

8 Charakteristik der geothermischen Heizzentralen (GHZ) in Mecklenburg-Vorpommern

Andrea Seibt, Torsten Kellner und Peer Hoth

Eine erste umfassende Charakterisierung der drei in Betrieb befindlichen geothermischen Heizzentralen erfolgte durch Kabus (1991). Für die Abschätzung von Wechselwirkungsreaktionen zwischen Speichergestein und dem in seinen chemischen Eigenschaften veränderten Fluid sowie Wechselwirkungsreaktionen zwischen diesem und dem Porenfluid sind insbesondere Gesteins- und Fluiddaten von Interesse. Deshalb sind in den folgenden Tabellen Daten, die freundlicherweise von der Geothermie Neubrandenburg GmbH aus unveröffentlichten Berichten und Bohrungsunterlagen (Sondenakten) zur Verfügung gestellt wurden und Daten aus eigenen Untersuchungen zusammengefaßt, um dem Nutzer in übersichtlicher Form einen schnellen Zugriff zu ermöglichen.

8.1 GHZ Waren

8.1.1 Bohrungen und Nutzhorizonte

Förderbohrung	Bohrung: Gt Wa 1/81 (1986 - 1991)
Mittlere Teufe des Nutzhorizontes [m]	1530
Nutzhorizont	Keuper, Rhätkeuper, Contorta
Temperatur [°C]	63
Mineralisation [g/l]	158
Injektionsbohrung	Bohrung: Gt Wa 4/86
Mittlere Teufe des Nutzhorizontes [m]	1470
Nutzhorizont	Jura, Hettang
Temperatur [°C]	58
Mineralisation [g/l]	149
Literatur	- Nutzung geothermischer Energie zur Wärmeversorgung des Wohngebietes Waren-Papenberg.- Interner Bericht, UGS Mittenwalde , 1982, 117 S., 23 Anlagen. Geologischer Abschlußbericht Gt Wa 4/86, GTN GmbH 1986 Geologisch-bohrtechn. Abschlußbericht Gt Wa 3/84, GTN GmbH 1995

Tabelle 8-1: Bohrungen und Nutzhorizonte der GHZ Waren/Müritz

Nutzhorizont	Contorta-Schichten	Hettang	Aalen
Lithologie	feinsandiger Mittelsandstein, ungeschichtet, massig braungrau, gut sortiert, absandend	siltiger Feinsandstein, ungeschichtet, massig graubraun, sehr gut sortiert, absandend	siltiger Feinsandstein, ungeschichtet, massig graubraun, absandend
Besonderheiten:	zwischen 1546-1549 m stark zementiert	zwischen 1457-1464 mit bis zu 20% Schichtsilikaten	
Teufenintervall	1528 - 1566 m	1430 - 1506 m	1117 - 1147 m
Mineralogische Zusammensetzung [%] Bezugsbohrungen: Analysezahl:	Gt Waren 1 und 2 6	Gt Waren 1 und 2 5	Gt Waren 1 und 2 7
Quarz:	90 (87 - 95)	91 (88 - 94)	80 (71 - 89)
Feldspat:	6 (4 - 8,5)	5 (4 - 6)	4 (2 - 6,5)
Kalzit:	0,5 (0 - 1)	0	1,5 (0 - 6)
Dolomit/Siderit:	0,5 (0 - 1)	1 (0 - 1,5)	2 (0 - 11)
<u>Kaolinit/Illit</u>	2 (0,5 - 3)	3 (1 - 6)	10 (4 - 17)
weitere Phasen:	Halit		Pyrit: 1,5 (0,5 - 2,5)
Porenzemente:	Dolomit, Quarz		
Porosität [%]	31 (25 - 34,6; n=20)	25 (15 - 30; n=25)	25,5% (19 - 36,4; n=33)
Permeabilität[10 ⁻¹² m ²] senkrecht zur Kernachse:	1,5 (0,5 - 3; n=20)	0,6 (0,4 - 0,9; n=6)	0,58 (0,065 - 1,74)
Porenanteil > 5µm [%] (Großporen) ¹⁾	> 85	62 - 82	> 60
Literatur:	Nutzung geothermischer Energie zur Wärmeversorgung des Wohngebietes Waren-Papenberg.- Interner Bericht, UGS Mittenwalde, 1982, 117 S., 23 Anlagen.		

¹⁾ nach Hg- Porosität

Tabelle 8-2: Charakterisierung der Nutzhorizonte der GHZ Waren/Müritz. Angegeben sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Minimum- bzw. Maximumwerte sowie n=Anzahl der Messungen.

8.1.2 Thermalwasserchemie

pH- Wert des Thermalwassers: 5,9 (Messung 10/95)

Element / Ion	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol (eq)/l]	Konzentration [mmol (eq)%]
Kationen			
Kalium (K)	264	6,8	0,12
Natrium (Na)	57650	2508	46,09
Calcium (Ca)	2730	136	2,50
Magnesium (Mg)	780	64	1,18
Stronium (Sr)	148	3,4	0,06
Ammonium (NH ₄)	30	1,7	0,03
Eisen (Fe)	15,8	0,6	0,01
Barium (Ba)	0,61	0,01	0,00
Mangan (Mn)	1,46	0,05	0,00
Summe _{Kationen}	61619,87	2720	50,00
Anionen			
Chlor (Cl)	95615	2697	49,56
Brom (Br)	177	2,2	0,04
Iod (I)	6	0,0	0,00
Sulfat (SO ₄)	900	18,7	0,34
Nitrat (NO ₃)	1,2	0,0	0,00
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	163	2,7	0,05
Hydrogenphosphat (HPO ₄)	0,06	0,0	0,00
Summe _{Anionen}	96862,26	2721	50,00
Summe _{gesamt}	158482,13	5441	
Summe _{Anionen} - Summe _{Kationen}		1	
Fehler [%]		0,04	
Quelle	GTN, Sondenakte Waren (internes Material)		

Tabelle 8-3: Haupt- und Spurenbestandteile im Thermalwasser der GHZ Waren/Müritz

Element / Ion	Konzentration [mg/l]	Bestimmungsgrenze [mg/l]
Chrom (Cr)	0,006	0,0020
Cobalt (Co)	0,005	0,0020
Kupfer (Cu)	0,003	0,0020
Zink (Zn)	0,008	0,0050
Wismut (Bi)	0,0035	0,0005
Quelle	GTN, Sondenakte Waren (internes Material)	

Tabelle 8-4: Gehalt an Spurenelementen im Thermalwasser der GHZ Waren

Komponente	
Stickstoff [Vol.-%]	88
Kohlendioxid [Vol.-%]	9,2
Wasserstoff [Vol.-%]	n.n. ¹⁾
Schwefelwasserstoff [mg/l]	Spuren
Helium [Vol.-%]	1,3
Argon [Vol.-%]	n.b. ²⁾
Methan [Vol.-%]	1,2
Ethan [Vol.-%]	< 0,01
Gasgehalt [%]	2-10
Quelle:	GTN, Sondenakte Waren (internes Material)

¹⁾nicht nachweisbar

²⁾nicht bestimmt

Tabelle 8-5: Durchschnittliche Gaszusammensetzung (Headspace- Anteil) und Gasgehalt im Thermalwasser der GHZ Waren

8.2 GHZ Neubrandenburg

8.2.1 Bohrungen und Nutzhorizonte

In Neubrandenburg wird seit 1988 die Erdwärme zu Heizzwecken genutzt. Anfang 1990 wurde die Anlage rekonstruiert. Es sind jeweils zwei Förder- und Injektionsbohrungen vorhanden:

Förderbohrungen	Gt N1/86 mit Drahtwickelfilter in Betrieb	Gt N2/85 außer Betrieb
Endteufe [m]	1285	1580
mittlere Teufe des Nutzhorizontes [m]	1250	1150
Nutzhorizont	Keuper, Dolomitmergelkeuper, Obere Postera Schichten	Jura, Hettang – Obersinemur
Thermalwassertemperaturen [°C]	54	52
Mineralisation [g/l]	133	113
Förderrate [m³/h]	ca. 100	--
Injektionsbohrungen	Gt N3/86 mit perforierter Rohrtour, in Betrieb	Gt N4/86 mit perforierter Rohrtour, in Betrieb
Endteufe [m]	1320	1185
mittlere Teufe des Nutzhorizontes [m]	1248	1121 Oberer Speicherhorizont 1159 Unterer Speicherhorizont
Nutzhorizont	Keuper, Dolomitmergelkeuper, Obere Postera-Schichten	Jura, Hettang – Obersinemur
Literatur:	GTN, Sondenakte Neubrandenburg (internes Material)	

Tabelle 8-6: Bohrungen und Nutzhorizonte der GHZ Neubrandenburg

Nutzhorizont	Obere Postera-Schichten	Hettang-Obersinemur Unterer Speicherhorizont	Hettang-Obersinemur Oberer Speicherhorizont
Lithologie	Fein-Mittelsandstein, massig - flach wellig geschichtet, graubraun, gut bis sehr gut sortiert, mm-mächtige Ton-Siltsteinlaminaen	mittelsandiger Feinsandstein, graubraun, massig, z.T. Flaserschichtung, gut bis sehr gut sortiert, Ton- und Siltsteinlaminaen <10%,	mittelsandiger Feinsandstein, graubraun, massig, wellig horizontal- schräg geschichtet, gut bis mittelmäßig sortiert, Ton- und Siltsteinlaminaen <10%
Besonderheiten:	Kohlelaminaen bis 5mm, Pyritkonkretionen	Pyrit- und Sideritkonkretionen Kohlepartikel	
Teufenintervall	1238 - 1267 m	1145 - 1172 m	1103 - 1138 m
Mineralogische Zusammensetzung [%] Bezugsbohrungen: Analysezahl:	Gt N 3/86 6 (GTN, GFZ, Karlsruhe)	GtN 3/86 und GtN 4/ 86 4 (GTN, GFZ)	GtN 3/86 und GtN 4/ 86 6 (GTN, GFZ, Karlsruhe)
Quarz:	89 (86 - 95)	90 (85 - 92)	86 (82 - 88)
Feldspat:	4 (2 - 6,5)	4 (3,5 - 4,5)	5 (3 - 6,5)
Kalzit:	1 (0,5 - 1,5)	1 (0 - 2)	1 (0,5 - 1)
Dolomit/Siderit:	0,5 (0 - 1)	1,5 (0 - 2)	2,5 (0,5 - 4)
Kaolinit:	3 (1,5 - 4,5)	3 (1 - 4)	3,5 (1 - 5)
Illit:	2 (1 - 3)	0	1 (0 - 2)
weitere Phasen:	Chlorit, Pyrit	Pyrit	Pyrit, Vermiculit, Anhydrit, Kar-
Porenzemente:	Karbonat, Quarz, Kaolinit	Karbonat, Kaolinit, Quarz	bonat, Kaolinit, Quarz, Feldspat
Porosität [%]	GTN: 30 (25 - 33; n=25) GFZ: 28,5 (26 - 31; n=7)	GTN: 32,3 (30 - 34; n=37)	GTN: 29,6 (24 - 34; n=38) GFZ: 28,9 (27 - 31; n=4)

Nutzhorizont	Obere Postera-Schichten	Hettang-Obersinemur Unterer Speicherhorizont	Hettang-Obersinemur Oberer Speicherhorizont
Permeabilität[10 ⁻¹² m ²]			
senkrecht zur Kernachse:	GTN: 0,820 (0,35 - 1,6; n=12) GFZ: 0,950 (0,46 - 1,5; n=5)	GTN: 0,64 (0,35 - 1,15; n=16)	GTN: 0,62 (0,28 - 1,2; n=18) GFZ: 0,71 (0,4 - 1,1; n=6)
parallel zur Kernachse:	GTN: 0,740 (0,35 - 1,1; n=5) GFZ: 0,790 (n=3)	GTN: 0,77 (0,36 - 1,25; n=9)	GTN: 0,415 (0,2 - 0,8; n=16)
Anteil der Korngrößen- fraktion < 6,3 µm [%] (Feinkormantel)	GTN: 7,0 (5 - 9; n=9)	GTN: 6,5 (4,7 - 8,1; n=7)	GTN: 8,0 (5 - 10; n=8)
Porenanteil > 5µm [%] (Großporen) ¹⁾	GFZ: 74 (60 - 83; n=5)	GFZ: 65 (59 - 68; n=3)	
Porenradien medianwert [µm] ¹⁾	GFZ: 13,2 (8,5 - 18,1; n=5)	GFZ: (8,4 - 10,2; n=3)	
spezifische innere Oberfläche [g/m ²]	GFZ: 1,6 (1,1 - 2,6; n=7)	GFZ: (1,2 - 1,6; n=3)	
Literatur:	GTN: Geologische Abschlußberichte der Bohrungen Neubrandenburg 1-6; GFZ: Spangenberg, E., P. Hoth, und D. Freund; Karlsruhe: Frosch, G.		

¹⁾ nach Hg- Porosität

Tabelle 8-7: Charakterisierung der Nutzhorizonte der GHZ Neubrandenburg. Angegeben sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Minimum- bzw. Maximumwerte sowie n=Anzahl der Messungen.

8.2.2 Thermalwasserchemie

Das Thermalwasser zur Analyse wurde jeweils nach dem Filter nach der Förderbohrung in Neubrandenburg entnommen. Zur Stabilisierung der Kationen wurde mit HNO₃ angesäuert.

Element / Ion	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]
Analysendatum	Juli 94		März 96		Okt 96	
Kationen						
Kalium (K)	186	4,8	171	4,4	210	5,4
Natrium (Na)	48000	2088	53000	2305	49000	2131
Calcium (Ca)	2000	100	2100	105	2000	100
Magnesium (Mg)	631	52	642	53	630	52
Ammonium (NH ₄)	28,8	1,6	n.b. ²⁾		31,6	1,8
Strontium (Sr)	107	2,4	106	2,4	97	2,2
Eisen (Fe)	12,6	0,5	11	0,4	12	0,4
Lithium (Li)	n.b. ²⁾		2	0,6	n.b. ²⁾	
Mangan (Mn)	0,73	0,03	0,6	0,02	0,66	0,02
Barium (Ba)	0,46	0,01	n.b. ²⁾		0,43	0,01
Kupfer (Cu)	0,024	0,00	0,05	0,00	n.b. ²⁾	
Summe _{Kationen}	50967	2249	56032,65	2471	51981,69	2293
Anionen						
Chlor (Cl)	82000	2313	80000	2257	81190	2290
Brom (Br)	182	2,3	98	1,2	n.b. ²⁾	
Iod (I)	11	0,1	n.b. ²⁾		n.b. ²⁾	
Sulfat (SO ₄)	1020	21	961	20	1000	21
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	159	2,6	204	3,3	165	2,7
Summe _{Anionen}	83372	2339	81263	2281	82355	2314
Summe _{gesamt}		4588		4752		4606
Summe _{Anionen}		90		-190		21
Summe _{Kationen}						
Fehler [%]		3,9		-8,0		0,9
Quelle						
Auftraggeber	GTN		GFZ		GFZ	
Analysenlabor	TU Bremen		GFZ		NORDUM Institut für Umwelt und Analytik GmbH, Kessin	

²⁾nicht bestimmt

Tabelle 8-8: Haupt- und Nebenbestandteile im Thermalwasser der GHZ Neubrandenburg

pH-Wert	6,2 (50°C)	
Eh-Wert [mV]	97,5(± 50)	
Dichte [g/cm ³]	1,089	
Leitfähigkeit [mS/cm]	154,8	
Säurekapazität K _{S4,3} [mmol/l]	2,6	2,7
Basekapazität K _{B8,2} [mmol/l]	3,0	2,3
Filterrückstand [g/l] bei 180°C	-	136,92
TOC [mg/l]	3,25	3,25
DOC [mg/l]	-	2,2
Quelle		
Auftraggeber	GTN	GFZ
Analysenlabor	TU Bremen	NORDUM Institut für Umwelt und Analytik GmbH, Kessin

Tabelle 8-9: Allgemeine Kenndaten des Thermalwasser

Komponente	
Stickstoff [Vol.-%]	89
Kohlendioxid [Vol.-%]	9,5
Wasserstoff [Vol.-%]	<0,01
Schwefelwasserstoff [mg/l]	Spuren
Helium [Vol.-%]	1,3
Methan [Vol.-%]	0,1
Ethan [Vol.-%]	<0,1
Gasgehalt [%]	5-10
Quelle:	GTN, Sondenakte Neubrandenburg (internes Material)

Tabelle 8-10: Durchschnittlicher Gaszusammensetzung (Headspace- Anteil) und Gasgehalt im Thermalwasser der GHZ Neubrandenburg

8.3 GHZ Neustadt-Glewe

In Neustadt-Glewe waren aufgrund der spezifischen geogenen Bedingungen, wie die hohen Temperaturen, Drücke und der aus der Aufschlußteufe von mehr als 2000 m resultierende hohe Mineralisationsgrad umfangreiche Untersuchungen notwendig.

Erste Ergebnisse sind im Abschlußbericht zum F/E-Thema „Geothermische Energiegewinnung in Neustadt-Glewe“ [Seibt et al., 1996] dokumentiert. Weiterführende Untersuchungen erfolgten im Rahmen des EG- Forschungsvorhabens „Improvement of the injectivity index of argillaceous sandstone“ [Seibt, P. et al., 1997]. Daneben wurden für das BMFT- geförderte Forschungsvorhaben „Spezielle geomikrobiologische Untersuchungen an geothermisch genutzten Tiefenwässern an Standorten in Mecklenburg-Vorpommern“ mikrobiologische Arbeiten durchgeführt [Köhler et al., 1997].

8.3.1 Bohrungen und Nutzhorizonte

Förderbohrung	Bohrung: Gt NG1/88 in Betrieb
Endteufe [m]	2455
mittlere Teufe des Nutz- horizontes [m]	2250
Nutzhorizont	Keuper, Rätkeuper, Contorta - Schichten
Thermalwassertemperaturen [°C]	98 (2223 m)
Mineralisation [g/l]	227
Förderrate [m³/h]	40-100
Injektionsbohrung	Bohrung: Gt NG 2/89 mit perforierter Rohrtour im oberen- und Drahtwickelfilter im unteren Speicherbereich , in Betrieb
Endteufe [m]	2335
mittlere Teufe des Nutz- horizontes [m]	2280
Nutzhorizont	Keuper, Rätkeuper Contorta-Schichten
Literatur:	[Seibt et al., 1996]

Tabelle 8-11: Bohrungen und Nutzhorizonte der GHZ Neustadt-Glewe

Bohrung:	Gt NG 1/88	Gt NG 2/89
Nutzhorizont:	Contorta - Schichten	Contorta - Schichten
Lithologie	feinkörniger Mittelsandstein, massig, z.T. schräg geschichtet, grau bis hellgrau	Fein- Mittelsandstein, massig, z.T. schräg geschichtet grau bis hellgrau,
Besonderheiten:	Kohlepartikel, Pyritkonkretionen	Untergliederung durch tonige Zwischenmittel, Pyritkonkretionen Kohlepartikel
Teufenintervall	ca. 2205 - 2272 m	ca. 2248 - 2320 m
Mineralogische Zusammensetzung [%]		
Analysenzahl:	33 (GTN: 26, GFZ: 4, Uni Karlsruhe: 3)	24 (GTN: 15, GFZ:5, Uni Karlsruhe: 3)
Quarz:	94 (82 - 98)	95 (92 - 96)
Feldspat:	3 (1 - 8)	3,5 (2 - 5)
Kalzit:	0,5 (0 - 1)	0
Dolomit/Siderit:	1 (0 - 9)	1 (0 - 3)
<u>Kaolinit</u> , Illit, Illit-Smektit:	1,5 (1 - 3)	1 (1 - 3)
weitere Phasen:	Pyrit, Anhydrit, Chlorit	Pyrit, Halit
Porenzemente:	Quarz, Dolomit; Kaolinit	Quarz, Dolomit, Kaolinit
Porosität [%]	GTN: 21,6 (14,8-26,8; n=80) GFZ: 22 (19-23; n=6)	GTN: 20,7 (13-25; n=126)
Permeabilität[10 ⁻¹² m ²]		
senkrecht zur Kernachse:	GTN: 0,70 (0,2 - 2,44; n=37) GFZ: 0,82 (0,5 - 1,1; n=6)	GTN: 0,44 (0,03-2,53; n=25)
parallel zur Kernachse:	GTN: (0,2 - 2)	GTN: (0,06 - 2,0; n=10)
Anteil der Korngrößenfraktion < 6,3 µm [%] (Feinkornanteil)	GTN: 6,2 (4 - 10; n=23)	
Porenanteil > 5µm [%] (Großporen) ¹⁾	GFZ: 68 (55 - 80; n=5)	GFZ: 64 (45 - 72; n=6)
Porenradienmedianwert [µm] ¹⁾	GFZ: 11 (5 - 17,5; n=5)	GTN/GFZ: 9,1(1,5 - 24; n=25)
spezifische innere Oberfläche [g/m ²]	GFZ: 0,75 (0,31 - 2,0; n=10)	GFZ: 0,81 (0,3 - 2,2; n=6)
Literatur:	GTN: Geologischer Abschlußbericht zur Suchbohrung Geothermie Neustadt-Glewe 1/88, Geologischer Abschlußbericht zur Suchbohrung Geothermie Neustadt-Glewe 2/89 GFZ: Spangenberg, E., P. Hoth, und D. Freund. Uni Karlsruhe: Frosch, G.	

¹⁾ nach Hg- Porosität

Tabelle 8-12: Charakterisierung der Nutzhorizonte der GHZ Neustadt-Glewe. Angegeben sind jeweils Mittelwerte und in Klammern Minimum- bzw. Maximumwerte sowie n=Anzahl der Messungen.

8.3.2 Thermalwasserchemie

Element / Ion	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]	Konzentration [mg/l]	Konzentration [mmol(eq)/l]
Analysendatum (Analysezahl)	Okt./96 (n=2)		Feb./95-Juni/95 (n=5)		Sept./95-Feb./96	
Kationen						
Kalium (K)	782	20	950	24	828	21
Natrium (Na)	80010	3480	75500	3284	72700	3162
Calcium (Ca)	8409	420	9000	449	8700	434
Magnesium (Mg)	1410	116	2000	165	1400	115
Ammonium (NH ₄)	n.b. ²⁾		80	4	70	4
Strontium (Sr)	440	10	400	9	450	10
Eisen (Fe)	60,0	2,1	50,0	1,8	82,0	2,9
Lithium (Li)	8,3	2,4	8,0	2,3	n.b. ²⁾	
Mangan (Mn)	10,0	0,4	10,4	0,4	18,0	0,6
Barium (Ba)	n.b. ²⁾		4,4	0,1	5,3	0,1
Kupfer (Cu)	0,053	0,0	n.b. ²⁾		0,0016	0,0
Summe _{Kationen}	91129	4015	88002,8	3940	84253	3751
Anionen						
Chlor (Cl)	137000	3864	138500	3907	131400	3706
Brom (Br)	390	4,9	400	5,0	133	1,7
Iod (I)	n.b. ²⁾		7	0,1	38	0,3
Sulfat (SO ₄)	470	10	560	12	470	10
Hydrogencarbonat (HCO ₃)	40	0,7	40	0,7	119	2,0
Summe _{Anionen}	137900	3880	139507	3924	132160	3719,72
Summe _{gesamt}		7930		7864		7470
Summe _{Anionen} - Summe _{Kationen}		-171		-16		-31
Fehler [%]		-4,3		-0,4		-0,8
Quelle						
Auftraggeber Analysenlabor	GFZ		GTN AnalyTech GmbH, Mittenwalde		GTN TU Bremen	

²⁾nicht bestimmt

Tabelle 8-13: Haupt- und Nebenbestandteile im Thermalwasser der GHZ Neustadt-Glewe

pH-Wert (Meßtemperatur [°C])	5,15	5,3 (52)
Eh-Wert [mV]	n.b.	n.b.
Dichte [g/cm ³]	1,147	
Leitfähigkeit [mS/cm]	>200	
Säurekapazität K _{S4,3} [mmol/l]	n.b.	
Basekapazität K _{B8,2} [mmol/l]	n.b.	
Mineralisation [g/l]	227	
TOC [mg/l]	16	
Quelle		
Auftraggeber	GTN	
Analysenlabor	TU Bremen	GFZ

Tabelle 8-14: Allgemeine Kenndaten des Thermalwasser

Analysendatum	02-06/95	96
Komponente		
Stickstoff [Vol.-%]	40,9	1-2
Kohlendioxid [Vol.-%]	41,5	80-85
Wasserstoff [Vol.-%]	n.n. ¹⁾	ca. 0,4
Schwefelwasserstoff [Vol.-%]	n.n. ¹⁾	-
Helium [Vol.-%]	0,32	0,25
Argon [Vol.-%]	n.n. ¹⁾	-
Methan [Vol.-%]	16,9	10-15
Ethan [Vol.-%]	0,38	0,5
Gesamtgasanteil [%]	17,5 (n=10)	
Quelle:		
Auftraggeber	GTN	
Analysenlabor	AnalyTech GmbH, Mittenwalde	GFZ
Besonderheiten	Headspace- Anteil	on-line Messung

¹⁾ nicht nachweisbar

Tabelle 8-10: Durchschnittliche Gaszusammensetzung und Gasgehalt im Thermalwasser der GHZ Neustadt-Glewe

Literatur

- Albertsen, M. et al., XPS - FROCKI Ein Expertensystem für Fluid- Rock- Interaction- Probleme in Wasser und Erdölbohrungen, DGMK- Bericht 436-1, ISBN 3-928164-44-9, 95 S., 1993.
- Aller, R.C. and P.D. Rude, Complete oxidation of solid phase sulfides by manganese and bacteria in anoxic marine sedimen., Geochim. Cosmochim. Acta, 52, 751-765, 1988.
- Brandt, W., Balneologische und energetische Nutzung geothermaler Schichtwässer im Land Brandenburg, Geothermische Energie, Mitteilungsblatt der Geothermischen Vereinigung e.V., Nr.17, 11-13, 1996.
- Bußmann, W., Daten und Fakten: Projektüberblick, Geothermische Energie, Mitteilungsblatt der Geothermischen Vereinigung e.V., Nr.11, 10-18, 1995.
- Evers, G., Untersuchungsbericht Neubrandenburg, in Abschlußbericht, ALTENER-projekt AL 149/95/GER, 51 S., 1997.
- Falcke, H., Untersuchungen zur Kinetik der Oxidation von zweiwertigem Eisen durch Ozon in wäßriger Lösung, Karlsruhe, 1990, 201 S., graph. Darst., Karlsruhe, Univ., FB Chemie, Diss., 1990.
- Fietz, J., K.-H. Hennig, T. Kellner und M. Köhler, Untersuchung an Feststoffen aus Thermalwasser der Geothermieanlage Neubrandenburg (Mecklenburg-Vorpommern, BRD), Z. geol. Wiss., Berlin 20, 4, 313-317., 1992.
- Harting, P., F. May und H. Schütze, Tabellen und Diagramme zur Löslichkeit von Methan-Stickstoff- Gemischen in wäßrigen Natriumchloridlösungen, ZfI-Mitteilungen, Nr.42, 1981.
- Holldorf, H., T. Kellner und G. Ziegenbalg, Geochemische Charakterisierung geothermisch genutzter, hoch mineralisierter Schichtwässer und chemische Probleme ihrer Entsorgung und ihrer stofflichen Nutzung, In: Schulz, R., R. Werner, J. Ruhland und W: Bußmann (Eds.), Geothermische Energie, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 1992.
- Kabus, F., Monographien geothermischer Heizzentralen, In: Bussmann, W., F. Kabus und P. Seibt, Geothermie / Wärme aus der Erde / Technologie - Konzepte - Projekte, 1. Aufl. Karlsruhe: Verlag C.F. Müller GmbH, 166-181, 1991.
- Kabus, F., Obertägige Verfahrenstechnik geothermischer Heizzentralen, In: Bussmann, W., F. Kabus und P. Seibt, Geothermie / Wärme aus der Erde / Technologie - Konzepte - Projekte, 1. Aufl. Karlsruhe: Verlag C.F. Müller GmbH, 117-137, 1991.
- Kabus, F. und E. Jäntsche, The geothermal heating plant at Waren- Papenberg -Experience and Modernisation, Proceedings of the World Geothermal Congress, 2227-2232, 1995.
- Kellner, T., Untersuchung der geomikrobiologischen Prozesse im Thermalwassersystem einschließlich mikrobiell induzierter Korrosionserscheinungen, BMFT Forschungsvorhaben, 0326912A, Abschlußbericht Teilthema 4, Geothermie Neubrandenburg GmbH, 1994.
- Kellner, T. und G. Möllmann, Auswahl und Erprobung von Werkstoffen für thermalwasserbeaufschlagte Anlagen und Ausrüstungen, BMFT Forschungsvorhaben 0326912A* Abschlußbericht, Teilthema 10; Geothermie Neubrandenburg GmbH, 1996.
- Klinge, H., Zur Salinität der Tiefenwässer Norddeutschlands, BGR Hannover, Bericht 108 262, 1991.

- Köckritz, V. und M. Martin, Untersuchungen zum Permeabilitätsverhalten von Sandsteinen bei der Verpressung hochsalinärer, geothermischer Wässer, XLVII. Berg- und Hüttenmännischer Tag, Koll. 3; Freiberg, 1996.
- Köhler, M., F. Völsgen, K. Hofmann, S. Bochnig und T. Kellner, Geomikrobiologische Forschungsarbeiten an hochmineralisierten Tiefenwässern als Beitrag zur optimalen Nutzung geothermischer Energie, Geothermie - Energie der Zukunft, Tagungsband der 4. Geothermischen Fachtagung Konstanz, Geeste, ISBN: 3-932570-09-X, 136-141, 1997.
- Köhler, M. F. Völsgen, K. Hofmann, S. Bochnig und T. Kellner, Spezielle geomikrobiologischen Untersuchungen an geothermisch genutzten Tiefenwässern an Standorten in Mecklenburg-Vorpommern, BMFT Forschungsvorhaben 0326955A Abschlußbericht (in Vorbereitung), URST GmbH, 1997.
- Kühn, M., Geochemische Folgereaktionen bei der hydrogeothermalen Energiegewinnung. Dissertationsschrift Universität Bremen, FB Geowissenschaften, 1997.
- Kühn M., C. Niewöhner, M. Isenbeck-Schröter and H.D. Schulz, Determination of major and minor constituents in anoxic thermal brines of deep sandstone aquifers in Northern Germany, eingereicht bei Water-Research., 1996.
- Martin, M., A. Seibt und P. Hoth, Kerndurchströmungsversuche zur Ermittlung von Fluid-Matrix-Wechselwirkungen (unter besonderer Berücksichtigung der Kernausswahl und -vorbehandlung), Geothermie - Energie der Zukunft, Tagungsband der 4. Geothermischen Fachtagung Konstanz, Geeste, ISBN: 3-932570-09-X, 208-216, 1997.
- Parkhurst D.L., PHREEQC, A computer program for speciation, reaction-path, advective transport, and inverse geochemical calculations, U.S. Geological Survey, Dallas, 143 p., 1995.
- Pekdeger, A. und G. Mattheß et al., Mikrobielle und hydrochemische Umwandlungsprozesse in der Kohlenwasserstoff-Förderung, Teilbereich Geologie, DGMK-Gemeinschaftsprojekt 421, Abschlußbericht, Deutsche Wissenschaftliche Gesellschaft für Erdöl, Erdgas und Kohle, Hamburg, 1992.
- Pekdeger, A. und L. Thomas, Genese von Tiefenwässern verschiedener geologischer Einheiten unter besonderer Berücksichtigung der Erdölbegleitwässer, In: Tagungsbericht 9302, Vorträge der Frühjahrstagung des DGMK-Fachbereiches Aufsuchung und Gewinnung am 13. und 14. 5. 1993 in Celle, 1993.
- Perkins, E.H., Y.K. Kharaka, W.D. Gunter and J.D. DeBaal, Geochemical modeling of water-rock interactions using SOLMINEQ.88, In: ACS Symposium Series, Chemical modeling of aqueous systems II, Melchior, D.C. und R.L. Bassett (Eds.), No. 416, Chap. 9, American Chemical Society, Washington DC, 117-127, 1990.
- Plummer, L.N., D.L. Parkhurst, G.W. Fleming and S.A. Duke, A computer program incorporating Pitzer's equations for calculation of geochemical reactions in brines, U.S. Geological Survey, Reston, 306 p., 1990.
- Rockel, W., U. Becker, F. Kabus, T. Kellner, G. Lenz und H. Schneider, Auswertung lagerstättenkundlicher Daten und Ergebnisse für die Untersuchung geothermischer Reserven und Ressourcen im Niedersächsischen Becken, Zuarbeit zum Projekt "Regionale Untersuchungen von geothermischen Reserven und Ressourcen in Nordwestdeutschland" des NLFb Hannover, Geothermie Neubrandenburg GmbH (unveröffentlicht), 1993.
- Seibt, A., F. Kabus und T. Kellner, Geowissenschaftlicher Beitrag, In: Der Thermalwasserkreislauf bei der Erdwärmenutzung, Geowissenschaften 15, Heft 8, 13-18, 1997.

- Seibt, P. et al., Geothermische Energiegewinnung Neustadt-Glewe, Abschlußbericht zu den F/E- Arbeiten, Geothermie Neubrandenburg GmbH, (unveröffentlicht), 1996.
- Seibt, P. et al., Untersuchungen zur Verbesserung des Injektivitätsindex in klastischen Sedimenten, BMFT 032695A, veröffentlicht In: Heederik, J.P et al., Improvement of the injectivity index of argillaceous sandstone, Final-Report; Contract No. JOU2-CT92-0125 and 0183 (JOULE II programme, GTN with TNO Netherlands, BRGM France, TU Delft, Final report, under preparation, 1997.
- Schneider, H. et al., Geowissenschaftliche, geotechnologische und verfahrenstechnische Forschungsarbeiten zur Vervollkommnung des Verfahrens der Nutzung geothermischer Ressourcen im Hinblick auf das Langzeitverhalten, BMFT Forschungsvorhaben 0326912A, Abschlußbericht, Geothermie Neubrandenburg GmbH, (nicht veröffentlicht), 1997.
- Stumm, W., J. Am. Water Works 54, 971-84, 1962.
- Wildemann, B., Mineralogische und geochemische Probleme bei der Reinjektion geothermischer Wässer in Sandsteinaquiferen, Diss., TU Bergakademie Freiberg (unveröffentlicht), 1991.
- Wolery, T.J., K.J. Jackson, W.L. Bourcier, C.J. Bruton, B.E. Viani, K.G. Knauss und J.M: Delany, Current status of the EQ3/6 software package for geochemical modeling, In: Melchior, D.C. und R.L. Basset (Eds.), Chemical modeling of aqueous systems II, Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 416, 104-116, Washington, D.C., 1990.
- Ziegenbalg, G. und H. Holldorf, Möglichkeiten der Verhinderung von Fe- hydroxidfällungen in Geothermalwässern, Laborbericht, unveröffentlicht 1994.