

Über hydrologische Untersuchungen im Gebiet des Periodischen Sees bei Roßla (Südharz)

Von GÜNTER VIETE, Freiberg/Sa.

Im Rahmen der vom Mansfeld-Bergbau-Kombinat „Wilhelm Pieck“ angeregten hydrologischen Forschungen in der Sangerhäuser Mulde wurden vom Verfasser unter Mitarbeit der Fachgruppe Höhlenforschung Nordhausen im Kulturbund zur demokratischen Erneuerung Deutschlands Untersuchungen über die hydrologischen Verhältnisse im Gipskarst des südlichen Harzrandes, speziell im Gebiet des nördlich Roßla gelegenen „Periodischen Sees“ durchgeführt. Die Arbeiten hatten den Zweck, an Hand eines relativ übersichtlichen und leicht zugänglichen Beispiels Fragen möglichst einfacher Untersuchungsmethoden zu klären, eventuelle Zusammenhänge zwischen der Karsthydrographie und der Tektonik zu ermitteln und das Problem des genannten Sees zu lösen.

Der Periodische See ist ein im Gipskarst des Südharzrandes zwischen den Orten Agnesdorf und Breitungungen gelegenes, von einem intermittierenden See ausgefülltes Polje, in das der von Norden aus dem Gebiet südlich Schwiederschwende kommende Glasebach mündet und in einem Ponor im jüngeren Gips verschwindet (Abb. 1). Der Südrand des Seebeckens wird von einem 80—100 m hohen Steilabbruch des jüngeren Gips gebildet, der gleichzeitig im Bereich der am Harzrand austreichenden Zechsteinschichten den Südrand eines 1,5—2 km breiten Auslaugungstales darstellt. Etwa 100—300 m südlich des Sees taucht der Gips mit harzflüchtigem Einfallen von 15—25° unter den unteren Buntsandstein, dessen Höhen nach Süden zum Helmetal abfallen.

Seit der ersten urkundlichen Erwähnung des Sees im Jahre 1480 liegen in Akten und Urkunden der umgebenden Gemeinden zahlreiche Berichte und Hinweise auf seine wechselnde Wasserführung vor, die sich aber leider nicht zu einer lückenlosen Chronologie zusammenstellen ließen. Seit G. H. BEHRENS (1703) ist der See mehrfach — u. a. von A. STRENG (1864) und W. HALBFASS (1935) — beschrieben und es ist versucht worden, das Phänomen seiner episodischen Wasserführung zu erklären. Systematische Untersuchungen, die bei karsthydrologischen Problemen unbedingt erforderlich sind, wurden nicht durchgeführt. Die bisherigen Kenntnisse über die Hydrologie dieses Gebietes sind vom Verfasser bereits vor einiger Zeit dargestellt und ausgewertet worden (VIETE, 1953). Es zeigte sich, daß die Füllung des Beckens (150 000 bis über 200 000 m³) häufig recht schnell in wenigen Tagen bis Wochen erfolgt ist, die völlige Leerung sich jedoch stets über mehrere Monate erstreckte. Während von allen früheren Bearbeitern in Übereinstimmung mit der Anschauung der an dem Phänomen „ihres Sees“ sehr interessierten Bevölkerung der Umgebung angenommen wurde, daß das Wasser bei einer Beckenfüllung als unterirdisches Karstwasser durch Einsturz von Hohlräumen, Schlotten usw. aus dem Gips in das Becken gedrückt werden würde und das Glasebachwasser ohne Bedeutung sei, zeigte die Auswertung der älteren Beobachtungen eine auffällige Häufung von Füllungen jeweils im Frühjahr zur Zeit der Schneeschmelze. Es lag daher der Verdacht nahe, den atmosphärischen Niederschlägen wesentliche Bedeutung bei der Auslösung des Füllvorganges einzuräumen.

Im Verlaufe des letzten Jahres gelang es, einen Füll- und Leerungsvorgang im einzelnen zu verfolgen und durch laufende Wasserstands-, Niederschlags- und Ver-

dunstungsmessungen sowie Messungen der durch den Glasebach zufließenden Wassermengen weitgehend zu klären. Im August 1952 war das Becken nach einer Frühjahrsfüllung wieder völlig leer. Bereits im November 1952 zeigte sich — zweifellos infolge der reichlichen Niederschläge im Herbst — ein Anstau des Glasebachwassers im westlichen Teil des Beckens vor dem Bachponor und z. T. bereits ein Überlauf dieses Stauwassers vom West- in das Ostbecken. Diese Verhältnisse

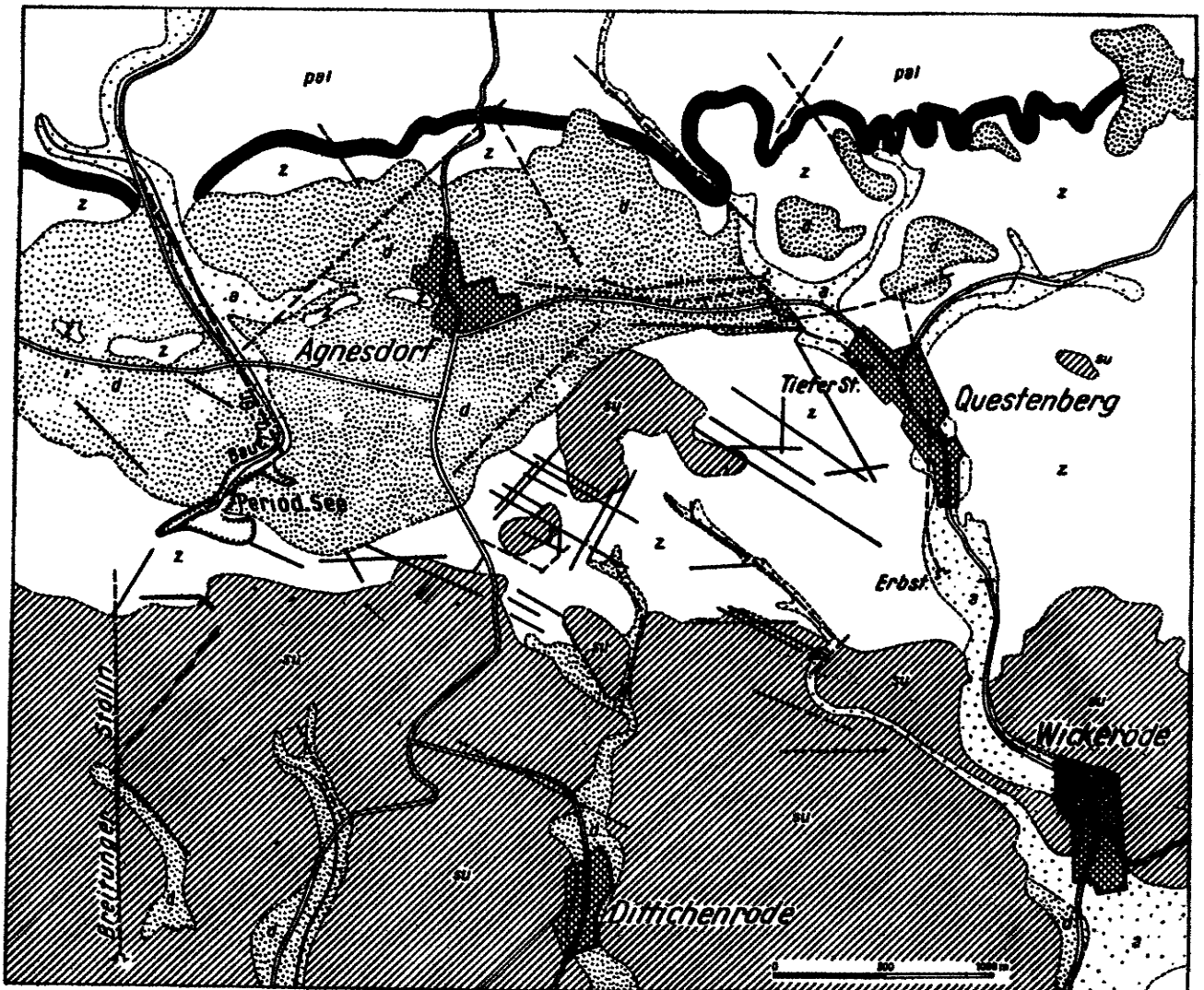


Abb. 1. Umgebung des Periodischen Sees mit Eintragung der wichtigsten Ausaugungslinien

blieben während der Monate Dezember und Januar nahezu unverändert. Infolge der kräftigen Schneeschmelze vom 27. bis 31. Januar und 18. bis 21. Februar 1953 erhöhte sich die Wasserführung des Glasebaches von 4—6 m³/min im November-Januar auf rd. 19 m³/min am 22. Februar 1953. Der Wasserstau führte zunächst zu einer Überflutung des gesamten Beckengrundes und der Wasserspiegel stieg schließlich bis zu einer maximalen Wassertiefe im tiefsten Beckenteil von 12,60 m bzw. zu einer mittleren Tiefe im mittleren und östlichen Becken von 6,30 m. Auch das Tal des Glasebaches war auf einer Strecke von rd. 250 m überflutet. Anfang März 1953 war der Höchststand dieser Füllung mit einer Wassermenge von 200 000 bis 210 000 m³ Wasser und einer Seefläche von 3,5 bis 4 ha erreicht¹⁾. Seit dieser

¹⁾ Eine von der Fachgruppe Höhlenforschung Nordhausen durchgeführte genaue Vermessung des Beckens mußte leider im November 1952 infolge der beginnenden Füllung abgebrochen werden. Die Auswertung der jetzt vollendeten Vermessung ist noch nicht beendet. Die vorliegenden Angaben über die Seefläche sowie den Wasserinhalt des Beckens wurden auf Grund einer provisorischen Vermessung der Uferlinie und einiger Tiefenprofile (Meßpunktabstand 1 m) ermittelt.

Über hydrologische Untersuchungen im Gebiet des Periodischen Sees...

Zeit senkte sich der Seespiegel bei langsam abnehmendem Zufluß durch unterirdischen Abfluß (mehrere Schluckstellen am Südrand des Beckens, Hauptponor im Westbecken = Glasebachschluckloch) um täglich 4—6 cm, wobei einer Senkung von 5,5 cm eine Abnahme der Wassermenge von etwa 1700 m³ entsprach. Ende Juni wurde diese Spiegelsenkung durch einen erneuten Anstieg des Wasserspiegels von 146 cm (entspricht etwa 44 000 m³) innerhalb von 8 Tagen unterbrochen. Die Ursache dafür ist in den zwischen dem 22. und 26. Juni niedergegangenen z. T. katastrophalen Starkniederschlägen zu suchen (Niederschlagsmeßstelle Agnesdorf am 25. Juni 81,2 mm, vom 22. bis 27. Juni 140 mm). Die Zuflußmengen des Glasebaches stiegen in diesem Zeitraum von etwa 0,7 m³/min am 22. Juni auf 11 m³/min am 27. Juni! Unter Berücksichtigung des unterirdischen Abflusses und der Verdunstung ergab sich, daß über 75 % des Spiegelanstieges aus den Zuflußmengen des Glasebaches und den Niederschlägen in das Seebecken oder auf seine unmittelbare, direkt oberflächlich in das Becken entwässernde Umgebung gedeckt worden sind. Nur 7000-8000 m³ können als unterirdische Zuflüsse in das Polje gelangt sein — wobei auch noch die Möglichkeit besteht, daß ein Teil dieser Zuflüsse durch eine Verminderung des Abflusses infolge Zuschlammens der Ponore bzw. Wasserstau in den Karstgerinnen zu decken ist. — Seit den ersten Julitagen ging dann der Wasserspiegel des Sees erneut zurück. Ende August waren Ost- und Westbecken wieder getrennt und Anfang Oktober war das gesamte Becken mit Ausnahme eines kleinen abflußlosen Resttümpels im Ostbecken trocken und die geringen Wassermengen des Glasebaches (z. T. unter 0,05 m³/min) verschwanden wieder normal im Ponor des Westbeckens.

Das Ergebnis dieser Beobachtungen und der Untersuchung anderer Füllvorgänge der jüngsten Vergangenheit läßt sich dahingehend zusammenfassen, daß die von den atmosphärischen Niederschlägen und der Schneeschmelze abhängige Wasserführung des Glasebaches von ausschlaggebender Bedeutung für die Mehrzahl der Beckenfüllungen ist. Sobald die Wassermengen dieses Baches größer sind als die Aufnahmefähigkeit des Ponors, muß es zu einem Anstau des Wassers im Becken kommen. (Auf Grund verschiedener Messungen und Bilanzen ergab sich für die Zeit des Leerungsvorganges ein unterirdischer Abfluß von 20 bis 30 l/sec. Da der Abfluß vorwiegend durch den Glasebachponor erfolgt, kann man dessen Aufnahmefähigkeit mit mindestens 15—20 l/sec ansetzen.) Unterirdische Karstgewässer waren bei der letzten Füllung nur in sehr geringem Umfange beteiligt. Es ist jedoch durchaus möglich, daß gelegentlich — wie z. B. 1932 beobachtet wurde — größere unterirdische Wassermengen infolge Verstopfung von Karstgerinnen oder Einsturz wassergefüllter Hohlräume und Schlotten in das Becken gedrückt werden, wobei jedoch auch hier Starkregenfälle, kräftige Schneeschmelze usw. häufig die auslösende Ursache sein dürften. In jedem Fall sind die atmosphärischen Niederschläge bzw. die Witterungsverhältnisse die ausschlaggebenden Faktoren bei den Beckenfüllungen.

Genau wie die Herkunft, war auch der Verbleib des im Becken des Periodischen Sees versickernden Wassers völlig unbekannt. Man hat u. a. unterirdische Wasserverbindungen zum Höhlensee in der Queste bei Questenberg und zur Solquelle von Artern angenommen, suchte den Austritt des Wassers in den Quellen am Nordrand des Helmetales, glaubte an einen unterirdischen Abfluß nach Westen zur Thyra usw. Färbversuche sollen zwar durchgeführt worden sein, sind aber erfolglos geblieben. Es lag nun die bereits von F. STOLBERG, dem hervorragenden Kenner des Südharzer Gipskarstes, ausgesprochene Vermutung nahe, daß der Periodische See über den sogenannten Tiefen Breitungserbstollen im Felde des

GÜNTER VIETE

ehemaligen Stolbergischen Kupferbergwerkes mit dem im Bereich des verbrochenen Stollenmundloches nördlich Roßla austretenden Zollbach in Verbindung zu bringen ist. Dieser wahrscheinlich in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts aufgefahrene, später verbrochene und 1858 nochmals aufgewältigte Stollen hat eine Länge von 1650 m und endet nach einem alten Grubenriß etwa 400 m südwestlich der Westecke des Sees, rund 100 m unter dessen Beckengrund. Vor wenigen Jahrzehnten hat man das Zollbachwasser kurz oberhalb der alten Quelle abgefangen und in die Wasserversorgung von Roßla einbezogen. Nach Aussage der Brunnenbauer soll im Brunnen das Wasser nicht von Norden, sondern aus nordwestlicher Richtung zusetzen, und es soll dementsprechend kein Stollenwasser beteiligt sein.

Zur Klärung des Seewasseraustritts wurden die wichtigsten Quellen und Springe im Buntsandstein am Nordrand des Helmetales zwischen Rosperwenda und Wickerode sowie im Durchbruchtal der Nasse zwischen Questenberg und Wickerode bezüglich ihrer Schüttungsmengen überwacht und von einigen dieser Wasseraustrittsstellen in regelmäßigen Abständen Proben zur chemischen Analyse entnommen. Aus den Quellschüttungen konnte die Möglichkeit eines Zusammenhanges mit der Wasserführung des Periodischen Sees beim Zollbachbrunnen¹⁾ und bei einer sehr kräftigen Quelle am Westhang nahe dem Ausgang des Nassedurchbruchtales vermutet werden. Die chemischen Analysen ließen vor allem auf Grund der Gehalte von Ca- und SO₄-Ionen zunächst eine Trennung der Quellen nach ihrer Wasserherkunft (Gips- oder Buntsandsteinwässer) zu²⁾. So müssen die beiden Quellen im Taubental und die Rudelstalquelle als eindeutige Buntsandsteinquellen bezeichnet werden, während die Springe im Nassetal ausschließlich und die Quelle des Dittichenbaches mindestens teilweise Gipswässer führen³⁾. Das Wasser aus dem Zollbachbrunnen wies einerseits einen relativ hohen Li-, Ca- und SO₄-Ionengehalt, andererseits aber gegenüber den eindeutigen Gipswässern einen zu hohen Fe-Gehalt auf. Zur Nachprüfung wurde das 75 m nördlich des Zollbachbrunnens gelegene Lichtloch 1 des Breitunger Stollens bis 8 m Teufe aufgewältigt und nach einer Handbohrung Wasser aus dem verbrochenen Stollen entnommen. Gleichzeitig wurde eine Wasserprobe aus einem 150 m nordwestlich des Zollbachbrunnens bei 28 m Teufe im Buntsandstein stehenden Brunnen genommen. Die wichtigsten Analyseergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Gleichzeitige Proben	Ca-Ion	SO ₄ -Ion	Li-Ion	Fe-Ion
	(in mg/l)			
Zollbachbrunnen	438	1007	1,9	0,31
Lichtloch 1	458	1027	2,4	4,12
Brunnen im su	65	23	< 1	9,24

Daraus folgt, daß der Zollbachbrunnen Stollenwasser führt, dem aber unmittelbar vor dem Brunnen Buntsandsteinwässer zusetzen, wodurch die Ca-, SO₄- und Li-Konzentration erniedrigt, der Fe-Gehalt dagegen erhöht werden.

Am 2. August 1953 wurde schließlich ein größerer Färbversuch zur Klärung der Versickerung des Periodischen Sees durchgeführt. Entsprechend einer Empfeh-

¹⁾ Trotz der recht großen Bedeutung des Zollbaches für die Gemeinde Roßla liegen keine laufenden Angaben über die Schüttung des Brunnens vor!

²⁾ Als weiterer guter Indikator für Gipswässer erwies sich der Lithium-Gehalt. Aus den Analysen ergab sich bei Buntsandsteinwässern und dem Wasser der vom Harz kommenden Bäche ein Li-Gehalt von ≤ 1 mg/l. Bei Gipswässern lag der Wert stets über 1,4 mg/l und stieg mit zunehmendem Ca- und SO₄-Gehalt bis 2,4 mg/l an.

³⁾ Die bereits erwähnte kräftige Quelle am Ausgang des Nassedurchbruchtales zeigte laufend Schüttungsmengen von 4,5 bis 7,6 m³/min mit Höchstwerten von 550 bis 600 mg/l Ca-Ionen und über 1300 mg/l SO₄-Ionen!

lung von Herrn Dr. KUHRMANN (VEB Farbenfabrik Wolfen) wurde dazu ein Fluoreszenzmittel, 2-Naphtylamin 4,8-disulfosäure, verwendet, das weder mit den im Untersuchungsgebiet zu erwartenden Mineralsubstanzen noch mit Humusstoffen chemisch reagiert, gesundheitlich unschädlich ist und sich mittels Analysen-Quarzlampe in Wasser bis zu einer Verdünnung von 1:50 Millionen nachweisen läßt. Obwohl vermutlich etwa 5—10 kg Fluoreszenzmittel ausgereicht hätten, wurden aus Sicherheitsgründen 45 kg, davon etwa die Hälfte im Westbecken über dem Hauptschluckloch, in das Wasser des Periodischen Sees eingeschüttet. Die Probenahme erfolgte bei den meisten Quellen und Springen halbtägig, bei einigen genügte ein dreitägiger Abstand.

Die Ergebnisse der Fluoreszenzanalyse sind kurz folgende:

1. Sämtliche Proben aus dem Zollbachbrunnen vom 4. August 16.45 Uhr bis zum Ende der Beobachtungen am 27. August zeigten zum Teil sehr kräftige Fluoreszenz. Auch die Probe aus dem Lichtloch 1 war positiv, die gleichzeitige Probe aus dem im Buntsandstein stehenden Brunnen (siehe Tabelle) dagegen völlig negativ.
2. Die Proben aus dem sogenannten Breitunger See, den Quellen des Tauben- und Rudelstaes zeigten im gleichen Zeitraum keine Fluoreszenz; von der Dittichenquelle war nur eine Probe (15. August) positiv, die übrigen negativ.
3. Im Gebiet von Questenberg und im Nassedurchbruchstal zwischen Questenberg und Wickerode zeigten die Wasserproben vom Mundloch des Tiefen Stollens und vom Mundloch des Questenberger Erbstollens sowie von sämtlichen Wasseraustritten am östlichen Talhang keine Fluoreszenz, dagegen konnte eine schwache Fluoreszenz an den am Westhang austretenden Wässern zwischen dem 6.—14. August beobachtet werden.
4. Eine Nachfärbung des Ostbeckens vom Periodischen See am 19. August 14 Uhr mit 7,5 kg 2-Naphtylamin 4,8-disulfosäure ergab am 25., 26. und 27. August wiederum einwandfreie Fluoreszenz in den Proben der Quellen am westlichen Steilhang des Nassetales.

Damit ist festgestellt worden, daß der größte Teil des im Becken des Periodischen Sees verschwindenden Wassers vom Ponor des Westbeckens unterirdisch auf den Breitunger Erbstollen trifft, in diesem nach Süden abfließt und im Zollbachbrunnen wieder zutage tritt, wobei auf diesem Wege einesteils sicher erhebliche Wassermengen versickern und unkontrollierbare Wege einschlagen, andererseits Wasser aus dem Buntsandstein zusitzt. Das Wasser der Ostbeckenschwinde des Sees fließt unterirdisch etwa parallel zum Südrand des harzrandparallelen Auslaugungstaes nach Osten, vereinigt sich mit anderen, vermutlich von der Nasse stammenden Karstwässern und tritt mit letzteren zusammen am Westhang des Nassetales zutage. Die unterirdischen Fließgeschwindigkeiten ergaben sich in allen Fällen zu rund 1 cm/sec.

Von den weiteren hydrologischen Untersuchungen im Gebiet zwischen Breitung und Questenberg sei noch erwähnt, daß durch Färbung mittels Fluoreszin auch der unterirdische Verlauf des nordöstlich Questenberg versickernden Dünsterbaches (auch Dinsterbach genannt) geklärt werden konnte. Nach seiner Versickerung teilt sich der Dünsterbach. Ein Teil des Wassers tritt im Toten Sumpf in Questenberg aus und fließt von dort durch den Questenberger Erbstollen nach Süden, um am Mundloch dieses Stollens endgültig zutage zu treten. Der andere Teil des Dünsterbachwassers fließt unterirdisch im Gips nach Südosten und tritt am Fuße des Osthanges vom Nassedurchbruchtal, im sog. Eckteich, aus. Die Ge-

GÜNTER VIETE

schwindigkeit der Wasserbewegung beträgt bis zum Toten Sumpf etwa 13 cm/sec, auf dem Wege zum Eckteich etwa 4 cm/sec. Diese hohen Werte gegenüber den obengenannten des Wassers vom Periodischen See deuten an, daß hier ein größeres Gefälle und bzw. oder größere Auslaugungsräume bzw. ein Höhlenbach vorhanden sind, die ein schnelleres Abfließen des Wassers ermöglichen.

Die durch die Färbversuche ermittelten unterirdischen Wasserwege fanden eine grundsätzliche Bestätigung und Erklärung durch Kartierung (bzw. Einmessen in ein Kartenblatt 1 : 5000) der wichtigsten oberflächlichen Auslaugungserscheinungen im Untersuchungsgebiet. Dabei zeigte sich, daß die zahlreichen Erdfälle in vielen Fällen reihenförmig angeordnet sind und sowohl diese Erdfallreihen als auch die vorwiegend durch Auslaugungsvorgänge entstandenen Täler bestimmte Richtungen bevorzugen (siehe Karte). Am häufigsten findet man die Richtung 120—135° (herzynisches Streichen), daneben 35—45° (rheinisches Streichen). Gelegentlich treten auch variskische Komponenten, sowie die Ost-West-Richtung auf. Die gleiche Richtungsverteilung ergab sich auch beim Einmessen von Klüften vorwiegend im jüngeren Gips an mehreren Stellen des Untersuchungsgebietes. Die Bevorzugung der herzynischen und rheinischen Richtung ist zweifellos das Ergebnis älterer, tektonischer Beanspruchungen, aus der Zeit zwischen Jura und Tertiär, die Ost-West-Richtung dürfte im allgemeinen jünger und mit der Hebung des Harzes bzw. der Einsenkung des harzrandparallelen Auslaugungstales in Verbindung zu bringen sein. Damit ist der Beweis für die bereits früher ausgesprochene Vermutung, (VIETE, 1953) erbracht worden, daß auch in diesem Karstgebiet die unterirdischen Auslaugungsvorgänge maßgeblich durch die tektonische Beanspruchung des Gebietes beeinflußt und vorbestimmt worden sind und die Karstgerinne vorwiegend diesen tektonisch angelegten Richtungen folgen.

Besonders deutlich tritt dieser Zusammenhang bei der Versickerung des Periodischen Sees in Erscheinung. In südwestlicher Richtung an den Westponor des Sees schließen sich auffällige oberflächliche Auslaugungserscheinungen (Täler, Erdfallreihen) an, die sich zu einer 30—35° streichenden „Auslaugungslinie“ vereinigen lassen. Diese rheinisch streichende Linie aber kreuzt den Breitunger Stollen in seinem oberen Teil. Damit kommt man zu folgendem Bild: Die im Westbecken des Periodischen Sees, d. h. im Glasebachponor, verschwindenden Wässer bewegen sich im Gips längs einer durch tektonische Beanspruchung vorgezeichneten, rheinisch streichenden Zerrüttungszone, und ihre Laugtätigkeit hatte die Entstehung der oberflächlich sichtbaren Auslaugungsformen bzw. -linie zur Folge. Dann dringt das Wasser in den Breitunger Stollen und fließt in diesem nach Süden ab. Ungelöst bleibt die Frage nach dem Verbleib des Wassers vor der Existenz des Stollens. Eine Bemerkung von v. ROHR (1736), wonach durch das Auffahren des Stollens Veränderungen in der Wasserführung des Sees eingetreten wären, könnte durchaus den Tatsachen entsprechen. Vielleicht ist sogar der weitere Stollenvortrieb durch das nach Anfahren der erwähnten Störungslinie bzw. Zerrüttungszone eindringende Wasser zwangsweise beendet worden. — Erwähnt sei noch, daß auch der Teil des Dünsterbachwassers, der unterirdisch zum Eckteich im Nassetal fließt, eine rheinische Richtung benutzt und diesem Streichen auch zahlreiche oberflächliche Spalten, Erdfallreihen usw. im Gebiet zwischen dem Hohen Kopf und dem Armsberg folgen.

Zuletzt sei noch das Ergebnis einer Abschätzung der Auslaugungsintensität im Untersuchungsgebiet mitgeteilt. Aus den Schüttungsmengen der Quellen, und Springe und dem Ca- bzw. SO₄-Ionengehalt ihres Wassers kann man die jeweils gelösten und weggeführten CaSO₄-Mengen berechnen. Es ergab sich dabei ein

Über hydrologische Untersuchungen im Gebiet des Periodischen Sees...

Gesamtmittelwert von 18,15 kg CaSO_4 pro Minute bzw. 8526 t CaSO_4 pro Jahr, was einem gelösten Volumen von 3707 m³ Gips oder 2940 m³ Anhydrit pro Jahr entspricht. Eine entsprechende Abschätzung an Hand einer einzelnen gleichzeitigen Messungs- und Probenreihe aller Quellen und Springe (am 20. Juli) ergab den Wert 15,27 kg CaSO_4 pro Minute bzw. extrapoliert 8030 t/Jahr, die einem Volumen von etwa 3500 m³ Gips oder 2770 m³ Anhydrit entsprechen. Da die Ergebnisse beider Abschätzungen recht gut übereinstimmen, kann man die jährlich im Gebiet Breitung—Questenberg—Dittichenrode—Wickerode gelöste und weggeführte Anhydrit-(Gips-)Menge mit rund 2800 (3600) m³ ansetzen.

Die Arbeiten haben gezeigt, daß karsthydrologische Fragen mit den angewandten Methoden zwar qualitativ hinreichend geklärt, quantitativ jedoch nur Näherungswerte erreicht werden können. Genaue hydrologische Bilanzen kann man stets — und ganz besonders in Karstgebieten — nur durch langjährige systematische Messungen oder besser noch durch laufende Registrierungen erhalten. Leider hat man in sehr vielen Fällen in der Vergangenheit versäumt, regelmäßige und systematische hydrologische Untersuchungen durchzuführen, so daß es gegenwärtig noch oft erforderlich sein wird, sich mit qualitativen und überschlägigen quantitativen Angaben zu begnügen.