Mitt. POLLICHIA	78	35 – 83	13 Abb.	8 Tab.	Bad Dürkheim 1991
					ISSN 0341-9665

Marion HEMFLER & Georg BÜCHEL

Influente Verhältnisse als Folge der Trinkwassergewinnung im Alfbachtal bei Strohn (Westeifel)

Kurzfassung

HEMFLER, M. & BÜCHEL, G. (1991): Influente Verhältnisse als Folge der Trinkwassergewinnung im Alfbachtal bei Strohn (Westeifel).- Mitt. POLLICHIA, 78: 35 – 83, Bad Dürkheim

Zwischen Daun und Bad Bertrich in der Westeifel im Bereich der Wartgesberger Vulkangruppe südlich von Gillenfeld wurde das Tal des Alfbachs durch quartäre Vulkanite bis zu 70 m mächtig verfüllt. Der dadurch bedingte Aufstau des Baches erstreckte sich über eine Länge von 8 km talaufwärts bis zum Mehrener Maar. Die Talverfüllung bildet heute zwischen Gillenfeld und Strohn einen ergiebigen Aquifer, der für die grundwasserarme Eifel eine große Bedeutung hat. Aus geklüfteten Basalten unter einer alluvialen Sedimentbedeckung werden vom Kreiswasserwerk (KWW) Cochem-Zell bei Strohn durchschnittlich 975.000 m^3 Trinkwasser pro Jahr entnommen. Der Chemismus der in den Alfbach fließenden Bäche ist gekennzeichnet durch die Verschmutzung mit Düngemitteln und Gülle aus der Landwirtschaft. Bei manchen Proben war außerdem eine erhöhte geogene Grundlast durch mineralisierte Tiefenwässer zu erkennen, wie auch teilweise erhöhte Radongehalte der Wässer zeigen. Durch eine Gegenüberstellung der Bach-Abflußhöhen, der Abflußhöhen des Alfbachs ober- und unterhalb des Hauptaufstaus, der Förderraten der Strohner Brunnen und der Niederschlagshöhen wurde festgestellt, daß zeitweise durch die Sedimentbedeckung der Basalte Oberflächenwasser in bisher unbekannter Menge dem Aquifer zuströmt. Die Analysen der Strohner Brunnenwässer aus den Jahren 1941 bis 1988 belegen ebenso einen zunehmenden Eintrag von kontaminiertem Oberflächenwasser, der wahrscheinlich dem Alfbach-Wasser zuzuordnen ist.

Im Laufe der Untersuchungen konnten keine Belege dafür gefunden werden, daß das Austrocknen des Moors im Strohner Märchen, das sich in der östlichen Talflanke des Alfbachtals gebildet hat, durch die dortige Trinkwasser-Entnahme hervorgerufen wurde. Es gibt vielmehr Hinweise darauf, daß das Strohner Märchen ausreichend mit Wasser versorgt wird und im Zug seiner natürlichen Entwicklung verlandet.

Abstract

HEMFLER, M. & BÜCHEL, G. (1991): Influente Verhältnisse als Folge der Trinkwassergewinnung im Alfbachtal bei Strohn (Westeifel) [Influence as a consequence of drinking-water well production in the Alfbach valley near Strohn (Westeifel)].
Mitt. POLLICHIA, 78: 35 – 83, Bad Dürkheim

Between Daun and Bad Bertrich in the Westeifel (Germany), near the Wartgesberg volcanic complex in the vicinity of Gillenfeld, the valley of the Alfbach brook was filled with Quaternary volcanic material up to 70 m thick. This dammed up the Alfbach over a length of about 8km, reaching uphill as far as the Mehrener Maar. Today the filling between Gillenfeld and Strohn forms a productive aquifer, which is of

great importance in an area with only few and small ground-water resources. Near Strohn, out of jointed basalts under an alluvial sediment cover, the waterworks of Cochem and Zell (Mosel) pump about one million m^3 of drinking-water every year. This paper explores the consequences of strain on the aquifer. The chemistry of the investigated brooks is characterized by agricultural pollution with liquid manure and fertilizers. Besides, in some samples the influence of mineralized deep waters can be noticed, as also partially increased radon-concentrations show. Through the comparison of the Alfbach's amount of run-off above and below the main filling, the tributary brooks' amount of run-off, the well-production of the Cochem-Zell waterworks and the altitude of precipitation could be shown, that temporarily surface water, mainly of the Alfbach, in yet unknown quantity infiltrates and streams towards the basalt aquifer. The analyses of the Strohn well-waters indicate an increasing concentration of such contents that possibly derive from the Alfbach.

In course of the investigation no proof could be found that the drying-up of the bog in the „Strohner Maar", which formed itself on the eastern slope of the Alfbach's filling, is connected with the domestic water-supply of Cochem and Zell. It seems rather obvious, that the bog is supplied sufficiently with water and only silts up due to its natural development.

Resumé

HEMFLER, M. & BÜCHEL, G. (1991): Influente Verhältnisse als Folge der Trinkwassergewinnung im Alfbachtal bei Strohn (Westeifel)
[L'infiltration du ruisseau d'Alfbach près de Strohn (Westeifel) suite à l'exploitation de l'eau potable]. – Mitt. POLLICHIA, 78: 35 – 83, Bad Dürkheim

La vallée d'Alfbach, située entre Daun et Bad Bertrich en Westeifel dans le groupe volcanique de Wartgesberg au sud de Gillenfeld, était remplie par des rôches volcanique du Quaternaire. La puissance de ce remplissage se monte jusqu'à 70m.La refoulement causé par ce remplissage s'élargissait sur 8km en amont du Mehrener Maar. Aujourd'hui, le remplissage de la vallée forme un aquifer productif entre Gillenfeld et Strohn, très important pour l'Eifel, qui possède peu de nappe souterraine. A Cochem-Zell, près de Strohn, on exploite 975.000m^3 de l'eau potable en moyen annuel des basaltes fissurés, couverts par des alluvions. Les affluences d'Alfbach étaient quantificiées dans la zone de refoulement. Les analyses des ruisseaux relèvent une pollution chimique causée par l'engrais et le purin utilisés à l'agriculture. Certains échantillons montraient en plus une contamination naturelle, provoquée par des eaux profondes mineralisées, indiquée par un teneur élevé de radon. En comparaisant les niveaux d'écoulement des affluences, les niveaux d'écoulement d'Alfbach au-dessus et au-dessous du refoulement principal, les débits d'exploitation des puits de Strohn et les quantités des précipitations, on pouvait constater une affluence temporaire, de quantité inconnue, des eaux de surface vers l'aquifer qui traversaient la couche des sédiment couvrant les basaltes. Les analyse des années 1941-1988 des eaux des puits de Strohn prouvent aussi une augmontation des eaux de surface contaminées, qui font probablement partie des eaux d'Alfbach. Pendant les recherches, on ne drouvait pas des faits, qui prouvent un dessèchment du morais de Strohn, formé on flanc-est de la vallée d'Alfbach, causé par exploitation de l'eau potable. On trouve plutôt des indices, que le petit maar de Strohn dispose d'un ravitaillement d'eaux assez grand et qu'il se transforme en terre lors pendant son évolution naturelle.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung 37

2. Geologischer Überblick 38

3. Hydrogeologie 42
   3.1. Hydrogeologischer Überblick 42
   3.2. Niederschlag 44
   3.3. Abflußmessungen 44
   3.4. Der Aquifer im Alfbachtal 50
   3.5. Zusammenfassung von Kapitel 3. 54

4. Nachweis der influenten Verhältnisse 54
4.1. Versickerung des Alfbachs 54
4.2. Förderung und Versickerung 57
4.3. Grundwasser-Spiegelschwankungen 62
4.4. Zusammenfassung von Kapitel 4 64

5. Hydrochemie 64
5.1. Einleitung 64
5.2. Nutzung und mögliche anthropogene Einträge 64
5.3. Mineralisierte Tiefenwässer 65
5.4. Wasseranalysen 65
5.5. Radon-Messungen 75
5.6. Wasseranalysen der Strohner Brunnen des KWW Cochem-Zell 76
5.7. Zusammenfassung von Kapitel 5 80

6. Folgerungen und Ausblick 80

7. Literaturverzeichnis 80

1. Einleitung und Zielsetzung

Im Gegensatz zu seinen Nachbartälern besitzt das Tal des Alfbachs bei Gillenfeld nicht den V-förmigen Querschnitt des im Rheinischen Schiefergebirge üblichen Kerbtals. Zwischen dem Mehrener Maar im Norden und Strohn im südlichen Bereich des Arbeitsgebiets hat es eine breite kastige Form mit sehr flachem, bis zu 500 m breitem Boden. Diese Verebnung reicht bis in die Seitentäler (Abb. 1). Der Alfbach hat in diesem Abschnitt ein Gefälle von maximal 1,0 %. Unterhalb von Strohn verengt sich das Alftal sehr schnell, und auf einer Strecke von weniger als 1 km überwindet der Bach zwischen den Strohner Mühlen und dem Gehöft Sprink in einem Durchbruchstal („Strohner Schweiz") eine Höhendifferenz von etwa 40 m. Unterhalb von Sprink sinkt das Gefälle wieder auf niedrige Werte. Die Ursache dieser Bildung im Alftal sind quartäre Schlackenkegel und Lavaströme der Wartgesberggruppe bei Strohn, die das ursprüngliche, V-förmige Tal talaufwärts über 1,5 km weit einschließlich der Seitentäler verfüllten (CIPA 1958). Der dadurch entstandene Rückstau des Alfbaches führte zur Ablagerung von Bachsedimenten und so zu einer weiteren Verringerung des Gefälles.

Die aus Basalten bestehende Talverschüttung stellt einen ausgezeichneten Kluftaquifer dar. Aus dem Basalt werden jährlich bis zu 1,5 Mio. m^3 Wasser für die Städte Cochem und Zell an der Mosel gefördert. Diese hohe Grundwasserentnahmemenge verlangt eine fortwährende Regenerierung. Aufgabe der vorliegenden Arbeit, die 1989 von M. Hemfler als Diplomarbeit am Institut für Geowissenschaften der Universität Mainz eingereicht wurde, war es, die Herkunft des Grundwassers und die Auswirkungen dieser Trinkwasserentnahme zu untersuchen.

Einen weiteren Untersuchungspunkt bildete das auf der östlichen Flanke des Alfbaches gelegene Strohner Märchen. Sein Kessel wird von einem Hochmoor eingenommen, das ursprünglich während des ganzen Jahres von einem mehrere Meter breiten Wasserstreifen (Lagg) umgeben war. Seit den 50er Jahren wurde beobachtet, daß der Wasserspiegel immer mehr sank, bis in Trockenperioden der Lagg völlig austrocknete. So war auch 1988 ab Juni keine freie Wasseroberfläche mehr vorhanden. Es stellte sich die Frage, ob die Trinkwasserentnahme im Alfbachtal sich möglicherweise bis hierher auswirkt.

Angeregt wurde die vorliegende Arbeit durch Frau Dr. von Haaren und Herrn Schmidt-Lüttmann vom Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht in Oppenheim. Für die Bereitstellung hydrogeologisch relevanter Daten und für die finanzielle Unterstützung dieser Arbeit möchten wir ihnen herzlich danken. Herrn Zimmer vom Wasserwirtschaftsamt (WWA) Trier, Herrn Pajonk vom KWW Cochem-Zell und Herrn Dr. Weiler vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz Mainz und dem Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz Mainz danken wir für die Überlassung umfangreicher Unterlagen und für viele Hinweise und Anregungen. Herr Prof. Fürst (Uni Mainz) half durch ausführliche Diskussionen. Herr Kost im chemischen Labor der Lehreinheit Geologie des Instituts f. Geowissenschaften der Universität Mainz analysierte die Wasserproben mit gewohnter Gründlichkeit.

2. Geologischer Überblick

Die stratigraphischen und vulkanologischen Erscheinungen im Südostteil der Eifel fanden schon früh und immer wieder Bearbeiter. Erste Veröffentlichungen über den Vulkanismus stammen von STEININGER (1820), von DECHEN (1886) und HALBFASS (1896). In neuerer Zeit folgten zum Beispiel CIPA (1956, 1958), RAHM (1958), WIENECKE (1979), HUCKENHOLZ (zuletzt 1988 zusammen mit BÜCHEL), LORENZ (zuletzt 1986) und BÜCHEL (zuletzt 1989 mit STACHEL). Bei den Arbeiten zur Stratigraphie und Tektonik müssen SIMPSON (1940), SOLLE (1950), RÖDER (1957, 1960), MITTMEYER (1973), THON (1984) und MEYER (1986) genannt werden. Die Erforschung der hydrogeologischen Situation in der Eifel ist im Gegensatz dazu noch recht jung. Die meisten Arbeiten befassen sich mit den Thermalwässern der Eifel, so zum Beispiel DILLMANN & KRAUTER (1972), LANGGUTH & PLUM (1984) und FRESENIUS & KUSSMAUL (1985). Neueste Zweige der Forschung in der Eifel sind der Naturschutz und die Ökologie der Maarseen (SCHARF (1980, 1983), LAWA (1985), SCHMITT-LÜTTMANN (1986), ARUM (1987) und von HAAREN (1988)). Ebenso wie diese Bereiche wurde der Aspekt der Trinkwasserversorgung lange vernachlässigt, wenn man von den wichtigen Arbeiten von GEIB & WEILER (1968) und WEILER (1987) absieht. Die vorliegenden Untersuchungen befassen sich ebenfalls mit dem Problem der Wassergewinnung in der Eifel.

Die Eifel liegt linksrheinisch im westlichen Teil des Rheinischen Schiefergebirges, dessen Untergrund aus paläozoischen Sedimenten besteht. Im Untersuchungsgebiet sind dies Ton- und Siltsteine und untergeordnet auch Sandsteine der Siegen- und Emsstufe (FUCHS 1982). Durch die variscische Orogenese entstand im Rheinischen Schiefergebirge ein NE-SW-streichender Faltenbau mit NW-Vergenz und etwa senkrecht dazu stehenden Querstörungen, streichenden Auf- und Überschiebungen und dazu winkelhalbierend stehenden Diagonalstörungen (WEBER 1978). Zusätzlich zu diesen älteren, variscischen Richtungen ist der Einfluß jüngerer Tektonik sichtbar. Beherrschende tektonische Struktur des untersuchten Bereichs ist die Siegener Hauptaufschiebung, eine Störung großen Ausmaßes, die von Andernach über Mayen und Monreal bis nach Gillenfeld reicht und im Westen ausläuft (MEYER 1986). Im Arbeitsgebiet streicht die Störung N 55° E. Sie verläuft entlang des Erlenbachs, wird kurz vor dessen Mündung in den Alfbach an einer Querstörung 500 m nach SE verschoben und endet etwa 1,5 km westlich von Strohn (Abb. 1). Die devonischen Schichten in der Umgebung von Gillenfeld haben generell ein Einfallen von mindestens 40° nach Südosten bei einem mittleren Streichen von 60° (Abb. 1).

Neben den paläozoischen Gesteinen prägen neogene Vulkanite das geologische Bild der Eifel: Das Untersuchungsgebiet liegt im SE-Teil des quartären Vulkanfelds der Westeifel (Abb. 2). Es lassen sich hier zwei Vulkankomplexe unterscheiden: die Pulvermaar-Römerberg-Vulkangruppe und der Wartgesberg-Komplex. Beide Vulkansysteme liegen hintereinander auf

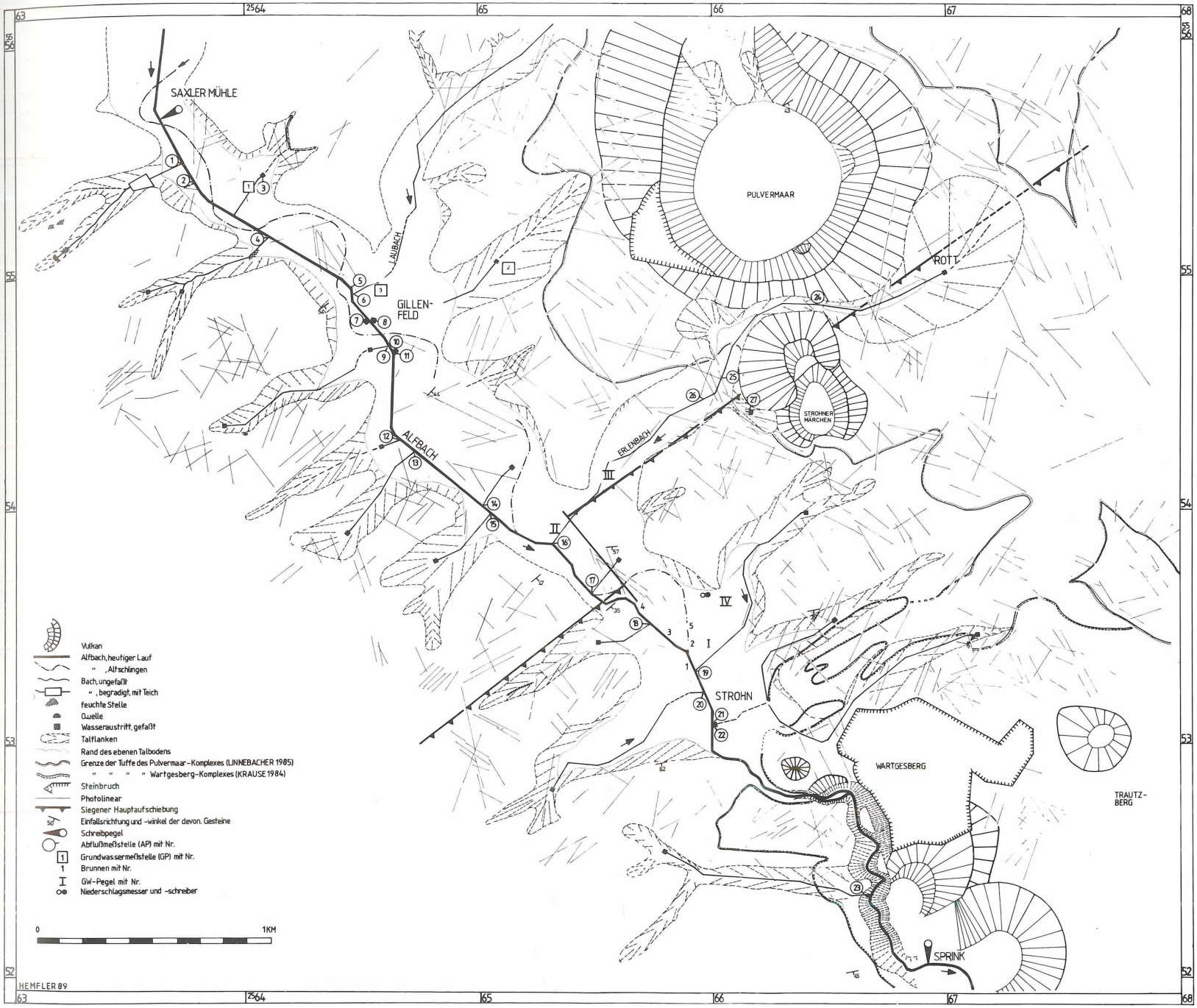


Abb. 1: Übersichtskarte des Untersuchungsgebiets mit Brunnen, Abfluß- und Grundwasser-Meßstellen, Brunnen, Morphologie, Geologie, Gewässernetz und Photolinearen.

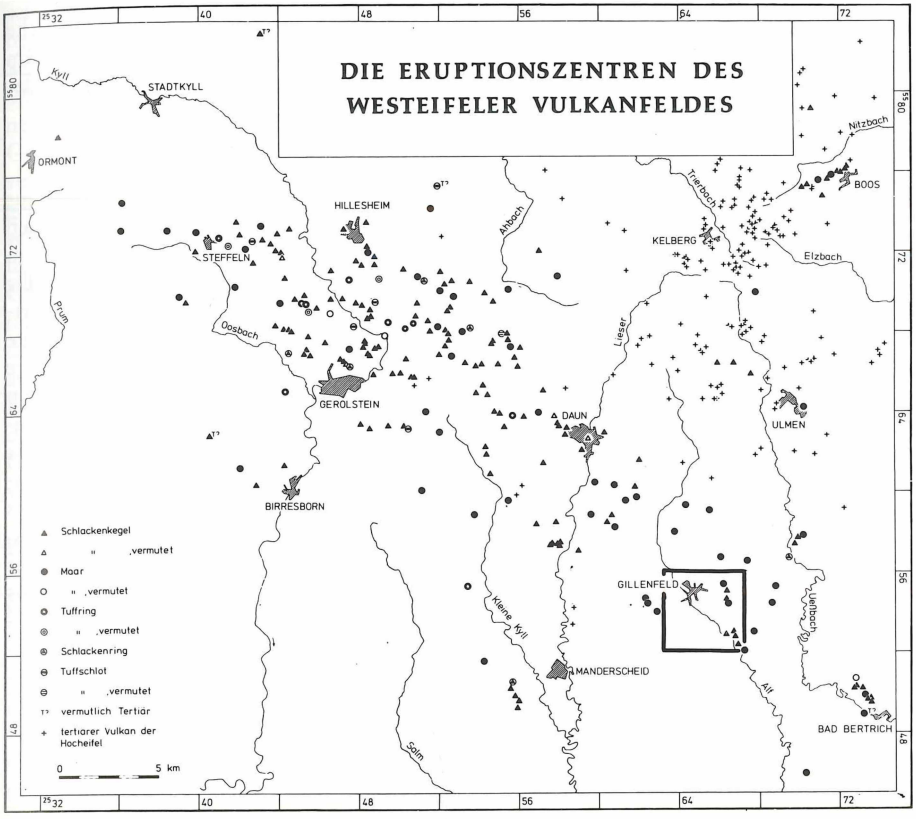


Abb. 2: Karte der Eruptionszentren des Westeifeler Vulkanfeldes (aus: BÜCHEL & MERTES 1982, Abb. 1). Der eingerahmte Bereich zeigt die Lage des Arbeitsgebiets.

einer NNW-SSE-streichenden tektonischen Schwächezone (BÜCHEL & LORENZ 1983; LINNEBACHER 1985). Die geologische Karte (Abb. 1) zeigt die einzelnen Vulkane des Untersuchungsgebiets und die Verbreitung ihrer Tuffe.

Pulvermaar-Komplex:

Das Pulvermaar ist der jüngste Vulkan des Gebietes und daher noch sehr gut erhalten. Der Durchmesser seines fast kreisrunden Kraters, in dem ein See liegt, beträgt ca. 1000 m. Nach HALBFASS (1896) und SCHARF (1980) ist der Maarsee heute 70 m tief und hat die Form eines Trichters mit flachem Boden. Das Maar liegt in einem N-S-verlaufenden Seitental des Erlenbachtals, das nahe der Zutrittsstelle mit einem mindestens 40 m hohen südlichen Tuffwall des Pulvermaars abgesperrt ist (BÜCHEL 1987). An der anderen, südlichen Talflanke des Erlenbachtals erhebt sich etwa 100 m hoch ein Schlackenkegel, der Römerberg. Er hat einen maximalen Basisdurchmesser von 350 m und einen halbmondförmigen Kraterwall, der nach SSE hin offen ist. Das Strohner Märchen, auch „Dürres Märchen" genannt – nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Maar im Holzmaar-Gebiet – schließt sich unmittelbar südlich an. Der Kraterboden des Maares, dessen Inneres heute von einem Hochmoor eingenommen wird (STRAKA 1975), hat einen eiförmigen Umriß, mit einer NNW-SSE-streichenden längsten

Achse, die identisch ist mit der Linie aller genannten Eruptionspunkte. Der durchschnittliche Durchmesser des Kraters beträgt 400 m. Sein Wall ist nicht mehr vollständig erhalten. Im Süden sind die Tuffe bereits völlig abgetragen. Hier beginnt ein NE-SW-streichendes Tal, das ins Alfbachtal mündet.

Wartgesberg-Komplex:

Der Hauptteil des südöstlich von Strohn liegenden Wartgesberg-Komplexes besteht aus einer Folge von Schlackenkegeln, die ineinander übergehen und insgesamt einen 1 km langen und 300 m breiten, NNW-SSE-streichenden Streifen bilden. Im SSE schließt sich außerdem das Sprinker Maar an. Sein Krater, der im Südwesten durch den Alfbach bereits wieder völlig erodiert wurde, hat einen Durchmesser von 500 m. Die einzelnen Eruptionspunkte des Wartgesbergs liegen auf der östlichen Flanke des ehemaligen Alfbachtals, das durch die Pyroklastite verschüttet wurde und heute auf der früheren Westflanke verläuft. Für eine eingehendere Beschreibung der einzelnen Vulkane der Wartgesberg-Gruppe wird auf die Arbeiten von KRAUSE (1984) und WIENECKE (1979a und b) verwiesen. Wichtig für die vorliegende Untersuchung sind allein die Lavaströme, die im Bereich des Wartgesbergs ihren Ursprung haben. Es lassen sich drei Laven unterscheiden: zwei Laven flossen talaufwärts, eine talabwärts. Der Austrittspunkt des talabwärts fließenden Lavastroms liegt etwa 400 m nördlich des Gehöftes Sprink im weit ausladenden, nach Westen geöffneten Krater des südlichsten Schlackenkegels. Die Lava bildet hier hohe Felsen, in die sich der Alfbach schluchtartig eingegraben hat. Der zweite Lavastrom, der Strohner Strom, hat seinen Anfang weiter nördlich und wurde aus einem der beiden nördlichen Schlackenkegel gefördert. Da die Schlacken der älteren Wartgesberg-Eruptionen das Tal verfüllt hatten, floß die Lava weit talaufwärts (CIPA 1956). Stellenweise wird der Strohner Lavastrom von einem zweiten, weniger mächtigen Lavastrom überlagert, der wie dieser nur bis Strohn an der Erdoberfläche zu verfolgen ist (WIENECKE 1979b).

Das alluviale Material, das im Alfbachtal die Basalte überdeckt, ist sehr inhomogen. Direkt über den Basalten folgen oft feinkörnige Sedimente. Es handelt sich dabei um die Ablagerungen eines Sees, der sich oberhalb von Strohn durch den Alfbach-Aufstau bildete. Er wurde wegen seiner geringen Tiefe schnell wieder zusedimentiert. Dabei entstand eine ebene Fläche, auf der der Alfbach mit häufig wechselndem Lauf mäandrierte und seine Fracht ablagerte. Eine heute nicht mehr geöffnete Baugrube am Bundeswehr-Depot 500 m nordwestlich der Ortsmitte von Gillenfeld zeigte mehrere Meter mächtige Tone, Sande, Schiefer-Bruchstücke und Gerölle vulkanischen Ursprungs, die unregelmäßig übereinander geschichtet sind. Auch die Profile der Bohrungen im Alftal aus dem Bohrarchiv des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz zeigen einen schnellen Materialwechsel in vertikaler und lateraler Richtung und eine sehr schlechte Sortierung. Der Anteil von vulkanischem Material ist unterschiedlich groß. In manchen Seitentälern des Alftals bestehen die Alluvionen fast ausschließlich aus zusammengeschwemmten Pyroklastiten, wie es CIPA (1956) für das Erlenbachtal beschreibt; Tone fehlen dort weitgehend. Eigene gravimetrische Messungen bestätigen dies. Die Mächtigkeit der Alluvionen ist durch den Aufstau besonders im Alfbachtal sehr hoch. Selbst die Bohrung 2 (Geol. Landesamt), 500 m nordwestlich von Gillenfeld niedergebracht, ergab noch 33,00 m mächtige Talauenablagerungen über den devonischen Gesteinen (Kapitel 3.4.). Über den Basalten sind die Sedimente bis zu 12,5 m mächtig (B 21 und B 27, Abb. 6 und 7).

3. Hydrogeologie

3.1. Hydrogeologischer Überblick

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsgebiet sind komplex. Es existiert eine Anzahl von Gesteinen, die hinsichtlich ihrer hydrogeologischen Eigenschaften sehr ver-

schieden sind: Die unterdevonischen Gesteine sind sehr schlechte Grundwasserleiter. Wasserbewegungen können nur auf eventuell vorhandenen Trennfugen – geöffneten Schicht- und Schieferungsflächen, Klüften und Störungen – stattfinden. Entscheidend für eine mögliche Wasserwegsamkeit sind also die vorhandenen Bruchsysteme. Nur bei ausreichend vorhandenen und miteinander in Verbindung stehenden Trennflächen können die unterdevonischen Gesteine Kluftaquifere meist geringer Ergiebigkeit sein. Andererseits spielen sie als Grundwasserstauer für die auf ihnen liegenden Aquifere eine wichtige Rolle (WEILER 1987). Im Arbeitsgebiet wurden durch die Siegener Hauptaufschiebung die devonischen Gesteine überdurchschnittlich stark beansprucht. Daher ist durch Brüche die Wasserwegsamkeit hier besser als üblicherweise. THON (1985) beschreibt Störungssysteme, die häufig durch eine stärkere Grundwasser-Aktivität gekennzeichnet sind. Dies äußert sich an der Erdoberfläche in feuchten Stellen oder Quellen. An mehreren Punkten im Untersuchungsgebiet läßt sich erkennen, daß die devonischen Sedimentgesteine stellenweise, vermutlich im Bereich von Störungen, fast auf dem Niveau der Hochebene wasserführend sind. So fällt z. B. ein Brunnen in Gillenfeld auf. Er befindet sich kurz vor dem nordöstlichen Ortsausgang etwa 40m über dem Talboden auf dem Grundstück des „Hof Gillenfeld". Der Brunnen liegt völlig in anstehenden devonischen Gesteinen. Nach Angaben der Besitzer läuft er in sehr niederschlagsreichen Zeiten über und versiegt auch bei längeren Trockenperioden nie.

Ein weiteres Indiz für eine recht gute Wasserwegsamkeit der devonischen Gesteine im Bereich von Störungen ist die Lage des Strohner Märchens. Nur durch eine ungewöhnlich gute Wasserversorgung konnte sich auf der Hochfläche bei der Eruption anstatt eines Schlackenkegels ein Maar bilden. Normalerweise entstehen Maare in Tälern, weil nur dort die Wasserzufuhr für phreatomagmatische Eruptionen ausreicht (LORENZ 1973).

Um genauere Aussagen über die Bruchstrukturen des Untergrundes zu machen, wurde mit Luftbildern im Maßstab 1 : 12.500 und Orthophotos des Maßstabs 1 : 5.000 eine Linearanalyse des Untersuchungsgebiets erstellt. Die dabei erkannten Photolineare sind in Abb. 1 eingetragen. Sie werden als Spuren grundwasserführender Brüche interpretiert.

Weitere Aquifere im Untersuchungsgebiet sind die quartären vulkanischen Lockergesteine und ihre Umlagerungsprodukte. Sie bilden aufgrund ihrer hohen Speicherkapazität in anderen Regionen der Eifel bei entsprechend wasserstauendem Untergrund durch ihren hohen nutzbaren Porenraum Kleinstaquifere, die in dieser grundwasserarmen Gegend für den Wasserhaushalt sehr wichtig sind (GEIB & WEILER 1968, WEILER 1987). Ein anderer wichtiger Wasserspeicher sind diejenigen Maare, die einen See enthalten, wie zum Beispiel das Pulvermaar.

Die Ergußgesteine der quartären Vulkane spielen in der Eifel im allgemeinen für den Wasserhaushalt eine geringere Rolle als die Pyroklastite. Erstens sind sie nicht so weit verbreitet und zweitens haben sie nicht die hohe Speicherkapazität dieser Porenspeicher. Wasserbewegung und -speicherung können nur auf Klüften stattfinden, die häufig in Form von Abkühlungsfugen vorhanden sind. Der Hohlraumanteil von Klüften beträgt aber nur etwa ein Zehntel des nutzbaren Porenanteils von Lockergesteinen (Bundesministerium des Inneren 1982). Die Fließgeschwindigkeit ist außerdem in Klüften wegen der geringeren Adsorption ungleich größer als in Poren (MATTHESS 1970), so daß Schüttungen aus diesen Aquiferen sehr unregelmäßig sind und sie sich für die Wasserversorgung kaum eignen. Eine Ausnahme darin bildet der mächtige Basalt im Alfbachtal, der in Kapitel 3.4. näher beschrieben wird.

Die hydrogeologische Kartierung im Arbeitsgebiet erwies sich als sehr problematisch, da durch eine intensive Flurbereinigung vor einigen Jahren der natürliche Zustand fast aller Vorfluter zerstört wurde. Die Ackerflächen wurden großflächig drainiert und die Bachläufe und Quellen mit einer Ausnahme gefaßt und stellenweise unterirdisch in Rohre geleitet. Die in der Karte (Abb. 1) verzeichneten Bäche zeigen also nicht den natürlichen Verlauf. Wegen der Drainage läßt sich heute die Lage der natürlichen Quellaustritte nicht mehr erkennen. Nur der nordwestlichste Zufluß des Alfbachs ist von der Quelle auf einer Höhe von etwa 425 m (R 2563050 H 5555010) bis kurz vor seine Mündung ungefaßt. Er wurde im unteren Abschnitt künstlich

aufgestaut und bildet dort heute einen Teich. Auch der Alfbach, der ursprünglich auf dem Boden des Kastentals in weiten Schlingen mäandrierte, wurde begradigt und sein Lauf ausgemauert.

3.2. Niederschlag

Am Wasserwerk Strohn befindet sich eine Niederschlags-Meßstation. Der hier installierte Niederschlagsschreiber ermittelte als Durchschnittswert der hydrologischen Jahre 1966 bis 1988 722,2 mm/a. Im hydrologischen Jahr 1988 (11/87 bis 10/88) fielen 864,1 mm Niederschlag. Im Zeitraum 1966 bis 1987 wurde dieser Wert nur dreimal überschritten. Es handelt sich bei 1988 also um ein Feuchtjahr. Die überdurchschnittlich hohen Niederschläge fielen allerdings nur im Winter-Halbjahr 1988 (11/87 bis 4/88). Sie lagen bei 490,7 mm gegenüber dem langjährigen Durchschnitt von 340,9 mm. Das Sommerhalbjahr (5/88 bis 10/88), in dem die Abfluß-Messungen (Kapitel 3.) erfolgten, entspricht mit 371,6 mm fast exakt dem Mittelwert von 374,9 mm (1966 bis 1988). Die einzelnen Monatsniederschläge des Sommerhalbjahrs wichen wiederum teilweise vom Durchschnitt ab: während besonders im September und Oktober starke Niederschläge fielen, waren Juni und August ausgesprochene Trockenmonate. Abb. 3 zeigt die Dekaden-Niederschlagskurve und die Tagesniederschläge in Strohn für den Untersuchungszeitraum. Alle Niederschlagsdaten stammen vom Betreiber des Niederschlagschreibers, dem WWA Trier.

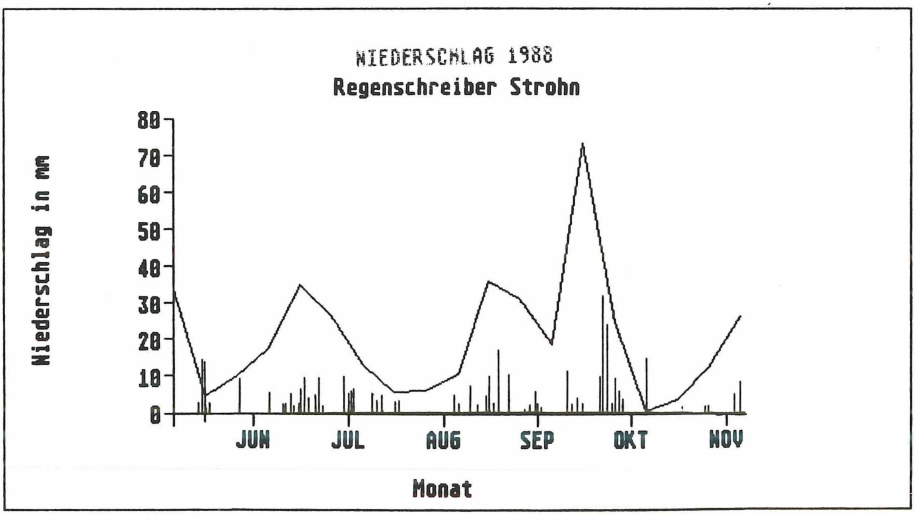


Abb. 3: Dekaden-Niederschlagskurve und Tagesniederschläge über 2 mm im Zeitraum der Abflußmessungen im Jahr 1988, gemessen in Strohn.

3.3. Abflußmessungen

Um die Abflußmengen im bearbeiteten Gebiet näherungsweise bilanzieren zu können, wurde zwischen Mai und November 1988 neun Mal zwischen den Pegeln Saxler Mühle und Sprink die Wasserführung sämtlicher Zuflüsse in den Alfbach ermittelt. Im Erlenbachtal zwischen Pulvermaar und Römerberg wurde zusätzlich an drei weiteren Punkten der Abfluß des Erlenbachs gemessen. Ab Juni wurde nachträglich eine im Seitental unterhalb des Strohner

Märchens austretende und wieder versickernde Quelle als Meßstelle hinzugenommen. An drei Punkten im Alfbachtal wurde der jeweilige Grundwasserspiegel ermittelt und im Strohner Märchen der Wasserstand des Laggs gemessen. Die genaue Lage der Meßpunkte ist in Abb. 1 verzeichnet. AP steht für Abfluß-Meßpunkt, GP für Grundwasser-Meßpunkt. Tab. 1 gibt die bei den Abfluß-Messungen ermittelten Spenden der einzelnen Bäche wieder, Tab. 2 die Grundwasserstände.

Tab. 1: Abflußmessungen an den Alfbach-Zuflüssen zwischen Saxler Mühle und Sprink zwischen Mai und November 1988

Angaben jeweils in Litern pro Sekunde;
tr = trocken, g = gefroren, umM = unter meßbarer Menge

Datum	1	2	3	4	5	6	7
25.05.	1,0	umM	0,2	0,8	0,05	12,0	0,005
03.06.	1,6	umM	0,7	2,2	0,005	18,1	0,1
12.07.	0,7	tr	0,05	0,05	umM	5,2	umM
27.07.	0,8	umM	0,08	0,4	umM	10,0	umM
04.08.	0,5	tr	0,02	0,25	umM	6,9	umM
09.08.	0,5	tr	umM	0,17	tr	5,9	umM
17.08.	0,2	tr	tr	0,15	tr	5,8	tr
19.10.	5,0	umM	0,7	1,5	0,05	22,7	0,05
22.11.	2,0	tr	0,2	0,8	tr	6,9	tr

Datum	8	9	10	11	12	13	14
25.05.	2,2–2,5	0,125	0,01	0,3	0,1	0,003	0,1
03.06.	6,9	0,6	0,5	0,12	0,7	0,7	0,2
12.07.	4,4	0,05	0,05	0,035	0,02	0,035	0,05
27.07.	4,9	0,05	0,2	0,01	0,03	0,02	0,05
04.08.	3,0	0,02	0,2	umM	umM	umM	umM
09.08.	2,6	umM	0,03	tr	umM	umM	umM
17.08.	4,6	tr	0,04	tr	tr	tr	tr
19.10.	7,8	2,0	–	0,5	0,6	1,0	0,5
22.11.	2,6	0,6	0,3	0,05	0,2	g	0,2

Datum	15	16	17	18	19	20	21
25.05.	0,17	7,0	1,4	tr	0,7	0,25	0,11
03.06.	0,4	12,0	1,6	umM	1,0	0,5	0,25
12.07.	umM	5,0	0,25	tr	0,35	0,05	0,1
27.07.	umM	6,0	0,225	tr	0,53	0,06	0,13
04.08.	tr	5,5	0,11	tr	0,45	0,05	0,08
09.08.	tr	5,0	0,07	tr	0,23	0,03	0,06
17.08.	tr	4,2	0,02	tr	0,1	umM	0,005
19.10.	0,6	6,0	1,4	0,3	2,6	1,6	0,35
22.11.	g	2,3	0,4	tr	1,0	0,2	0,25

Fortsetzung Tab. 1

Datum	22	23	24	25	26	27
25.05.	0,7	0,7	0,23	0,1	0,18	-
03.06.	1,5	1,0	0,4	0,1	0,06	-
12.07.	0,6	0,2	0,25	0,08	0,06	0,15
27.07.	0,65	0,3	0,1	0,05	tr	0,1
04.08.	0,4	0,1	0,09	tr	tr	0,08
09.08.	0,28	0,03	0,1	tr	tr	0,04
17.08.	0,21	0,02	0,07	tr	tr	0,04
19.10.	4,5	1,2	3,0	2,6	2,6	0,16
22.11.	2,0	0,5	1,0	g	g	0,13

Tab. 2: Grundwasserhöhen 1988

Angaben jeweils in cm unter Geländeoberkante (GOK)
Lage der Punkte siehe Abb. 1.

GP	25.05.	03.06.	12.07.	27.07.	04.08.	09.08.	17.08.	19.10.	22.11.
1	--	--	145	146	145	146	147	145	150
2	13	14	15	27	30	34	35	58	61
3	114	112	142	125	120	120	121	120	126

Um detaillierte Aussagen über das Abflußverhalten der einzelnen Bäche machen zu können, wäre es nötig, die Messungen über einen längeren Zeitraum (mindestens 1 Jahr bei mittleren Niederschlägen) auszudehnen und die Intervalle zwischen den einzelnen Messungen zeitweise auf Dekaden oder sogar nur Tage zu verkleinern. Generelle Abschätzungen lassen sich aber schon nach den vorliegenden Untersuchungen machen.

In Tab. 3 sind maximale und minimale Spenden der Bäche in l/s in Beziehung gesetzt zu der Größe der jeweiligen Einzugsgebiete. AP 6 und 8 und AP 10 und 11 sind zusammengefaßt, da sie jeweils Abflüsse eines Baches sind, die nur künstlich getrennt wurden. Der Wert S (Schwankungsindex), der sich als Quotient aus der Differenz zwischen maximaler und minimaler Spende (Sma und Smi) pro km^2 und der maximalen Spende pro km^2 errechnet, ist ein Maß für die Gleichmäßigkeit einer Schüttung innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Versiegt ein Bach, ergibt sich für S der Wert 1. Je gleichmäßiger die Wasserführung eines Bachs ist, desto kleiner wird S. Ist der Abfluß völlig gleichmäßig, ist also Smi gleich Sma, gilt S=0.

Die Tab. 1 bis 3 zeigen, daß ein Großteil der untersuchten Bäche eine sehr unregelmäßige Schüttung hat. Die Abflußwerte sämtlicher Meßstellen zeigen für den Untersuchungszeitraum starke Schwankungen. Niederschläge und Trockenphasen zeichnen sich schnell und deutlich in den Werten ab. 14 der 27 Bäche haben für S den Wert 1, d.h. sie trocknen völlig aus. Acht weitere Zuflüsse liegen bei einem Wert > 0,90, haben also in Trockenzeiten nur noch eine sehr geringe Wasserführung. Nur drei Zuflüsse, nämlich 6+8, 16 und 27 zeigen eine deutlich gleichmäßigere Schüttung. Abb. 4 stellt die Schüttungsquotienten S der einzelnen Bäche graphisch dar. Je näher dabei der darstellende Punkt eines Baches an der X-Achse liegt, desto gleichmäßiger war seine Schüttung während des Untersuchungszeitraums. Grundsätzlich ist anzumerken, daß die ermittelten Abflußmengen immer Mindestwerte darstellen. In einigen Abschnitten des untersuchten Gebiets, zum Beispiel im Alfbachtal und Erlenbachtal ist der Untergrund sehr durchlässig. Stellenweise versickert daher ein Teil des Abflusses und gelangt möglicher-

Tab. 3: Bilanzierung von Höhe und Schwankung der Abflußspenden

Mi = maximale Spende in l/s
Ma = minimale Spende in l/s
G = Größe des Einzugsgebiets in km^2
Sma = maximale Spende in $l/s/km^2$
Smi = minimale Spende in $l/s/km^2$
D = Differenz zwischen Sma und Smi
S = Quotient aus D und Sma = Maß für die Gleichmäßigkeit der Wasserführung (Schwankungsindex)

Nummer	Mi	Ma	G	Sma	Smi	D	S
1	5,0	0,2	0,56	8,9	0,4	8,5	0,95
2	0,0	0	0,09	0,0	0,0	–	–
3	0,7	0	0,38	1,8	0,0	1,8	1,0
4	2,2	0,15	0,62	3,5	0,2	3,3	0,94
5	0,05	0	0,13	0,4	0,0	0,4	1,0
6+8	30,5	8,5	3,73	8,2	2,3	5,9	0,72
7	0,1	0	0,04	2,5	0	2,5	1,0
9	2,0	0	0,41	4,9	0	4,9	1,0
10+11	0,62	0,04	0,64	1,0	0,06	0,94	0,94
12	0,7	0	0,24	2,9	0	2,9	1,0
13	1,0	0	0,31	3,2	0	3,2	1,0
14	0,5	0	0,34	1,5	0	1,5	1,0
15	0,6	0	0,47	1,3	0	1,3	1,0
16	12,0	4,3	1,82	6,6	2,36	4,24	0,64
17	1,6	0,02	0,17	9,4	0,1	9,3	0,99
18	0,3	0	0,33	0,9	0	0,9	1,0
19	2,6	0,1	0,68	3,8	0,1	3,7	0,97
20	1,6	0	0,60	2,7	0	2,7	1,0
21	0,35	0,005	0,62	0,56	0	0,56	1,0
22	4,5	0,21	0,66	6,8	0,3	6,5	0,96
23	1,2	0,1	0,77	1,6	0,12	1,48	0,93
24	3,0	0,07	0,95	3,2	0,1	3,1	0,97
25	2,6	0	1,35	1,9	0	1,9	1,0
26	2,6	0	1,56	1,6	0	1,6	1,0
27	0,16	0,04	0,12	1,33	0,33	1,0	0,75

weise außerhalb der eigentlichen Mündung in den Alfbach, ohne durch die Messungen erfaßt zu werden (Kap. 4.).

Interpretation der Abflußmessungen

Die Bäche lassen sich nach den unterschiedlichen Abflußkurven und Schwankungsindizes in vier Gruppen einteilen. Die Bäche 5, 7, 15 und 18 waren dadurch gekennzeichnet, daß sie in der niederschlagsarmen Zeit im Sommer sehr schnell trockenfielen und erst im Herbst wieder Wasser führten. AP 18 schien sogar nur nach starken Niederschlagsereignissen zu fließen (Tab. 1). Die Einzugsgebiete von AP 5 und 7 sind mit 0,13 km^2 und 0,04 km^2 in Relation zu den anderen Bächen sehr klein. Das Einzugsgebiet von AP 5 ist zur Hälfte dicht bebaut, so daß ein großer Teil des Niederschlags durch die Kanalisation abfließt. Das Einzugsgebiet von AP 7 liegt auf

einem Steilhang direkt oberhalb des Alfbachs. Wahrscheinlich fließt wegen der großen Hangneigung nur wenig Wasser in den Zufluß und ein Großteil direkt in den Alfbach.

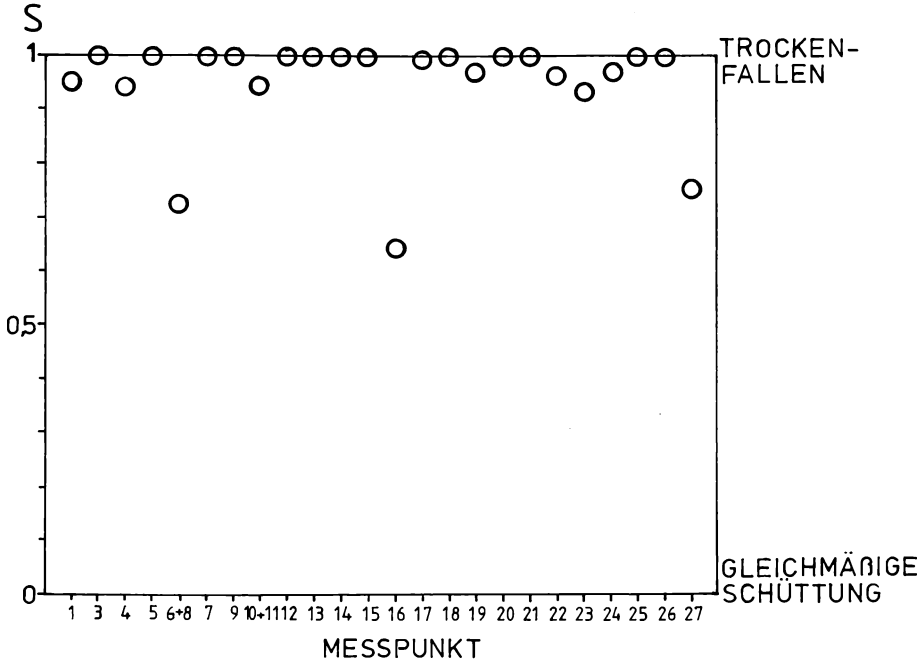


Abb. 4: Schüttungsquotienten (S) der untersuchten Bäche zwischen Mai und November 1988.

AP 15 und 18 haben größere Einzugsgebiete. Beide Bäche entspringen aus devonischen Gesteinen und verlaufen durch Felder und Weideflächen. Bei beiden Meßstellen stellt sich die Frage, ob der Abfluß möglicherweise an der Fassung vorbeifließt. Dadurch ließe sich erklären, warum das Tal von AP 18 fast überhaupt keinen oberirdischen Abfluß zeigt. Allerdings gibt es darauf keine Hinweise, wie zum Beispiel feuchte Stellen entlang der Bacheinfassung.

Auch AP 3, 4, 9, 10+11, 12, 13, 14, 17, 20 und 23 fielen im Sommer teilweise trocken, aber nicht so abrupt wie die erste Gruppe. Durch die im Juli fallenden Niederschläge wurden die Abflußspenden bis Anfang August auf einem Niveau gehalten bzw. der Abfall der Ganglinien wurde verringert. Die hohen Niederschläge im Oktober wirkten sich sehr stark aus. Generell haben alle Bäche dieser Gruppe ein relativ kleines Einzugsgebiet von 0,17 bis 0,77 km^2.

Nach GEIB & WEILER (1968) sind diese Ganglinien ebenso wie die der ersten Gruppe typisch für Quellen, deren Einzugsbereich ausschließlich in devonischen Gesteinen liegt (Nur im Einzugsgebiet von AP 14 treten zu einem sehr geringen Teil Tuffe des Pulvermaars auf) und die daher Wasser kaum speichern können. Ein unterirdischer Abfluß (A_u) ist daher kaum vorhanden. Im Sommer fallen die Bäche schnell trocken und schütten dagegen in nassen Monaten kurzzeitig sehr stark.

Die Gruppe von AP 1, 19, 21, 22 und 27 unterscheidet sich von den ersten beiden dadurch, daß die Schüttung dieser Bäche gleichmäßiger war. Bis Ende August sanken allerdings auch hier die Werte stark ab. Die Schwankungsindizes (S) liegen nur knapp unter 1,0 bei 0,99 bis 0.95 (ausgenommen AP 27, s.u.). Daher ist anzunehmen, daß auch bei dieser Gruppe der Anteil von A_u am Abfluß verschwindend gering ist. AP 19, 21 und 22 haben möglicherweise einen etwas ausgeglicheneren Gang, weil in einem Teil ihrer Einzugsgebiete eine Tuff-

bedeckung vorhanden ist. Es fällt allerdings auf, daß die drei Bäche fast gleich große Einzugsgebiete haben und sich trotzdem bei ähnlicher Geologie in ihrer Abflußmenge sehr stark unterscheiden. AP 22 ist vielleicht stärker als die anderen Bäche durch mächtigere Tuffe in seinem Einzugsgebiet beeinflußt. Möglich ist außerdem, daß auch bei diesen Bächen ein Teil des Wassers nicht in der Fassung fließt und daher die Meßwerte nicht den tatsächlichen Abfluß erfassen. Bei Bach 1 läßt sich der ausgeglichenere Kurvenverlauf dagegen nicht durch Tuff-Vorkommen erklären. Sein Einzugsgebiet reicht nicht bis zum Holzmaar-Komplex, sondern liegt wie die der anderen Bäche nur in devonischen Gesteinen. Im Gegensatz zu diesen Einzugsgebieten ist es aber überwiegend mit Wald bestanden. Der Untergrund ist daher nicht drainiert und der Bachlauf ist ungefaßt, so daß Niederschläge nicht so schnell dem Vorfluter zugeführt werden und die Spitzen der Gangkurve abgeschwächt sind. AP 27 wurde trotz seines höheren Wertes für S in diese Gruppe gestellt, weil seine absolute Fördermenge gering ist und er mit der Höhe der Grundwassererneuerung zu den anderen Bächen paßt. Diese läßt sich für die einzelnen Bäche mit der Tab. 3 aus den minimalen Abflüssen errechnen. Für AP 1 ergibt sich 11 mm ≙ 1,3% des Jahresniederschlags, für AP 27 und AP 22 jeweils 10 mm ≙ 1,2 %, Werte, wie sie für Quellen aus devonischen Sedimenten üblich sind (WEILER 1987).

Der Laubach (AP 6+8) und der Erlenbach (AP 16) haben mit Abstand die größten Einzugsgebiete der untersuchten Alfbach-Nebenbäche (3,73 km^2 und 1,82 km^2). Sie unterscheiden sich im Verlauf ihrer Gangkurven aber nicht grundlegend von den anderen Zuflüssen. Der entscheidende Unterschied dokumentiert sich darin, daß auch in den Trockenmonaten im Sommer der Abfluß nie unter 8,5 l/s bei AP 6+8 bzw. 4,2 l/s bei AP 16 fiel. Da nach längeren Zeiten ohne Niederschläge die Vorfluter fast ausschließlich vom unterirdischen Abfluß gespeist werden, ist zu erkennen, daß bei AP 6+8 und AP 16 im Gegensatz zu den anderen Bächen der A_u einen deutlichen Anteil hat. Eine Folge davon ist, daß die Werte für S tiefer liegen (0,72 bei AP 6+8, 0,64 bei AP 16), die Schüttungen also gleichmäßiger sind. Die Ursache für das andersartige Abflußverhalten liegt in der Art der Gesteine in den Liefergebieten von Laubach und Erlenbach. Einen großen Anteil daran haben bei beiden Bächen pyroklastische Gesteine, die die devonischen Schiefer überdecken.Der Laubach entspringt mitten im Ellscheider Maar nördlich des Pulvermaars, und im Bereich des Erlenbaches liegen die primären und umgelagerten Tuffe des Pulvermaars, des Strohner und des Immerather Maares und außerdem der Schlakkenkegel des Römerbergs. Diese Pyroklastite sind in der Lage, Wasser zu speichern und so in niederschlagslosen Zeiten den Abfluß der Bäche zu speisen. Aus den Werten der Tabelle ergibt sich für AP 6+8 als Grundwassererneuerung (G) 73 mm/a ≙ 8,5 % des Niederschlags und für AP 16 75 mm/a ≙ 8,7 %, also gegenüber den anderen Bächen deutlich erhöhte Werte (s.o.). Im Vergleich zu reinen Tuff-Aquiferen, bei denen nach WEILER (1987) G bis zu 37 % des Jahresniederschlags betragen kann, ist aber die Grundwassererneuerung immer noch gering.

Die drei Meßstellen AP 24, 25 und 26 liegen wie AP 16 am Erlenbach. Ihre Ganglinien stimmen aber überhaupt nicht mit AP 16 überein. Alle drei Kurven lagen schon zu Beginn des Sommers sehr tief und stiegen im Herbst unverhältnismäßig stark an. Die Abflußmengen lagen weit unter dem, was nach dem Vergleich mit AP 16 zu erwarten gewesen wäre. Die drei Meßstellen waren eingerichtet worden, um einen möglichen Zufluß vom Pulvermaar und/oder dem Strohner Märchen zu erfassen. Die Messungen ergaben aber das genaue Gegenteil: Zwischen AP 24 und AP 26, also bachabwärts, erfolgte kein Zustrom aus den Seitentälern, sondern die Abflußmengen nahmen immer ab, d. h. ein Teil des Wassers versickerte. Während im August an AP 24 noch eine geringe Wasserführung vorhanden war, lagen AP 25 und AP 26 trocken. Zu diesem Zeitpunkt ließ sich erkennen, daß das versickerte Wasser etwa auf Höhe des Erlenhofs wieder in die Fassung des Bachs floß und oberirdisch bei AP 16 in den Alfbach strömte. Die Talfüllung des Erlenbachtals besteht zu einem großen Teil aus umgelagerten Pyroklastiten, die eine gute Durchlässigkeit haben, wie auch die Versickerung der Quelle AP 27 etwa 50 m unterhalb ihres Austrittspunktes belegt. Die Messwerte von AP 24 bis 26 haben daher wohl keine quantitative Bedeutung, da unklar ist, wieviel Wasser außerhalb der Fassung fließt.

3.4. Der Aquifer im Alfbachtal

Im verfüllten Abschnitt des Alfbachtals liegt der für die Wasserversorgung wichtigste Aquifer des Untersuchungsgebiets. Über fünf Brunnen in der Umgebung von Strohn (genaue Lage in Abb. 1) entnimmt hier das KWW Cochem-Zell seit 1962 in großem Maß Trinkwasser. Die maximal zugebilligte Förderleistung liegt bei 1,5 Mio. m^3 pro Jahr. Durch Erkundungsbohrungen und später niedergebrachte Brunnen- und Beobachtungsbohrungen für die Grundwasserspiegelhöhe ist die Art der Talverfüllung im Alfbachtal gut zu erkennen. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen ein Längs- und ein Querprofil durch das Tal auf Höhe der Brunnen, jeweils mit einigen dieser Bohrungen (Numerierung nach dem Bohrarchiv des Geologischen Landesamts Rheinland-Pfalz, aus dem diese Daten stammen). Der Aquifer, aus dem die Strohner Brunnen fördern, wird, wie die Abbildungen zeigen, von den beiden geklüfteten Basaltlaven gebildet (Kap. 2.). CIPA (1958) untersuchte diese Laven geomagnetisch. Er konnte nachweisen, daß sie das Alftal aufwärts bis 1 km südlich Gillenfeld den Mäandern des Alfbachs folgten und auch in die Seitentäler eindrangen. Abb. 5 zeigt den von CIPA erstellten Isanomalenplan. Die 0-Linie wird von ihm als Rand der Basalte angenommen und der Wechsel von eng gescharten und weiter auseinander liegenden Isolinien an den Rändern der Anomalie als die Prall- und Gleithänge der alten Alf-Mäander, die vom Basalt nachgezeichnet wurden, gedeutet. Der runde Bereich in der Mitte des Bildes, der eine geringere Anomalie hat, wird nach CIPA durch einen ehemaligen Umlaufberg verursacht. Die Mächtigkeit der Basalte variiert, bedingt durch die Tal-Topographie, sehr stark. Über dem alten Bett des alten Alfbachs sind die höchsten Mächtigkeiten zu erwarten. Zu den Talrändern hin nimmt in Abhängigkeit von der ursprünglichen Geländeneigung die Mächtigkeit unterschiedlich schnell ab (Abb. 6 und 7). Die Bohrprofile der Brunnen

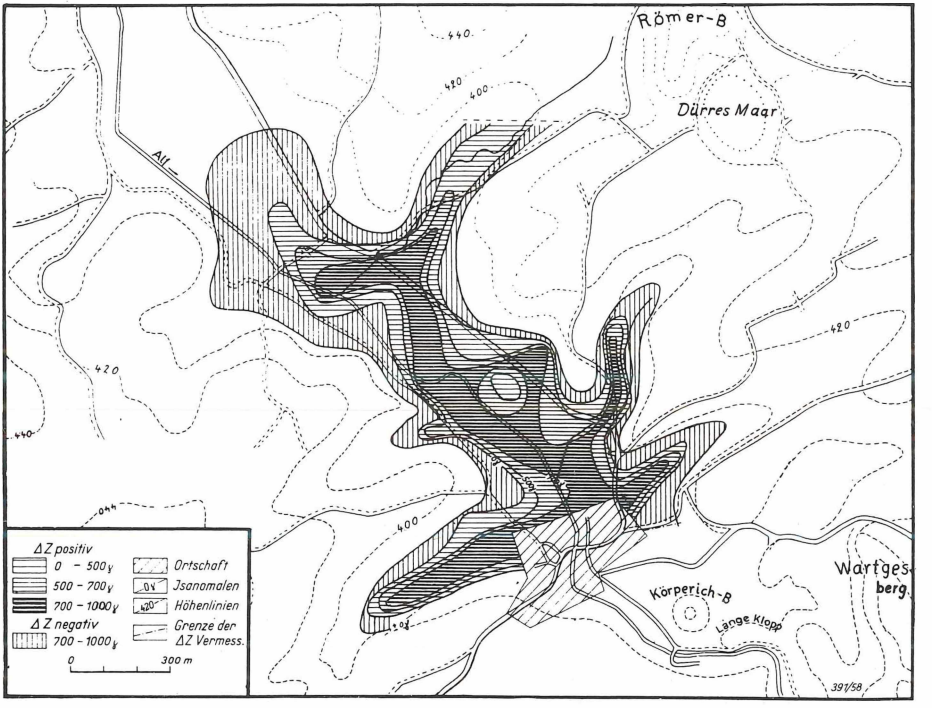


Abb. 5: Magnetischer Isanomalenplan des Strohner Lavastroms; Gamma = Nanotesla (nT) (aus: CIPA 1958, Abb. 14).

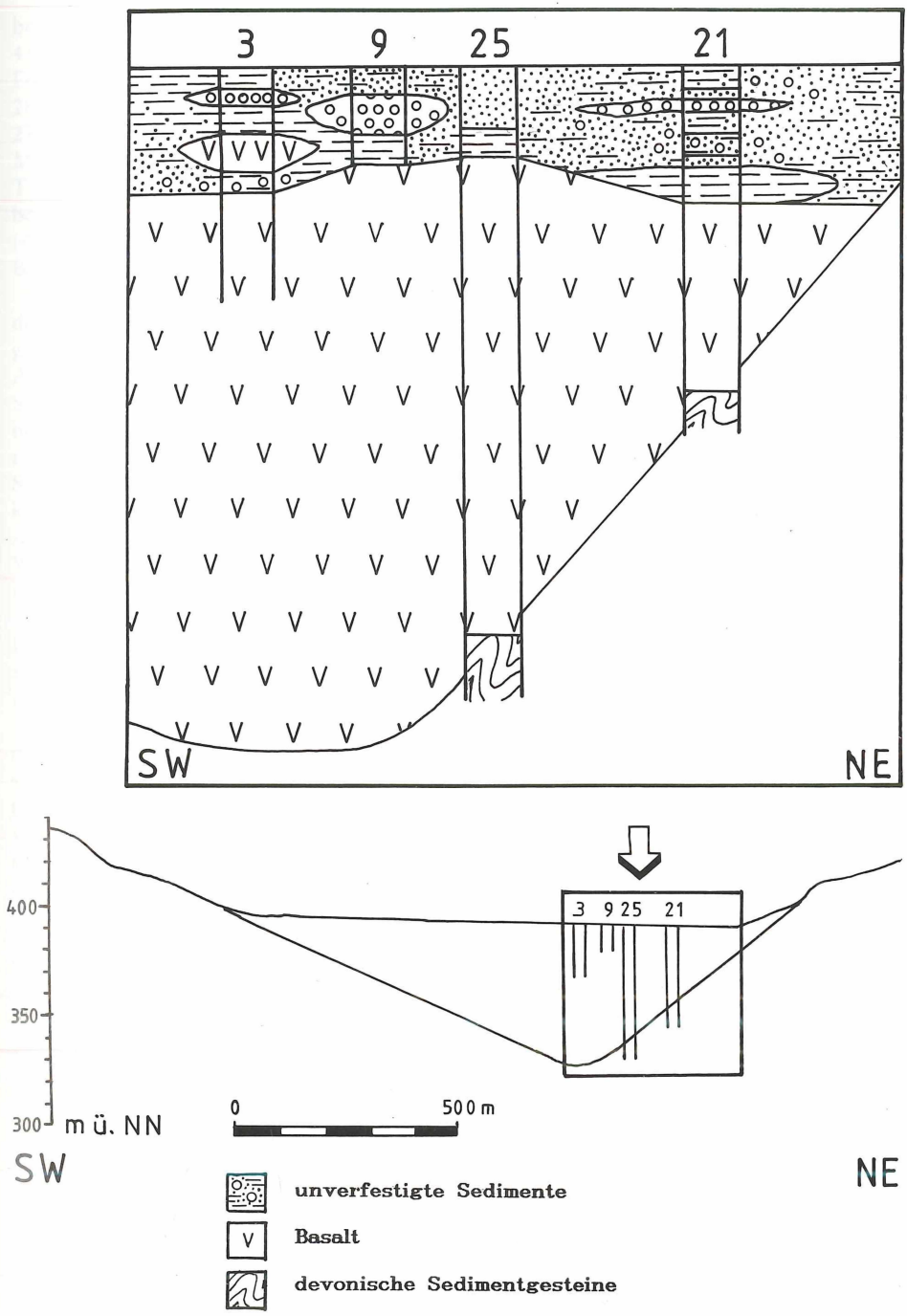


Abb. 6: Schematisches Querprofil durch das Alfbachtal (Ausschnitt) auf Höhe der Strohner Brunnen mit Bohrprofilen.

3.4. Der Aquifer im Alfbachtal

Im verfüllten Abschnitt des Alfbachtals liegt der für die Wasserversorgung wichtigste Aquifer des Untersuchungsgebiets. Über fünf Brunnen in der Umgebung von Strohn (genaue Lage in Abb. 1) entnimmt hier das KWW Cochem-Zell seit 1962 in großem Maß Trinkwasser. Die maximal zugebilligte Förderleistung liegt bei 1,5 Mio. m^3 pro Jahr. Durch Erkundungsbohrungen und später niedergebrachte Brunnen- und Beobachtungsbohrungen für die Grundwasserspiegelhöhe ist die Art der Talverfüllung im Alfbachtal gut zu erkennen. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen ein Längs- und ein Querprofil durch das Tal auf Höhe der Brunnen, jeweils mit einigen dieser Bohrungen (Numerierung nach dem Bohrarchiv des Geologischen Landesamts Rheinland-Pfalz, aus dem diese Daten stammen). Der Aquifer, aus dem die Strohner Brunnen fördern, wird, wie die Abbildungen zeigen, von den beiden geklüfteten Basaltlaven gebildet (Kap. 2.). CIPA (1958) untersuchte diese Laven geomagnetisch. Er konnte nachweisen, daß sie das Alftal aufwärts bis 1 km südlich Gillenfeld den Mäandern des Alfbachs folgten und auch in die Seitentäler eindrangen. Abb. 5 zeigt den von CIPA erstellten Isanomalenplan. Die 0-Linie wird von ihm als Rand der Basalte angenommen und der Wechsel von eng gescharten und weiter auseinander liegenden Isolinien an den Rändern der Anomalie als die Prall- und Gleithänge der alten Alf-Mäander, die vom Basalt nachgezeichnet wurden, gedeutet. Der runde Bereich in der Mitte des Bildes, der eine geringere Anomalie hat, wird nach CIPA durch einen ehemaligen Umlaufberg verursacht. Die Mächtigkeit der Basalte variiert, bedingt durch die Tal-Topographie, sehr stark. Über dem alten Bett des alten Alfbachs sind die höchsten Mächtigkeiten zu erwarten. Zu den Talrändern hin nimmt in Abhängigkeit von der ursprünglichen Geländeneigung die Mächtigkeit unterschiedlich schnell ab (Abb. 6 und 7). Die Bohrprofile der Brunnen

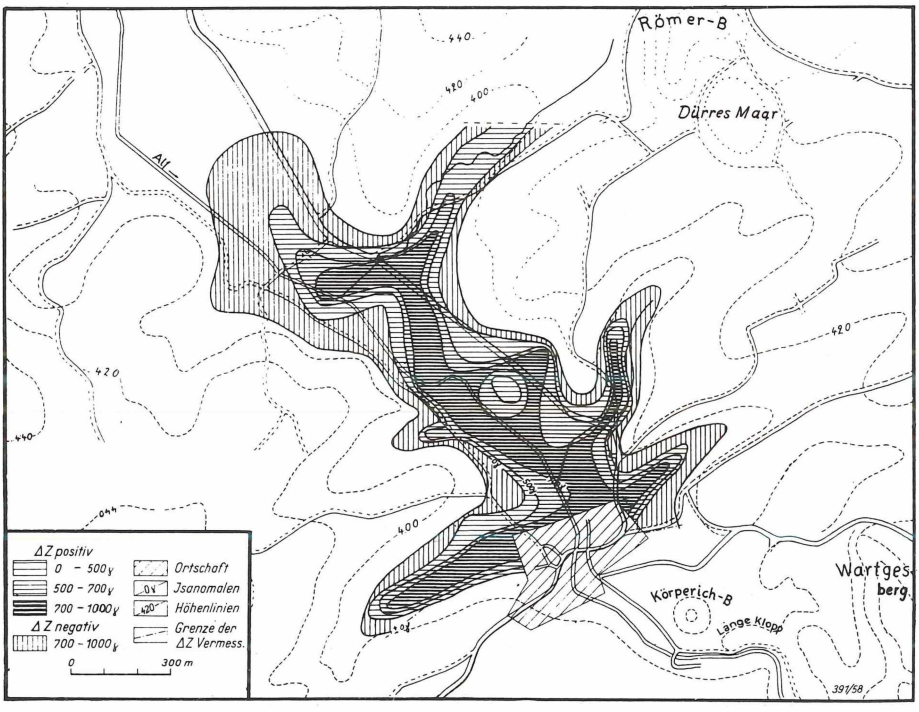


Abb. 5: Magnetischer Isanomalenplan des Strohner Lavastroms; Gamma = Nanotesla (nT) (aus: CIPA 1958, Abb. 14).

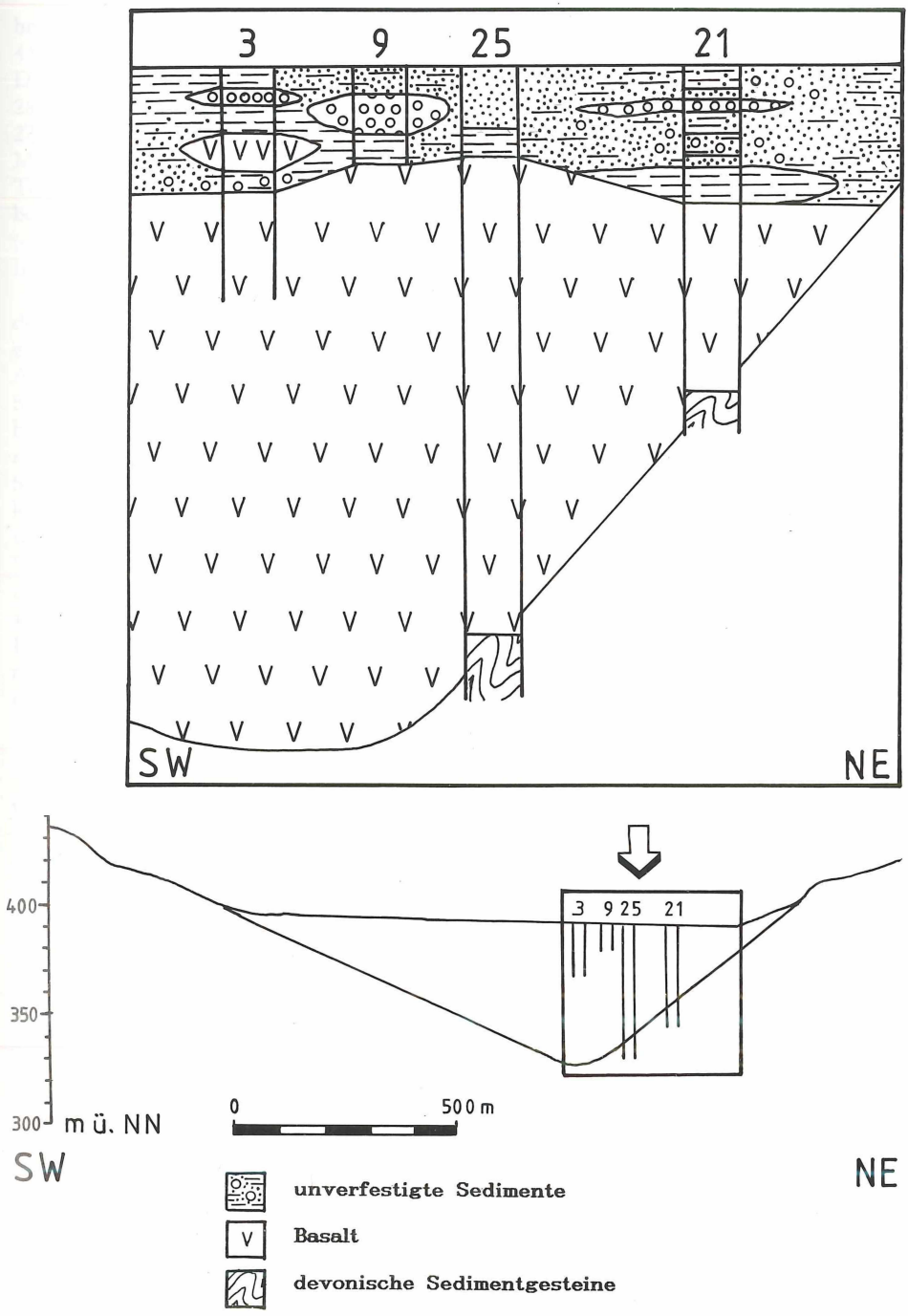


Abb. 6: Schematisches Querprofil durch das Alfbachtal (Ausschnitt) auf Höhe der Strohner Brunnen mit Bohrprofilen.

zu 3 m mächtige Tone, die aber stellenweise weniger mächtig sind, von gröberem Material durchsetzt werden oder sogar völlig fehlen. Darüber lagern Sedimente, deren Ausbildung schon über kurze Distanzen stark variiert. Auch bei nah zusammenliegenden Bohrungen lassen sich Schichten kaum gegenseitig zuordnen. Die Korngröße des Materials reicht von Ton bis zu Grobkies; die Sortierung ist oft sehr schlecht (Kap. 2.). Es handelt sich dabei nicht um einen reinen Aquifugen (Grundwassernichtleiter), sondern die Durchlässigkeit schwankt in Abhängigkeit von der Petrographie sehr stark. Es ist zu erwarten, daß an einigen Stellen die abdichtende Wirkung der Sedimente gering ist, während nur einige Meter davon entfernt Tone den Zufluß von Wasser aus dem Hangenden stark mindern oder sogar unterbinden. Ein weiterer Wasserzustrom in den Basalt ist an seinem nördlichen Ende zu erwarten. Dort grenzt der Basalt nicht wie im Liegenden und an den Talflanken an hauptsächlich stauende devonische Gesteine, sondern an unverfestigte, teilweise durchlässige Sedimente, die in etwa den Deckschichten der Laven gleichen (Bohrung 2). Um das Abflußverhalten des Alfbachs in der Umgebung des Basalt-Aquifers näher zu untersuchen, wurden vom WWA Trier im Alfbach an zwei Stellen Schreibpegel eingerichtet (Abb. 1). Seit 1966 wird auf Höhe der Saxler Mühle oberhalb von Gillenfeld kontinuierlich der Wasserstand des Alfbachs gemessen. Als Beweissicherungspegel kam 1967 der Pegel in Sprink unterhalb der Strohner Schweiz dazu. Das oberirdische Einzugsgebiet des Alfbachs beträgt auf Höhe der Saxler Mühle 40 km² und in Sprink 56,6 km². Aus dem Wasserwirtschaftlichen Generalplan (Ministerium für Landw., Forsten und. Weinb. 1971) ergibt sich, daß der Abflußpegel auf Höhe der Saxler Mühle eingerichtet wurde, weil man dort das Ende des Alf-Aufstaus und damit auch den Beginn der Versickerungsstrecke vermutete. Die Gefällekurve des Alfbachs (Abb. 6) zwischen dem Mehrener Maar und Bausendorf zeigt jedoch, daß der Aufstau wesentlich weiter, mindestens bis zur Höhe des Mehrener Maars reichte. Auch LORENZ & BÜCHEL (1980: 178) beschreiben, daß der Maarboden sich „fast tischeben" ohne Übergang duch die Talöffnung ins Alfbachtal fortsetzt, weil das Maar durch die letzten Ausläufer des Alftal-Sees verfüllt wurde. In Abb. 6 sind außerdem einige Bohrprofile eingetragen. Die gestrichelte Linie zeigt den vermutlichen Talverlauf des Alfbachs vor der Verfüllung. Es ist deutlich, daß der Aufstau sich wesentlich weiter als bis zur Saxler Mühle auswirkte. Im Gefälleprofil ist außerdem der Sprinker Lavastrom unterhalb der Strohner Schweiz zu erkennen. Da der Alfbach-Aufstau weiter talaufwärts und nicht nur bis zur Saxler Mühle reichte, ist auch die Strecke, auf der Wasser des Alfbachs versickert, größer, als bisher angenommen. Die tatsächliche Größe des Einzugsgebiets der Strohner Brunnen läßt sich daher kaum bestimmen.

3.5. Zusammenfassung von Kapitel 3.

Das Abflußverhalten der Bäche im untersuchten Abschnitt des Alfbachtals wird geprägt durch die unterschiedliche Geologie in ihren Einzugsgebieten. Dies zeigt sich in unterschiedlichen Abflußkurven und Schüttungsquotienten. Den wichtigsten Aquifer des Untersuchungsgebiets bilden die Basalte im Alfbachtal. 1957 von SEISMOS (Hannover) vorgenommene geoelektrische Messungen zwischen Strohn und Gillenfeld zeigten, daß die Basalte 10 bis 20 m unter der Erdoberfläche liegen und bis in eine Tiefe von 40 bis 45 m reichen. Nach Gillenfeld zu keilen sie aus. Überdeckt werden die Basalte von nicht immer abdichtenden Sedimenten, die durch den Aufstau des Alfbaches abgelagert wurden.

4. Nachweis der influenten Verhältnisse

4.1. Die Versickerung des Alfbachs

Wenn man die Abflußmengen von AP 1 bis AP 23 für ein bestimmtes Datum addiert, erhält

man den oberirdischen Gesamtzufluß in den Alfbach zwischen Saxler Mühle und Sprink am Tag der Messung. Dieser Zufluß läßt sich ebenfalls errechnen aus den jeweiligen Wasserständen an den beiden Abflußpegeln. Subtrahiert man den Abfluß am Pegel Saxler Mühle von dem in Sprink, ergibt sich ein Wert, der mit dem aus der Addition der Einzelabflüsse ermittelten in etwa übereinstimmen sollte. In Tab. 4 wurden die einzelnen berechneten und gemessenen Werte einander gegenübergestellt.

Tab. 4: Berechnung der Alfbach-Wasserführung 1988 (aus Pegelhöhen und Abfluß-Messungen) und der Versickerungsmenge

Pg = Pegelstand in cm
Q = Abfluß in l/s
Sp-Sa = Abfluß Sprink minus Abfluß Saxler Mühle in l/s = Zufluß im Arbeitsgebiet (negativ = Versickerung)
QS = Summe der gemessenen Zuflüsse aus dem Untersuchungsgebiet in l/s
Vs = Versickerung, Differenz von QS und Sp-Sa, wenn QS größer ist als Sp-Sa, bzw. Summe von QS und Sp-Sa, wenn Sp-Sa negativ ist; in l/s

Datum	Saxler Pg	Saxler Q	Sprink Pg	Sprink Q	Sp-Sa	QS	Vs
25.05.	19,5	145,5	21,5	172	26,5	29	--
03.06.	23,5	215	25,5	252	37	51	14
12.07.	18	122	15	84	-38	18	56
27.07.	19	137	19	133	-4	23	27
04.08.	18	122	14	74	-48	18	66
09.08.	19	137	15	84	-53	15	68
17.08.	16	93	13	65	-28	15	43
19.10.	25	245	26	264	19	56	37
22.11.	17	108	17	107	-1	21	22

Am 25.05. korrelierte der aus den Pegelständen errechnete Gesamt-Zufluß gut mit der Summe der gemessenen Spenden. An allen anderen Meß-Tagen lagen die direkt gemessenen Zuflußwerte höher. Ab dem 12.07. ergab die Differenz zwischen Sprink und Saxler Mühle sogar einen negativen Wert, d.h. der Durchfluß war an der Saxler Mühle größer als in Sprink. Also muß zu diesem Zeitpunkt auf der Strecke zwischen diesen beiden Pegeln Wasser des Alfbachs versickern. Die Mindesthöhe dieser Versickerung errechnet sich aus der Addition der Einzelzuflüsse zum (negativen) Wert der Abflußdifferenz zwischen Saxler Mühle und Sprink. Ergibt sich aus den Pegeldaten ein Zufluß zwischen Saxler Mühle und Sprink, dessen Wert aber kleiner ist als die Abflußsumme aller Zuflüsse, so ist die Schwinde die Differenz zwischen diesen beiden Werten. Auffallend ist, daß nach den Berechnungen auch noch im Oktober und November trotz starker Niederschläge Alfbach-Wasser zu versickern scheint. Nach HUBERTUS (1987) sind allerdings bei Monatsabflußsummen > 1 Mio. m^3 die Werte am Pegel Sprink durch das Schießen des Wassers nicht exakt. Dies trifft im Untersuchungszeitraum auf die Monate Oktober und November zu, so daß die Berechnungen für die beiden Messungen in diesem Zeitraum unsicher sind. In Abb. 8 werden für drei ausgewählte Daten die Alfbach-Zuflüsse zwischen der Saxler Mühle und Sprink graphisch aufgetragen. Von links nach rechts werden jeweils die Mengen, die an den angegebenen Meßpunkten zufließen, zugerechnet (≙ Z). Am rechten Rand der Graphik sind die für die entsprechenden Daten direkt aus den Pegelständen errechneten Abflußdifferenzen zwischen der Saxler Mühle und Sprink eingetra-

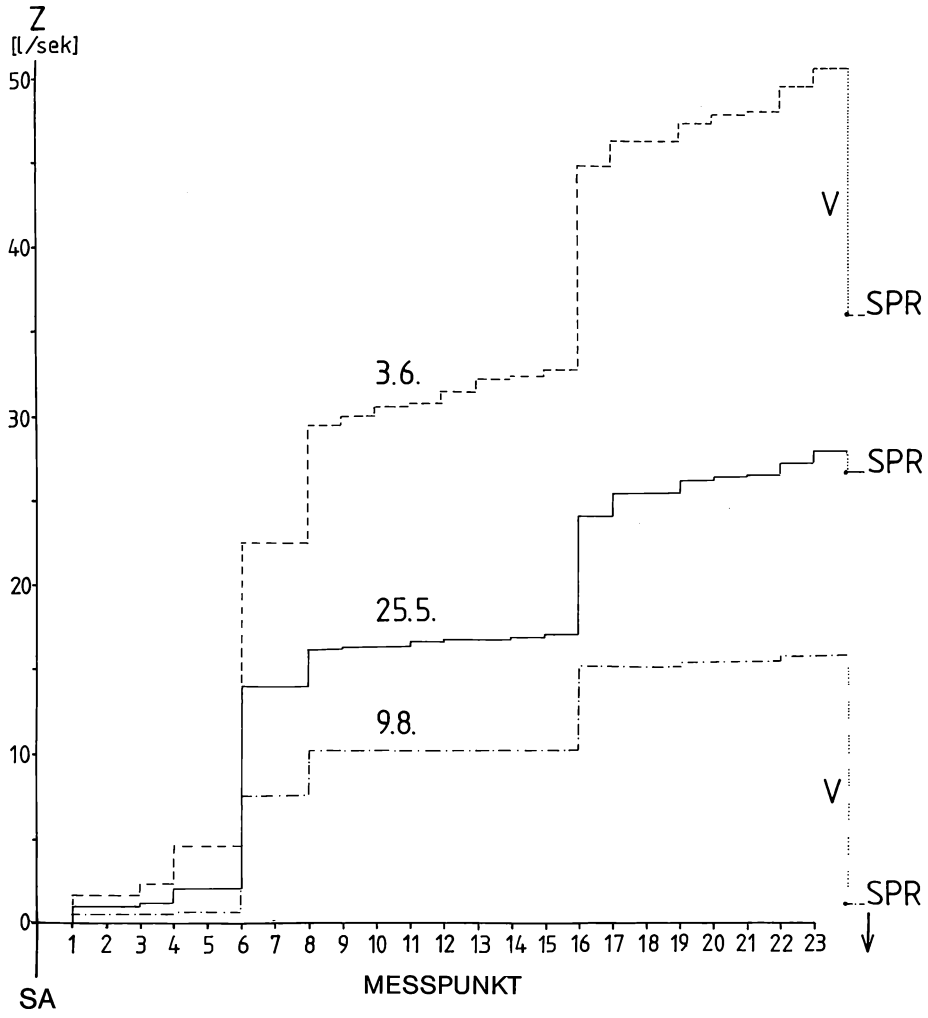


Abb. 8: Zuflußmenge an den Abfluß-Meßpunkten (Z) in den Alfbach und Differenz der Abflußhöhe zwischen den Pegeln Saxler Mühle und Sprink am 25.5., 3.6. und 9.8.1988; V = Versickerung.

gen. Am 25.05. liegt dieser Punkt fast (im Rahmen der Meßgenauigkeit) am Ende der Additionslinie. Es scheint also keine Versickerung stattzufinden, beziehungsweise läßt sie sich durch diese Art der Darstellung nicht nachweisen. Schon am 03.06. aber klafft eine große Lücke zwischen Summenlinie und Punkt, d.h., es versickert Wasser aus dem Alfbach (≙ V). Am 09.08. schließlich ist die Versickerung am höchsten: der Abflußwert von Sprink liegt so weit unter dem der Saxler Mühle, daß er in Abb. 8 nicht eingetragen werden konnte.

Zu berücksichtigen ist bei Tab. 4 und Abb. 8, daß sich die Angaben über die Menge der Versickerung nur auf den Abschnitt zwischen der Saxler Mühle und Sprink beziehen. Die beiden Abflußpegel wurden vom WWA Trier an diesen Punkten eingerichtet, da man annahm, daß dort Ende und Anfang des aufgestauten Alfbach-Abschnitts, auf dem das Wasser versickert, lie-

gen. In Wirklichkeit reicht der Aufstau aber wesentlich weiter talaufwärts (siehe Kap. 3.4.). Daher ist anzunehmen, daß die tatsächliche Menge an versickerndem Wasser größer sein wird als die in Tab. 4 angegebenen Mengen, da auch oberhalb der Saxler Mühle Wasser aus dem Alfbach versickern und unter dem Pegel vorbei dem Aquifer zuströmen dürfte.

4.2. Förderung und Versickerung

1988 betrug die minimale Gesamt-Versickerung zwischen Saxler Mühle und Sprink ca. 200.000 m^3/a, etwa ein Fünftel der in Strohn geförderten Menge von 1 Mio. m^3. Die maximal errechnete Infiltration von Oberflächenwasser zwischen den beiden Pegeln betrug, am 09.08., 68 l/s, was 2,1 Mio. m^3/a entspräche. Schon dieser Wert, der die Wassermenge, die oberhalb der Saxler Mühle aus dem Alfbach versickert, unberücksichtigt läßt, übersteigt deutlich die Fördermenge der Strohner Brunnen, selbst wenn man annimmt, daß ein Teil auch unterhalb der Brunnen (aber noch oberhalb des Pegels Sprink) versickert. Auch in Trockenphasen mit erhöhtem Wasserbedarf wurden selten mehr als 3300 m^3 pro Tag ≙ ca. 38 l/s gefördert. Die Größe der Versickerung kann also nicht unmittelbar durch die Wasserförderung gesteuert sein. In Tab. 5 sind die Monatsabflußsummen der beiden Pegel, die monatlichen Niederschläge und die Monatsförderung der Strohner Brunnen für die Kalenderjahre 1984 bis 1988 aufgelistet. In Abb. 9 werden diese Daten graphisch dargestellt als Niederschlags- und Fördermengen-Kurve und Kurve des prozentualen Verhältnisses der Abflußmengen des Alfbachs an den beiden Abflußpegeln. Eine gute Vergleichsmöglichkeit der verschiedenen Abflußdaten ergibt sich, wenn man das prozentuale Verhältnis der beiden Pegel zu einander betrachtet, da dadurch Abflußverhältnisse aus Zeiten mit unterschiedlich hohem Niederschlag vergleichbar werden. Tab. 5 listet daher jeweils auch auf, wieviel Prozent die Abflußmenge an der Saxler Mühle von der Abflußmenge in Sprink beträgt (Q-%). Es gilt, daß bei „normalen", effluenten Verhältnissen die Abflußmenge an der Saxler Mühle immer kleiner als die Abflußmenge in Sprink sein müßte, d.h. das prozentuale Verhältnis von der Abflußmenge an der Saxler Mühle zur Abflußmenge in Sprink müßte immer unter 100 % liegen. Diese Linie ist auf Abb. 9 markiert. Der schraffierte Bereich zwischen der Prozent-Kurve und der 100 %-Linie markiert die Abschnitte mit Werten über 100 %, also die Zeiträume, in denen auf jeden Fall Wasser versickert. Auch schon unter 100 % verliert der Alfbach aber wahrscheinlich Wasser, da bei effluenten Bedingungen immer Wasser aus den Nebenbächen zugeführt wird. Deshalb müßte normalerweise am Abflußpegel Sprink der Durchfluß immer höher sein als an der Saxler Mühle, d. h., das Prozentverhältnis müßte sogar weit unter 100 % liegen.

In Abb. 9 ist zu erkennen, daß die Fördermenge in Strohn einen typischen Jahresgang zeigt. Sie steigt im Lauf des Frühjahrs an, erreicht im Sommer ein Maximum, um dann zu einem Minimum im Winter abzufallen. Die Prozentkurve der Pegel zeigt einen ähnlich ausgerichteten Verlauf: die höchsten Werte werden im Sommer erreicht, die Wintermonate liegen immer unter 100 %. Allerdings sind Maxima und Minima häufig zweigeteilt und die Kurve hat insgesamt eine höhere Amplitude als die der Fördermenge. Die Kurve der monatlichen Niederschlagsmengen zeigt keinen Jahresgang. Längere Trockenphasen treten zwar bevorzugt in den Sommermonaten auf, aber auch im Winter gibt es immer wieder Monate mit sehr geringen Niederschlägen.

Im Diagramm ist deutlich zu erkennen, daß die Verhältniskurve der Pegel und die Kurve der Förderung generell gleichgerichtet laufen. In den Phasen verstärkter Förderung ist auch die Versickerung aus dem Alfbach hoch. Die exakten Kurvenverläufe lassen sich aber nicht durchgehend direkt korrelieren, da die Niederschlagsverhältnisse die Prozentkurve ebenfalls beeinflussen. Es ist anzunehmen, daß die Wassermenge, die überhaupt versickern kann, sicherlich nicht unbegrenzt ist, so daß nach Niederschlägen bei erhöhter Wasserführung über ein gewisses Maß hinaus trotzdem nicht mehr Wasser im Untergrund versickern kann. Das prozentuale

Tab. 5: Monatsabflußsummen der Pegel, Monatsförderung der Brunnen und monatliche Niederschläge 1984 bis 1988.

Quellen: Monatsabflußsummen und monatliche Fördermengen der Jahre 1984 bis 1986: HUBERTUS (1987). Die Werte wurden ebenso wie die für 1987 und 1988 mit Hilfe der aktuellen Abflußtafeln des Landesamtes für Wasserwirtschaft berechnet.
Niederschlags-Daten und Grundlagen für Abflußberechnung 1987 und 1988: WWA Trier.
Förderung 1987 und 1988: KWW Cochem-Zell.

Angaben für Abfluß und Förderung in 1000 m^3
Niederschlag in mm
Q-SA = Monatsabflußsumme Saxler Mühle
Q-SPR =Monatsabflußsumme Sprink
Q-DIF = Differenz zwischen SPR und SA (negativ = Versickerung)
Q-% = Abfluß an der Saxler Mühle in % vom Abfluß Sprink
F = Monatsförderung der Brunnen
N = monatliche Niederschlagshöhe

1984 Monat	1	2	3	4	5	6
Q-SA	2586	3510	1136	1481	1453	1540
Q-SPR	4684	6064	1874	2327	2038	2391
Q-DIF	2098	2554	738	846	585	851
Q-%	55	58	60	64	73	64
F	69	63	69	76	78	80
N	123	96	49	33	136	65

Monat	7	8	9	10	11	12
Q-SA	402	281	1943	2481	303	1004
Q-SPR	420	325	2121	2609	458	1578
Q-DIF	18	44	178	128	155	574
Q-%	96	88	93	95	66	63
F	87	101	90	86	73	76
N	58	60	154	73	91	28

1985 Monat	1	2	3	4	5	6
Q-SA	1474	1038	1867	1591	416	350
Q-SPR	2557	1749	3041	2385	609	466
Q-DIF	1083	711	1174	794	193	116
Q-%	57	61	62	69	68	76
F	85	59	61	74	81	89
N	47	22	71	54	31	89

Fortsetzung Tab. 5

Monat	7	8	9	10	11	12
Q-SA	308	267	250	194	2454	1008
Q-SPR	355	272	242	178	3549	1515
Q-DIF	47	5	-8	-16	1095	507
Q-%	88	99	104	108	70	67
F	98	98	95	102	83	79
N	60	46	35	16	59	42

1986 Monat	1	2	3	4	5	6
Q-SA	3569	511	2290	2422	786	492
Q-SPR	4673	648	3205	3689	1062	595
Q-DIF	1104	137	915	1267	276	103
Q-%	76	79	72	65	71	82
F	69	58	74	69	79	87
N	97	6	103	84	44	64

Monat	7	8	9	10	11	12
Q-SA	326	229	383	1102	1241	2342
Q-SPR	234	178	394	1184	1394	3178
Q-DIF	-92	-51	11	82	153	836
Q-%	141	127	98	92	89	73
F	101	107	94	96	77	72
N	38	53	70	94	44	96

1987 Monat	1	2	3	4	5	6
Q-SA	2059	1723	3184	947	538	1169
Q-SPR	3043	2263	4348	1350	756	1256
Q-DIF	984	540	1164	403	218	57
Q-%	69	75	72	65	71	82
F	69	64	69	74	81	82
N	42	56	60	34	72	111

Monat	7	8	9	10	11	12
Q-SA	918	958	1006	3986	2769	1695
Q-SPR	831	994	1038	3596	2775	1909
Q-DIF	-87	36	32	-390	6	214
Q-%	111	97	101	111	100	89
F	77	93	92	90	69	68
N	93	53	57	126	86	26

Fortsetzung Tab. 5

1988 Monat	1	2	3	4	5	6
Q-SS	4432	4895	4819	1164	547	403
Q-SPR	5547	5473	6165	1379	648	396
Q-DIF	1115	578	1346	215	101	-7
Q-%	81	89	78	83	84	101
F	62	57	69	69	83	84
N	127	110	114	28	63	32

Monat	7	8	9	10	11	12
Q-SA	378	286	323	1297	464	3135
Q-SPR	336	192	273	1393	452	3341
Q-DIF	-42	-94	-50	96	-12	206
Q-%	111	150	120	93	103	95
F	94	106	98	102	83	73
N	75	21	85	97	42	81

Verhältnis zwischen den Abflußpegeln sinkt dann, ohne daß sich die tatsächlich versickernde Menge an Wasser ändert.

Das Jahr 1984 zeichnete sich durch besonders hohe Niederschläge, die zweithöchsten seit 1966, aus. Als Folge davon blieb die Prozentkurve flach und überstieg nie die 100 %-Linie, d.h. die Versickerung des Alfbachs war extrem gering, obwohl die Förderung in Strohn mit 950.000 m^3/a kaum unter dem Durchschnitt lag (Durchschnitt 1968 bis 1988 ≙ 976.000 m^3/a). 1985 zeigte einen unerwarteten Kurvenverlauf: obwohl 1985 ein ausgesprochenes Trockenjahr war und die Förderung daher auf insgesamt 1.030.000 m^3/a stieg, blieb die Versickerung im Vergleich zu 1986 - 1988 gering. Möglicherweise wurden die Grundwasservorräte, die ohnehin wegen des extrem feuchten Sommerhalbjahrs 1984 hoch waren, durch die starken Niederschläge im Mai 1985 ausreichend aufgefüllt, so daß sie die Trockenphase mit hoher Förderung ausgleichen konnten.

Die Niederschläge im Jahr 1986 mit 790,9 mm/a lagen leicht über dem langjährigen Durchschnitt; die Sommermonate waren dabei relativ trocken. Höhere Niederschläge fielen vor allem am Anfang und Ende des Jahres. In den Sommermonaten mit geringen Niederschlägen und vor allem bei hoher Förderung aus den Brunnen bildete die Prozentkurve daher ein scharfes Maximum aus, das bei fallenden Fördermengen und steigenden Niederschlägen schnell wieder abfiel.

Im Gegensatz zu 1986 war 1987 durch erhöhte Niederschlagsraten in den Sommermonaten gekennzeichnet. Der Verlauf der drei Kurven ähnelte denen von 1984. Die Niederschläge waren nicht ganz so hoch wie 1984, aber mit 930.000 m^3/a lag die Förderung 1987 auch etwas niedriger. Das Resultat daraus war eine Versickerung, die geringfügig stärker als 1984 war, aber die Werte von 1986 oder 1988 bei weitem nicht erreichte. Das Abflußverhalten des Alfbachs im Jahr 1988 hatte wiederum Ähnlichkeit mit 1986. Auch 1988 waren die Sommermonate, insbesondere der August, überdurchschnittlich trocken. In beiden Jahren lag die Gesamtförderung bei 980.000 m^3. 1988 war die Zeit minimaler Niederschläge später als 1986, nämlich im August. In den gleichen Monat fiel die maximale Förderung in Strohn. Dadurch bildete die Prozentlinie ein Maximum, das höher war als 1986. Der Abfall der Kurve im Herbst verlief in beiden Jahren abrupt. Während aber 1986 die Kurve ab November unter der 100 %-Linie lag, hatte sie im

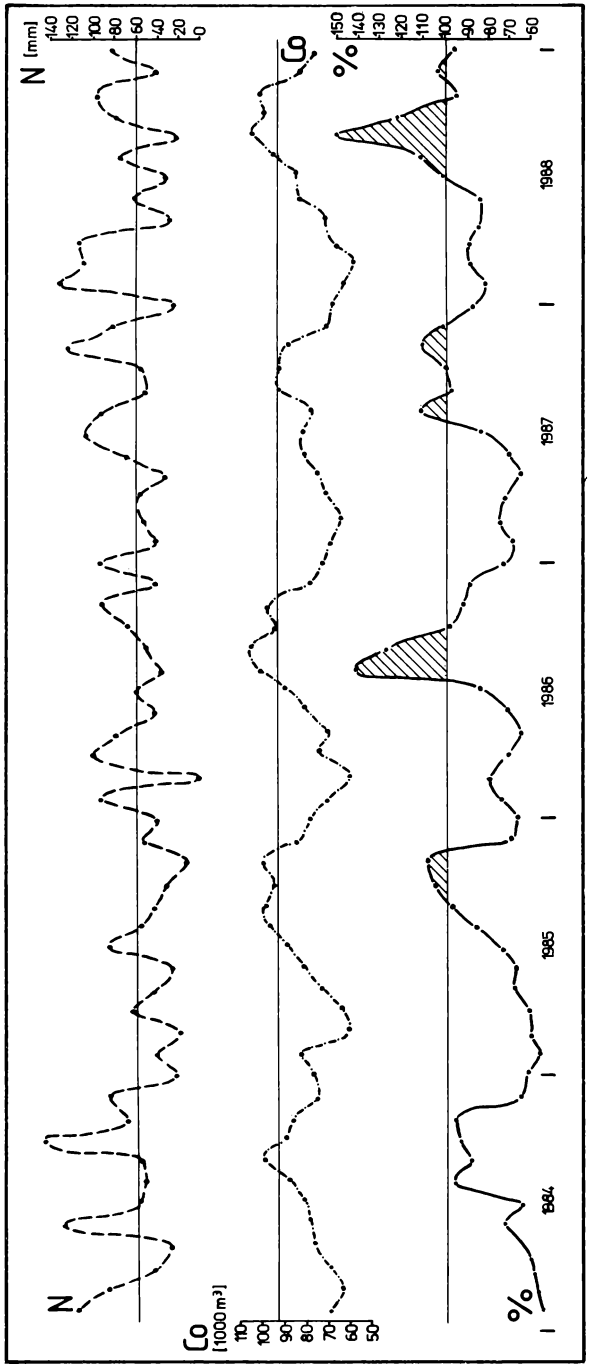


Abb. 9: Brunnenförderung (Co), Niederschlagshöhen (N) und Verhältnis der Abflußmengen an den Pegeln Sprink und Saxler Mühle zueinander (%) 1984 bis 88. Schraffur: Bereiche, in denen das prozentuale Verhältnis der Abflußmengen an den beiden Pegeln über 100 % liegt, also sicher Wasser versickert.

November 1988 ein sekundäres Maximum, hervorgerufen durch eine erhöhte Förderrate (102.000 m^3/Monat gegenüber 92.000 m^3 im Durchschnitt 1968 bis 1988) und eine ungewöhnlich trockene Periode – zwischen dem 21.10. und dem 15.11.1988 fielen nur 4,3 mm Regen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Schwinde des Alfbachs nicht unmittelbar von der Förderung der Strohner Brunnen abhängt. Die Menge des geförderten Wassers beeinflußt aber zusammen mit der Niederschlagsrate deutlich die Größe der Versickerung. Der Pegel in Sprink reagiert recht unmittelbar auf die Entnahmemenge in Strohn. Da die Brunnenwässer aber durch ihre Zusammensetzung keinen massiven Zustrom von verunreinigtem Oberflächenwasser anzeigen (Kap. 5.), kann das versickerte Wasser nicht direkt in den Aquifer strömen. Vielmehr wird bei starker Förderung zunächst vermehrt Wasser aus den Sedimenten unmittelbar auf und neben den Basalten entzogen und über den Kluftaquifer schnell den Brunnen zugeführt. Dadurch entsteht eine Sogwirkung auf die hangende alluviale Bedeckung des Kluftaquifers (Abb. 6 und 7). Wegen der unterschiedlich stark abdichtenden Bedeckung wird erst verzögert dem Alfbach Wasser entzogen, so daß die Menge des versickernden Wassers durchaus zeitweise die Förderung übersteigen kann.

4.3. Grundwasser-Spiegelschwankungen

Zur Beobachtung der Grundwasserstände wurden vom KWW Cochem-Zell vier Grundwassermeßstellen eingerichtet (Abb. 1). Wenn man die Grundwasserstände in diesen Bohrungen um Strohn und die Grundwasserstände an weiter talaufwärts liegenden Punkten im Verlauf eines Jahres vergleicht, erkennt man den Einfluß der Trinkwasserförderung. In Abb. 10 sind die Grundwasserstände der Meßstellen und der eigenen Beobachtungspunkte, die Dekaden-Niederschläge und die monatliche Förderung in Strohn im Jahr 1988 dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, daß die Schwankungen der Grundwasserspiegel um so geringer werden, je weiter der Beobachtungspunkt von den Brunnen entfernt ist. Meßstelle I, der direkt an den Brunnen liegt und das Grundwasser bis in eine Tiefe von 8 m erfasst, ist inzwischen ganzjährig trocken. Die Meßstelle IVa, die nur etwa 200 m von den Förderbrunnen entfernt in der Nähe des Pumpenhauses liegt, zeigte von den in Abb. 10 dargestellten Meßstellen den höchsten Unterschied zwischen maximalem und minimalem Grundwasserstand: die Differenz betrug 2,49 m. Die Meßstelle II, der etwa auf halber Strecke zwischen Strohn und Gillenfeld liegt, schwankte bloß um 1,37 m.

Die Meßstelle III, die sich am Eingang des Erlenbachtales am Erlenhof befindet, wurde durch die Trinkwasser-Entnahme nicht beeinträchtigt. Der minimale und der maximale Wasserstand lagen nur 20 cm auseinander, was deutlich im Rahmen natürlicher jahreszeitlicher Schwankungen liegt. Die Versickerung des Erlenbachs weiter talaufwärts und dürfte daher nicht durch die Brunnen hervorgerufen worden sein, da anscheinend der Absenkungstrichter nicht bis dorthin reicht.

Die Meßstelle IV, die im Gegensatz zu den anderen Meßstellen Grundwasser direkt unter der Erdoberfläche erfaßt, schwankte insgesamt um 1,14 m. Im Bereich von Gillenfeld waren die Schwankungen des oberflächennahen Grundwassers nicht so hoch. An GP 3, der ehemaligen Viehtränke in der Holzmaarstraße, lag der minimale Wasserspiegel 48 cm tiefer als der maximale. An GP 2, einem Brunnen in der Nähe des neuen Gillenfelder Friedhofs, betrug diese Differenz sogar nur 28 cm. Die geringsten Schwankungen – nämlich 5,5 cm – zeigte GP 1 in der Nähe von AP 3 zwischen Gillenfeld und der Saxler Mühle. Während der trockenen Sommermonate schwankte sein Spiegel nur um 2 cm (Tab. 2).

Wenn man die zeitliche Variation der Grundwasserstände betrachtet, so fällt auf, daß die oberflächennahen Meßstellen II und IV auf eine erhöhte Entnahmemenge fast unmittelbar reagieren, die maximale Beeinträchtigung aber mit bis zu 3 Monaten Verzögerung eintritt und die Wirkung auch lange anhält. Der Sog, der durch die Entleerung des Basalt-Aquifers erzeugt

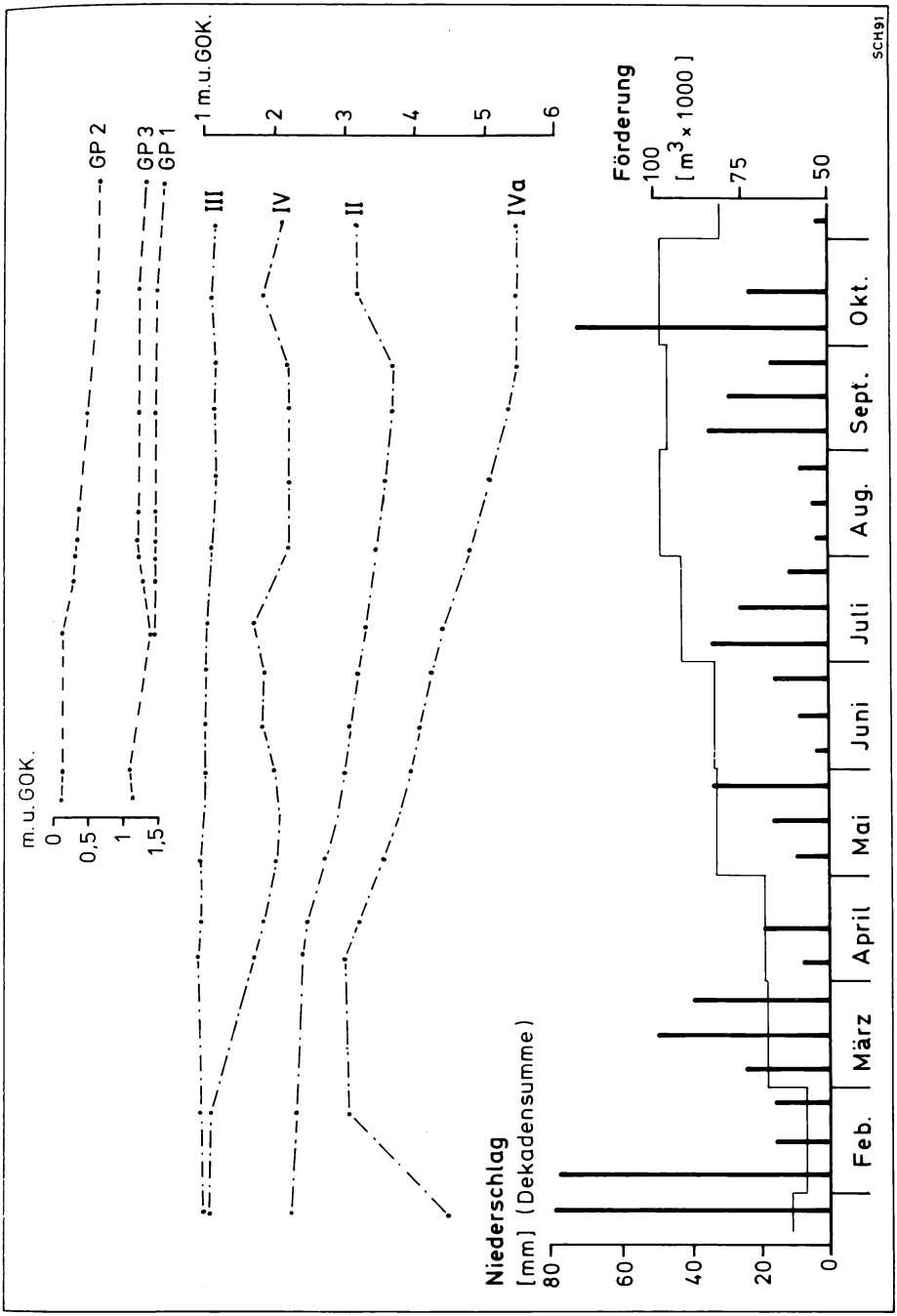


Abb. 10: Grundwasserstände im Alfbachtal im Jahr 1988 (gestrichelt, II bis IV: GW-Beobachtungsbohrungen des KWW Cochem-Zell; GP 1 bis 3: eigene Grundwasser-Beobachtungspunkte) monatliche Förderung der Strohner Brunnen (waagrechte Linie, Co) und Dekadenniederschläge (senkrechte Linien).

wird, wirkt sich in den teilweise schlechter durchlässigen Sedimenten erst langsam aus. Auf diese Weise wird dem Aquifer langsam das entzogene Wasser wieder zugeführt.

HUBERTUS (1987) beschreibt, daß in Trockenjahren mit hoher Förderrate die Absenkung der Meßstellen um Strohn noch wesentlich tiefer reichte. So sank 1973 der GW-Spiegel in der Meßstelle IV bis auf 4,8 m unter GOK und in Meßstelle II bis auf 4,5 m. Die Meßstelle III lag 1976 auf ihrem bisherigen Tiefststand – 4,4 m unter GOK. Die Meßstelle IVa existiert erst seit 1980. Ihr bisheriges Minimum erreichte sie mit einem Wasserspiegel auf 6,2 m unter GOK 1985.

4.4. Zusammenfassung von Kapitel 4.

Durch Vergleich von Abflußhöhen des Alfbachs an seinen Pegeln und seiner Zuflüsse konnte gezeigt werden, daß im Sommer regelmäßig eine erhebliche Wassermenge aus dem Alfbach in den Untergrund versickert. Zwischen den Pegeln Saxler Mühle und Sprink betrug die maximal nachweisbare Schwinde 68 l/s. Die Versickerung zeigt einen deutlichen Zusammenhang mit der Niederschlagsmenge und der Fördermenge der Brunnen in Strohn. Während in Gillenfeld der Flurabstand sehr gering ist, haben sich durch die Trinkwasserentnahme in der Umgebung von Strohn im Grundwasser Absenkungstrichter ausgebildet.

5. Hydrochemie

5.1. Einleitung

Der Stoffbestand eines Wassers setzt sich zusammen aus zwei Komponenten: den natürlichen Gehalten, die vor allem von der Zusammensetzung der Gesteine im Untergrund abhängen, und aus den zusätzlichen Einträgen durch den Menschen. Am 22.11.1988 wurden an 25 Punkten Wasserproben für quantitative Analysen entnommen. Zur Überprüfung der Analysen-Ergebnisse wurden am 23.12.1988 acht ausgewählte Entnahmepunkte erneut beprobt. Zweck der Analysen war nicht eine Langzeit-Bewertung der einzelnen Wässer. Dafür müßten über einen größeren Zeitraum hin wiederholt Proben entnommen werden. Einmalige Analysen stellen nur eine „Momentaufnahme" dar und werden qualitativ durch einmalige Stoffeinträge und quantitativ durch die momentane Wasserführung beeinflußt und möglicherweise verfälscht. Sinn der Analysen war es vielmehr, die einzelnen Wässer nach ihren Gehalten einzelnen Gruppen zuzuordnen, die möglicherweise unterschiedliche Herkunft und/oder unterschiedliche anthropogene Belastungen andeuten, um die Gefahren, die die influenten Verhältnisse mit sich bringen, abzuschätzen. Außerdem sollten die ermittelten Gehalte mit schon vorliegenden Analysen der Strohner Brunnen aus dem Archiv des KWW Cochem-Zell verglichen werden.

5.2. Nutzung und mögliche anthropogene Einträge

Ein Großteil der nicht bebauten Flächen im Arbeitsgebiet wird landwirtschaftlich bearbeitet. Dabei überwiegt – vor allem in den Talauen – die Weide- und Grünland-Nutzung. Eine etwas kleinere Fläche wird beackert. Die Forstwirtschaft tritt dem gegenüber zurück. Sie ist häufig an Vulkanbauten oder steile Hanglagen gebunden. Die Landwirtschaft ist im untersuchten Bereich der wichtigste Faktor für den anthropogenen Stoffeintrag in Gewässer. Durch Gülle, Mineraldünger, etc. (Bundesministerium des Inneren 1982) werden Stickstoff-Verbin-

dungen (NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+), Sulfate, Chloride, Phosphate, Kali (und in geringerem Maß auch Na^+, Mg^{2+} und Ca^{2+}) und organische Substanz zugeführt. Ein weiterer möglicher Belastungsherd sind die ungeklärt eingeleiteten Abwässer der verschiedenen Ortschaften, die vor allem Stickstoff-Verbindungen aus Fäkalien und Phosphat aus Waschmitteln u.ä. zuführen. Größere Industriebetriebe gibt es in der Umgebung von Gillenfeld mit Ausnahme einer Schuhfabrik am Pulvermaar nicht. Lederverarbeitung ist ein möglicher Herd für den Eintrag von Stickstoff (METZNER 1986).

5.3. Mineralisierte Tiefenwässer

Die Westeifeler Mineralwasserprovinz deckt sich etwa mit dem Vulkanfeld der Westeifel (PLUM 1981). Ihre Wässer sind überwiegend kalt (LANGGUTH & PLUM 1984). Typisch für ihren Chemismus ist der hohe Gehalt an HCO_3^-. Das CO_2 ist nach isotopen-geochemischen Untersuchungen höchstwahrscheinlich vulkanogener Herkunft (Mantel-CO_2, PUCHELT & HUBBERTEN 1980), da die devonischen Gesteine des Untergrundes karbonatfrei sind. Bei den Kationen überwiegen die Erdalkali-Ionen (PLUM 1981). Eine für die vorliegende Untersuchung wichtige Ausnahme bilden drei Thermalwässer im Ueßbachtal: Eine Quelle nahe der Ortschaft Strotzbüsch 5 km SE von Gillenfeld zeigt als Hauptkation Natrium; bei den Anionen dominiert neben Hydrogenkarbonat Chlorid. Sulfat ist ebenfalls erhöht. Die beiden Quellen von Bad Bertrich sind dagegen reine Glaubersalz-Wässer (d.h. Na^+-HCO_3^--SO_4^{2-}-Dominanz) (HEYL 1970). Eine Bohrung am Südrand des Arbeitsgebiets, im Sprinker Maar, erbrachte ein Mineralwasser, das in seiner Zusammensetzung dem Strotzbüscher Wasser sehr ähnelt und dessen Gehalt an dissoziierten Stoffen mit 5471 mg/l zu den höchsten der ganzen Westeifel gehört (Archiv des Geol. Landesamtes). HEYL konnte 1970 für die Wässer von Strotzbüsch und Bad Bertrich zeigen, daß dieser anomale Chemismus verursacht wird durch Austauschprozesse mit Salzen, die aus den permischen Ablagerungen der nahen Wittlicher Senke stammen. Die oben erwähnten Vorkommen im Ueßbachtal liegen auf tiefreichenden tektonischen Bruchstrukturen, so daß eine Zufuhr von mineralisierten Wässern gut möglich ist (DILLMANN & KRAUTER 1972).

5.4. Wasseranalysen

Beprobt wurden für die Analysen sämtliche nicht trockenen Abfluß-Meßstellen, der Alfbach an den Pegeln Saxler Mühle und Sprink und die Strohner Brunnen des KWW Cochem-Zell (Mischwasser; Proben aus den beiden Speicherbecken und aus dem Haupthahn). Am 23.12.1988 wurde zur Überprüfung der Analysenergebnisse nochmals an acht ausgewählten Punkten Wasser entnommen. Zu diesem Zeitpunkt führten die beprobten Bäche etwa 5 bis 10 mal so viel Wasser wie am 22.11.1988.

Die Analysen zeigen, daß die Wässer durchweg schwach alkalisch und sehr weich bis mittelhart sind. Die Leitfähigkeit liegt normalerweise bei 200 bis 500 μ S/cm. Der Gehalt an organischer Substanz (durchschnittlicher $KMnO_4$-Verbrauch 15 mg/l) ist leicht erhöht gegenüber einem unbelasteten Süßwasser (norm. < 5 mg/l, LANGGUTH 1987).

Zur Verdeutlichung der Ergebnisse wurden die Ionengehalte der am 22.11.1989 entnommenen Wässer in Diagrammen nach SCHOELLER (1962) dargestellt (Abb. 11a, 11b und 11c). Dabei werden auf der Abszisse die Kationen und Anionen angeordnet und auf der Ordinate die zugehörigen Konzentrationen im logarithmischen Maßstab angegeben. Durch Verbindung der Einzelgehalte der Ionen ergibt sich eine Kurve. Parallel verlaufende Kurven bedeuten gleiche Ionenverteilungen, unabhängig von der Konzentration. Diese Form der Darstellung wurde gewählt, weil auch nicht parallel, aber gleichgerichtet verlaufende Kurven ähnliche Zusammen-

setzungen gut erkennen lassen. Bei der Graphik wurden wegen der Übersichtlichkeit eng übereinander laufende Linien nur einmal gezeichnet. Von den Brunnenwasser-Analysen ist nur Probe 31 aufgetragen, da 30 und 32 fast identisch damit sind. In den SCHOELLER-Diagrammen zeigt sich, daß sich ein Großteil der Analysen inklusive der Wässer aus dem Alfbach und dem Wasserwerk zu zwei großen Gruppen zusammenfassen läßt (Abb. 11a und 11b). Abb. 11c zeigt die Kurven, die sich nicht diesen beiden Gruppen zuordnen lassen. Die Kurven der Gruppen a und b zeigen Wässer mit hohen Gehalten an HCO_3^-, NO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-, Ca^{2+} und Na^+, mittleren Gehalten an K^+ und Mg^{2+} und mittleren bis sehr kleinen Anteilen von NH_4^+, NO_2^- und PO_4^{3-}.

Die Kurven der Gruppen a und b unterscheiden sich nur in einem Punkt: während bei Gruppe a mehr Chlorid als Sulfat enthalten ist, gilt für Gruppe b: $Cl^- < SO_4^{2-}$. Durch die Wiederholungsanalysen zeigt sich aber, daß auch dieses eine Unterscheidungsmerkmal nur zufällig ist. Während z.B. Probe 22 am 22.11. mehr Chlorid als Sulfat enthält und daher in Gruppe a fällt, ist es am 23.12. umgekehrt. Von diesem Unterschied abgesehen, lassen sich beide Gruppen folgendermaßen charakterisieren: bei den Kationen überwiegen die Erdalkali-Ionen gegenüber

Tab. 6: Wasseranalysen, Angaben jeweils in Milligramm pro Liter außer: Temperatur (Temp.) in Grad Celsius (°C), pH-Wert (dimensionslos), Gesamthärte (GH) in Grad deutscher Härte, Leitfähigkeit (Leitf.) Mikrosiemens pro Zentimeter (μS/cm), $KMnO_4$ = organische Substanz, bestimmt durch Kaliumpermanganat-Verbrauch in mg/l. Numerierung der Analysen:
1 bis 27: entspr. den Abfluß-Meßstellen
28: Alfbach, Höhe Pegel Saxler Mühle
29: Alfbach, Höhe Pegel Sprink
30: Wasserwerk Strohn, rechtes Becken
31: Wasserwerk Strohn, linkes Becken
32: Wasserwerk Strohn, Haupthahn

	22.11.1988				
	1	3	4	6	8
Temp.	1,7	6,4	-0,1	1,4	9,3
pH-Wert	7,8	7,3	7,85	7,95	8,0
Leitf.	230	210	280	340	450
GH	5,5	4,4	6,9	7,2	8,6
$KMnO_4$	9,5	5,4	6,0	15,8	11,0
PO_4^{3-}	0,01	0,04	0,05	0,78	0,51
HCO_3^-	67,10	30,49	64,02	125,00	179,87
SO_4^{2-}	24,5	38,1	19,3	16,9	25,1
Cl^-	27,7	17,8	36,6	30,7	37,8
NO_2^-	0,03	<0,01	0,03	0,11	0,51
NO_3^-	30,0	35,0	41,0	27,0	34,0
NH_4^+	<0,01	0,02	<0,01	0,02	1,41
Na^+	9,3	13,8	11,5	23,2	32,6
K^+	2,6	1,4	2,6	9,0	16,5
Mg^{2+}	11,4	8,4	13,6	14,6	16,2
Ca^{2+}	19,8	17,8	26,0	27,2	35,8

Fortsetzung Tab. 6

	9	10	11	12	14
Temp.	2,9	4,0	4,0	8,6	7,9
pH-Wert	7,5	8,1	7,6	7,4	7,1
Leitf.	1350	600	1250	275	950
GH	5,1	11,3	13,8	3,7	7,2
$KMnO_4$	14,2	10,7	24,0	36,6	142,0
PO_4^{3-}	0,41	0,90	3,90	5,30	0,41
HCO_3^-	54,88	170,73	173,78	134,15	173,78
SO_4^{2-}	17,3	30,0	24,7	30,0	15,6
Cl^-	442,0	90,5	361,0	26,5	24,2
NO_2^-	0,14	0,15	0,59	0,87	0,01
NO_3^-	12,0	36,0	19,0	9,5	0,5
NH_4^+	0,30	<0,01	0,06	7,5	0,2
Na^+	293,0	50,6	193,0	23,4	7,7
K^+	3,9	11,1	15,9	9,3	16,8
Mg^{2+}	8,4	20,2	29,2	7,2	14,6
Ca^{2+}	22,8	48,8	51,8	17,2	28,4

	16	17	19	20	21
Temp.	5,4	8,3	0,0	0,0	8,8
pH-Wert	7,9	7,6	7,3	7,3	7,8
Leitf.	340	275	270	550	1300
GH	6,8	6,7	5,5	10,5	8,4
$KMnO_4$	6,6	7,6	13,9	51,0	41,5
PO_4^{3-}	0,42	0,13	0,51	0,65	7,4
HCO_3^-	170,73	97,56	97,56	307,93	332,32
SO_4^{2-}	19,1	24,1	21,4	24,7	47,3
Cl^-	16,3	15,1	17,8	36,1	290,1
NO_2^-	0,15	0,02	0,23	0,01	0,05
NO_3^-	17,0	45,0	36,0	0,9	0,3
NH_4^+	0,06	<0,01	1,87	8,60	12,90
Na^+	19,2	13,5	17,0	25,4	228,0
K^+	8,7	4,1	2,2	40,0	18,1
Mg^{2+}	12,8	14,2	11,8	19,8	15,0
Ca^{2+}	29,6	27,2	21,6	42,6	39,2

Fortsetzung Tab. 6

	22	23	24	27
Temp.	3,8	0,1	0,6	8,3
pH	7,7	O△'7,0	7,7	7,7
Leitf.	370	180	310	170
GH	6,8	3,5	5,2	5,1
$KMnO_4$	20,8	10,4	24,6	8,9
PO_4^{3-}	3,30	0,04	5,50	0,17
HCO_3^-	121,95	36,95	140,24	79,27
SO_4^{2-}	28,0	12,7	24,7	10,3
Cl^-	38,3	29,4	20,5	7,7
NO_2^-	0,41	0,01	1,85	0,01
NO_3^-	32,0	28,0	19,0	15,0
NH_4^+	0,55	0,02	0,95	<0,01
Na^+	30,4	11,5	23,0	5,3
K^+	3,7	1,2	9,1	1,8
Mg^{2+}	13,2	6,2	11,0	10,8
Ca^{2+}	26,0	13,6	19,2	16,6

	28	29	30	31	32
Temp.	--	--	--	--	--
pH	8,0	7,95	8,25	8,55	8,15
Leitf.	400	470	430	410	430
GH	8,6	8,6	7,4	7,1	7,3
$KMnO_4$	21,5	18,0	5,7	4,7	4,1
PO_4^{3-}	0,35	0,39	0,16	0,19	0,22
HCO_3^-	152,44	158,54	240,85	222,56	240,85
SO_4^{2-}	16,5	24,3	22,2	21,6	20,4
Cl^-	50,5	65,3	18,6	19,3	18,1
NO_2^-	1,95	1,65	0,01	0,01	0,01
NO_3^-	13,0	17,0	16,0	17,0	16,0
NH_4^+	0,10	0,05	<0,01	<0,01	<0,01
Na^+	31,6	42,5	48,1	45,9	48,4
K^+	10,3	11,3	10,2	10,2	10,4
Mg^{2+}	16,8	17,6	15,4	15,4	15,4
Ca^{2+}	29,2	30,6	28,8	28,8	28,8

Fortsetzung Tab. 6

	23. 12. 1988				
	9	11	12	20	21
pH	7,1	7,5	6,45	6,75	7,5
Leitf.	160	270	165	210	680
GH	3,1	6,3	3,7	5,1	12,4
$KMnO_4$	12,0	10,4	11,1	17,7	23,1
PO_4^{3-}	0,24	0,45	0,19	0,17	3,9
HCO_3^-	36,59	85,37	36,59	61,00	262,20
SO_4^{2-}	22,0	22,8	17,3	16,7	34,4
Cl^-	21,3	22,3	11,1	14,1	93,3
NO_2^-	0,05	0,30	0,08	0,10	1,04
NO_3^-	28	40	32	41	15
NH_4^+	0,12	0,16	0,07	0,93	9,25
Na^+	11,3	13,1	5,3	5,9	64,5
K^+	2,7	4,1	2,7	4,9	16,4
Mg^{2+}	6,6	14,6	7,2	9,4	24,4
Ca^{2+}	12,6	22,6	14,0	19,0	42,2

	22	27	28
pH	7,2	6,9	7,2
Leitf.	230	160	210
GH	5,4	4,0	4,1
$KMnO_4$	14,2	5,4	16,1
PO_4^{3-}	0,31	0,26	0,34
HCO_3^-	67,07	67,07	61,00
SO_4^{2-}	16,0	10,1	4,5
Cl^-	15,3	5,7	24,7
NO_2^-	0,04	<0,01	0,26
NO_3^-	48	19	20
NH_4^+	0,59	0,10	0,06
Na^+	7,8	4,7	14,5
K^+	1,3	1,5	3,5
Mg^{2+}	12,4	10,6	8,8
Ca^{2+}	19,0	12,0	12,6

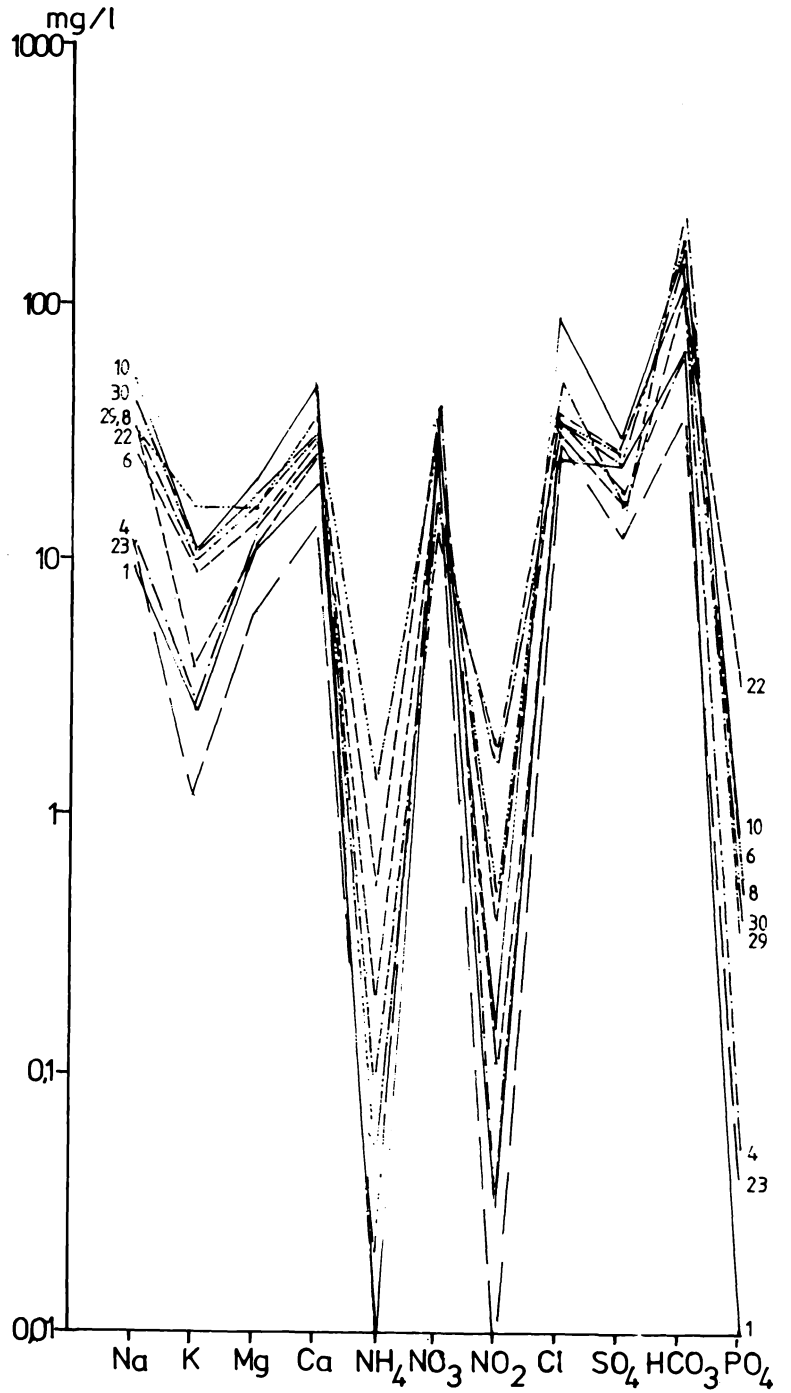


Abb. 11a: Ionengehalte der Wässer 1, 4, 6, 8, 10, 22, 23, 28 und 29. Lokationen auf Abb. 1

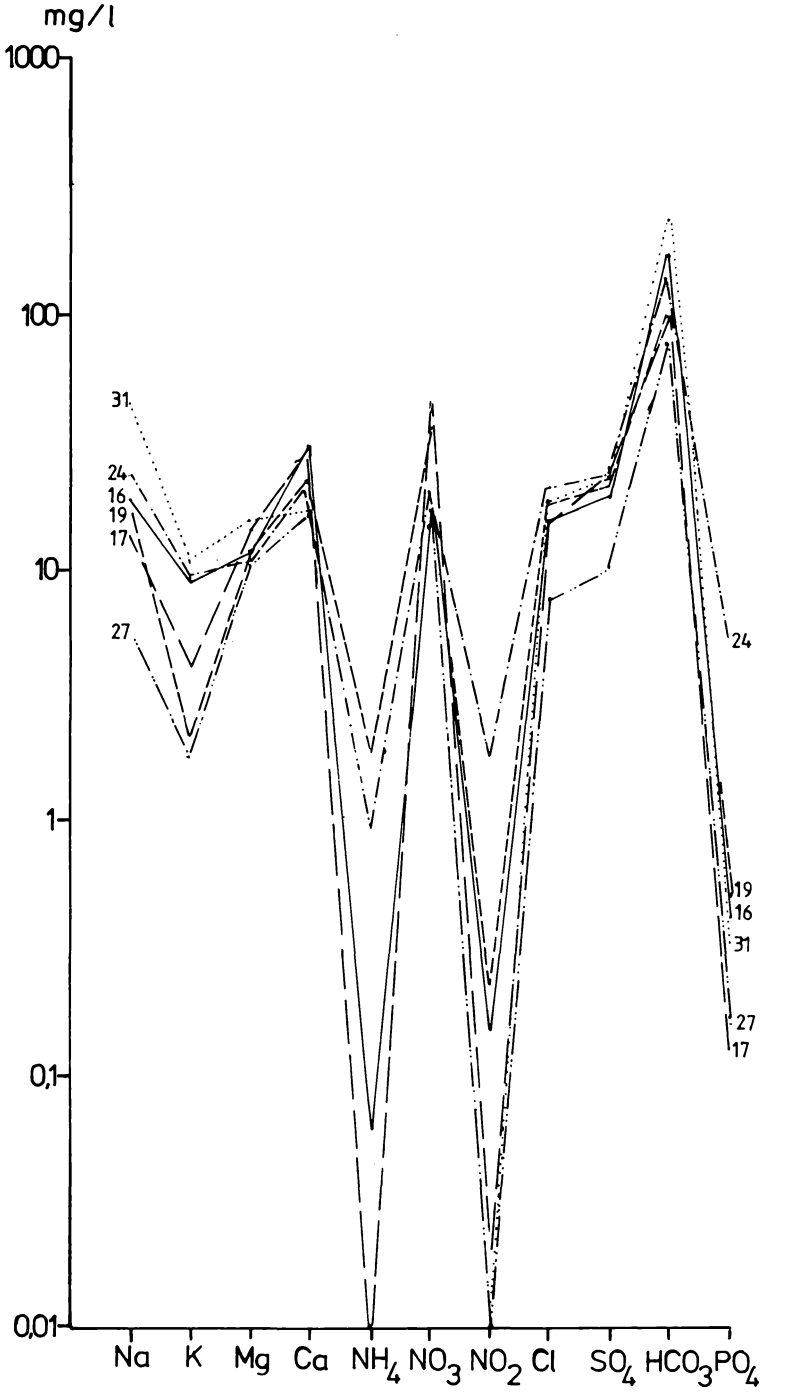


Abb. 11b: Ionengehalte der Wässer 16, 17, 19, 24, 27 und 30. Lokationen auf Abb. 1

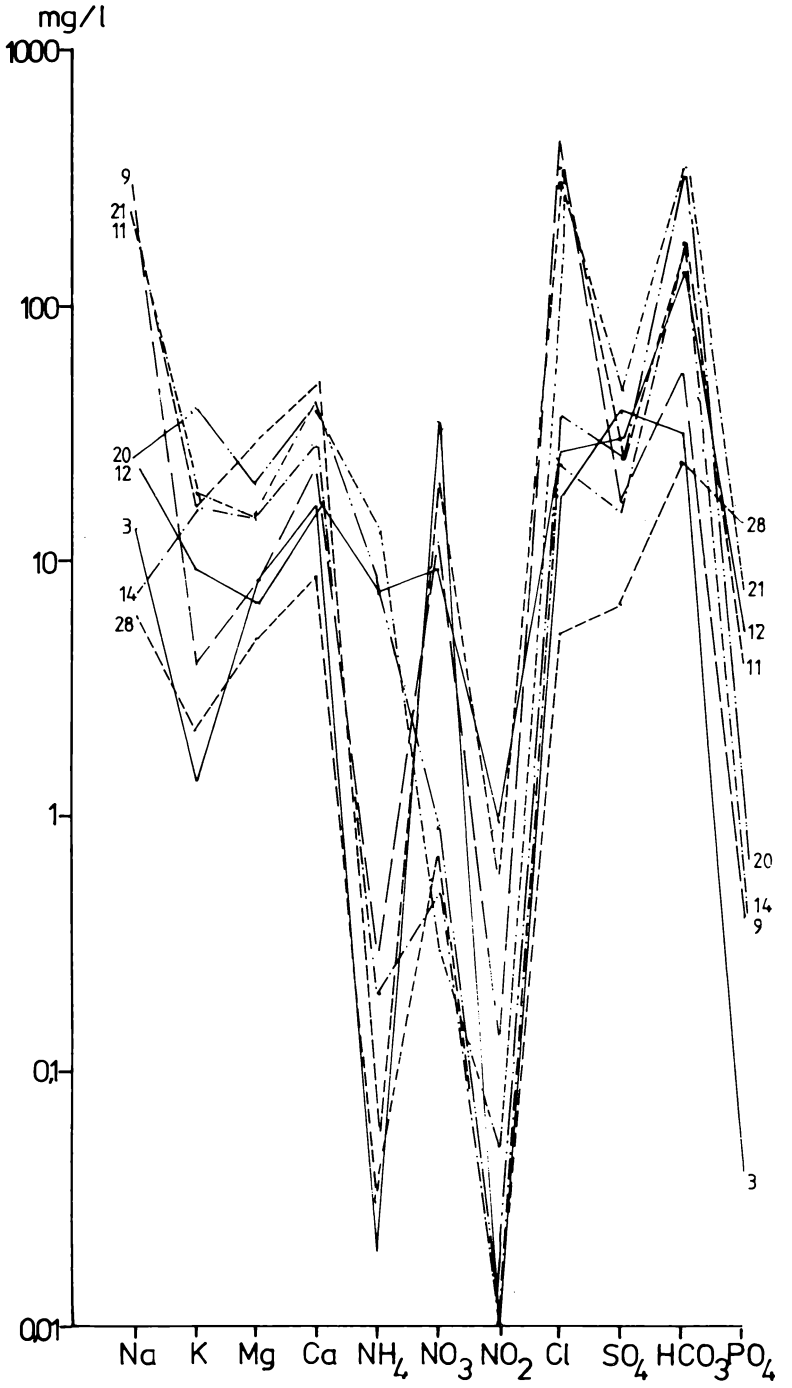


Abb. 11c: Ionengehalte der Wässer 3, 9, 11, 12, 14, 20 und 21. Lokationen auf Abb. 1

den Alkali-Ionen (durchschnittl. Verhältnis 2 : 1); Kalium tritt wiederum gegenüber Natrium stark zurück (durchschnittl. Verhältnis 1 : 3,5). Der Ammonium-Gehalt ist gering, ebenso wie der Anteil an Nitrit (beides nie über 2 mg/l). Der Nitrat-Gehalt bewegt sich mit 37 bis 241 mg/l in der selben Größenordnung wie Sulfat und Chlorid. Dominantes Anion ist Hydrogenkarbonat.

Die Wässer der Gruppe c unterscheiden sich in einigen Punkten von diesem Chemismus. Daher wurden die Wässer 9, 11, 12, 20 und 21 ein zweites Mal beprobt. Dabei fielen die Analysen sämtlich nicht mehr in Gruppe c, sondern in a oder b. Dies zeigt, daß ein Großteil der Anomalien, wegen denen die Wässer nicht in Gruppe a oder b paßten, nur auf kurzfristigen Stoffeinträgen beruhte.

Einige Proben der Gruppe c vom 22.11. enthalten mehr Chlorid (Proben 9 und 11) oder Sulfat (3) als HCO_3^-. Bei 9 und 11 sind dabei die Cl^--Konzentrationen extrem hoch (442 und 361 mg/l), ebenso wie die Na^+-Gehalte (293 und 193 mg/l). Probe 14 hebt sich durch den höchsten Gehalt an organischer Substanz ab – der $KMnO_4$-Verbrauch beträgt 142 mg/l! Die Konzentrationen der Stickstoff-Verbindungen sind dagegen sehr klein (nur 0,5 mg/l NO_3^{2-}). Die Wässer 12, 20 und 21 zeichnen sich durch extrem hohe Gehalte an Ammonium aus (7,5 bis 12,9 mg/l). Während aber bei 12 Nitrit und Phosphat erhöht sind, enthalten 20 und 21 nur sehr wenig NO_2^- und NO_3^- und nur 21 viel PO_4^{3-}. 21 enthält außerdem viel HCO_3^-, Natrium (228 mg/l) und Chlorid (290 mg/l), 20 viel Hydrogenkarbonat, Kalium und organische Substanz.

Interpretation der Analysenergebnisse

Generell ist zu sagen, daß bei allen Einträgen aus der Landwirtschaft (Gülle und mineralische und organische Dünger) im Herbst und Winter die Stoffkonzentrationen gegenüber der ersten Hälfte des Jahres erhöht sind. Im Frühjahr und Sommer werden Düngemittel weitgehend sofort wieder von den Pflanzen aufgenommen und verbraucht. Im Herbst oder Winter aufgebrachte Nährstoffe können dagegen wegen des fehlenden Bewuchses kaum eingebaut werden und die Auswaschung aus dem Boden erhöht sich. Die obigen Analysen spiegeln also annähernd die im Jahresverlauf maximalen Stoffeinträge in Grundwasser und Vorfluter wieder. Im Sommer kann die Stoffkonzentration dort allerdings trotzdem größer sein, weil die Wasserführung schwächer und dadurch der Verdünnungseffekt geringer ist. In Gruppe a und b deuten die hohen Gehalte an Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+ und K^+ zusammen mit HCO_3^- und SO_4^{2-}, der NO_3^-- und Cl^--Anteil und die hohen pH-Werte auf eine sehr hohe Auswaschung von mineralischen Düngemitteln hin (OBERMANN 1981).

Hohe pH-Werte zusammen mit Phosphatgehalten können auch aus dem Zufluß von Waschmitteln o.ä. stammen. In diesem überwiegend landwirtschaftlich genutzten Gebiet dürfte letzteres aber keine sehr große Rolle spielen. Von den durch Ortschaften fließenden Bächen sind nur die Proben 21 und 22 aus Strohn möglicherweise davon betroffen. Bei der zweiten Messung zeigte Analyse 22 allerdings einen wesentlich niedrigeren Gehalt an PO_4^{3-}, während der pH-Wert ebenso wie bei Analyse 21 noch erhöht war.

Der Eintrag von Gülle als organischer Dünger oder als Hofabgänge und von Fäkalien ist geringer als die Belastung durch Düngemittel, wie die im allgemeinen kleineren Mengen von PO_4^{3-}, NO_2^-, NH_4^+ und organischer Substanz bei a und b zeigen. Bereits ein Ammonium-Gehalt von $< 1{,}0$ mg/l stellt aber einen bedeutenden Schadstoff-Eintrag dar: In natürlichen unbelasteten Gewässern werden Konzentrationen von 0,1 mg NH_4^+ nie überschritten (LANGGUTH 1987). Als Beispiel für NH_4^+-Belastung kann der Laubach in Gillenfeld (Probe 8) dienen. Er enthielt bei an sonsten nur mäßiger Belastung 1,41 mg Ammonium pro Liter, dessen Herkunft durch im Bach schwimmendes Toilettenpapier eindeutig erkennbar war. Ein weiterer Hinweis auf die Einleitung von Abwasser ist die Wassertemperatur von 9,3 °C bei einer Lufttemperatur von nur ca. 2 °C. Die hohen Nitrit-Konzentrationen in den beiden Proben aus dem Alfbach (28 mit 1,95 und 29 mit 1,65 mg/l) dürften sich zusammensetzen aus Stickstoff aus der Landwirtschaft und der Einleitung von Abwässern der etwa 5 km nordwestlich Gillenfeld lie-

genden Ortschaft Schalkenmehren, die keine Kläranlage besitzt. Typisch für hohe Belastung durch Hofabgänge sind zum Beispiel die Analysen 12 und 20. Beide Wässer stammen aus Bächen, die direkt an Höfen mit sehr großen, auf unbefestigtem Grund liegenden Misthaufen vorbeifließen. Bei 12 äußerte sich dies durch erhöhte Phosphat-, Nitrit- und Ammonium-Gehalte (5,3, 0,87 und 7,5 mg/l) und eine sehr hohe Wassertemperatur von 8,6 °C, bei 20 durch 8,6 mg NH_4^+ pro Liter und vor allem durch einen $KMnO_4$-Verbrauch von 51,0 mg/l! Die Wiederholugsanalysen der beiden Wässer zeigten nicht mehr diese hohen Gehalte, lediglich der $KMnO_4$-Verbrauch von 20 war noch leicht erhöht (17,7 mg/l). Der Schadstoff-Eintrag ist also an beiden Punkten nicht permanent so hoch wie am 22.11.1988. Ungewöhnlich ist der extreme $KMnO_4$-Verbrauch von Probe 14. Der Bach ist nur sehr kurz, so daß anzunehmen ist, daß der Stoffeintrag von dem einzigen im Einzugsgebiet des Baches liegenden Hof stammt. Wegen der sehr niedrigen Gehalte an Nitrit, Nitrat und Ammonium kann es sich aber nicht um die übliche Jauche, Gülle o.ä. handeln.

Woher bei den Proben 9, 11 und 21 die hohen Gehalte an Na^+ und Cl^- stammen, läßt sich nicht eindeutig klären. Da es kurz vor dem 22.11. geschneit hatte, kann es sich um eingespültes Streusalz handeln – alle drei Bäche fließen durch Ortschaften nahe an Straßen. Für einen einmaligen anthropogenen Eintrag spricht bei 9 und 11 auf jeden Fall, daß bei der Wiederholungsanalyse die Na^+- und Cl^--Konzentrationen wesentlich niedriger lagen. Probe 21 enthielt dagegen weiterhin viel Na^+ und Cl^-, wenn auch nicht so viel wie am 22.11. Es deutet sich hier – auch durch den überdurchschnittlich hohen Gehalt von HCO_3^- an beiden Daten - möglicherweise ein geringer Einfluß der oben beschriebenen mineralisierten Wässer an, die nicht weit entfernt auftreten. Zusätzlich ist Wasser 21 anthropogen beeinflußt. Es enthielt am 22.11. 12,9 mg Ammonium pro Liter und hatte einen $KMnO_4$-Verbrauch von 41,5 mg/l.

Relativ gering belastet sind die Wässer 1, 3, 23 und 27. Im Einzugsgebiet der Bäche, aus denen die Proben 1, 3 und 23 entnommen wurden, liegt relativ viel Wald, aus dem der Schadstoff-Eintrag naturgemäß geringer ist als von stark gedüngten Feldern.

Inwieweit auch andere Proben außer 21 durch natürlich mineralisierte Wässer beeinflußt sind, ist an Hand der Analysen nicht eindeutig zu klären. Einerseits kann zum Beispiel der hohe Gehalt aller Proben an HCO_3^- durch Düngung und Kalkung hervorgerufen sein. Andererseits enthalten aber auch Wässer, die kaum landwirtschaftlich belastet sind, wie Probe 27 (Quelle am Strohner Märchen) Hydrogenkarbonat. Die Strohner Brunnenwässer (Probe 31, 32 und 33), die kaum verschmutzt sind, hatten sogar nach den Analysen 20 und 21 die höchsten Konzentrationen an HCO_3^-! Falls der HCO_3^--Gehalt aus der Landwirtschaft stammt, müßten bei hohen Gehalten daran auch die Konzentrationen von Mg^{2+} und Ca^{2+} erhöht sein. Diese Korrelation ist aber nicht durchgehend,weshalb es anzunehmen ist, daß sich die Gehalte aus natürlicher und anthropogener Zufuhr zusammensetzen.

Probe 27 stammt aus einer Quelle, die direkt unterhalb des Strohner Märchens austritt. Aus dem Moor selbst konnte leider keine Probe entnommen werden, da zum Zeitpunkt der Probennahme kein offenes Wasser vorhanden war. Das Probewasser zeigt nur einen sehr geringen Schadstoffeintrag. Selbst erhöhte Ammonium-Konzentrationen, wie sie aus einem Hochmoor zu erwarten sind (FÖRSTER & NEUMANN 1981), traten nicht auf. Möglicherweise steht die Quelle nicht in so enger Verbindung mit dem Moor, wie man es bei einer so kurzen Entfernung – 150 m bei einem Höhenunterschied von ca. 10 m – erwarten könnte. Vergleicht man die Analyse von Probe 27 mit den Gehalten der Strohner Brunnen, so zeigen sich keine grundsätzlichen Unterschiede. Da aber auch keine charakteristischen Gemeinsamkeiten erkennbar sind, läßt sich durch den Chemismus keine Aussage über eine mögliche Verbindung zwischen dem Trinkwasser-Aquifer und dem Moor machen.

5.5. Radon-Messungen

Um weitere Aufschlüsse über eine mögliche Zufuhr von Tiefenwasser zu erhalten, wurde am 22.11.1988 auch der Radongehalt aller Bachwässer, die ausreichend Wasser führten, gemessen. Radon ist ein radioaktives Zerfallsprodukt des Urans, das im Wasser gasförmig gelöst enthalten sein kann. In den Gesteinen des Arbeitsgebietes kommt das Uran am konzentriertesten in den unterdevonischen Schiefern vor. Je tiefer und länger daher ein Wasser in diesem Untergrund zirkuliert ist, desto größer kann sein Radon-Gehalt sein (MÜLLER 1980). Zum Ermitteln der Radongehalte wurde eine Radonpumpe des Typs GBH 79, Gerätenummer 1418 A der Gewerkschaft Brunhilde verwendet. Bei der Messung wurde Bachwasser direkt mit einer Spritze aufgesogen. Das im Wasser gelöste Radongas wurde durch Schütteln davon getrennt und in eine Meßkammer gedrückt. Dort wurde die Anzahl der Impulse pro Zeiteinheit gemessen. Zur Korrektur der Werte wurde nach jeder Messung ein Standard mitgemessen. Tab. 7 gibt die gemessenen Werte wieder.

Tab. 7: Radongehalte der Bachwässer am 22.11.1988

Angabe der Meßwerte jeweils in cpm (counts per minute)

Meßstelle	Meßwert	Eichung	korr. Meßwert
1	3	150	3,5
3	1	180	1
4	4	201	3
6	5	219	4
8	5	191	5
9	2	164	2
12	0	211	0
14	6	207	5
16	5	176	5
17	10	172	10
19	1	144	1
21	2	150	2
22	2	115	3
23	2	147	2
24	3	158	3
27	10	222	7

Die Messungen ergaben, daß der Radongehalt der Wässer nicht einheitlich ist. Während 9 Wässer einen Gehalt von maximal 3 cpm (counts per minute) hatten, liegen fünf Werte zwischen 3 und 5 cpm und 2 noch darüber. Die beiden höchsten Werte (Punkt 17 und 27) weisen auf eine Zufuhr von Tiefenwasser hin. Es handelt sich dabei um die Quelle unterhalb des Strohner Märchens mit 10 cpm und um einen kurzen Bach mit 7 cpm, der südwestlich des Strohner Märchens in den Alfbach mündet. Beide Punkte liegen in tektonisch beanspruchten Bereichen in der Nähe der Siegener Hauptaufschiebung (Abb. 1). Eine Wasserwegsamkeit im Untergrund könnte also in beiden Fällen bestehen. Bei der Quelle 27 wird diese Annahme dadurch unterstützt, daß das Wasser im Vergleich zu anderen Proben kaum durch Oberflächeneinträge belastet ist. Für die Bäche mit den mittleren Radonwerten läßt sich kein eindeutiger Bezug zur Tektonik herstellen. Läßt man die isoliert liegende Quelle AP 27 außer acht, fällt aber auf, daß die Bäche, deren Radongehalt über 4 cpm lag – die Bäche 6, 8, 14, 16, 17 und 19 – alle nebeneinander östlich des Alfbachs liegen, die erhöhten Radonwerte also auf einen bestimmten Bereich

beschränkt sind. Es könnte sein, daß hier der Untergrund stärker durchlässig ist, ohne mineralisierte Wässer zu führen, wie die Analysen zeigen. In ihrem Abflußverhalten unterscheidet sich diese Gruppe nicht grundsätzlich von den anderen Bächen. Die bei Probe 21 auf Grund des Chemismus vermutete Beimischung von Mineralwasser ließ sich durch die Radon-Messung nicht bestätigen.

Um zu klären, ob der HCO_3^--Gehalt der Gewässer möglicherweise ebenfalls mit einer Wasserzufuhr aus der Tiefe zusammenhängt, wurde in Abb. 12 der Radongehalt gegen die HCO_3^--Konzentration aufgetragen. Es ist zu erkennen, daß die Werte nicht direkt miteinander korrelierbar sind. Der Gehalt an Hydrogenkarbonat ist also nicht nur von der Zufuhr an Tiefenwasser abhängig, sondern stammt auch aus anderen, anthropogenen Quellen.

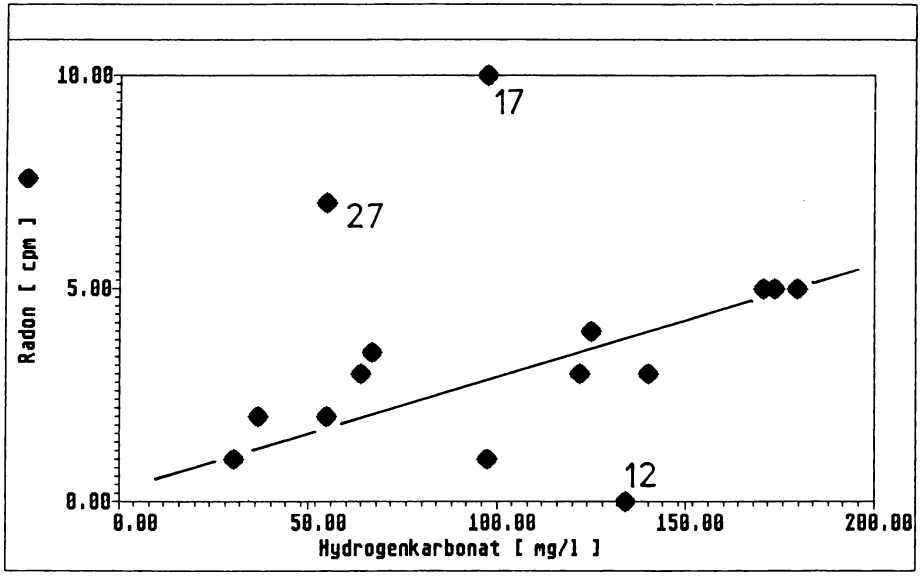


Abb. 12: Das Verhältnis von Radon- zu Hydrogenkarbonat-Gehalt der Bäche im Arbeitsgebiet.

5.6. Wasseranalysen der Strohner Brunnen des KWW Cochem-Zell

Das KWW Cochem-Zell läßt seit dem Bestehen der Trinkwassergewinnungsanlage Strohn die Brunnenwässer in unregelmäßigen Abständen untersuchen. Die Analysenergebnisse werden auszugsweise in Tab. 8 zusammengestellt. Außerdem ist die eigene Analyse (32) von Mischwasser aus dem Hahn des Wasserwerks angegeben. Die Analysen 30 und 31 wurden nicht gesondert angeführt, da sie sich kaum von Analyse 32 unterscheiden.

Wie schon oben beschrieben, passen im SCHOELLER-Diagramm die Brunnenwässer in ihrem Kurvenverlauf gut zu den Bachwässern. Die Stoffkonzentrationen sind aber sämtlich wesentlich geringer. Seit der ersten Analyse von 1941 haben sich die Wässer nicht sehr verändert, wenn man die Analysen von 1975 außer acht läßt (s.u.). Sie sind schwach alkalisch, weich bis mittelhart und enthalten nur sehr wenig organische Substanz - der $KMnO_4$-Verbrauch liegt bei durchschnittlich 2 mg/l. Die Wassertemperatur schwankt zwischen ca. 9 und 10 °C, unabhängig von der Jahreszeit. Die Alkali- und Erdalkali-Ionen halten sich mit jeweils 50 – 60 mg/l etwa die Waage. In den älteren Analysen fehlen allerdings die Angaben für Na^+ und K^+. Das häufigste Anion ist Hydrogenkarbonat. Seine Konzentration lag früher meist unter 100 mg/l

Tab. 8: Wasseranalysen der Trinkwassergewinnungsanlage Strohn.
Angabe der Ionen jeweils in mg/l, außer: Temp. (Temperatur) in °C, pH (pH-Wert) dimensionslos, Leitf. (Leitfähigkeit) in µS/cm, GH (Gesamthärte) in Grad deutscher Härte, $KMnO_4$ = organische Substanz als $KMnO_4$-Verbrauch, - = nicht gemessen, n.n. = nicht nachweisbar, spos = schwach positiv, MW = Mischwasser aus mehreren Brunnen, I bis V = Numerierung der Brunnen s. Abb. 1
(aus: Archiv des KWW Cochem-Zell)

Datum	16.06.1941	09.04.1962	25.05.1966	25.05.1966	25.05.1966	25.05.1966
Brunnen	I	MW I, II u. V	IV	III	II	V
Temp.	-	9,5	9,5	10,0	9,5	8,8
pH	7,6	6,6	7,3	7,6	7,8	7,7
Leitf.	-	-	-	-	-	-
GH	7,56	6,0	10,5	9,3	6,9	6,9
$KMnO_4$	1,896	5,5	3	2	2	2
PO_4^{3-}	-	-	n.n.	n.n.	n.n.	0,33
HCO_3^-	-	96	165	116	70,5	79
SO_4^{2-}	n.n.	14,8	16,2	17,2	16	13,5
Cl^-	15,222	8,9	21	12,8	8,9	10,6
NO_2^-	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
NO_3^-	spos	13,0	2	6	10	9
NH_4^+	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
Na^+	-	-	-	-	-	-
K^+	-	-	-	-	-	-
Mg^{2+}	-	7,2	27,3	21,6	12,6	16,0
Ca^{2+}	-	31,0	30,0	30,7	25,7	22,8

Datum	25.05.1966	25.05.1966	04.12.1968	12.05.1975	12.05.1975	14.07.1975
Brunnen	I	MW	?	I	III	?
Temp.	9,5	10,0	10,0	9,0	9,0	-
pH	7,6	7,6	8,1	7,8	7,6	8,0
Leitf.	-	-	-	390	443	-
GH	7,5	8,2	7,0	9,05	9,3	9,0
$KMnO_4$	3	2	2,5	14,2	23,3	12,9
PO_4^{3-}	n.n.	n.n.	0,34	<0,05	n.n.	0,1
HCO_3^-	78	97	121,5	-	-	-
SO_4^{2-}	31	18,2	18,9	-	-	-
Cl^-	10,6	14,2	12,4	19,0	13,0	17,7
NO_2^-	n.n.	n.n.	n.n.	-	-	0,008
NO_3^-	10	8	9,0	50	14	6,1
NH_4^+	n.n.	n.n.	n.n.	0,05	0,05	n.n.
Na^+	-	-	-	-	-	-
K^+	-	-	-	-	-	-
Mg^{2+}	16,0	14,7	19,9	14,7	-	-
Ca^{2+}	22,8	29,3	25,7	25,6	-	-

Fortsetzung Tab. 8

Datum	30.07.1975	05.02.1980	21.02.1984	21.02.1984	10.12.1986	22.11.1988
Brunnen	?	MW	I	MW aus II–V	MW	MW
Temp.	-	10,1	9,0	10,0	10,2	-
pH	-	7,75	7,53	7,76	7,70	8,15
Leitf.	-	-	520	470	443	430
GH	8,0	7,9	12,2	8,9	7,2	7,3
$KMnO_4$	2,6	1,0	3	1	1	4,1
PO_4^{3-}	0,2	<0,01	0,22	0,37	0,12	0,22
HCO_3^-	232	219,5	198	214	210	240,85
SO_4^{2-}	-	22,3	32	22	23	20,4
Cl^-	17,7	17,7	30	19	14	18,1
NO_2^-	n.n.	<0,01	n.n.	n.n.	n.n	0,01
NO_3^-	13,0	23,0	35	21	17	16
NH_4^+	n.n.	<0,01	n.n.	n.n.	0,14	<0,0
Na^+	-	40,8	-	-	38	48,4
K^+	-	10,9	-	-	11	10,4
Mg^{2+}	-	16,9	23	17	13	15,4
Ca^{2+}	-	28,6	50	36	30	28,8

und ist heute auf die doppelte Höhe angestiegen (Abb. 13a). Ebenfalls angestiegen ist der Nitrat-Gehalt. Bis 1968 lag er (mit einer Ausnahme) nie über 10 mg/l. Die jüngeren Analysen ergaben dagegen bis zu 35 mg/l (Abb. 13b).

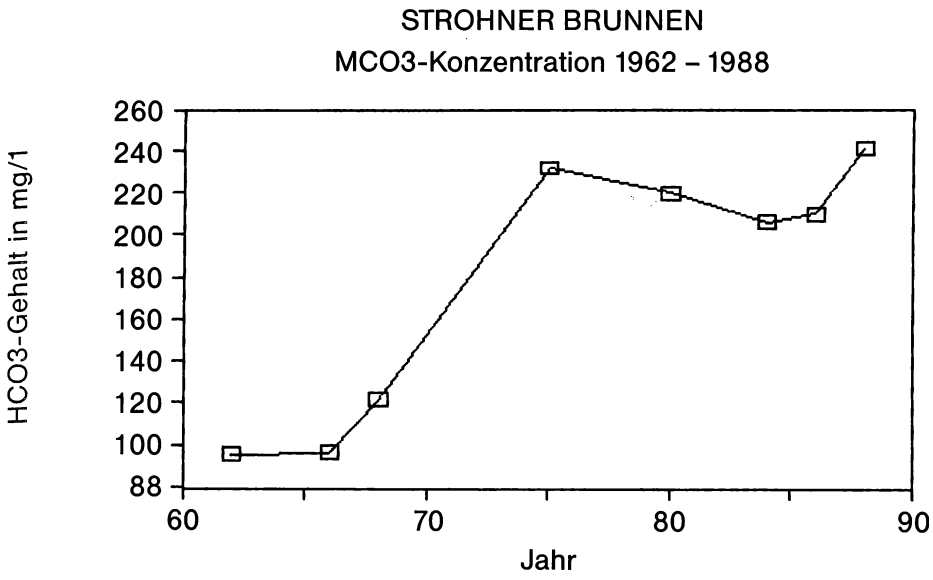
In beiden Graphiken der Abb. 13 ist der Konzentrations-Anstieg deutlich zu erkennen, auch wenn man die Analyse aus dem Jahr 1975 außer acht läßt (s. u.). Zwar ist seit 1986 der Nitrat-Gehalt wieder gefallen, er liegt aber immer noch deutlich höher als 1941.

Der Sulfat-Gehalt zeigt nur einen sehr geringen Anstieg von Werten < 20 mg/l auf 20 bis 30 mg/l. Die Chlorid- und Phosphat-Konzentrationen sind nicht angestiegen. Sie liegen bei durchschnittlich < 20 mg/l und 0,2 mg/l. Nitrit und Ammonium lagen bisher meist unter der Nachweisgrenze. NO_2^- erreichte nur 1988 einen Wert von 0,01 mg/l und NH_4^+ war 1986 mit 0,14 mg/l nachweisbar.

Interpretation

Die steigenden Konzentrationen von HCO_3^-, SO_4^{2-} und vor allem NO_3^- deuten darauf hin, daß ein Grundwasserübertritt aus hangendem Grundwasser oder aus den Vorflutern in den Aquifer, aus dem die Brunnen fördern, stattfindet und dadurch die oben für die Bäche beschriebenen Verunreinigungen in sehr verdünnter Konzentration immer stärker auch das Trinkwasser belasten. Bestätigt wird das durch die Wasseranalysen aus dem Jahr 1975, die aus den Beschreibungen bisher herausgenommen wurden.

Aus den Unterlagen des KWW Cochem-Zell geht hervor, daß sich im Winter 1974/1975 bei gleichbleibender Wasserförderung die Grundwasserabsenkung von -34 m auf -10 m verringerte. Die Analysen vom 12.05.1975 zeigen einen erhöhten Nitratgehalt – in einem Brunnen bis zu 50 mg/l, die heute zulässige Obergrenze für Trinkwasser. Der $KMnO_4$-Verbrauch stieg in Brunnen I auf 14,2 mg/l, in Brunnen III sogar auf 23,3 mg/l. Außerdem ließ sich in beiden Brunnen in sehr geringer Konzentration Ammonium nachweisen. Bis Ende Juli 1975 sanken die Gehalte allmählich wieder auf normale Werte. Die Ursache für die Änderung von Chemismus und Wasserstand war das Eindringen von Wasser aus einem oberflächennahen und



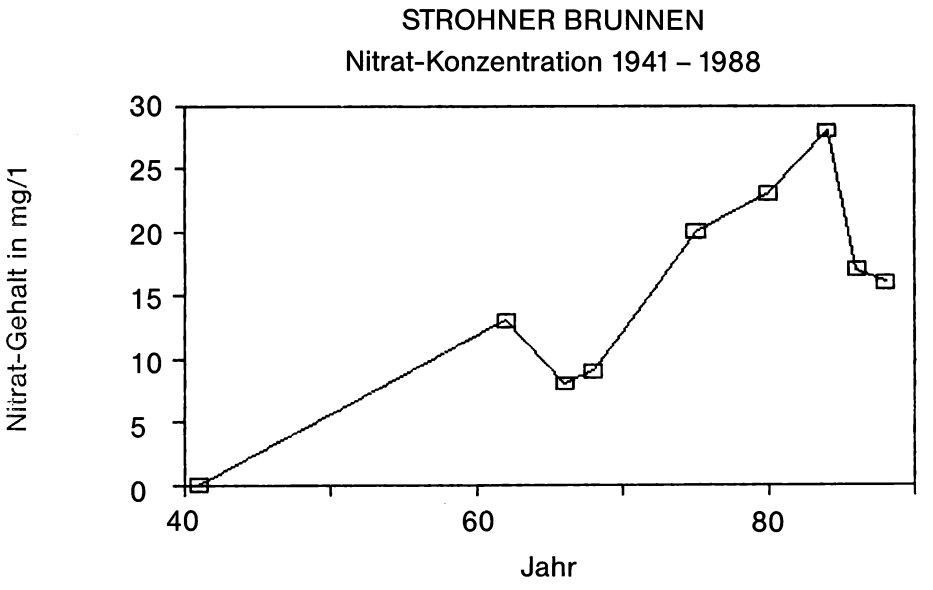


Abb. 13a: Anstieg der HCO_3^--Konzentration im Wasser der Strohner Brunnen 1962 bis 1988. In der Analyse von 1941 fehlen die Angaben zu diesem Anion.
b: Anstieg der Nitrat-Konzentration im Wasser der Strohner Brunnen 1941 bis 1988. Liegen für ein Jahr mehrere Analysen vor, so wurde für die Graphiken jeweils ein Mittelwert gebildet, oder, falls vorhanden, die Analyse des Mischwassers verwendet.

dadurch stärker verunreinigten Grundwasser (Archiv des KWW Cochem-Zell). Die Grundwasserdeckfläche scheint also nicht immer völlig dicht zu sein. Mit einem allmählichen Anstieg des anthropogen verursachten Stoffeintrags im Grundwasser ist daher zu rechnen.

5.7. Zusammenfassung von Kapitel 5.

Der Chemismus der Bäche im untersuchten Gebiet ist vor allem anthropogen bestimmt. Ein Großteil der Einträge stammt aus der Landwirtschaft. Bei einigen Vorflutern ist eine geringe Beeinflussung durch (mineralisierte) Tiefenwässer nicht auszuschließen, wie auch durch erhöhte Radon-Gehalte belegt wird. Das in Strohn als Trinkwasser geförderte Grundwasser steht mit den Oberflächenwässern nicht direkt in Verbindung. Die Grundwasserdeckfläche ist aber nicht völlig dicht, so daß zeitlich verzögert aus dem Hangenden Wasser übertreten und das Grundwasser verunreinigen kann.

6. Folgerungen und Ausblick

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß am Alfbach influente Verhältnisse herrschen, d.h. es findet erwiesenermaßen zwischen den Pegeln Saxler Mühle und Sprink eine Versickerung von Oberflächenwasser statt. Dies hat zur Folge, daß der Grundwasserleiter zeitlich verzögert von anthropogenen Einflüssen betroffen wird. Der Schadstoffeintrag durch die Landwirtschaft in den Aquifer hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen und es ist anzunehmen, daß sich dieser Prozess fortsetzt und die Schadstofffront aus dem Hangenden sich immer mehr dem Basalt nähert, da immer noch große Mengen an anorganischen Düngern und Gülle ausgebracht werden und die Ortschaft Schalkenmehren immer noch keine Kläranlage besitzt. Es konnte nachgewiesen werden, daß die Abflußpegel des Alfbachs weder den Anfang noch das Ende des Aufstaus erfassen. Um genauere Daten über die tatsächliche Höhe der Versickerung zu erhalten, müßten also neue Pegel eingerichtet und damit das Untersuchungsgebiet wesentlich vergrößert werden. In einer „ zwar niederschlagsreichen, aber an Grundwasser armen Gegend „ (GEIB & WEILER 1968: 148) sind solche kleinräumigen Grundwasservorkommen wie das untersuchte für die Wasserversorgung äußerst wichtig, so daß weitere Untersuchungen über Art und Ablauf der Versickerung angebracht sind.

Im Lauf der Untersuchungen ergaben sich keine Belege dafür, daß das Austrocknen des Strohner Märchens durch die Trinkwasserentnahme im Alfbachtal hervorgerufen wird. Es gibt im Gegenteil einige Hinweise darauf, daß keine Verbindung zwischen den beiden Vorgängen besteht. Erste Anzeichen für das Austrocknen des Moors zeigten sich schon vor Beginn der Trinkwasserentnahme. SCHWICKERATH (1954) und SCHMIDT-RIES (1954/55) beschreiben in den fünfziger Jahren ein deutliches Zurückgehen des Laggs, obwohl erst seit 1962 regelmäßig Trinkwasser gefördert wird. Am wahrscheinlichsten ist, daß das Moor im Zuge einer natürlichen Entwicklung verlandet; ein Prozess, der wegen der geringen Größe des Märchens, unterstützt durch eine erhöhte Nährstoffzufuhr durch die Landwirtschaft, sehr schnell vorangehen kann.

7. Literaturverzeichnis

BÜCHEL, G. (1987): Geophysik der Eifelmaare. 1: Erkundung neuer Maare im Vulkanfeld der Eifel mit Hilfe geomagnetischer Untersuchungen.- Mainzer geowiss. Mitt., **16**: 227 - 274, 36 Abb.; Mainz

BÜCHEL, G. & LORENZ, V. (1983): Der Vulkanismus der Westeifel. - In: NEGENDANK, J.F.W. (1983): Trier und Umgebung.- Sammlg. geol. Führer, **60**, 2. Aufl., : 132-142, 4 Abb.; Berlin – Stuttgart: Borntraeger

BÜCHEL, G. & MERTES, H. (1982): Die Eruptionszentren des Westeifeler Vulkanfeldes.- Z. dt. geol. Ges., **133**: 409-429, 3 Abb., 1 Tab.; Hannover

Bundesministerium des Inneren (1982): Wasserversorgungsbericht.- 168 S., 13 Abb. u. zahlr. Tab.; : Schmidt

CIPA, W. (1956): Der Vulkanismus in der Umgebung des Pulvermaares.- Decheniana, **109**: 53 – 75, 5 Abb., 1 Taf.; Bonn

CIPA, W. (1958): Erdmagnetische Vermessung einiger Lavaströme und Tuffschlote in der Vorder-Eifel.- Geol. Jb., **75**: 663 – 698, 32 Abb., 2 Tab.; Hannover

DECHEN, H. von (1886): Geognostischer Führer zu der Vulkanreihe der Vordereifel.-2. Aufl., 323 S., 1 Kte; Bonn: Cohen & Sohn

DILLMANN, W. & KRAUTER, E. (1972): Beziehungen zwischen Tektonik, Vulkanismus und den warmen Quellen von Bad Bertrich (Eifel, Rheinisches Schiefergebirge).- Mainzer geowiss. Mitt., **1**: 48 – 58, 3 Abb.; Mainz

FÖRSTER, P. & NEUMANN, H. (1981): Die Stoffbelastung kleiner Fließgewässer in landwirtschaftlich genutzten Gebieten Nord-Deutschlands.- Mitt. Niedersächs. Wasseruntersuchungsamt, **7**: 217 S., 15 Abb., 75 Tab., 16 Ktn.; Hildesheim

FRESENIUS, F. & KUSSMAUL, H. (1985): Thermal- und Mineralquellen der Eifel.- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **67**: 301 – 308, 1 Abb.,3 Tab.; Stuttgart

FUCHS, G. (1982): Upper Siegenian and Lower Emsian in the Eifel hills.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, **55**: 229 – 256, 10 Abb.; Frankfurt am Main

GEIB, K. & WEILER, H. (1968): Die vulkanischen Ablagerungen der Eifel und ihre Bedeutung für Wasserhaushalt und Wasserversorgung.- Mainzer naturwiss. Arch., **7**: 141 – 152, 2 Abb.; Mainz

HAAREN, C. VON (1988): Eifelmaare. Landschaftsökologisch – historische Betrachtung und Naturschutzplanung.- POLLICHIA-Buch 13: 548 S., 55 Abb.; Bad Dürkheim/Pfalz

HAAREN, C. VON & JANSSEN, U. (1987): Pflege- und Entwicklungsplan für das Naturschutzgebiet Pulvermaar mit Römerberg und Strohner Märchen.- Arbeitsgemeinschaft Umweltplanung (ARUM): 88 S., 8 Tab., 11 Abb., 6 Ktn.; Hannover

HALBFASS, W. (1896): Die noch mit Wasser gefüllten Maare der Eifel.- Verh. naturhist. Rheinld. Westf., **53**: 310 – 355, 3 Tab., 3 Taf.; Bonn

HEMFLER, M. (1989): Die Trinkwasserversorgung bei Strohn (Alfbachtal, Westeifel) und ihre Folgen.- Diplom-Arbeit, Institut f. Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, 105 S., 25 Abb., 12 Tab., 1 Kt., Mainz [unveröff.]

HEYL, K.E. (1970): Weitere Vorkommen von Sulfatwässern in der Wittlicher Rotliegend-Senke.- Notizbl. hess. L.-A. Bodenforsch., **98**: 234 – 248, 3 Abb., 1 Tab.; Wiesbaden

HÖLTING, B. (1984): Hydrogeologie.- 2., erw. Aufl., 370 S., 104 Abb., 27 Tab.; Stuttgart: Enke

HUBERTUS, A. (1987): Untersuchung betreffend den vermuteten Einfluß der Trinkwasserförderung Strohn des KWW Cochem-Zell auf den GW-Speicher und den oberirdischen Abfluß der Alf.- Praktikumsarbeit für das WWA Trier, Az 12/05/40-0/08/62. – 6 S., 4 Abb., 3 Tab.; Trier [unveröff.]

HUCKENHOLZ, H. G. & BÜCHEL, G. (1988): Tertiärer Vulkanismus der Hocheifel.- Fortschr. Min., **66**, Beih. 2: 43 – 82, 6 Abb., 4 Tab.; Stuttgart

KRAUSE, U. (1984): Der Wartgesberg-Vulkankomplex bei Strohn.- Zweimonat. Kartierung, 57 S., 23 Abb., 3 Ktn.; Mainz [unveröff.]

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (1985): Seen in der Bundesrepublik Deutschland. – 190 S., Abb. + Tab.; Essen: Dr. Woeste

LANGGUTH, H.R. (1987): Vorlesungsskript Hydrogeologie WS 87/88. – 249 S., Abb. + Tab.; Aachen [unveröff.]

LANGGUTH, H.R. & PLUM, H. (1984): Untersuchung der Mineral- und Thermalquellen der Eifel auf geothermische Indikationen.- BMFT-Forschungsbericht T84-019: 176 S., 44 Abb., 11 Tab.; Aachen

LANGGUTH, H.R. & VOIGT, R. (1980): Hydrogeologische Methoden. - 486 S., 156 Abb., 72 Tab.; Berlin - Heidelberg - New York: Springer

LINNEBACHER, P. (1985): Geologische Untersuchung der Vulkane und ihrer Förderprodukte im Raum Gillenfeld / Westeifel.- Zweimonat. Kartierung, 78 S., 36 Abb., 2 Ktn.; Mainz [unveröff.]

LORENZ, V. (1973): On the formation of maars.- Bull. volcanol., **37** (2): 183 - 204, 6 Abb.; Napoli

LORENZ, V. (1986): On the growth of maars and diatremes and its relevance to the formation of tuff-rings.- Bull. volcanol., **48**: 265 - 274, 9 Abb.; New York

LORENZ, V. & BÜCHEL, G. (1978): Phreatomagmatische Vulkane in der südlichen Westeifel, ihr Alter und ihre Beziehung zum Talnetz. - Nachr. dt. Geol. Ges., **19**: 30; Hannover

LORENZ, V. & BÜCHEL, G. (1980): Die Kesseltäler der vulkanischen Westeifel; Nachweis ihrer Maargenese.- Mainzer geowiss. Mitt., **8**: 173 - 191, 12 Abb., Mainz

MATTHESS, G. (1970): Beziehungen zwischen geologischem Bau und Grundwasserbewegung in Festgesteinen.- Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **58**: 105 S., 20 Abb., 18 Tab., 4 Taf.; Wiesbaden

METZNER, G. (1986): Ökologische, toxikologische und wasserwirtschaftliche Bedeutung von Stickstoffverbindungen in Wasser.- In: Bayr. Landesanst. f. Fischerei- und Flußbiologie (Hrsg., 1986): Bewertung der Gewässerqualität und Gewässergüteanforderungen.- Münchner Beitr. zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, **40**: 417 - 442, 3 Abb., 13 Tab.; München - Wien

MEYER, W. (1986): Geologie der Eifel. - 614 S., 153 Abb., 1 Beil.; Stuttgart: Schweizerbart

Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Weinbau, Abteilung f. Wasserwirtschaft (1971): Wasserwirtschaftlicher Generalplan für das Moselgebiet in Rheinland-Pfalz mit Erläuterungsbericht.- 198 S., 21 Abb., 122 Tab., 72 Ktn.; Mainz

MITTMEYER, H.-G. (1973): Grenze Siegen/Unterems bei Bornhofen (Unterdevon, Mittelrhein).- Mainzer geowiss. Mitt., **2**: 71 - 103, 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf.; Mainz

MÜLLER, R. (1980): Linearanalytische und radiometrische Untersuchungen an Bruchzonen in der südlichen Oberpfalz, Bayern.- Diss., 321 S., 204 Abb., 1 Kte.; Mainz

OBERMANN, P. (1981): Hydrochemische / hydromechanische Untersuchungen zum Stoffgehalt von Grundwasser bei landwirtschaftlicher Nutzung.- Bes. Mitt. dt. gewässerkundl. Jb., **42**: 217 S., 59 Abb., 16 Tab.; Düsseldorf

PLUM, H. (1981): Die Anwendung des Na-K-Ca-Geothermometers und des Quarz-Geothermometers auf die Mineral- und Thermalquellen der Westeifel zur Bestimmung von Untergrundtemperaturen.- Z. dt. geol. Ges., **132**: 671 - 697, 6 Abb., 2 Tab.; Hannover

PUCHELT, H. & HUBBERTEN, H. W. (1980): Vulkanogenes Kohlendioxid: Aussagen zur Herkunft aufgrund von Isotopenuntersuchungen.- Mitt. Zentralinst. f. Isotopenchemie, **30**: 198 - 210, 3 Abb.; Leipzig

RAHM, G. (1958): Der quartäre Vulkanismus im SE-Teil der Westeifel.- Gewässer & Abwässer, **19**: 7 - 39, 15 Abb., 2 Tab., 1 Kte.; Düsseldorf

RÖDER, D.H. (1957): Unteres und mittleres Unter-Ems im Lieser-Profil (Unterdevon, SE-Eifel).- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**: 129 - 145, 1 Abb., 7 Taf.; Wiesbaden

RÖDER, D.H. (1960): Ulmengruppe in sandiger Fazies.- Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **31**: 66 S., 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf.; Wiesbaden

SCHARF, B.W. (1980): Zur Morphometrie und Hydrodynamik der Eifelmaare.- Mitt. POLLICHIA, **68**: 101 - 110, 10 Abb., 1 Tab.; Bad Dürkheim/Pfalz

SCHARF, B.W. (1983): Hydrographie und Morphometrie einiger Eifelmaare.- Beitr. Landespflege Rheinland-Pfalz, **9**: 54 - 65, 1 Abb., 2 Tab.; Oppenheim

SCHMIDT-LÜTTMANN, M. (1986): Vorhaben „Sicherung der nährstoffarmen Seen in Rheinland-Pfalz." Überlegungen und Berechnungen zur Frage der Erhaltung des oligotrophen Zustands. - 15 S., 5 Tab. u. Tab.-Anhang; Oppenheim [unveröff.]

SCHMIDT-RIES, H. (1954/55): Beiträge zur Physiographie der Eifelmaare.- Gewässer & Abwässer, **9/10**: 7 – 112, 12 Abb., 36 Kurvenbilder, 1 Tab.; Düsseldorf

SCHOELLER, H. (1962): Les eaux souterraines.- 642 S., 187 Abb.; Paris: Masson

SEISMOS G.m.b.H. (1958): Bericht über geoelektrische Aufschlußmessungen im Alftal bei Strohn in der Eifel für das KWW Kochem a. d. Mosel.- Archivnr. 992/14. – 7 S., 1 Kte.; Hannover [unveröff.]

SIMPSON, S. (1940): Das Devon der SE-Eifel zwischen Nette und Alf. Stratigraphie und Tektonik mit einem Beitrag zur Hunsrückschiefer-Frage.- Abh. senkenb. naturforsch. Ges., **447**: 81 S., 3 Abb., 10 Tab., 8 Taf.; Frankfurt am Main

SOLLE, G. (1950): Obere Siegener Schichten, Hunsrückschiefer, tiefstes Unterkoblenz und ihre Eingliederung in das Rheinische Unterdevon.- Geol. Jb., **65**: 299 – 380, 2 Abb., 3 Tab.; Hannover

STACHEL, T. & BÜCHEL, G. (1989): Das Döttinger Maar: Fallstudie eines großen tertiären (?) Tuffschlotes im Vulkanfeld der Hocheifel.- Z. dt. geol. Ges., **140**: 35 – 51, 8 Abb. – Hannover

STEININGER, J. (1820): Die erloschenen Vulkane in der Eifel und am Niederrhein.- 223 S., Mainz: Kupferberg

STRAKA, H. (1975): Die spätquartäre Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel. Pollenanalytische Untersuchungen an vermoorten Maaren.- Beitr. Landespflege Rheinland-Pfalz, Beih. 3: 163 S., 27 Abb., 21 Tab.; Oppenheim

THON, B. (1984): Tektonische Untersuchungen im Unterdevon der Südeifel zwischen der Siegener Hauptaufschiebung und der Wittlicher Senke (N-Flügel d. Moselmulde).- Diss., 144 S., 65 Abb., 1 Taf., 8 Anl.; Bonn

WEBER, K. (1978): Das Bewegungsbild im Rhenoherzynikum – Abbild einer varistischen Subfluenz.- Z. dt. geol. Ges., **129**: 249 – 281, 11 Abb., 1 Taf.; Hannover

WEILER, H. (1987): Vulkanische Lockergesteine in der NW-Eifel, ihre Bedeutung für Wasserversorgung und Grundwasserhaushalt.- Mainzer geowiss. Mitt., **16**: 275 – 306, 16 Abb., 1 Tab.; Mainz

WEITZEL, M. (1981): Kurzgutachten zur Schutzwürdigkeit des Strohner Märchens.- Manuskript d. Bezirksregierung Trier; Trier [unveröff.]

WIENECKE, K. (1979 a): Der Nachweis eines bisher unbekannten jungquartären Lavastroms bei Strohn/ Westeifel mit Hilfe der Geomagnetik.- N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1979**: 28 – 38, 5 Abb., 1 Tab.; Stuttgart

WIENECKE, K. (1979 b): Geologische und geophysikalische Untersuchungen im Vulkangebiet SE Gillenfeld (Westeifel).- Diplom-Arbeit, 108 S., 61 Abb., 6 Taf.; Bonn [unveröff.]

Außerdem wurden Unterlagen aus folgenden Quellen verwendet:
- Archiv des WWA Trier
- Archiv des KWW Cochem-Zell
- Archiv des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz
- Bohrarchiv des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 01.05.1991)

Anschriften der Autoren:
Dipl.-Geol. Marion Hemfler, Privat-Dozent Dr. Georg Büchel,
Institut f. Geowissenschaften, Johannes Gutenberg-Universität, Saarstraße 21, Postfach 3980, 6500 Mainz

Druckfehlerberichtigung zu Mitt. POLLICHIA, 78 (1991)

Artikel GRIMM & STAPF:

Bedauerlicherweise wurden bei den Abbildungen 2–7 die Maßstäbe nicht gedruckt. Sie sind wie folgt:

Abb. 2

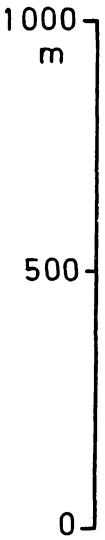


Abb. 3

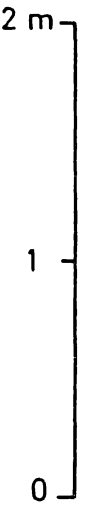


Abb. 4

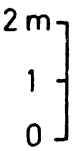


Abb. 5

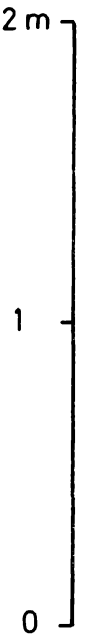


Abb. 6

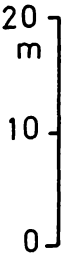
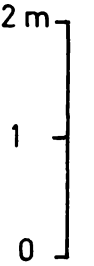


Abb. 7



Artikel HEMFLER & BÜCHEL, Seite 79:

bei Abb. 13 a in Überschrift anstelle MCO3-... muß es heißen: HCO_3-...

bei Abb. 13 a y-Achse anstelle von HCO3-... muß es heißen: HCO_3-...

bei Abb. 13 a und 13 b y-Achse anstelle mg/1 muß es heißen: mg/l

Selbstverlag der POLLICHIA, Pfalzmuseum für Naturkunde
(POLLICHIA-Museum)
6702 Bad Dürkheim 2, Hermann Schäfer-Straße 17

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mitteilungen der POLLICHIA

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Büchel Georg, Hemfler Marion

Artikel/Article: Influente Verhältnisse als Folge der Trinkwassergewinnung im Alfbachtal bei Strohn (Westeifel) 35-83