



Institut  
**Dr. Nuss**

Ø Bergamt  
Ø G. Zapf  
Ø Fr. Geißendorfer } ed. 1201-18 deu

## Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

*entsprechend den Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards  
für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte  
- einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen -  
sowie für Heilbrunnen und Heilquellen  
herausgegeben vom Deutschen Heilbäderverband e.V.  
und Deutschen Tourismusverband e. V., 13. Auflage,  
in der aktualisierten Fassung*

Auftraggeber : Obermain Therme  
Am Kurpark 1  
96231 Bad Staffelstein

Gutachter : Dr. Elke Nuss  
Institut Dr. Nuss GmbH & Co. KG  
Schönbornstraße 34  
97688 Bad Kissingen

Erstellt: Bad Kissingen, Dezember 2017

Probenahme: 28.06.2017

## Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Veranlassung</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Allgemeine Angaben</b> .....	<b>3</b>
2.1 Lage und Beschreibung des Brunnens.....	3
2.2 Schutzgebiet .....	5
2.3 Staatliche Anerkennung .....	5
2.4 Geschichte der Quelle.....	5
2.5 Förderung, Fortleitung und Speicherung des Heilwassers.....	5
2.6 Nutzung des Wassers.....	7
2.7 Angaben zur Geologie .....	7
2.8 Ausbau der Quelle .....	9
<b>3. Probenentnahme</b> .....	<b>10</b>
3.1 Witterung.....	10
3.2 Bewirtschaftung des Brunnens .....	10
3.3 Beobachtungen während der Probenahme .....	11
<b>4. Physikalisch-chemische Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>11</b>
4.1 Physikalische Messergebnisse und Summenparameter .....	11
4.2 Im Wasser gelöste Gase.....	12
4.3 Frei aufsteigende Quellgase .....	12
<b>5. Chemische Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>13</b>
5.1 Hauptinhaltsstoffe .....	13
5.2 Weitere Inhaltsstoffe .....	14
5.3 Weitere Spurenstoffe .....	15
5.4 Organische Summenparameter .....	16
5.5 Organische Spurenstoffe .....	16
<b>6. Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse</b> .....	<b>23</b>
<b>7. Charakteristik und Beurteilung der Heilwasserqualität</b> .....	<b>24</b>
7.1 Hygienische Wasserqualität.....	24
7.2 Schwankungsbreite in der Zusammensetzung .....	25
7.3 Charakterisierung des Heilwassers .....	27
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>30</b>
<b>Angewandte Untersuchungsverfahren</b> .....	<b>31</b>

## 1. Veranlassung

Die letzte große Heilwasseranalyse der Therme 2 datiert vom 03.09.2007 (Probenahme 07.05.2007) wurde vom Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie der Technischen Universität München erstellt (Gutachter: PD Dr. Thomas Baumann, o. Univ-Prof. Dr. Reinhard Nießner) (1).

Nach den *Begriffsbestimmungen* des Deutschen Heilbäderverbandes und des Deutschen Tourismusverbandes (2) ist eine große Heilwasseranalyse in zehnjährigem Abstand erforderlich. Deshalb wurde folgerichtig die Anfertigung einer solchen Analyse durch die Obermain Therme Bad Staffelstein mit Schreiben vom 30.05.2017 in Auftrag gegeben.

## 2. Allgemeine Angaben

### 2.1 Lage und Beschreibung des Brunnens

Bad Staffelstein liegt im Maintal im oberfränkischen Landkreis Lichtenfels.

Die Therme 2 befindet sich im Kurpark von Bad Staffelstein, der sich nordwestlich der Stadt erstreckt (Abbildung 1).

Gemarkung:	Staffelstein
Flurstück Nr.:	548
Höhenlage:	257,28 m über NN (bez. auf OK Brunnenkopf) ca. 258 m über NN (bez. auf OK Gelände)
Gauß-Krüger-Koordinaten:	Rechtswert: 4427 607 Hochwert: 5553 326
Ausbautiefe:	1180 m unter GOK
Förderung:	Mittels Unterwasserpumpe

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein



Abbildung 1: Lage der Therme 2 in Bad Staffelstein (Quelle: GoogleMaps)

## **2.2 Schutzgebiet**

Für die Thermen 1 und 2 wurde kein Heilquellenschutzgebiet ausgewiesen.

## **2.3 Staatliche Anerkennung**

Im Jahre 2001 erhielt Staffelstein den Status „Bad“.

## **2.4 Geschichte der Quelle**

Zur touristischen und wirtschaftlichen Belebung der Region an der deutsch-deutschen Grenze wurde im Jahr 1975 eine Bohrung, die heutige Therme 1, in der Maintalebene im Nordwesten von Bad Staffelstein niedergebracht. Das Wasser der Therme 1 wurde zunächst für die Befüllung eines kleinen Badebeckens in einer Blockhütte verwendet, bevor 1986 die Obermain-Therme eröffnet wurde. (3)

Im Jahre 1993 erfolgte zur Sicherung der Thermalwasserversorgung die Bohrung der Therme 2 durch die Fa. Anger's Söhne, Hess. Lichtenau. (1)

## **2.5 Förderung, Fortleitung und Speicherung des Heilwassers**

Mit einer in 192 m tiefen Unterwasserpumpe wird das Wasser der Therme 2 gefördert. Der Brunnenkopf der Therme 2 befindet sich im Brunnenhaus in einer unterirdischen Brunnenstube. (Abbildung 2)

Das geförderte Wasser wird ohne Zwischenspeicher direkt zur Voraufbereitung geleitet.



Abbildung 2: Brunnenhaus der Therme 2

## 2.6 *Nutzung des Wassers*

Das Wasser der Therme 2 wird als Natursole für Wannenküden und in verdünnter Form (Solegehalt: 1,5 bzw. 3,5%) als Füllwasser für verschiedene Becken der Obermain Therme (Abbildung 3) verwendet.



Abbildung 3: Obermain Therme

## 2.7 *Angaben zur Geologie*

Die folgende kurze Zusammenfassung der geologischen Verhältnisse im Bereich der Therme 2 ist den Literaturstellen (1) und (3) entnommen. Weitergehende Ausführungen können in den o. g. Literaturstellen eingesehen werden.

Bad Staffelstein liegt in der „Staffelsteiner Grabenzone“. Das Schichtenprofil der Bohrung ist in Tabelle 1 aufgeführt. Der Zutritt des Wassers der Therme 2 erfolgt vorwiegend zwischen 919 bis 940 m aus dem Buntsandstein und diffus aus den darunterliegenden Sandsteinschichten.

Tabelle 1: Schichtenprofil der Therme 2 (1)

- 9 m	Quartär	Lehm, Sand Kies
- 106 m	Lias	Ton, Mergelton, Sandstein
- 120 m	Rhätsandstein	Sandstein, Tonstein in B II
- 139 m	Rhätolias	Ton-, Schluff-, Sandstein
- 202 m	Feuerletten	Tonstein, Ton, Steinmergel, Sandstein
- 248 m	Oberer Burgsandstein	Sandstein, Tonstein
- 453 m	Mittl. u. Unterer Burgsandstein, Lehrbergschichten	Tonstein, Sandstein, Dolomit, Gips
- 459 m	Schilfsandstein	Sandstein, Tonstein
- 596 m	Estherien- und Myophorien- schichten	Tonstein
- 602 m	Grenzdolomit	Tonstein, Dolomit
- 644 m	Unterer Keuper	Tonstein, Sandstein
- 720 m	Oberer Muschelkalk	Mergelkalkstein, Kalkstein, Tonmergel, Dolomit
- 802 m	Mittlerer Muschelkalk	Mergelkalkstein, Kalkmergel, Tonmergel, Tonstein, Kalk- und Dolomitstein
- 879 m	Unterer Muschelkalk	Ton- und Kalkmergelstein, Mergelkalkstein, Dolomit, Gips
- 995 m	Oberer Bundsandstein	Sandstein, Tonstein, Dolomitmergelstein
- 1180 m	Mittlerer Bundsandstein	Sandstein (teilweise grobkörnig), Tonstein
- ET		Sandstein, Tonstein Tonstein, Anhydrit Tonstein, Feinsand



### 3. Probenentnahme

Datum der Probenahme: 28.06.2017, ca. 11:15 – 13:30 Uhr  
Entnahmeort : Therme 2, Brunnenkopf  
Probenahme durch: F. Grimm und J. Wiedenhöfer, Institut Dr. Nuss  
Probeneingang und  
Beginn der Untersuchung: 28.06.2017  
Untersuchungsnummer: T 135482, MIK 341652

#### 3.1 *Witterung*

Witterung an den Tagen  
vor der Probenahme: wechselhaftes Sommerwetter mit gelegentlichen  
Schauern

Witterung während  
der Probenahme: bewölkt, zuvor Schauer

Wetterdaten um 13:15 Uhr:

Luftdruck: 1001 hPa  
relative Luftfeuchtigkeit: 62 %  
Lufttemperatur: 18°C

#### 3.2 *Bewirtschaftung des Brunnens*

Pumpbetrieb zum Zeitpunkt der Probenahme:  
Fördermenge: etwa 5 m<sup>3</sup>/h

### 3.3 Beobachtungen während der Probenahme

Parameter	Befund
Farbe	farblos
Trübung bei Entnahme	klar, mit aufsteigenden Kohlenstoffdioxidblasen, schaumig
Trübung nach ca. 30-minütigem Stehen	klar
Geruch	ohne Besonderheiten
Geschmack	stark salzig
Bodensatz bei Entnahme	keiner
Bodensatz nach 7-tägiger Standzeit im Labor	rotbrauner Bodensatz
Bodensatz nach 2-monatiger Standzeit im Labor	rotbrauner Bodensatz

## 4. Physikalisch-chemische Untersuchungsergebnisse

### 4.1 Physikalische Messergebnisse und Summenparameter

Parameter	Einheit	Befund
Wassertemperatur bei Entnahme	°C	40,5
pH-Wert bei Entnahme		5,88
pH-Wert im Labor bei 20°C		6,56
pH berechnet bei 40,5°C		5,80
elektrische Leitfähigkeit		
bei 40,5°C	µS/cm	175364
bezogen auf 20°C	µS/cm	118409
bezogen auf 25°C	µS/cm	132300
Redoxspannung $U_G$		
gemessen gegen Ag/AgCl/KCl		
3 mol/l KCl bei 40,5°C, pH-Wert 5,88	mV	23
Redoxspannung $U_H$		
ber. gegen Normalwasserstoffelektrode	mV	215
Dichte bei 20°C	g/cm <sup>3</sup>	1,0713

#### 4.2 Im Wasser gelöste Gase

Parameter		Einheit	Befund
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	mg/l	0,1
Kohlenstoffdioxid	CO <sub>2</sub>	mg/l	1238
Schwefelwasserstoff	H <sub>2</sub> S	mg/l	<0,02
Radon-222	<sup>222</sup> Rn	Bq/l	10,5

#### 4.3 Frei aufsteigende Quellgase

Parameter		Einheit	Befund
Argon	Ar	Vol%	0,1
Wasserstoff	H <sub>2</sub>	Vol%	<0,1
Sauerstoff	O <sub>2</sub>	Vol%	1,4
Stickstoff	N <sub>2</sub>	Vol%	23,5
Kohlenstoffdioxid	CO <sub>2</sub>	Vol%	74,7
Methan	CH <sub>4</sub>	Vol%	0,1
Ethan	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Vol%	<0,01
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Vol%	<0,01
i-Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Vol%	<0,01
n-Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Vol%	<0,01

## 5. Chemische Untersuchungsergebnisse

### 5.1 Hauptinhaltsstoffe

Parameter	berechnet als	gefundene Masse mg/l	Äquivalente mmol/l	berechnet als Äquivalente %
<b>Kationen:</b>				
Lithium	Li <sup>+</sup>	8,18	1,179	0,1
Natrium	Na <sup>+</sup>	36893	1604,741	88,6
Kalium	K <sup>+</sup>	973	24,886	1,4
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	4,20	0,233	-
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	1041	85,661	4,7
Calcium	Ca <sup>2+</sup>	1883	93,967	5,2
Strontium	Sr <sup>2+</sup>	31,1	0,710	-
Mangan	Mn <sup>2+</sup>	0,66	0,024	-
Eisen, gesamt	Fe <sup>2+/3+</sup>	15,56	0,557	-
<b>Summe Kationen</b>		<b>40850</b>	<b>1811,958</b>	<b>100,0</b>
<b>Anionen:</b>				
Fluorid	F <sup>-</sup>	0,2	0,011	-
Chlorid	Cl <sup>-</sup>	62382	1759,569	95,7
Bromid	Br <sup>-</sup>	59,11	0,740	-
Jodid	I <sup>-</sup>	0,46	0,004	-
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,7	0,027	-
Nitrit	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<0,01	-	-
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3093	64,397	3,5
Monohydrogenphosphat	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	<0,01	-	-
Hydrogencarbonat	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	892	14,620	0,8
Hydrosulfid	HS <sup>-</sup>	<0,02	-	-
<b>Summe Anionen</b>		<b>66429</b>	<b>1839,367</b>	<b>100,0</b>

## 5.2 Weitere Inhaltsstoffe

Parameter		Einheit	Befund
<b>Undissoziierte Stoffe:</b>			
Kieselsäure	H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	mg/l	27,3
Borsäure	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	mg/l	15,1
<b>Berechnete Summe</b>			
der gelösten Mineralstoffe		mg/l	107321
<b>Summenparameter</b>			
Abdampfrückstand			
bei 180°C		mg/l	108000
bei 260°C		mg/l	106700
Summe Erdalkalien		mmol/l	90,2
Gesamthärte		°dH	505
<b>Radioaktive Isotope</b>			
Tritium	<sup>3</sup> H	Bq/l	<1,7
Radium-226	<sup>226</sup> Ra	Bq/l	14,1
Radium-228	<sup>228</sup> Ra	Bq/l	4,2

### 5.3 Weitere Spurenstoffe

Parameter		Einheit	Befund	Grenzwert TrinkwV*	Grenzwert MTV**
Aluminium	Al	mg/l	0,064	0,200	
Antimon	Sb	mg/l	0,0030	0,0050	0,0050
Arsen	As	mg/l	0,370	0,010	0,010
Barium	Ba	mg/l	0,16		1,0
Beryllium	Be	mg/l	0,001		
Blei	Pb	mg/l	0,002	0,010	0,010
Cadmium	Cd	mg/l	<0,0003	0,0030	0,003
Chrom	Cr	mg/l	<0,005	0,050	0,050
Cäsium	Cs	mg/l	0,17		
Kobalt	Co	mg/l	0,012		
Kupfer	Cu	mg/l	0,007	2,0	1,0
Mangan	Mn	mg/l	0,657	0,050	0,50
Molybdän	Mo	mg/l	0,002		
Nickel	Ni	mg/l	0,029	0,020	0,020
Quecksilber	Hg	mg/l	<0,0001	0,0010	0,0010
Rubidium	Rb	mg/l	1,89		
Selen	Se	mg/l	0,001	0,010	0,010
Silber	Ag	mg/l	<0,001		
Thallium	Tl	mg/l	0,036		
Uran	U	mg/l	0,014	0,010	
Vanadium	V	mg/l	<0,001		
Zink	Zn	mg/l	0,140		
Zinn	Sn	mg/l	0,010		

\* TrinkwV: Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (4)

\*\* MTV: Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (5)

#### 5.4 Organische Summenparameter

Parameter	Einheit	Befund
Spekt. Absorptionskoeffizient $\lambda=254$ nm	1/m	0,74
Spekt. Absorptionskoeffizient $\lambda=436$ nm	1/m	<0,02
gesamter org. geb. Kohlenstoff (TOC)	mg/l	1,6
gelöster org. geb. Kohlenstoff (DOC)	mg/l	1,2
Organisch geb. Stickstoff	mg/l	8,8
Oxidierbarkeit		
berechnet als Permanganat-Index ( $\text{KMnO}_4$ )	mg/l	12,4
berechnet als Sauerstoffverbrauch ( $\text{O}_2$ )	mg/l	3,1
Oberflächenaktive Stoffe:		
anionische Stoffe, berechnet als methylenblauaktive Substanzen	mg/l	<0,1
nicht ionische Stoffe, berechnet als bismutaktive Stoffe	mg/l	<0,1
Kohlenwasserstoff-Index	mg/l	<0,1
Phenol-Index	mg/l	<0,005

#### 5.5 Organische Spurenstoffe

Parameter	Einheit	Befund
<i>Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten)</i>		
Benzol	$\mu\text{g/l}$	<0,2
Toluol	$\mu\text{g/l}$	<0,2
Ethylbenzol	$\mu\text{g/l}$	<0,2
m-, p-Xylol	$\mu\text{g/l}$	<0,2
o-Xylol	$\mu\text{g/l}$	<0,2
Mesitylen	$\mu\text{g/l}$	<0,2

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
<i>Phenole</i>		
Phenol	µg/l	<0,1
2-Methylphenol (o-Kresol)	µg/l	<0,1
3-Methylphenol (m-Kresol)	µg/l	<0,1
4-Methylphenol (p-Kresol)	µg/l	<0,1
2,3-Dimethylphenol	µg/l	<0,1
2,4-Dimethylphenol	µg/l	<0,1
2,5-Dimethylphenol	µg/l	<0,1
2,6-Dimethylphenol	µg/l	<3
3,4-Dimethylphenol	µg/l	<0,1
3,5-Dimethylphenol	µg/l	<0,1
2,3,5-Trimethylphenol	µg/l	<0,1
2,3,6-Trimethylphenol	µg/l	<3
2,4,6-Trimethylphenol	µg/l	<3
3,4,5-Trimethylphenol	µg/l	<0,1
2,4,6-Trichlophenol	µg/l	<0,1
<i>Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)</i>		
Dichlormethan	µg/l	<1
Trichlormethan	µg/l	<1
Tetrachlormethan	µg/l	<0,1
1,2-Dichlorethan	µg/l	<0,1
1,1,1-Trichlorethan	µg/l	<0,1
1,1,2-Trichlorethan	µg/l	<0,1
cis-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,1
trans-1,2-Dichlorethen	µg/l	<0,1
1,1-Dichlorethen	µg/l	<0,1
Trichlorethen	µg/l	<0,1
Tetrachlorethen	µg/l	<0,1
Bromdichlormethan	µg/l	<0,1
Dibromchlormethan	µg/l	<0,1
Tribrommethan	µg/l	<0,1
Trichlorfluormethan	µg/l	<0,1
Vinylchlorid	µg/l	<0,1

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
<i>Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)</i>		
Naphtalin	µg/l	<0,01
Acenaphthylen	µg/l	<0,01
Acenaphten	µg/l	<0,01
Fluoren	µg/l	<0,01
Phenanthren	µg/l	<0,01
Anthracen	µg/l	<0,01
Fluoranthren	µg/l	<0,01
Pyren	µg/l	<0,01
Benzo(a)anthracen	µg/l	<0,01
Chrysen	µg/l	<0,01
Benzo(b)fluoranthren*	µg/l	<0,005
Benzo(k)fluoranthren*	µg/l	<0,005
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,003
Indeno(123)pyren*	µg/l	<0,005
Dibenzo(ah)anthracen	µg/l	<0,01
Benzo(ghi)perylen*	µg/l	<0,005
Summe PAK nach EPA	µg/l	<0,01
Summe PAK nach TrinkwV (mit * markierte Verbindungen)	µg/l	<0,01
<i>Polychlorierte Biphenyle (PCB)</i>		
2,4,4'-Trichlorbiphenyl (PCB 28)	µg/l	<0,05
2,2',5,5'-Tetrachlorbiphenyl (PCB 52)	µg/l	<0,05
2,2',4,5,5'-Pentachlorbiphenyl (PCB 101)	µg/l	<0,05
2,2',3,4,4',5'-Hexachlorbiphenyl (PCB 138)	µg/l	<0,05
2,2',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl (PCB 153)	µg/l	<0,05
2,2',3,4,4',5,5'-Heptachlorbiphenyl (PCB 180)	µg/l	<0,05

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
<i>Chlorierte Benzole</i>		
Chlorbenzol	µg/l	<0,5
1,2-Dichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,3-Dichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,4-Dichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,2,3-Trichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,2,4-Trichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,3,5-Trichlorbenzol	µg/l	<0,05
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	µg/l	<0,05
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	µg/l	<0,05
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	µg/l	<0,05
Pentachlorbenzol	µg/l	<0,05
Hexachlorbenzol	µg/l	<0,05
<i>Nitroaromaten</i>		
2,4,6-Trinitrotoluol	µg/l	<0,05
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	µg/l	<0,05
2-Amino-2,6-dinitrotoluol	µg/l	<0,05
2-Amino-4-nitrotoluol	µg/l	<0,05
2-Amino-6-nitrotoluol	µg/l	<0,05
4-Amino-2-nitrotoluol	µg/l	<0,05
1,2-Dinitrobenzol	µg/l	<0,05
1,3-Dinitrobenzol	µg/l	<0,05
1,4-Dinitrobenzol	µg/l	<0,05
2,3-Dinitrotoluol	µg/l	<0,05
2,4-Dinitrotoluol	µg/l	<0,05
2,6-Dinitrotoluol	µg/l	<0,05
3,4-Dinitrotoluol	µg/l	<0,05
Nitrobenzol	µg/l	<0,1
2-Nitrotoluol	µg/l	<0,05
4-Nitrotoluol	µg/l	<0,05

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
<i>Pestizide</i>		
Aclonifen	µg/l	<0,05
alpha-Cypermethrin	µg/l	<0,01
Amidosulfuron	µg/l	<0,02
Atrazin	µg/l	<0,02
Azoxystrobin	µg/l	<0,02
Bentazon	µg/l	<0,02
Bifenox	µg/l	<0,02
Boscalid	µg/l	<0,02
Bromacil	µg/l	<0,02
Bromoxynil	µg/l	<0,02
Chloridazon	µg/l	<0,02
Chlorthalonil	µg/l	<0,05
Chlortoluron	µg/l	<0,02
Clomazon	µg/l	<0,02
Clopyralid	µg/l	<0,05
Clothianidin	µg/l	<0,02
Cyproconazol	µg/l	<0,02
2,4 D	µg/l	<0,02
Desethylatrazin	µg/l	<0,02
Desethylterbuthylazin	µg/l	<0,02
Desisopropylatrazin	µg/l	<0,02
Dicamba	µg/l	<0,05
Dichlorprop	µg/l	<0,02
Difenoconazol	µg/l	<0,02
Diflufenican	µg/l	<0,02
Dimefuron	µg/l	<0,02
Dimethachlor	µg/l	<0,02
Dimethenamid	µg/l	<0,02
Dimethoat	µg/l	<0,02
Dimethomorph	µg/l	<0,02
Dimoxystrobin	µg/l	<0,02
Diuron	µg/l	<0,02
Epoxyconazol	µg/l	<0,02
Ethidimuron	µg/l	<0,02
Ethofumesat	µg/l	<0,02
Fenhexamid	µg/l	<0,02
Fenoxaprop	µg/l	<0,02
Fenpropidin	µg/l	<0,02

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
Fenpropimorph	µg/l	<0,02
Flazasulfuron	µg/l	<0,02
Florasulam	µg/l	<0,02
Fluazifop	µg/l	<0,02
Fluazinam	µg/l	<0,02
Flufenacet	µg/l	<0,02
Flumioxazin	µg/l	<0,01
Fluopicolid	µg/l	<0,02
Fluroxypyr	µg/l	<0,05
Flurtamon	µg/l	<0,02
Glufosinat	µg/l	<0,05
Glyphosat	µg/l	<0,05
Haloxyfop	µg/l	<0,02
Imidacloprid	µg/l	<0,02
Iodosulfuron	µg/l	<0,02
Isoproturon	µg/l	<0,02
Kresoxim-methyl	µg/l	<0,02
lambda-Cyhalothrin	µg/l	<0,02
MCPA	µg/l	<0,02
Mecoprop	µg/l	<0,02
Mesotrion	µg/l	<0,05
Metalaxyl	µg/l	<0,02
Metamitron	µg/l	<0,02
Metazachlor	µg/l	<0,02
Metolachlor	µg/l	<0,02
Metosulam	µg/l	<0,02
Metribuzin	µg/l	<0,02
Metsulfuron-methyl	µg/l	<0,02
Napropamid	µg/l	<0,02
Nicosulfuron	µg/l	<0,02
Pendimethalin	µg/l	<0,02
Pethoxamid	µg/l	<0,02
Picloram	µg/l	<0,05
Picoxystrobin	µg/l	<0,02
Pirmicarb	µg/l	<0,02
Prochloraz	µg/l	<0,02
Propamocarb	µg/l	<0,02
Propazin	µg/l	<0,02

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

Parameter	Einheit	Befund
Propiconazol	µg/l	<0,02
Propoxycarbazon	µg/l	<0,02
Prosulfocarb	µg/l	<0,02
Prosulfuron	µg/l	<0,02
Prothioconazol	µg/l	<0,05
Pymetrozin	µg/l	<0,02
Pyraclostrobin	µg/l	<0,02
Pyridat	µg/l	<0,02
Quinmerac	µg/l	<0,02
Quinoxifen	µg/l	<0,02
Rimsulfuron	µg/l	<0,02
Simazin	µg/l	<0,02
Spiroxamin	µg/l	<0,02
Tebuconazol	µg/l	<0,02
Tebufenpyrad	µg/l	<0,05
Terbuthylazin	µg/l	<0,02
Thiaclopid	µg/l	<0,02
Thiamethoxam	µg/l	<0,02
Thifensulfuron-methyl	µg/l	<0,02
Triadimenol	µg/l	<0,02
Tribenuron-methyl	µg/l	<0,02
Triclopyr	µg/l	<0,02
Trifloxystrobin	µg/l	<0,02
Triflusulfuron	µg/l	<0,02

## 6. Mikrobiologische Untersuchungsergebnisse

Parameter	Einheit	Befund
Koloniezahl	KBE 20 °C in 1 ml	0
Koloniezahl	KBE 37 °C in 1 ml	0
Escherichia coli	bei 36 °C in 250 ml	negativ
Coliforme Bakterien	bei 36 °C in 250 ml	negativ
Fäkalstreptokokken	bei 36 °C in 250 ml	negativ
Pseudomonas aeruginosa	bei 36 °C in 250 ml	negativ
Sulfitreduzierende sporenbildende Anaerobier	bei 36 °C in 50 ml	negativ
Gemäß <i>Begriffsbestimmungen (2)</i> :		
Schwefelwasserstoffbildner	in 250 ml	negativ

## 7. Charakteristik und Beurteilung der Heilwasserqualität

### 7.1 Hygienische Wasserqualität

In der *Richtlinie für die Überwachung von Heilwasserbetrieben und Heilquellen* (6) wird für die Beurteilung der hygienischen Qualität von Heilwasser auf die Anforderungen an die Qualität von Mineralwasser (*Mineral- und Tafelwasser-Verordnung*) (5) verwiesen. Als weitere Beurteilungshilfe können die *Begriffsbestimmungen* des Deutschen Heilbäderverbandes und des Deutschen Tourismusverbandes (2) und die *Trinkwasserverordnung* (4) herangezogen werden.

Die Untersuchungen zeigen, dass die Grenzwerte der mikrobiologischen und chemischen Parameter der *Mineral- und Tafelwasser-Verordnung*, mit Ausnahme von Arsen, Nickel und Mangan, eingehalten werden (s. Kap. 5.3).

Die hygienisch relevanten Grenzwerte nach der *Trinkwasserverordnung* werden für Bor, Uran, Arsen, Nickel, Ammonium, Chlorid, Eisen, elektr. Leitfähigkeit, Mangan, Natrium, Sulfat und pH-Wert nicht eingehalten.

Arsen ist ein typischer Bestandteil von Heilwässern. Der Arsengehalt liegt weit über den Grenzwerten der Trinkwasser- und der Mineral- und Tafelwasserverordnung. Diese Grenzwerte erscheinen jedoch für ein Heilwasser, das ausschließlich zu Badezwecken verwendet wird, als nicht relevant. Der Arsengehalt der Therme 2 liegt unverdünnt über dem in der *DIN 19643: Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser* (7) für Badebeckenwässer nach der Aufbereitung festgelegten Richtwert von 0,2 mg/l. Da das Wasser der Therme 2 nur in verdünnter Form zu Badezwecken verwendet wird, dürfte der Richtwert im Badebeckenwasser nicht überschritten werden.

Der hier ermittelte Mangangehalt überschreitet die Grenzwerte der Mineral- und Tafelwasserverordnung und der Trinkwasserverordnung. Mangan ist jedoch ein typischer Bestandteil einer Reihe von Heilwässern.

Da das Wasser der Therme 2 nicht zu Trinkzwecken verwendet wird, sind die oben genannten Grenzwertüberschreitungen hier nicht relevant.

Hinweise auf eine anthropogene Beeinflussung des Wasservorkommens konnten nicht gefunden werden. Der Ammoniumgehalt kann hier nicht als Indikator für eine anthropogene Beeinflussung herangezogen werden. Der relativ niedrige Sauerstoffgehalt und der niedrige Nitratwert in Verbindung mit dem hohen Eisengehalt zeigen, dass sich das Wasser im „reduzierten“ Zustand befindet. Der Ammoniumgehalt ist durch den Chemismus des Wassers bedingt.

Organische Verunreinigungen, wie aromatische Kohlenwasserstoffe, Phenole, leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle (PCB), polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), chlorierte Benzole, Nitroaromaten und Pestizide, die ebenfalls als Indikator für anthropogene Beeinflussung dienen, konnten nicht nachgewiesen werden.

Die mikrobiologische Beschaffenheit des Wassers entspricht den Anforderungen der Mineral- und Tafelwasserverordnung.

Das Wasser der Therme 2 kann als ursprünglich rein im Sinn der *Mineral- und Tafelwasserverordnung* beurteilt werden.

## 7.2 Schwankungsbreite in der Zusammensetzung

Nach den *Begriffsbestimmungen* (2) sind Abweichungen der charakteristischen Inhaltsstoffe von +/- 20 % (Kohlenstoffdioxid +/- 50%) gegenüber der letzten großen Heilwasseranalyse zulässig. Verglichen mit den Werten aus dem Jahr 2007 liegen die Gehalte für die wertbestimmenden Inhaltsstoffe Natrium, Chlorid und Kohlensäure sowie die der meisten anderen Hauptinhaltsstoffe innerhalb dieser zulässigen Bandbreite (Tabelle 3). Der Eisengehalt liegt mit 15,6 mg/l deutlich niedriger als in den vorangegangenen Analysen, in denen der Wert von 20 mg/l überschritten wurde.

Die wertbestimmenden Bestandteile und Hauptinhaltsstoffe sind für die uns vorliegenden Analysen für die Jahre 1997 bis 2017 in Tabelle 2 dargestellt.

Daraus ist zu erkennen, dass die mineralische Zusammensetzung der Therme 2 seit 2005 bis auf den Eisengehalt relativ konstant geblieben ist. Verglichen mit den Analysen aus den Jahren 1997 bis 2015 hat der Eisengehalt der Therme 2 deutlich abgenommen.

Verglichen mit der aktuellen Analyse liegen die in den Jahren 2005 bis 2015 ermittelten Gehalte für die anderen wertbestimmenden Bestandteile Natrium, Chlorid und Kohlensäure innerhalb der nach den *Begriffsbestimmungen* (2) zulässigen Toleranz für die wertbestimmenden Inhaltsstoffe von +/- 20 % bzw. +/- 50 % für Kohlenstoffdioxid. Gegenüber der Analyse aus dem Jahre 1997 sind sowohl die Mineralisation als auch die Gehalte der wertbestimmenden Bestandteile Natrium, Chlorid und Kohlensäure deutlich zurückgegangen.

**Tabelle 2: Übersicht über die Veränderung der Mineralisation der Therme 2 von 1997 bis 2017**

Entnahmedatum		1997*	2005*	2007*	2015*	2017
Temperatur	°C	45,6	44,5	40,1	42,5	40,5
Elektr. Leitfähigkeit bei 25° C	mS/cm	172,6	133,4	133,4	132,3	132,3
Natrium (Na <sup>+</sup> )	mg/l	54700	36967	37963	34366	36893
Kalium (K <sup>+</sup> )	mg/l	1114	1100	1725	1067	973
Magnesium (Mg <sup>++</sup> )	mg/l	1547	1108	1158	1190	1041
Calcium (Ca <sup>++</sup> )	mg/l	3128	1796	1992	2109	1883
Eisen, gesamt (Fe)	mg/l	26,7	27,7	28,1	22,8	15,6
Chlorid (Cl <sup>-</sup> )	mg/l	93577	61893	64280	58488	62382
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	2312	2340	3057	3100	3093
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,7
Hydrogencarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l	683	1080	1159	976	892
Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	mg/l	1175	1531	1628	1342	1238

\* Analytik durch Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie, TU München

Tabelle 3: Gegenüberstellung der jetzigen Zusammensetzung mit der Analyse von 2007

Parameter	berechnet als	2017 mg/l	2007 mg/l	Abweichung in %
Temperatur (°C)		40,5	40,1	1,0
<b>Kationen:</b>				
Calcium	Ca <sup>2+</sup>	1883	1990	-5,4
Magnesium	Mg <sup>2+</sup>	1041	1160	-10,3
Natrium	Na <sup>+</sup>	36893	38000	-2,9
Kalium	K <sup>+</sup>	973	1730	-43,8
Eisen	Fe <sup>2+</sup>	15,6	28,1	-44,6
Mangan	Mn <sup>2+</sup>	0,66	0,95	-30,8
<b>Anionen:</b>				
Sulfat	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	3093	3060	1,1
Nitrat	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1,7	<0,1	-
Chlorid	Cl <sup>-</sup>	62382	64300	-3,0
Hydrogencarbonat	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	892	1160	-23,1
Gelöstes freies Kohlenstoffdioxid	CO <sub>2</sub>	1238	1630	-24,0

### 7.3 Charakterisierung des Heilwassers

Die Charakterisierung natürlicher Heilwässer erfolgt nach naturwissenschaftlichen Grundsätzen aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung oder ihrer physikalischen Eigenschaften. Nach den *Begriffsbestimmungen* (2) müssen Heilwässer einen Mindestgehalt von 1 g/l an gelösten Mineralstoffen aufweisen oder eine erhöhte Menge an besonders wirksamen Bestandteilen enthalten und die entsprechenden Mindestwerte erreichen.

Der in den *Begriffsbestimmungen* (2) verlangte Mindestgehalt an Mineralstoffen von 1 g/l wird mit einem Gehalt von 107 g/l deutlich überschritten.

Die Zusammensetzung des Wassers aus der Therme 2 ist in Abbildung 5 in Äquivalenten dargestellt. Daraus ist zu ersehen, dass Natrium und Chlorid den Großteil der gelösten Mineralstoffe ausmachen. Andere Ionen erreichen nicht den Mindestäquivalentanteil von 20 % und sind damit für die Charakteristik des Heilwassers nicht relevant.

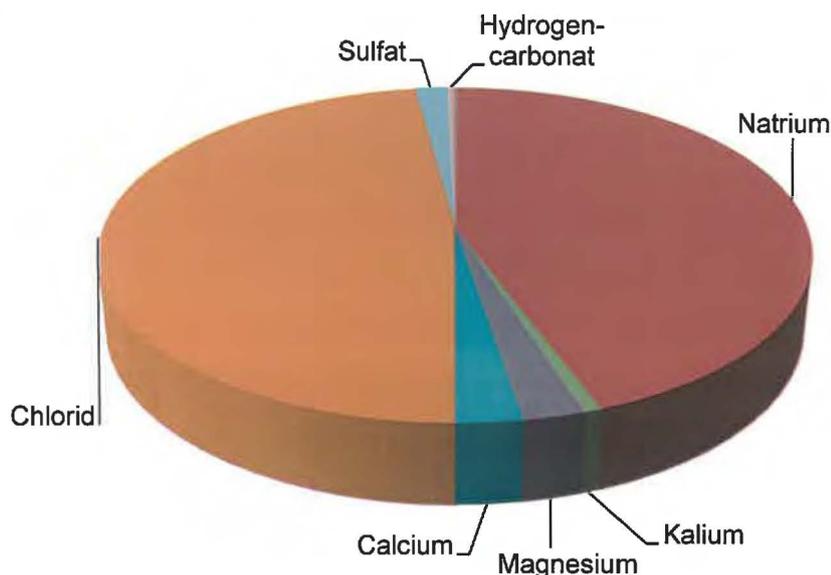


Abbildung 5: Zusammensetzung der Therme 2

Kohlensäurehaltige Heilwässer, die für Badzwecke verwendet werden, müssen einen Mindestgehalt von 500 mg/l aufweisen. Dieser Wert wird mit 1238 mg/l deutlich überschritten. Auch der Mindestgehalt für Heilwässer zu Trinkzwecken von 1000 mg CO<sub>2</sub>/l wird sicher erreicht.

Weiterhin von Bedeutung ist der Temperatur am Austrittsort von mehr als 20°C, weshalb die Therme 2 als „Therme“ oder „Thermalquelle“ bezeichnet werden darf. Auch der Begriff „Thermalsäuerling“ kann aufgrund des Kohlenstoffdioxidgehalts von mehr als 1000 mg/l verwendet werden.

Der Eisengehalt liegt mit 15,6 mg/l unter dem für eisenhaltige Wässer geforderten Mindestgehalt von 20 mg/l, weshalb eine Auslobung als eisenhaltiges Wasser nach den *Begriffsbestimmungen* (2) nicht mehr möglich ist.

Aufgrund der vorstehenden Analyse und den Nomenklaturregeln der *Begriffsbestimmungen* (2) kann das Wasser der Therme 2 als

**Kohlensäurehaltige Natrium-Chlorid-Therme**

oder

**Thermalsolsäuerling**

bezeichnet werden.

Bad Kissingen, den 12.12.2017

  
Institut Dr. Nuss GmbH & Co. KG  
i. A. Jutta Wiedenhöfer

Staatlich geprüfte Lebensmittelchemikerin

## Literaturverzeichnis

1. T. Baumann, R. Nießner, Institut für Wasserchemie und Chemische Balneologie, Technische Universität München, Bad Staffelstein, Therme 2, Heilquellenanalyse, 03.09.2007, Entnahmedatum: 07.05.2007
2. Begriffsbestimmungen / Qualitätsstandards für Heilbäder und Kurorte, Luftkurorte, Erholungsorte - einschließlich der Prädikatisierungsvoraussetzungen - sowie für Heilbrunnen und Heilquellen herausgegeben vom Deutschen Heilbäderverband e.V. und Deutschen Tourismusverband e. V., 12. Auflage, 2005, jährlich aktualisiert 2009 – 2016
3. W. und H. Käss, Vereinigung für Bäder- und Klimakunde e.V. (Hrsg.), Deutsches Bäderbuch, 2. Auflage, 2008
4. Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) vom 10.03.2016
5. Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasserverordnung) vom 01.08.1984, in der Fassung vom 22.10.2014
6. Richtlinie für die Überwachung von Heilwasserbetrieben und Heilquellen nach § 64 des Arzneimittelgesetzes (AMG) - Hessen - vom 06.12.2016
7. DIN 19643 1-4:2012-11. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser. Beuth-Verlag, Berlin

## Angewandte Untersuchungsverfahren

Parameter	Verfahren
Wassertemperatur	DIN 38404-C4-2
pH-Wert	DIN EN ISO 10523
elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888
Redoxspannung	DIN 38404-C6
Dichte bei 20°C	DIN 38404-C9
Sauerstoff (gelöst)	DIN EN 25814
Kohlenstoffdioxid (gelöst)	DIN 38409-H7-4-3
Radon-222	Flüssigszintillationsmessung (H-Rn-222-TWASS-01), Durchführung: VKTA Dresden, Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik, Dresden
Quellgase	DIN 51872-04-A (GC-WLD), Durchführung Dr. Graner & Partner GmbH, München
Lithium	EN ISO 17294-2
Natrium	EN ISO 17294-2
Kalium	EN ISO 17294-2
Ammonium	EN ISO 17294-2
Magnesium	EN ISO 17294-2
Calcium	EN ISO 17294-2
Strontium	EN ISO 17294-2
Mangan	EN ISO 17294-2
Eisen, gesamt	EN ISO 17294-2
Fluorid	EN ISO 10304-1
Chlorid	EN ISO 10304-1
Bromid	EN ISO 10304-1
Jodid	Titrimetrisch
Nitrat	EN ISO 10304-1
Nitrit	DIN EN 26777
Sulfat	EN ISO 10304-1
Monohydrogenphosphat	EN ISO 17294-2
Hydrogencarbonat	DIN 38409-H7-2
Hydrogensulfid	DIN 38405-26
Kieselsäure	DIN 38405-D21

**Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein**

Parameter	Verfahren
Borsäure	DIN 38405-D17
Abdampfrückstand	DIN 38409-1
Tritium	H-3-Bestimmung mit Flüssigszintillations- spektrometrie nach Destillation (MB – 408: 2015-04), Durchführung: VKTA Dresden, Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik, Dresden
Radium-226, Radium-228	$\gamma$ -Spektrometrie nach radiochemischer Trennung (MB – 403), Durchführung: VKTA Dresden, Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik, Dresden
Aluminium	EN ISO 17294-2
Antimon	EN ISO 17294-2
Arsen	EN ISO 17294-2
Barium	EN ISO 17294-2
Beryllium	EN ISO 17294-2
Blei	EN ISO 17294-2
Cadmium	EN ISO 17294-2
Chrom	EN ISO 17294-2
Cäsium	EN ISO 17294-2
Kobalt	EN ISO 17294-2
Kupfer	EN ISO 17294-2
Mangan	EN ISO 17294-2
Molybdän	EN ISO 17294-2
Nickel	EN ISO 17294-2
Quecksilber	DIN EN 1483
Rubidium	EN ISO 17294-2
Selen	EN ISO 17294-2
Silber	EN ISO 17294-2
Thallium	EN ISO 17294-2
Uran	EN ISO 17294-2
Vanadium	EN ISO 17294-2
Zink	EN ISO 17294-2
Zinn	EN ISO 17294-2
Spekt. Absorptionskoeffizient $\lambda=254$ nm	DIN 38404-C3
Spekt. Absorptionskoeffizient $\lambda=436$ nm	EN ISO 7887

---

Heilwasseranalyse der Therme 2, Bad Staffelstein

---

Parameter	Verfahren
gesamter org. geb. Kohlenstoff (TOC)	DIN EN 1484
gelöster org. geb. Kohlenstoff (DOC)	DIN EN 1484
Organisch geb. Stickstoff	DIN EN 25663
Oxidierbarkeit	EN ISO 8467
Oberflächenaktive Stoffe	DIN 38409-H23-1/2
Kohlenwasserstoff-Index	DIN EN ISO 9377-2
Phenol-Index	DIN 38409-H16-1
Aromatische Kohlenwasserstoffe (BTX-Aromaten)	DIN 38407-9
Phenole	ISO DIS 8165-2
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	DIN EN ISO 10301
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	DIN 38407-F39
Polychlorierte Biphenyle (PCB)	DIN 38407-F3
Chlorierte Benzole	EN 38407-F2
Nitroaromaten	DIN 38407-F17
Pestizide	EN ISO 10695
	LC-MS/MS
	EN ISO 11369
	Methode des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft

---