©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hercynia N. F., Leipzig 13 (1976) 3, S. 340–352

Aus dem Forschungsinstitut für Balneologie und Kurortwissenschaft Bad Elster
(Direktor: OMR Prof. Dr. H. Jordan)

# Über einige Mineralwasservorkommen am Harznordrand[1]

Von
**Hans-Georg Egerter** und **Werner Michler**

Mit 3 Abbildungen und 13 Tabellen

(Eingegangen am 7. Januar 1976)

## 1. Einleitung

Bei der Erarbeitung einer Bestandsaufnahme aller in der DDR balneologisch ungenutzten Mineralwässer stellte das Harzgebiet einen besonderen Schwerpunkt dar. In diesem Gebiet weist gerade der Harznordrand eine erhebliche Konzentration von Mineralwasservorkommen auf, die in der Vergangenheit von zahlreichen Autoren mehr oder minder ausführlich behandelt wurden, u. a. von Dienemann und Fricke (1961), Gießler (1957), Haller und Mestwerdt (1937), Harrassowitz (1935) sowie von Schröder (1937).

Bei der Auswertung der bisherigen Veröffentlichungen mußte festgestellt werden, daß es sich meist um sehr alte Analysenergebnisse oder lediglich um orientierende Untersuchungen handelt. Während durch die jüngsten Analysen bei einigen Mineralquellen frühere Ergebnisse bestätigt werden konnten, ergaben sich bei anderen Veränderungen in der Gesamtkonzentration oder im hydrochemischen Charakter des Mineralwassers. Von einzelnen Autoren angegebene Mineralwässer waren teilweise verschwunden, d. h., die Quellen waren versiegt oder zugefüllt.

Die Bestandsaufnahme der ungenutzten bzw. nichtbalneologisch genutzten Mineralwässer erfolgte keineswegs zum Selbstzweck, sondern u. a. mit der Aufgabenstellung, geeignete Maßnahmen im Rahmen des Umweltschutzes einzuleiten, um die gegenwärtig noch vorhandenen Mineralwasservorkommen vor Kontaminationen und anderen negativen Einflüssen zu schützen, eine optimale volkswirtschaftliche Nutzung anzustreben sowie weitere Grundlagen für künftige Neuerschließungen zu schaffen. Das Gebiet des Harznordrandes spielt nicht nur für das Kur- und Bäderwesen der DDR mit Kureinrichtungen in Blankenburg, Thale und Bad Suderode eine wichtige Rolle, sondern in viel stärkerem Maße auch für das Erholungswesen als Schwerpunkt für die Naherholung der Bezirke Halle und Magdeburg. Gerade in dieser Richtung bieten sich in Zukunft weitere Nutzungsmöglichkeiten für die vorhandenen Mineralwässer an.

## 2. Geologische Übersicht

Die Grenze zwischen der Subherzynen Kreidemulde und dem Paläozoikum des Harzes stellt die morphologisch auffällige Harznordrandstörung dar. Während die unmittelbare Störungszone meist von Lockergesteinen verdeckt wird, treten in der anschließenden ein bis zwei Kilometer breiten Aufrichtungszone die steil gestellten und widerstandsfähigen Sedimentgesteine vom Buntsandstein bis zur Oberkreide (Rogensteinzone, Unterer Muschelkalk u. a.) gleichfalls morphologisch als Schichtrippen in Erscheinung. Diese Lagerungsverhältnisse bedingen einen räumlich sehr engen Wech-

[1] Herrn Prof. Dr. R. Hohl zum 70. Geburtstag gewidmet.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



sel in der lithologischen Ausbildung und haben aus hydrogeologischer Sicht unterschiedliche Infiltrationsbedingungen sowie entsprechenden Grundwasserchemismus zur Folge. Dabei spielt der im unmittelbaren Störungsbereich anstehende Zechstein eine besondere Rolle. Jubitz (1957) gibt folgende Zechsteingliederung für den Harznordrand an (Tab. 1):

Tabelle 1. Zechsteingliederung am Harznordrand

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oberer Zechstein (zo) | rote Letten mit Gips | 15 m | |
| | Oberer Gips („Hauptgips") | 10 m | |
| Mittlerer Zechstein (zm) | Zechsteindolomit | 10 m | 60–100 m |
| | Unterer Gips | 15 m | |
| Unterer Zechstein (zu) | Zechsteinkalk | 4–6 m | |
| | Kupferschiefer | 0,3 m | |
| | Zechsteinkonglomerat | 2 m | |

Die ehemaligen salinaren Sedimente sind bereits der Auslaugung vollständig zum Opfer gefallen und können erst in einiger Entfernung von der Harznordrandstörung unter mächtigen mesozoischen Sedimenten der Subherzynen Kreidemulde wieder angetroffen werden. Das Vorkommen von Mineralwässern, vor allem mit Natriumchloridcharakter im westlich anschließenden Gebiet um Bad Harzburg und Goslar, weist jedoch auf die Existenz von salinarem Zechstein nachdrücklich hin. Der Auslaugungsbeginn für die salinaren Sedimente dürfte in das Senon fallen, da die Wernigeröder Phase der Subherzynen Tektogenese die hauptstrukturbildende Phase für den Harznordrand darstellt. Vielfältige Formen kompleaer Subrosions- und Suffosionsprozesse (Erdfälle, Mulden, Schlotten), die teilweise mit tertiären und pleistozänen Sedimenten gefüllt sind, finden sich im gesamten Zechsteinausstrich. Den Zusammenhang zwischen Tertiärverbreitung und Salzauslaugung hat besonders Voigt (1940) für dieses Gebiet hervorgehoben. Während Brendel (1970) auf die rezenten Subrosions- und Suffosionserscheinungen am Harznordrand aus ingenieurgeologischer Sicht näher eingeht, soll in den weiteren Ausführungen dieses Problem im Zusammenhang mit der Mineralwasserverbreitung diskutiert werden.

## 3. Hydrogeologische Verhältnisse der Mineralwasservorkommen

Die Lage der Mineralwasservorkommen am Harznordrand geht aus der skizzenhaften Darstellung von Abb. 1 hervor. Bereits in der Einleitung wurde darauf hingewiesen, daß im Gegensatz zu älteren Literaturangaben zahlreiche Mineralwasservorkommen gegenwärtig nicht mehr existieren bzw. einige Wässer nicht mehr den Charakter eines Mineralwassers besitzen (Mindestgehalt von 1 g/kg an gelösten festen Bestandteilen). Dazu gehören u. a. die Prinzeß-Ilse-Quelle in Ilsenburg, die Salzquelle in Wernigerode, die Solquelle in Benzingerode und die Salzquelle in Ballenstedt/Opperode.

Am Harznordrand konnten von Westen nach Osten folgende Mineralwasservorkommen nachgewiesen werden:

1. Mineralbrunnen Darlingerode: Ca-Na-$SO_4$-Cl-Wasser
2. Mineralbrunnen Blankenburg: Ca-Mg-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser
3. Chlorcalciumquelle Thale: Na-Ca-Cl-Wasser
4. Siebenspringequelle Thale: Ca-Na-Cl-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser
5. Waldquelle Stecklenberg: Ca-Na-Cl-Wasser
6. Hubertusbrunnen Bad Suderode: Ca-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser
7. Behringer Brunnen Bad Suderode: Na-Ca-Cl-Wasser
8. Harzer Mineralbrunnen Gernrode: Ca-$SO_4$-Wasser
9. Schwefelbrunnen Altenbrak: Na-Ca-Cl-Wasser

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



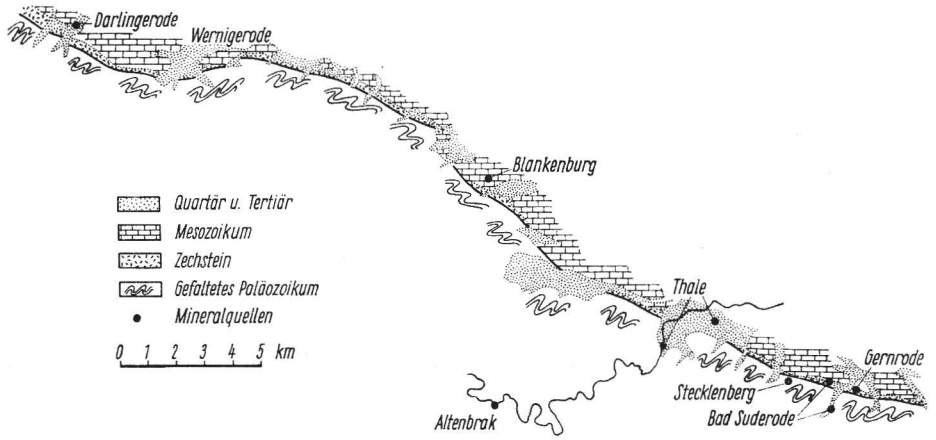


Abb. 1. Lageskizze der Mineralquellen am Harznordrand

Aus der Übersichtsskizze zur Mineralwasserverbreitung geht weiterhin hervor, daß von diesen neun Mineralquellen lediglich zwei Vorkommen an die Zechsteinverbreitung unmittelbar gebunden sind (Harzer Mineralbrunnen Gernrode und Hubertusbrunnen Bad Suderode). Mit Ausnahme der in der Aufrichtungszone liegenden Mineralwasservorkommen von Thale (Siebenspringequelle), Blankenburg und Darlingerode befinden sich die übrigen Vorkommen bereits im Paläozoikum des Harzes und sind an Wissenbacher Schiefer bzw. im Ramberggranit gebunden (Chlorcalciumquelle Thale). Diese unterschiedliche geologische Situation wirft zahlreiche hydrodynamische Probleme auf, die vor allem dann besonders deutlich hervortreten, wenn man die Höhenlage der Mineralwasservorkommen mit der Höhenlage der unmittelbar benachbarten Zechsteinverbreitung als möglichem Infiltrationsgebiet vergleicht. Die Gegenüberstellung dieser Höhenlage wurde auf der Grundlage der geologischen Meßtischblätter Wernigerode (4130), Blankenburg (4231) und Quedlinburg (4232) vorgenommen (Tab. 2).

Tabelle 2. Höhenlage der Mineralquellen im Vergleich zum Zechsteinniveau

| Mineralwasservorkommen | Höhenlage (m ü. NN) | Zechsteinniveau (m ü. NN) |
|---|---|---|
| Darlingerode | 270 | 300 |
| Blankenburg | 245 | 300 |
| Thale (Chlorcalciumquelle) | 185 | 220 |
| Thale (Siebenspringequelle) | 160 | 220 |
| Stecklenberg | 240 | 200 |
| Bad Suderode (Hubertusbrunnen) | 225 | 220 |
| Bad Suderode (Behringer Brunnen) | 240 | 220 |
| Gernrode | 210 | 210 |
| Altenbrak | 300 | — |

Für das Mineralwasservorkommen von Altenbrak kann kein Zechsteinniveau angegeben werden, da die Entfernung zum nächsten Vorkommen mehr als fünf Kilometer beträgt und zahlreiche Querstörungen im Paläozoikum ohnehin eine direkte Verbindung erschweren. Ein Zusammenhang mit der Chlorcalciumquelle in Thale deutet sich durch den Chemismus beider Quellen sowie die Lage des Schwefelbrunnens von Altenbrak im Gebiet des Bodeganges an.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Tabelle 3. Analysen der Mineralbrunnen von Darlingerode, Blankenburg und Thale (Chlorcalciumquelle)

| | Mineralbrunnen Darlingerode | | Mineralbrunnen Blankenburg | | Chlorcalciumquelle Thale | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Probenahme: | 15. 8. 1966 | | 27. 7. 1966 | | 21. 10. 1971 | |
| Wassertemperatur (°C): | 9,84 | | 10,1 | | 12,55 | |
| *p*H-Wert: | 7,25 | | 7,02 | | 6,37 | |
| spez. Leitfähigkeit bei 20 °C ($mS \cdot cm^{-1}$): | 2,329 | | 1,567 | | 25,1 | |
| Radioaktivität (nCi/l): | 1,24 | | 1,71 | | 22,8 | |
| | mg/kg | mval% | mg/kg | mval% | mg/kg | mval% |
| Kaliumion ($K^+$) | 14,05 | 1,06 | 6,434 | 0,68 | 74,88 | 0,59 |
| Natriumion ($Na^+$) | 199,7 | 25,59 | 61,68 | 11,02 | 3 980,00 | 53,57 |
| Lithiumion ($Li^+$) | 0,25 | 0,11 | 0,173 | 0,10 | 14,13 | 0,63 |
| Ammoniumion ($NH_4^+$) | 0,1682 | 0,03 | n. b. | | 0,255 | 0,00 |
| Calciumion ($Ca^{++}$) | 444,1 | 65,37 | 271,8 | 55,70 | 2 820,00 | 43,53 |
| Strontiumion ($Sr^{++}$) | 1,682 | 0,11 | 0,0375 | 0,00 | 1,705 | 0,01 |
| Magnesiumion ($Mg^{++}$) | 31,90 | 7,73 | 95,48 | 32,23 | 60,93 | 1,55 |
| Eisenion ($Fe^{++}$) | n. b. | | 1,681 | 0,25 | 6,642 | 0,07 |
| Manganion ($Mn^{++}$) | n. b. | | 0,0978 | 0,01 | 0,0 | 0,00 |
| Aluminiumion ($Al^{+++}$) | n. b. | | 0,0245 | 0,01 | 1,450 | 0,50 |
| Kationen | 691,8502 | | 437,4078 | | 6 960,091 | |
| Chloridion ($Cl^-$) | 290,1 | 24,12 | 105,1 | 12,17 | 11 390,00 | 99,40 |
| Bromidion ($Br^-$) | 0,2796 | 0,01 | 0,4038 | 0,02 | 2,799 | 0,01 |
| Jodidion ($J^-$) | 0,1148 | 0,00 | 0,0566 | 0,00 | 0,307 | 0,00 |
| Sulfation ($SO_4^{--}$) | 1003,00 | 61,58 | 778,3 | 66,43 | 24,36 | 0,16 |
| Hydrogenphosphation ($HPO_4^{--}$) | 0,1608 | 0,01 | 1,533 | 0,13 | 0,0450 | 0,00 |
| Hydrogenkarbonation ($HCO_3^-$) | 288,5 | 13,95 | 362,7 | 21,25 | 79,32 | 0,40 |
| Nitration ($NO_3^-$) | 6,993 | 0,33 | n. b. | | 2,144 | 0,01 |
| Anionen | 1589,1482 | | 1248,0834 | | 11 500,3500 | |
| Metakieselsäure ($H_2SiO_3$) | 16,35 | | 12,76 | | 16,97 | |
| Gelöste feste Stoffe | 2297,3484 | | 1698,2512 | | 18 477,4110 | |
| Freies Kohlendioxid ($CO_2$) | 43,92 | | 68,22 | | 88,0 | |
| Gesamtinhaltsstoffe | 2341,2684 | | 1766,4712 | | 18 565,4110 | |
| Charakteristik: | Ca-Na-$SO_4$-Cl-Wasser | | Ca-Mg-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser | | Na-Ca-Cl-Wasser | |

Die Differenz in der mval%-Summe bei der Chlorcalciumquelle Thale ist darauf zurückzuführen, daß nicht alle bestimmten Ionen angefürt sind.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Tabelle 4. Analysen der Siebenspringequelle Thale, der Waldquelle Stecklenberg und des Hubertusbrunnens Bad Suderode

| | Siebenspringequelle Thale | | Waldquelle Stecklenberg | | Hubertusbrunnen Bad Suderode | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Probenahme: | 19. 4. 1967 | | 16. 8. 1966 | | 28. 6. 1966 | |
| Wassertemperatur (°C): | 9,7 | | 11,1 | | 10,92 | |
| *p*H-Wert: | 6,46 | | 7,39 | | 7,18 | |
| spez. Leitfähigkeit bei 20 °C ($mS \cdot cm^{-1}$): | 1,84 | | 2,312 | | 1,417 | |
| Radioaktivität (nCi/l): | 0,24 | | 0,25 | | 0,55 | |
| | mg/kg | val% | mg/kg | val% | mg/kg | val% |
| Kaliumion ($K^+$) | 12,95 | 1,56 | 7,980 | 0,78 | 1,646 | 0,19 |
| Natriumion ($Na^+$) | 170,1 | 34,86 | 277,9 | 46,90 | 20,42 | 3,92 |
| Lithiumion ($Li^+$) | 0,15 | 0,10 | 0,80 | 0,45 | 0,140 | 0,09 |
| Ammoniumion ($NH_4^+$) | 0,050 | 0,01 | n. b. | | 0,6617 | 0,16 |
| Calciumion ($Ca^{++}$) | 187,9 | 44,16 | 250,5 | 48,50 | 370,0 | 81,51 |
| Strontiumion ($Sr^{++}$) | 0,2087 | 0,02 | 0,166 | 0,01 | n. b. | |
| Magnesiumion ($Mg^{++}$) | 49,30 | 19,10 | 9,728 | 3,11 | 34,62 | 12,57 |
| Eisenion ($Fe^{++}$) | 1,080 | 0,19 | 1,759 | 0,25 | 0,9567 | 0,15 |
| Manganion ($Mn^{++}$) | 0,0 | 0,00 | n. b. | | n. b. | |
| Aluminiumion ($Al^{+++}$) | 0,0 | 0,00 | n. b. | | 2,872 | 1,41 |
| Kationen | 421,7655 | | 548,833 | | 431,3164 | |
| Chloridion ($Cl^-$) | 338,6 | 44,99 | 787,6 | 86,14 | 29,93 | 3,73 |
| Bromidion ($Br^-$) | 0,1307 | 0,01 | 0,0007 | 0,00 | 0,1037 | 0,06 |
| Jodidion ($J^-$) | 0,0626 | 0,00 | n. b. | | 0,0290 | 0,00 |
| Sulfation ($SO_4^{--}$) | 293,9 | 28,83 | 44,10 | 3,56 | 783,9 | 72,04 |
| Hydrogenphosphation ($HPO_4^{--}$) | 0,0404 | 0,00 | 0,1890 | 0,02 | 6,503 | 0,60 |
| Hydrogenkarbonation ($HCO_3^-$) | 313,3 | 24,19 | 160,9 | 10,22 | 320,1 | 23,16 |
| Nitration ($NO_3^-$) | 26,0 | 1,98 | 0,998 | 0,06 | 5,798 | 0,41 |
| Anionen | 972,0337 | | 993,7877 | | 1146,3637 | |
| Metakieselsäure ($H_2SiO_3$) | 16,32 | | 20,24 | | 12,86 | |
| Gelöste feste Stoffe | 1410,1192 | | 1562,8607 | | 1590,5401 | |
| Freies Kohlendioxid ($CO_2$) | 30,81 | | 30,01 | | 68,21 | |
| Gesamtinhaltsstoffe | 1440,9292 | | 1592,8707 | | 1658,7501 | |
| Charakteristik: | Ca-Na-Cl-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser | | Ca-Na-Cl-Wasser | | Ca-$SO_4$-$HCO_3$-Wasser | |

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Tabelle 5. Analysen des Behringer Brunnens Bad Suderode, des Harzer Mineralbrunnens Gernrode und des Schwefelbrunnens Altenbrak

| | Behringer Brunnen Bad Suderode | | Harzer Mineralbrunnen Gernrode | | Schwefelbrunnen Altenbrak | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Probenahme: | 21. 10. 1971 | | 16. 8. 1966 | | 20. 10. 1971 | |
| Wassertemperatur (°C): | 8,90 | | 15,0 | | 7,40 | |
| *p*H-Wert: | 6,98 | | 6,88 | | 6,42 | |
| spez. Leitfähigkeit bei 20 °C ($mS \cdot cm^{-1}$): | 19,00 | | 2,345 | | 3,50 | |
| Radioaktivität (nCi/l): | 0,13 | | 0,23 | | 0,90 | |
| | mg/kg | mval% | mg/kg | mval% | mg/kg | mval% |
| Kaliumion ($K^+$) | 44,82 | 0,39 | 6,811 | 0,47 | 7,196 | 0,49 |
| Natriumion ($Na^+$) | 4 025,00 | 59,12 | 77,70 | 9,18 | 451,7 | 51,98 |
| Lithiumion ($Li^+$) | 14,52 | 0,71 | n. b. | | 1,269 | 0,48 |
| Ammoniumion ($NH_4^+$) | 0,509 | 0,01 | n. b. | | 4,013 | 0,59 |
| Calciumion ($Ca^{++}$) | 2 326,00 | 39,21 | 581,2 | 78,76 | 336,7 | 44,44 |
| Strontiumion ($Sr^{++}$) | 1,674 | 0,01 | n. b. | | 4,567 | 0,28 |
| Magnesiumion ($Mg^{++}$) | 13,03 | 0,36 | 39,93 | 8,93 | 3,490 | 0,76 |
| Eisenion ($Fe^{++}$) | 2,308 | 0,03 | 1,591 | 0,22 | 0,0 | 0,00 |
| Manganion ($Mn^{++}$) | 1,456 | 0,02 | 0,221 | 0,02 | 0,36 | 0,03 |
| Aluminiumion ($Al^{+++}$) | 3,640 | 0,14 | 3,498 | 2,42 | 3,22 | 0,95 |
| Kationen | 6 433,1684 | | 710,951 | | 812,5712 | |
| Chloridion ($Cl^-$) | 10 450,00 | 99,53 | 91,10 | 7,33 | 1202,00 | 89,65 |
| Bromidion ($Br^-$) | 14,52 | 0,06 | n. b. | | 2,93 | 0,10 |
| Jodidion ($J^-$) | 0,307 | 0,00 | n. b. | | 0,3174 | 0,01 |
| Sulfation ($SO_4^{--}$) | 6,509 | 0,05 | 1447,00 | 84,51 | 62,37 | 3,43 |
| Hydrogenphosphation ($HPO_4^{--}$) | 0,0570 | 0,00 | 0,5144 | 0,03 | 0,0 | 0,00 |
| Hydrogenkarbonation ($HCO_3^-$) | 61,02 | 0,34 | 152,2 | 6,77 | 146,4 | 6,34 |
| Nitration ($NO_3^-$) | 0,065 | 0,00 | 30,0 | 1,36 | 10,50 | 0,45 |
| Anionen | 10 533,4480 | | 1720,8144 | | 1424,6374 | |
| Metakieselsäure ($H_2SiO_3$) | 21,67 | | n. b. | | 14,65 | |
| Gelöste feste Stoffe | 16 988,2864 | | 2120,7444 | | 2251,8586 | |
| Freies Kohlendioxid ($CO_2$) | 88,00 | | 52,8 | | 88,00 | |
| Gesamtinhaltsstoffe | 17 076,2864 | | 2173,5444 | | 2339,8586 | |
| Charakteristik: | Na-Ca-Cl-Wasser | | Ca-$SO_4$-Wasser | | Na-Ca-Cl-Wasser | |

Die Differenzen in der mval%-Summe beim Behringer Brunnen Bad Suderode und beim Schwefelbrunnen Altenbrak sind auf Ionen zurückzuführen, die zwar bestimmt, aber in der Tabelle nicht angegeben werden.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Bei der weiteren Diskussion über die Mineralwasservorkommen am Harznordrand wurde die Aufgabe von Schüttungsmengen bzw. spezifischen Brunnenergiebigkeiten verzichtet, da lediglich Einzelmessungen oder Betriebsentnahmemengen vorliegen, die nicht als gesicherte hydrogeologische Parameter aufgefaßt werden können. Von den neun Mineralwasservorkommen sind lediglich die Vorkommen von Stecklenberg und Altenbrak als echte Quellen zu bezeichnen, während alle übrigen Vorkommen Brunnen von 5 bis 35 m Teufe darstellen, die gepumpt werden müssen.

Die ausführlichen Mineralwasseranalysen finden sich in den Tab. 3 bis 5 und wurden im Forschungsinstitut für Balneologie und Kurortwissenschaft Bad Elster angefertigt (Analytiker: Egerter). Eine sinnvolle Interpretation von Mineralwasseranalysen schließt in jedem Fall den Vergleich mit vorliegenden Altanalysen ein. Da Mineralwasseranalysen nicht generell veröffentlicht werden, mußte teilweise auf Archivunterlagen des Forschungsinstitutes für Balneologie und Kurortwissenschaft Bad Elster zurückgegriffen werden (in Tab. 7 bis 10 abgekürzt mit FBK Bad Elster).

Vom Mineralbrunnen in Darlingerode liegen uns keine Voranalysen vor. Da das Mineralwasser nur sehr gering abgepumpt wird, sind keine wesentlichen Änderungen in Konzentration und Chemismus bisher bekannt. Demzufolge lassen sich Veränderungen über größere Zeiträume gegenwärtig nicht abschätzen. Das Mineralwasser wird zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken verwendet.

Auch der Mineralbrunnen in Blankenburg wird nur zu einer geringen Produktion von alkoholfreien Erfrischungsgetränken genutzt. An Voranalysen liegen Untersuchungen aus dem Jahre 1931 (Möser bei Schröder) sowie aus dem Jahre 1957 (Rathmann bei Dienemann und Fricke) vor. Zur Charakterisierung dieser Ergebnisse dienen folgende Angaben (Tab. 6).

Tabelle 6. Mineralwasseranalysen Mineralbrunnen Blankenburg

| | Konzentration (g/kg) | $Ca^{++}$ | $Mg^{++}$ | $SO_4^{--}$ | $HCO_3^-$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | (mval %) | | | |
| 1931 | 0,9 | 86 | 7 | 46 | 38 |
| 1957 | 1,04 | 73 | 15 | 55 | 37 |
| 1966 | 1,7 | 56 | 32 | 66 | 21 |

Aus dieser Zusammenstellung lassen sich deutlich die Veränderungen von Konzentration und Chemismus mit direkter gegenseitiger Beziehung erkennen.

Die Chlorcalciumquelle in Thale wird balneologisch für Heilbäder und für Inhalationen verwendet. Zum Vergleich der letzten Analyse aus dem Jahre 1971 liegen folgende Voranalysen vor: 1845 (Bley und Diesel in Deutsches Bäderbuch von 1907), 1919 (Lohmann bei Schröder), 1953 (Haller im Archiv des FBK Bad Elster) und 1962 (Egerter in Bäderbuch der DDR von 1967) – siehe Tab. 7.

Tabelle 7. Mineralwasseranalysen Chlorcalciumquelle Thale

| | Konzentration (g/kg) | $Na^+$ | $Ca^{++}$ | $Cl^-$ |
|---|---|---|---|---|
| | | (mval %) | | |
| 1845 | 29,4 | 56 | 44 | 99 |
| 1919 | 39,7 | 51 | 48 | 99 |
| 1953 | 20,8 | 54 | 45 | 99 |
| 1962 | 14,8 | 54 | 44 | 98 |
| 1971 | 18,5 | 54 | 44 | 99 |

Es läßt sich unschwer erkennen, daß in der Zusammensetzung der Hauptionen keine wesentlichen Verschiebungen eintraten, obwohl die Konzentration erhebliche Schwankungen aufweist. Ein besonderes Merkmal der Chlorcalciumquelle in Thale stellt die Radioaktivität dar. Bereits in den 30er Jahren ergaben entsprechende Untersuchungen der verschiedenen Mineralwasserzuflüsse Radioaktivitäten über dem Grenz-

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



wert von 29 nCi/l. Obwohl bei eigenen Untersuchungen (Egerter 1971: Archiv FBK Bad Elster) nur eine Radioaktivität des Mischwassers von 22,8 nCi/l festgestellt werden konnte, ergaben Untersuchungen an frischen Mineralwasserproben aus den beiden Zuflüssen des Mineralbrunnens Gehalte von 29,9 bzw. 31,9 nCi/l (Egerter 1972, Archiv FBK Bad Elster). Diese Ergebnisse wurden bestätigt durch die Untersuchungen von Gussarow und Andrejew (1973, Archiv FBK Bad Elster), die Gehalte von 27 bis 33 nCi/l im Mischwasser nachwiesen. Die zeitweilige Verringerung des Radongehaltes unterhalb des Grenzwertes dürfte im wesentlichen von der Verweildauer des Mineralwassers im Sammelschacht abhängen, zumal das Radon nur eine geringe Halbwertzeit besitzt.

Die Siebenspringequelle in Thale wird zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken verwendet. Als Voranalyse liegt lediglich eine eigene Untersuchung aus dem Jahre 1966 vor (Egerter, Archiv FBK Bad Elster). Die chemische Wasseranalyse von 1967 weist gegenüber der Analyse von 1966 eine etwas geringere Konzentration sowie Verringerung des Calcium- und Sulfatgehaltes zugunsten des Magnesium- und Hydrogenkarbonatgehaltes auf. Aus beiden Mineralwasseranalysen lassen sich keine weiteren Schlußfolgerungen über das Verhalten des Brunnens ziehen.

Die Stecklenberger Waldquelle stellt ein ungenutztes Mineralwasser dar und wird lediglich von Touristen oder Urlaubern getrunken. Von dieser Quelle existieren Voranalysen über einen größeren Zeitraum: 1921 (Schröter in Schröder), 1936 (Preußische Geologische Landesanstalt in Dienemann und Fricke), 1950 (Wackernagel, Archiv FBK Bad Elster) – siehe Tab. 8.

Tabelle 8. Mineralwasseranalysen Waldquelle Stecklenberg

| | Konzentration (g/kg) | $Na^+$ | $Ca^{++}$ | $Cl^-$ (mval %) | $SO_4^{--}$ | $HCO_3^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1921 | 2,87 | 41 | 55 | 96 | 0 | 3 |
| 1936 | 2,77 | 49 | 48 | 94 | 1 | 5 |
| 1950 | 2,32 | 48 | 48 | 92 | 1 | 7 |
| 1966 | 1,56 | 47 | 49 | 86 | 4 | 10 |

Die Konzentration der Waldquelle ist demzufolge seit 1921 laufend zurückgegangen, wobei der Chloridanteil zugunsten des Sulfat- und Hydrogenkarbonatanteiles absank. Gerade die Erhöhung des Hydrogenkarbonatgehaltes deutet auf einen verstärkten Zufluß oberflächennaher und mineralärmerer Grundwässer hin.

Der Hubertusbrunnen in Bad Suderode wird intensiv zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken genutzt. Zum Vergleich für die eigenen Untersuchungen aus dem Jahre 1966 dienten folgende Voranalysen: 1930 (Hermann in Schröder) und 1957 (Rathmann in Dienemann und Fricke) – siehe Tab. 9.

Tabelle 9. Mineralwasseranalysen Hubertusbrunnen Bad Suderode

| | Konzentration (g/kg) | $Na^+$ | $Ca^{++}$ | $Cl^-$ (mval %) | $SO_4^{--}$ | $HCO_3^-$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1930 | 1,13 | 36 | 34 | 16 | 46 | 38 |
| 1957 | 1,52 | 3 | 87 | 5 | 72 | 22 |
| 1966 | 1,48 | 3 | 83 | 3 | 74 | 23 |
| 1966 | 1,59 | 4 | 82 | 4 | 72 | 23 |

Die Analyse von 1930 ist mindestens im Kationenteil nicht aussagekräftig, da die Millival-Bilanz nicht aufgeht (40 mval Kationen – 15 mval Anionen). Bei den zeitlich eng zusammenliegenden Untersuchungen von 1966 sind keine wesentlichen Unterschiede festzustellen.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Der Behringer Brunnen in Bad Suderode wird schon seit 1823 als Heilwasser verwendet. An Voranalysen stehen zur Verfügung: 1828 (Bley in Deutsches Bäderbuch von 1907), 1929 (Festschrift von Bad Suderode ohne Angabe des Analytikers in Schröder), 1954 (Wackernagel in Dienemann und Fricke), 1961 (Egerter in Bäderbuch der DDR) sowie 1969 (Egerter, Archiv FBK Bad Elster) – siehe Tab. 10.

Tabelle 10. Mineralwasseranalysen Behringer Brunnen Bad Suderode

| | Konzentration (g/kg) | $Na^+$ | $Ca^{++}$ (mval %) | $Cl^-$ |
|---|---|---|---|---|
| 1928 | 22,4 | 49 | 46 | 100 |
| 1929 | 18,6 | 55 | 41 | 100 |
| 1954 | 19,5 | 50 | 49 | 100 |
| 1961 | 19,2 | 51 | 49 | 100 |
| 1969 | 18,1 | 51 | 48 | 100 |
| 1971 | 17,1 | 59 | 39 | 100 |

Bei diesem längeren Überwachungszeitraum ist praktisch eine konstante Konzentrationsabnahme zu verzeichnen. Eine Ausnahme bildet hierbei lediglich die Untersuchung von 1929, die sich in ihrer Tendenz der Veränderung mit der von 1971 deckt. Die Konzentrationsveränderung geht parallel mit einer Veränderung der Zusammensetzung des Mineralwassers. Der Behringer Brunnen mußte vor einiger Zeit wegen bakteriologischer Verunreinigung vorübergehend gesperrt werden.

Der Harzer Mineralbrunnen in Gernrode wird schon seit Jahrzehnten zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken genutzt und diente darüber hinaus bis vor wenigen Jahren zur Speisung eines Freibades. Zum Vergleich steht lediglich eine Analyse ohne Datum bei Schröder zur Verfügung und dürfte vermutlich aus dem Zeitraum von 1917 bis 1936 stammen. Die Konzentration ist in beiden Analysen fast identisch. Lediglich der Calciumanteil lag früher um 12 mval% höher als 1966, und dafür lagen die Natrium- und Magnesiumgehalte tiefer. Weitere Aussagen können aus den vorliegenden Analysen nicht abgeleitet werden.

Der Schwefelbrunnen in Altenbrak gehört zu den wenigen völlig ungenutzten Mineralwässern. Zum Vergleich steht eine Analyse aus dem Jahre 1932 (Möser bei Schröder) zur Verfügung – siehe Tab. 11.

Tabelle 11. Mineralwasseranalysen des Schwefelbrunnens Altenbrak

| | Konzentration (g/kg) | $Na^+$ | $Ca^{++}$ | $Cl^-$ (mval %) | $HCO_3^-$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1932 | 3,4 | 57 | 42 | 96 | 4 |
| 1971 | 2,3 | 52 | 44 | 90 | 6 |

Man erkennt eine wesentliche Konzentrationsminderung und anionenseitig eine Verringerung des Chloridanteiles zugunsten des Hydrogenkarbonatanteiles. Diese Veränderungen dürften im wesentlichen auf den Einfluß von oberflächennahen und mineralarmen Grundwässern zurückgeführt werden.

Nach dem Vergleich mit älteren Voranalysen ist auch ein Vergleich der neuesten Mineralwasseranalysen untereinander angebracht. Die Zusammensetzung ist entsprechend den lokalen geologischen Verhältnissen unterschiedlich, wie die Tab. 3 bis 5 erkennen lassen. Darüber hinaus sind aber bestimmte Faktoren und Gehalte von Interesse, da sie geochemisch oder hydrochemisch von Bedeutung sind (Tab. 12).

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Tabelle 12. Ionenquotienten der Mineralwasseranalysen

| Mineralwasservorkommen | K:Na | Ca:Mg | $HCO_3$:$SO_4$ |
|---|---|---|---|
| Darlingerode | 0,070 | 13,9 | 0,29 |
| Blankenburg | 0,104 | 2,85 | 0,47 |
| Thale (Chlorcalciumquelle) | 0,019 | 46,4 | 3,25 |
| Thale (Siebenspringequelle) | 0,076 | 3,82 | 1,06 |
| Stecklenberg | 0,029 | 25,8 | 3,65 |
| Bad Suderode (Hubertusbrunnen) | 0,081 | 10,7 | 0,41 |
| Bad Suderode (Behringer Brunnen) | 0,011 | 179,0 | 9,4 |
| Gernrode | 0,088 | 14,6 | 0,105 |
| Altenbrak | 0,016 | 97,5 | 2,35 |

Aus diesen wenigen Quotienten lassen sich deutlich die Unterschiede zwischen den Na-Ca-Cl-Wässern einerseits und den übrigen Wässern andererseits erkennen. Besonders bei den Na-Ca-Cl-Wässern weisen die wenigen Quotienten vom Behringer Brunnen über den Schwefelbrunnen Altenbrak, die Chlorcalciumquelle Thale bis zur Waldquelle Stecklenberg eine klare Abstufung auf. Eine einzige Ausnahme bildet hier das $HCO_3$-Verhältnis des Behringer Brunnens, das schon in der Vergangenheit beträchtliche Schwankungen aufwies. Andere Ionenquotienten, wie z. B. Br:Cl, J:Cl u. a., lassen keine Zusammenhänge erkennen, um sie als spezielle Charakterisierungskoeffizienten zu verwenden.

Neben den Ionenquotienten spielen vielfach auch bestimmte Einzelelemente eine wichtige Rolle. Dazu gehören beispielsweise die Lithiumgehalte in den Na-Ca-Cl-Wässern, die wesentlich höher liegen als bei den übrigen Mineralwässern des Harzrandes und die sich geochemisch durch enge Bziehungen zum Natrium erklären lassen. Bei den Stickstoffverbindungen spielen natürlich die Umwelteinflüsse eine große Rolle. Der hohe Ammoniumgehalt in Altenbrak hängt mit dem schlechten Fassungszustand zusammen, wodurch Verunreinigung eingebracht werden kann. Die Nitratgehalte der Siebenspringequelle Thale und des Harzer Mineralbrunnens Gernrode liegen in einer Größenordnung, die gleichfalls auf antropogene Einflüsse in der näheren Umgebung zurückgeführt werden können. Entsprechende Sanierungsarbeiten im Rahmen von Schutzzonen sind unbedingt erforderlich, um diese Mineralquellen auch in Zukunft zur Herstellung von alkoholfreien Erfrischungsgetränken optimal zu nutzen. In der gleichen Richtung wie bei den Nitratgehalten sind auch die erhöhten Phosphatgehalte zu interpretieren. Geologisch bedingt ist die hohe Radioaktivität der Chlorcalciumquelle Thale, die vom Ramberggranit abstammt.

Obwohl bereits in der Zusammenstellung der Mineralwasseranalysen (Tab. 3–5) die hydrochemische Charakteristik entsprechend der mval%-Bilanz (> 20 mval%) vorausgeschickt wurde, soll im folgenden Abschnitt eine kurze Darstellung der Kationen- und Anionenverteilung vorgenommen werden. Die Verteilung der Kationen ($Na^+$, $Ca^{++}$, $Mg^+$) in einem gleichseitigen Dreieck (Abb. 2) erlaubt die Abgrenzung von folgenden Mineralwassertypen:

1. Ca-Typ: Darlingerode, Hubertusbrunnen Bad Suderode, Gernrode
2. Ca-Mg-Typ: Blankenburg
3. Na-Ca-Typ: Chlorcalciumquelle und Siebenspringequelle Thale, Stecklenberg, Behringer Brunnen Bad Suderode, Altenbrak

Abgesehen vom Na-Ca-Typ weisen die übrigen Mineralwässer eine breite Streuung im Kationendiagramm auf. Dabei fallen besonders die Mineralwässer von Blankenburg und Thale (Siebenspringequelle) aus dem Rahmen einer kontinuierlichen Mischungsreihe von Natrium- und Calciumwässern heraus. Die Verteilung der Anionen ($Cl^-$, $HCO_3^-$, $SO_4^{--}$) weist im Dreiecksdiagramm folgende Typen auf (Abb. 3):

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



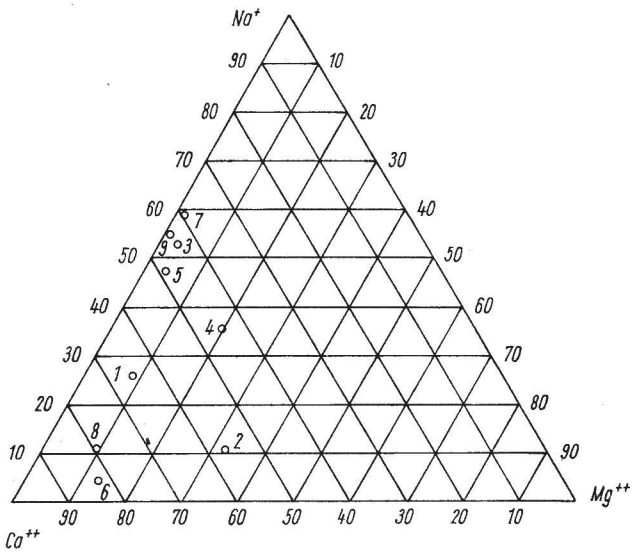


Abb. 2. Mineralwasseranalysen im Kationen-Diagramm (Reihenfolge der Analysen entsprechend Tab. 2)

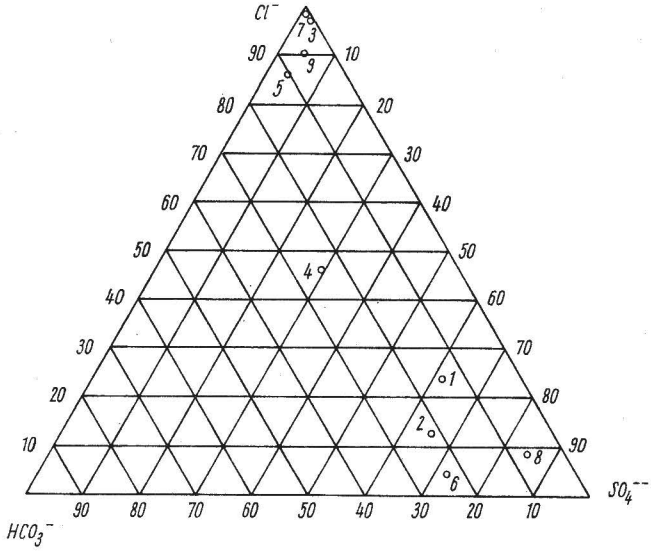


Abb. 3. Mineralwasseranalysen im Anionen-Diagramm (Reihenfolge der Analysen entsprechend Tab. 2)

1. $SO_4$-Typ: Darlingerode, Blankenburg, Hubertusbrunnen Bad Suderode, Gernrode
2. Cl-$HCO_3$-$SO_4$-Typ: Siebenspringequelle Thale
3. Cl-Typ: Chlorcalciumquelle Thale, Stecklenberg, Behringer Brunnen Bad Suderode, Altenbrak

Aus der Darstellung der Anionen geht hervor, daß bei den Mineralwässern am Harznordrand im wesentlichen zwei Grundtypen dominieren, nämlich Sulfat- und Chloridwässer, die den Ausgangspunkt für entsprechende Mischungsreihen darstellen.

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



Neben einer getrennten Betrachtung von Kationen und Anionen läßt die hydrochemische Gliederung nach der Infiltrationstiefe weitere Zusammenhänge erkennen (Tab. 13).

Tabelle 13. Hydrochemische Typengliederung nach der Infiltrationstiefe

| Typ | Beispiel | Gesamtmineralisation (mg/kg) |
|---|---|---|
| $Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$-Wasser | Hubertusbrunnen Bad Suderode | 1,659 |
| $Ca\text{-}SO_4$-Wasser | Harzer Mineralbrunnen Gernrode | 2,174 |
| $Ca\text{-}Na\text{-}SO_4\text{-}Cl$-Wasser | Mineralbrunnen Darlingerode | 2,341 |
| Na-Ca-Cl-Wasser | Chlorcalciumquelle Thale | 18,565 |

Diese Entwicklung vom $Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$-Typ über den $Ca\text{-}SO_4$-Typ bis zum Na-Ca-Cl-Typ entspricht gleichzeitig einer zunehmenden Infiltrationstiefe und bringt eine Erhöhung der Gesamtmineralisation mit sich. Einzelne Abweichungen von diesem Schema bei den Mineralwasservorkommen des Harznordrandes hinsichtlich der Konzentration sind auf höhere Anteile von mineralarmem Grund- bzw. Oberflächenwasser zurückzuführen.

Zum Abschluß der Diskussion über die Mineralwasservorkommen am Harznordrand erscheint es notwendig, noch einige Bemerkungen zur Mineralwassergenese zu sagen, obwohl der Zusammenhang mit den Zechsteinsedimenten bereits nachdrücklich hervorgehoben wurde. Die Abstammung der Mineralwässer von den Zechsteinsedimenten wirft, abgesehen von den oberflächennah ausgelaugten salinaren Sedimenten, keine wesentlichen Probleme auf, da neben sulfatischen Gesteinen auch karbonatische Gesteine innerhalb des Infiltrationsgebietes vorkommen. In Ergänzung zu den hydrochemischen Typen (Tab. 13) lassen sich folgende genetische Mineralwassermodelle ableiten.

1. $Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$-Wässer

Dieser oberflächennahe Mineralwassertyp stellt ein einfaches Mischwasser zwischen $Ca\text{-}SO_4$-Wasser und $Ca\text{-}HCO_3$-Wasser dar. Die Ausgangswässer können durch Lösungsvorgänge innerhalb sulfatischer und karbonatischer Grundwassserleiter entstehen.

2. $Ca\text{-}SO_4$-Wässer – siehe 1. Modell.

3. $Ca\text{-}Na\text{-}SO_4\text{-}Cl$-Wässer.

Der polymineralische Wassertyp mit $Ca\text{-}Na\text{-}SO_4\text{-}Cl$-Charakter ist gleichfalls als ein Mischwasser aufzufassen, wobei jedoch als Ausgangswässer neben Sulfatwässern noch Chloridwässer infrage kommen. Die Rangfolge der Kationen und Anionen kann je nach Überwiegen eines Types wechseln.

4. Na-Ca-Cl-Wässer

Solche Mineralwässer können als Tiefenwässer in weiträumiger Verbindung mit salinaren Sedimenten bezeichnet werden. Die Rangfolge der Kationen beruht auf unterschiedlichem Mischungsverhältnis zwischen Natriumchlorid- und Calciumchloridwässern. Problematisch und vielfach umstritten ist gerade bei diesem Mineralwassertyp die Entstehung des Calciumchlorides. Entsprechende Hypothesen reichen von der Auflösung des seltenen Salzminerals Tachhydrit über Ionenaustauschprozesse, die Dolomitisierung von Kalkstein bis zur Umsetzung von Gips in wässriger Kaliumchloridlösung. Die Mehrzahl dieser Hypothesen wirft jedoch in letzter Konsequenz neue und ungeklärte Fragen auf. Dazu gehören beispielsweise das unzureichende Angebot sowie die Stellung des Kaliums in der Austauschbarkeit gegenüber Natrium und Calcium, die Notwendigkeit von höheren Temperaturen zur Dolomitisierung von Kalkstein und andere Gesichtpunkte. Die von Kockert (1970) aufgeführten mehr oder minder hypothetischen chemischen Reaktiosgleichungen sind lediglich als Modelle aufzufassen und stehen mit den tatsächlichen geologischen Verhältnissen kaum in Ein-

©Univeritäts- und Landesbibliothek Sachsen-Anhalt, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg



klang. Einen solchen Widerspruch stellt z. B. der relativ hohe Kaliumgehalt in den Na-Ca-Cl-Wässern dar, der bei einer entsprechenden Umsetzung unter Beteiligung des Kaliums nicht zu erwarten wäre.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß Mineralwässer mit Na-Ca-Cl-Charakter vielfach auch außerhalb der Verbreitung salinarer Zechsteinsedimente vorkommen (Altensalz und Neumühle im Vogtland, Lauraquelle Schmalkalden, Ottilienquelle Suhl), neigen die Verfasser zu der Auffassung, daß diese Mineralwässer als diagenetisch bedingte Schichtwässer angesehen werden können, die auch in größerer Entfernung von salinaren Sedimenten vorkommen.

## 4. Zusammenfassung

Nach einer kurzen geologischen Charakterisierung des Harznordrandes als interessantes Mineralwassergebiet werden neuere Untersuchungsergebnisse der vorhandenen Mineralwässer mitgeteilt. Durch Vergleich mit Voranalysen werden die Veränderungen hinsichtlich Konzentration und Zusammensetzung besprochen. Mit geochemisch ausgewählten Ionen sowie der Kationen- und Anionenverteilung lassen sich Sulfat- von Chloridwässern als Haupttypen abgrenzen. Ein besonderes Merkmal der Chloridwässer stellen die Vorkommen von Na-Ca-Cl-Wässern dar. Der Zusammenhang zwischen Hydrochemie und Hydrogeologie wird in der abschließenden Diskussion über genetische Probleme der Mineralwässer des Harznordrandes hervorgehoben.

## Schrifttum

Bäderbuch der Deutschen Demokratischen Republik. Leipzig: VEB Georg Thieme 1967.

Brendel, K.: Neue Subrosions- und Suffosionserscheinungen in der Aufrichtungszone am Nordrand des Harzes. Wiss. Z. Univ. Halle, math.-nat., **XIX** (1970) 25–35.

Deutsches Bäderbuch. Leipzig: Verlag J. J. Weber 1907.

Dienemann, W., und K. Fricke: Mineral- und Heilwässer, Peloide und Heilbäder in Niedersachsen und seinen Randgebieten. Geologie und Lagerstätten Niedersachsens **5**. Göttingen, Hannover 1961.

Gießler, A.: Beiträge zur Geohydrologie der Mineralwässer des Nordost-Harzrandes. Z. dtsch. geol. Ges. **109** (1957) 199–206.

Haller, H., und A. Mestwerdt: Die Chlorcalcium-Quelle von Stecklenberg am Harz. Jb. preuß. geol. L.-Anst. **58** (1937) 478–484.

Harrassowitz, H.: Die deutschen Chlor-Calcium-Quellen. Kali **19** (1935) 75–80.

Jubitz, K.-B., u. a.: Stratigraphie und Tektonik der Harzrandaufrichtungszone und des Vorlandes. Exk.-Führ. 4. Jtgg. Geol. Ges. DDR. Berlin 1957, S. 5–37.

Kockert, W.: Zum Problem des $CaCl_2$ in natürlichen Wässern und Salzlösungen des Zechsteins. Bergakademie **21** (1969) 401–403.

Schröder, H., und F. Dahlgrün: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen und benachbarten deutschen Ländern – Blatt Quedlinburg. Berlin 1927.

Schröder, K.: Der Harz als Kurgebiet. Braunschweig: Verlag E. Appelhans & Co. 1936.

Voigt, E.: Das Tertiär des nördlichen Harzrandes und seine Bedeutung für die jüngere geologische Geschichte des Harzes. Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg **17** (1940) 1–58.

Chem.-Ing. Hans-Georg Egerter
Dr. Werner Michler
Forschungsinstitut für Balneologie und Kurortwissenschaft
DDR - 9933 Bad Elster
Karl-Marx-Straße 5

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hercynia

Jahr/Year: 1976

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Michler Werner, Egerter Hans-Georg

Artikel/Article: Über einige Mineralwasservorkommen am Harznordrand 340-352