Von diesem Zeitpunkte bis zum 19. II. 1927, 20^h wurden die Wassertemperatur- und Lufttemperaturmessungen jede Stunde, die Wassermengenmessung und die Entnahmen für die chemischen Analysen jede zweite Stunde, Luftdruckmessungen, Sauerstoffproben und Planktonentnahmen jede dritte Stunde durchgeführt.

18. II. 1927, 21^h bis 19. II. 1927, 9^h (Vollstation mit Vorprüfung).

Stationsleiter: cand. phil. K. Wilvonseder (Wien), Schriftführer: H. Mayer (Peggau), Stundenmanipulant: M. Stolzenberger (Peggau), Minutenmanipulant: J. Pinsker (Peggau).

19. II. 1927, 9^h bis 20^h (Vollstation mit Vorprüfung).

Stationsleiter: Oberstleutnant F. Mühlhofer, Schriftführerin: C. Mühlhofer, Manipulant: J. Model (sämtliche Wr.-Neustadt), Verbindungsdienst: Major F. Lechner (Wr.-Neustadt).

19. II. 1927, 20^h bis 20. II. 8^h (Chlorstation, Vorprüfung wurde in der Zentralstation durchgeführt).

Stationsleiter: A. Goldschmidt (Wien), Schriftführerin M. Gugeneder (Wien).

Der im Schmelzbach-Ursprung eingebaute Modulus (Taf. III, Fig. 1) bestand aus einem kleineren Ausschnitte von 13'5 cm Weite. Dann folgte ein

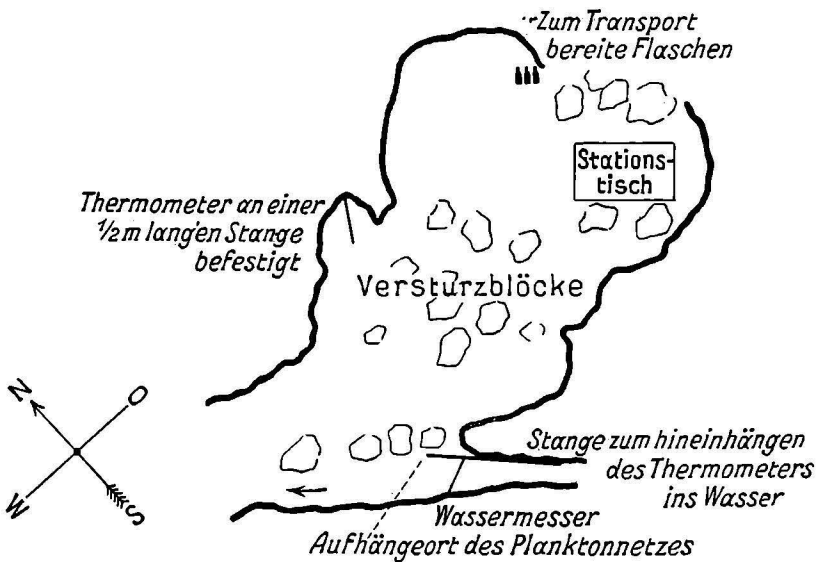


Fig. 4. Situierung der Station A (nach einer Skizze von K. Willvonseder).

fester Zwischenraum von 30 cm Breite und dann ein großer Ausschnitt von 33'5 cm Weite. Die überfallende Wassermenge des kleinen Ausschnittes wurde in einem geeichten Gefäß gemessen, die Wassermenge auf die Ergebigkeit einer Sekunde reduziert, mit 3'5 multipliziert und so die Gesamtzahl der Sekundenliter gewonnen.

Chlor-Farbstoffproben wurden in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h bis 19. II. 1927, 12^h 10, in einem Intervall von je 5 Minuten, von 12^h 15 bis 20. II. 1927, 8^h 45 in einem Intervall von je 15 Minuten entnommen.

Alle während der vorbezeichneten 36 Stunden gezogenen Proben waren sowohl farbstoff- als auch chlornegativ. Trift konnte keine beobachtet werden.

Am 19. II. 1927, 21^h, wurde die Vollstation in eine Chlorstation umgewandelt, am 20. II. 1927, um 9^h, vollständig aufgelöst.

STATION L.

Die Entnahmestation bei der Laurinsquelle in der Lurhöhle bei Peggau (Stationszeichen L) begann der erste Stationsleiter H. E. Wichmann (Wien) am 18. II. 1927, um 14^h einzurichten. Hierbei standen ihm M. Schwarzl (Peggau) und A. Stingl (Peggau) helfend zur Seite.

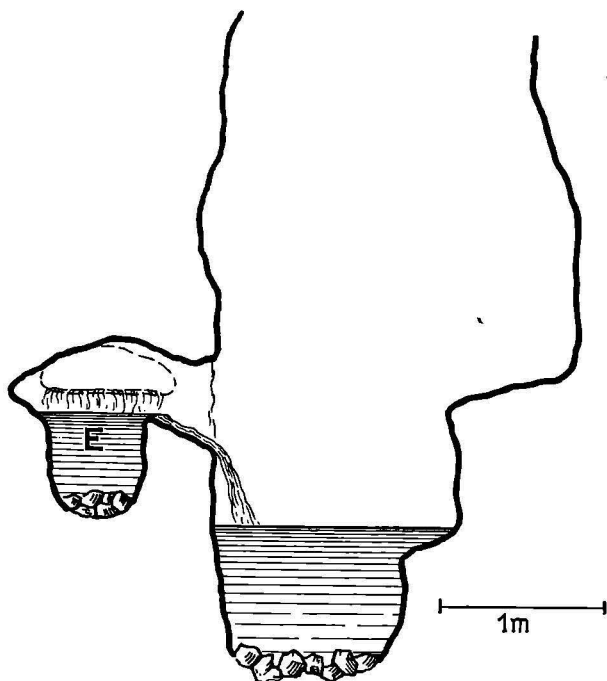


Fig. 5. Profil der Laurinsquelle (Station L). E = Wasserentnahmestelle. (Nach einer Skizze von H. E. Wichmann.)

Die Situierung der Station L ist aus Fig. 5, 6 und Taf. III, Fig. 2, Taf. IV, Fig. 1, zu entnehmen.

„Der Standort der Station L war nächst dem Punkte 28 des Bockschen Vermessungspolygons, am rechten Ufer des Schmelzbaches, wo auf der linken Seite hinter Blöcken die Laurinskluft einmündet.

Die Entnahmestelle (E) war der kleinere, höher gelegene Topf, etwa 10 m oberhalb der Einmündung. Das in ihn in freiem Falle (10 cm hoch) einstürzende Wasser durchläuft vor dem Topf eine enge, niedere Spalte (0'20 m Höhe, 0'60 m Breite) und kommt in rascher Bewegung, Wirbel

und kleine Kaskaden bildend, herab. Hier die Wasserproben zu entnehmen, schien selbst in Bezug auf den Sauerstoffgehalt ungefährlich, weil das Bächlein in der letzten Strecke vor dem Topfe lebhaft bewegt ist und außerdem etwa 90 m oberhalb einen etwa 6 m hohen Wassertall bildet. Beide Umstände führen zu einer Sauerstoffanreicherung, die durch den freien Fall der letzten Strecke wohl nicht mehr wesentlich vermehrt werden kann.

Die Lufttemperatur (LT) wurde wegen der Enge des Beobachtungsortes etwa 10 m oberhalb gemessen.

Die Messung der Wassermenge war dadurch erleichtert, daß das Bächlein aus dem Entnahmepf in freiem Falle abstürzt. Sie konnte daher direkt erfolgen“¹.

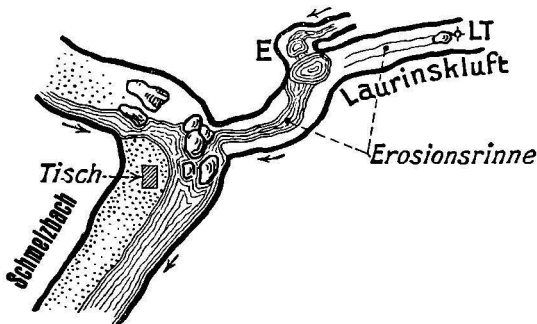


Fig. 6. Situierung der Station L. E = Wasserentnahmestelle. LT = Stelle für Lufttemperaturmessung. (Nach einer Skizze von H. E. Wichmann.)

Die Station begann ihre Tätigkeit als Vollstation am 18. II. 1927, um 21^h. Von diesem Zeitpunkte bis zum 19. II. 1927, 20^h, wurden die Wassertemperatur- und Lufttemperaturmessungen jede Stunde, die Wassermengenmessung und die Entnahmen für die chemischen Analysen jede zweite Stunde, Sauerstoffproben und Planktonentnahmen jede dritte Stunde durchgeführt. Die Luftdruckmessung der Station A hat auch für die Station L Geltung.

18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 8^h (Vollstation mit Vorprüfung).

Stationsleiter: H. E. Wichmann (Wien), Schriftführer: M. Schwarzl (Peggau), Manipulant: A. Stingl (Peggau).

19. II. 1927, 8^h bis 20^h (Vollstation mit Vorprüfung).

Stationsleiter: o. ö. Hochschulprofessor Dr. K. Wolf (Wien), Schrift-

¹ Eintragung H. E. Wichmanns ins Stationsbuch.

führer: M. Supantschitsch (Weiz), Manipulant: Pergassewitsch (Wr.-Neustadt).

19. II. 1927, 20^h bis 20. II., 8^h (Chlorstation, Vorprüfung wurde in der Zentralstation durchgeführt).

Stationsleiter: E. Kail (Mürzzuschlag), Schriftführer: L. Potisek (Mürzzuschlag).

Farbstoff-Chlorproben wurden in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h bis 19. II. 1927, 3^h 40, in einem Intervall von je 5 Minuten, vom 19. II. 1927, 3^h 50 bis 7^h 50, in einem Intervall von je 10 Minuten und vom 19. II. 1927, 8^h bis 20. II. 1927, 8^h 45, in einem Intervall von je 15 Minuten entnommen.

Alle während der vorbezeichneten 36 Stunden gezogenen Proben waren sowohl farbstoff- als auch chlornegativ. Trift konnte keine beobachtet werden.

Am 19. II. 1927, 21^h, wurde die Vollstation in eine Chlorstation umgewandelt, am 20. II. 1927, um 9^h, vollständig aufgelöst.

STATION K.

Die Entnahmestation in der Kaiserschützenhalle in der Lurhöhle bei Peggau (Stationszeichen K) begann ihre Tätigkeit am 18. II. 1927, um 21^h. Sie wurde als einfache Chlorstation etabliert; die Vorprüfung wurde in der Zentralstation durchgeführt.

Das Wasser wurde knapp unterhalb des kleinen Wasserfalles entnommen.

18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 10^h.

Stationsleiter: A. Hofer (Wien), Schriftführerin: R. Toenies (Wien).

19. II. 1927, 10^h bis 20^h.

Stationsleiter: J. R u s h e i m (Kapfenberg).

19. II. 1927, 20^h bis 20. II., 6^h.

Stationsleiter: F. M a n d l (Kapfenberg).

Farbstoff-Chlorproben wurden in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h bis 19. II. 1927, 3^h, in einem Intervall von je 5 Minuten, vom 19. II. 1927, von 3^h 10 bis 8^h in einem Intervall von je 10 Minuten und vom 19. II. 1927, 8^h 20 bis 20. II. 1927, 8^h, in einem Intervall von je 20 Minuten entnommen.

Alle während der vorbezeichneten 35 Stunden gezogenen Proben waren sowohl farbstoff- als auch chlornegativ. Trift konnte keine beobachtet werden.

STATION H.

Die Entnahmestation beim Hammerbach-Ursprung in Peggau (Stationszeichen H) wurde von der Zentralstation, von der sie nur fünf Minuten Gehzeit entfernt war, eingerichtet.

Eine Ansicht der Hammerbachvaocluse gibt Taf. IV, Fig. 2. Das Wasser tritt frei fließend als Bach von etwa 5 m Breite und 50 cm Tiefe aus. Vom Rande des Felsdaches ist der Wasserlauf bergwärts nach etwa 5 m, auf der linken Seite noch etwas tiefer verfolgbar, dann hängen die Felsenkulissen, einen Siphon bildend, in das Wasser ein.

Die Entnahmestelle der Station H war, noch unter dem Felsendache, so weit als möglich bergwärts situiert.

Ihre Tätigkeit als Vollstation begann sie am 18. II. 1927, um 21^h. (Die Vorprüfung wurde in der Zentralstation durchgeführt.) Von diesem Zeitpunkte an bis zum 19. II. 1927, 20^h, wurden die Wassertemperatur- und Lufttemperaturmessungen jede Stunde, die Entnahmen für die chemische Analyse jede zweite Stunde, Sauerstoffproben und Planktonentnahmen jede dritte Stunde durchgeführt. Die Luftdruckmessung für die Station H wurde in der Zentralstation besorgt.

18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 10^h (Vollstation).

Stationsleiter: A. Goldschmidt (Wien), Schriftführerin: M. G u g e n e d e r (Wien).

19. II. 1927, 10^h bis 21^h (Vollstation).

Stationsleiter: K. Schweiger (Kapfenberg), Schriftführer: J. F e k o n j a (Kapfenberg).

19. II. 1927, 21^h bis 21. II., 7^h (Chlorstation).

Entnehmer: Abwechselnd H. Mayer und F. Sackl (beide Peggau). Die Wassermenge wurde errechnet. Es wurde aus drei verschiedenen Oberflächengeschwindigkeitsmessungen das Mittel errechnet; weiters wurden in einer 17 m langen Strecke fünf Profile gemessen und aus den Maßen ebenfalls das Mittel errechnet; schließlich wurde die Wassermenge unter Zugrundelegung des Faktors 0·6 mit 271 s/l errechnet. (Zeit 19. II. 1927, 10^h.) Dieser Zahl kommt nur der Charakter eines schätzungsweisen Näherungswertes zu. Die Wassermengen schwanken ziemlich stark, sogar innerhalb kürzerer Zeit um mehrere Zentimeter Pegelstand.

Die Farbstoff-Chlorproben wurden in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 3^h 15 in einem Intervall von je 5 Minuten, vom 19. II. 1927, 3^h 25 bis 7^h 15 in einem Intervall von je 10 Minuten, vom 19. II. 1927, von 7^h 30 bis 10^h in einem Intervall von je 15 Minuten, vom 19. II. 1927,

10^h 20 bis 20. II., 8^h in einem Intervall von je 20 Minuten und vom 20. II. 1927, 8^h 30 bis 21. II., 7^h in einem Intervall von je 30 Minuten entnommen.

Alle während der vorbezeichneten 58 Stunden gezogenen Proben waren sowohl farbstoff- als auch chlornegativ. Trift konnte keine beobachtet werden.

Am 19. II. 1927, 21^h wurde die Vollstation in eine Chlorstation umgewandelt, am 21. II. 1927, 7^h vollständig aufgelöst.

STATION St.

Die Entnahmestation im Steinbruch Hofbauer bei Peggau (Stationszeichen St) war nur zwei Minuten von der Zentralstation entfernt. In dem Hange, in welchem der Hofbauer-Steinbruch aufgebrochen ist, geht etwa 30 m über der Talsohle eine Quelle mit 2 bis 3 s/l auf, die kurz nach ihrem Ursprunge gefaßt wurde und ein kleines Reservoir füllt, von dem eine einfache Wasserleitung zu den Betriebsanlagen des Steinbruches führt. Bei dem Auslaufhahn dieser Leitung wurde am 18. II. 1927, um 21^h die Station St als Chlorstation etabliert. Die Vorprüfung wurde in der Zentralstation durchgeführt.

18. II. 1927, 21^h bis 19. II., 10^h.

Stationsleiter: F. Sackl (Peggau), Schriftführer: E. Ziberl (Wien).

19. II. 1927, 10^h bis 20^h.

Stationsleiter: J. Hiebler (Kapfenberg).

19. II. 1927, 20^h bis 20. II., 6^h.

Stationsleiter: F. Sackl (Peggau) und H. Mayer (Peggau) abwechselnd.

Farbstoff-Chlorproben wurden in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h 30 bis 19. II., 3^h in einem Intervall von je 5 Minuten, vom 19. II. 1927, 3^h 10 bis 19. II., 8^h 50 in einem Intervall von je 10 Minuten und vom 19. II. 1927, 9^h 20 bis 20. II., 6^h in einem Intervall von je 20 Minuten entnommen.

Alle während der vorbezeichneten 33 Stunden gezogenen Proben waren sowohl farbstoff- als auch chlornegativ. Trift konnte keine beobachtet werden.

E. Die Messungen, Entnahmen und Analysen.

Die gesamten Wasseranalysen wurden in der Zentralstation durchgeführt. Bei der Fragestellung, die dem Versuche zugrunde lag, kamen nur solche Bestimmungen in Betracht, die gewisse Schlüsse auf die eventuelle Zusammengehörigkeit der Wässer ermöglichen und die in einem behelfsmäßigen Laboratorium mit genügender Genauigkeit durchgeführt werden konnten.

An chemischen Analysen wurden nachstehende ausgeführt:

1. Bestimmung der freien Kohlensäure nach Trillich.

Aus der bis zum Korke vollgefüllten Entnahmeflasche für die chemische Analyse wurde ein mit Glasstöpsel verschließbarer Meßkolben von 100 cm³, dessen Marke sich möglichst tief unten am Halse befand, vorsichtig gefüllt. Nach Entfernung des über der Marke stehenden Wassers mit einer Pipette wurde die Probe mit 10 Tropfen alkoholischer Phenolphthaleinlösung versetzt und nach und nach zur Flüssigkeit so viel $\frac{1}{10}$ N Natriumkarbonatlösung zugetropft, bis eine blaßrote Färbung, welche nach behutsamem Umwenden der zugestöpselten Flasche selbst nach fünf Minuten nicht mehr verschwand, entstand. Ein cm³ verbrauchter Lösung entspricht 2·2 mg C O₂.

2. Bestimmung der gebundenen Kohlensäure nach Lunge.

Aus der Entnahmeflasche für die chemische Analyse wurden 100 cm³ Wasser mit einem Meßkolben gemessen, in einen Kolben geschüttet, mit 2 bis 3 Tropfen wässriger Methylorangelösung (1:1000) versetzt und mit $\frac{1}{10}$ N Salzsäure bis zur rötlichen Färbung titriert. Ein cm³ verbrauchter Lösung entspricht 4·44 mg gebundener Kohlensäure.

3. Bestimmung der temporären Härte durch Berechnung aus der gebundenen Kohlensäure in deutschen Härtegraden.

4. Bestimmung der organischen Substanzen.

Aus der Entnahmeflasche für die chemische Analyse wurden 100 cm³ Wasser mit einem Meßkolben gemessen, in einen Erlmayerkolben von etwa 200 cm³ Inhalt getan, auf 20 ° C erwärmt, mit 5 cm³ konzentrierter Schwefelsäure versetzt und umgeschwenkt, wodurch sich die Flüssigkeit stark erwärmte. Sofort wurde mit $\frac{1}{100}$ N Kaliumpermanganat titriert, bis eine ganz leicht blaßrote Färbung innerhalb von fünf Minuten nicht mehr verschwand. Die organischen Substanzen wurden in mg als Oxalsäure im Liter ausgedrückt¹. Vor jeder Serienbestimmung wurde natürlich der Permanganattiter auf Oxalsäure genau eingestellt.

5. Bestimmung des natürlichen Chlorgehaltes.

Aus der Entnahmeflasche für die chemische Analyse wurden 100 cm³

¹ Diese titrimetische Schätzung der organischen Substanzen empfiehlt sich sehr bei Untersuchungen in behelfsmäßigen Laboratorien und ergibt Werte, die um etwa 10% gegenüber den gebräuchlichen Kochmethoden je nach der Zusammensetzung der organischen Substanzen schwanken. Da es sich bei den vorstehenden Untersuchungen nicht um absolute Werte, sondern lediglich um Vergleichswerte, die unter völlig gleichen Bedingungen gewonnen werden müssen, handelt, erscheint diese titrimetische Schätzung für vorliegende Zwecke genügend genau.

Wasser mit einem Meßkolben gemessen, in einen Kolben geschüttet und mit 1 cm³ 1% Kaliumchromatlösung versetzt; hierauf wurde Silbernitratlösung, von der 1 cm³ 1 mg Chlor entsprach, so lange zugeträufelt, bis die durch Silberchromat verursachte rötliche Färbung erschien. Die Multiplikation der Anzahl verbrauchter cm³ Titerlösung mit 10 ergibt den Chlorgehalt im Liter in mg Chlor ausgedrückt.

6. Bestimmung des Sauerstoffgehaltes.

Die Sauerstoffprobe wurde mit 5 cm³ rauchender Salzsäure versetzt und mit einem Glasstabe umgerührt; mit demselben Glasstabe wurde auch die Flüssigkeit in den Mangan- und Laugeröhrchen so lange gerührt, bis sich auch aus diesen der gesamte Niederschlag auflöste und eine klare, goldgelb gefärbte Flüssigkeit entstand. Das Jod wurde mit $\frac{1}{10}$ N Thiosulfatlösung im Probeentnahmegefäß selbst unter Verwendung von Stärkelösung als Indikator, die aber erst zugesetzt wurde, als die Flüssigkeit nur mehr ganz wenig gelb gefärbt war, titriert.

Von dem geeichten Flascheninhalte wurde die geeichte Wasserverdrängung des Mangan- und Laugeröhrchens abgezogen und auf diese Weise das genaue Volumen der Wassermenge der untersuchten Probe errechnet. Die verbrauchte Anzahl cm³ $\frac{1}{10}$ N Thiosulfatlösung, multipliziert mit 1000 und gebrochen durch die Anzahl der cm³ der Wassermenge ergab die verbrauchten cm³ Titrierlösung für einen Liter. Dieser Wert mit 0,558 multipliziert ergab die Menge gelösten Sauerstoffes im Liter Wasser, ausgedrückt als cm³ bei 0° und 760 mm.

Die durchgeführten Messungen und Analysen ergaben die in nachstehenden Tabellen I bis IV zusammengefaßten Resultate.

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassermenge ¹ in sec/lt.	Wassertemperatur in °C	Lufttemperatur in °C	Freie Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Temporäre Härte in deutschen Härtegraden	Organische Sub- stanzen in mg Oxaläure im Liter	Chlor in mg im Liter	Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm	Luftdruck in mm
18. II. 1927 10 Uhr	45	0	2·5	4·4	93·2	5·9	7·6	5	9·17	702
" 11 "	75	1	3	8·8	88·8	5·6	10·0	6	—	—
" 12 "	75	1	1·5	6·6	102·1	6·4	—	5	—	—
" 13 "	130	1	—1	15·4	—	—	8·2	5	—	703
" 14 "	130	1	—2	8·8	—	—	10·0	5	—	—
" 15 "	110	2	—2	4·4	111·0	7·0	—	5	—	—
" 16 "	100	2·5	0	11·0	115·4	7·3	10·7	5	8·93	704
" 17 "	75	3	—2	6·6	106·5	6·7	7·8	5	—	—
" 18 "	67	2·5	—2	11·0	102·1	6·2	10·0	4	—	—
" 19 "	59	2	—1·5	13·2	106·5	6·7	10·7	6	8·68	—
" 20 "	50	2·5	—2	11·0	102·1	6·2	13·6	7	—	—
" 21 "	50	4	—1	4·4	102·1	6·2	15·1	5	—	—
" 22 "	59	4	—1	4·4	111·0	7·0	13·6	5	—	—
" 23 "	59	4	0	4·4	102·1	6·2	—	6	—	—
19. II. 1927 0 "	44	4	—0·5	8·8	119·8	7·5	13·6	3	—	—
" 1 "	35	6	0	4·4	—	—	10·7	4	9·38	706
" 2 "	35	5·5	0	2·2	102·1	6·2	15·8	5	—	—
" 3 "	43	5·5	0·5	4·4	106·5	6·7	—	6	—	—
" 4 "	59	6	1	4·4	84·3	5·3	12·0	5	—	707
" 5 "	59	5·5	1	6·6	119·8	7·5	12·0	5	—	—
" 6 "	50	6	2	4·4	102·1	6·2	—	5	—	—
" 7 "	68	6·5	2	4·4	—	—	10·7	4	—	706
" 8 "	68	6	2	4·4	102·1	6·2	—	5	—	706
" 9 "	60	7	2·5	6·6	102·1	6·2	11·3	6	—	706
" 10 "	87	7·5	3·5	—	—	—	—	6	—	707
" 11 "	93	9	4·5	4·4	128·7	8·1	12·0	—	—	707
" 12 "	85	9	6	—	—	—	—	—	—	—

¹Die starken Schwankungen der Wassermengen sind mitbedingt von dem Umstande, daß im Vorlaufe des Lurbaches bäuerliche Schwellmühlen bestehen und das Wasser unregelmäßig angestaut und abgelassen wird.

Tabelle I. Messungs- und Analysenergebnisse der Station S.

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassermenge in sec./lit.	Wassertemperatur in °C	Lufttemperatur in °C	Freie Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Temporäre Härte in deutschen Härtegraden	Organische Substanzen in mg Oxalsäure im Liter	Chlor in mg im Liter	Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm	Luftdruck in mm
18. II. 1927 21 Uhr	19	—	10	7·7	257·5	16·2	5·0	6·0	7·80	721
" 22 "	—	—	10	—	—	—	—	—	—	—
" 23 "	19	10	9·9	8·8	224·2	15·4	5·7	7·0	—	—
19 II. 1927 0 "	—	10	10	—	—	—	—	—	6·70	721
" 1 "	19	10	9·9	8·8	266·4	16·8	7·0	6·0	—	—
" 2 "	—	10·1	9·9	—	—	—	—	—	—	—
" 3 "	19	10	9·9	6·6	239·7	15·1	7·6	7·0	—	721
" 4 "	—	10	9·9	—	—	—	—	—	—	—
" 5 "	19	10	9·9	8·8	260·8	17·0	6·3	8·0	—	—
" 6 "	—	10	9·9	—	—	—	—	—	6·97	721
" 7 "	19	10	9·9	15·4	248·6	15·7	7·8	6·0	—	—
" 8 "	—	10	9·9	—	—	—	—	—	—	—
" 9 "	19	9·9	9·9	17·6	235·3	14·8	10·0	11·0	6·43	721
" 10 "	—	10	10·2	—	—	—	—	—	—	722
" 11 "	15	10	10	8·8	213·1	13·4	8·2	6·0	—	725
" 12 "	—	10	10	—	—	—	—	—	—	—
" 13 "	19	9·9	9·9	8·8	213·1	13·4	13·6	8·0	—	722
" 14 "	—	9·9	9·8	—	—	—	—	—	—	—
" 15 "	15	10	9·8	8·8	244·2	15·4	7·6	—	7·83	721·5
" 16 "	—	10	10	—	—	—	—	—	—	—
" 17 "	19	10	9·9	15·4	—	—	11·3	11·5	—	—
" 18 "	—	10	9·8	—	—	—	—	—	—	723
" 19 "	15	10	10	6·6	213·1	13·4	7·8	6·0	—	723·5
" 20 "	—	10	10	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle II. Messungs- und Analyseergebnisse der Station A.

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassermenge in sec./lit.	Wassertemperatur in °C	Lufttemperatur in °C	Freie Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Temporäre Härte in deutschen Härtegraden	Organische Sub- stanzen in mg Oxalsäure im Liter	Chlor in mg im Liter	Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm	Luftdruck in mm
18. II. 1927 21 Uhr	28	11·1	11·1	11·0	208·6	130	63	120	751	Es gelten die Werte der Station A.
" 22 "	—	11·0	11·0	—	—	—	—	—	—	
" 23 "	2·6	11·0	12·0	4·4	213·1	134	82	80	—	
19. II. 1927 0 "	—	11·0	11·9	—	—	—	—	—	783	
" 1 "	2·6	11·0	11·6	—	—	—	—	—	—	
" 2 "	—	11·0	11·1	—	—	—	—	—	—	
" 3 "	2·6	11·1	11·2	6·6	195·3	12·3	82	90	—	
" 4 "	—	11·1	11·0	—	—	—	—	—	—	
" 5 "	2·9	11·2	11·1	2·2	239·7	15·1	7·6	100	—	
" 6 "	—	11·1	11·1	—	—	—	—	—	784	
" 7 "	2·6	10·9	11·9	6·6	222·0	14·0	7·6	70	—	
" 8 "	—	11·2	11·2	—	—	—	—	—	—	
" 9 "	2·2	11·1	11·3	8·8	208·6	130	70	30	—	
" 10 "	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 11 "	2·0	11·2	11·4	6·6	213·1	134	7·6	20	—	
" 12 "	—	11·2	11·9	—	—	—	—	—	—	
" 13 "	2·2	11·3	11·9	8·8	209·8	12·6	78	50	—	
" 14 "	—	11·2	11·9	—	—	—	—	—	—	
" 15 "	2·1	11·2	11·9	8·8	—	—	63	40	739	
" 16 "	—	11·2	11·9	—	—	—	—	—	—	
" 17 "	2·1	11·3	11·9	8·8	235·3	148	100	40	—	
" 18 "	—	11·4	11·8	—	—	—	—	—	780	
" 19 "	2·1	11·3	11·9	4·4	209·8	12·6	82	60	—	
" 20 "	—	11·3	11·9	—	—	—	—	—	—	

Tabelle III. Messungs- und Analysenergebnisse der Station L.

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassermenge in sec./lit.	Wassertemperatur in °C	Lufttemperatur in °C	Freie Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter	Temporäre Härte in deutschen Härtegraden	Organische Sub- stanzen in mg Oxalsäure im Liter	Chlor in mg im Liter	Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm	Luftdruck in mm ¹
18. II. 1927 21 Uhr	—	8.0	3.0	13.2	157.6	10.0	7.6	10.0	7.22	736
„ 22 „	—	6.5	1.5	—	—	—	—	—	—	—
„ 23 „	—	6.2	0.0	11.0	204.2	12.7	5.7	7.0	—	—
19. II. 1927 0 „	—	6.9	—0.9	—	—	—	—	—	8.20	736
„ 1 „	—	6.0	—0.9	13.2	169.8	8.0	5.7	6.0	—	—
„ 2 „	—	6.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—
„ 3 „	—	7.0	—0.9	13.2	157.6	10.0	8.2	5.0	7.53	736
„ 4 „	—	6.5	—1.5	—	—	—	—	—	—	—
„ 5 „	—	6.5	—1.5	—	—	—	—	—	—	—
„ 6 „	—	7.0	—1.5	22.0	142.1	9.0	—	6.0	—	735
„ 7 „	—	6.5	—1.5	8.8	133.2	8.4	7.0	7.0	—	—
„ 8 „	—	7.0	—1.4	—	—	—	—	—	—	—
„ 9 „	—	8.0	—0.9	8.8	137.6	8.7	5.0	8.0	7.88	736
„ 10 „	271	7.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—
„ 11 „	—	8.0	0.0	15.4	142.1	9.0	7.6	7.0	—	—
„ 12 „	—	8.0	0.5	—	—	—	—	—	8.37	736
„ 13 „	—	8.5	1.5	8.8	128.7	8.1	7.0	10.0	—	—
„ 14 „	—	8.0	1.8	—	—	—	—	—	—	—
„ 15 „	—	8.5	2.0	4.4	133.2	8.4	7.0	7.0	7.25	736
„ 16 „	—	8.0	2.0	—	—	—	—	—	—	—
„ 17 „	—	8.0	1.0	8.8	137.6	8.7	9.5	7.0	—	—
„ 18 „	—	8.0	1.0	—	—	—	—	—	—	736
„ 19 „	—	8.8	1.0	—	—	—	—	—	—	—
„ 20 „	—	9.0	0.0	—	—	—	—	—	—	—

¹ Gemessen in der Zentralstation.

Tabelle IV. Messungs- und Analysenergebnisse der Station H.

F. Mengen und Chemismus der Wässer.

Wie aus den diesbezüglichen Detailzahlen in den Tabellen I bis III überprüft werden kann, traten in der Zeit vom 18. II. 1927, 10^h bis 19. II. 1927, 12^h in der Station S rund 70 s/l als Durchschnitt einer einstündigen Ablesung in die Lurbachschwinde ein und in der Zeit vom 18. II. 1927, 21^h bis 19. II. 1927, 20^h in der Station A 18 s/l und in der Station L 2'4 s/l als Durchschnitt einer zweistündigen Ablesung aus. Die bei der Station H in der gleichen Zeit austretenden Durchschnittswassermengen kann man mit rund 250 s/l annehmen, da die näherungsweise Mengenschätzung am 18. II. 1927, 10^h 271 s/l ergab, wobei der Bach seit Versuchsbeginn leicht steigende Tendenz und im Zeitpunkte der Messung seinen Höhepunkt erreicht hatte.

In den Stationen K und St wurden die Wassermengen, da sie für die Beurteilung des Versuchsergebnisses irrelevant waren nicht gemessen.

Der Lurbach teilt sich, wie bereits auf S. 30 ausgeführt wurde, alsbald nach seinem Eintritt in die Lurbachschwinde in zwei Arme, von denen nicht feststeht, ob ihre Wässer sich wieder vereinigen oder in zwei vollständig voneinander getrennten Gerinnen weiterlaufen. Der letztere Fall ist bei der geradezu siebartigen Durchlöcherung des Gesteines unwahrscheinlich, soll aber doch nicht außer acht gelassen werden. Der Einfachheit halber nehmen wir die beiden Lurbacharme von annähernd der gleichen Wassermenge durchflossen an, was bei dem starken Wechsel der Wasserstände der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen dürfte.

Folgende Wassermengen sind nun während der 24stündigen Vollversuchszeit ein- bzw. ausgetreten:

Stationen	Wassermengen in m ³		
	eintretende		austretende
	in einem Lurbacharm	in beiden Lurbacharmen	
Station S	2900	5800	—
Station A	—	—	1500
Station L	—	—	200
Station H	—	—	19200

Tabelle V. Ein- und austretende Wassermengen.

Die Wassermengenmessungen lassen die Möglichkeit offen, daß die Stationen A und L auch nur von einem Lurbacharm total alimentiert werden, schließen aber diese Alimentierung für die Station H aus, da sogar in den beiden Lurbacharmen zusammen nur etwa ein Viertel der Wassermengen eingetreten

sind, die im Hammerbach austraten. Es könnte daher nur eine partielle Alimentierung des Hammerbaches in Betracht kommen, die aber bestenfalls ein Viertel der Wassermengen erreichen könnte. Im Falle aber auch noch andere Quellen von der Lurbachschwinde alimentiert würden und die Wässer der beiden Lurbacharme sich nicht mehr unterirdisch vereinigen sollten, würde der genannte Betrag noch sehr stark gedrückt werden.

Wenn man nun die chemischen Werte der Tabellen I bis IV daraufhin betrachtet, ob sie etwa einen Fingerzeig für oder gegen die Möglichkeit der Zusammenhänge zwischen einzelnen oder allen Vollstationen untereinander ergeben, so ist zu bemerken, daß der Sauerstoffgehalt bei jeder Analyse so gut wie ganz den Sättigungsgrad erreichte.

Der Gehalt an organischen Substanzen ist in der Beschickungsstation am größten (im Durchschnitte 12'4 mg im Liter), in den Entnahmestationen bedeutend geringer (Station A 8'1; Station L 7'7; Station H 7'0 mg im Liter).

Die ganze Gegend, die als Alimentationsgebiet für die Gewässer der Entnahmestationen überhaupt in Betracht kommt, hat eine ganz ähnliche Bodenbepflanzung wie das Polje von Semriach, aus dem sich der Lurbach alimentiert. Es wird auf der Hochfläche wenig Ackerkultur, hauptsächlich Wiesen- und Waldwirtschaft betrieben. Die Pflanzendecke ist gut geschlossen; überall grüner Karst. Es darf daher ohne Bedenken der Durchschnittsgehalt der Wässer an organischen Substanzen in dem Zeitpunkte, in welchem sie in die Höhlenräume eintreten, zur Zeit des Versuches mit etwa 12 mg im Liter angenommen werden.

Da nun der Betrag an organischen Substanzen in den Entnahmestationen um etwa ein Viertel geringer ist als der in der Lurbachschwinde bzw. der anderen hypothetisch angenommenen Wassereintrittsstellen, so müssen diese fehlenden organischen Substanzen in den unterirdischen Gerinnen bei Verbrauch von Sauerstoff oxydiert worden sein. Da nun der Sauerstoffgehalt der untersuchten Wässer im wesentlichen den Sättigungsgrad erreichte, mußte der verbrauchte Sauerstoff immer wieder aus der Luft bezogen werden. Es ist daher unwahrscheinlich, daß in den unbekanntem unterirdischen Gerinnen größere seeartige Becken stehender Gewässer eingeschaltet sind, sondern vielmehr wahrscheinlich, daß die Gewässer der Entnahmestationen von ihrem Eintritt in die unterirdischen Wasserwege bis zu ihrem Austritte sich in steter Berührung mit Luft bewegen, bzw. diese Strecke im wesentlichen ohne besondere Stauung glatt durchlaufen. Im Zusammenhänge mit dem negativen Ausgang des Farbstoff-Chlordurchganges erscheint es somit unwahrscheinlich, daß die Lurbachschwinde, wenn auch nur partiell, die Wässer der Entnahmestation alimentiert.

Die Wassertemperatur in der Station S wechselt stark und ist natürlich abhängig von den jeweiligen Lufttemperaturen im Einzugsgebiete. Die gemessenen Lufttemperaturen in der Station S sind aber für das Einzugsgebiet

des Lurbaches, besonders soweit es sich um Tagestemperaturen handelt, viel zu niedrig, da sie am Grunde der Lurbachschwinde, in einem Kältesack, genommen wurden. Am 19. II. 1927 war Vormittag heller Sonnenschein im Einzugsgebiete, der ein stärkeres Abschmelzen der Schneemassen zur Folge hatte und sich auch in den steigenden Wassermengen und deren Temperatur äußert.

Bedeutend abgeschwächt sind diese Verhältnisse bei der Station H. Dort schwanken die Wassertemperaturen zwischen 6° und 9° C, also um 3° , während die Lurbachwässer um 9° schwanken. Die Lufttemperaturen stehen in keinerlei Relation mit den Wassertemperaturen, da die letzteren unmittelbar bei dem Austritte des Wassers aus seinem unterirdischen Felsenbette genommen wurden. Sie sind, wie ihre relative Konstanz zeigt, sehr stark von der Gesteinstemperatur der durchflossenen unterirdischen Strecke beeinflusst, jedoch noch nicht so weit, daß die Eintrittstemperatur der Wässer gar keinen Einfluß mehr auf ihre Austrittstemperatur hätte. Die Wässer durchfließen offenbar in einem dicken Wasserfaden, ohne dazwischen geschaltete größere Staubecken, verhältnismäßig rasch ihr unterirdisches Bett, woselbst sie nicht so lange verweilen, daß sie völlig die Gesteinstemperatur annehmen, was darauf hindeutet, daß der Hammerbach-Ursprung im wesentlichen von einer Schwinde gespeist wird. Dies wäre immerhin auch partiell von der Lurbachschwinde aus möglich, doch spricht der negative Ausgang des Fuchsin-Chlordurchganges dagegen.

Einen ganz anderen Charakter hat der Schmelzbach-Ursprung (Station A) und die Laurinsquelle (Station L). Die Wassertemperaturen waren während der ganzen Versuchszeit so gut wie konstant (größte Schwankung in der Station A $0^{\circ}2'$ C, in der Station L $0^{\circ}5'$ C) und nähern sich sehr stark der Höhlenwassertemperatur, wobei die etwas größeren Schwankungen mit der Anwesenheit des Stationspersonales (Körperwärme, Beleuchtung, Abkochen, Blitzlichtaufnahmen usw.) unschwer zu erklären sind. Wenn man diese künstlichen Veränderungen in der Thermik der Höhlenwetter in Abzug bringt, sind sowohl die Wasser- als auch die Lufttemperaturen der beiden Stationen einander sehr ähnlich und beständig. Beide stellen im wesentlichen die Gesteinstemperatur dar, was darauf hindeutet, daß die alimentierenden Wässer in einer solchen Form und so lange Zeit mit dem Gesteine der Wasserwege in Kontakt stehen, daß sie völlig die Gesteinstemperatur annehmen und die wechselnden Temperaturen beim Wassereintritt sich nicht mehr auswirken.

Bei einem Zusammenhange zwischen Lurbachschwinde und den Stationen A und L müßten nicht unbedeutende Reservoirs im unterirdischen Laufe dazwischen geschaltet sein. Dies ist aber, wie wir später noch sehen werden, aus dem ganzen geologischen Habitus des Gesteines unwahrscheinlich; vielmehr weisen die sehr geringfügigen Schwankungen in der Wassermenge und der Wassertemperatur darauf hin, daß wir es mit reinen Sickerwasserquellen zu tun haben (siehe auch die Befunde Czernys, S. 82, 83).

Sehr wichtig für die Beurteilung der Frage des Zusammenhanges der Wässer ist auch ihr Chlorgehalt. Der Durchschnittsgehalt für die Station S beträgt 5'1, für die Station A 7'5, für die Station L 6'4 und für die Station H 7'3 mg im Liter. Die in den Entnahmestationen austretenden Durchschnittschlorwerte sind also nicht unwesentlich höher als diejenigen, welche in die Lurbachschwinde eintreten. Da der Chlorgehalt der Wässer im wesentlichen von animalischen Verunreinigungen stammt und wohl nicht angenommen werden kann, daß er sich in den unterirdischen Wasserwegen anreichert, so liegt es nahe, anzunehmen, daß die Wässer der Entnahmestationen aus einem anderen Einzugsgebiete stammen als dem der Lurbachschwinde.

Zusammenfassend kann man sagen, daß die physikalische und chemische Beschaffenheit der unterirdischen Wässer eine totale Alimentierung der Entnahmestationen von der Lurbachschwinde ausschließen und' auch eine partielle sehr unwahrscheinlich erscheinen lassen. Darauf soll aber noch später im Zusammenhange mit der Kritik des negativen Ausfalles des Fuchsin-Chlordurchganges zurückgekommen werden.

III. Die Vergleichschlorierungen.

A. Allgemeines.

Da in der einschlägigen Literatur quantitative Farbstoff- oder Chlorwerte nicht aufzufinden waren und die an sich wenig präzisen und nur sehr spärlichen Literaturangaben über die Ergebnisse von Färbungs- und Chlorierungsversuchen mit den speziellen Verhältnissen der Lurbach-Chlorierung nicht verglichen werden konnten, mußten Vergleichschlorierungen erfolgen.

Die eine davon, die Schmelzbach-Chlorierung, betraf ein Gerinne, das zum Teil in der Höhle, zum Teil im Freien floß, nur ein sehr geringes Gefälle hatte und soweit es in der Höhle floß, mit einer Teilstrecke der Lurbach-Chlorierung ident war. Die Schmelzbach-Chlorierung soll einen Vergleichswert für die Wasserverhältnisse in einem Höhlengerinne geben.

Die Badlbach-Chlorierung betraf ein Gerinne, das ungefähr die gleiche Länge und dasselbe Gesamtgefälle des hypothetischen Lurbaches unter Tag hatte.

Um nun solchen Vergleichschlorierungen, die in durchwegs bekannten Gerinnen vorzunehmen sind, eine erhöhte Brauchbarkeit zu verschaffen, ist eine genaue Streckenbeschreibung unerläßlich. Bei dieser werden die ganzen Versuchsstrecken durch Messungen in Elemente von je 50 m Länge zerlegt und die wesentlichsten, relevanten Verhältnisse, Veränderungen usw. schlagwortweise vermerkt. Die Aneinanderreihung der Elementbeschreibung ergibt dann die Gesamtstreckenbeschreibung. Zur Beurteilung des Chemismus der Versuchswässer ist es notwendig, in einer kurzen allgemeinen Ausführung die Verhältnisse festzulegen, welche eine künstliche Verunreinigung der Versuchswässer mit sich bringen (Siedlungen, Wege, Straßenanlagen usw.) oder den natürlichen Lauf der Wasserbewegung stören könnten (Stauanlagen, Schwellmühlen usw.).

B. Die Schmelzbach-Chlorierung (Versuch S).

1. Streckenbeschreibung.

(Von Landeskulturrat Ing. Hermann Bock, Graz.)

Die Situierung der Versuchsstationen ergibt sich aus Fig. 7 Die Beschickungsstation (Station S I) befand sich am Schmelzbach im Rudolf Willnerdom. Zwischen der Station S V, die an der gleichen Stelle etabliert war wie

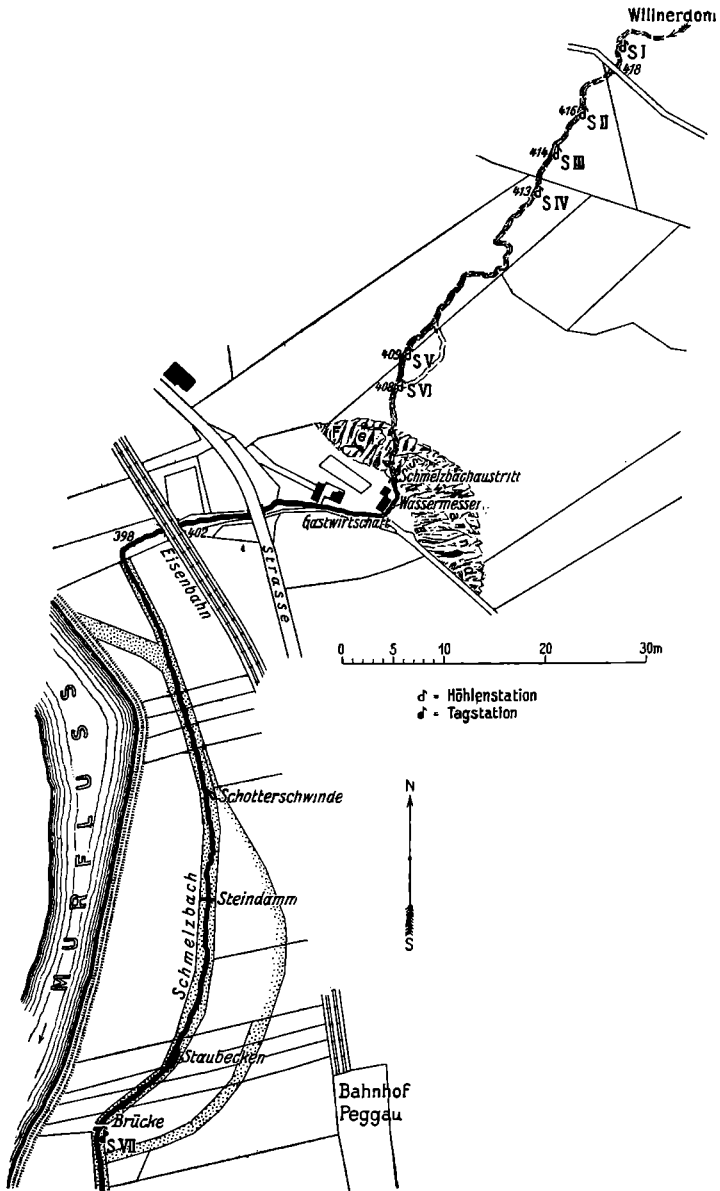


Fig. 7. Situierung der Versuchsstationen bei der Schmelzbach-Chlorierung (Versuch S).
(Nach einer Skizze von H. Bock.)

die Station K der Lurbach-Chlorierung und der Beschickungsstation, waren drei Chlorstationen eingeschaltet. Die letzte Höhlenstation, die Station S VI, war knapp nach dem zweiten Siphon etabliert.

Das Wasser des Gerinnes fließt in der Höhle zum Teil auf nacktem Fels, zum Teil auf Schotter, wird durch verschiedene Tropf- und Sickerwässer verstärkt und wird, mit Ausnahme vereinzelter Holz- und Balkentrümmer der durch Hochwasser abgerissenen Weganlagen nicht verunreinigt.

Knapp nach dem Austritte an den Tag fließt es bei den Wirtschaftsgebäuden der Lurhöhlenunternehmung in einem regulierten Bachbette und wird von den Abwässern der Wirtschaft gelegentlich verunreinigt. Unter der Brücke zur Gastwirtschaft war der Wassermesser eingebaut.

In weiterem Verlaufe fließt der Bach unter der Bundesstraße, dann unter der Eisenbahn hindurch und biegt knapp nachher scharf nach Süden ab. Straßen, Weganlagen oder Gehöfte befinden sich dort keine. Dort, wo die Brücke von der Bahnstation Peggau-Deutsch-Feistritz zum Elektrizitätswerk Deutsch-Feistritz über den Bach führt, war die Chlorstation S VII errichtet.

Nachstehend die Beschreibung der einzelnen Streckenelemente:

UNTER TAG.

- m 0—49 (Streckenelement 1). (STATION S I.) Bachbett 2 m breit, im Mittel 0'2 m tief, grobes Gerölle und Blöcke. Seitliche Wirbeltöpfe und kleinere Tümpel verzögern den Lauf. Wassergeschwindigkeit 1'3 s/m. Von m 5 bis m 15 $\frac{1}{2}$ m tiefer Tümpel von 2'5 m Breite. Bei m 30 Beginn der engen Klamm.
- m 50—99 (Streckenelement 2). Bei m 70 Tümpel, am Ende 2 m breit, 1 m tief, der die ganze Sohle bedeckt. (STATION S II.) Bei m 99 Gerinne im Schotter 1'5 m breit, 0'15 m tief. Geschwindigkeit 0'7 s/m.
- m 100—149 (Streckenelement 3). Beginn einer engen, hohen Klamm, Wasserlauf 2 m breit, bis m 112 0'6 m tief, von da bis m 130 rechts und links Kesselbildung, Wasserlauf 2 bis 3 m breit und 0'3 m tief. Bei m 130 Kluftwechsel, bei m 135 Gerinne im Schotter, rascher Lauf. Von m 135 bis m 149 verengtes Gerinne, verstärkte Geschwindigkeit.
- m 150—199 (Streckenelement 4). (STATION S III.) Von m 155 bis m 199 Kessel- und Tümpelbildung, stark verzögerter Lauf. Bei m 175 Tümpel 5 m breit und 1 m tief.
- m 200—249 (Streckenelement 5). (STATION S IV.) Bei m 205 Beginn des stärkeren Gefälles. Bei m 210 Beginn der Dreikönigshalle, bis hierher Schottergerinne, von da bis m 245 unregelmäßiger, aber rascher Lauf über Sturzblöcke und Sinterstufen. Bei m 245 Ende der Erweiterung. Auf der verengten Sohle bildet der Bach eine fortgesetzte Reihe von Wasserfällen.
- m 250—299 (Streckenelement 6). Die Wasserfälle werden kleiner, die Auskollungen aber größer. Bei m 270 beginnt ein breites Gerinne, der Bach ist durch Blöcke in mehrere Arme geteilt, großes Gefälle, wo keine Teilung des Baches, setzen Kaskaden und Tümpelbildung ein.
- m 300—349 (Streckenelement 7). Siphon 4. Der Bach fließt rechts zu $\frac{2}{3}$ unter dem Felsen, bei m 308 beginnt er nach links zu schlingern, ruhiger Lauf, Breite 2 m, im Mittel

- 0'2 m tief, im Gerölle. Bei m 315 Siphonende. Gefälle wird größer, grobe Steine, Breite des Wasserlaufes 1'5 m, Tiefe 0'1 m, Geschwindigkeit 1 s/m. Bei m 325 Verengung des Profiles und größere Tiefe, links glatte Felswand, rechts Schotter und Steine bis m 335, dann wie zwischen m 315 und m 325.
- m 350—399 (Streckenelement 8). Verzögerter Lauf, Bachbett 2'6 m breit. Bei m 360 Beginn der Strenge, viel Schotter, gestürzte Felsen, zerteiltes Gerinne. Bei m 387 Ende der Strenge, unterhalb der Strenge grober Bruchschutt, lebhafte Bewegung. Bei m 399 Beginn des Stollens.
- m 400—449 (Streckenelement 9). Bis m 435 Stollen. Wasserlauf im Stollen 1 m breit, 0'12 m tief, Geschwindigkeit 1 s/m, glatte Sole. Unter dem Stollen 60 cm tiefer Absturz in ein 2'5 m breites, 3 m langes, 1 m tiefes Becken. (STATION S V.) Von da ab bis m 449 breites, schutterfülltes, verwildertes Gerinne zum Siphon, verminderte Geschwindigkeit, etwa 0'5 s/m.
- m 450—499 (Streckenelement 10). (Seitlich des Baches gemessen.)
- m 500—549 (Streckenelement 11). Bei m 530 Siphonende. (STATION S VI.) (Taf. V, Fig. 1.) Das Becken vor dem Siphon ist 5 m lang und bis 3 m breit, mittlere Tiefe 0'3 m. Von da ab unregelmäßiges Gerinne durch eine Klamme mit Engstellen bis zu 30 cm und Tümpeln bis zu 2 m Breite und 1 m Tiefe. (Taf. V, Fig. 2.)
- m 550 bis 599 (Streckenelement 12). Wie Ende der Strecke 10. Bei m 573 Beginn des Hauptstollens.
- m 600—649 (Streckenelement 13). Hauptstollen bis m 648. Vor dem Stollen ein 5 m breiter, 8 m langer Tümpel von 0'5 m Tiefe, Wasser im Stollen 0'1 m tief.

OBER TAG.

- m 650—699 (Streckenelement 14). 5 m breiter Tümpel vor dem Stollen. Vor dem Tümpel Schotterbank, dann geregeltes Gerinne von m 660 an, am Beginn 4 m breit, Wasser 0'20 tief, einige Sohlschwellen, über diesen Wasser nur 5 cm tief, rascher, ungehemmter Lauf.
- m 700—749 (Streckenelement 15). Wie Ende der Strecke 14. Profil auf 2'50 m verengt, bei m 749 keine Sohlschwellen, Plasterung, sehr rascher Lauf.
- m 750—799 (Streckenelement 16). Bei m 775 Gerinne 3 m breit, 0'30 m tief.
- m 800—849 (Streckenelement 17). Bei m 815 Brücke. Ende der regulierten Strecke. Der Bach fließt von da ab durch Wiesen, über Schotterbänke, zirka 3 m breit und 20 cm tief.
- m 850—899 (Streckenelement 18). Bis m 870 durch Wiesen über Schotter, 3 m breit, 10 cm tief. Bei m 870 bis m 887 Straßendurchlaß, dann bis m 889 Bach 4 m breit, 0'20 m tief, verminderte Geschwindigkeit.
- m 900—949 (Streckenelement 19). Bis m 907 wie Schluß der Strecke 18. Bei m 907 0'40 m hohes Stauwerk, unterhalb 4 m langer, 5 m breiter Tümpel von 0'5 m Tiefe. Von da mit Durchlässen verwilderter und verschotterter Lauf mit Tümpeln und Schlingering. Bett 5 m breit, Wasser 0'10 m tief. Bei m 945 Ende der Durchlässe.
- m 950—999 (Streckenelement 20). Ufer mit Gebüsch bewachsen, Bach 4 m breit, 0'20 m tief, geringe Geschwindigkeit. Bei m 975 Bahndurchlaß. Bei m 995 Holzbrücke, die bis ins Wasser reicht (Siphon), Wasserlauf 5 m breit, Brücke 3 m breit.
- m 1000—1049 (Streckenelement 21). Schlingernder Lauf, 1'50 m breit, 0'20 m tief, grasbewachsene Ufer, Seitenarme, geringes Gefälle.

- m 1050—1099 (Streckenelement 22). Bei m 1055 Biegung nach links. Gestreckter Lauf, links flache Wiese, rechts Damm von ausgebaggertem Schotter, geringes Gefälle.
- m 1100—1149 (Streckenelement 23). Wie Ende der Strecke 22.
- m 1150—1199 (Streckenelement 24). Wie Strecke 23. Breite 1'20 m, Tiefe 0'20 m, noch geringeres Gefälle. Bachspiegel höher wie das Feld zur Rechten und die Wiese zur Linken.
- m 1200—1249 (Streckenelement 25). Wie Strecke 24, nur mit einigen kleinen Schlingerungen, Gefälle etwas besser.
- m 1250—1299 (Streckenelement 26). Wie Strecke 25. Wiesen versumpft, Bachspiegel in Terrainhöhe.
- m 1300—1349 (Streckenelement 27). Wie Strecke 26. Kein grober Schotter, nur feiner Sand und kleines Geschiebe.
- m 1350—1399 (Streckenelement 28). Wie Strecke 27, nur mit stärkerer Schlingerung. Bei m 1365 links ein Sauger im Schotter, etwa 1'50 m im Durchmesser, $\frac{1}{2}$ m tief, Zufluß etwa 2 s/l.
- m 1400—1449 (Streckenelement 29). Schlingernder Lauf mit einigen bis 40 cm tiefen Auskolkungen, halbrundes Querschnittprofil, geringes Gefälle.
- m 1450—1499 (Streckenelement 30). Wasserlauf verengt, schlingernd, bis 50 cm tiefe Kolke bildend, Schilf und Wurzeln. Bei m 1495 durchbrochener Steindamm (ehemals Brückenpfeiler), 30 cm hoher Absturz, oberhalb feiner Sand.
- m 1500—1549 (Streckenelement 31). Bachbett tiefer eingeschnitten, Ufer verwachsen, Lauf bald verengt, bald erweitert, geringe Geschwindigkeit.
- m 1550—1599 (Streckenelement 32). Bachbett schmal, aber tief, Gebüsche, Wurzeln. Bei m 1590 Holzbrücke, bei m 1599 Waschbrett, Anstau 10 cm.
- m 1600—1649 (Streckenelement 33). Sehr stark verwachsen, Verbreiterungen, Sandbänke und Kolke wechseln.
- m 1650—1699 (Streckenelement 34). Bei m 1675 Brücke und Holzrechen. Von m 1675 bis m 1695 5 m breites, 0'30 tiefes Bassin mit Schleuse abgeschlossen.
- m 1700—1749 (Streckenelement 35). Stark verwachsenes Bett, viele Wasserpflanzen, der Wasserlauf zerteilt, schlammige Inseln bildend. Bett 4 m breit, 0'30 m tief.
- m 1750—1799 (Streckenelement 36). Wie Ende der Strecke 35. Bei m 1795 Straßenbrücke und STATION S VII.

2. Die Versuchsstationen ¹.

Station S I (Streckenmeter 0).

(Beschickungsstation ².) Im Rudolf-Willner-Dom, am Ufer des Baches unterhalb des Steges.

418 m Seehöhe (Stationsleiter: H. Bock, Graz).

¹ Verteilung siehe Fig. 7, S I bis S VII.

² 4 m unterhalb der Beschickungsstelle blieb die Trift bei einem Felsvorsprunge hängen. Die Hälfte des Triftstoffes wurde in einem Wirbel festgehalten und konnten einzelne Stücke desselben noch 72 Stunden nach der Beschickung festgestellt werden.

24. III. 1927, 13^h 55 Triftbeschickung mit 5 kg Korkschnitzel.

14^h 05 Färbung¹ mit 100 g Fuchsin.

14^h 35 Chlorierung² mit 50 kg käuflichem Viehsalz.

Ab 13^h Wasser- und Lufttemperaturmessung, sowie Wasserentnahme für die chemische Analyse jede Stunde, Luftdruckmessung, Sauerstoffprobe- und Planktonentnahme jede zweite Stunde.

Station S II (Streckenmeter 70).

(Chlorstation) bei der Tell-Stiege. (Stationsleiter: F. Sackl, Peggau.)

Am 24. III. 1927 ab 14^h alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station S III (Streckenmeter 155).

(Chlorstation) im Krokodilgang vor dem Tümpel. (Stationsleiter: H. Mayer, Peggau.)

Am 24. III. 1927 ab 14^h alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station S IV (Streckenmeter 205).

(Chlorstation) im Krokodilgang nach dem Tümpel. (Stationsleiter: M. Stolzenberger, Peggau.)

Am 24. III. 1927 ab 14^h 30 alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station S V (Streckenmeter 435).

(Chlorstation) in der Kaiserschützenhalle. (Stationsleiter: R. Friesen, Wien.)

Am 24. III. 1927 ab 14^h 30 alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station S VI (Streckenmeter 530).

(Vollstation) nach dem 2. Siphon. (Stationsleiter: L. Siegert, Wien.)

Am 24. III. 1927 ab 14^h Wasser- und Lufttemperaturmessung und Wasserentnahme für die chemische Analyse jede Stunde, Luftdruckmessung, Sauerstoffprobe- und Planktonentnahme jede zweite Stunde.

Ab 14^h 40 alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

¹ Von der Beschickungsstelle, die m freien Bachlauf liegt, ist 3 m bachabwärts ein kleiner Tümpel (Wasserwirbel), der durch eine einspringende Felsrippe bedingt ist. Die Kubatur etwa $\frac{1}{4}$ m³. Der Wirbel brauchte 4 Minuten 30 Sekunden, bis er vom Farbstoff wieder völlig frei war.

² Die Trübung von der Chlorierung brauchte in demselben Wirbel 3 Minuten 20 Sekunden, bis sie wieder vollständig verschwand.

Station S VII (Streckenmeter 1795).

(Chlorstation) unter der Brücke, die über dem Schmelzbäch zum Elektrizitätswerk Deutsch-Feistritz führt. 397 m Seehöhe. (Stationsleiter: J. Pinsker, Peggau.)

Am 24. III. 1927 ab 15^h alle fünfzehn Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Die Zentralstation war im Saale des Höhlengasthauses in Peggau untergebracht. In ihr wurden die chemischen Analysen durchgeführt.

3. Die Wassermengen.

Die kleine Öffnung, des gegenüber der Lurhöhlengastwirtschaft eingebauten Modulus, maß 0·11, die größere 2·00 m. Die Wassermenge der kleineren Öffnung wurde mit einem Auffanggefäß von 10·5 Liter Inhalt gemessen.

Während der ganzen Versuchszeit benötigte das Gefäß zum Vollaufen bei jeder Messung 1·8 Sekunden, so daß die Wassermenge konstant war. Unter Vernachlässigung des Kontraktionskoeffizienten, der wegen der Rundung der Ausschnittkanten als außerordentlich gering angenommen werden kann, ergeben sich für die Berechnung $\frac{10\cdot5 \times 19}{1\cdot8}$, somit 110 s/l.

Dieser Wert ist für die Stationen S V, VI und VII verwendbar, da in diesem Teil der Versuchsstrecke keinerlei nennenswerte Wassermengen hinzutreten oder verlorengehen. Für die anderen Stationen kann er aber keine Geltung haben, da Tropfwässer und Wandwässer ziemlich reichlich hinzutreten und nicht gemessen wurden.

Die Versuche H. B o c k s, in einzelnen Teilen der Höhle die Wassermengen aus dem Gerinneprofil und der Wassergeschwindigkeit zu berechnen, gaben nur sehr ungleiche Werte. „Die Schwankungen erklären sich aus der Schwierigkeit, die Geschwindigkeit und das Profil genau zu bestimmen. Die geringeren Quantitäten im schoiterigen Bett schafft der ‚Unterfluß‘, jenes Wasser, das durch den Schotter fließt. Zu große Quantitäten erscheinen bei Wirbelbildungen hinter Steinen, wodurch der Wert der mittleren Oberflächengeschwindigkeit zu stark herabgedrückt wird. Bei solchen unregelmäßigen Profilen spielt der Faktor μ eine große Rolle.“

Demnach können verlässliche Wassermengen nur für die Stationen S V, VI und VII angegeben werden, und zwar für alle mit je 110 s/l.

4. Der Chemismus der Wässer.

Die Messungen und Wasseranalysen in den Vollstationen S I und S VI ergaben folgende Resultate:

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassertemperatur in °C		Lufttemperatur in °C		Freie Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter		Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter		Temporäre Härte in deutschen Härtegraden		Organische Sub- stanzen in mg Oxalsäure im Liter		Chlor in mg im Liter		Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm		Luftdruck in mm	
	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI	S I	S VI
24. III. 1927																		
13 Uhr	9.5	—	9.7	—	4.4	—	1588	—	94	—	15	—	5	—	—	—	719	—
14 „	9.5	9.0	9.7	10.0	6.6	11.0	1687	1687	100	100	11	14	6	10	7.31	7.60	718	719
15 „	11.0	9.0	10.0	10.0	4.4	2.2	1864	1776	118	112	—	11	7	— ¹	7.54	—	718	—
16 „	10.3	9.0	9.7	10.0	11.0	15.4	1776	1776	112	112	13	16	5	— ¹	7.64	8.13	716	718
17 „	9.3	9.0	9.7	10.0	2.2	4.4	1687	1776	100	112	14	13	8	10	—	—	—	—
18 „	—	9.0	—	9.0	—	4.4	—	1687	—	100	—	14	—	7	—	6.37	—	716

Tabelle VI. Messungs- und Analyseergebnisse der Schmelzbach-Chlorierung.

Der Chemismus der Wässer in den Stationen S I und S VI ist ziemlich einheitlich. Da die Gewässer, wie wir später sehen werden, von der Station S I zur Station S VI 45 Minuten laufen, sind die chemischen Werte der vorstehenden Tabelle rund um 1 Stunde gegeneinander zu verschieben.

Der Gehalt an freier Kohlensäure wechselt sehr stark. Das eine Mal ist er in S I gering und in S VI hoch (4.4 bis 11.0), das andere Mal wieder umgekehrt (11.0 bis 4.4) und dann wieder in beiden Stationen sehr gering (2.2 bis 4.4).

Der Gehalt an gebundener Kohlensäure bzw. die temporäre Härte ist sehr konstant; sie schwankt um 100 deutsche Härtegrade, in der Regel etwas darüber. Der Gehalt an organischen Substanzen ist in S VI entweder gleich oder etwas niedriger wie in S I, was trefflich stimmt, da das Gerinne vollständig frei von organischen Verunreinigungen war. Seinen Gehalt an organischen Substanzen bezieht der Bach schon vor der Station S I.

Die Chlorwerte sind zwischen den beiden Stationen nicht vergleichbar, da der Eintransport von Viehsalz und die Manipulation mit demselben bei der Station S I vor der Beschickung die Wässer der Versuchsstrecke schon leicht verunreinigte.

¹ Chlordurchgang.

² In der Zentralstation gemessen.

Mit Sauerstoff sind die Wässer der beiden Stationen so gut wie gesättigt, was sich schon daraus ergibt, daß sie fast immer frei fließen und manchmal auch kleine Kaskaden und Wasserfälle bilden.

5. Beobachtungen des Trift-, Fuchsin- und Chlordurchganges.

Die Korkschnitzeltrift, von der, wie schon gesagt, etwa die Hälfte in einem Wirbel etwa 4 m unterhalb der Beschickungsstelle zurückgehalten wurde, wo noch nach 72 Stunden Reste angetroffen werden konnten, wurde in der Station S II um 13^h 58 sehr stark und in der Station S III um 14^h 00 bis 14^h 05 stark und dann bis 14^h 55 zuerst schwach, später vereinzelt beobachtet. In der Station S IV konnte sie noch stark beobachtet werden. (Zeit wurde nicht notiert.) Knapp unterhalb dieser Station verschwand sie in einem seitlichen Siphon. In allen anderen Stationen wurde die Trift nicht mehr beobachtet.

Das Fuchsin wurde in den Stationen S II, III und IV von dem Stationsleiter in den mehr oder weniger gefärbten Wassermassen gesehen, von der Station S V ab konnte aber eine Färbung direkt nicht mehr festgestellt werden.

Die Trübung und Schäumung, die durch das Einbringen des denaturierten Viehsalzes entsteht, konnte in den Stationen S II, III und IV noch deutlich, in der Station S V noch ganz schwach, in den anderen Stationen aber nicht mehr wahrgenommen werden.

C. Die Badlbach-Chlorierung (Versuch B).

1. Die Streckenbeschreibung.

(Von Landeskulturrat Ing. Hermann Bock, Graz.)

Die Situation, das schematische Profil der Versuchsstrecke, sowie die Aufstellung der Versuchsstationen ergibt sich aus den Fig. 3, B I—IV und Fig. 8. Die Beschickungsstation (Station B I) befand sich in annähernd gleicher Seehöhe wie die Lurbachschwinde bei Semriach (Station S, s. S. 36), die Station B IV entsprach nach Entfernung und Gesamtgefälle der Station K (s. S. 41).

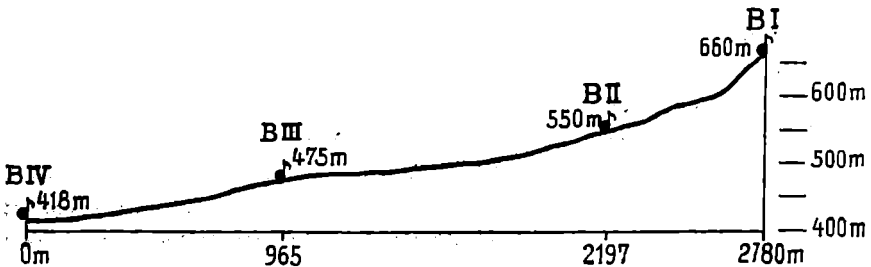


Fig. 8. Längenprofil der Versuchsstrecke der Badlbach-Chlorierung (Versuch B) mit den Versuchsstationen B I—IV.

Am Vorlaufe des Baches vor der Station B I sind einige bäuerliche Schwellmühlen. Auf dem Plateau, das der Bach durchfließt, liegen einige zerstreute Gehöfte. Etwa in der Mitte zwischen der Station B I und B II liegt eine alte, unbewohnte und im Verfall begriffene Mühle, etwa 180 m von der Station B II bachaufwärts eine bewohnte Mühle (Straßenwärterhaus). Zwischen der Station B II und der kleinen Ortschaft Badl, die sich längs der Reichsstraße hinzieht, liegen keine Behausungen. Station B IV unmittelbar nach der Ortschaft Badl.

Längs der Bachstrecke zwischen der Station B I und B II führt ein sehr schlecht erhaltener Karrenweg, oft hoch über der Bachsohle, der nur gelegentlich, vorwiegend im Winter, für die Holzabfuhr benützt und nur sehr wenig begangen wird. Von der Station B II bis Badl führt der Karrenweg in der Regel unmittelbar neben dem Bachlauf, der wenig befahren (täglich etwa 2 bis 3 Fuhrwerke) und mäßig stark begangen wird. Talverbindungen zu dem auf dem Plateau liegenden Fraktionen (Schöneegg, Pöllau, Neudorf usw.) bestehen.

Nachstehend die Beschreibung der einzelnen Streckenelemente:

- m 0—49 (Streckenelement 1). (STATION B I.) Offenes Gerinne mit kleinen Wasserfällen. Rasch fließend. Sichtbarer Quellzutritt vom linken Ufer 3 s/l, bei m 35 0'5 s/l.
- m 50—99 (Streckenelement 2). Vermindertes Gefälle bei m 65 1 m hohe Kaskade, bei m 87 1/2 m hohe Kaskade. Ufer ausgewaschen, Schutt und grauer Sand. Mehrere kleinere Kaskaden, rechtes Ufer ausgewaschen. Lehm und Schutt.
- m 100—149 (Streckenelement 3). Bei m 135 größeres Gefälle, mehrere Stufen von 0'30 bis 0'50 m Höhe, feste Ufer, moosbewachsene Steine. Bei m 135 3 m hoher Wasserfall über eine versinterte Felswand. Bei m 149 starkes Gefälle, rechtes Ufer Felswand.
- m 150—199 (Streckenelement 4). Bei m 170 geringeres Gefälle, Ablagerung von Schotter, der übersintert ist. Bachbett 0'6 m breit, tief 0'10 m. Bei m 175 Einmündung einer Schlucht von links mit etwa 2 s/l Wasser. Bei m 199 mittleres Gefälle mit wenig Stufen. Bachbett mit viel Holz und Gestrüppe.
- m 200—249 (Streckenelement 5). Bachbett mit sehr viel Holzwerk und Gestrüpp, Wasserlauf fließt in Arme geteilt im Mittel 3 m breit und 0'07 m tief, einige bis 1/2 m hohe Stufen bildend, über Felsblöcke. Bei m 244 Wasserfall, 4 m hoch über eine Felswand.
- m 250—299 (Streckenelement 6). Bach fließt in enger Schlucht mit vielen Stufen und sehr viel Holzwerk.
- m 300—349 (Streckenelement 7). Bach fließt in enger Schlucht mit viel Holzwerk, starkes Gefälle. Bei m 330 1 m hohe Kaskade, bei m 335 mehrere kleine Kaskaden.
- m 350—399 (Streckenelement 8). Enge, felsige Schlucht. Bei m 365 1 m hohe Kaskade, Trümmer eines alten Mühlfluders quer über den Bach, bei m 377 2 m hohe Kaskade, bei m 385 links ein 2 m weiter Marmorit mit Wirbel, unterhalb eine 1 m hohe Kaskade.
- m 400—449 (Streckenelement 9). Bei m 410 Bach in mehrere Arme geteilt, auf der felsigen Sohle viel Holzwerk, starkes Gefälle. Bei m 415 2'5 m hohe Kaskade, unterhalb enge, gewundene Felskluft mit Kaskaden. Wasserlauf 0'2 breit und 0'2 bis 0'3 m tief. Bei m 420 Ende der kleinen Kluff, Bachbett breit. Bei m 425 1 m hohe Kaskade, unterhalb 3 m weiter Tümpel, etwa 1 m tief.
- m 450—499 (Streckenelement 10). 1 m hohe Kaskade, primitive Brücke bei m 453. Darunter Kaskaden, größeres Gefälle, sehr viel Holzwerk, rechts überhängender Fels. Von

- m 465 an Verflachung der Sohle, Bach 1'5 m breit, 0'1 m tief. Bei m 490 alte Mühle, 3 Kaskaden mit großen Tümpeln (zirka 2 m weit), viel Holz.
- m 500—549 (Streckenelement 11). Bei m 505 Abstürze über großes Blockwerk, sehr viel Holz. Bei m 510 1'5 m hohe Kaskade über Sturzblöcke, sehr viel Holz. Bei m 525 5 m hoher Wasserfall, unterhalb 5 m breiter, 3 m langer, 1 m tiefer Tümpel.
- m 550—599 (Streckenelement 12). Sturzblöcke, sehr viel Holz. Verflachung, grober Schutt, Blöcke. Bei m 595 das ganze Bachbett mit Holzwerk erfüllt bis m 599.
- m 600—649 (Streckenelement 13). Kleinere Kaskaden, sehr viel Holzwerk. Bei m 615 1 m hohe Kaskade, bei m 630 Kaskaden über Sturzblöcke, 1 größerer Tümpel, 3 m breit, 5 m lang, sehr viel Holz. Bei m 649 Sturzblock, viel Holz.
- m 650—699 (Streckenelement 14). Bei m 655 primitive Brücke, viel Holz, das ganze Bachbett erfüllend. Bei m 670 Kaskaden über Blöcke, alles versintert. Bei m 675 Ableitung eines Kanales (Holzaquädukt), zirka 20 cm breit. Bei m 695 Ende des Aquädukts, im Bach Felsplatten.
- m 700—749 (Streckenelement 15). Bei m 705 lange, breite, 3 m hohe Kaskade über Felsplatten, Moos und Sinter. Bei m 710 primitive Brücke. Das abgeleitete Wasser fließt auf die Wiese des Wegmachers. Kaskaden über Grundfelsen von geringer Höhe.
- m 750—799 (Streckenelement 16). Großes Steinwerk im Bett, lebhaft, aber etwas geringere Bewegung als vorher. Bachbett 1'50 m breit, 0'05 m tief. Bei m 785 rechts zerklüftete Nischenhöhle im schwarzen Dolomit. Bei m 799 Beginn einer Kaskade von 1'5 m Höhe über einem Grundfelsen.
- m 800—849 (Streckenelement 17). Bei m 805 Tümpel unter der Kaskade. Bei m 825 Stufen über Sturzblöcke, großes Gefälle, Tümpelbildung. Bei m 849 Stufen über Grundfelsen. Bachbett 1'20 m breit, bei Kaskaden 0'05 m tief, Tümpeln 20 und 30 cm tief.
- m 850—899 (Streckenelement 18). Bei m 870 kleine Kaskaden und Tümpel, gutes Gefälle, rascher Lauf. Bei m 873 Fahrweg-Furt. Bei m 874 Einmündung des Badlbaches. Wasser nur vom Aquädukt; das Wasser aus dem Badlgraben verschwindet zum größeren Teile etwa 50 m oberhalb, nur 2 s/l fließen zu. Tal wendet sich nach Westen. Vor der Einmündung starkes Gefälle, Kaskaden im ganzen 2 m hoch auf 5 m Länge.
- m 900—949 (Streckenelement 19). Freier, gerader Lauf mit wenig Hindernissen. Bachbett 1'5 m breit, im Mittel 0'08 m tief. Bei m 930 einige Sturzblöcke.
- m 950—999 (Streckenelement 20). Bei m 965 STATION B II. Geringeres Gefälle, wenig gewunden. Brücke der Straße. Der Bach wendet sich nach links. Um 13^h bei m 975 Reste der Trift. Der Bach wendet sich nach Westen mit stärkerem Gefälle, grobe Steine, Blöcke, fast kein Holz. Bei m 995 viel Trift an Hölzern hängend.
- m 1000—1049 (Streckenelement 21). Bach bei m 1020 nach Westen gerader Lauf, dann Bogen nach rechts, Steine im Bachbett, mittleres Gefälle. Bei m 1040 Richtung westwärts, stärkeres Gefälle, grobe Steine.
- m 1050—1099 (Streckenelement 22). Stark wechselnde Breite. Bei m 1065 Stufe, Gefälle verstärkt sich, rascher Lauf. Bei m 1095 Sturzblöcke, Kaskade 1'5 m hoch, etwas Trift.
- m 1100—1149 (Streckenelement 23). Bei m 1115 große Sturzblöcke zwingen den Bach zu einem Bogen nach links. Bei m 1125 3 m hohe Kaskade, unterhalb unregelmäßiger Lauf mit Tümpeln und Stufen. Bei m 1148 Holzbrücke.
- m 1150—1199 (Streckenelement 24). Viele Stufen über Sturzblöcke und Tümpelbildung. Bei m 1180 größere Kaskaden und Tümpel, 4 m weit und zirka 1 m tief. Bei m 1195 weitere Abstürze.

- m 1200—1249 (Streckenelement 25). Großer Tümpel, dreieckig, 4 m lang, 4 m breit. Bei m 1215 4 m hohe Kaskade. Bei m 1220 Quelle, in einen Trog geleitet, 0'2 s/l. Große Sturzblöcke, unregelmäßiger, vielgewundener Lauf mit Kaskaden und Tümpeln.
- m 1250—1299 (Streckenelement 26). Gerade Richtung, kleinere Sturzblöcke, kleine Stufen und Tümpel. Bei m 1280 plattige Grundfelsen, von da ab felsige Sohle.
- m 1300—1349 (Streckenelement 27). Über die Grundfelsen eilt der Bach rascher dahin, kleine Stufen, kleine Tümpel bildend.
- m 1350—1399 (Streckenelement 28). Grundfelsen wie vorher. Bei m 1390 ein durch Steine und Holztrift angestauter Tümpel, 5 m lang, 2'5 m breit, 1 m tief. Bei m 1395 1 m hohe Kaskade.
- m 1400—1449 (Streckenelement 29). Grundfelsen, glatt gewaschen. Bei m 1420 Tümpel 3 m Durchmesser, kleine Kaskaden.
- m 1450—1499 (Streckenelement 30). Grundfelsen von Geröll bedeckt, geringeres Gefälle, wenig Tümpel. Bei m 1490 Bogen nach rechts. Bei m 1499 Brücke. Kaskade, 1 m hoch über Sturzblöcke.
- m 1500—1549 (Streckenelement 31). Bach geht auf die rechte Seite der Straße. Grundfelsen, große, flache Becken, dazwischen kleine Kaskaden. Bei m 1520 erreicht der Bach die rechte Felswand. Grundfelsen, Bachbett 1'2 m breit, 0'15 m tief. Geringeres Gefälle.
- m 1550—1599 (Streckenelement 32). Grundfelsen, einige Blöcke. Bei m 1595 enge Rinnen mit breiten Platten und Marmiten abwechselnd. Größeres Gefälle.
- m 1600—1649 (Streckenelement 33). Verstärktes Gefälle, Grundfelsen. Bachbett 2 m breit, 10 bis 20 cm tief. Von m 1620 bis m 1630 mehr eben, geröllbedeckte Grundfelsen. Ab m 1630 größeres Gefälle, weniger Gerölle.
- m 1650—1699 (Streckenelement 34). Bei m 1670 1'5 m hohe Kaskade, 3 m unterhalb Tümpel. Ab m 1680 Sturzblöcke und Schutt.
- m 1700—1749 (Streckenelement 35). Ab m 1705 Grundfelsen. Enge Stellen und breite Tümpel wechseln ständig. Bei m 1740 Brücke zum Fahrweg ins Himmelreich. Bei m 1749 Bachbett 2'5 m breit, 0'1 bis 0'2 m tief.
- m 1750—1799 (Streckenelement 36). Bei m 1760 Grundfelsen. Bei m 1770 1 m hohe Kaskade über einen Schichtkopf. Rechts Quelle zirka 7 s/l, von da Blöcke, größeres Gefälle.
- m 1800—1849 (Streckenelement 37). Bei m 1805 Grundfelsen. Bei m 1810 verstärktes Gefälle, glatte Platten, Kaskaden und schöne Marmiten. (Taf. VI, Fig. 1.) Bei m 1820 Kessel, von da ab großes Gefälle, auf 30 m zirka 10 m. Von m 1840 bis 1849 rechte Wand blank erodiert. Erosionskerben. Bei m 1845 bis m 1849 große Blöcke, 0'5 m Durchmesser.
- m 1850—1899 (Streckenelement 38). Rechte Seite Felswand mit Erosionskerben, Marmiten und Kaskaden, linke Seite Straße.
- m 1900—1949 (Streckenelement 39). Abnahme des Gefälles, Grundfelsen mit Schutt und Blockwerk bedeckt, Bachbett 2 m breit, 0'2 m tief.
- m 1950—1999 (Streckenelement 40). Wie vorher.
- m 2000—2049 (Streckenelement 41). Bei m 2010 Gefällsbruch, Grundfelsen blank, oben noch ein Marmit, dann Platten. Bei m 2040 Wasserfälle mit Marmiten, von links Quelle, zirka $\frac{1}{2}$ s/l. Bei m 2049 Gefällsbruch zu Ende.
- m 2050—2099 (Streckenelement 42). Grundfelsen mit viel Schutt bedeckt, Kaskaden von 0'50 m Höhe, kleine Tümpel.
- m 2100—2149 (Streckenelement 43). Über Blockhaufen bei m 2105 4 m hohe Kaskade, größere Sturzblöcke. Bei m 2115 Tümpel bis 1 m tief und 2'5 m weit. Bei m 2130 geringeres Gefälle.

- m 2150—2199 (Streckenelement 44). Bachsohle mit Blockwerk bedeckt. Bei m 2170 Grundfelsen. Bei m 2180 Aufstieg zur Badlhöhle, größeres Gefälle. Bei m 2197 Beginn einer Kaskadenstrecke über große Sturzblöcke. STATION B III.
- m 2200—2249 (Streckenelement 45). Bei m 2210 großer Absturz 4 m über Sturzblock, abwärts bei m 2220 enge Felsklamm. Sanfteres Gefälle.
- m 2250—2299 (Streckenelement 46). Grundfelsen. Ab m 2275 schuttbedeckt, bei m 2295 Brücke, Bach geht auf die linke Seite der Straße.
- m 2300—2349 (Streckenelement 47). Geringes Gefälle. Bachbett mit Schutt und groben Blöcken erfüllt, um letztere schlingert das Wasser.
- m 2350—2399 (Streckenelement 48). Wie vorher. Zur Linken stehen die Felsen wiederholt direkt am Wasser an, sonst steile, plattige Hänge.
- m 2400—2449 (Streckenelement 49). Gleichmäßiger, ziemlich gestreckter Lauf. Breite 1'5 m.
- m 2450—2499 (Streckenelement 50). Ab m 2470 große Blöcke und schlingernder Lauf. Bei m 2490 Kaskade, 1'5 m hoch, unten großer Tümpel, etwa 1'5 m tief, 5 m lang und 4 m breit.
- m 2500—2549 (Streckenelement 51). Schlingernder Lauf ohne Kaskade.
- m 2550—2599 (Streckenelement 52). Wie vorher. Bei m 2599 WASSERMESSER. (Taf. VI, Fig. 2.)
- m 2600—2649 (Streckenelement 53). Wie vorher. Bei m 2636 Reichsstraße. 9'4 m langer Durchlaß, glatter, rascher Lauf mit 2 Gefällsstufen.
- m 2650—2699 (Streckenelement 54). Bei m 2695 Bahndurchlaß.
- m 2700—2749 (Streckenelement 55). Glattes, gleichmäßiges Schottergerinne mit kiesigem Grund. Breite 1'3 m, 0'09 m tief.
- m 2750 (Streckenelement 56). Größere Blöcke, stärkeres Gefälle, etwas schlingernder Lauf. Bei m 2780 STATION B IV.

2. Die Versuchsstationen ¹.

Station B I (Streckenmeter 0).

(Beschickungsstation ².) Im Mühlgrabenbach in 600 m Seehöhe. (Stationsleiter: H. Bock, Graz.)

26. III. 1927, 11^h 00 Färbung mit 100 g Fuchsin,

11^h 20 Chlorierung mit 50 kg käuflichem Viehsalz.

Ab 9^h Wasser- und Lufttemperaturmessung, sowie Wasserentnahme für die chemische Analyse jede Stunde; Luftdruckmessung, Sauerstoffprobe- und Planktonentnahme jede zweite Stunde.

Station B II (Streckenmeter 965).

(Chlorstation.) An der Knickung des Mühlgrabenbaches zum Badlgrabenbach, ganz knapp oberhalb der Straßenbrücke, die über den Bach führt. 550 m Seehöhe. (Stationsleiter: J. Pinsker, Peggau.)

¹ Verteilung siehe Fig. 3 BI bis IV und Fig. 8.

² Zwischen der Station B I und B II ist in dem Bachlaufe sehr viel Laubwerk, altes Holzwerk usw. eingefallen, so daß die Trift hier hängen geblieben wäre. Es wurde daher angeordnet, daß in der Station B II um 11^h 00 5 kg Korkschnitzel als Trift eingebracht werden.

Am 26. III. 1927, um 11^h Triftbesichtigung¹ und alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station B III (Streckenmeter 2197).

(Chlorstation.) Am Bache, dort wo der Steig von der Badlhöhle in die Badlgrabenstraße einmündet. 475 m Seehöhe. (Stationsleiter: M. Stolzenberger, Peggau.)

Am 26. III. 1927 ab 11^h alle fünf Minuten Farbstoff-Chlorprobenentnahme.

Station B IV (Streckenmeter 2780).

(Vollstation.) Nahe der Mündung des Badlbaches in die Mur. 418 m Seehöhe. (Stationsleiter: L. Siegert, Wien.)

Am 26. III. 1927 ab 11^h Wasser- und Lufttemperaturmessung und Wasserentnahme für die chemische Analyse jede Stunde; Luftdruckmessung, Sauerstoffproben- und Planktonentnahme jede zweite Stunde. Farbstoff-Chlorprobenentnahme alle fünf Minuten.

Der Wassermesser war knapp vor der Brücke der Reichsstraße bei Streckenmeter 2599 eingebaut und wurde von der Station B IV aus stündlich bedient.

Die Zentralstation war im Saale des Höhlengasthauses in Peggau untergebracht. In ihr wurden die chemischen Analysen durchgeführt.

3. Die Wassermengen.

Die kleinere Öffnung des in der Ortschaft Badl, knapp oberhalb der Reichsstraßenbrücke eingebauten Modulus (Taf. VI, Fig. 2) maß 0'10 m, die größere 1'00 m. Die Wassermengen der kleineren Öffnung wurden mit einem Auffanggefäß von 10'5 Liter Inhalt gemessen. Während der ganzen Versuchszeit benötigte das Gefäß bei jeder Messung 3'5 Sekunden zum Vollaufen, so daß die Wassermenge konstant war. Unter Vernachlässigung des Kontraktionskoeffizienten, der wegen der Rundung der Ausschnittkanten als außerordentlich gering angenommen werden kann, ergaben sich für die Berechnung $\frac{10'5 \times 11}{3'5}$, somit 33 s/l, ein Wert, welcher für die Station B IV zu gelten hat.

Da laut Streckenbeschreibung zwischen B IV und B III kein fremder Wasserzutritt festzustellen war, so hat dieser Wert auch für die Station B III zu gelten.

Zwischen den Stationen B III und B II treten laut Streckenbeschreibung insgesamt 7'7 s/l (und zwar zwischen Streckenmeter 2000 bis 2049 0'5, zwischen m 1750 bis m 1799 7 und zwischen m 1200 bis m 1249 0'2 s/l) zu, so daß für die Station B II der Wert von rund 25 s/l zu gelten hat.

Zwischen den Stationen B II und B I treten laut Streckenbeschreibung insgesamt 7'5 s/l (und zwar zwischen m 850 bis m 899 2 s/l, m 150 bis m 199 2 s/l,

¹ Siehe Seite 66, Note 2.

in 0 bis m 49 3'5 s/l) zu, so daß für die Station B I der Wert von rund 17 s/l zu gelten hat.

Bei der Station B I wurde in einer engen Kaskade die Wassermenge auch direkt mit einem geeichten Auffanggefäß gemessen und ergab jedesmal 16 s/l. Dieser Wert stimmt mit dem vorher errechneten sehr gut überein, so daß sowohl die direkten Wassermessungen als auch die Mengenschätzungen der zutretenden Fremdwässer, als den wirklichen Verhältnissen sehr nahe kommend, bezeichnet werden können.

Nach dem Vorhergesagten haben für die Versuchsstationen nachstehende Mengenwerte Geltung, und zwar:

Station B I	14 s/l
Station B II	25 s/l
Station B III	33 s/l
Station B IV	33 s/l.

4. Der Chemismus der Wässer.

Die Messungen und Wasseranalysen in den Vollstationen B I und B IV ergaben folgende Resultate:

Tag und Stunde der Messung oder Entnahme	Wassertemperatur in °C		Lufttemperatur in °C		Gebundene Kohlensäure in mg CO ₂ im Liter		Temporäre Härte in deutschen Härtegraden		Organische Sub- stanzen in mg Oxalsäure im Liter		Chlor in mg im Liter		Sauerstoff im Liter, ausgedrückt in cm ³ bei 0° und 760 mm.		Luftdruck in mm	
	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV	B I	B IV
26. III. 1927																
9 Uhr	7	—	10·0	—	—	—	—	—	12·6	—	8	—	8·37	—	693	—
10 „	6	—	6·0	—	1954	—	123	—	14·5	—	5	—	—	—	691	—
11 „	6·5	7·5	7·1	10·0	—	1954	—	123	15·6	14·5	6	5	—	8·42	701	714
12 „	6·7	8·0	6·0	10·5	2042	—	127	—	22·7	17·6	6	6	—	—	—	—
13 „	6·9	8·0	8·8	14·5	1954	1776	123	112	14·5	16·4	5	6	—	—	691	714
14 „	—	8·0	—	13·0	—	—	—	—	—	13·9	—	6	—	—	—	—
15 „	—	9·0	—	13·0	—	1420	—	90	—	17·0	—	— ¹	—	7·64	—	714
16 „	—	9·0	—	13·5	—	—	—	—	—	23·2	—	— ¹	—	—	—	—
17 „	—	9·5	—	10·3	—	1510	—	95	—	21·4	—	— ¹	—	7·53	—	710

Tabelle VII. Messungs- und Analysenergebnisse der Badlbach-Chlorierung.

¹ Chlordurchgang.

Der Chemismus der Wässer in den Stationen B I und B IV ergibt weitgehend übereinstimmende Näherungswerte. Da die Laufzeit des Wassers von B I zu B IV, wie wir später sehen werden, $3\frac{1}{2}$ Stunden war, so sind die chemischen Werte der vorstehenden Tabelle um rund 3 Stunden gegeneinander zu verschieben. Die Wässer waren leicht alkalisch.

Der Gehalt an gebundener Kohlensäure und damit auch die temporäre Härte ist ziemlich gleichmäßig, nimmt aber gegen die Station B IV merklich ab (123 bis 112, 127 bis 90, 123 bis zirka 92), so daß der Bach in der Versuchsstrecke keine Anreicherung seiner Härte mehr bekommt, sondern sie schon aus dem Oberlauf bezieht, wo die kleinen zufließenden Wasserrinnale viel länger und intensiver mit dem Kalkboden in Berührung bleiben. Laut Streckenbeschreibung konnten Sinterbildungen im Gerinne, und zwar in den Streckenelementen 3, 14 und 15 beobachtet werden.

Der Gehalt an organischen Substanzen schwankt. Das eine Mal ist er in B I größer, das andere Mal in B IV. Dies ist wohl auf die starke Verwilderung des Gerinnes zurückzuführen. Der Chlorwert ist in beiden Gewässern nieder und konstant. Sie sind mit Sauerstoff so gut wie gesättigt, was sich zwanglos aus der Beschaffenheit des Wasserlaufes ergibt.

5. Beobachtungen des Trift-, Fuchsin- und Chlordurchganges.

Die Korkschnitzeltrift, die, wie schon gesagt, bei der Station B II eingebracht werden mußte, konnte in den anderen Stationen nirgends beobachtet werden. Wie eine Inspektion der Versuchsstrecke ergab, sind die Korkschnitzel sehr bald nach der Station B II in dem verwilderten Bachgerinne, an einhängenden Zweigen, Uferpflanzen, eingefallenem Laubwerk, Felsblöcken usw. hängen geblieben. Der Augenschein lehrt, daß sich so leichte und verhältnismäßig leicht verfangende Triftstoffe zur Beschickung in oberirdischen Gewässern nicht eignen. Am besten sind, wie bereits auf S. 12 ausgeführt, mittelgroße, gedrehte Weichholzkugeln.

Der Farbstoff wurde in keiner der Stationen von den Beobachtern direkt festgestellt, was wohl auch dadurch begünstigt wurde, daß die Wässer leicht alkalisch waren. Nur bis zum schäumenden Wasserfall im Streckenelement 11 war durch einige Minuten Färbung deutlich zu beobachten. Auch eine Trübung oder Schäumung beim Chlordurchgang konnte nicht festgestellt werden.

D. Der Fuchsin- und Chlordurchgang.

1. Die quantitative Bestimmung der Werte.

Alle Farbstoff-Chlorproben, die bei der Vorprüfung als fuchsin- oder chlorpositiv oder beides erkannt wurden, wurden zur genauen quantitativen Bestimmung des Fuchsin- bzw. Chlorgehaltes in die Zentralstation eingeliefert.

Dortselbst wurde der Fuchsin-gehalt in nachstehender Weise kolorimetrisch ermittelt:

Eine aus der gleichen Partie, welche für die betreffende Beschickung verwendet wurde, genau abgewogene Menge Fuchsin, wurde in einem halben Liter Altwasser der betreffenden Entnahmestation gelöst und durch Verdünnungen mit Altwasser eine Farbenskala bis zur Reaktionsgrenze hergestellt. Für die vorliegenden Untersuchungen wurde schließlich eine Skala geschaffen, die 20, 10, 5, 2, 1, 0·5, 0·2, 0·05 und 0·02 mg Fuchsin im Liter enthielt.

Mit diesen Lösungen wurden gleichhohe Eprouvetten bis zur gleichen Höhe gefüllt; ebenso wurde auch eine mit dem zu untersuchenden Wasser gefüllt. Nun wurden alle Eprouvetten mit zwei Tropfen Salpetersäure (1 : 3) versetzt, umgeschüttelt, fünf Minuten stengelassen; hierauf wurde die Wassersäule von oben nach unten gegen ein weißes Glanzpapier betrachtet. Die Färbung des zu untersuchenden Wassers wurde mit der Farbenskala verglichen und durch Schätzung der Fuchsin-gehalt als mg im Liter ermittelt.

Hiezu ist zu bemerken, daß sowohl durch die Verwendung des gleichen Fuchsin-gehalts wie bei der Beschickung und des jeweiligen Altwassers der betreffenden Entnahmestation, als auch durch das gleichzeitige Versetzen mit Salpetersäure eine möglichst weitgehende Vergleichsbasis zu schaffen getrachtet wurde. Die Ansäuerung der Farbenskala und des zu untersuchenden Wassers, die bisher meines Wissens bei einfachen Färberversuchen noch nie angewendet wurde, hat sich sehr gut bewährt, da man einerseits bei leicht alkalischen Wässern (z. B. der Badlbach-Chlorierung) noch sehr gute Fuchsinwerte bekommt und auch bei sauren Wässern der Fuchsinwert viel prägnanter hervortritt und noch deutlich in solchen Verdünnungen nachzuweisen ist, bei denen die ungesäuerten Proben schon längst vollständig farblos sind.

Zur Bestimmung des Chlorgehaltes wurden von jeder chlorpositiven Probe 100 cm³ in einen Kolben abpipetiert; diese Probe wurde mit 1 cm³ 1 % Kaliumchromatlösung versetzt und so lange Silbernitrat zugefügt, bis die durch Silberchromat verursachte rötliche Färbung nicht mehr verging. Wenn chlorpositive Proben auch eine Fuchsinfärbung zeigten, so wurden 100 cm³ desselben Wassers mit 1 cm³ 1 % Kaliumchromatlösung versetzt und die Probe unter steter Heranziehung dieser Vergleichsflüssigkeit autitriert

Als Titrierlösung wurde je nach der Stärke des Chlorgehaltes eine Silbernitratlösung verwendet, von der 1 cm³ 1 mg bzw. 10 mg bzw. 100 mg Chlor im Liter entsprach. Der erhaltene Wert gibt den Gesamtchlorgehalt (Chlordurchgang + natürlichen Chlorgehalt) an.

2. Der Verlauf.

Die gefundenen Fuchsin- und Chlorwerte sind aus der Taf. VII und zur besseren Übersicht aus den Kurven (Taf. VIII) ersichtlich.

Für die Fuchsinwerte der Stationen S II, S III und S IV wurden keine Kurven aufgestellt. Auch für die Station S VII wurde dies unterlassen, da in dieser Station das Entnahmeintervall mit 15 Minuten festgesetzt war.

Der Fuchsinwert in S V springt ohne Vorwert an (so wie die Werte in S II und S III) und zeigt, daß die, besonders im Krokodilgang eingeschalteten Tümpel keinen wesenswerten Einfluß ausübten. Er bleibt durch fünf Minuten mit 1 mg im Liter konstant, sinkt dann schnell auf 0·1 mg und zeigt noch einen kurzen Nachwert. Er ist, wenn auch schon stark verdünnt, noch ziemlich massiert und nicht allzu stark auseinandergezogen.

Der Fuchsinwert von S VI zeigt ein anderes Bild. Hier steigt der Wert innerhalb fünf Minuten allmählich bis auf 1 mg an und sinkt dann sofort wieder, allerdings etwas flacher wie der Wert von S V. Man sieht deutlich, daß die Wässer den zwischen S V und S VI geschalteten Siphon passieren mußten und die Färbung stark auseinandergezogen wurde. Noch deutlicher wird dies bei der Station S VII, von der man aber nur aussagen kann, daß die Färbung mindestens 65 Minuten zu ihrem Durchgange benötigte, während sie in der Station S VI kaum 30 Minuten brauchte.

Im Vergleich zu den Fuchsinwerten der Schmelzbach-Chlorierung sind die der Badlbach-Chlorierung viel stärker auseinandergezogen, was auf den ersten Blick befremdend wirkt, da doch das Gefälle des Badlbaches ein viel größeres wie das des Schmelzbaches ist und somit auch die Wassergeschwindigkeit größer und der Fuchsin durchgang kürzer sein sollte. Die Erklärung dafür liegt darin, daß das Badlbachbett sehr stark verwildert ist und durch die vielen, größeren und kleineren Wasserfälle eine weit stärkere Durchmischung der Wässer erfolgt als im Schmelzbach.

Der Fuchsinwert der Station B II springt plötzlich an, bleibt dann fünf Minuten gleich und fällt dann treppenförmig, ziemlich steil ab. Der Wert von B III steigt langsam an, bleibt durch fünf Minuten auf der Höhe von 0·7 mg im Liter und sinkt wieder langsam, ganz ähnlich wie er anstieg, ab. Analog verläuft auch die Kurve des Fuchsinwertes von B IV, nur kann er seinen Spitzenwert nicht mehr durch fünf Minuten halten.

Die Chlorwerte steigen in den Stationen S II, S III und S IV außerordentlich steil an, um ebenso schnell wieder abzufallen. Auffallend ist hierbei, daß in diesen drei, sehr benachbart liegenden Stationen die Spitzenwerte so rasch absinken.

Die Kurven der Stationen S V und S VI verlaufen fast völlig analog; die letztere ist im Abklingen schon etwas flacher. Für die Station S VII wurde keine Kurve konstruiert, da in dieser Station das Entnahmenintervall 15 Minuten war.

Die Kurve der Station B II steigt, wie zu erwarten war, sehr steil an und fällt ebenso steil ab. Die zwischen 12^h 50 und 12^h 55 liegende ganz geringfügige Abnahme des Chlorwertes (30 mg) hängt offenbar damit zusammen,

daß die bei Streckenmeter 675 in einen Kanal abgeleiteten Wässer in diesem Zeitpunkte wieder zu den Wässern der Station B II zugetreten sind und vorübergehend das steile Abfallen des Chlorwertes hemmten. Auf dieselbe Ursache dürfte vermutlich auch das Stehenbleiben des Fuchsinwertes auf 1 mg zwischen 12^h 25 und 12^h 30 zurückzuführen sein. Das Zeitintervall von 25 Minuten zwischen den analogen Erscheinungen in der Fuchsin- und Chlorkurve stimmt gut mit dem Intervall von 20 Minuten zwischen Färbung und Chlorierung überein. Es scheint, daß das Wasser, welches beim Streckenmeter 675 austrat, bis zu seiner Wiedervereinigung mit dem Bache etwa fünf Minuten länger brauchte, als das im Hauptgerinne fließende; ein Wert, der nach den örtlichen Verhältnissen sehr wahrscheinlich ist.

Die Chlorkurven der Stationen B III und B IV sind einander außerordentlich ähnlich, wozu auch der Umstand beiträgt, daß für diese beiden Stationen die durchfließenden Wassermengen die gleichen waren.

Eigentümlich ist allen Chlorwerten, daß sie vor ihrem endgültigen Abklingen in ein Oszillationsstadium treten. Wie wir besonders deutlich aus den Chlorkurven der Stationen B II, B III und B IV sowie der Stationen S II und S VI entnehmen können, remittieren die Chlorwerte, wobei aber immer eine deutlich fallende Tendenz zu bemerken ist, bis endlich der natürliche, ursprüngliche Chlorgehalt der Wässer erreicht ist; auch da gibt es noch einzelne Rückschläge. Die Erklärung dieser Erscheinung, deren Beschreibung ich bisher in der Literatur nirgends finden konnte, hängt offenbar damit zusammen, daß durch immer wiederkehrende kleine Veränderungen in der Strömungsgeschwindigkeit, Strömungsrichtung usw. die Auschlorierung von Wirbeln, Staubecken usw. verschieden schnell vor sich geht und gewisse Rückschläge eintreten, die die Chlorwerte, wenn sie schon sehr nahe ihrer untersten Grenze liegen, analytisch deutlich nachweisbar beeinflussen.

Das wiederholte und mit einer gewissen Regelmäßigkeit auftretende Schwanken des Chlorgehaltes schließt Fehlbeobachtungen, die durch etwaige zufällige Verunreinigungen bedingt sein könnten, aus. Je weniger Gefälle das Gerinne hat und je regelmäßiger es ist, desto kleiner wird die Amplitude der Oszillation sein. Dort aber, wo starkes Gefälle mit vielen Kolken und Wirbeln anzutreffen ist und wo auch durch große, im Gerinne liegende Sturzblöcke, eingefallene Baumstämme, Laubwerk, Uferpflanzen usw. eine stete, wenn auch stets nur ganz geringfügige Veränderung des Gerinnes vor sich geht, ist die Oszillation viel stärker. Dies zeigt sehr deutlich der Vergleich der Chlorkurven der Schmelzbach- mit denen der Badlbach-Chlorierung in ihren Oszillationsstadien.

Das starke Oszillieren der Chlorwerte der Stationen B II, B III und B IV deutet auf ein sehr unregelmäßiges und stark verwildertes Gerinne, eine Feststellung, die auch durch die Streckenbeschreibung erhärtet wird.

3. Die absoluten Werte.

Um einen Überblick über die Empfindlichkeit des Versuches zu gewinnen, wurde der gesamte Fuchsin- und Chlordurchgang rechnerisch erfaßt. Dies war aber für die Stationen S II, S III und S IV nicht möglich, da für diese Wassermengenmessungen fehlten.

Die Fuchsinwerte wurden in der Weise ermittelt, daß die 5-Minuten-Werte aller farbstoffpositiven Proben einer Station addiert und mit der in fünf Minuten durchgegangenen Anzahl Liter multipliziert wurden. Das Produkt ergibt die gesamte durchgegangene Menge Fuchsin in Milligrammen.

Die Chlorwerte wurden analog den Farbstoffwerten gewonnen. Dabei wurde jeder Chlorwert als chlorpositiv angenommen, der über den natürlichen Chlorgehalt (beim S-Versuch 9, beim B-Versuch 10 mg im Liter) lag. Die Summe der Werte mußte natürlich um die Summe des natürlichen Chlorgehaltes gekürzt werden, um den richtigen Gesamtwert des Chlordurchganges zu erhalten.

Diese Art der Berechnung wird in den Fällen, in welchen der Spitzenwert ohne Vorwert sofort ansteigt und plötzlich wieder sinkt (wie dies z. B. bei den Fuchsinwerten der Station S II und S III der Fall ist) keine brauchbaren Gesamtwerte ergeben, weil jeder Anhaltspunkt für die Beurteilung fehlt, wie lange Zeit hindurch der Wert so hoch war. Etwas besser, aber immerhin auch noch nicht brauchbar, wird das Resultat, wenn der Spitzenwert unvermittelt ansteigt und dann langsam abfällt. (Chlorwerte der Stationen S II und S III.)

Wenn man Stationen so nahe aneinanderreicht und so nahe der Beschickungsstation situiert wie die Stationen S II, S III und S IV, so muß man zur Entnahme der Farbstoff-Chlorproben auf ein Intervall von 30 Sekunden oder längstens einer Minute übergehen, sonst erhält man für die Enddurchrechnung keine brauchbaren Werte.

Alle jene Werte aber, die nicht plötzlich auf den Spitzenwert anspringen und die dann allmählich abklingen, werden bei dieser Berechnungsmethode sehr brauchbare Resultate ergeben. Sie werden aber nur dann der Wirklichkeit vollständig entsprechen, wenn der höchste entnommene Wert auch dem tatsächlichen Spitzenwert des Chlordurchganges gleichkommt. Sonst sind die Werte zu niedrig; der Fehler ist desto größer, je größer die Differenz zwischen höchstem ermitteltem Wert und tatsächlichem Spitzenwert ist. Zu hoch können diese errechneten Werte niemals sein.

In der Station B II konnte der höchste Chlorwert auch nicht annähernd mit 520 mg erfaßt werden, was sich daraus ergibt, daß bei diesem Spitzenwert der gesamte Chlordurchgang nur 11·8 kg Chlor gegen 133 kg Chlor in der Station B III wäre, was natürlich unmöglich ist. Der tatsächliche Spitzenwert

dürfte um 1000 liegen, was infolge der benachbarten Lage dieser Station zur Beschickungsstation durchaus verständlich ist.

Die Berechnungsergebnisse zeigt die nachstehende Tabelle:

Versuch	Stationen	Streckenmeter	Fuchsdurchgang in g	Fuchsdurchgang zur Beschickung rund in ‰	Chlordurchgang in kg	Chlordurchgang zur Beschickung rund in ‰	Durchschnitts- verlust pro 100 m in ‰ von	
							Fuchsin	Chlor
Schmelzbach- Chlorierung	S I	0	100	—	29·4	—	—	—
	S V	435	71	71	28·4	95	6·6	2·1
	S VI	530	66	66	25·3	85	6·4	2·8
	S VII	1795	39	39	14·0	46	2·8	3·0
Badlbach- Chlorierung	B I	0	100	—	29·4	—	—	—
	B II	965	48	48	—	—	5·4	—
	B III	2199	30	30	13·3	45	3·4	2·4
	B IV	2780	25	25	11·8	40	2·7	2·2

Tabelle VIII. Fuchsin- und Chlordurchgang bei der Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung.

Fuchsin und Chlor wurden bei den beiden Versuchen unter Bedachtnahme auf ihre Reaktionsgrenze ungefähr im gleichen Verhältnisse eingebracht. Nach der auf S. 70 beschriebenen kolorimetrischen Schätzung des Fuchsingehaltes in Wässern ließ sich das verwendete Fuchsin nach Reizen mit Salpetersäure noch als deutliche Spur in einer Verdünnung von 0·03 mg im Liter (0·03 g im m³) nachweisen, so daß diese Verdünnung als unterste Reaktionsgrenze zu bezeichnen ist.

Für die Titrierung von Chlor mit Silbernitrat liegt diese bei 1 mg im Liter. Mit dieser untersten Grenze kann man aber nicht rechnen, da die Wässer einen natürlichen Chlorgehalt haben und dieser nicht unwesentlich schwankt (s. Tabellen I—IV, VI, VII). Ein Schwanken von ein oder einigen mg im Liter kann ohne weiteres mit natürlichen Veränderungen zusammenhängen. Erst wenn der Chlorgehalt durch längere Zeit hindurch nicht unwesentlich steigt und ein gesetzmäßiges An- und Absteigen zeigt, kann man sicher von einem Chlordurchgang sprechen. Um bei der Berechnung der Beschickungsmengen genügend vorsichtig vorzugehen und jede Unterbeschickung zu vermeiden, empfiehlt es sich, als unterste Grenze

für die Feststellung des Chlordurchganges einen Gehalt von 10 mg im Liter (10 g im m³) über den natürlichen Chlorgehalt anzunehmen. In der Berechnung wird aber jeder Serienchlorwert, der den natürlichen Chlorgehalt übersteigt, als zum Chlordurchgang gehörig angenommen werden müssen.

Demnach kann man sagen, daß die Beschickungsstoffe in rund 3000 m³ Wasser ihre untere Reaktionsgrenze erreicht haben werden. Nimmt man nun den schlechtesten, überhaupt denkbaren Fall an, daß nämlich zwischen der Beschickungsstation und einer Entnahmestation so viel Wasser gestaut ist, als zur Erreichung der untersten Reaktionsgrenze notwendig ist (in unserem Falle 3000 m³), so würde dies, einen gleichbleibenden Pegel dieses Staubeckens vorausgesetzt, für die Schmelzbach-Chlorierung mit einem Austritt von 110 s/l bedeuten, daß diese Wassermenge in rund 8 Stunden und für die Badlbach-Chlorierung mit einem Austritt von 33 s/l in rund 24 Stunden die Reaktionsgrenze erreicht und nach Ablauf dieser Zeit auch im Falle eines Zusammenhanges der Wässer der Fuchsin-Chlordurchgang negativ sein würde. Die Badlbach-Chlorierung war etwa dreimal stärker beschickt als die Schmelzbach-Chlorierung, was mit der größeren Länge der Versuchsstrecke zusammenhing.

Aus der Tabelle VIII ist unschwer zu entnehmen, daß der Gesamtwert des Fuchsinthroughganges zur Beschickungsmenge (absoluter Beschickungsverlust) durchwegs bedeutend geringer ist, als der des Chlors. Bei der Station S VI, der letzten Höhlenstation, steht das Verhältnis 66 : 85, während es in der Station S VII, also nach dem Durchfließen von etwa 1200 m Freilandstrecke 39 : 46 steht. Noch größer wird die Differenz (25 : 40) bei der Badlbach-Chlorierung, bei der es sich durchwegs um Freilandstrecken dreht.

Man sieht daraus, daß der Farbstoff im Verhältnis zum Chlor merklich stärker von dem Gerinne zurückgehalten wird und daß dies in Freilandstrecken kräftiger geschieht, als in glatten, nicht verwilderten Höhlengerinnen.

Der Durchschnittsverlust an Beschickungsstoffen, in je 100 Streckenmetern und in Prozenten zur Beschickungsmenge ausgedrückt (relativer Beschickungsverlust), findet sich in den beiden letzten Kolonnen der Tabelle VIII. Daraus ergibt sich, daß der relative Fuchsinverlust sowohl in der Höhlen- als auch in der Tagstrecke am stärksten gleich nach der Beschickung ist und immer geringer wird, je länger die Entfernungen werden.

Der relative Chlorverlust verhält sich bei der Schmelzbach-Chlorierung gerade umgekehrt. Je näher die Entnahmestation der Beschickungsstation lag, desto kleiner war er, bzw. umgekehrt. Bei der Badlbach-Chlorierung läßt sich dies nicht nachweisen, weil der Chlorwert für die Station B II fehlt, doch scheint der Vergleich der Wässer der Stationen B III und B IV zu zeigen, daß bei großen Entfernungen auch der relative Chlorverlust allmählich abzunehmen beginnt.

4. Die Beziehungen zur Wasserbewegung.

Versuch	Stationen	Streckenmeter	Seehöhe in m	Gefälle in ‰	Dauer des Durchganges in Minuten		Zeitpunkt des Fuchsinwertes	Zeitpunkt des Chlorspitzenwertes	Differenz zwischen Fuchsin- und Chlorspitzenwert in Minuten	Differenz zwischen Fuchsinbeschickung und -spitzenwert in Minuten	Wassergeschwindigkeit in Minutenmeter
					Fuchsin	Chlor					
Schmelzbach-Chlorierung	S I	0	418	—	—	—	14 ⁰⁵	14 ³⁵	30	0	—
	S II	70	416	2·9	10	—	14 ¹⁰	14 ⁴⁰	30	5	14
	S III	150	414	2·7	15	45	14 ¹⁵	14 ⁴⁵	30	10	15
	S IV	200	413	2·5	—	50	—	14 ⁵⁰	—	15	13·3
	S V	435	409	2·1	20	70	14 ³⁰	15 ⁰⁰	30	25	17·4
	S VI	530	408	1·9	25	75	14 ⁵⁰	15 ²⁰	30	45	11·8
	S VII	1795	396	1·2	—	—	16 ¹⁵	16 ⁴⁵	30	130	13·8
Badlbach-Chlorierung	B I	0	660	—	—	—	11 ⁰⁰	11 ²⁰	20	0	—
	B II	965	550	11·4	35	125	12 ¹⁵	12 ⁴⁵	30	75	13
	B III	2199	475	8·4	55	210	14 ⁰⁰	14 ²⁵	25	180	12·2
	B IV	2780	418	8·6	45	155	14 ³⁵	15 ⁰⁰	25	215	13

Tabelle IX. Die Wasserbewegung bei der Schmelzbach- und Badlbach-Chlorierung.

Wenn wir in der vorstehenden Tabelle bei der Schmelzbach-Chlorierung die Zeitdifferenz zwischen dem Fuchsin- und Chlorspitzenwert betrachten, so sehen wir, daß sie für alle Stationen 30 Minuten ist, also genau dem Beschickungsintervall entspricht. Der Fuchsin- bzw. Chlorkern ging glatt und ohne jede Störung durch und wurde auch nicht durch die ganz verschiedene Menge der eingebrachten Stoffe (0·1 : 50) berührt. Darauf scheint aber die Dauer des Durchganges ziemlich stark zu reagieren. Sie ist für das Fuchsin bedeutend kürzer als für das Chlor und wird, je weiter die Stationen auseinanderlagen, desto länger (25 : 75).

Etwas anders liegen die analogen Verhältnisse bei der Badlbach-Chlorierung. Hier ist die Zeitdifferenz zwischen Fuchsin- und Chlorspitzenwert in der Station B II um zehn Minuten, in den Stationen B III und B IV um je fünf Minuten länger als das Beschickungsintervall, wobei immer der Chlorspitzenwert um diese Beträge länger gelaufen ist. Dies scheint offenbar bei der Verschiedenheit der Lösungskonzentration mit der besonderen Beschaffenheit der

Versuchsstrecke zusammenzuhängen und teilweise den gleichen Grund zu haben, der auch das starke Oszillieren des Chlortitres mit sich brachte. Auffallend ist ferner, daß die Durchgangsdauer sich sowohl für Fuchsin als auch Chlor in der Station B IV gegenüber den Werten in der Station B III (über 2200 m Längenerntfernung) wesentlich verkürzt. Dies scheint offenbar damit zusammenzuhängen, daß nach Erreichung eines bestimmten Maximums der Durchgangsdauer durch weitere Verdünnungen die Vor- und Nachwerte allmählich unter die Reaktionsgrenze sinken und dadurch eine Verkürzung bewirkt wird. Auffallend ist jedenfalls, wie Taf. VII zeigt, daß in der Station B IV sowohl die Eröffnungs- als auch die Schlußwerte für Fuchsin und Chlor kräftiger sind als die der Station B III.

Die Differenz zwischen Beschickung und Spitzendurchgang gibt uns die Laufzeit der Gewässer an. Diese auf Minutenmeter umgerechnet, ergibt für beide Versuche eine annähernd gleiche Geschwindigkeit. Diese Ähnlichkeit wird aber sofort gestört, wenn man das Gefälle mit in Vergleich zieht.

Bei der Schmelzbach-Chlorierung sind bei dem Durchschnittsgefälle von 1'2 ‰ 13'3 min/met, hingegen bei der Badlbach-Chlorierung in dem steileren Teile bei 8'4 ‰ Gefälle nur 12'2 min/met. Wenn man nun die Höhlenstrecke (S I bis S VI) mit der Tagstrecke (B I bis B IV) vergleicht, so fällt die relativ sehr langsame Durchschnittsgeschwindigkeit des Wassers bei der Badlbach-Chlorierung auf, besonders bei der Anwesenheit so vieler Kaskaden, über die das Wasser im freien Falle herunterstürzt. Die massenhaften Wirbelbildungen, eingestürzte Felsblöcke, eingefallenes Laubwerk, Holz usw. (s. Streckenbeschreibung) bewirken diese außerordentliche Verzögerung. In den Höhlenstrecken bewegen sich die Wässer relativ bedeutend schneller als in nichtregulierten Freilandgerinnen.

IV. Untersuchung der Planktonnetz-Proben.

(Von Prof. Adolf C e r n y, Hydrobiologische Donaustation in Wien II/3.)

Wenn man unter der Bezeichnung Plankton die Lebensgemeinschaft der im Wasser dauernd schwebend lebenden Organismen versteht, so muß man sich darüber klar sein, daß es in fließendem Wasser von irgendwie nennenswerter Strömung keine autochthonen Schweborganismen gibt, die gerade hier ihre Lebensstätte hätten, an der sie gedeihen, sich ernähren und vermehren könnten. Die Planktonorganismen der Fließgewässer stammen vielmehr aus den teilweise oder ganz stagnierenden stillen Buchten und Altwässern der Flüsse. Sie werden, wenn sie in die Strömung gelangen, von derselben oft weit mitgeführt und bleiben hier kürzere oder längere Zeit am Leben. Insbesondere sind Flüsse, welche den Abfluß von Seen bilden, wie z. B. die Traun und Ager in Oberösterreich, reich an Plankton, ebenso Bäche, die aus Teichen kommen. Hingegen sind fließende Gewässer, die in keiner Verbindung mit stagnierenden Wasseransammlungen stehen, arm an Plankton oder enthalten überhaupt kein solches. Höhlengewässer, die vorerst als Tagwässer eine Zeitlang dahin fließen, dann in einem Wasserschlinger verschwinden, um unterirdisch weiter zu laufen, enthalten gegebenenfalls das im oberirdischen Lauf vorhanden gewesene Plankton, das somit ein ausgezeichneter Indikator für den Zusammenhang der Höhlengewässer mit den Tagwässern sein kann. So konnte S p a n d l¹ in den Gewässern der Hugohöhlen in Mähren, die von einem Bache gespeist werden, der den Abfluß dreier Teiche bildet, beträchtliche Mengen von pflanzlichem Plankton aller kleinster Form nachweisen und S c o t t, der die Wässer der Shawneehöhle untersuchte, fand darin außer zahlreichen oberirdischen Tierformen nicht weniger als 18 verschiedene Algen, die durch einen Bach in die Höhle eingeschwemmt wurden. Solche pflanzliche Organismen gehen in den Höhlengewässern allerdings bald zugrunde und tragen viel zur Schlamm- und Schlammfäulnisbildung bei. Derartige organische Zerfallsprodukte, die sich an ruhigen Stellen und Tümpeln ansammeln und dort eine feine Schlamm- und Schlammfäulnisbildung bilden, können als Hauptnahrungsquelle für manche Höhlenwassertiere in Betracht kommen.

Unterirdische Gewässer, die anscheinend keinen Zusammenhang mit Tagwässern zeigen, wie dies namentlich im Karstgebiet häufig vorkommt, weisen

¹ H. S p a n d l, Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. Speläologische Monographien, Bd. XI, Wien 1926, Verlag Speläologisches Institut.

aber dennoch einen zuweilen recht bedeutenden Gehalt an pflanzlichen Resten auf, wie z. B. kleinen Holzteilchen, Moosblättchen, Wurzelfasern, Blattstückchen usw. Diese dringen durch die zahlreichen Risse, Sprünge, Spalten und Schlünde ein, die ja zu den Charakteristika der Karstphänomene zählen und das Einzugsgebiet der Niederschlagwässer bilden, die vielfach unterirdische Wasserläufe alimentieren. Insbesondere zur Zeit der Schneeschmelze, bei Wolkenbrüchen, starken Regengüssen werden beträchtliche Mengen solcher organischer Teilchen in die Höhlen eingeschwemmt, wie ja zu solchen Zeiten auch die obertags fließenden Gewässer reich sind an derartigen toten Schwebestoffen, die man im Gegensatz zum lebenden Plankton als *Seston* bezeichnet. Die Höhlengewässer enthalten um so mehr davon, je kürzer und gerader der Weg ist, der von der Oberfläche ins Höhleninnere führt, und je weniger Hindernisse sich dem Wasserlauf in den Weg stellen, die filtrierend und sedimentierend wirken. Zugleich mit dem pflanzlichen Detritus werden auch tierische Reste eingeschwemmt, die besonders dann, wenn es sich um chitinige Teile von Insekten, Krustazeen u. dgl. handelt, gut zu identifizieren sind. Oberirdische Fließwässer, die nach längerem Laufe unterirdisch weiter fließen, können natürlich auch lebende tierische Organismen mitführen, und zwar nicht allein Planktontiere, sondern vielmehr ufer- und bodenbewohnende Formen, die von der Strömung mitgerissen wurden. Solche Tiere vermögen oft lange Zeit in den Höhlengewässern zu leben; das Wasser führt ihnen ja mit dem Detritus genügend Nahrung zu. So fand ich im Schmelzbach in der Peggauer Lurhöhle zirka 600 m vom Höhleneingang entfernt zwei Eintagsfliegenlarven auf der Unterseite eines in der Strömung des Wassers liegenden Holzstückes, während in den Tümpeln, die bei höherem Wasserstand mit dem Bach kommunizieren, neben blinden Höhlenkrebse (*Niphargus* sp.) auch Bachflohkrebe (*Gammarus pulex*) zu finden waren, wie sie in oberirdisch fließenden Bächen häufig sind. Dabei konnte man deutlich beobachten, daß neben Exemplaren von *Gammarus*, die die normale, schwach graue Pigmentierung des Körpers zeigten, sich auch solche derselben Art und Größe fanden, die blendend weiß waren und auf den ersten Blick für *Niphargus* gehalten werden konnten. Das Augenpigment war aber auch bei den weißen *Gammarus* normal ausgebildet. Die Frage, ob die weißen Bachflohkrebe durch längeren Aufenthalt im Dunkeln ausgebleicht sind, was sehr wohl möglich wäre, oder ob es sich um Individuen handelt, die sich eben gehäutet hatten, will ich vor dem endgültigen Abschluß der experimentellen Untersuchungen darüber nicht entscheiden¹. Schneider², der die Gruben des Claustaler Bezirkes biologisch untersuchte, fand dort eine Form, die

¹ Darüber soll in einer späteren, ausführlicheren Arbeit über die Höhlenwasserfauna des Lurlochgebietes berichtet werden.

² Schneider R., Der unterirdische *Gammarus* von Claustal. Sitzungsber. d. königl. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin, 1885.

ebenfalls ausgebleicht war und beschrieb sie als *Gammarus pulex*, var. *subterraneus*; hingegen berichtet Spandl¹, daß er in zwei verschiedenen Quellen in Mähren ganz bleiche unpigmentierte Tiere neben normal gefärbten Exemplaren fand. Jedenfalls ist es augenblicklich noch nicht sicher, ob die weiße Färbung des höhlenbewohnenden *Gammarus* als Maßstab für die Dauer seines unterirdischen Aufenthaltes gewertet werden kann.

In einem seichten, kleinen Tümpel im unmittelbaren Bereiche des Schmelzbaches, zirka 800 m vom Höhleneingang entfernt, fand ich am 19. II. 1927, außer mehreren Exemplaren von *Cyclops viridis*, einem oberirdisch lebenden Ruderfußkrebse, das aber ziemlich regelmäßig in Höhlengewässern auftritt, auch zwei kleine Individuen eines braunen Süßwasserpolypen, *Hydra* sp., die in der lebend aufbewahrten Probe leider eingingen, bevor sie genauer untersucht werden konnten. Wenn diese Hydren sich auch hier durch Knospungen entwickelt haben mögen, — die gleichmäßige Wintertemperatur der Lurhöhle von 10 bis 11 Grad und das Vorhandensein entsprechender Nahrung (*Cyclops*) machen dies wahrscheinlich, — so konnten sich diese an Steinen festsitzenden Tiere, die sich bei eintretendem Hochwasser nicht wie die beweglichen Krebse in ruhige Schlupfwinkel zurückziehen können, erst vor höchstens einigen Monaten hier angesiedelt haben. Da *Hydra* kein typisches Höhlentier ist, und überhaupt aus Höhlengewässern nur selten beschrieben wurde, kann sie nur durch ein aktives, obertags fließendes Gerinne an den bezeichneten Fundort verschleppt worden sein.

Gelegentlich der Chlorierungsversuche in den Gewässern des Lurhöhlengebietes am 18. und 19. II. 1927 wurden gleichzeitig mit der Entnahme von Wasserproben für die Bestimmung von gelösten festen und gasförmigen Stoffen auch Proben der im Wasser enthaltenen absiebbaren Stoffe mittels eines Planktonnetzes, und zwar periodisch alle drei Stunden entnommen.

Der Vorgang der Probeentnahme vollzog sich in der Weise, daß ein an einer längerer Leine befestigtes Planktonnetz aus Seidengaze so in die Strömung des Baches eingehängt wurde, daß keine Bodenteilchen aufgewirbelt werden konnten. Nach 15 Minuten wurde das Netz hochgezogen, durch mehrmaliges vorsichtiges Eintauchen desselben bis zum Rande die an der Innenwand des filtrierenden Konus haftenden Teile der Probe in den an der Spitze des Netzes befindlichen Eimer gespült, aus welchem die Probe durch Öffnen des Hahnes in ein etikettiertes Fläschchen abgelassen wurde. Nach Zusatz von soviel Formolösung, daß die gesamte Flüssigkeit ungefähr einen 2- bis 3prozentigen Formaldehydgehalt besaß, womit die Probe hinreichend konserviert war und nach Eintragung der entsprechenden Daten in das Stationsbuch war die Probeentnahme beendet.

¹ Spandl H., Beobachtungen an Gammariden (vorläufige Mitteilung). Verhandlungen d. Naturforscher-Ver. in Brünn, Bd. 58, Brünn 1923.

Wenn es sich um eine quantitative Auswertung der mit dem Planktonnetz zu gewinnenden Probe handelt, empfiehlt es sich, das zu prüfende Wasser mit einem geeichten Literziment zu schöpfen und durch das angefeuchtete Planktonnetz, das ein Gehilfe frei in der Luft hält, zu filtrieren. 50 bis 100 Liter werden zumeist genügen. Die den gegebenen Verhältnissen entsprechende richtige Menge muß fallweise festgestellt werden.

Die Probeentnahme erfolgte gelegentlich der Lurbach-Chlorierung an folgenden Stationen:

1. Station S: Beschickungsstation Lurbachschwinde bei Semriach, aus dem Wasserlauf in der Doline.
2. Station A: Entnahmestation Schmelzbach-Ursprung.
3. Station L: Entnahmestation Laurinsquelle.
4. Station H: Entnahmestation Hammerbachvaucluse.

Das Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung der mit dem Planktonnetz gesammelten Proben ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Station und Nummer	Zeit	Befund
S 4	18. II. 1927, 10 ^h 15	Wenig Gesteinsteilchen, viel organischer Detritus: Holzpartikeln, Moosblatt- und Phanerogamenblattreste, Teilchen von verrottetem Herbstlaub, vereinzelt Kieselalgen und Fäden der Rotalge <i>Bangia</i> .
S 12	18. II. 1927, 13 ^h 15	Wie bei Probe S 4.
S 20	18. II. 1927, 16 ^h 15	Wie bei Probe S 4.
S 28	18. II. 1927, 19 ^h 15	Wie bei Probe S 4.
S 36	18. II. 1927, 22 ^h 15	Wie bei Probe S 4, überdies eine Larve der Eintagsfliege <i>Cloeon</i> dipterum.
S 44	19. II. 1927, 1 ^h 15	Wie bei Probe S 4, überdies eine <i>Cloeon</i> -larve, eine Zuckmückenlarve (<i>Chironomus</i>), vereinzelt Fadenwürmer (<i>Nematoden</i>) und Glockentierchen (<i>Vorticella</i>).
S 52	19. II. 1927, 4 ^h 15	Wie bei Probe S 4, überdies Chitinpanzer-teile von Insektenlarven.
S 60	19. II. 1927, 7 ^h 15	Wie bei Probe S 4.
S 66	19. II. 1927, 10 ^h 15	Wie bei Probe S 4.

Tabelle X. Planktonbefund der Station S.

Alle Proben der Station S fallen im Gegensatz zu den Höhlenproben durch den hohen Gehalt an organischem Detritus und den geringen Gehalt an Gesteinsteilchen auf.

Station und Nummer	Zeit	Befund
A 6	18. II. 1927, 21 h 30	Feine und gröbere, vielfach gelbbraune Mineralteilchen, Glimmerblättchen etc., dazwischen ein wenig pflanzlicher, mazerierter Detritus, wie: Holzpartikeln, Blattreste, Wurzelteilchen.
A 34	19. II. 1927, 0 h 40	Wie bei Probe A 6, jedoch relativ viel pflanzlicher Detritus, darunter auch Reste von frischen Blättern.
A 40	19. II. 1927, 3 h 30	Wie bei Probe A 6, überdies eine campodeide Trichopterenlarve (Köcherfliegenlarve).
A 44	19. II. 1927, 6 h 30	Wie bei Probe A 6, überdies einzelne rote Holzpartikeln (Erle?) und Moosblättchen.
A 50	19. II. 1927, 9 h 30	Wie bei Probe A 6.
A 54	19. II. 1927, 12 h 30	Wie bei Probe A 6.
A 77	19. II. 1927, 15 h 30	Wie bei Probe A 6.
A 83	19. II. 1927, 18 h 30	Wie bei Probe A 6.
A 87	19. II. 1927, 21 h 00	Wie bei Probe A 6.

Tabelle XI. Planktonbefund der Station A.

Die Proben der Station A unterscheiden sich von den übrigen durch eine gelbbraune Färbung der mineralischen Bestandteile. Besonders auffallend ist das Vorhandensein der Köcherfliegenlarve in der Probe A 40. Die Larve ist wohl erhalten und nicht mazeriert, was darauf schließen läßt, daß sie zur Zeit der Probeentnahme vermutlich noch lebend war. Als wasserbewohnende Insektenlarve kann sie nur aus einem aktiven, wenn auch vielleicht nur ganz kleinen Gerinne stammen, wie solche obertags in der Umgebung des Schmelzbach-Ursprungs in der Nähe einer sonst nicht aktiven Wasserschwinde anzutreffen sind. Durch diese kann die Larve bei eintretender Schneeschmelze ins Höhleninnere gelangt sein, was mit den zur gegebenen Zeit herrschend gewesenen meteorologischen Verhältnissen (siehe die diesbezüglichen Angaben in dieser Publikation) sehr gut übereinstimmt. Eine Verwechslung oder ein sonstiger Irrtum bezüglich der Probe A 40 erscheint ausgeschlossen.

Station und Nummer	Zeit	Befund
L 4	18. II. 1927, 21 ^h 15	Feinere und gröbere Gesteinsteilchen, dazwischen ein wenig pflanzlicher, mazerierter Detritus, wie: Holzpartikeln, Blattreste, Wurzelteilchen.
L 41	19. II. 1927, 0 ^h 10	Wie bei Probe L 4.
L 80	19. II. 1927, 3 ^h 10	Wie bei Probe L 4, Grasblattreste.
L 105	19. II. 1927, 6 ^h 10	Wie bei Probe L 4.
L 128	19. II. 1927, 9 ^h 45	Wie bei Probe L 4.
L 143	19. II. 1927, 12 ^h 55	Wie bei Probe L 4
L 161	19. II. 1927, 15 ^h 35	Wie bei Probe L 4.
L 177	19. II. 1927, 18 ^h 45	Wie bei Probe L 4.
L 188	19. II. 1927, 20 ^h 30	Wie bei Probe L 4.

Tabelle XII. Planktonbefund der Station L.

Die Proben der Station L enthielten keine Organismen bzw. Organismenreste. Es scheint zwischen der Quelle in der Laurinskluft und einem obertags fließenden Gerinne kein unmittelbarer oder mittelbarer Zusammenhang zu bestehen. Sie wird vermutlich durch Sickerwässer alimentiert, die zum Teil durch Klüfte und Spalten eindringen.

Station und Nummer	Zeit	Befund
H 12	18. II. 1927, 21 ^h 55	Wenig Gesteinsteilchen, wenig und feiner-teilter pflanzlicher Detritus, Bachflohkrebs (Gammarus).
H 50	19. II. 1927, 0 ^h 55	Wie bei Probe H 12.
H 87	19. II. 1927, 3 ^h 55	Wie bei Probe H 12.
H 107	19. II. 1927, 6 ^h 55	Wie bei Probe H 12.
H 126	19. II. 1927, 9 ^h 55	Wie bei Probe H 12, überdies noch ein Strudelwurm (Planaria).
H 137	19. II. 1927, 12 ^h 55	Wie bei Probe H 12, kein Gammarus.
H 150	19. II. 1927, 15 ^h 55	Wie bei Probe H 12.
H 162	19. II. 1927, 18 ^h 55	Wie bei Probe H 12.

Tabelle XIII. Planktonbefund der Station H.

Die Proben der Station H enthalten sehr wenig Sedimente. Das Wasser dieser Karstquelle fließt ganz langsam und ruhig aus seinem felsigen Bette. Hinter diesem befindet sich vermutlich ein Siphon, der eine stark sedimentierende Wirkung ausübt. Das Vorhandensein der Bachflohkrebsse fast in jeder Probe ist darauf zurückzuführen, daß das Planktonnetz bei der Probeentnahme an die Algen- und Wassermoosrasen auf dem Grunde anstreifte, wodurch die aufgescheuchten Krebschen in das Netz gelangten.

Am 24. III. 1927 wurden anlässlich der Vergleichschlorierung des Schmelzbaches ebenfalls Planktonnetzproben entnommen, und zwar an der Beschickungsstation S I im Rudolf-Willner-Dom in der unteren Lurhöhle (Streckenmeter 0) und in der Vollstation S VI nach dem zweiten Siphon (Streckenmeter 530). Die mikroskopische Untersuchung der Proben ergab nachstehende Befunde:

Station und Nummer	Zeit	Befund
S I, 13	24. III. 1927, 13 ^h 10	Gesteinsteilchen, ein wenig pflanzlicher Detritus, wie: Holzpartikeln, stark mazerierte Blattreste, Wurzelteilchen.
S I, 9	24. III. 1927, 15 ^h 05	Wie bei Probe S I, 13, überdies ein Borstenwurm (Chaetogaster sp.)
S I, 26	24. III. 1927, 17 ^h 05	Wie bei Probe S I, 9.
S VI, 41	24. III. 1927, 14 ^h 00	Gesteinsteilchen, ein wenig mazerierter pflanzlicher Detritus, vorwiegend Holzteilchen, Fasern, Moosblättchen.
S VI, 42	24. III. 1927, 16 ^h 00	Wie bei Probe S VI, 41.
S VI, 43	24. III. 1927, 18 ^h 00	Wie bei Probe S VI, 41.

Tabelle XIV. Planktonbefund der Schmelzbach-Chlorierung.

Die bei der am 26. III. 1927 vorgenommenen Badlbach-Chlorierung entnommenen Planktonnetzproben stammen von der Beschickungsstation B I im Mühlgrabenbach (Streckenmeter 0) und der Vollstation B IV, knapp unterhalb des Straßen- und Bahndurchlasses bei Badl (Streckenmeter 2780). Das Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung der Proben war wie folgt:

Station und Nummer	Zeit	Befund
B I, 2	26. III. 1927, 9 ^h 10	Die Probe enthält viel Material; wahrscheinlich hat das Netz den Bodengrund gestreift. Sehr viel feiner Sand und Schlamm, pflanzlicher Detritus, zahlreiche Kieselalgen, Koniferenpollen.
B I, 7	26. III. 1927, 11 ^h 30	Wenig Gesteinsteilchen, überwiegend pflanzlicher Detritus, wie: Holzteilchen, Blattreste, Teilchen von verrottetem Herbstlaub, Pflanzenhaare, Wurzelteilchen, Chitintteile von Insekten, Kieselalgen, Blaualgen (<i>Oscillaria</i>), einzelne Grünalgenfäden.
B I, 11	26. III. 1927, 13 ^h 25	Wie bei Probe B I, 7, überdies Blaualgen, Nostoc und Merismopedia.
B IV, 33	26. III. 1927, 13 ^h 10	Wie bei Probe B I, 7.
B IV, 58	26. III. 1927, 15 ^h 05	Wie bei Probe B I, 7, überdies eine Zuckmückenlarve (<i>Chironomus</i>).
B IV, 87	26. III. 1927, 17 ^h 05	Wie bei Probe B I, 7, und viele gröbere Teilchen von verrottetem Laub.

Tabelle XV. Planktonbefund der Badlbad-Clorierung.

V. Endergebnis.

Wenn man nun die wichtigsten Ergebnisse der beiden Vergleichschlorierungen zusammenfaßt, so können wir folgendes feststellen:

1. Der Chlordurchgang tritt vor seinem endgültigen Ende in ein Oszillationsstadium mit fallender Gesamttendenz. Dieses Oszillationsstadium ist desto stärker, je unregelmäßiger der Wasserlauf ist, bzw. umgekehrt. Am Beginne des Chlordurchganges fehlt es; beim Fuchsin durchgang überhaupt.

2. Der absolute Beschickungsverlust an Fuchsin ist wesentlich beträchtlicher als der an Chlor.

3. Der relative Beschickungsverlust an Fuchsin ist anfänglich (in konzentrierter Lösung) bedeutend stärker als später, während dies beim Chlor umgekehrt ist. Es scheint jedoch, daß auch der Chlorverlust, bei einer bestimmten Verdünnung anfangend, abnimmt.

4. Die Dauer des Fuchsin-Chlordurchganges steigt anfänglich und verkürzt sich langsam nach Erreichung eines bestimmten Maximums.

5. In ruhigen Gerinnen ist die Zeitdifferenz des Durchganges des Fuchsin- und Chlorspitzenwertes gleich dem Beschickungsintervall. In unruhigen Gerinnen wird der Chlorspitzenwert verzögert.

6. Die Laufzeit der Wässer rechnet man am besten aus der Zeitdifferenz zwischen Fuchsinbeschickung und -spitzenwert.

Im Zusammenhalte der Ergebnisse der Lurbach-Chlorierung mit denen der Vergleichschlorierungen soll nun versucht werden zu zeigen, daß eine Versuchsanordnung nach den Vorschriften der kombinierten Chlorierung, bei der also neben den Beobachtungen des eventuellen Trift-, Farbstoff- und Chlordurchganges auch synchrone Wassermessungen und -analysen, sowohl in den Beschickungs- als auch Entnahmestationen ausgeführt werden, wohl imstande ist, auch bei negativem Ausfall des Farbstoff-Chlordurchganges beweisend zu sein. Der gewöhnliche Einwurf, der bei negativem Ausfall des Versuches gemacht wird, ist der, daß entweder zu kurz beobachtet oder zu wenig beschickt wurde. Wir werden sehen, daß sich alle diese Einwürfe bei der kombinierten Chlorierung auf ihre Stichhaltigkeit hin ernstlich und objektiv prüfen lassen, was bei den anderen Versuchsanordnungen meist nur gefühlsmäßig möglich war.

Aus den betreffenden Vermerken bei den Entnahmestationen der Lurbach-Chlorierung ist bereits zu entnehmen, daß in keiner der Entnahmestationen Trift-, Fuchsin- oder Chlordurchgang beobachtet werden konnte.

Bezüglich der Trift war dies keineswegs verwunderlich, da schon mehrere starke Wirbelbildungen und dazwischen geschaltete Siphons vollständig genügen, die Trift zurückzuhalten. (Siehe Vergleichschlorierungen S. 62, 69.) Mit einem Gerinne, das während der Versuchszeit auch Trift in genügender Menge durchlassen würde, war beim Lurbache wohl von vornherein kaum zu rechnen und so wurde eigentlich mehr der Ordnung halber als mit der Aussicht auf ein positives Ergebnis auch die mechanische Beschickung durchgeführt.

Überraschend hingegen war das negative Ergebnis des Fuchsin-Chlordurchganges. Zur Erklärung dieses Ergebnisses gibt es nachstehende Möglichkeiten:

1. Die Wässer des Lurbaches hängen mit denen der Entnahmestationen (allen oder einzelnen) ganz oder teilweise in Form eines Höhlenflusses zusammen, das Fuchsin oder Chlor konnte aber nicht nachgewiesen werden, da

a) die Dauer des Versuches zu kurz war,

b) es die Entnahmestationen in einer Verdünnung, die bereits unterhalb der Reaktionsgrenze liegt, passierte,

c) die Fuchsinlösung in dem unbekanntem unterirdischen Gerinne so weit niedergeschlagen wurde, daß ihre Verdünnung in den Entnahmestationen unter der Reaktionsgrenze lag.

2. Die Wässer des Lurbaches alimentieren in Form eines Höhlenflusses weder ganz noch teilweise die Wässer der Entnahmestation.

Zum Fall 1 a ist zu bemerken, daß die Lurbachschwinde (Station S) vom Schmelzbach-Ursprung (Station A) etwa 2 km Horizontal- und etwa 150 m Vertikaldistanz, vom Hammerbach-Ursprung (Station H) etwa 3'5 km Horizontal- und etwa 220 m Vertikaldistanz entfernt ist. Wie nun die Zeiten der Badlbach-Chlorierung, die einen Wasserlauf mit ungefähr gleichem Gefälle und gleicher Streckenentfernung wie die Lurbach-Chlorierung betraf, zeigen, benötigen die Wässer zur Bewältigung einer solchen Strecke 205 Minuten, also rund $3\frac{1}{2}$ Stunden, wozu zu bemerken ist, daß unter sonstig gleichen Verhältnissen die Wassergeschwindigkeit in Höhlengerinnen größer zu sein scheint, als in nicht regulierten Taggerinnen. Es ist daher anzunehmen, daß bei einem höhlenflußartigen Zusammenhange ohne Dazwischenschaltung mächtiger Siphons die Wässer des Lurbaches nach etwa 4 Stunden in den Entnahmestationen ausgetreten wären. Die Beobachtungszeiten für den Fuchsin-Chlordurchgang dauerten in der Station A und L je 36, in der Station K 35, in der Station St 33 und in der Station H 58 Stunden, welche Werte sich für die zweite Beschickung um 9 Stunden verkürzen.

Diese Zahlen zeigen deutlich, daß die Beobachtungsdauer der Lurbach-Chlorierung keineswegs zu kurz war. Bezüglich einer weitgehenden Verzögerung der Laufgeschwindigkeit durch große Staubecken sei auf die Ausführungen des Falles 1 b hingewiesen.

Der Fall 1 b kann auch so formuliert werden, daß die eingebrachten Fuchsin- bzw. Chlormengen im Verhältnis zu den Wassermengen zu gering waren.

Die Schmelzbach-Chlorierung (Versuchsstreckenlänge rund 1800 m und rund 100 s/l) hat 39 % der Fuchsin- bzw. 46 % der Chlorbeschickung und die Badlbach-Chlorierung (Versuchsstreckenlänge 2780 m und 33 s/l) 25 % Fuchsin- bzw. 40 % Chlorbeschickung ergeben. Analoge Verhältnisse für die Lurbach-Chlorierung mit einem Wasseraustritt von rund 270 s/l und einer fünffachen Beschickungsmenge der Vergleichschlorierungen müßte ergeben, daß in den Stationen A, L und H nach den Werten der Badlbach-Chlorierung zusammen etwa 125 g Fuchsin und 60 kg Chlor von einer Beschickung hätten austreten müssen. Die Werte konnten auf keinen Fall übersehen werden, auch dann nicht, wenn die Lurbachschwinde nur partiell mit den Gewässern der Entnahmestationen zusammenhängen würden. Sollten aber die Wässer der Entnahmestationen nur mit einem so bescheidenen Anteil von den Wässern der Lurbachschwinde gespeist werden, daß von den Beschickungsstoffen in den Entnahmestationen nichts mehr nachzuweisen wäre, so wäre der Zutritt von Fremdwässern ein verhältnismäßig so großer, daß von einer Alimentierung der Entnahmestationen durch die Lurbachschwinde überhaupt nicht mehr ernstlich gesprochen werden könnte.

Der andere Fall wäre der, daß große Siphons und Staubecken in dem unbekanntem Wasserlauf geschaltet wären. Nach den auf S. 74 besprochenen Reaktionsgrenzen (0'03 g Fuchsin oder 10 g Chlor in m³ Wasser) reichen die bei der ersten bzw. zweiten Beschickung eingebrachten 500 g Fuchsin für 16.500 m³ und die 250 kg denaturiertes Viehsalz für 15.000 m³ bzw. beide Beschickungen zusammen für 33.000 bzw. 30.000 m³ Wasser aus. Wenn also der Inhalt dieser dazwischen geschalteten Siphons und Staubecken die genannte Wasserkubatur nicht übersteigt, so müßte, bei einem Zusammenhang der Fuchsin- und Chlor-durchgang positiv ausgefallen sein.

Die Lurhöhle ist eine ausgesprochene Bruchfugenhöhle, die nur in Zertrümmerungsgebieten gelegentlich, und da nur in den höher gelegenen alten, heute trockenen Teilen, eine größere Raumentwicklung zeigt. Dort aber, wo sie noch vom Wasser durchflossen wird, also die ganze befahrbare Strecke vom Schmelzbach-Austritt bis zum Schmelzbach-Ursprung und die einmündenden Verzweigungen, hat sie einen einheitlichen, schmalen und hohen, klammartigen Charakter. Die Staubecken in diesem Laufe sind ganz unbedeutend, kaum 1 m tief und einige Meter breit, so daß eine Kubatur von 50 m³ nirgends überschritten wird. Dieser ganze einheitliche Habitus der jetzt von Wässern durchflossenen

Teile der Lurhöhle läßt es außerordentlich unwahrscheinlich erscheinen, daß Staubecken mit 15.000 bzw. 30.000 m³ in dem unbekanntem Laufe dazwischen geschaltet seien. Große, flächenartig ausgedehnte, seeähnliche Staubecken sind wegen der morphologischen Einheit der Höhle unmöglich, es kämen daher nur solche mit klammartigen Profilen in Betracht. Wenn wir nun den ganz unwahrscheinlichen Fall annehmen, daß diese im Durchschnitt 2 m tief und 3 m breit wären, so müßten sie bei 15.000 m³ rund 2,5 km und bei 30.000 m³ gar 5 km lang sein, Längen, die größer wären als die Luftdistanz zwischen den Stationen S und A. Auch zwischen den Stationen S und H ist eine Beckenlänge mit 2,5 km undenkbar und mit 5 km unmöglich.

Nach dem Gesagten und wegen der physikalischen und chemischen Beschaffenheit der Wässer scheint es ausgeschlossen, daß in der unbekanntem Strecke solche Wassermengen vorhanden wären, die die Beschickungsstoffe so verdünnt hätten, daß sie nicht mehr nachgewiesen werden könnten.

Der Fall 1c, nämlich die Frage, ob das Fuchsin so weit niedergeschlagen wurde, daß in den Entnahmestationen seine Verdünnung unter der Reaktionsgrenze lag, braucht uns hier nicht weiter zu beschäftigen, da auch der Chlordurchgang negativ war. Nur in einem Falle, in welchem bei annähernd gleichen Bedingungen der Chlordurchgang positiv und der Fuchsin durchgang negativ ist, könnte man die Frage der erhöhten Dekolorierung der Farbstofflösung im unbekanntem Gerinne näher untersuchen.

Die Beurteilung der in den Fällen 1 a, b, c aufgeführten Möglichkeiten beantwortet zugleich auch den Fall 2, und zwar in der Form, daß die Wässer des Lurbaches weder ganz noch in einem solchen Mengenverhältnis, daß man noch ernstlich von einer Teilalimentierung sprechen könnte, die Wässer der Entnahmestationen alimentieren. Dieses aus vorstehenden Überlegungen gewonnene Resultat bestätigen auch die Ergebnisse der Wasseranalysen, und zwar:

1. Die Wässer des Schmelzbach-Ursprunges (Station A) und der Laurinsquelle (Station L) sind durch ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften als echte Quellwässer charakterisiert. Die geringen Schwankungen in ihren Eigenschaften und ihre verhältnismäßig hohe temporäre Härte kennzeichnen sie als Kluffwässer. Sie stammen aus einem anderen Einzugsgebiete als der Lurbach.

2. Die Lurbachwässer könnten mit denen des Hammerbach-Austrittes (Station H) infolge des negativen Ausganges des Fuchsin-Chlordurchganges nur in der Weise zusammenhängen, daß mächtige, wenigstens 15.000 m³ Wasser fassende Staubecken in den unterirdischen Lauf eingeschaltet wären. Gegen solche Staubecken spricht die physikalische und chemische Beschaffenheit der Wässer der Station H, sowie auch der stetig sehr hohe Sauerstoffgehalt. Da sowohl die morphologischen Verhältnisse der Höhle, als auch die Beschaffenheit der Wässer eindeutig gegen große Staubecken sprechen, kann ein Zusammenhang zwischen der Station S und H in Form eines Höhlenflusses nicht in Frage kommen, worauf

auch der verschiedene natürliche Chlorgehalt der Wässer deutet, der einen Fingerzeig dafür gibt, daß die Wässer des Hammerbach-Ursprunges ein anderes Einzugsgebiet haben, als die des Lurbaches.

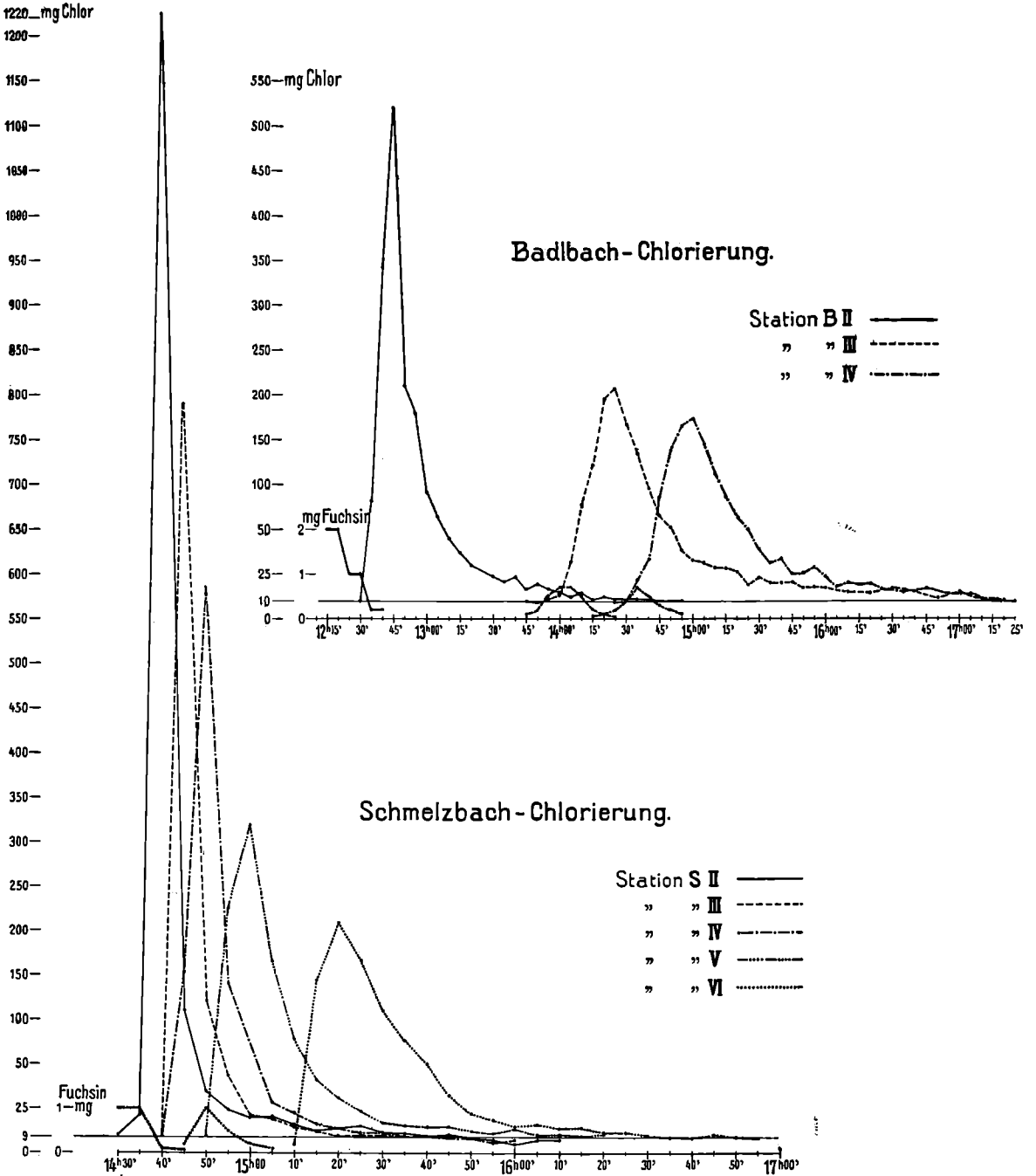
Der Hammerbach ist eine Karstriesenquelle, nicht unwesentlichen Schwankungen unterworfen, und scheint seiner Hauptsache nach von einer Schwinde (Kesselbachschwinde?) direkt, wohl unter Zutritt unterirdischer Fremdwässer, aber ohne Einschaltung nennenswerter Staubecken bei Niederwasser genährt zu werden.

Im Zusammenhalte und Vergleich der gewonnenen Resultate der kombinierten Chlorierungen können wir mit Sicherheit aussagen, daß zwischen dem Lurbache bei Semriach und dem Schmelzbach-Ursprung, der Laurinsquelle und dem Hammerbach-Ursprung bei Peggau keinerlei Zusammenhang nach Art eines Höhlenflusses bei Niederwasser besteht.

VI. Sach- und Orts-Verzeichnis.

	Seite		Seite		Seite
A					
Ablösung	7, 10	Beschickungsstation,		Chlorwerte	61
Ager	78	— Aufgaben	12	— absolute	73
Altwasser	18, 19	— — personelle Do-		— relative	71
Altwasserentnahme	16,	— sachliche Dotierung	14	Cloeon dipterum	81
	17, 22	— Situierung	11	Cyclops viridis	80
Altwasserproben	27	Beschickungsstoffe ..	4	E	
Andwaribach	32	Beschickungsverlust,		Einlieferungsblätter	
Andwari-Ursprung ..	32	absoluter	75, 86	14, 18, 19, 27	
Aneroid	14, 18	— relativer	75, 86	Eintagsfliegenlarven	79
Augraben, Wasser-		Blaualgae	85	Entnahmestation 2, 9,	
schwinde	33	Borstenwurm	84	13, 15	
B					
Bachflohkrebs	79, 83, 84	Bruchfugenhöhle	88	— Aufgaben	16
Badl	63, 67	C			
Badlbach	67	Chaetogaster sp.	84	— personelle Dotie-	
Badlhöhle	67	Chironomus	81, 85	— sachliche Dotie-	
Badlbach-Chlorierung		Chlordurchgang ..	53, 74	— sachliche Dotie-	18
31, 54, 62, 84		— Beobachtung d. 62, 69		— Situierung	16
— — Längenprofil der		Chlorgehalt	53	Entkarstungsmaßnah-	
Versuchsstrecke der	62	— Bestimmung des ..	70	men	1
— — Messungs- und		— Bestimmung des		F	
Analysenergebnisse		natürlichen	44	Fadenwürmer	81
der	68	— natürlicher	75	Färbung	12, 66
— — Planktonbefund		— Schwankungen ..	74	Färbversuche	2
der	85	Chlorierung ..	3, 13, 66	Farbstoff ..	4, 12, 15, 69
— — Wasserbewe-		— kombinierte	4	Farbstoffbeschickung	12
gung bei der	76	Chlorierungsversuche	3	Farbstoffnegative	
Badlgrabenbach	66	Chlorkern	76	Probe	26
Badlgrabenstraße	67	Chlornegative Probe	26	Farbstoffpositive	
Baßgraben, Wasser-		Chlorpositive Probe	26	Probe	26
schwinde	33	Chlorproben, Vorprü-		Farbstoffproben, Vor-	
Beschickung	12	— führung der 15, 16, 17, 25		prüfung der 15, 16,	
— dissoziierte	4	— Wasserentnahme f.		17, 25	
— kolloidale	4	die .. 6, 16, 17, 25, 27		— Wasserentnahme für	
— mechanische	4	Chlorspitzenwert, Zeit-		die .. 6, 16, 17, 25, 27	
Beschickungsintervall	76	differenz	86	Flaschenpackmaterial	
Beschickungsstation 2,		Chlorstation mit Vor-		15, 19	
9, 11		prüfung	15	Fluchtort	8
		— ohne Vorprüfung	15	Fluoreszin	2, 13
				Freilandstationen	7

	Seite		Seite		Seite
Fuchsin	2, 13, 37	Karsthydrographie ..	30	Luft, Temperaturmes-	15, 18
Fuchsinthroughgang ..	74	Karsthydrologie	1	sung der 6, 13, 16, 22	
— Beobachtung des	62, 69	Karstriesenquelle	90	Luftdruck, Messung	6, 14, 16, 23
Fuchsingehalt, Be-		Karstwässer	1-	des	
stimmung des	70	Karstwasserwirtschaft	30	Luftthermometer ..	14, 18
Fuchsinkern	76	Kaskadenklamm	30		
Fuchsin spitzenwert,		Kassier der Zentral-		M	
Zeitdifferenz	86	station	10	Manganchlorürlösung	15, 18
Fuchsinwerte, absolute	73	Kesselbachschwinde	33	Manipulant der Be-	
— relative	71	Kieselalgen	85	schickungsstation ..	14
Fuchsinthroughgang	53, 86	Klebstoff	15, 19	Merismopedia	85
G		Koch	18	Minimalversuchszeit	7
Gammarus pulex	79, 83	Kochsalz	4, 15	Minutenmanipulant	
— — var. subterra-		— Beschickung mit ..	13	der Entnahmestation	18
neus	80	Köcherfliegenlarve ..	82	Mühlgrabenbach	66
Gesteinsprobeent-		Kohlensäure, Bestim-			
nahme 6, 13, 16, 22,	27	mung der freien..	44	N	
Glockentierchen	81	— Bestimmung der ge-		Natronlauge	15, 18
Grünalgenfäden	85	bundenen	44	Nematoden	81
H		— freie	61	Neudorf	63
Härte, Bestimmung der		Koniferenpollen	85	— Wasserschwinde ..	33
temporären	44	Kontraktionskoeffi-		Niederwasser	30
— temporäre	61	zienten	67	Niederwasserverhält-	
Hammerbach	33, 51	Korkschnitzel	12, 37	nisse	5
Hammerbach-Ur-		Korkschnitzeltrift	62, 69	Niphargus sp.	79
sprung ..	32, 34, 42, 90	Krokodilgang	59	Nostoc	85
Hammerbachvauclose	42	Kugeln aus Weichholz	12		
Hochwasser	30	L		O	
Hochwassergefahr ..	35	Laborant der Zentral-		Organische Substan-	
Hochwasserverhält-		station	11	zen	51, 61
nisse	5	Lampist	18	— — Bestimmung der	44
Höhlenforscher, Ein-		Laufzeit der Gewässer	77	Oscillaria	85
schließung von	30	Laurinsquelle 32, 33,		Oszillationsstadium	72, 86
Höhlenkrebs	79	34, 39, 52, 83,	90		
Höhlenstationen	7, 17	Lurbach	87	P	
Höhlenwassertiere ..	78	— bei Semriach	90	Peggau, Lurhöhle bei	29
Hofbauer-Steinbruch		— Gabelung des	36	— Riesenquellen bei..	29
	32, 43	— Chlorierung 29,		Peggauer Wasser	30
Holzstäbe	12	31, 54, 81		Planaria	83
Holztrift	37	Lurbachschwinde 30,		Plankton	78
Hugohöhlen	78	33, 34, 36, 50		Planktonbefunde ..	81 fg.
Hydra sp.	80	Lurhöhle bei Peggau	32	— quantitativer	24
K		— bei Semriach	32	Planktonentnahme 6,	
Kaiserschützenhalle		— Schauhöhlenbetrieb		14, 16, 24, 27	
	34, 41, 59	in der	33	Planktonnetz	14, 18
		— untere	34	— Proben	78
		Lurhöhlengastwirt-		Pöllau	63
		schaft	60	— Wasserschwinde ..	33



Kurven des Fuchsin- und Chlordurchganges bei der Schmelzloch- und Badlloch-Chlorierung.

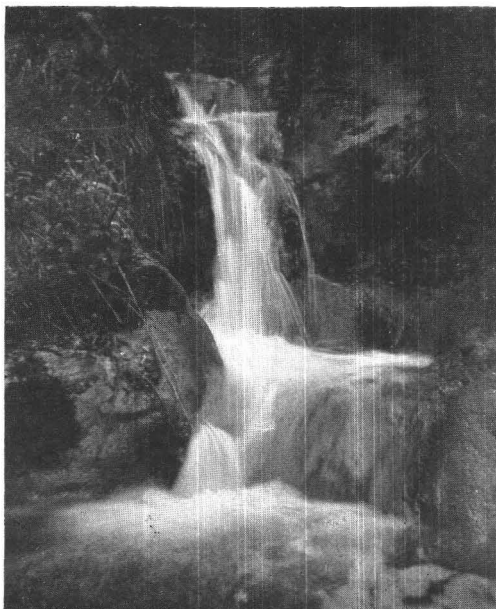


Fig. 1. Kaskadenbildung im Badlbach (phot. H. Bock).

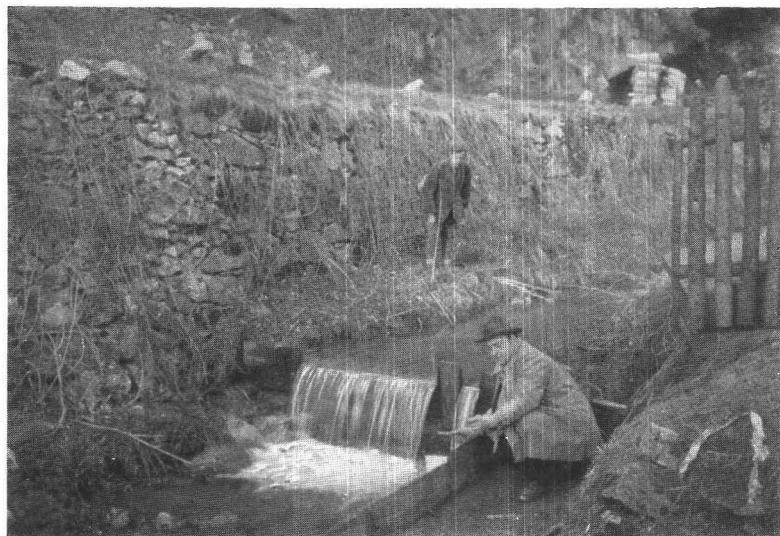


Fig. 2. Wassermesser im Badlbach bei Badl (phot. H. Bock).



Fig. 1. Siphon II in der unteren Lurhöhle (phot. H. Bock).



Fig. 2. Wirbelbildung im Schmelzbach in der unteren Lurhöhle, etwa 100 m vom Eingang bergwärts (phot. H. Bock).

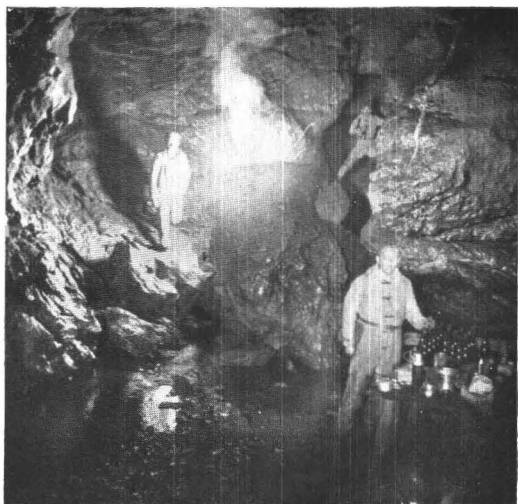


Fig. 1. Station L, Stationstisch (phot. K. Kriegler).



Fig. 2. Hammerbach-Ursprung (Station H) (phot. H. Bock).

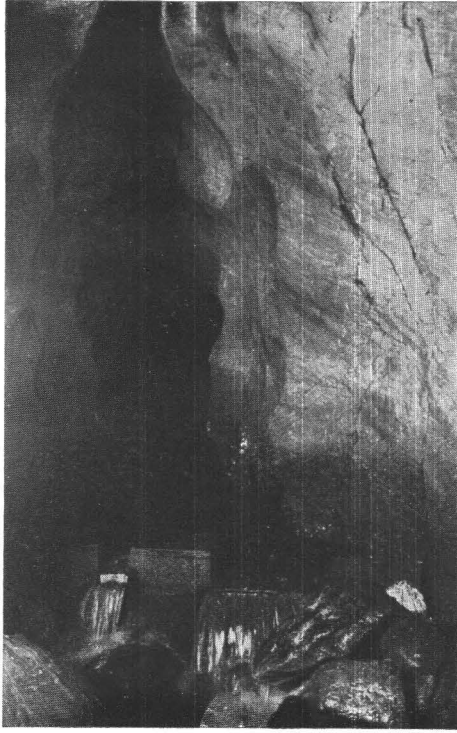


Fig. 1. Schmelzbach-Ursprung (Station A) mit eingebautem Modulus. (Aufnahmeapparat geneigt, rechte Modulusseite apparatnäher als linke) (phot. H. Bock).

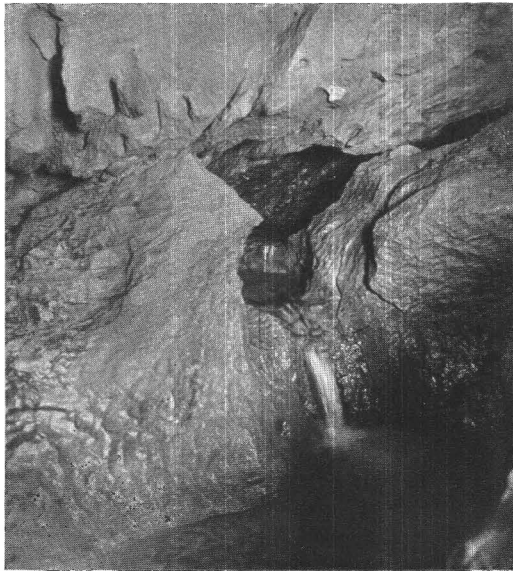


Fig. 2. Laurinsquelle (Station L) (phot. H. Bock).

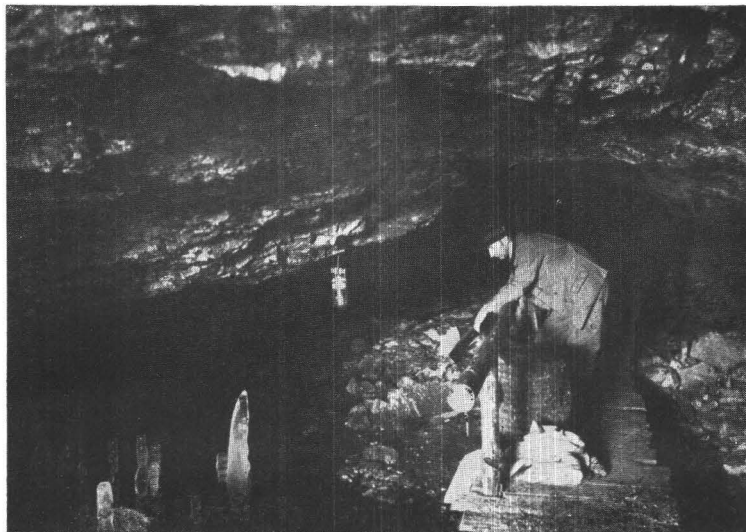


Fig. 1. Lurbachschwinde bei Semriach (Station S); Farbstoffbeschickung des linken Lurbacharmes (phot. H. Bock).



Fig. 2. Station A, Stationstisch (phot. K. Kriegler).

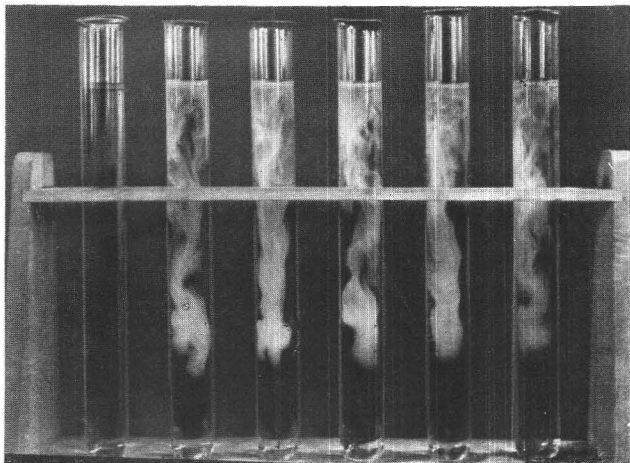


Fig. 1. Vorprüfung der Chlorproben (1 Minute nach der Versetzung mit Silbernitrat).
Von links nach rechts: 1) 9 mg Cl, 2) 520 mg Cl, 3) 180 mg Cl, 4) 65 mg Cl, 5) 28 mg Cl,
6) 24 mg Cl im Liter.

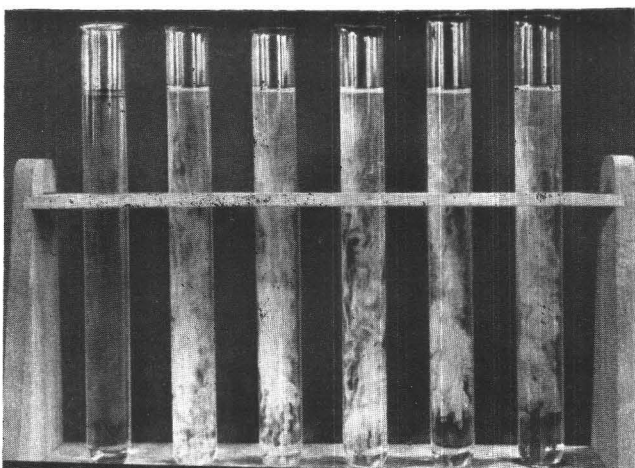


Fig. 2. Dieselben Proben 5 Minuten nach der Versetzung mit Silbernitrat.

	Seite
W	
Walhalla	32
Wässer, Chemismus	
der	50, 61, 68
— Laufzeit	86
— Mengen der	50
Wasseranalyse, Wasserentnahme für die chemische	6, 13, 16, 23, 27
Wasserentnahmestelle	23
Wasserhöhlen, aktive	8
Wassermengen ..	60, 67
— ein- u. austretende	50

	Seite
Wassermengen,	
— Messung der	6, 13, 16, 23
Wassermengenmessung, Ausrüstung für	14, 18
Wassermesser	66
Wassertemperatur ..	51
Wasser, Temperaturmessung des	6, 13, 16, 23
Wasserthermometer	14, 18
Willnerdom	54, 84
Wirbelbildungen	77
Wolkenbrüche	8

	Seite
Z	
Zeitquadrat	20
Zentraleiter	10
Zentraleiterstellvertreter	10
Zentralstation	8, 9, 34
— Aufgaben	9
— personelle Dotierung	10
— sachliche Dotierung	11
-- Situierung	9
Zuckmückenlarve	81, 85

Seite		Seite		Seite	
	Q				
	Quellwässer, echte .. 89		Sickerwässer	56	Strudelwurm
	R		Sickerschwinden	12	Stundenblätter
	Reaktionsgrenze	74	Spitzenwert	73	Stundenmanipulant
	S		Station A 34, 37,	38	der Entnahme-
	Salpetersäure, Reizen		— — Messungs- und		station
	mit	74	Analysenergebnisse	47	Süßwasserpolyphen ..
	Salzungen	3	— — Planktonbefund	82	
	Salzungsversuche	3	Station B I 62, 63, 66,	68	T
	Sauerstoffgehalt	62	Station B II .. 64, 66,	68	Tannebenmulde
	— Bestimmung des..	45	Station B III .. 66, 67,	68	Teilnehmer
	Sauerstoffbestimmung,		Station B IV 62, 66, 67,	68	Telephonist
	Wasserentnahme für		Station H	34, 42	Tell-Stiege
	die .. 6, 14, 16, 24,	27	— — Messungs- und		Traun
	Schäumung	62	Analysenergebnisse	49	Trichopterenlarve ..
	Schmelzbach 33, 34		— — Planktonbefund	83	Trift
	— Austritt	32, 33	Station K 34, 41, 56,	62	— Beobachtung der
	— Chlorierung .. 54, 84		Station L	34, 39	6, 16, 25, 27
	— — Messungs- und		— — Messungs- und		Triftbeschickung 12,
	Analysierungser-		Analysenergebnisse	48	— Kontramuster der
	gebnisse der	61	— — Planktonbefund	83	14, 27
	— — Planktonbefund	84	Station S 34, 36,	62	Triftdurchgang, Be-
	— — Situierung der		— — Messungs- und		obachtung des 62, 69
	Versuchsstationen		Analysenergebnisse	46	Triftmuster
	bei der	55	— — Planktonbefund	81	Triftstoff
	— — Wasserbewe-		Station S I 54, 56,	58	Trockenschwinde ..
	gung bei der	76	Station S II	56, 59	Tropfwasser
	Schmelzbach-Ursprung		Station S III	56, 59	Trübung
	32, 34, 37, 52, 90		Station S IV	56, 59	Tümpel
	Schneesmelze mit Re-		Station S V .. 54, 57,	59	
	gen	8	Station S VI .. 56, 57,	59	U
	Schönegg	63	Station S VII 56, 58,	60	Unterfluß
	Schöckel	30	Station St	34, 43	
	Schöpfgesäß .. 14, 18,	19	Station Z	36	V
	Schriftführer der Ent-		Stationsbuch 14, 18,	19	Vergleichschlorie-
	nahmestation	17	Stationsinspektor ..	10	rungen
	— der Beschickungs-		Stationsleiter der Be-		Verkarstung
	station	14	Schickungsstation 14		Versuch B
	— der Zentralstation	10	— der Entnahme-		Versuch S
	Schwellmühlen	54	station	17	Versuchsstationen 6,
	Semriach, Lurhöhle bei	29	Stationszeichen	19	9, 36
	— Polje von 35,	51	Stauanlagen	54	Viehsalz
	Semriacher Wässer ..	30	Stauweiher	12	37, 62
	Seston	79	Steinbruchquelle 32,	34	Vollstation mit Vor-
	Shawneehöhle	78	Streckenbeschreibung		prüfung
	Sickerwasserquellen ..	52	des Badlbaches ..	62	— (ohne Vorprüfung)
			— des Schmelzbaches	54	15
			Streckenelement	56	Vorprüfung der Farb-
			Streckenmeter	58	stoff-Chlorproben
					15, 16, 17, 25
					— — — Ausrüstung 19
					Vorticella
					81

Vom Speläologischen Institut
(Publikationsauslieferung), Wien, VIII., Auerspergstraße 1, beziehbar:

Speläologisches Jahrbuch

Herausgegeben vom Speläologischen Institut der Bundeshöhlenkommission
Organ der Speläologischen Gesellschaft in Wien.

Jahrgang								
I	1920,	96	Seiten,	Großoktav,	mit 10	Tafeln	und 12	Textfiguren
II	1921,	190	"	"	"	11	"	"
III	1922,	168	"	"	"	31	"	95
IV	1923,	184	"	"	"	26	"	92
V/VI	1924/25,	156	"	"	"	9	"	39
VII/VIII	1926/27.							

Speläologische Monographien

Herausgegeben vom Speläologischen Institut der Bundeshöhlenkommission

- Band I **Kyrle G.**, Grundriß der theoretischen Speläologie 1923, XVIII und 353 Seiten Großoktav, mit 10 Tafeln und 187 Textfiguren.
- „ II **Kyrle G.**, Grundriß der praktischen Speläologie (in Vorbereitung).
- „ III Höhlenwirtschaftskunde (in Vorbereitung).
- „ IV **Mühlhofer F.**, Beiträge zur Kenntnis der Cyrenaika (mit besonderer Berücksichtigung des Höhlen- und Karstphänomenes). 1923, VIII und 67 Seiten Großoktav, mit einer Routenkarte, 2 Tafeln und 49 Textfiguren.
- „ V **Morton F., Gams H.**, Höhlenpflanzen. 1925, X und 227 Seiten Großoktav, mit 10 Tafeln und 46 Textfiguren.
- „ VI **Angermayer E., Asal A., Czoernig W., Hauser E., Lehmann O., Oedl R., Pia J., Wettstein O.**, Die Eisriesenwelt im Tennengebirge (Salzburg). 1926, XI und 131 Seiten Großoktav, mit 48 Tafeln und 40 Textfiguren.
- „ VII-IX Die Drachenhöhle bei Mixnitz (im Drucke).
- „ X **Czoernig-Czernhausen W.**, Die Höhlen Salzburgs (erschieden im Verlage des Vereines für Höhlenkunde in Salzburg) 1926, VIII und 159 Seiten Großoktav, mit einer Übersichtskarte, 20 Tafeln, 6 Planbeilagen, 60 Höhlenplänen und einer farbigen Radierung.
- „ XI **Spandl H.**, Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. 1926, XI und 235 Seiten Großoktav, mit 116 Textfiguren.
- „ XII **Kyrle G.**, Kombinierte Chlorierung von Höhlengewässern. 1928, VIII und 96 Seiten Großoktav, mit 8 Tafeln, 8 Textfiguren und 15 Tabellen.

Schmelzbach-Chlorierung													Badlbad-Chlorierung								
Entnahmeintervall	24. März 1927	Station S II m 70		Station S III m 150		Station S IV m 200		Station S V m 435		Station S VI m 530		Station S VII m 1795		26. März 1927	Station B II m 965		Station B III m 2199		Station B IV m 2780		
		Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l		Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	Fuchsin mg im l	Chlor mg im l	
5 Minuten	14 ¹⁰	20												12 ¹⁰		8					
	14 ¹⁵	0.2	8	20										12 ¹⁵	2	9					
	14 ²⁰		9	0.2										12 ²⁰	2	9					
	14 ²⁵		7	0.05										12 ²⁵	1	8					
	14 ³⁰		10 ¹			0.05 ²		1						12 ³⁰	1	10					
	14 ³⁵		21 ¹		7		8	1						12 ³⁵	0.2	82					
	14 ⁴⁰		1220		9		9	0.1	7					12 ⁴⁰	0.2	342					
	14 ⁴⁵		110		790		152	0.05	8	0.2				12 ⁴⁵	geringste Spuren	520					
	14 ⁵⁰		39		120		586		8	1				12 ⁵⁰		210					
	14 ⁵⁵		24		43		140			0.5				12 ⁵⁵		180					
	15 ⁰⁰		20		21		—		320	0.2	6			13 ⁰⁰		90					
	15 ⁰⁵		20		19		28		164	0.1	6			13 ⁰⁵		65					
	15 ¹⁰		16		15		22		78	geringste Spuren	4			13 ¹⁰		45					
	15 ¹⁵		12		12		16		41		144			13 ¹⁵		37					
	15 ²⁰		13		9		13		31		209			13 ²⁰		30					
	15 ²⁵		15		10		11		23		167			13 ²⁵		15					
	15 ³⁰		11		10		11		17		110			13 ³⁰		24					
	15 ³⁵		11		9		9		15		73			13 ³⁵		21					
	15 ⁴⁰		9		9		11		14		50			13 ⁴⁰		23	geringste Spuren				
	15 ⁴⁵		10		8		10		14		32			13 ⁴⁵		17	0.1	10			
15 ⁵⁰		8		8		10		12		22			13 ⁵⁰		19	0.2	8				
15 ⁵⁵		7		6		10		11		18			13 ⁵⁵		17	0.5	11				
16 ⁰⁰		5		7		9		13		14			14 ⁰⁰		15	0.7	13				
16 ⁰⁵		7				9		10		16			14 ⁰⁵		12	0.7	32				
16 ¹⁰		7				8		10		13			14 ¹⁰		14	0.5	78				
16 ¹⁵						9		9		13	0.2	8	14 ¹⁵		11	0.2	148	0.05			
16 ²⁰								10		11	—	—	14 ²⁰		12	0.1	195	0.1			
16 ²⁵										11	—	—	14 ²⁵		11	0.05	206	0.2	10		
16 ³⁰										9	—	—	14 ³⁰		—	geringste Spuren	168	0.4	10		
16 ³⁵										8	—	—	14 ³⁵		11		134	0.7	22		
16 ⁴⁰										8	—	—	14 ⁴⁰		—		95	0.5	37		
16 ⁴⁵										10	0.1	106	14 ⁴⁵		10		63	0.3	85		
16 ⁵⁰										8	—	—	14 ⁵⁰		—		51	0.2	139		
16 ⁵⁵										7	—	—	14 ⁵⁵		10		38	0.1	164		
15 Minuten	17 ¹⁵										0.05	27	15 ⁰⁰				35			172	
	17 ³⁰												15 ⁰⁵				32			144	
	17 ⁴⁵												15 ¹⁰				28			111	
	18 ⁰⁰												15 ¹⁵				28			85	
	18 ¹⁵												15 ²⁰				26			62	
	18 ³⁰												15 ²⁵				18			50	
														15 ³⁰				23			39
													15 ³⁵				20			27	
													15 ⁴⁰				20			34	
													15 ⁴⁵				20			25	
													15 ⁵⁰				17			25	
													15 ⁵⁵				18			28	
													16 ⁰⁰				17			23	
													16 ⁰⁵				—			17	
													16 ¹⁰				15			20	
													16 ¹⁵				—			19	
													16 ²⁰				14			19	
													16 ²⁵				—			16	
													16 ³⁰				16			—	
													16 ³⁵				—			15	
													16 ⁴⁰				15			—	
													16 ⁴⁵				—			18	
													16 ⁵⁰				12			—	
													16 ⁵⁵				—			14	
													17 ⁰⁰				15			—	
													17 ⁰⁵				—			14	
													17 ¹⁰				12			—	
													17 ¹⁵				—			10	
													17 ²⁰				11			—	
													17 ²⁵				—			10	

m = Streckenmeter.

In fetter Umrahmung die Zahlen während des Fuchsin- bzw. Chlordurchganges.

¹ Der Vorwert von 10 und 21 mg Chlor im Liter in der Station S II hängt offenbar damit zusammen, daß beim Anrühren des Salzbreies in dem großen Beschickungsgefäß geringe Mengen verspritzt wurden, die aber bei der großen Nähe der Station S II zur Beschickungsstation (70 m) bereits eine deutliche Reaktion gaben. Der Beginn des Chlordurchganges kann daher erst für 14^h 40 angenommen werden.

² Entnahme zu spät begonnen.

Fuchsin- und Chlorwerte der Schmelzbach- und Badlbad-Chlorierung.