

Geologie und Hydrogeologie der Gerolsteiner Mulde (linksrheinisches Schiefergebirge) unter Berücksichtigung der Mineralwasservorkommen

KARL-HEINZ KÖPPEN

Kurzfassung: Innerhalb der mitteldevonischen Eifel-Kalkmulde von Gerolstein konnte durch die Kombination von geologischer Geländeaufnahme mit der hydrochemischen Untersuchung von Oberflächen- und Grundwässern ein erstes Modell für die Genese der im Muldenkern zutage tretenden und dort wirtschaftlich genutzten Mineralwässer entwickelt werden. Dabei handelt es sich um Calcium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Säuerlinge, die in situ durch Wechselwirkungen zwischen versickernden Niederschlagswässern, dem Erdmantel entstammender Kohlensäure und dem Gestein als Mineralienträger entstehen.

Abstract: The SW-NE orientated Middle Devonian Eifel-Limestone syncline of Gerolstein is part of the Middle-Upper Devonian limestone synclinorium of the "Eifler Nord-Süd-Zone" (Western Rhenish Massif). The syncline of Gerolstein belongs to the center of the NW-SE aligned Cenozoic Westeifel volcanic field causing the occurrence of high percentages of CO₂ (up to 3000 mg/l) in the groundwater. The mineral water of Gerolstein, industrially used (Gerolsteiner Sprudel, one of the biggest mineral water producers of Germany) is a "Calcium-Magnesium-Bicarbonate-acidulous spring" (= 2500 mg/l) which is originated in the Middle Devonian dolomitic limestones (Givetium, core of the syncline). The infiltration of atmospheric waters and the constant upstream of CO₂ of mantle origin cause and control four concentration levels of the groundwater in the dolomitic limestone aquifer. By detailed geological and geochemical investigations it was possible to evolve a first groundwater model for this important mineral water resource.

1. Einleitung

Innerhalb der Gerolsteiner Mulde (Westeifel) existiert ein Mineralwasservorkommen, das wirtschaftlich von der Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co., einem der größten mineralwasser-abfüllenden Betriebe in Deutschland, genutzt wird. Ziel der im Rahmen einer Dissertation an der Universität Trier durchgeführten Untersuchungen war es, die Geologie der Struktur im Hinblick auf die Mineralwassergenese zu untersuchen und ein erstes Modell der hydrochemischen Abläufe mit deren Lokalisation zu entwickeln. Parallel wurden Wasserhaushaltsbilanzen gerechnet, um die Ressource auch quantitativ beschreiben zu können.

Der Dr. Hanns Simon-Stiftung (Bitburg) und der Gerolsteiner Brunnen GmbH & Co KG gilt mein Dank für die Förderung der vorliegenden Arbeit.

2. Geologische Übersicht

Die Gerolsteiner Mulde ist eine der mitteldevonischen Kalkmulden, die sich innerhalb der Eifeler Nord-Süd-Zone (MURAWSKI 1964) von Nord nach Süd aneinanderreihen. Gleichzeitig gehört sie zum zentralen Bereich des SE-NW streichenden Westeifeler Vulkanfeldes. Diese Position im Kreuzungsbereich zweier geologisch bedeutsamer Strukturen wirkt sich auch auf die Mineralwassergenese aus. Eine Grobgliederung der Gerolsteiner Mulde in drei stratigraphische Stockwerke ist durchführbar:

Devon

Feinklastische Gesteine des Emsiums, überwiegend Klerfer Schichten, bauen die Umrandung und den tieferen Untergrund der Mulde auf. In diesen Rahmen aus Ton- und Sandsteinen, Grauwacken und Quarziten des Unterdevons lagern sich innerhalb der Gerolsteiner Mulde siltig-tonige Sedimente des unteren Eifeliums mit Karbonaten ein (Lauch bis Ahrdorf). Eine deutliche Dominanz der karbonatischen Gesteine (Dolomite und Kalksteine) bestimmt ab der Junkerberg-Folge die lithologische Ausbildung der mitteldevonischen Gesteine bis ins Givet (Pelmer Dolomit, KRÖMMELBEIN 1957). Sie haben sich im Muldenkern in einer Mächtigkeit von ca. 220 m erhalten.

Trias

Die meist sehr kleinen Vorkommen triassischer Gesteine innerhalb und im Umfeld der Gerolsteiner Mulde sind Relikte einer früher bestehenden, durchgehenden Triasbedeckung in der Eifel (WIENECKE 1983). Im Gerolsteiner Raum lagern Sandsteine des mittleren und oberen Buntsandsteins diskordant auf den unter- und mitteldevonischen Schichten.

Quartärer Vulkanismus

Das jüngste geologische „Stockwerk“ der Gerolsteiner Mulde besteht aus einer großen Anzahl von Schlacken- und Tuffkegeln mit Lavaströmen sowie einigen, randlich zur Mulde gelegenen Maaren und Tuffringen (BÜCHEL 1984; MERTES 1983). Diese sind dem quartären Westeifelvulkanismus zugehörig.

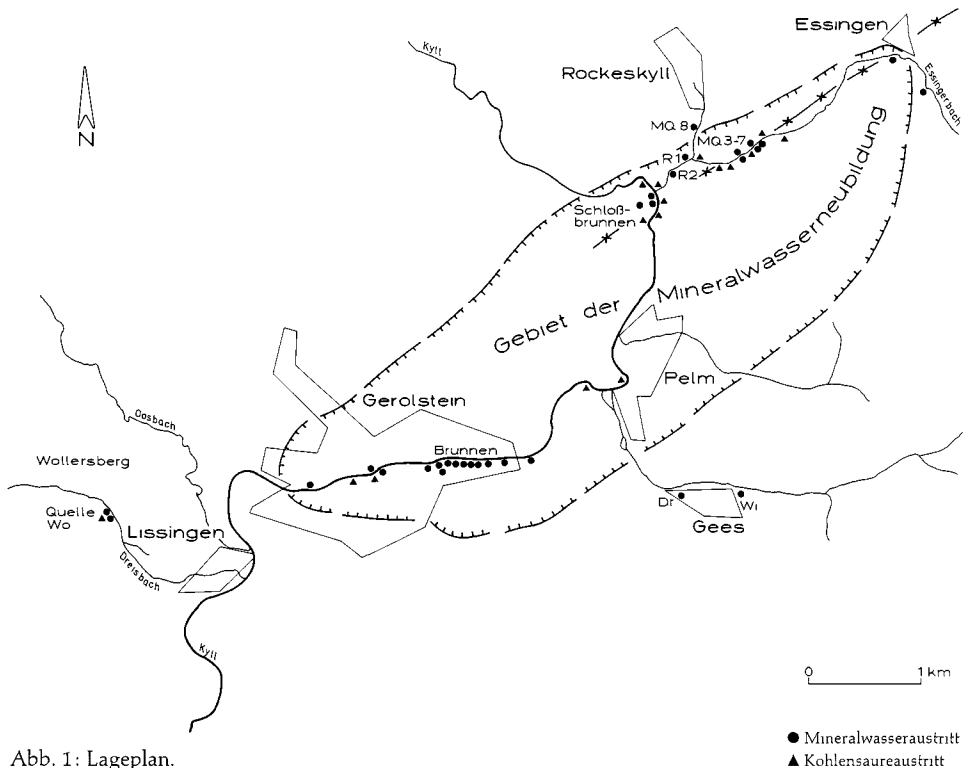


Abb. 1: Lageplan.

3. Hydrogeologische Übersicht

Sechs hydrogeologisch relevante Groseinheiten prägen aufgrund ihrer lithologischen Zusammensetzung die Gerolsteiner Mulde. Im Unterdevon finden sich keine guten Grundwasserspeicher. Die meist gering durchlässigen, tonig-sandigen Gesteine weisen nur in Störungszonen eine beschränkte Speicherkapazität auf. In den z. T. engständig geklüfteten, siltig-mergeligen Schichten des unteren Eifeliums (Lauch- und Untere Junkerberg Schichten) der Gerolsteiner Mulde vergrößert sich die Wasserspeicherkapazität. Sie erreicht im Muldenkern ein Maximum. Die Karbonatgesteine des oberen Eifeliums und Givetiums stellen dort aufgrund ihrer starken Klüftigkeit und ihrer teilweisen Verkarstung einen guten Grundwasserspeicher dar. In diesem bildet sich auch das Mineralwasser der Gerolsteiner Mulde.

Die Sandsteine der Trias stellen einen guten, lithologisch relativ homogen ausgebildeten Poren- und Klüftgrundwasserspeicher dar, der zum wesentlichen Teil für die Wasserversorgung der Stadt Gerolstein genutzt wird. Lagern die Sandsteine in der Tiefe unterdevonischen Schichten auf, so wirkt diese Grenze als Stauhorizont, der häufig von Schichtquellen markiert wird (Buntsandsteingebiet südlich Gerolstein).

Die Lockergesteine des quartären Vulkanismus stellen einen weiteren potentiellen Wasserspeicher dar. Bei einem nutzbaren Porenvolumen der Tuffe von bis zu 30 Prozent ist eine wirksame Wasserspeicherung vom geologischen Untergrund abhängig. Stehen im Liegenden unterdevonische Gesteine an, so erfolgt bei entsprechender großräumiger Verbreitung und Mächtigkeit vulkanischer Gesteine ein Rückhalt, aus dem kontinuierlich an der Basis gelegene Quellen gespeist werden können (GEIB & WEILER 1968; WEILER 1987). Stehen mitteldevonische Gesteine im Untergrund an, so kommt es zu einer weiteren, tieferen Versickerung der Niederschlagswässer. Die quartären Terrassen- und Flußablagerungen sind kleinräumige Wasserspeicher, die meistens Anteile von Uferfiltrat aus der Kyll enthalten.

Eine hohe Gebirgsdurchlässigkeit hat lithologische und häufig auch tektonische Ursachen. Im Muldenkern der Gerolsteiner Mulde zeigt sich eine starke Auflockerung. Die Karbonatgesteine des Muldenkerns reagierten auf mechanische Beanspruchung mit Brüchen, die auch in den stark geklüfteten Dolomittfelsen über dem Kylltal dokumentiert sind. Daneben förderte Verkarstung die Durchlässigkeit der mitteldevonischen Dolomite und Kalksteine. Im Wirkungsbereich von Störungs- bzw. Verwerfungszonen tritt eine ähnliche Auflockerung auf. Die Wasserwegsamkeit ist hier von der Klüftigkeit, der Beanspruchungsstärke und der Petrographie abhängig. Innerhalb der Gerolsteiner Mulde existieren zwei besonders hydrogeologisch wirksame Störungszonen:

Die erste erstreckt sich im west-ost-streichenden Tal der Kyll im direkten Stadtbereich von Gerolstein. Mehrere Störungen verursachen hier eine verbesserte Wasserwegsamkeit des Untergrundes. Auf ihr und einem entsprechenden Druckpotential im Einzugsgebiet der Quellen beruht der freie artesische Überlauf von Mineralwasser in den Brunnen der Sprudel-Industrie.

Die zweite Verwerfungszone im Umknickbereich der Gerolsteiner Mulde wird durch das Kylltal am Schloßbrunnen und das Essinger Bachtal morphologisch nachgezeichnet. In ihrem Nahbereich treten, bedingt durch die verbesserte Gebirgsdurchlässigkeit, am Talboden artesisch auslaufende Mineralquellen und Kohlensäure-Mofetten zutage.

4. Hydrochemie der Wässer der Gerolsteiner Mulde

Im Wassereinzugsgebiet der Gerolsteiner Mulde treten eine Vielzahl unterschiedlicher Wässer auf. Von September 1986 bis Februar 1987 wurden, um den Einfluß der Gesteinsbeschaffenheit auf den Chemismus der Oberflächen- und Grundwässer zu erfassen, im Einzugsgebiet der Gerolsteiner Mulde an 178 Stellen entnommene Oberflächen-, Quell- und Brunnenwässer untersucht. Zur Klassifizierung und Beschreibung wurden die Proben,

getrennt in Bach- und Quellwässer, drei verschiedenen lithologischen Einheiten zugeordnet. Devon, Buntsandstein und quartäre Vulkanite bilden die Basis dieser Zuordnung. Sie setzt voraus, daß das Einzugsgebiet der Bäche bzw. Quellen reell bestimmt worden ist. Mischgruppen der einzelnen Gesteinsgruppen wurden nicht berücksichtigt. Die im Untersuchungsgebiet verbreiteten Grundwassertypen sollen in dem vorliegenden Rahmen nur durch die nachfolgende Darstellung im PIPER-Diagramm (Abb. 2) und zusammengefaßt in Tabelle 1 beschrieben werden.

Tab. 1: Gehalte ausgewählter Hauptkomponenten in den Quellwässern der Gerolsteiner Mulde.

	Unter-/Mitteldevon	Mitteldevon	Buntsandstein	Vulkanite
Gesamtkonz.	341,03 mg/l	459,71 mg/l	77,91 mg/l	181,26 mg/l
Natrium	3,68 mg/l	5,63 mg/l	4,56 mg/l	4,82 mg/l
Kalium	1,80 mg/l	4,19 mg/l	1,89 mg/l	4,42 mg/l
Calcium	69,35 mg/l	78,57 mg/l	11,74 mg/l	33,87 mg/l
Magnesium	19,07 mg/l	24,07 mg/l	5,54 mg/l	8,47 mg/l
Strontium	0,14 mg/l	0,30 mg/l	0,08 mg/l	0,23 mg/l
Eisen	0,04 mg/l	0,03 mg/l	0,20 mg/l	0,09 mg/l
Chlorid	8,44 mg/l	8,58 mg/l	7,47 mg/l	10,00 mg/l
Sulfat	13,90 mg/l	13,17 mg/l	10,01 mg/l	10,52 mg/l
Hydrogenkarbonat	224,75 mg/l	313,04 mg/l	24,91 mg/l	92,43 mg/l

Innerhalb der Gerolsteiner Mulde tritt an mehreren Stellen ein z. T. hochmineralisiertes Grundwasser zutage. Es handelt sich dabei um ein natürliches Mineralwasser gemäß der „Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser“ vom 1. August 1984 (Mrvo 1984).

Der Hauptbildungsbereich des Gerolsteiner Mineralwassers liegt nach den heutigen Erkenntnissen in einem ovalen, NE-SW gestreckten Gebiet zwischen der Stadt Gerolstein, dem Schloßbrunnen und dem Ort Essingen (Abb. 1). Er umfaßt eine Fläche von ca. 10 Quadratkilometern. Innerhalb dieses Gebietes stehen im Untergrund kalkig-dolomitische Gesteine des oberen Mitteldevons (ab mittlerer Junkerberg-Folge) an. Von ihnen leitet sich der Mineralbestand des Types „Calcium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Säuerling“ der Gerolsteiner Mineralwässer ab. Bei gleichem Chemismus lassen sich vier Konzentrationsniveaus (< 1000 mg/l; < 2000 mg/l; < 2800 mg/l; > 2800 mg/l gelöste Festsubstanz) unterscheiden. Diese liegen im Normalfall innerhalb der zentralen Gerolsteiner Mulde untereinander und weisen z. T. kontinuierliche Übergänge auf (>< 2800 mg/l) (Abb. 3). Mit zunehmender Tiefe kommt es dabei zu einer höheren Anreicherung von Mineralien im Wasser. Parallel dazu vollzieht sich eine schwache Verschiebung (zunehmender Alkalisierung) innerhalb der Kationenverhältnisse, die auf Reaktionen mit dem umgebenden Gestein beruht (Abb. 5).

Die beiden Hauptbrunnenfelder der Gerolsteiner Brunnenbetriebe liegen im ost-west-verlaufenden Kylltal in der Stadt Gerolstein, am Schloßbrunnen und bei Rockeskyll (Abb. 1). In Gerolstein sind die nahe beieinanderliegenden Brunnen zwischen 50 und 920 Meter tief, sie fördern Mineralwasser aus dem Tiefenbereich von 30 bis 200 Metern. Sie stehen alle, zumindest im oberen Teil, in karbonatischen Gesteinen des oberen Mitteldevons. Der sonst

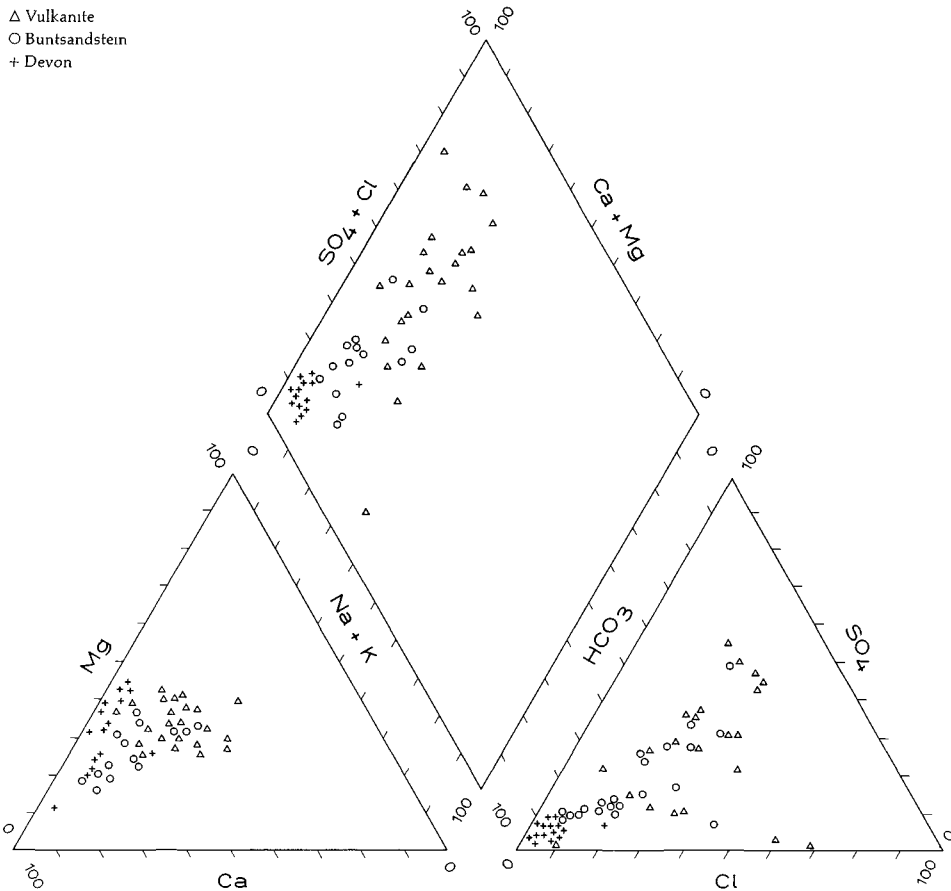


Abb. 2: Ionenverhältnisse und Grundwassertypen der Quellwässer.

gleichmäßig geschichtete Tiefenwasserkörper ist dort durch tektonische Verstellungen des Untergrundes gestört. Hochmineralisiertes Wasser kann aufgrund dessen bis an die Erdoberfläche gelangen. Früher liefen in Kyllnähe mehrere Quellen artesisch über, an ihrer Stelle wurden Brunnen angelegt. Die Brunnen am Schloßbrunnen und von Rockeskyll liegen im Bereich einer zweiten tektonischen Störungszone, die sich morphologisch als Essinger Bachtal ausprägt. Neben den Brunnen des Abfüllbetriebes sind in dem landwirtschaftlich genutzten Tal eine Vielzahl von Kohlensäureaustritten und einige frei auslaufende Mineralquellen im oder neben dem Essinger Bach zu beobachten.

Neben dem großflächigen Mineralwasservorkommen der zentralen und östlichen Gerolsteiner Mulde mit seinen an Störungszone gebundenen Quellen kann Mineralwasser auch punktuell zutage treten. Dies ist bei dem peripheren Vorkommen bei Lissingen der Fall. Die auf die Gerolsteiner Mulde bezogen am weitesten westlich gelegene Mineralquelle befindet sich am alten Wöllersberg-Schlot im Dreisbachtal. Aus der grobgefaßten Quelle (Wö) fließt ein Natrium-Calcium-Magnesium-Hydrogenkarbonat-Säuerling mit hohen Mineral- und Kohlensäurekonzentrationen (ca. 2400 mg/l). Die Kationengehalte bzw. -verhältnisse (Tab. 2)

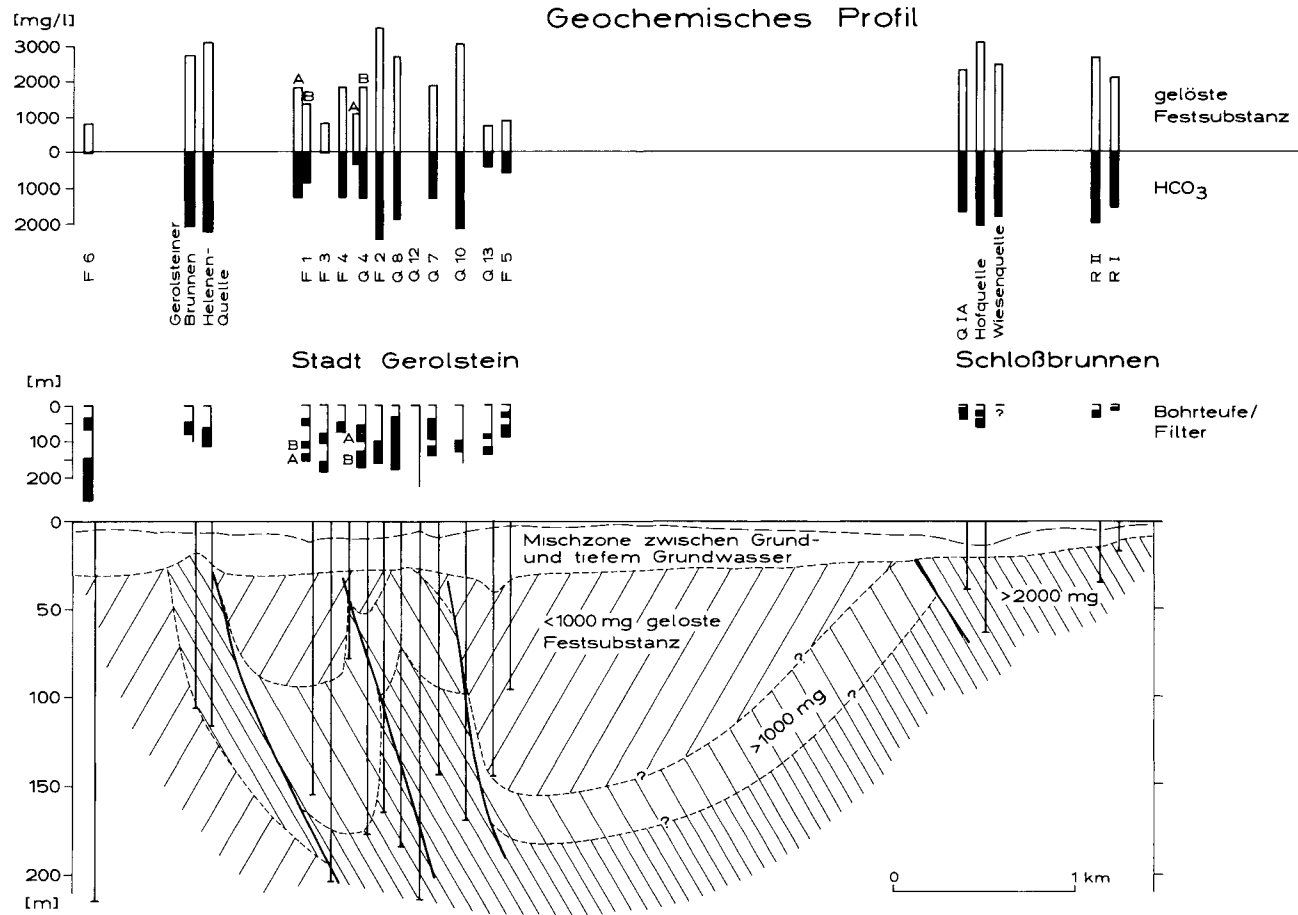


Abb. 3: Schematischer hydrochemischer Schnitt durch die Gerolsteiner Mulde.

Tab. 2: Mittlere Zusammensetzungen der Mineralwasser der Gerolsteiner Mulde (ausgewählte Parameter).

	T°C	pH	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄	Konz. (mg/l)
Wö	8,8	6,00	207,2	23,1	250,3	125,2	1851	25,4	24,1	2399
< 1000	10,5	6,69	18,6	4,8	145,8	51,4	669	9,9	12,5	936
< 2000	11,8	6,19	58,2	7,9	254,7	86,6	1269	23,1	22,6	1758
< 2800	11,8	6,25	121,1	10,4	344,3	107,5	1817	42,0	31,6	2463
> 2800	12,4	6,37	201,3	14,2	435,7	128,6	2348	65,8	32,5	3246
Schloß	13,2	6,71	170,5	19,3	342,0	114,1	1935	47,6	80,4	2722
R1 + R2	10,3	6,07	49,8	18,8	497,6	107,2	2153	41,0	34,8	2883
MQ 8	9,6	5,85	12,9	11,7	128,8	42,9	631	11,2	10,8	866
MQ 3-7	9,8	5,96	23,1	22,1	166,7	52,4	769	8,9	5,2	1068
GeesWi	9,5	6,20	27,3	6,9	318,8	52,8	1243	29,7	19,8	1714
GeesDr	10,2	5,95	5,0	5,6	312,2	39,7	1087	5,2	18,2	1491

verdeutlichen die Abweichung dieses Wassers vom charakteristischen Gerolsteiner Wassertypus. Diese Unterschiede sind auf die im Einzugsgebiet vorkommenden unterdevonischen Gesteine zurückzuführen.

Die beiden Geeser Quellen sind ebenfalls punktuelle Vorkommen am Rande der Mulde. Im Gegensatz zur Quelle am Wöllersberg bilden tonig-siltig-kalkige Gesteine des unteren Mitteldevons ihr Einzugsgebiet und begründen die geringere Abweichung von den Calcium-Magnesium-Wässern Gerolsteins.

Für die kleinräumige Betrachtung des Chemismus (154 Analysen, 31 Lokalitäten) eignen sich die Kationenverhältnisse neben der Konzentration an gelöster Festsubstanz besonders. Die Kationen reagieren stärker als die Anionen auf lithologische Änderungen. Durch vielfältige physikochemische Vorgänge, wie z. B. Ionenaustausch, zeigen sie schon auf kleine Distanz Verschiebungen an. Demgegenüber besitzen die Anionenverhältnisse mit meist über 90prozentigem Hydrogenkarbonatanteil eine relativ hohe Stabilität gegenüber Änderungen des Gesteins (Abb. 4).

Die Alkali- und Erdalkalielemente Natrium, Kalium, Calcium und Magnesium sind hauptsächlich an der Mineralwassergenese beteiligt. Natrium und Kalium, oft in Sand- und Tonsteinen angereichert, sind in den Karbonaten des Muldenkerns nur untergeordnete Bestandteile. Aufgrund seiner hohen Löslichkeit ist Natrium dabei geochemisch aktiver als das meist in Tonen fest adsorbierte Kalium. Diesen Sachverhalt spiegelt der Vergleich des Verhältnisses der beiden Alkali-Ionen wider. Unabhängig von dem Gehalt an gelöster Festsubstanz zeigt Kalium eine relative Äquivalentmengenkonstanz (0,84 – 0,99 Äqui.-%) für die Gerolsteiner Brunnen, während Natrium demgegenüber in einer direkten Beziehung zum Konzentrationsgrad steht. Beruhend auf Austauschprozessen steigt der Gehalt von 6,51 auf 21,09 Äqui.-% in den hochmineralisierten Wässern mit gleichzeitig größerem Tiefgang des Vorkommens. Das Schloßbrunnen-Rockeskyller Vorkommen weicht schwach davon ab, da die prozentualen Gehalte an Kalium ähnlich denen des Natriums steigen. Differenziert man allerdings in Brunnen am Schloßbrunnen und in R1 und R2 sowie in frei ausfließende Mineralquellen MQ 3 bis 8, so wird der erste Befund spezifiziert. Während die Brunnen eine Verhältniskonstanz von 1,32 – 1,43 Äqui.-% besitzen, schwanken in den freiaustretenden Quellen durch eine

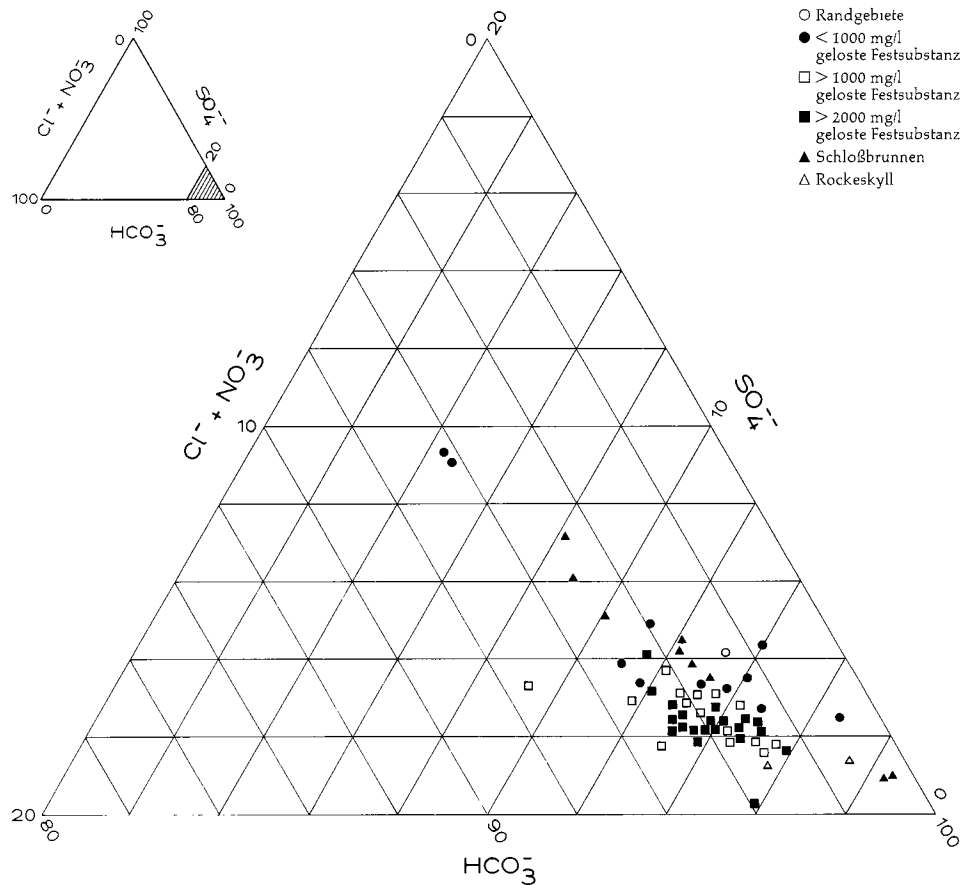


Abb. 4: Anionenverhältnisse $\text{HCO}_3^- : (\text{Cl} + \text{NO}_3) : \text{SO}_4$.

Mischwasserbildung die Natrium- und Kaliumgehalte (Tab. 2, Abb. 5). In den beiden Geeser Quellen (GeesDr, GeesWi) ist Kalium ähnlich den Gerolsteiner Wässern konzentrationunabhängig. Der hohe Natriumgehalt in der Quelle am Wöllersberg geht auf die unterdevonischen Gesteine ihres Einzugsgebietes zurück.

Calcium und Magnesium der Tiefenwässer stammen aus den Kalken und Dolomiten des oberen Mitteldevons der Gerolsteiner Mulde. Sie sind die mengenmäßig häufigsten Kationen in den vorkommenden Mineralwässern. Der Gehalt an Ca^{2+} - und Mg^{2+} -Ionen im Wasser wird durch das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtssystem ($\text{CaCO}_3\text{-CO}_2\text{-H}_2\text{CO}_3\text{-HCO}_3^-\text{-CO}_3^{2-}$) gesteuert. pH-Wert, Druck und der Gehalt an vulkanischer Kohlensäure beeinflussen es entscheidend. Die untersuchten Tiefenwässer der Stadt Gerolstein zeigen eine schwache Tendenz der Abnahme beider Erdalkali-Ionen mit steigender Mineralisation (Tab. 2). Ein geringeres Calcium-Magnesium-Verhältnis der hochmineralisierten Tiefenwässer am Schloßbrunnen deutet auf eine längere Verweildauer im Untergrund hin, während der Reaktionen zugunsten des Alkaliegehaltes ablaufen konnten. Hierfür ist die gleichzeitige Natriumzunahme ein Indiz. Die schwachmineralisierten Wässer der Mineralquellen 3 und 8 bei Rockes-

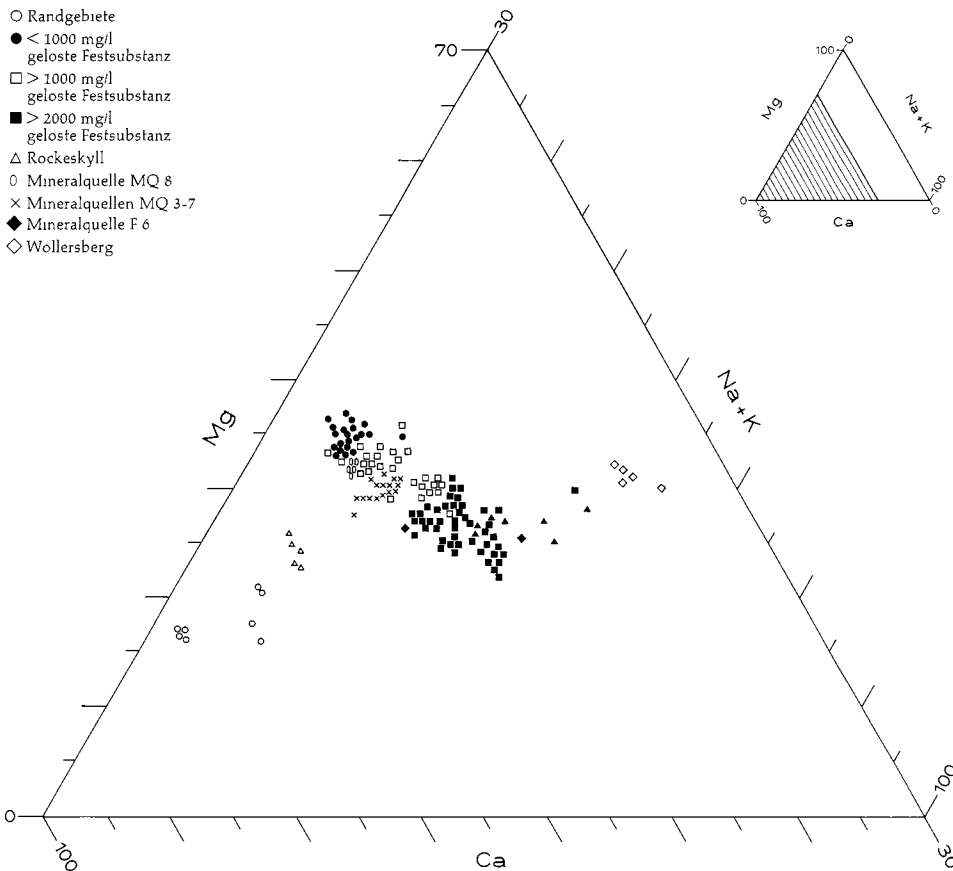


Abb. 5: Kationenverhältnisse Ca : Mg : (Na + K).

kyll (Abb. 1) sind den Gerolsteiner Wässern dieses Niveaus vergleichbar. Gegenüber dem Schloßbrunnen weisen sie 59,34 bzw. 58,49 Äqui.-% Calcium und 32,65 bzw. 30,32 Äqui.-% Magnesium auf. Die Wässer im Bereich Rockeskyll besitzen mit 68,34 (Ca) zu 24,28 (Mg) das größte Erdalkali-Verhältnis. Die geringe Beimischung von Alkalien und der hohe Calciumgehalt deuten mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ein sehr junges Mineralwasser hin. Dieses verdankt seine hohe Mineralisation dem verstärkten Auftreten von vulkanischer Kohlensäure im Bildungsgebiet. Ein ähnlicher Ursprung dürfte den Geeser Wässern zugrunde liegen. Mit 73,36 bzw. 81,05 Äqui.-% Calcium sind sie als Calcium-Hydrogenkarbonat-Säuerlinge anzusprechen. Im Mineralwasser am Wöllersberg macht sich der Einfluß vorwiegend feinklastischer, unterdevonischer Gesteine im Untergrund bemerkbar. Calcium besitzt nur noch einen Anteil von 38,51 Äqui.-%, während Magnesium (31,76) und Natrium (27,80) verstärkt auftreten. Der Gehalt an Erdalkalien sinkt mit steigender Mineralisation bzw. Versenkungstiefe zugunsten einer Zunahme der Alkali-Ionenkonzentration. Diese Tatsache beruht vor allem auf dem Austausch von Calcium- gegen Natriumionen im Niveau des unteren, tonig-siltig-kalkig ausgebildeten Mitteldevons.

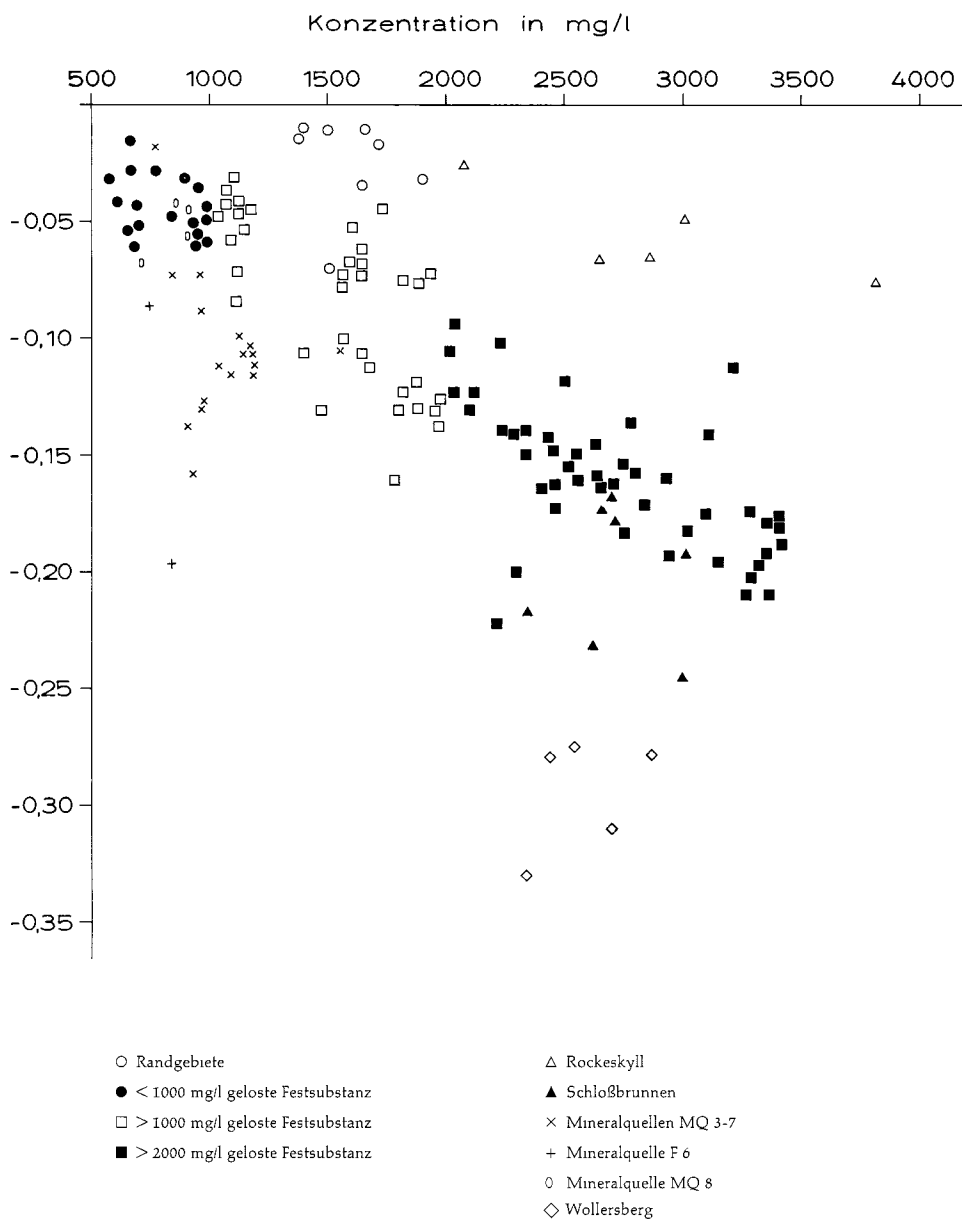
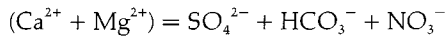


Abb. 6: Konzentration und „Negativer Basenaustauschindex“ nach SCHOELLER (I_{BA} -Wert).

Die schwache Alkalisierung der Tiefenwässer ist über den Index des Basenaustausches nach SCHOELLER (MATTHESS 1973) beschreibbar. Ausgehend von einem ursprünglich ausgeglichenen Ionenverhältnis:



verschiebt sich beim Austausch der Erdalkalien im Wasser gegen Alkalien aus dem Gestein die Äquivalentsumme zu $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) > \text{Cl}^-$. Der „negative Basenaustauschindex“ (I_{BA}) nach SCHOELLER lautet daher:

$$I_{\text{BA}} = (\text{Cl}^- - (\text{Na}^+ + \text{K}^+)) / (\text{SO}_4^{2-} + \text{HCO}_3^- + \text{NO}_3^-).$$

Betrachtet man Konzentration und „negativen Basenaustauschindex“ gemeinsam, so zeigt sich für die Wässer in Gerolstein und am Schloßbrunnen eine kontinuierliche Zunahme des I_{BA} bei steigender Konzentration. Die gleiche Tendenz ist abgeschwächt an den Mineralquellen 3 bis 7 im Essinger Bachtal zu beobachten. Auch hier findet schon bei niedrigen Konzentrationen ein reger Austausch von Kationen statt (Abb. 5, 6). Die Rockeskyller (R1 und R2) und Geeser Wässer (GeesDr, GeesWi, Abb. 1) dagegen zeigen einen im Hinblick auf das umgebende Gestein für ihre Konzentration zu niedrigen negativen Basenaustauschindex. Dies kann wieder als Indiz für ein relativ junges Mineralwasser gewertet werden. Die Wöllersberg-Mineralquelle mit ihren hohen Mineralkonzentrationen und ihren gleichzeitig hohen I_{BA} -Werten stellt einen Sonderfall dar. Sie ist, wie ein Vergleich mit Mineralwässern aus der Westeifel zeigt, als Verbindungsglied zwischen Mineralwässern aus dem Mitteldevon und dem Unterdevon anzusehen. Über die Bildungsgeschwindigkeit des Mineralwassers gibt es keine Erkenntnisse. Auch die Beziehungen zwischen Oberflächenwässern und Tiefenwässern sind noch nicht eindeutig geklärt. Fest steht, daß Austauschvorgänge stattfinden, da ständig Mineralwasser neugebildet wird. Dieser Austausch geht sehr langsam voran, wie Tritiummessungen (LANGGUTH & PLUM 1984) zeigen. Altersbestimmungen der Mineralwässer nach der ^{14}C -Methode ergeben durch die Anwesenheit des magmatogenen Kohlendioxid kein sicheres Ergebnis.

5. Schlußfolgerungen

- Das Vorkommen eines Mineralwassers des Typus Ca-Mg-HCO₃-Säuerling ist an die karbonatischen Gesteine der zentralen Gerolsteiner Mulde gebunden.
- Der hydrochemische Charakter des Mineralwassers wird ausgehend von der Beschaffenheit der anstehenden Gesteine durch Lösungsvorgänge unter Beteiligung von magmatogenem CO₂ geprägt, das vor allem in Störungszonen verstärkt auftritt.
- Im Mineralwasserkörper liegen mehrere Konzentrationsniveaus vor, die den „Genesegrad“ des Wassers charakterisieren.
- Die Kationenverhältnisse reagieren rasch auf lithologische Wechsel.
- Auf Störungszonen tritt hochkonzentriertes Mineralwasser randlich der karbonatischen Gesteine des Muldenkerns artesisch bis an die Erdoberfläche (Bereich der Brunnenfelder).
- Mit Hilfe des FORTRAN-IV-Programms PHREEQE (PARKHURST & THORSTENSON & PLUMMER 1981) konnte der Modellnachweis einer in-situ-Entstehung des Gerolsteiner Mineralwassers geführt werden.

Schriften

- BÜCHEL, G. (1984): Die Maare im Vulkanfeld der Westeifel, ihr geophysikalischer Nachweis, ihr Alter und ihre Beziehung zur Tektonik der Erdkruste. Diss. Univ. Mainz, 385 S., 126 Abb., Mainz. – [unveröff.].
- GEIB, K. W. & WEILER, H. (1968): Die vulkanischen Ablagerungen der Eifel und ihre Bedeutung für Wasserhaushalt und Wasserversorgung. – Mainzer naturwiss. Archiv, 7, S. 141-152, 2 Abb., Mainz.
- KÖPPEN, K. H. (1987): Geologie und Hydrogeologie der Gerolsteiner Mulde. Diss. Univ. Trier, 114 S., 46 Abb., 24 Tab., 3 Anhänge, 6 Anl., Trier. – [unveröff.].
- KRÖMMELBEIN, K. (1957): Zur Gliederung des Devons der Gerolsteiner Mulde in der Eifel. – Senck. leth., 38, S. 359-367, 2 Tab., Frankfurt a. M.
- LANGGUTH, H. R. & PLUM, H. (1984): Untersuchung der Mineral- und Thermalquellen der Eifel auf geothermische Indikationen. Forschungsber. T 84-019, BMFT, 176 S., 44 Abb., 12 Tab., Karlsruhe.
- MATTHESS, G. (1973): Die Beschaffenheit des Grundwassers. 324 S., 89 Abb., 86 Tab., (Bornträger) Berlin.
- MERTES, H. (1983): Aufbau und Genese des Westeifeler Vulkanfeldes. – Bochumer geol. geotechn. Arb., 9, 415 S., 104 Abb., 42 Tab., Bochum.
- MTVO (1984): Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quell- und Tafelwasser vom 1. 8. 1984. BGBl., T. I, S. 1029, Bonn.
- MURAWSKI, H. (1964): Die Nord-Süd-Zone der Eifel und ihre nördliche Fortsetzung. – Publ. Serv. Geol. Lux., XIV, S. 285-305, 6 Abb., 1 Taf., Luxembourg.
- PARKHURST, D. L. & THORSTENSON, D. C. & PLUMMER, L. N. (1981): PHREEQE – A computer programme for geochemical calculation. US Geol. Surv., Water Research Investigations, 80-96, 210 S., Washington, D. C.
- WEILER, H. (1987): Vulkanische Lockergesteine in der NW-Eifel, ihre Bedeutung für Wasserversorgung und Grundwasserhaushalt. – Mainzer geowiss. Mitt., 16, S. 275-306, 16 Abb., 1 Tab., Mainz.
- WIENECKE, K. (1983): Strukturelle Untersuchungen im Mesozoikum der Eifeler Nord-Süd-Zone. Diss. Univ. Bonn, 187 S., 12 Abb., 11 Anl., Bonn. – [unveröff.].

Anschrift des Autors: Dr. KARL-HEINZ KÖPPEN, c/o BjörnSEN Beratende Ingenieure GmbH, Kurfürstenstraße 87a, D-5400 Koblenz.

Manuskript eingegangen am 30. 8. 1989