

# Einführung in Chemie und Charakteristik der Heilwässer und Peloid

W. Fresenius

H. Kußmaul

**S**eit jeher hat sich das Bäderwesen an solchen Orten entwickelt, wo Wässer mit besonderen Eigenschaften aufgefunden wurden, die sich deutlich vom übrigen Grundwasser unterscheiden, seien es Thermen, Sprudel oder mineralstoffreiche Wässer bis hin zu Solen. Allen ist eine gesundheitsfördernde Wirkung eigen. Ihre jeweils besondere Zusammensetzung und Entstehung ist inzwischen wissenschaftlich erforscht und wird beschrieben.

Vor etwa einem Jahrhundert hat man begonnen, für diese Heilwässer allgemeingültige Qualitätsstandards aufzustellen, die, dem allgemeinen wissenschaftlichen Fortschritt und den sich ändernden rechtlichen Anforderungen folgend, regelmäßig fortgeschrieben werden. Sie sind als Mindeststandards für Heilwässer Teil der Kriterien für die Strukturqualität der deutschen Heilbäder und Kurorte, welche Eingang in das jeweilige Kurorterecht der Länder gefunden haben. In die Betrachtung werden auch die für kurative Zwecke eingesetzten Peloid e. u. a. aus Mooren, Schlick und Fango einbezogen.

Aus der tabellarisch aufgelisteten Zusammensetzung der örtlichen Kurmittel der Heilbäder kann der Arzt oder informierte Laie Aufschlüsse über deren Eignung für die jeweils gewünschten Zwecke entnehmen.

## Entstehung der Heilquellen

Viele Hydrogeologen haben sich mit der Entstehung unserer Heilquellen befasst und sie geologisch und hydrologisch beschrieben. Einleitend soll auf einige Grundtatsachen der Entstehungsmöglichkeiten unserer Heilwässer hingewiesen werden.

Der größte Teil des zu Tage tretenden Wassers ist ursprünglich Niederschlagswasser, das über durchlässige Schichten in den Untergrund gelangt ist und nach meist langen Fließwegen in Quellen wieder zum Aufsteigen kommt oder aus Brunnen gewonnen wird. Beim Eindringen in die Tiefe erfolgt im Normalfall etwa alle **33 m** eine Erwärmung des Wassers um **1 °C**. Durchfließt das Wasser auf diesem Weg praktisch unlösliche Gesteinsschichten, so wird es mit einem geringen Gehalt an Mineralstoffen aber – bei entsprechender Tiefe des Eindringens in das Gestein – erwärmt als Therme auftreten. Nimmt ein Wasser auf seinem Weg durch den Untergrund z. B. noch Kohlenstoffdioxid (früher Kohlendioxid, CO<sub>2</sub>) auf, das zumeist aus ersterbenden Vulkanen stammt, so verändern sich die Löslichkeitsverhältnisse wesentlich. Durch Umsetzungen mit den durchflossenen Gesteinsschichten kommt es zu einer Zunahme des **Mineralstoffgehaltes** des Wassers unter Bildung von überwiegend **Calcium- und Magnesium-Hydrogencarbonaten**.

Ein solches Wasser kann auch so genanntes „juveniles“ Wasser aufnehmen, das aus der Kondensation von Wasserdampf über Vulkanherden stammt. Kohlenstoffdioxid hat aber nicht nur die Eigenschaft, das Lösungsvermögen des Wassers zu erhöhen, sondern ist auch wesentlich für

das Aufsteigen der Quellen. Dies wird bei kohlenstoffhaltigen Wässern deutlich sichtbar durch das Auftreten von „Sprudeln“. Ein höherer Mineralstoffgehalt des Wassers wird in vielen Fällen durch das Auslaugen von Salzlagerstätten verursacht. Es können im Wesentlichen kochsalzhaltige Lagerstätten, aber auch Gipslager und Kalkgesteine eine wichtige Rolle für den Mineralstoffgehalt der Quellen spielen. In einem Mineralwasser, das aus dem Gipslager Schwefelverbindungen aufgenommen hat (Sulfate), kann durch Reduktion Sulfid entstehen, das als Sulfid-Schwefel erfasst wird. Auf dem häufig sehr langen Fließweg des Wassers können unter geänderten Milieubedingungen sekundäre Umsetzungen wie Ionenaustausch, Ausfällung und Wiederauflösung stattfinden. Betroffen hiervon sind neben den Hauptbestandteilen vor allem die natürlichen Spurenelemente wie Eisen, Mangan und Arsen.

Für die Neubohrung von Quellen, aber auch bei ihrer Neufassung ist es entscheidend, die hydrogeologischen Verhältnisse vorher **gründlich zu erforschen**, um das gewünschte Ergebnis, die **Gewinnung eines geeigneten Heilwassers, weitgehend sicherzustellen**.

## Abgrenzung des Begriffes Heilwasser

Die Grenzen zwischen einem **Trinkwasser** im Sinne der Trinkwasserverordnung, einem **natürlichen Mineralwasser** im Sinne der Mineral-, Quell- und Tafelwasserverordnung und einem **Heilwasser** im Sinne der Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen sind das Ergebnis vielfältiger Diskussionen über

einen langen Zeitraum. Im Jahre 1911 erfolgte auf Grund statistischer Erhebungen in den „Nauheimer Beschlüssen“ eine Festlegung der Grenzen des Begriffs Mineralwasser. Grundlage hierfür waren die Arbeiten von L. Grünhut (Chem. Laboratorium Fresenius), der mit großer Sorgfalt die **Zusammensetzung** zahlreicher bekannter **Heilquellen** mit der unserer Trinkwässer verglichen hatte. Dabei hatte er erkannt, dass Mineral- bzw. Heilwässer häufig **mehr als 1 g** gelöste feste Bestandteile pro kg Wasser enthalten, während Trinkwasser normalerweise deutlich darunter liegt.

Darüber hinaus wurde auch damals schon eine Reihe von Spurenelementen wie z. B. Eisen und Iodid ermittelt, die, unabhängig von der Gesamtkonzentration der Mineralstoffe, als wertbestimmend in die „Nauheimer Beschlüsse“ mit aufgenommen worden sind. Im Verlauf der letzten 50 Jahre ist unter stärkerer Betonung **pharmakologischer Erfahrungen** eine Revision dieser ursprünglich deutschen Liste von charakteristischen Elementen erfolgt.

In Europa ist es bisher nicht gelungen, zu einer einheitlichen Auffassung über die Abgrenzung des Begriffes Heilwasser vom Mineralwasser zu kommen. Hier stehen sich die traditionellen „romanischen“ und „germanischen“ Auffassungen gegenüber. Während z. B. in Deutschland und Österreich der Gesetzgeber klar zwischen Heilwasser als Arzneimittel und natürlichem Mineralwasser als Lebensmittel unterscheidet, ist in den „romanischen Ländern“, wie Italien, Frankreich, Spanien, Portugal, nur das natürliche Mineralwasser gem. der EG-Richtlinie national gesetzlich einheitlich geregelt. Es wird unterschieden in ein Mineralwasser als Lebensmittel für den täglichen Gebrauch und in ein solches mit therapeutischen Eigenschaften, das für den „Thermalismus“ – wie die Kurortmedizin in diesen Ländern genannt wird – eingesetzt wird.

In **Brüssel** wurde 1980 für den EG-Bereich eine **Richtlinie für Mineralwasser** beschlossen, die 1984 in deutsches Recht übertragen wurde. Die Übernahme der entsprechenden Regelung für das Trinkwasser ist 1986 erfolgt.

Für die Bundesrepublik Deutschland gelten für Heilwässer zusätzlich die bereits erwähnten „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen“, in denen u. a. die Grundlagen für die Artbezeichnungen und Anforderungen an die natürlichen Heilmittel des Bodens festgelegt sind. 1982 ist ein Kommentar hierzu erschienen, der die Begriffsbestimmungen im Einzelnen erläutert. Er wird derzeit überarbeitet.

Einige Abschnitte aus den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards von 1998, die die natürlichen ortsgebundenen Heilmittel und die Peloiden betreffen, werden hier

anschließend aufgeführt. Die Begriffsbestimmungen wurden im Vergleich zu früheren Auflagen grundlegend überarbeitet.

Dabei wurde im Teil A nach dem medizintheoretischen Ansatz der medizinischen Kur die Definition der Kur mit der hierfür erforderlichen Struktur- und Prozessqualität der Kurorte dargestellt. Im Teil B sind dann die eigentlichen Voraussetzungen für die Verleihung von Artbezeichnungen der Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen aufgeführt. Dabei wurden vor allem die neuen **rechtlich verbindlichen Festlegungen** von Bund und Ländern berücksichtigt. Unabhängig hiervon sind auch die **wissenschaftlichen Fortschritte** eingearbeitet worden. Die Angaben über die Charakterisierung und Nomenklatur der Wässer sollen erst im Zusammenhang mit den Analysen besprochen werden. Aufbau und Umfang der Analysen haben sich insbesondere durch stärkere Berücksichtigung der **essenziellen** und **toxischen** Spurenelemente sowie durch Aufnahme der Bestimmung organischer Inhaltsstoffe beziehungsweise dem Nachweis ihrer Abwesenheit infolge der Anforderungen des **Arzneimittelgesetzes** erheblich geändert.

Auszug aus den Begriffsbestimmungen, die Ziffern in Klammern beziehen sich auf die Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards von 1998.

## Natürliche Heilmittel des Bodens (2.1)

### Natürliche ortsgebundene Heilwässer (2.1.1)

Natürliche Heilwässer werden aus einer oder mehreren Entnahmestellen (Heilquellen), die natürlich zu Tage treten oder künstlich erschlossen sind, gewonnen. Auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung, ihrer physikalischen Eigenschaften und/oder nach der balneologischen Erfahrung oder nach medizinischen Erkenntnissen haben sie nachweisbare therapeutische Wirkungen, die zur Prävention, kurativen Therapie und Rehabilitation genutzt werden.

Heilwässer werden von Heilbädern und Heilquellen-Kurbetrieben zu therapeutischen Zwecken ortsgebunden angewandt.

Natürliche Heilwässer erfüllen diese Ortsbindung nur durch ihre unmittelbare Gewinnung und Anwendung am Quellort. Als Quellort gilt auch der Ort, an dem das Heilwasser aus einer mit der Quellöffnung fest verbundenen Rohrleitung austritt. Der Transport des Heilwassers zu Zwecken kurortmedizinischer Nutzung in Tankwagen ist unzulässig.

### Zusammensetzung und Beschaffenheit (2.1.1.1)

Die chemische Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften sowie die einwandfreie hygienische und

mikrobiologische Beschaffenheit sind neben der therapeutischen Eignung durch Heilwasseranalysen nachzuweisen und durch Kontrollanalysen regelmäßig zu überprüfen.

Sie dürfen nicht Inhaltsstoffe oder Eigenschaften besitzen, die gegen die Verwendung als Heilwasser sprechen.

### Medizinisch-balneologische Begutachtung (2.1.1.2)

Die therapeutische Eignung von Heilwasser ist durch wissenschaftliche Gutachten eines medizinisch-balneologischen Instituts oder eines anerkannten medizinisch-balneologischen Sachverständigen nachzuweisen.

### Hygienische Beschaffenheit (2.1.1.3)

Es ist nachzuweisen, dass Heilwässer am Quellaustritt und am Ort der Anwendung bzw. bei der Abfüllung und bei dem Inverkehrbringen als Versand-Heilwässer in den für den Verbraucher bestimmten Behältnissen hygienisch und mikrobiologisch einwandfrei sind.

### Charakterisierung (2.1.1.4)

Natürliche Heilwässer können auf Grund ihrer chemischen Zusammensetzung oder ihrer physikalischen Eigenschaften nach folgenden naturwissenschaftlichen Grundsätzen charakterisiert werden, wobei die arzneilich wirksamen Bestandteile regelmäßig die zur Charakterisierung herangezogenen Ionen und wertbestimmenden Einzelbestandteile umfassen:

- a) Wässer, die einen Mindestgehalt von 1 g/l gelöste Mineralstoffe aufweisen. Für bestimmte Indikationen sind höhere Konzentrationen erforderlich. Zur chemischen Charakterisierung werden alle Ionen herangezogen, die mit einem Äquivalentanteil von wenigstens 20 % an der Gesamtkonzentration beteiligt sind. Dies sind in der Regel Natrium, Calcium, Magnesium, Chlorid, Sulfat und Hydrogencarbonat. Die Ionen sind mit den in der Chemie üblichen Namen zu kennzeichnen. Dabei werden erst die Kationen und dann die Anionen aufgezählt. Sind bei einem Wasser mehrere Kationen oder Anionen anzuführen, so werden diese in absteigender Größenordnung ihrer Äquivalentanteile (in mmol-%) aufgezählt. Die Äquivalentanteile beziehen sich auf die Summe der Kationen = 100 % und die Summe der Anionen = 100 %.
- b) Wässer, die besondere wertbestimmende Einzelbestandteile enthalten und folgende Mindestwerte erreichen:

1. Eisenhaltige Wässer	20 mg/l zweiwertiges Eisen (Fe)
2. Iodhaltige Wässer	1 mg/l Iodid (I)
3. Schwefelhaltige Wässer	1 mg/l Sulfidschwefel (S)
4. Radonhaltige Wässer	666 Bq/l Radon (Rn) (=18 nCurie/l)
5. Säuerlinge	1.000 mg/l freies gelöstes Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> ) für Trinkzwecke, 500 mg/l CO <sub>2</sub> für Badezwecke
6. Fluoridhaltige Wässer	1 mg/l Fluorid (F).

- c) Wässer, deren Temperaturen von Natur aus am Austrittsort mehr als 20 °C betragen, können als Thermalen oder Thermalquellen charakterisiert werden.

Kohlensäurehaltige Thermalwässer mit höherer Temperatur können als „Thermalsäuerlinge“ bezeichnet werden, wenn am Austrittsort mindestens 1000 mg/l freies gelöstes Kohlenstoffdioxid enthalten sind.

- d) Wässer, die in 1 Liter mindestens 5,5 g Natrium- und 8,5 g Chloridionen (entsprechend 240 mmol/l Natrium- bzw. Chloridionen) enthalten, können die konventionelle Bezeichnung „Sole“ führen.
- e) Alle Mindestwerte der Wässer müssen am Ort der Anwendung erreicht werden.
- f) Die Ziffern a) bis e) gelten für die kurmedizinische Anwendung vor Ort. Darüber hinaus gelten die allgemeinen erfahrungsmedizinischen Erkenntnisse. Für Versandheilwässer als Fertigarzneimittel sind die Zulassungsbestimmungen im Hinblick auf die chemische Zusammensetzung zu beachten.
- g) Wässer, die keine der angeführten Voraussetzungen erfüllen, müssen ihre Eignung, Heilzwecken zu dienen, durch klinische Gutachten nachweisen.

(Anmerkung der Autoren: Diese Anforderungen gelten für natürliche Heilwässer, die als ortsgebundene Kurmittel angewendet werden. Die abgefüllten Heilwässer fallen unter das Arzneimittelgesetz und bedürfen dementsprechend einer besonderen Zulassung durch das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte.)

### Natürliche ortsgebundene Heilgase (2.1.2)

Natürliche Heilgase gehören zu den natürlichen Heilmitteln aus überwiegend tieferen Erdschichten. Sie stammen aus Gasvorkommen, die natürlich zu Tage treten oder künstlich erschlossen werden.

Von den natürlichen Heilgasen werden zur Zeit Kohlenstoffdioxid, Radon und Schwefelwasserstoff zu Therapie-zwecken eingesetzt.

### Natürliche Peloide (2.1.3)

Peloide sind durch geologische und/oder biologische Vorgänge entstandene anorganische oder organische Gemische, die entweder bereits von Natur aus feinkörnig vorliegen oder durch einfache Aufbereitung in feinkörnigen bzw. feinerkleinerten Zustand gebracht werden und in der medizinischen Praxis in Form von schlamm- oder breiförmigen Bädern oder Packungen Verwendung finden. Peloide können in der Natur sowohl wasserhaltig als auch trocken vorkommen.

Ihre Krankheit heilenden, lindernden oder verhütenden Eigenschaften sind durch wissenschaftliche Gutachten eines medizinisch-balneologischen Instituts oder eines anerkannten medizinisch-balneologischen Sachverständigen nachzuweisen. Sie müssen sich ebenso wie die Heilwässer und -gase durch besondere Wirkungen auf den menschlichen Organismus bewährt haben. Ihre chemische Zusammensetzung und ihre physikalischen Eigenschaften sind durch Peloid-Analysen nachzuweisen und durch Kontrollanalysen zu überprüfen.

### Klassifizierung (2.1.3.1)

Balneologisch verwendete Torfe und Schlämme werden unter dem Begriff „Peloid“ zusammen gefasst. Die Schlämme sind geologisch-genetisch den Gruppen der Lockergesteine und Festgesteine zuzuordnen. Bei Torfen handelt es sich überwiegend um humifizierte Sedimente biologischen Ursprungs.

Peloidart	Geologisch-genetische Gruppe Lockersteine (Eu-Peloid)
Torf (Hochmoor-, Niedermoor- torf, Moorerde)	Sedentäre Peloid
Lebermudde, Torfmudde, Kieselgur	Limnische Peloid
Marine Schlicke (Salzwasser- schlick), Sapropel, Limane	Marine Peloid
Flussschlicke	Fluviatile Peloid
Schlammartige Quellsedimente (Sulfid-, Schwefel-, Ockerschläm)	Krenogene Peloid
Löss	Äolische Peloid
Lehm, Ton	Pedogene Peloid
Tuffite *)	Vulkanogene Peloid
	<b>Festgesteine (Para-Peloid)</b>
Tonstein *), Tonschiefer *)	Tonstein-Peloid
Mergel, Kreide, Kalk, Dolomit	Kalkstein-Peloid
Tuff *), Phonolith *)	Vulkanite Peloid

\* In der balneotherapeutischen Praxis oftmals als „Fango“ bezeichnet.

### Gewinnung und Lagerung (2.1.3.2)

Peloid müssen so gewonnen und gelagert werden, dass sich ihre Zusammensetzung nicht ändert; sie müssen von hygienisch einwandfreier Beschaffenheit sein.

### Wiederverwendung (2.1.3.3)

Bereits verwendeter Badetorf darf – zur Schonung der existenzbedrohten Mooregebiete – nach einer Lagerung von mindestens 5 Jahren in der ursprünglichen Lagerstätte oder in speziellen Regenerationsbecken erneut einer balneotherapeutischen Verwendung zugeführt werden. Vor der Wiederverwendung ist eine Peloid-Analyse durchzuführen, die Bedenken gegen die erneute Verwendung ausschließen muss.

Bei Unbedenklichkeit des wieder verwendeten Materials ist das Bade-/Packungspeloid in einem Mischungsverhältnis von mindestens 1 Teil Frischmaterial mit 1 Teil abgedatetem Badetorf aufzubereiten. Eine sorgfältige Mischung muss für jede einzelne Anwendung gewährleistet sein.

Die Verwendung eines Peloidbades für verschiedene Personen ist nicht zulässig. Eine Wiederverwendung anorganischer Peloid sowie von Schlick ist nicht zulässig.

### Natürliche Heilmittel des Meeres (2.2)

Meerwasser, das zu therapeutischen Zwecken gewonnen wird, ist ein natürliches Heilmittel des Meeres und kann unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsart aufbereitet und – unter Beachtung der gesetzlichen Vorschriften – zu Heilzwecken angewendet oder in Verkehr gebracht werden.

### Hygienische Anforderungen (2.2.2)

Meerwasser, das als Heilmittel in Wannenbädern oder Schwimm-, Bewegungs- oder Therapiebecken, zum Inhalieren und für Trinkkuren (als Heilwasser) genutzt wird, muss den allgemeinen hygienischen und mikrobiologischen Anforderungen unter Berücksichtigung der jeweiligen Nutzungsart entsprechen. Im Rahmen der Gewinnung, Nutzung und Überwachung sind die jeweiligen gesetzlichen Vorschriften zu beachten.

Ende der Zitate aus den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards“.

## Untersuchung und Charakteristik der Heilwässer

Physikalische und physikalisch-chemische Daten sowie die chemische Zusammensetzung eines Heilwassers sind auch für den **Balneologen** von wesentlicher Bedeutung. Auf Grund der naturwissenschaftlichen Charakterisierung eines Wassers kann er häufig im Vergleich mit den entsprechenden Daten bekannter Heilquellen erste Hinweise auf mögliche Indikationen bekommen. Um solche Vergleiche zu ermöglichen, sind in den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards“ Analysennormen festgelegt für Heilwasser-, Meerwasser-, Heilgas- und Peloidanalysen. Analysemethoden sind an anderer Stelle zu finden, z. B. „Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. VIII, Teil 2 (Untersuchung der Mineral- und Heilwässer von W. Fresenius und K.-E. Quentin und Mitarbeitern, Springer-Verlag) und DEV.

In den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards“ sind einheitliche Mindestanforderungen an eine Heilwasseranalyse, die alle 10 Jahre durchzuführen ist, festge-

legt. Alle 2 Jahre ist eine Kontrollanalyse erforderlich. Deutet die Kontrollanalyse auf eine wesentliche Änderung in der Beschaffenheit des Wassers hin, oder ist eine Neufassung der Quelle erfolgt, so muss erneut eine Heilwasseranalyse durchgeführt werden. Bei Heilbrunnenbetrieben muss alle 5 Jahre eine Heilwasseranalyse der **Flaschenabfüllung** (= **Fertigarzneimittel**) erfolgen, da die Zulassung nur 5 Jahre gültig ist. Die Arbeitsgemeinschaft der Leitenden Medizinalbeamten der Bundesländer hat im Mai 1986 Richtlinien für die Überwachung von Heilwasserbetrieben und Heilquellen erlassen, die von Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern als Verwaltungsvorschriften veröffentlicht wurden, aber auch von den übrigen Bundesländern weitgehend angewendet werden.

Für die Darstellung der Analysen liegen DIN-Vorschriften (DIN 38402 Teil 1, A.5) vor. Die in Tabelle 1 als Beispiel dargestellte Analyse vom „Solesprudel“ in Bad Homburg v. d. H. entspricht im Wesentlichen dieser DIN-Vorschrift. Die Zusammensetzung des Heilwassers vom „Solesprudel“ wurde durch eine neuere Heilwasseranalysen bestätigt.

Bei der in Tabelle 1 zusammengefassten **Analyse** handelt es sich entsprechend den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards“ um einen **Mindestumfang**. Von den beteiligten Wissenschaftlern sind je nach den gegebenen Verhältnissen und dem **Stand der Wissenschaft** weitere Untersuchungen durchzuführen. Dies gilt insbesondere für den Nachweis der Abwesenheit von **Umwelteinflüssen**. Hier wird voraussichtlich der Nachweis weiterer anthropogener organischer Verbindungen noch an Bedeutung gewinnen, z. B. von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Auch die Auswahl der Spurenelemente wird sich den neueren Forschungsergebnissen anpassen müssen. Dies gilt insbesondere für essenzielle Spurenelemente. Hier ist eine Erweiterung der bisherigen Liste zu erkennen. Bei den toxischen Spurenelementen ist festzustellen, dass diese kaum in den Heilwässern gefunden werden, wenn man von dem gelegentlichen Vorkommen an natürlich vorhandenem Arsen absieht.

Zur Darstellung der chemischen Analyse ist zu bemerken, dass in Angleichung an die übrigen Wasseranalysen die Massenkonzentration in mg/l angegeben wird und nicht mehr in mg/kg. Praktisch kann dies nur bei höher konzentrierten Wässern zu einer Änderung der Zahlenwerte führen. Neu ist auch die Äquivalentkonzentration (meq) in mmol/l. Gegenüber dem früher üblichen mval/l ist dieser Begriff klar definiert. Soweit es die Heil- und Mineral-

wasseranalyse betrifft, sind aber die Zahlenwerte unverändert.

Setzt man die Summe der Äquivalente der Kationen und Anionen jeweils gleich 100, so erhält man die Stoffmengenanteile als Äquivalente (meq) in %. Für die **Kennzeichnung eines Heilwassers** werden alle **Hauptbestandteile** herangezogen, deren Stoffmengenanteile (meq) **20 % übersteigen**. In unserem Beispiel gilt dies nur für Natrium und Chlorid. Bei der vorliegenden Analyse werden von Natrium und Chlorid 240 meq/l überschritten, sodass die Bezeichnung „**Sole**“ zutrifft. Von den eine Heilquelle charakterisierenden besonders wirksamen Bestandteilen überschreitet nur der Gehalt an gelöstem **Kohlenstoffdioxid** den hierfür festgelegten Mindestwert. Daraus ergibt sich die Kennzeichnung als eine „kohlenensäurehaltige Sole“ oder als „Solesprudel“.

## Zusammenstellung der Heilquellen der Bäder in der Bundesrepublik Deutschland entsprechend ihrer Charakteristik

In der Tabelle 2 ist in Anlehnung an die Erläuterungen zu den Artbezeichnungen der „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandard“ eine Zusammenstellung der Quellen der deutschen Heilbäder auf Grund ihrer Charakteristik, die sich aus der chemischen Analyse ergibt, erfolgt. Dementsprechend sind **Hauptgruppen** die **Chloridwässer**, die **Hydrogencarbonatwässer** und die **Sulfatwässer**. Carbonatwässer sind in Deutschland nicht vorhanden. Zu den Wässern, die, ohne die Forderung von 1 g gelösten festen Bestandteilen in 1 l Wasser zu erfüllen, aber doch zu den natürlichen Heilwässern auf Grund ihrer besonderen wirksamen Bestandteile gerechnet werden, gehören die Gruppen der **schwefelhaltigen Wässer**, **Säuerlinge**, **Thermen**, **fluorid-, iod-, radon- und eisenhaltigen Wässer**. Abschließend folgen mineralarme **kalte Quellen**, früher so genannten **Akratopegen**, bei denen auf Grund der **Erfahrung** und klinischen Beobachtung **Heilwirkungen** angegeben werden.

Bei den Hauptgruppen sind dann entsprechend den vorhandenen Anionen weitere Unterteilungen erfolgt. Zum Beispiel sind bei den **Chloridwässern** als besondere Gruppen aufgeführt: **Chlorid-Hydrogencarbonat-Wässer**, **Chlorid-Sulfat-Wässer**, **Chlorid-Hydrogencarbonat-Sulfat-Wässer**. Die Reihenfolge ist durch den jeweils vorhandenen Gehalt an einzelnen Anionen bestimmt, und zwar sind sie nach absteigender Reihenfolge der meq-% geordnet. In der Tabelle sind aber neben den die Einteilung bestimmenden Anionen auch die Kationen mit aufgeführt, die 20 meq-% überschreiten,

Tabelle 1

**Heilwasseranalyse** ausgeführt durch das Institut Fresenius, Taunusstein

Bezeichnung der Probe: „Solesprudel“, in Bad Homburg v. d. H.

Datum der Probenahme: 21. Januar 1994

Neben genauen Bezeichnungen von Quelle und Probenahmestelle ist auch die Lage exakt anzugeben, um die Ergebnisse früherer oder späterer Vergleichsanalysen zuordnen zu können. Das Probenahmedatum erlaubt gegebenenfalls das Erkennen von jahreszeitlichen oder längerfristigen Schwankungen im Vergleich mit den übrigen vorliegenden Analysen.

Die genaue Beschreibung der geologischen Verhältnisse sowie von Ausbau, Verrohrung und Nutzungsbedingungen sind zur Interpretation der Heilwassergeneese, aber auch zur Erkennung möglicher ausbaubedingter Probleme, erforderlich.

Am Ort der Probenahme sind veränderliche Parameter wie Wasser- und Lufttemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt und Radon zu erfassen oder zur Laboranalyse zu stabilisieren, wie z. B. CO<sub>2</sub> und Fe-II.

Hauptbestandteile und Ionenbilanz	Massen-konzentration mg/l	Äquivalent-konzentration mmol/l	Äquivalent-anteil %	Hauptbestandteile und Ionenbilanz	Massen-konzentration mg/l	Äquivalent-konzentration mmol/l	Äquivalent-anteil %
<b>Kationen</b>				<b>Anionen</b>			
Lithium (Li)	5,7	0,8214	0,26	Fluorid (F)	0,38	0,0200	0,01
Natrium (Na)	5.535	240,8	75,18	Chlorid (Cl)	10.300	290,5	90,73
Kalium (K)	230	5,882	1,84	Bromid (Br)	6,8	0,0851	0,03
Ammonium (NH <sub>4</sub> )	9,5	0,5266	0,16	Iodid (I)	0,06	0,0005	–
Magnesium (Mg)	225,0	18,51	5,78	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	18,0	0,3748	0,12
Calcium (Ca)	1.055	52,64	16,44	Hydrogen-phosphat (HPO <sub>4</sub> )	0,27	0,0056	–
Strontium (Sr)	19,6	0,4474	0,14	Hydrogen-carbonat (HCO <sub>3</sub> )	1.780	29,17	9,11
Barium (Ba)	1,2	0,0175	0,01				
Mangan (Mn)	2,0	0,0728	0,02				
Eisen (Fe)	15,0	0,5372	0,17				
Summe	7.098	320,2	100	Summe	12.105	320,1	100,00

Hauptbestandteile und Ionenbilanz	Massen-konzentration mg/l	Äquivalent-konzentration mmol/l	Äquivalent-anteil %
Kieselsäure als H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	17,0	0,218	
Borsäure als HBO <sub>2</sub>	2,9		
als H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	4,1	0,066	
Summe der gelösten Mineralstoffe	19.220		
Gelöstes Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	1.650		
Abdampfdruckstand, bei 180 °C	18.870		
Abdampfdruckstand, bei 260 °C	18.350		

→  
\* Gemäß der „Heilwasser-Überwachungs-Richtlinie“ (entspricht Anl. 1 zu § 2 der Mineral- und Tafelwasser-Verordnung)

Spurenelemente	ermittelter Wert	zulässiger Grenzwert*
Arsen (As)	mg/l 0,046	0,05
Cadmium (Cd)	mg/l <0,0005	0,005
Chrom (Cr)	mg/l <0,002	0,05
Quecksilber (Hg)	mg/l <0,0001	0,001
Nickel (Ni)	mg/l <0,002	0,05
Blei (Pb)	mg/l <0,002	0,05
Antimon (Sb)	mg/l <0,001	0,01
Selen (Se)	mg/l <0,001	0,01
Barium (Ba)	mg/l 1,2	1,0
Cobalt (Co)	mg/l <0,002	–
Kupfer (Cu)	mg/l 2,2	–
Molybdän (Mo)	mg/l <0,002	–
Silber (Ag)	mg/l <0,0005	–
Vanadium (V)	mg/l <0,002	–
Zink (Zn)	mg/l 0,053	–
Zinn (Sn)	mg/l <0,001	–

**Gehalt an organischen Substanzen**

Gelöster organisch gebundener Kohlenstoff (als C)	mg/l	0,4
Phenol-Index (als Phenol)	mg/l	<0,005
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	mg/l	<0,0001
Leichtflüchtige chlorierte Lösemittel und Trihalogenmethane sind nicht nachweisbar.		

**Mikrobiologische Untersuchungen**

Koloniezahl in je 1 ml	
Nähragar bei 20 °C nach 44 ± 4 Std.	0
Nähragar bei 37 °C nach 20 ± 4 Std.	0
Nachweis spezieller Keimarten	
Escherichia coli in 250 ml	negativ
coliforme Bakterien in 250 ml	negativ
Fäkalstreptococcen in 250 ml	negativ
Pseudomonas aeruginosa in 250 ml	negativ
Sulfitreduzierende sporenbildende Anaerobier (Clostridien) in 50 ml	negativ

Das Wasser vom Solesprudel in Bad Homburg v.d.H. weist eine einwandfreie mikrobiologische Beschaffenheit auf und entspricht auch den Anforderungen des § 4 Abs. 1 und 2 der „Mineral- und Tafelwasser-Verordnung“.

Die Quelle führt freie Gase mit sich. Neben dem Hauptbestandteil Kohlenstoffdioxid (97,2 Vol.%) werden noch geringe Mengen von Stickstoff (2,6 Vol. %) und Spuren von Sauerstoff (0,1 Vol. %) ermittelt.

Tabelle 2

## Zusammensetzung der Heilquellen der Heilbäder und Kurorte in der Bundesrepublik Deutschland entsprechend ihrer Charakteristik

Chlorid-Wässer				
		Na		Bad Bramstedt, Bad Dürkheim, Bad Harzburg, Bad Karlshafen, Bad Kreuznach, Bad Reichenhall, Bad Salzhausen, Bad Salzschlirf, Bad Salzungen, Bad Sobernheim, Wiesbaden
		Na	t	Baden-Baden, Bad Bergzabern, Bad Säckingen, Wiesbaden
		Na	CO <sub>2</sub>	Bad Homburg, Bad Kissingen, Bad Nauheim, Bad Neustadt/Saale, Bad Orb, Bad Salzschlirf, Bad Soden am Taunus
		Na	t CO <sub>2</sub>	Bad Nauheim, Staffelstein
Fe		Na	CO <sub>2</sub>	Bad Homburg, Bad Mergentheim
F		Na	CO <sub>2</sub>	Bad Soden am Taunus
F		Na	t	Bad Colberg-Heldburg, Bad Münster am Stein
F		Na	t CO <sub>2</sub>	Bad Soden am Taunus
	S	Na		Blenhorst
F	I S	Na	t	Bad Wiessee
	I	Na		Bad Heilbrunn, Schönberg, Bad Tölz
		Na	Ca	Bad Oeynhausen, Stuttgart-Bad Cannstatt
F		Na	Ca	Bad Suderode
		Na	Ca t	Bad Bellingen
		Na	Ca CO <sub>2</sub>	Bad Homburg, Bad Liebenstein, Bad Meinberg, Bad Orb
			Sole	Berchtesgaden, Bad Bramstedt, Bad Dürkheim, Bad Essen, Bad Gandersheim, Bad Harzburg, Heringsdorf, Bad Karlshafen, Bad Kreuznach, Lüneburg, Bad Münder, Bad Nenndorf, Bad Oeynhausen, Bad Rappenaue, Bad Reichenhall, Bad Salzdetfurth, Bad Salzfluren, Bad Salzungen, Soltau, Bad Sooden-Allendorf, Bad Sulza, Bad Wimpfen, Bad Windsheim
			CO <sub>2</sub> Sole	Bad Laer, Bad Neustadt/Saale, Bad Salzfluren
			t Sole	Bad Bentheim, Binz, Bad Langensalza, Bad Nauheim, Bad Saarow, Salzgitter-Bad, Bad Schönborn, Stuttgart-Bad Cannstatt, Templin
Fe	S		t Sole	Bad Colberg-Heldburg
Fe			CO <sub>2</sub> Sole	Bad Laer, Bad Pyrmont, Bad Rothenfelde, Bad Salzschlirf, Bad Salzfluren, Bad Sassendorf
Fe			t CO <sub>2</sub> Sole	Bad Oeynhausen, Bad Salzfluren, Bad Soden-Salmünster, Bad Westernkotten
Fe	I		Sole	Heringsdorf, Bad Sulza
Fe	I		t CO <sub>2</sub> Sole	Bad Waldliesborn
Fe	F		t CO <sub>2</sub> Sole	Bad Salzfluren
	F		Sole	Bad Segeberg
	F		t CO <sub>2</sub> Sole	Bad Soden am Taunus
	F I		Sole	Bad Frankenhausen
	I		Sole	Bad Schwartau
	I		t Sole	Bad Bevensen, Bad Endorf
	I S		t Sole	Dangast, Bad Nenndorf
	S		Sole	Dorum, Bad Nenndorf, St. Peter-Ording
	S		t Sole	Bad Harzburg, Bad Nenndorf
Chlorid-Hydrogencarbonat-Wässer				
		Na		Bad Salzhausen
		Na	t	Bad Liebenzell
		Na	CO <sub>2</sub>	Bad Soden am Taunus
		Na	t CO <sub>2</sub>	Bad Soden am Taunus
	S	Na		Bad Münder
F	S	Na	t	Aachen
		Na	Mg t CO <sub>2</sub>	Bad Breisig
		Na	Ca	Bad Homburg, Bad Soden am Taunus, Bad Zwesten
		Na	Ca t	Bad Rotenfels
		Na	Ca CO <sub>2</sub>	Bad Nauheim
Fe		Na	CO <sub>2</sub>	Bad Liebenstein
		Na	Ca t CO <sub>2</sub>	Bad Homburg, Bad Soden am Taunus

<b>Chlorid-Sulfat-Wässer</b>				
	Na			Melle, Bad Mergentheim
			Sole	Ludwigsburg-Hoheneck
	Na		CO <sub>2</sub>	Bad Mergentheim, Bad Pyrmont
	Na	Ca		Bad Salzuflen
F	Na	Ca		Bad Langensalza
	Na	Ca	t	Bad Boll, Bad Herrenalb
F	Na	Ca	t	Bad Rodach
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Mergentheim
F	Na	Ca	t CO <sub>2</sub>	Bad Ditzbach
<b>Chlorid-Sulfat-Hydrogencarbonat-Wässer</b>				
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Stuttgart-Bad Cannstatt
	Na	Ca	t CO <sub>2</sub>	Beuren, Bad Urach
<b>Chlorid-Hydrogencarbonat-Sulfat-Wässer</b>				
	Na		CO <sub>2</sub>	Bad Salzig
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Kissingen
S	Na			Bad Münder
<b>Hydrogencarbonat-Wässer</b>				
	Na		t	Beuren
F	Na		t	Bad Wurzach
	Na		t	Bad Schönborn
S	Na		CO <sub>2</sub>	Bad Überkingen
	Na	Mg	CO <sub>2</sub>	Daun
	Na	Mg	t CO <sub>2</sub>	Bad Neuenahr
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Teinach
	Na	Mg	Ca	Bad Boll
		Mg	Ca t	Bad Rodach
Fe		Mg	Ca	Bad Schwalbach, Bad Steben
		Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Ditzbach, Bad Steben
		Mg	Ca	Bad Driburg, Bad Imnau, Bad Steben, Bad Wildungen, Bad Wildungen-Reinhardshausen
<b>Hydrogencarbonat-Chlorid-Wässer</b>				
	Na		t CO <sub>2</sub>	Bad Ems
F	Na		t	Bad Birnbach, Bad Griesbach
	Na		t	Bad Füssing
S	Na	Mg	t CO <sub>2</sub>	Bad Hönningen
		Ca		Bad König
	Na	Mg	Ca	Bad Wildungen
<b>Hydrogencarbonat-Sulfat-Wässer</b>				
F	Na			Bad Schmiedeberg
	Na		t	Bad Bertrich, Bad Teinach
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Peterstal-Griesbach, Bad Rippoldsau
F	Rn	Na	Ca	Bad Brambach
		Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Imnau, Bad Niedernau
		Mg	Ca	Bad Liebenstein, Bad Pyrmont
<b>Hydrogencarbonat-Chlorid-Sulfat-Wässer</b>				
	Na			Bad Salzig
	Na	Mg	Ca	Bad Bocklet
<b>Sulfat-Wässer</b>				
		Ca		Bad Berka, Füssen, Bad Meinberg
	Na	Ca		Bad Meinberg, Bad Münder
	Na	Ca	t	Bad Überkingen, Herbstein
F		Mg	Ca	Bad Arolsen
		Mg	Ca t	Bad Colberg-Heildburg, Bad Rodach
S		Mg	Ca	Bad Eilsen, Füssen
S		Ca		Rothenuffeln
<b>Sulfat-Chlorid-Wässer</b>				
	Na	Ca		Bad Hersfeld, Bad Königshofen, Bad Mergentheim, Bad Salzuflen, Bad Windsheim
	Na	Ca	t	Bad Emstal

Sulfat-Hydrogencarbonat-Wässer				
	Na		t	Bad Überkingen
	Na	Ca		Bad Hersfeld
	Na	Ca	CO <sub>2</sub>	Bad Ditzgenbach
	Na	Ca	t CO <sub>2</sub>	Freiburg i. Breisgau
F	Na	Ca	t CO <sub>2</sub>	Bad Krozingen
	S	Na	Mg Ca	Bad Sebastiansweiler
			Mg Ca	Bad Brückenuau
			Mg Ca CO <sub>2</sub>	Bad Pymont
Fe		Mg	Ca CO <sub>2</sub>	Bad Brückenuau
	S	Mg	Ca	Bad Nenndorf
	S		Ca	Bad Bentheim, Bad Langensalza, Bad Nenndorf
			Ca	Bad Dür rheim
			Ca t	Bad Lippspringe, Bad Rodach
			Ca CO <sub>2</sub>	Bad Driburg
Fe			Ca CO <sub>2</sub>	Bad Driburg, Bad Hermannsborn
Sulfat-Chlorid-Hydrogencarbonat-Wässer				
			Ca CO <sub>2</sub>	Bad Brückenuau
Fe	Na		CO <sub>2</sub>	Bad Elster
<b>Schwefelhaltige Wässer</b>				
	S			Bad Abbach, Füssen, Bad Gögging, Bad Harzburg, Bad Langensalza, Randringhausen, Senkelteich, Bad Schönborn
<b>Säuerlinge</b>				
			CO <sub>2</sub>	Bad Brückenuau, Sibyllenbad
Fe			CO <sub>2</sub>	Bad Alexandersbad, Bad Schwalbach
<b>Thermen</b>				
			t	Badenweiler, Bad König, Schlangenbad, Traben-Trarbach/ Bad Wildstein, Waldbronn, Bad Wildbad, Wiesbaden
	S		t	Bad Buchau, Bad Saulgau, Bad Waldsee
F			t	Bad Waldsee, Warmbad
<b>Fluoridhaltige Wässer</b>				
F				Bad Schmiedeberg, Treuchtlingen
<b>Radonhaltige Wässer</b>				
	Rn			Schlema, Sibyllenbad, Bad Steben
<b>Radonhaltige Luft</b>				
				Bad Kreuznach, Bad Münster am Stein, Schlema
<b>Mineralarme Quellen</b>				
				Kellberg
<b>Kohlensäuregasquellen</b>				
				Bad Meinberg, Bad Salzuflen

d. h. Natrium-Ionen, Magnesium-Ionen und Calcium-Ionen. Die Reihenfolge in der Tabelle gibt allerdings nicht immer die Reihenfolge der Charakteristiken wieder. Dies gilt vor allem für die Sulfat-Wässer, bei denen der Calciumgehalt im Allgemeinen den Magnesiumgehalt überschreitet. Auch bei den Hydrogencarbonat-Sulfat-Wässern liegt im Allgemeinen der Calciumgehalt über dem Natriumgehalt. Da aber innerhalb der einzelnen Gruppen unterschiedliche Reihenfolgen der Kationen gegeben sind, ist hier kein Versuch einer absolut exakten Wiedergabe der charakteristischen Kationen bezüglich ihrer Reihenfolge gemacht worden. Entsprechend der festgelegten Charakteristik unserer Heilquellen sind diesen Hauptbestandteilen die **charakteristischen Spurenelemente vorangestellt**, wie **Eisen-, Fluorid-, Iodid-Ionen**, aber auch Hin-

weise auf **Sulfid-Schwefel** und den Gehalt an **Radon**. Ferner sind in dieser Tabelle nach den Hauptbestandteilen in allen zutreffenden Fällen als Hinweise auf die **Überschreitung der vorgesehenen Mindesttemperatur von 20 °C** die „**Thermen**“ aufgeführt, ebenso die Charakteristik „**Säuerling**“ und die Bezeichnung „**Sole**“. In letzterem Falle erübrigt sich ein besonderer Hinweis auf das Natrium, dessen Mindestgehalt von 240 meq/l (entsprechend 5,5 g Natrium-Ionen in 1 l Wasser) Voraussetzung für die Charakteristik „**Sole**“ darstellt. Es muss ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass bei einem Heilwasser z. B. der Gehalt an Sulfid-Schwefel (mit dem Symbol S) oft entscheidend ist für die Anwendung des Heilwassers, und die anderen in der Tabelle mit aufgeführten Bestandteile, von der medizinischen Seite her

gesehen, nur von untergeordneter Bedeutung sein können. Um die Tabelle einigermaßen übersichtlich zu gestalten, sind in ihr für die verschiedenen charakteristischen Bestandteile die üblichen chemischen Symbole aufgeführt. Dabei ist allerdings, was den Tatsachen genauer entsprechen würde, davon abgesehen, sie als Ionen zu bezeichnen. Im Einzelnen sind folgende Abkürzungen verwandt:

Fe = Eisenhaltig, F = Fluoridhaltig, I = Iodhaltig, Rn = Radonhaltig, Na = Natrium über 20 meq-%, Mg = Magnesium über 20 meq-%, Ca = Calcium über 20 meq-%, t = Therme über 20 °C, CO<sub>2</sub> = Kohlensäurehaltige Wässer bzw. Sauerlinge über 1 g CO<sub>2</sub>/l, Sole = Mehr als 240 meq/l Natrium und mehr als 240 meq/l Chlorid

Es sind in dieser Tabelle die Quellen der deutschen Heilbäder mit ihrer vollständigen Charakterisierung aufgenommen, wie sie sich aus den zur Zeit zur Verfügung stehenden Analysen ablesen lässt. Eine weit gehende Übereinstimmung mit den Angaben im Abschnitt: „Beschreibungen der Heilbäder und Kurorte in der Bundesrepublik Deutschland“ ist angestrebt.

Betrachtet man die Tabelle im Einzelnen, so zeigt sich die **außerordentlich große Vielfalt der Heilquellen**. Dabei ist es selbstverständlich, dass manche Bäder und Kurorte, die über **verschiedenartige Quellen** verfügen, auch an verschiedenen Stellen dieser Aufstellung zu berücksichtigen waren. Bei den Chloridwässern findet sich als Hauptkation im Wesentlichen das Natrium. Bei einer Reihe von Quellen, vor allen Dingen bei den Untergruppen, findet sich aber auch vielfach Calcium. Bei den Hydrogencarbonat-Wässern und den Sulfat-Wässern finden sich die drei Kationen in verschiedenen Kombinationen, aber z. T. auch nur Natrium oder nur Calcium. Wässer, die nur durch das Magnesium allein charakterisiert werden, finden sich nicht unter den Quellen der deutschen Heilbäder. Beim **Vergleich mit früher aufgestellten entsprechenden Tabellen** zeigt es sich, dass einzelne Quellen in ihrer chemischen Zusammensetzung im Laufe der Zeit sich so weitgehend geändert haben, dass sie jetzt einer anderen Gruppe zuzuordnen sind. Es ist also auch von der Frage der Anwendung unserer Heilquellen her durchaus wesentlich und steht in Übereinstimmung mit den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards, dass in regelmäßigen Abständen die Zusammensetzung der Heilwässer überprüft wird.

Für die Veröffentlichung von Analysen, sei es von Heilwässern, Heilgasen oder Peloiden, sind in den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards Vorschriften angegeben, um eine einwandfreie Information der Ärzte und Patienten sicherzustellen.

## Untersuchung und Charakteristik der Peloide

Die in den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards festgelegten Richtlinien für die Untersuchung der Peloide gelten für die Moore, die von der Anwendungsseite her gesehen die größte Bedeutung haben und für die **anorganischen Peloide**. Für die Beurteilung der Vorkommen müssen sorgfältig Form, Gestalt und Ausdehnung der Peloid-Lagerstätten angegeben werden. Zur Beurteilung der Qualität für die Anwendung werden Konsistenz und Homogenität ermittelt. Die **Wasser-Kapazität** dient als Basis für das Mischungsverhältnis von Peloid und Wasser. Die **Wärmehaltung** gibt eine Aussage über die thermophysikalischen Eigenschaften im Vergleich mit anderen Peloiden. Chemisch sind die organischen Bestandteile sowie in Abhängigkeit von der Menge auch die anorganischen Bestandteile qualitativ oder quantitativ zu ermitteln. Die **biologischen** Untersuchungen erfolgen in erster Linie unter hygienischen Gesichtspunkten.

Als Beispiel für eine solche Untersuchung ist ein Auszug der Analyse des Torfes aus dem „Dosenmoor“ bei Neumünster in Tabelle 3 zusammengefasst.

Tabelle 3

### Auszug aus der Analyse des Peloids Torf aus dem „Dosenmoor“ bei Neumünster durch das Institut Fresenius, Taunusstein

Tag der Probenentnahme: 21. Juli 1991

Probenahme: Dr. D. Eichelsdörfer, Ltd. Akadem. Direktor i.R.

Lagerstätte: „Dosenmoor“ bei Neumünster. Das Gelände steht unter Naturschutz und ist teilweise renaturiert.

Charakteristik: Schwach zersetzter Hochmoortorf jüngeren Datums, der ältere Moorschichten überlagert.

Zusammensetzung	Stichfrischer Torf	Trockenmasse
Wasser (105 °C)	90,37 %	–
Mineralstoffe (Glührückstand bei 600 °C)	0,99 %	10,28 %
Organische Stoffe (Glühverlust)	8,64 %	89,72 %

#### Physikalische und physikalisch-chemische Untersuchungen

<b>pH-Wert</b>	in Originalsubstanz	3,35
	bei 100 % Wassersättigung	3,50
<b>Wasserkapazität</b>	bezogen auf 1 g Originalsubstanz	32,48
	bezogen auf 1 g Trockenmasse	18,80
<b>Wassergehalt bei Normkonsistenz</b> = 100%ige Wassersättigung		94,95 %
<b>Wärmehaltung</b> bezogen auf 5 °C Durchschnittstemperatur		799 s/cm <sup>2</sup>



(noch Tabelle 3)

#### Chemische Untersuchungen

##### Zusammensetzung der Mineralstoffe

(in der bei 800 °C geglihten Asche)

Salzsäurelöslicher Anteil	%	68
Salzsäureunlöslicher Anteil	%	32
<b>Summe</b>	<b>%</b>	<b>100</b>

Auf Grund des geringen Gehaltes an Mineralstoffen (ca. 10 % der Trockenmasse) kann eine weitere Differenzierung entfallen. Im vorliegenden Fall besteht der Rückstand überwiegend aus Kieselsäure sowie Magnesium- und Calciumoxiden.

##### Zusammensetzung der Organischen Stoffe

		Peloid	Trockenmasse
Extraktbitumen (Fette, Wachs, Harze usw.)	%	0,60	6,2
Lösliche Kohlenhydrate, Pektine usw.	%	0,30	3,1
Cellulose und Hemicellulosen	%	4,82	50,0
Huminsäure	%	1,21	12,6
Humusbegleitstoffe, Lignin, Humine (und sonst. Begleitstoffe)	%	1,71	17,8
<b>Summe</b>	<b>%</b>	<b>8,64</b>	<b>89,7</b>

Der Torf aus dem „Dosenmoor“ ist nach den „Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards“ ein **organisches Pelloid aus einem Hochmoortorf**, das in seiner Zusammensetzung und mit seinem hohen Sorptionsvermögen sowie seiner hohen Wärmehaltfähigkeit im Bereich der üblicherweise therapeutisch verwendeten organischen Pelloide liegt.

Die **mikrobiologische Beschaffenheit** des Torfes aus dem „Dosenmoor“ im Originalzustand ist insgesamt gesehen einwandfrei. Es konnten weder pathogene Bakterien noch als pathogen bekannte Schimmelpilze festgestellt werden. Sonstige Mikroorganismen sind in Mengen ermittelt worden, die als unbedenklich bezeichnet werden können.

Auf Grund dieser Eigenschaften ist er zur Verwendung für balneotherapeutische Zwecke gut geeignet.

In der Tabelle 4 sind die Bäder aufgeführt, die **Moor, Schlamm, Schlick** und ähnliche Produkte anbieten.

**Tabelle 4**

#### Moor

Bad Abbach  
Bad Aibling  
Bad Alexandersbad  
Bad Bayerseien  
Bad Bederkesa  
Bad Bentheim  
Blankenburg/Harz  
Blenhorst  
Bad Bocklet  
Bad Bramstedt  
Bad Brückenau  
Bad Buchau  
Bad Doberan  
Bad Driburg  
Bad Düben  
Bad Elster  
Bad Endorf  
Bad Feilnbach  
Bad Freienwalde  
Füssen  
Bad Gögging  
Bad Grund  
Bad Hersfeld  
Bad Hindelang  
Bad Homburg  
Bad Kissingen  
Bad Klosterlausnitz  
Bad Königshofen  
Bad Kohlgrub  
Bad Liebenwerda  
Lobenstein  
Lüneburg  
Murnau

Bad Muskau  
Bad Nenndorf  
Bad Neustadt/Saale  
Bad Orb  
Bad Peterstal-Griesbach  
Bad Pyrmont  
Bad Reichenhall  
Bad Rippoldsau  
Rothenuffeln  
Bad Saarow  
Bad Salzdettfurth  
Bad Salzschlirf  
Bad Sassendorf  
Schlangenbad  
Bad Schmiedeberg  
Bad Schussenried  
Bad Schwalbach  
Bad Schwartau  
Senkelteich  
Bad Steben  
Bad Sülze  
Bad Tölz  
Bad Waldsee  
Bad Westerkotten  
Bad Wilsnack  
Bad Wurzach  
Bad Zwesten  
Bad Zwischenahn

#### Schwefelmoor

Bad Abbach  
Bad Driburg  
Bad Meinberg  
Randringhausen

#### Schlamm

Bad Eilsen

#### Fango

Bad Boll  
Bad Neuenahr

#### Lehm

Bad Sobernheim

#### Schlick

Baltrum  
Borkum  
Büsum  
Burhave-Tossens  
Carolinensiel-Harlesiel  
Cuxhaven  
Dangast  
Dornumersiel  
Dorum  
Esens-Bensersiel  
Friedrichskoog  
Horumersiel-Schillig  
Juist  
Neuharlingersiel  
Norddorf  
Norden-Norddeich  
Norderney  
Nordstrand  
Pellworm  
St. Peter-Ording  
Spiekeroog  
Warnemünde  
Wenningstedt  
Westerland  
Wittdün

#### Wremen

Wyk auf Föhr

#### Tonschlamm

Bad Homburg  
Krumbad

#### Sole Tonerde

Bad Kreuznach

#### Literatur

##### bei den Verfassern

#### Verfasser:

Professor Dr. rer. nat.  
Wilhelm Fresenius †  
Professor Dr. rer. nat.  
Horst Kußmaul  
Institut Fresenius AG  
Im Maisel 14 (Neuhof)  
65232 Taunusstein  
E-Mail: kussmaul@rud.  
fresenius.com

