

Institut Prof. Dr. Jäger · Ernst-Simon-Straße 2-4 · 72072 Tübingen

An die
Kurmittelproduktions GmbH
Kilianstraße 9

55543 Bad Kreuznach

Telefon: 0671 / 99-1360

Fax: 0671/99-1715

Tübingen, 26.03.2002/fd

Heilwasseranalyse

zur amtlichen Anerkennung als natürliches Mineralwasser

Physikalische, physikalisch-chemische,
chemische und mikrobiologische Untersuchung

“Theodorshaller-Brunnen, Bad Kreuznach“

gemäß

Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards
für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen
vom 13. Oktober 1998

Allgemeine Angaben	
Auftraggeber:	Kurmittelproduktions GmbH, Bad Kreuznach
Bezeichnung der Probe:	Heilwasser "Theodorshaller-Brunnen", Rohsole
Art des Auftrages:	Heilwasseruntersuchung auf die aufgeführten Parameter
Probenehmer:	Herr Vater / Institut Prof. Dr. Jäger
Probenahme:	06.02.2002 / 11.00 Uhr
Probeneingang und U`beginn:	06.02.2002
Tagebuch-Nummer:	02722

Lage der Probenahmestelle:	Ca. 70 m nach Brunnenkopf im Brunnengebäude	
Geologische Verhältnisse (Bohrprofil):		
	0 bis 5,20 m	Quartär (Grobkies, sandig, Schluff)
	5,20 bis 505 m	Rotliegendes (Rhyolith)
Bohrungsdurchmesser		
	bis 20 m	17 ½ Zoll
	20 bis 270 m	10 ¾ Zoll
	270 bis 505 m	6 ¼ Zoll
Brunnentiefe	500 m	
Nenn-/Förderleistung	18,6 m ³ /h	
Pumptiefe	70 m	
Laufzeit Pumpe	mehr als 14 Tage	

Sinnenprüfung

Geruch:	ohne
Farbe:	farblos
Aussehen:	klar

Physikalische und physikalisch-chemische Untersuchungen

Wassertemperatur	(° C)	28,8
Lufttemperatur	(° C)	12,1
Luftdruck	(hPa)	980
pH-Wert (elektrometrisch)		
- vor Ort		6,56
- im Labor		6,78
Leitfähigkeit bei 25 °C		
- vor Ort	(µS/cm)	30.800
- im Labor	(µS/cm)	31.000
Redoxspannung	(mV)	185
Dichte	(g/ml)	1,016

Radioaktivität

Radium-226) ⁵	(Bq/kg)	28,0 ± 3
Radium-228) ^{3c}	(Bq/kg)	15,3 ± 0,6
Radon-222) ⁵	(Bq/kg)	38,0 ± 4,1

Gelöste Gase

Freie Kohlensäure (CO ₂)	(mg/l)	86,2
Sauerstoff (O ₂)	(mg/l)	1,8
Dihydrogensulfid	(mg/l)	< 0,01

Freie Gase

Kohlendioxid	(vol %)	12,7
Stickstoff	(vol %)	48,1
Sauerstoff	(vol %)	0,6
Argon	(vol %)	0,2
Methan	(vol %)	35,7
Ethan	(vpm)	< 10
Wasserstoff	(vpm)	< 0,05
Helium	(vol %)	2,5
Propan	(vpm)	< 6
iso Butan	(vpm)	< 5
n Butan	(vpm)	< 5
iso Pentan	(vpm)	< 5
n Pentan	(vpm)	< 5
Ethen	(vpm)	< 10
Propen	(vpm)	< 6
cis Buten	(vpm)	< 5
trans Buten	(vpm)	< 5
Gasmenge (Gas/Wasser)	(l/m ³)	124,7

)⁵ : Alphaspektrometrie

)³ : Gammaskpektrometrie

)^c : bestimmt über ²²⁸Ac

Kationen	mg/l	Äquivalent- konzentration mmol/l	Äquivalent- anteile % mmol
Lithium (Li ⁺)	12,0	1,73	0,6
Natrium (Na ⁺)	5.550	241,3	77,8
Kalium (K ⁺)	141	3,61	1,2
Ammonium (NH ₄ ⁺)	11,8	0,654	0,2
Magnesium (Mg ²⁺)	80,4	6,62	2,1
Calcium (Ca ²⁺)	1.085	54,1	17,4
Strontium (Sr ²⁺)	84,4	1,93	0,6
Mangan (Mn ²⁺)	0,87	0,032	-
Eisen, gesamt (Fe ²⁺ /Fe ³⁺)	6,8	0,243	0,1
Summe Kationen	6.972,27	310,219	100

Anionen	mg/l	Äquivalent- konzentration mmol/l	Äquivalent- anteile % mmol
Fluorid (F ⁻)	1,1	0,058	-
Chlorid (Cl ⁻)	10.840	305,8	97,8
Bromid (Br ⁻)	65,5	0,820	0,3
Jodid (J ⁻)	0,20	0,002	-
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	5	0,104	-
Nitrit (NO ₂ ⁻)	< 0,01	-	-
Nitrat (NO ₃ ⁻)	< 0,5	-	-
Monohydrogenphosphat (HPO ₄ ²⁻)	0,21	0,004	-
Hydrogencarbonat (HCO ₃ ⁻)	353	5,78	1,8
Sulfid (S ²⁻)	< 0,01	-	-
Summe Anionen	11.265,01	312,568	100

Undissoziierte Stoffe	Einheit	Probe
Metakieselsäure (als H ₂ SiO ₃)	(mg/l)	22,6
Metaborsäure (als HBO ₂)	(mg/l)	34,7
Summe der gelösten Mineralstoffe	(mg/l)	18.294,58

	Einheit	Probe
Abdampfrückstand		
-bei 180°C	(mg/l)	19.960
-bei 260°C	(mg/l)	19.460

Spurenelemente	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze *)
Aluminium (Al)	(mg/l)	0,005	0,001
Antimon (Sb)	(mg/l)	n.n.	0,001
Arsen (As)	(mg/l)	n.n.	0,001
Barium (Ba)	(mg/l)	8,9	0,001
Beryllium (Be)	(mg/l)	n.n.	0,01
Blei (Pb)	(mg/l)	n.n.	0,01
Cadmium (Cd)	(mg/l)	n.n.	0,004
Cäsium (Cs)	(mg/l)	0,6	0,01
Chrom (Cr)	(mg/l)	n.n.	0,005
Cobalt (Co)	(mg/l)	0,04	0,001
Kupfer (Cu)	(mg/l)	0,010	0,001
Molybdän (Mo)	(mg/l)	n.n.	0,01
Nickel (Ni)	(mg/l)	n.n.	0,01
Quecksilber (Hg)	(mg/l)	n.n.	0,0001
Rubidium (Rb)	(mg/l)	0,54	0,005
Selen (Se)	(mg/l)	n.n.	0,001
Silber (Ag)	(mg/l)	n.n.	0,005
Uran	(mg/l)	n.n.	0,001
Vanadium (V)	(mg/l)	n.n.	0,01
Zink (Zn)	(mg/l)	n.n.	0,01
Zinn (Sn)	(mg/l)	n.n.	0,01

Organische Substanzen Summenbestimmungen	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Färbung (Spektraler Absorptions- koeffizient bei 436 nm)	(m ⁻¹)	n.n.	0,1
UV-Absorption (Spektraler Absorptions- koeffizient bei 254 nm)	(m ⁻¹)	1,3	0,1
Gel.org. Kohlenstoff (DOC)	(mg/l C)	1,3	0,05
KMnO ₄ -Verbrauch (als O ₂)	(mg/l)	21,9	0,1
Phenol-Index (als Phenol)	(mg/l)	n.n.	0,005
Extrahierbare Substanzen -Chloroformextrakt	(mg/l)	n.n.	0,01
-gelöste u. emulgierte Kohlenwasserstoffe (IR)	(mg/l)	n.n.	0,01
Org. geb. Stickstoff	(mg/l N)	n.n.	0,04
Oberflächenaktive Stoffe -anionenaktive Tenside	(mg/l)	n.n.	0,01
-nichtionogene Tenside	(mg/l)	n.n.	0,1
Cyanide	(mg/l)	n.n.	0,005

*) Zum Teil höhere Bestimmungsgrenzen wegen hoher Salzfracht

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Fluoranthen	(ng/l)	n.n.	1
Benzo-(b)-Fluoranthen	(ng/l)	n.n.	1
Benzo-(k)-Fluranthen	(ng/l)	n.n.	1
Benzo-(a)-Pyren	(ng/l)	n.n.	1
Benzo-(ghi)-Perylen	(ng/l)	n.n.	1
Indeno-(1,2,3,cd)-Pyren	(ng/l)	n.n.	1

Organische Chlorverbindungen	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Dichlormethan	(µg/l)	n.n.	5
1.1.1-Trichlorethan	(µg/l)	n.n.	0,2
Trichlorethen (Tri)	(µg/l)	n.n.	0,2
Tetrachlorethen (Per)	(µg/l)	n.n.	0,2
Tetrachlorkohlenstoff	(µg/l)	n.n.	0,2

Trihalogenmethane	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Chloroform	(µg/l)	n.n.	0,5
Bromdichlormethan	(µg/l)	n.n.	0,2
Dibromchlormethan	(µg/l)	n.n.	0,2
Tribrommethan	(µg/l)	n.n.	0,2

Organochlorpestizide	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Aldrin	(µg/l)	n.n.	0,01
Chlordan	(µg/l)	n.n.	0,01
Dieldrin	(µg/l)	n.n.	0,01
Endrin	(µg/l)	n.n.	0,01
p,p`-DDE	(µg/l)	n.n.	0,01
p,p`-DDD	(µg/l)	n.n.	0,01
p,p`-DDT	(µg/l)	n.n.	0,01
Heptachlorepoxyd	(µg/l)	n.n.	0,01
Hexachlorbenzol	(µg/l)	n.n.	0,01
Metolachlor	(µg/l)	n.n.	0,01
Quitozen	(µg/l)	n.n.	0,01
Gamma-HCH (Lindan)	(µg/l)	n.n.	0,01
Alpha-Endosulfan	(µg/l)	n.n.	0,01
PCB`s (Einzelsubstanzen nach Ballschmitter)	(µg/l)	n.n.	0,01
Terphenyle	(µg/l)	n.n.	0,01

Organophosphorpestizide	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Dimethoat	(µg/l)	n.n.	0,05
Parathionmethyl	(µg/l)	n.n.	0,05
Parathionethyl	(µg/l)	n.n.	0,05
Diazinon	(µg/l)	n.n.	0,05
Mevinvos	(µg/l)	n.n.	0,05
Malathion	(µg/l)	n.n.	0,05

Phenylharnstoffherbizide	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Buturon	(µg/l)	n.n.	0,05
Fenuron	(µg/l)	n.n.	0,05
Linuron	(µg/l)	n.n.	0,05
Methoxuron	(µg/l)	n.n.	0,05

Stickstoffhaltige Herbizide, insbesondere Triazine	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Hexazinon	(µg/l)	n.n.	0,03
Bromacil	(µg/l)	n.n.	0,05
Atrazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Desethylatrazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Desisopropylatrazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Simazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Cyanazin	(µg/l)	n.n.	0,05
Propazin	(µg/l)	n.n.	0,05
Terbutylazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Desethylterbutylazin	(µg/l)	n.n.	0,03
Dimethachlor	(µg/l)	n.n.	0,05
Metalaxyl	(µg/l)	n.n.	0,05
Fenpropimorph	(µg/l)	n.n.	0,05
Metazachlor	(µg/l)	n.n.	0,05

Chlor-Phenole	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
2-Chlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
3-Chlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
4-Chlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.6.-Dichlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.4/2.5-Dichlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
3.5-Dichlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3-Dichlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
3.4-Dichlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.4.6-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3.6-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3.5-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.4.5-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3.4-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
3.4.5-Trichlophenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3.5.6-Tetrachlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
2.3.4.5-Tetrachlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05
Pentachlorphenol	(µg/l)	n.n.	0,05

Chlorierte Nitrierte Aromaten	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Nitrobenzol	(µg/l)	n.n.	10
2-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	20
3-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	20
4-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	20
1-Chlor-2-Nitrobenzol	(µg/l)	n.n.	2
1-Chlor-3-Nitrobenzol	(µg/l)	n.n.	2
1-Chlor-4-Nitrobenzol	(µg/l)	n.n.	2
2-Chlor-4-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	2
4-Chlor-2-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	2
6-Chlor-2-Nitrotoluol	(µg/l)	n.n.	2
1-Chlor-2.4-Dinitrobenzol	(µg/l)	n.n.	2
2.6-Dinitrotoluol	(µg/l)	n.n.	2
3.4-Dinitrotoluol	(µg/l)	n.n.	2

Weichmacher	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Di-(2-ethylhexyl)-phthalat (DOP)	(µg/l)	n.n.	0,001
Dibutylphthalat (DBP)	(µg/l)	n.n.	0,001
Di-(2-ethylhexyl)-adipat (DOA)	(µg/l)	n.n.	0,001
Dibutylsebacat (DBS)	(µg/l)	n.n.	0,001
Triäthylphosphat (TEP)	(µg/l)	n.n.	0,001

Antioxidantien	Einheit	Probe	Bestimmungsgrenze
Butylhydroxianisol (BHA)	(µg/l)	n.n.	0,05
Butylhydroxitoluol (BHT)	(µg/l)	n.n.	0,05
Propylgallat	(µg/l)	n.n.	0,2
Octylgallat	(µg/l)	n.n.	0,05
Dodecylgallat	(µg/l)	n.n.	0,05

Mikrobiologische Untersuchung	Einheit	Probe
Coliforme Keime	1/250 ml	negativ
Escherichia coli	1/50 ml	negativ
Koloniezahl bei 20°C	1/ml	0
Koloniezahl bei 37°C	1/ml	4
Pseudomonas aeruginosa	1/250 ml	negativ
Fäkalstreptokokken	1/250 ml	negativ
Sulfitreduzierende sporenbildende Anaerobier	1/50 ml	negativ

n.n. = nicht nachweisbar

Beurteilung

Nach der Heilwasseranalyse vom 06.02.2002 (Datum der Probenahme) enthält das Wasser der Quellnutzung Theodorshaller Brunnen in der Summe 18.294,58 mg/l gelöste Mineralstoffe.

Bei den insgesamt festgestellten Konzentrationen überwiegt bei den Kationen mit > 20 % Äquivalentanteilen ausschließlich Natrium. Daneben sind größere Mengen an Calcium und geringere Mengen an Magnesium, Kalium, Strontium und Lithium vorhanden. Ferner sind geringe Gehalte an Eisen und Mangan nachzuweisen.

Bei den anorganischen Stickstoffverbindungen ist Ammonium, nicht dagegen Nitrat und Nitrit nachzuweisen.

Bei den Anionen herrscht Chlorid mit > 20 % Äquivalentanteilen vor. Daneben sind Hydrogencarbonat und Bromid vorhanden. Geringe Gehalte an Sulfat, Fluorid, Jodid und Hydrogenphosphat sind ebenfalls nachweisbar.

Die Gehalte der undissoziierten Stoffe Metakieselsäure und Metaborsäure liegen im normalen Bereich.

Als Spurenelemente wurden lediglich Aluminium, Barium, Cäsium, Cobalt, Kupfer und Rubidium zum Teil in sehr geringen Konzentrationen nachgewiesen.

Der Gehalt an organischen Substanzen, bestimmt über die Summenparameter spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 und 436 nm sowie gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) liegt in einem normalen, unauffälligen Bereich.

Extrahierbare organische Substanzen konnten in der Quellnutzung Theodorshaller Brunnen nicht nachgewiesen werden. Ebenso unter der Nachweisgrenze blieben organisch gebundener Stickstoff, Phenole, anionenaktive und nichtionogene Tenside sowie Cyanide. Ferner waren keine der Leitsubstanzen der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) nachzuweisen.

Als Hinweis auf eine mögliche anthropogene Beeinflussung eignet sich die Untersuchung auf die nicht oder kaum natürlich vorkommenden halogenierten organischen Chlorverbindungen wie auch auf Pestizide, Herbizide, polychlorierte Biphenyle und Terphenyle. Die Wasseranalysen auf die wichtigsten Leitsubstanzen haben ergeben, daß diese Stoffe nicht nachweisbar waren.

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen zeigen, daß die Quellnutzung Theodorshaller Brunnen keine Mikroorganismen enthält, die als Krankheitserreger anzusehen sind. Die weiteren mikrobiologischen Anforderungen (identisch mit § 4 der Mineral- und Tafelwasserverordnung) hinsichtlich der Koloniezahl am Quellaustritt von 20 KBE bei einer Bebrütungstemperatur von 20°C bzw. 5 KBE bei einer Bebrütungstemperatur von 37°C werden ebenfalls eingehalten.

Als wertbestimmender Bestandteil ist beim Wasser der Quellanutzung Theodorshaller Brunnen Fluorid zu nennen. Mit einem Fluorid-Gehalt von 1,1 mg/l wird der in den Begriffsbestimmungen geforderte Mindestgehalt von 1 mg/l knapp überschritten.

Einzelheiten zu dem Wasservorkommen, dem Quellschutz und den geologisch-hydrogeologischen Gegebenheiten sowie weitere Kriterien für die Einstufung des Wassers der Quellanutzung Theodorshaller Brunnen als

Natürliches Heilwasser

sind dem hydrogeologischen bzw. balneologischen Fachgutachten zu entnehmen.

Das Heilwasser wäre formell nach den Begriffsbestimmungen – Qualitätsstandards für die Prädikatisierung von Kurorten, Erholungsorten und Heilbrunnen als

fluoridhaltige Natrium - Chlorid – Sole

bzw.

fluoridhaltige Natrium - Chlorid – Therme

zu charakterisieren.

Prof. Dr. Walter Jäger

Verteiler: Auftraggeber

Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die o. g. Prüfgegenstände.