



LAND

OBERÖSTERREICH

# Wasserwirtschaftliche Bewertung der Thermalwassernutzungen in Oberösterreich

Berichtszeitraum  
2000 – 2005



(\*wasserwirtschaft)

# **Wasserwirtschaftliche Bewertung der Thermalwassernutzungen in Oberösterreich**

Berichtszeitraum  
2000 – 2005



# INHALTSVERZEICHNIS

<b>VORWORT</b>	<b>5</b>
<b>WASSERWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER THERMALWASSERNUTZUNGEN IM OÖ. MOLASSEBECKEN</b>	<b>7</b>
Einleitung .....	7
Thermalwassernutzungen in Oberösterreich .....	8
Leistung der Geothermieranlagen .....	9
Erschließungsgeschichte der Anlagen .....	10
Geothermieranlage Altheim .....	10
Geothermieranlage und Therme Geinberg.....	10
Geothermieranlage Haag .....	11
Geothermieranlage Obernberg.....	11
Geothermieranlage Simbach-Braunau .....	11
Geothermieranlage St. Martin.....	11
Fördergeschichte und aktuelle Nutzung der Anlagen.....	12
Geothermieranlage Altheim .....	12
Geothermieranlage und Therme Geinberg.....	12
Geothermieranlage Haag .....	13
Geothermieranlage Obernberg.....	13
Geothermieranlage Simbach-Braunau .....	13
Geothermieranlage St. Martin.....	13
Tatsächliche und bewilligte Jahresentnahmemengen .....	14
Auswertung der Jahres- und 5 Jahresberichte .....	15
Geothermieranlage Altheim .....	16
Geothermieranlage und Therme Geinberg.....	19
Geothermieranlage Obernberg.....	21
Geothermieranlage Haag .....	24
Geothermieranlage Simbach-Braunau .....	26
Geothermieranlage St. Martin.....	28
Wasserwirtschaftliche Bewertung der Thermalwasserförderung .....	32







## THERMALWASSER – EINE ALTERNATIVE ENERGIEQUELLE

**D**er ständig wachsende Bedarf an Energie, die immer rascher steigenden Energiekosten, das Wissen um die begrenzte Verfügbarkeit fossiler Energieträger, Umweltschäden und wirtschaftliche Abhängigkeiten tragen in verstärktem Maße dazu bei, den Verbrauch an nicht erneuerbaren Energieträgern zu verringern und alternative Energiequellen zu erschließen und diese wirtschaftlich zu nutzen.

Eine dieser **alternativen Energiequellen** stellt in Oberösterreich die Nutzung von Thermalwasser dar. Die **energetische Nutzung** des Thermalwassers entwickelte sich in Oberösterreich in den letzten Jahren zu einem **bedeutenden Wirtschaftsfaktor**. Die installierte Leistung beträgt in Oberösterreich derzeit 43,2 MW, was 80 % der Gesamtleistung der Tiefen Geothermie in Österreich bedeutet.

Um diese alternative Energiequelle nachhaltig bewirtschaften zu können, werden die **Druck- und Temperaturverhältnisse** im Grundwasserkörper laufend beobachtet und bewertet. Dies erfolgt in vorbildlicher Weise durch die Betreiber von Geothermieanlagen in Form von **Jahres- und 5-Jahresberichten**. Die Datensammlung und Berichtslegung stellt eine wichtige Grundlage für eine erfolgreiche gemeinsame Umsetzung der Ziele dar.

Der vorliegende Bericht bietet einen guten Überblick über den Zustand und die positive Entwicklung des Thermalgrundwasservorkommens und der Thermalwassernutzungen in Oberösterreich für den **Zeitraum 2000 bis 2005**.

Es freut uns, dass durch die **grenzüberschreitend abgestimmte Bewirtschaftung** des Thermalwasservorkommens im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken eine nachhaltige Nutzung dieser wertvollen Energiequelle gewährleistet wird, und wir bedanken uns bei allen Beteiligten für ihre Unterstützung und ihren Einsatz.

**Dr. Josef Pühringer**  
Landeshauptmann

**Rudi Anschober**  
Landesrat für Umwelt, Energie, Wasser  
und KonsumentInnenenschutz



# WASSERWIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG DER THERMALWASSERNUTZUNGEN IM OBERÖSTERREICHISCHEN MOLASSEBECKEN IM ZEITRAUM 2000 – 2005

## Einleitung

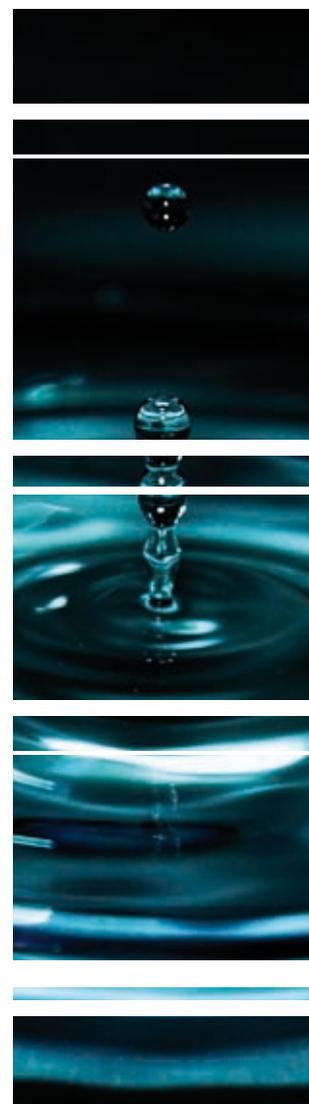
Die Thermalwassernutzungen in Oberösterreich liegen aus geologischer Sicht im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. Der genutzte Tiefengrundwasserleiter (Aquifer) ist der karbonatische Oberjura (Malm).

Die Nutzung des Tiefengrundwassers erfolgt einerseits balneologisch in Thermalbädern und Kuranlagen und andererseits energetisch (eigentliche Geothermie). Geothermische Anlagen bestehen zur nachhaltigen Bewirtschaftung des Aquifers grundsätzlich aus einer geothermischen Dublette, wobei das aus der Produktionsbohrung geförderte Thermalwasser nach Wärmeentzug über eine zweite Bohrung in den Untergrund zurückgeführt (reinjiziert) wird. Durch die Reinjektion des abgekühlten aber chemisch weitgehend unveränderten Tiefengrundwassers in den Untergrund wird das Vorkommen geschont.

Die Wässer aus dem Malmaquifer werden nicht nur in Oberösterreich, sondern auch in Bayern genutzt. Beide Staaten haben die Notwendigkeit erkannt, den Thermalwasserkörper in seiner Qualität und Quantität zu erhalten und dafür als Grundlage für die gemeinsame Bewirtschaftung das „Grundsatzpapier zur Thermalwassernutzung im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken“ entwickelt.

Darin sind unter anderem der Informationsaustausch zwischen beiden Staaten und die Anforderungen an den Betrieb von Thermalwasseranlagen geregelt. Dazu gehört auch, dass die Betriebsdaten der Thermalwassernutzungen von den Betreibern in Berichtsform jährlich der zuständigen Behörde vorzulegen sind. Im Abstand von fünf Jahren ist ein umfangreicher zusammenfassender Bericht der vorangegangenen fünf Betriebsjahre zu erstellen.

Im vorliegenden Bericht werden die Jahresberichte der Periode 2000 – 2005 und die 5-Jahresberichte der Thermalwassernutzungen in Oberösterreich zusammenfassend dargestellt und bewertet.





## Thermalwassernutzungen in Oberösterreich

---

Thermalwassernutzungen finden einerseits für balneologische und andererseits für energetische Zwecke statt; es gibt jedoch auch Mischformen. Derzeit wird in Oberösterreich an neun Standorten Thermalwasser genutzt, davon in sieben Anlagen energetisch (Abb. 1). Im vorliegenden Bericht werden die sechs Anlagen mit in Betrieb befindlichen Dubletten behandelt:

- **Geothermieanlage Altheim**

**Betreiber: Marktgemeinde Altheim**  
**4950 Altheim, Braunauerstraße 7**  
**Inbetriebnahme: Ende 1999**

- **Geothermieanlage und Therme Geinberg**

**Betreiber: Therme Geinberg**  
**4943 Geinberg, Thermenplatz 1**  
**Inbetriebnahme Balneologie: Mai 1998**  
**Inbetriebnahme Geothermie: Dezember 1999**

- **Geothermieanlage Haag**

**Betreiber: Fernwärme Haag am Hausruck GmbH & Co KEG**  
**4680 Haag/Hausruck, Marktplatz 53**  
**Inbetriebnahme Balneologie: Herbst 1996**

- **Geothermieanlage Obernberg**

**Betreiber: Obernberger Thermalwasser GmbH**  
**4982 Obernberg am Inn, Marktplatz 36**  
**Inbetriebnahme: 2000**

- **Geothermieanlage Simbach-Braunau**

**Betreiber: GBS**  
**Geothermie-Wärmegesellschaft Braunau-Simbach mbH.**  
**5280 Braunau am Inn, Laabstraße 8**  
**Inbetriebnahme: 2003**

- **Geothermieanlage St. Martin**

**Betreiber: GTS – Geothermie St. Martin Ges.m.b.H. & Co. KG**  
**4973 St. Martin im Innkreis, Diesseits 275**  
**Inbetriebnahme: 2002**

Das Thermalwasser wird in Geinberg und Haag zusätzlich auch balneologisch genutzt.



## Erschließungsgeschichte der Anlagen

---

### Geothermieranlage Altheim

**Förderbohrung Altheim  
Thermal 1a  
gebohrt 1989, abgelenkt 1990  
Malmaquifer ab 2.146 m  
Endteufe 2.306 m**

Die Bohrung Altheim Thermal 1 war 1989 die erste erfolgreiche Geothermiebohrung Österreichs. Wegen technischer Probleme wurde 1990 aus der Vertikalbohrung Altheim Thermal 1 bei ca. 1.800 m eine Ablenkung (Altheim Thermal 1a) bis auf die Teufe von 2.306 m durchgeführt und damit der wasserführende Abschnitt des Malm in strukturell günstigerer Position erschlossen.

**Reinjektionsbohrung Altheim  
Thermal 2 gebohrt 1998  
Ablenkungsbohrung  
Endteufe 2.165 m TVD  
(3.078 m MD)  
TVD...Vertikalteufe  
MD...Bohrteufe**

In der ersten Phase wurde das Geothermieprojekt Altheim nur mit Altheim Thermal 1a betrieben. Die Förderung des Thermalwassers erfolgte im freien Überlauf (ca. 35 l/s im Dauerbetrieb, Temperatur am Sondenkopf ca. 106 °C), über Wärmetauscher für die Nahwärmeversorgung abgearbeitet und abgekühlt in die Vorflut abgeleitet. Die Erweiterung der Geothermieranlage Altheim durch eine Reinjektionsbohrung (Altheim Thermal 2) erfolgte im Rahmen eines EU-Projektes, bei dem auch die Erzeugung von elektrischem Strom mit Hilfe der ORC-Technik umgesetzt wurde. Die Stromerzeugung bedingte die Anhebung der Fördermenge auf max. 85 l/s durch Einbau einer elektrischen Tauchkreiselpumpe.

Die geothermische Nutzung des Thermalwassers mit der Dublette erfolgt seit November 1999. Das Thermalwasser wird zu 100 % wieder in den Tiefengrundwasserleiter zurückgeführt.

### Geothermieranlage und Therme Geinberg

**Reinjektionsbohrung Geinberg 1  
gebohrt 1974  
vertieft 1978  
Malmaquifer ab 2.127 m  
Endteufe 2.167 m  
artesischer Überlauf (max. 22 l/s)**

Die Erschließung von Thermalwasser in Geinberg geht auf die 1974 niedergebrachte Kohlenwasserstoff-Explorationsbohrung Geinberg 1 zurück. Diese konnte keine wirtschaftlich gewinnbaren Kohlenwasserstoffe nachweisen, erschloss jedoch in dem bei einer Teufe von 2.127 m auftretenden karbonatischen Malm Thermalwasser mit einer Temperatur von 105 °C. Für den Ausbau der Bohrung erfolgte 1978 eine Vertiefung.

**Förderbohrung Geinberg  
Thermal 2  
gebohrt 1998, Ablenkungsbohrung  
Malmaquifer ab 2.120 m TVD  
Endteufe 3.155 m MD  
artesischer Überlauf (25 l/s)**

Im Jahr 1998 wurde eine zweite Bohrung unter der Bezeichnung Geinberg Thermal 2 niedergebracht. Diese hatte die Aufgabe, den Thermalwasseraquifer im Malm in ca. 1.600 m Entfernung vom Landepunkt der Bohrung Geinberg 1 zu erschließen, um eine geothermische Dublette einzurichten. Die Bohrung wurde als abgelenkte Bohrung geführt, sie erreichte eine Gesamtlänge von 3.155 m und erschloss den Grundwasserleiter bei einer Vertikalteufe von 2.120 m. Aufgrund der freien Überlaufmenge von 25 l/s fungiert nunmehr Geinberg Thermal 2 als Produktionsbohrung und Geinberg 1 als Reinjektionsbohrung. Ca. 10 % des Volumenstromes werden balneologisch in der Therme genutzt und daher nicht reinjiziert.

## Geothermieranlage Haag

Die Förderbohrung Haag Thermal 1 wurde 1991 hergestellt und erbohrte den Malm in 2.056 m Teufe. Das abgekühlte Thermalwasser wird in der ehemaligen Kohlenwasserstoffbohrung Trattnach 9 reinjiziert und somit dem Thermalgrundwasserkörper wieder zugeführt.

Die erste Ausbaustufe der geothermischen Ortswärmeversorgung ging 1996 mit einer Anschlussleistung von 1,5 MW in Betrieb.

Im Fernwärmenetz Haag fließt das Thermalwasser ohne zwischengeschalteten Wärmetauscher direkt durch die korrosionsresistenten Leitungen. Dadurch konnte die Spreizung zwischen Vor- und Rücklaufemperatur erhöht und damit die Effizienz der Anlage um ca. 15 % angehoben werden. Durch dieses Konzept entstanden zwar höhere Investitionskosten, es konnten aber 1,1 km Transportleitungen zwischen Förder- und Reinjektionsbohrung eingespart werden.

Neben der geothermischen Fernwärmenutzung erfolgt auch eine geringfügige balneologische Nutzung des Thermalwassers (ca. 100 m<sup>3</sup>/a).

Förderbohrung Haag Thermal 1  
gebohrt 1991

Endteufe 2.056 m

Fördertemperatur 70 - 87 °C

Reinjektionsbohrung Trattnach 9

Endteufe 1.650 m

## Geothermieranlage Obernberg

Die Tiefbohrung Oberfeld 1 wurde 1993/94 in Obernberg bis auf die Endteufe von 1.560 m niedergebracht. Ab der Teufe von 1.521 m wurde der thermalwasserführende karbonatische Malm durchörtert. Die Reinjektionsbohrung Obernberg Thermal 2 wurde 1998 gebohrt. Die geothermische Dublette ist seit dem Jahr 2000 in Betrieb. Es werden 100 % des Tiefengrundwassers reinjiziert.

Förderbohrung Oberfeld 1  
gebohrt 1993/94

Malmaquifer ab 1.521 m

Endteufe 1.560 m

Reinjektionsbohrung Obernberg

Thermal 2, gebohrt 1998

Ablenkungsbohrung

Endteufe 2.025 m

## Geothermieranlage Simbach-Braunau

Die grenzüberschreitende Anlage Simbach-Braunau ist das mit Abstand größte Fernwärme-Projekt unter Beteiligung der Geothermie in Europa. Beide Bohrungen der Dublette wurden in Simbach (Bayern) angesetzt. Simbach-Braunau Thermal 1, die Reinjektionsbohrung, ist eine Vertikalbohrung. Für die Förderbohrung Simbach-Braunau Thermal 2 wurde eine Ablenkstrecke unter dem Inn nach Oberösterreich gewählt. Diese Ausführung war notwendig, um den hydraulisch notwendigen Abstand der beiden Bohrungen im Bereich des Aquifers zu erreichen und eine thermische Beeinflussung der Produktionsbohrung durch die Reinjektion des abgekühlten Wassers zu verhindern.

Förderbohrung Simbach-Braunau  
Thermal 2, gebohrt 1999

Ablenkungsbohrung

Malmaquifer ab 1.898 m TVD

Endteufe 1.942 m TVD

(3.203 m MD)

Fördertemperatur: 80,5 °C

Reinjektionsbohrung Simbach-

Braunau Thermal 1, gebohrt 1999

Malmaquifer ab 1.737 m

Endteufe 1.848 m

Nach Errichtung der Geothermiezentrale und dem Ausbau des Fernwärmenetzes erfolgte im Jänner 2003 die wasserrechtliche Anzeige der Fertigstellung/Inbetriebnahme der Dublette.

## Geothermieranlage St. Martin

Die Förderbohrung St. Martin Thermal 1 wurde 1998 auf eine Endteufe von 2.214 m niedergebracht. Sie erschloss den Grundwasserleiter Malm bei einer Teufe von 1.920 m. Die 1999 ausgeführte Reinjektionsbohrung St. Martin Thermal 2 erbohrte den Thermalwasseraquifer in einer Teufe von 1.793 m.

Förderbohrung St. Martin  
Thermal 1, gebohrt 1998,

Malmaquifer ab 1.920 m

Endteufe 2.214 m

Reinjektionsbohrung St. Martin

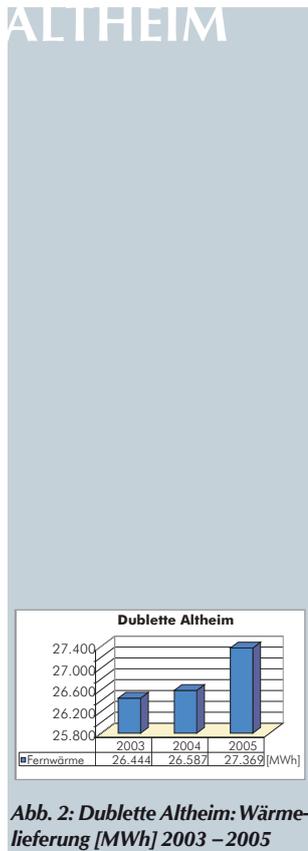
Thermal 2, gebohrt 1999

Malmaquifer ab 1.793 m

Nach erfolgreicher Durchführung der wasserwirtschaftlichen Versuche und des Probetriebes wurde die Dublette 2002 in Betrieb genommen.



## Fördergeschichte und aktuelle Nutzung der Anlagen



### Geothermieanlage Altheim

#### Altheim Thermal 1/1a

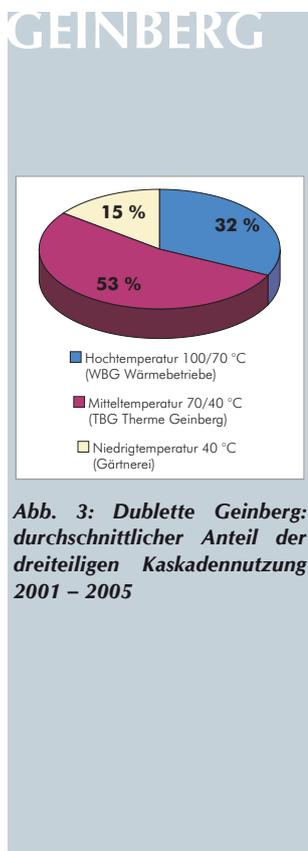
- Wasserwirtschaftliche Versuche (1989/90)
- Dauerbetrieb (August 1990 – Oktober 1999)

#### Dublette Altheim

- Wasserwirtschaftliche Versuche (1999)
- Dauerbetrieb (seit November 1999)

#### Aktuelle Nutzungssituation in Altheim

- Die Nutzung des Thermalwassers erfolgt zur Wärmeversorgung und Stromerzeugung
- Vorrangig ist die Fernwärmeversorgung: im Winter max. 50 l/s, im Sommer 7–8 l/s
- Das über diese Menge hinaus noch zur Verfügung stehende Thermalwasser wird der ORC-Anlage zur Stromerzeugung zugeführt: im Sommer ca. 80 l/s (in Abhängigkeit von den Außentemperaturen und dem Pegelstand, da das Kühlwasser nur in einem bestimmten Rahmen erwärmt werden darf), im Winter ca. 40 l/s
- Die thermische Anschlussleistung der Fernwärme lag per 31.12.2005 bei 11,7 MW für 710 angeschlossene Abnehmer
- Die Wärmelieferung 2005 betrug 27.369 MWh (inkl. Netzverluste)
- Das ORC-Kraftwerk war 2005 insgesamt 4.613 Stunden im Parallelbetrieb und lieferte 916,5 MWh in das öffentliche Stromnetz



### Geothermieanlage und Therme Geinberg

#### Geinberg 1

- Dauerbetrieb (1979 – Ende 1998)

#### Dublette Geinberg

- Wasserwirtschaftliche Versuche (September – November 1998)
- Probetrieb (November 1998 bis September 1999)
- Dauerbetrieb (seit Oktober 1999)

#### Aktuelle Nutzungssituation in Geinberg

- Der geothermische Teilstrom umfasst ca. 90 % der Fördermenge
- Die Nutzung erfolgt größtenteils für Heizzwecke in einer dreiteiligen Kaskadenauslegung:
  - Hochtemperatur (100/70 °C, WBG Wärmebetriebe)
  - Mitteltemperatur (70/40 °C, TBG Therme Geinberg)
  - Niedertemperatur (40 °C/Gärtnerei)
- Der balneologische Teilstrom (ca. 10 % der Fördermenge) setzt sich wie folgt zusammen:
  - Bedarf für die Beckennachfüllung
  - Bedarf für balneologische Anwendungen in der Therme
  - Thermalwasserverkauf an externe Abnehmer
- Die thermische Anschlussleistung lag Ende 2005 bei 8 MW
- Die geothermische Wärmelieferung betrug von 2001 bis 2005 ca. 30.300 MWh (inkl. Netzverluste)

## Geothermieanlage Haag

### Dublette Haag

- Wasserwirtschaftliche Versuche (August 1999 – Juli 2001)
- Probebetrieb (August 2001 – Dezember 2002)
- Dauerbetrieb (seit Jänner 2003)

### Aktuelle Nutzungssituation in Haag

- Die geothermische Anlage dient zur Fernwärmeversorgung von Haag am Hausruck
- Die balneologische Nutzung erfolgt in Geboltskirchen
- Die thermische Anschlussleistung lag per 31.12.2005 bei 3,1 MW für 200 angeschlossene Abnehmer
- Die Wärmelieferung 2005 betrug 5.434 MWh (inkl. Netzverluste)

HAAG

## Geothermieanlage Obernberg

### Bohrung Oberfeld 1

- Wasserwirtschaftliche Versuche (1994/95)

### Dublette Obernberg

- Wasserwirtschaftliche Versuche (1998/99)
- Dauerbetrieb (seit 2000, bewilligt mit Bescheid vom 20.03.2000)

### Aktuelle Nutzungssituation in Obernberg

- Die thermische Anschlussleistung lag mit Ende 2005 bei 0,44 MW
- Die geothermische Wärmelieferung betrug in den letzten Jahren ca. 6.400 MWh (inkl. Netzverluste)

OBERNBERG

## Geothermieanlage Simbach-Braunau

### Dublette Simbach-Braunau

- Wasserwirtschaftliche Versuche (August 1999 – Juli 2001)
- Probebetrieb (August 2001 – Dezember 2002)
- Dauerbetrieb (seit Jänner 2003)

### Aktuelle Nutzungssituation in Simbach-Braunau

- Die thermische Anschlussleistung lag mit Ende 2005 bei 35,79 MW für 629 angeschlossene Abnehmer
- Die Wärmelieferung 2005 betrug 58 GWh (inkl. Netzverluste), davon 41 GWh durch die Geothermie

SIMBACH-  
BRAUNAU

## Geothermieanlage St. Martin

### Dublette St. Martin

- Wasserwirtschaftliche Versuche (2001)
- Dauerbetrieb (seit 2002, bewilligt mit Bescheid vom 13.12.2001)

### Aktuelle Nutzungssituation in St. Martin

- Die thermische Anschlussleistung lag per 31.12.2005 bei 17.942 MW für 269 angeschlossene Abnehmer
- Die geothermische Wärmelieferung 2005 betrug 25.966 MWh (inkl. Netzverluste)

ST.MARTIN

## Tatsächliche und bewilligte Jahresentnahmemengen

Anlage	FB / RB	Datum	Bewill. Entn./ Reinj.	Tatsächliche Entnahme-/ Reinjektionsmenge					
				2000	2001	2002	2003	2004	2005
Altheim	Th 1a / Th 2	12/00	3.153.600 -3.153.600	682.000 -682.000	977.000 -977.000	2.069.809 -2.069.809	2.056.865 -2.056.865		
	Th 1a / Th 2	06/03	2.522.880 -2.522.880					1.668.374 -1.668.374	1.539.068 -1.539.068
Geinberg	Th 2 / 1	07/99	630.672 -520.672	694.638 -647.298	641.626 -575.324	630.949 -567.173	566.423 -507.942		
	Th 2 / 1	05/03	709.258 -599.258					584.714 -529.768	562.511 -508.983
Haag	Th 1 / Trat 9	12/99	170.400 -165.000	168.626 -168.626	204.000 -204.000	171.680 -171.586	184.142 -183.975	175.645 -175.645	200.536 -200.455
Obernberg	Oberf. 1/ Th 2	03/00	302.793 -302.793	264.157	290.046 -290.046	281.242 -281.242	304.168 -304.168	286.789 -286.789	303.442 -303.442
Simbah Braunau	Th 2 / Th 1	10/02	2.000.000 -2.000.000				1.714.535 -1.714.535	1.838.296 -1.838.296	1.801.262 -1.801.262
St. Martin	Th 1 / Th 2	12/01	1.103.760 -1.103.760	156.573 -156.573	303.666 -303.666	536.515 -536.515	612.213 -612.213	643.993 -643.993	701.606 -701.606

*Entnahmemengen in [m³/a]; FB = Förderbohrung, RB = Reinjektionsbohrung, Datum = Bescheid vom, Bewill. Entn./Reinj. = Bewilligte Entnahme- und Reinjektionsmenge, Oberf. 1 = Förderbohrung Oberfeld 1*



## Auswertung der Jahres- und 5-Jahresberichte

Nach Vorgabe der Wasserrechtsbehörde sind in den Jahresberichten die Betriebsdaten der geothermischen Anlagen zu dokumentieren und zu bewerten. Unter Betriebsdaten sind Entnahme- und Reinjektionsmenge, Fließ-, Reinjektions- und Schließdruck, Entnahme- und Reinjektionstemperatur, Leitfähigkeit usw. zu verstehen. Diese Daten werden in regelmäßigen Abständen gemessen und aufgezeichnet.

Die Messwertdarstellung und -auswertung in den Jahresberichten erfolgt in Form tabellarischer Auflistungen – z.B. Tagesmittel, Monatssummen, Jahresmittel, Minimum und Maximum usw. – und grafischen Darstellungen (Monats- und Jahresganglinien). Im Jahresbericht werden weiters die im Berichtsjahr angeschlossenen Abnehmer für Geothermie und besondere Vorkommnisse im Betrieb angeführt.

Mit Erstellung der Jahresberichte wird aus der Zahlenfülle der Betriebsdaten ein zusammenfassender Überblick über das Betriebsjahr, der Aussagen über das Jahresförderverhalten und die hydraulischen Gegebenheiten der Bohrungen und des Grundwasserkörpers ermöglicht. Weiters dienen die Jahresberichte zur Dokumentation der Einhaltung des wasserrechtlichen Konsenses und der Auflagen des Wasserrechtsbescheides.

Auf Basis dieser Jahresberichte werden alle 5 Jahre, erstmalig für den Zeitraum 2000 bis 2005, 5-Jahresberichte über den Betrieb der Geothermieanlagen erstellt. Diese stellen umfassende Auswertebereiche dar und sind von einschlägig arbeitenden Fachbüros zu erstellen.

In den 5-Jahresberichten erfolgt die zusammenfassende Auswertung, Darstellung und Interpretation der Betriebsdaten der Periode, sowie Trendanalysen.

Durch die Dokumentation und Auswertung der Betriebsdaten verfügen die Betreiber über umfangreiche Informationen über den Betrieb. Diese Berichterlegung ist auch für die Einhaltung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie (Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000) von Bedeutung.

Durch Trendanalysen können Veränderungen im Verhalten der Sonden frühzeitig erkannt und Maßnahmen geplant werden. Der Wasserrechtsbehörde wird somit die Beurteilung des Zustands des Grundwasserkörpers ermöglicht.



## Geothermieanlage Altheim

Für die Geothermieanlage Altheim liegen Jahresberichte seit 2001 vor. 2005 wurde der erste 5-Jahresbericht erstellt.

### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

Die aufgezeichneten Werte für Entnahme und Reinjektion sind gleich, die Jahresentnahme entspricht somit der Jahresverpressmenge. Der Thermalwasserumsatz stieg 2002 mit Inbetriebnahme der ORC Anlage zur Stromerzeugung sprunghaft an, ist aber in den letzten beiden Jahre (2003/04) wieder etwas rückläufig (Abb. 4).

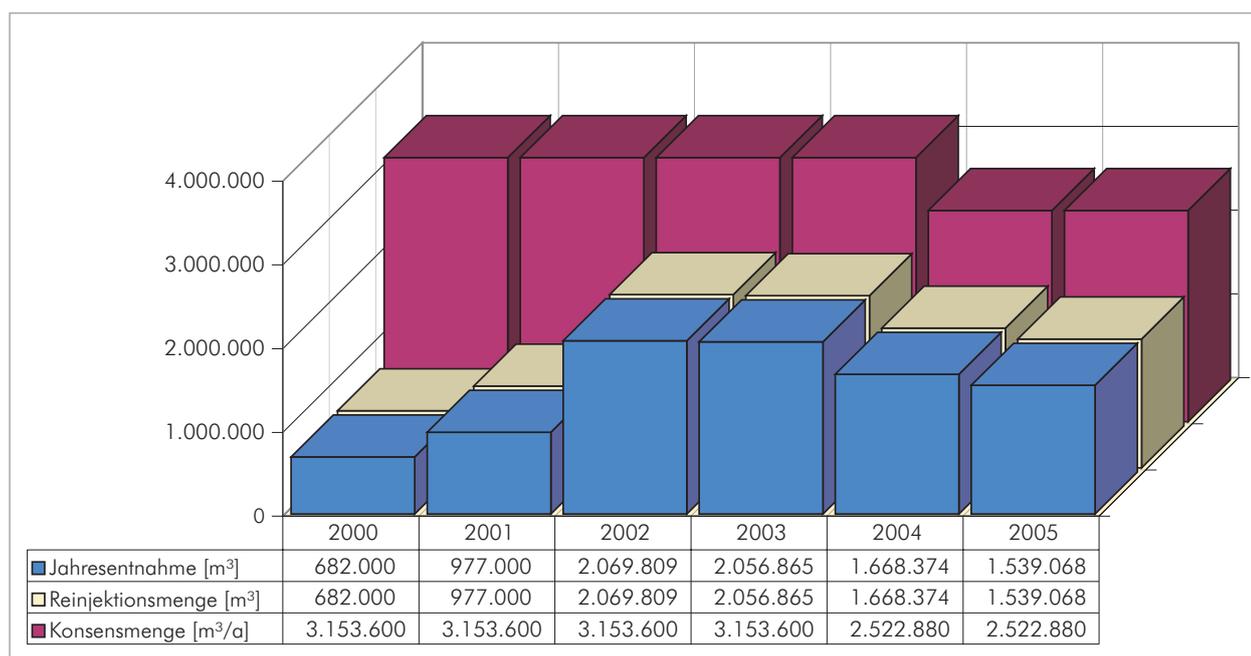


Abb. 4: Dublette Altheim: Jahresentnahmemengen und wasserrechtlich bewilligte Konsensmengen (2000 – 2005)

### Monatliche Entnahmemengen

Für die Darstellung in Abb. 5 wurden die Tagesmittelwerte der Fördermenge [l/s] in Tagesentnahmen umgerechnet [m³/d] und monatsweise summiert. Die Entnahmemengen entsprechen den Reinjektionsmengen. Der jahreszeitliche Verlauf der Förderung zeigt den typischen Rückgang in den Sommermonaten.

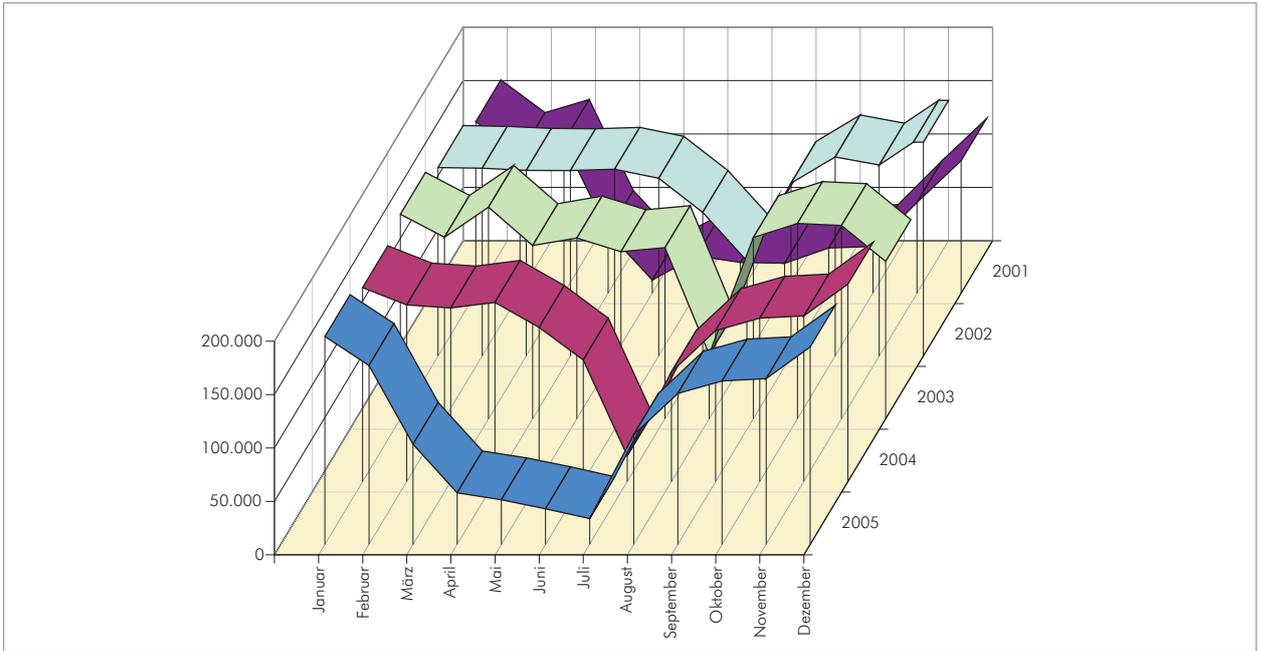


Abb. 5: Dublette Altheim: monatliche Thermalwasserfördermenge (2001 – 2005)

Der Schließdruck wird an der Entnahme (Altheim Thermal 1a) und der Reinjektionsbohrung (Altheim Thermal 2) seit 2001 einmal monatlich gemessen (Abb. 6). Der Trend des Schließdruckes ist an der Förderbohrung leicht ansteigend, an der Reinjektionsbohrung leicht fallend. Diese könnte auf die höhere Temperaturspreizung zurückzuführen sein.

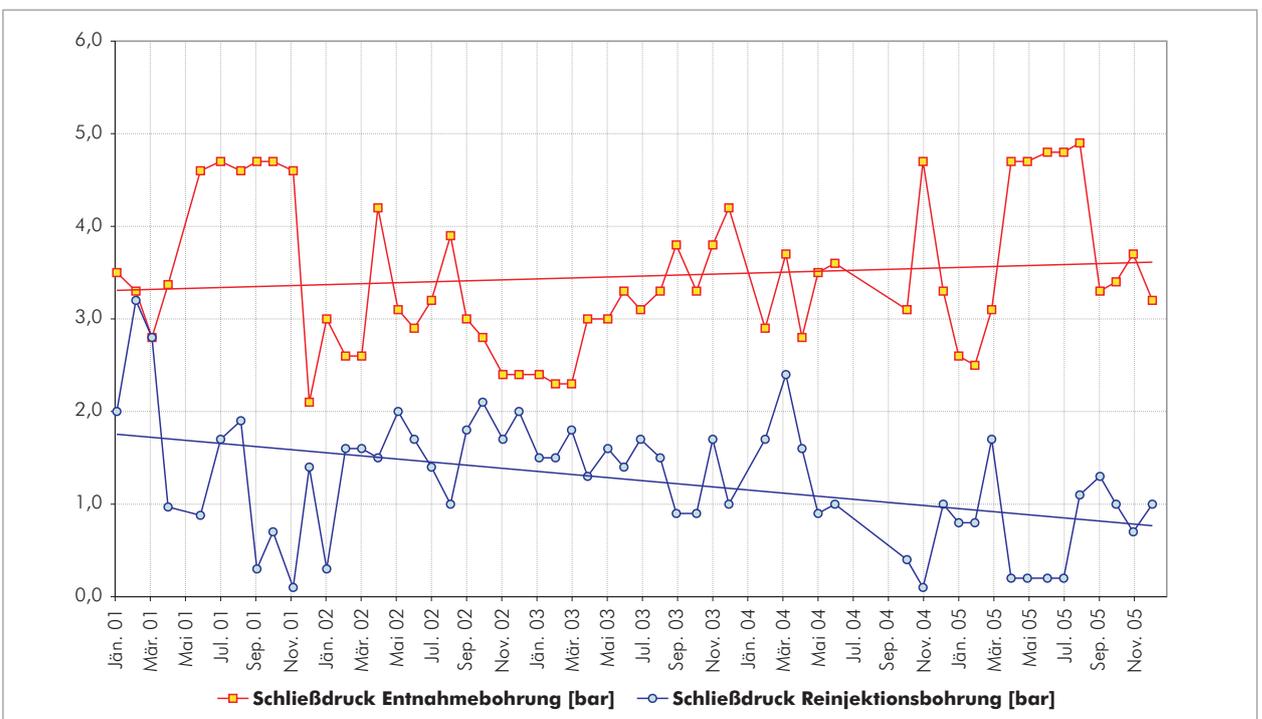


Abb. 6: Dublette Altheim: Schließdruck (2001 – 2005)

### Wasserchemismus

Die Werte der elektrischen Leitfähigkeit des Förder- und Reinjektionsstroms der Dublette Altheim liegen – bis auf einige Messwertfehler – in der selben Höhe (Abb. 7).

Elektrische Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]:

Förderstrom	min. 1.408	max. 1.840	mean 1.454
Reinjektionsstrom	min. 1.307	max. 1.512	mean 1.422

\* Minimum, Maximum und Mittelwert wurde aus den Monatsmitteln gebildet.

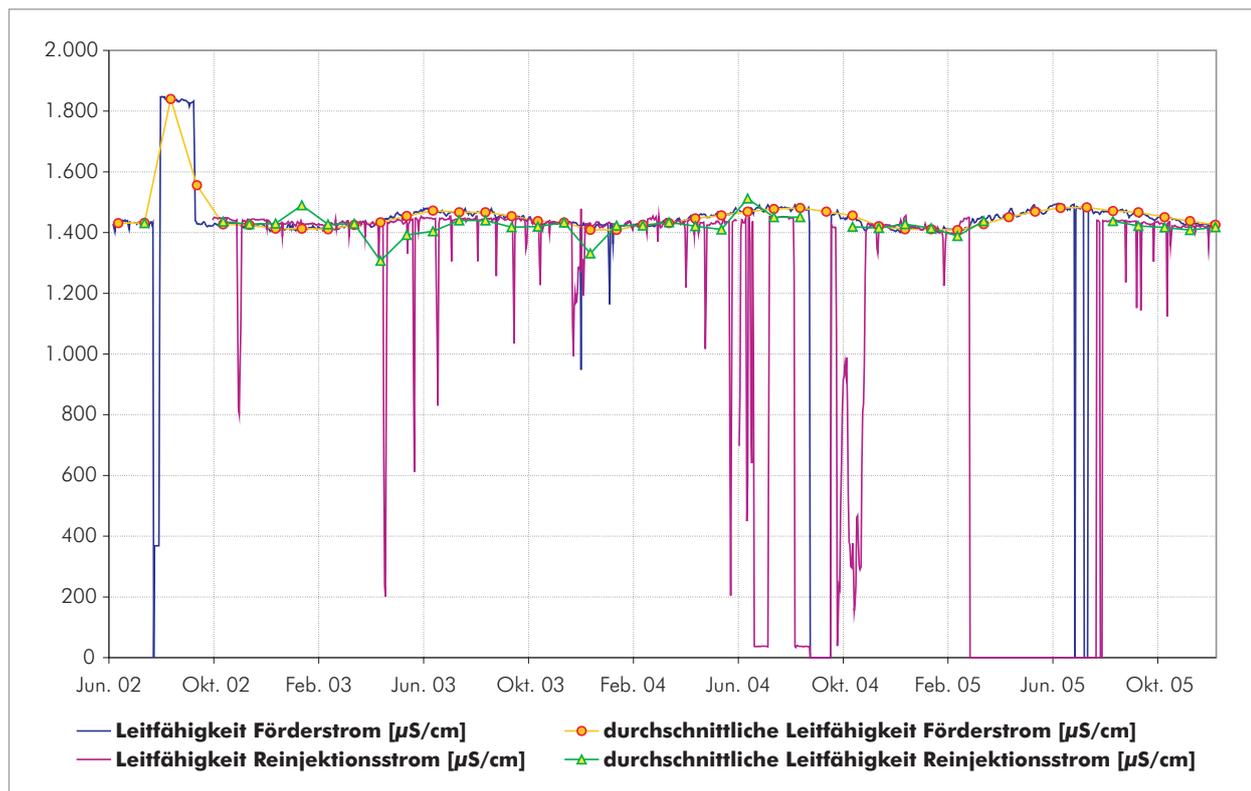


Abb. 7: Dublette Altheim: Leitfähigkeit im Förder- und Reinjektionsstrom (2002 – 2005, Tageswerte und Monatsmittel)

Probennahme		21.10.03	25.01.06
Temperatur	[°C]	59,10	66,30
pH		7,31	7,23
Elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	1.245,00	1.303,00
Ammonium	[mg/l]	2,10	2,23
Natrium	[mg/l]	251,00	239,00
Kalium	[mg/l]	21,50	15,30
Magnesium	[mg/l]	2,20	1,70
Calcium	[mg/l]	11,60	8,90
Chlorid	[mg/l]	120,00	206,00
Sulfat	[mg/l]	4,10	9,20
Hydrogencarbonat	[mg/l]	527,00	528,00
<b>Summe der Elektrolyte</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>939,50</b>	<b>1.010,30</b>

Tab. 1: Ergebnisse der Wasseranalytik des Thermalwassers aus der Reinjektionsbohrung (Altheim Thermal 2)



## Geothermieranlage und Therme Geinberg

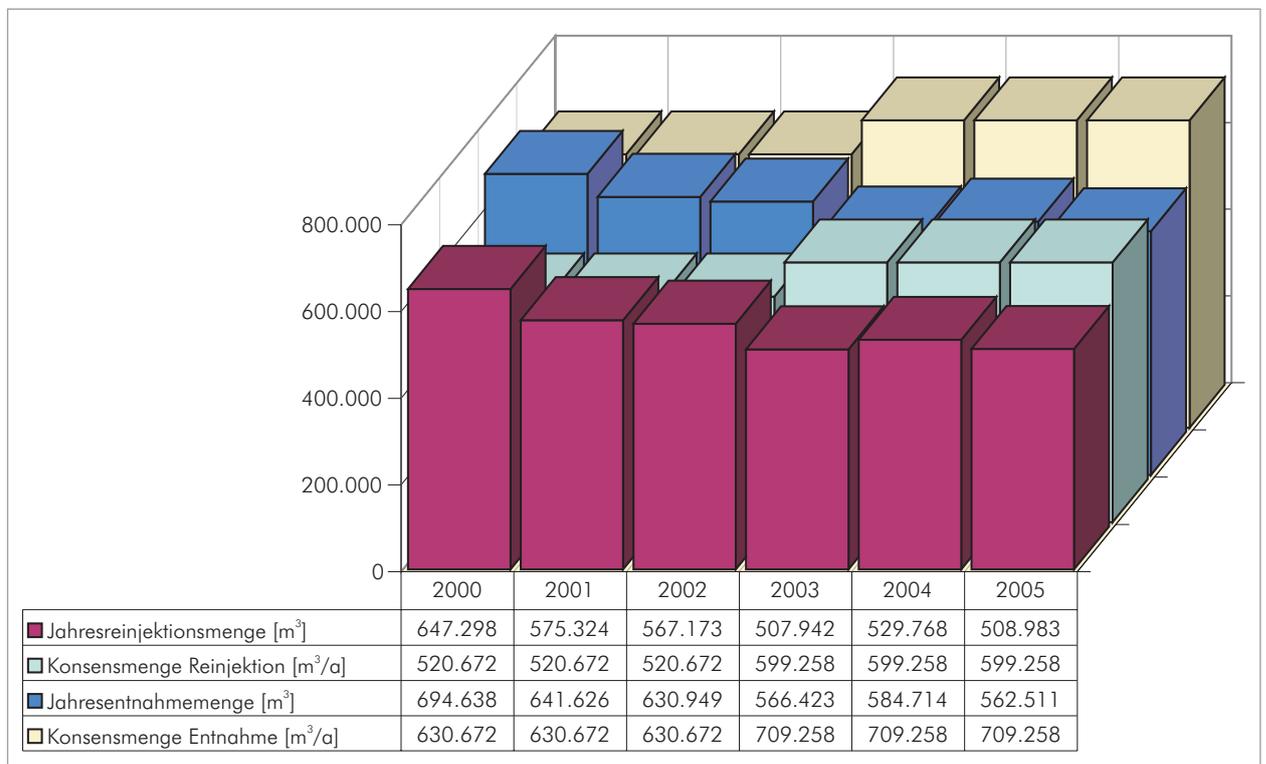
Für die Geothermieranlage und Therme Geinberg liegen Jahresberichte seit 2001 vor, für 2005 wurde der erste 5-Jahresbericht erstellt.

### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

Die Jahresentnahme ist seit 2000 leicht rückläufig (von ca. 695.000 m<sup>3</sup>/2000 auf 562.500 m<sup>3</sup>/2005) und liegt knapp unterhalb des wasserrechtlichen Konsenses (Abb. 8).

### Jahresreinjectionismengen / wasserrechtlicher Konsens

Reinjiziert wird im Dauerbetrieb der Dublette Geinberg der geothermisch genutzte Teilstrom, dieser umfasst ca. 90 % des entnommenen Thermalwassers. Die Jahresreinjectionismenge 2000 übersteigt den wasserrechtlichen Konsens um ca. 50.000 m<sup>3</sup> (Abb. 8).



**Abb. 8: Dublette Geinberg: Jahresreinjections- und -fördermengen und wasserrechtlich bewilligte Konsensmengen (2000 – 2005)**

Der Schließdruck wurde an der Entnahmebohrung (Geinberg Thermal 2) seit 2001 einmal wöchentlich gemessen. Für die Darstellung in Abb. 9 wurde der monatliche Mittelwert gebildet und dargestellt. Bei Betrachtung der linearen Trendlinie ist eine gleich bleibende Tendenz zu beobachten.

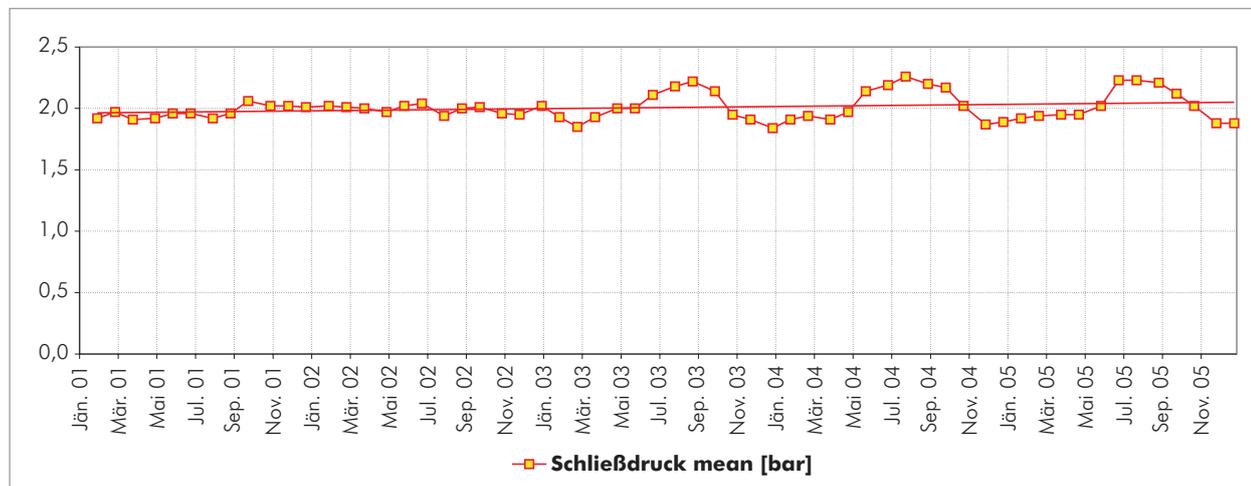


Abb. 9: Dublette Geinberg: Schließdruck (2001 – 2005)

### Wasserchemismus

Die stark schwankenden Werte der Leitfähigkeitsmessungen (siehe Abb. 10) sind auf die besonderen Messbedingungen zurückzuführen. Der errechnete Mittelwert zeigt einen relativ konstanten Wert um 1.800  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

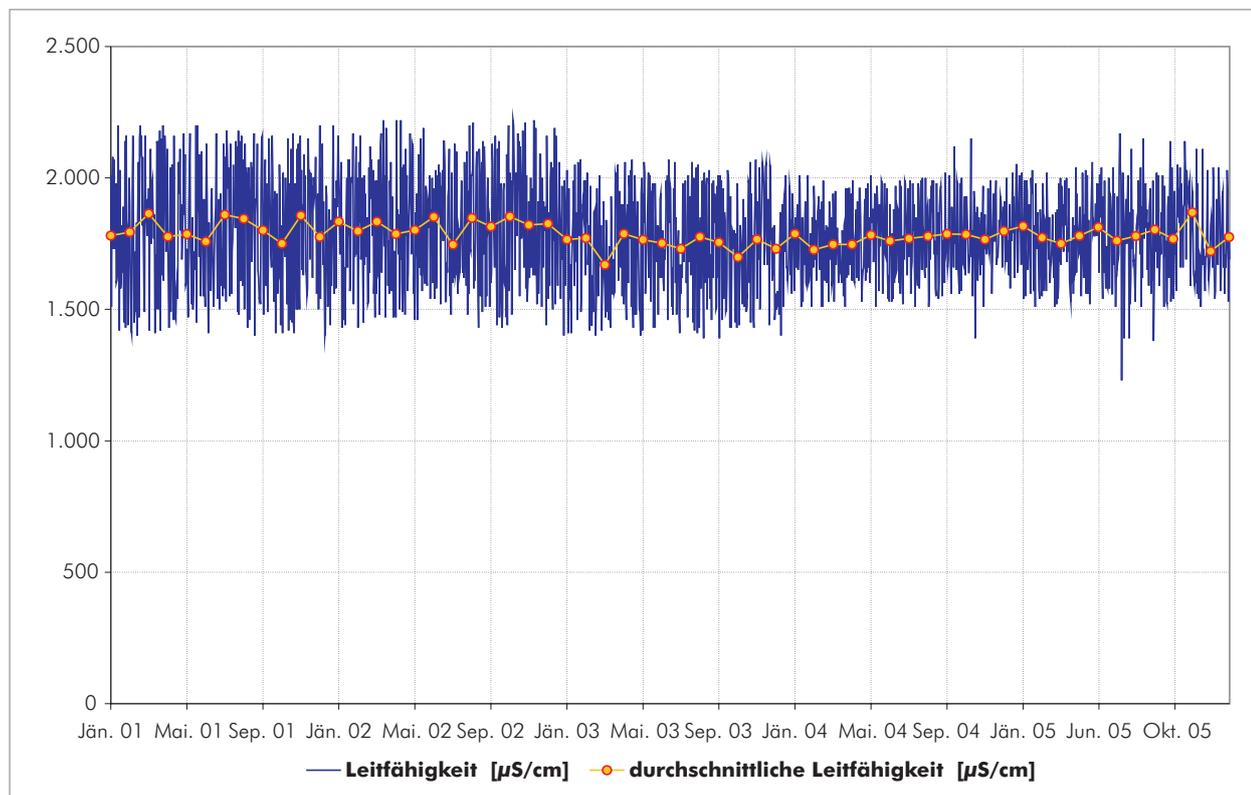


Abb. 10: Dublette Geinberg: Leitfähigkeit (2001 – 2005, Tageswerte und Monatsmittel)

Probennahme		26.01.99
Temperatur	[°C]	99,40
pH		7,24
Elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	1.215,00
Ammonium	[mg/l]	2,24
Lithium	[mg/l]	0,27
Natrium	[mg/l]	286,00
Kalium	[mg/l]	17,50
Magnesium	[mg/l]	1,76
Calcium	[mg/l]	9,20
Strontium	[mg/l]	0,50
Fluorid	[mg/l]	3,00
Chlorid	[mg/l]	161,50
Sulfat	[mg/l]	4,50
Hydrosulfid	[mg/l]	2,17
Hydrogencarbonat	[mg/l]	536,00
<b>Summe der Elektrolyte</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>1.024,64</b>

Tab. 2: Chemische und physikalische Parameter des Thermalwassers der Förderbohrung (Geinberg Thermal 2)

## Geothermieanlage Obernberg

Für die Geothermieanlage Obernberg liegen die Jahresberichte ab 2002 vor. Die Daten 2002 und 2003 sind aufgrund damals noch fehlender technischer Messeinrichtungen sehr lückenhaft. Mit Beginn 2004 wurde eine geeignete Datenerfassung inkl. Auswertesoftware installiert.

### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

In Abb. 10 werden die der Wasserrechtsbehörde gemeldeten Jahresentnahmemengen angeführt, diese entsprechen den gemeldeten jährlichen Reinjektionsmengen. Der wasserrechtliche Konsens wird fast vollständig ausgenutzt (Abb. 11).

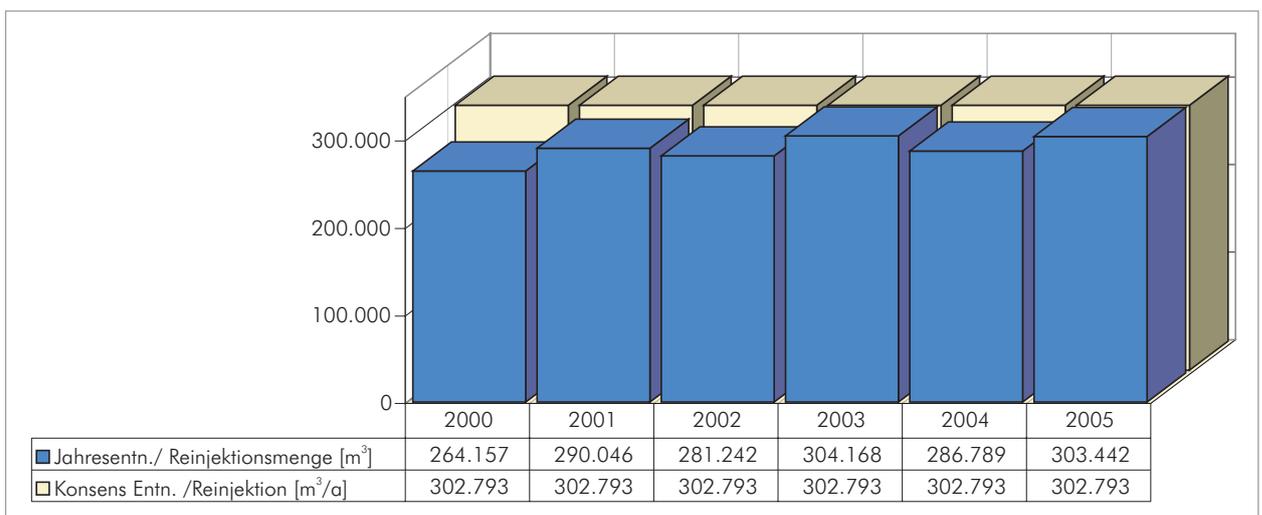


Abb. 11: Dublette Obernberg: Jahresentnahmemengen und wasserrechtlich bewilligte Konsensmengen (2000 – 2005)

### Monatliche Entnahmemengen

Für die in Abb. 12 dargestellten monatlichen Entnahmemengen 2004/05 wurden die Stundenwerte (m<sup>3</sup>/h) monatsweise summiert. Die Mengenverteilung zeigt den typischen jahreszeitlichen Verlauf mit – aufgrund des größeren Wärmebedarfes – erhöhten Thermalwasserumsatzmengen in den Übergangs- und insbesondere den Wintermonaten.

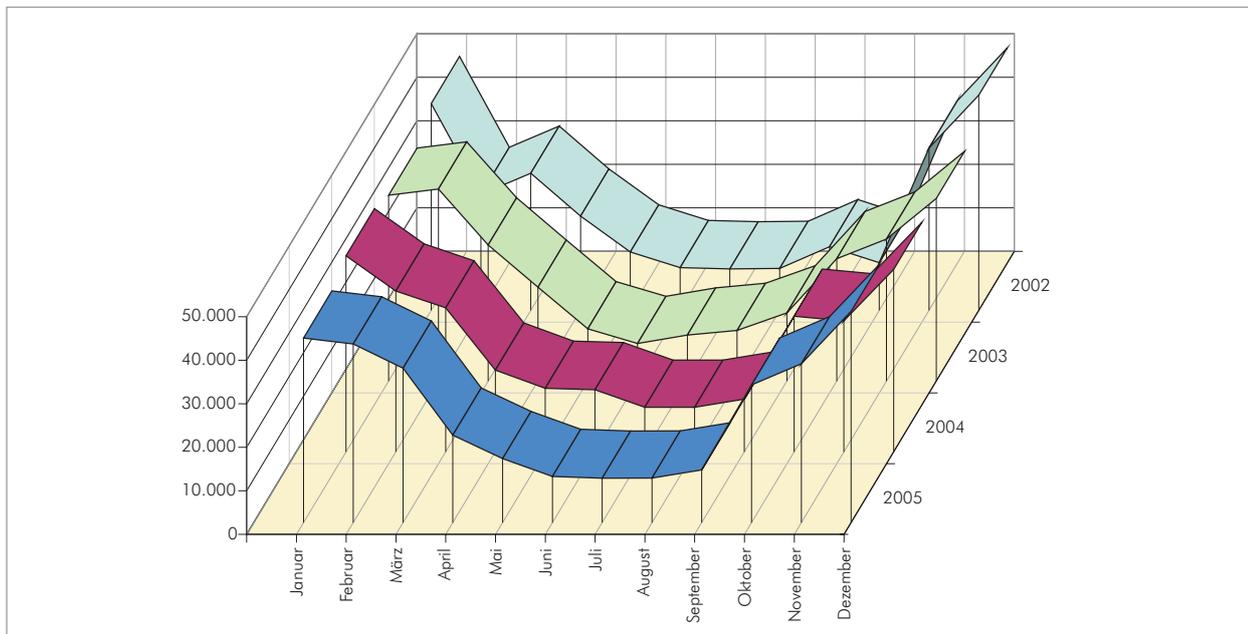


Abb. 12: Dublette Obernberg: monatliche Thermalwasserfördermenge (2002 – 2005)

Der Schließdruck wurde an der Entnahme- (Oberfeld 1) und der Reinjektionsbohrung (Obernberg Thermal 2) gemessen. Daten liegen nur bis 2004 vor (Abb. 13), diese zeigen eine gleichbleibende Entwicklung.

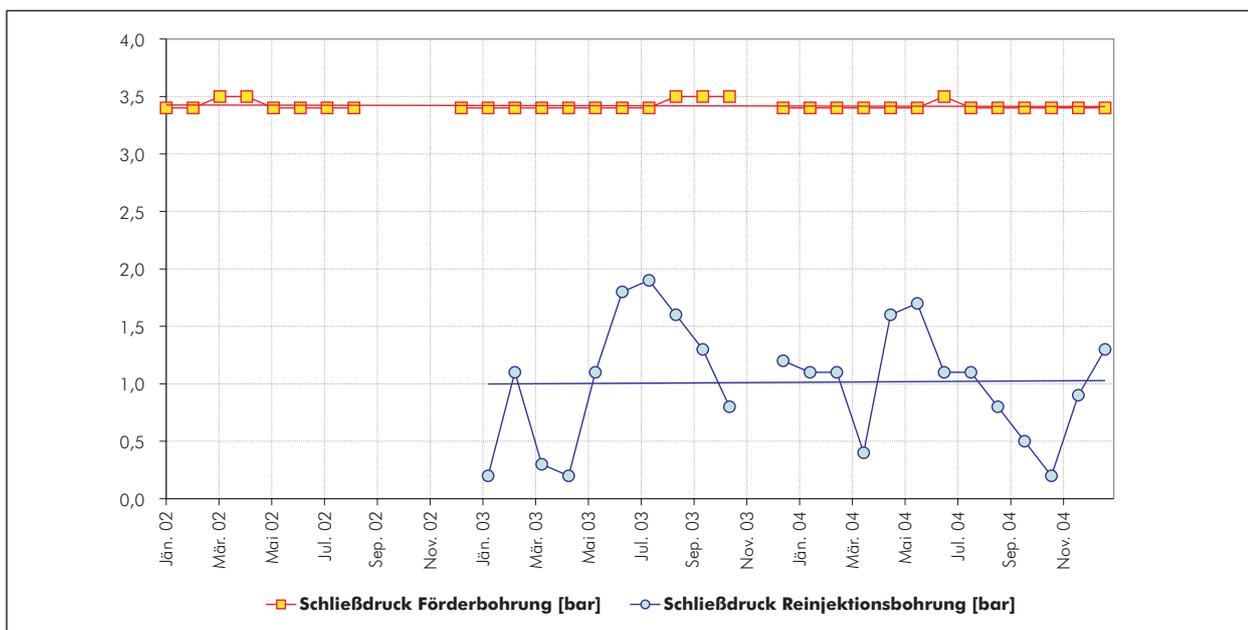


Abb. 13: Dublette Obernberg: Schließdruck (2001 – 2005)

Die Schwankungen im Schließdruck der Reinjektionsbohrung spiegeln die Temperaturen wider (Spreizung bei der Nutzung).

### Wasserchemismus

Bis auf einige fehlerhafte Messwerte im Reinjektionsstrom (Mai – Dezember 2003) stimmen die Werte der elektrischen Leitfähigkeit des Förder- und Reinjektionsstroms der Dublette Obernberg überein (Abb. 14).

Elektrische Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]:

Förderstrom	min. 1.473	max. 1.620	mean. 1.520
Reinjektionsstrom	min. 201	max. 1.981	mean. 1.426
Reinjektionsstrom*	min. 1.117	max. 1.981	mean. 1.568

\* offensichtlich falsche Werte (unter  $1.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ) wurden gelöscht.

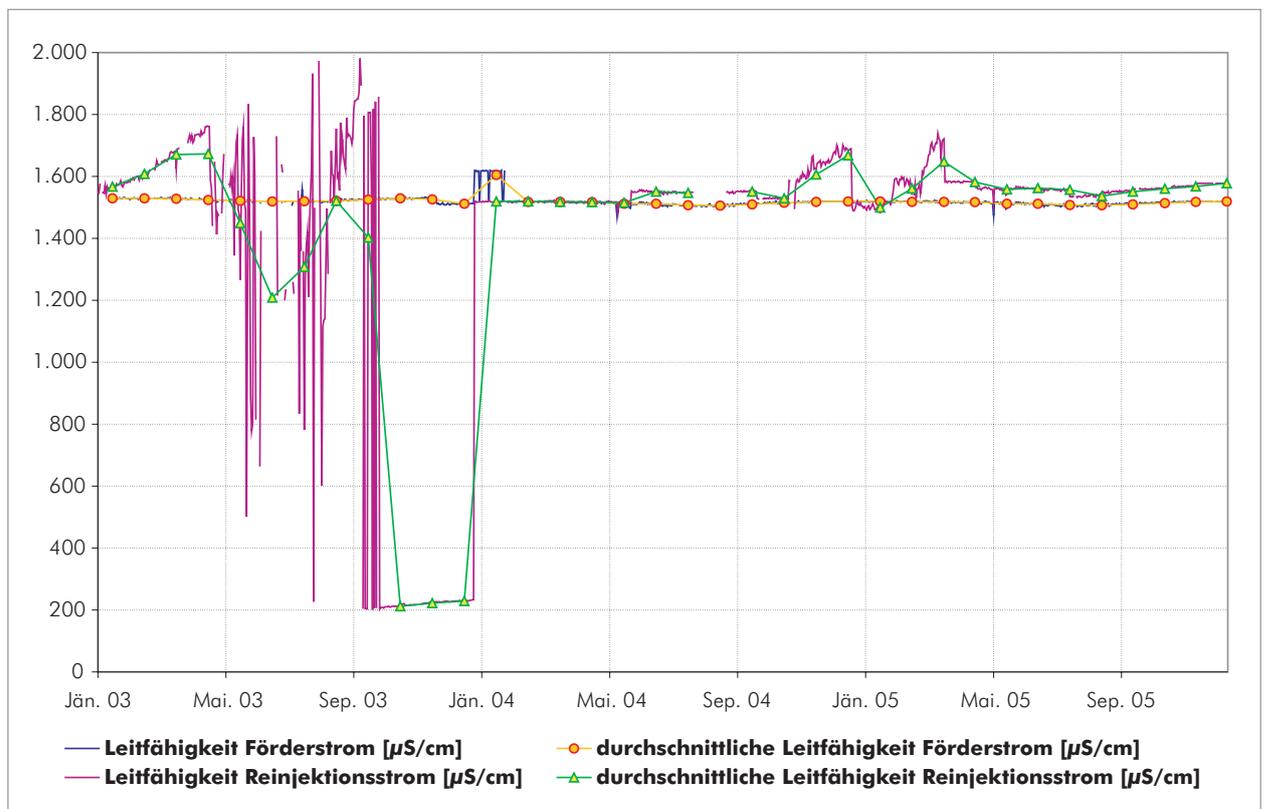


Abb. 14: Dublette Obernberg: Leitfähigkeit im Förder- und Reinjektionsstrom (2003 – 2005, Tageswerte und Monatsmittel)

Probennahme		05.03.04
Temperatur	[°C]	79,200
pH		7,300
Elektr. Leitfähigkeit	[ $\mu$ S/cm]	1.170,000
Ammonium	[mg/l]	2,100
Natrium	[mg/l]	299,000
Kalium	[mg/l]	17,500
Magnesium	[mg/l]	2,070
Calcium	[mg/l]	11,800
Eisen	[mg/l]	0,017
Mangan	[mg/l]	< 0,005
Chlorid	[mg/l]	161,000
Sulfat	[mg/l]	5,400
Nitrat	[mg/l]	< 1,000
Nitrit	[mg/l]	< 0,020
Hydrogencarbonat	[mg/l]	590,500
<b>Summe der Elektrolyte</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>1.089,400</b>

Tab. 3: Untersuchungsbefunde der Trinkwasser-Analytik des Thermalwassers aus der Förderbohrung (Oberfeld 1)

### Geothermieanlage Haag

Für die Geothermieanlage Haag liegen Jahresberichte ab 2002 vor.

#### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

Die Jahresentnahmen liegen zwischen 168.600 und 204.000 m<sup>3</sup>/a. Seit 2001 liegt die Fördermenge über dem wasserrechtlichen Konsens (Abb. 15).

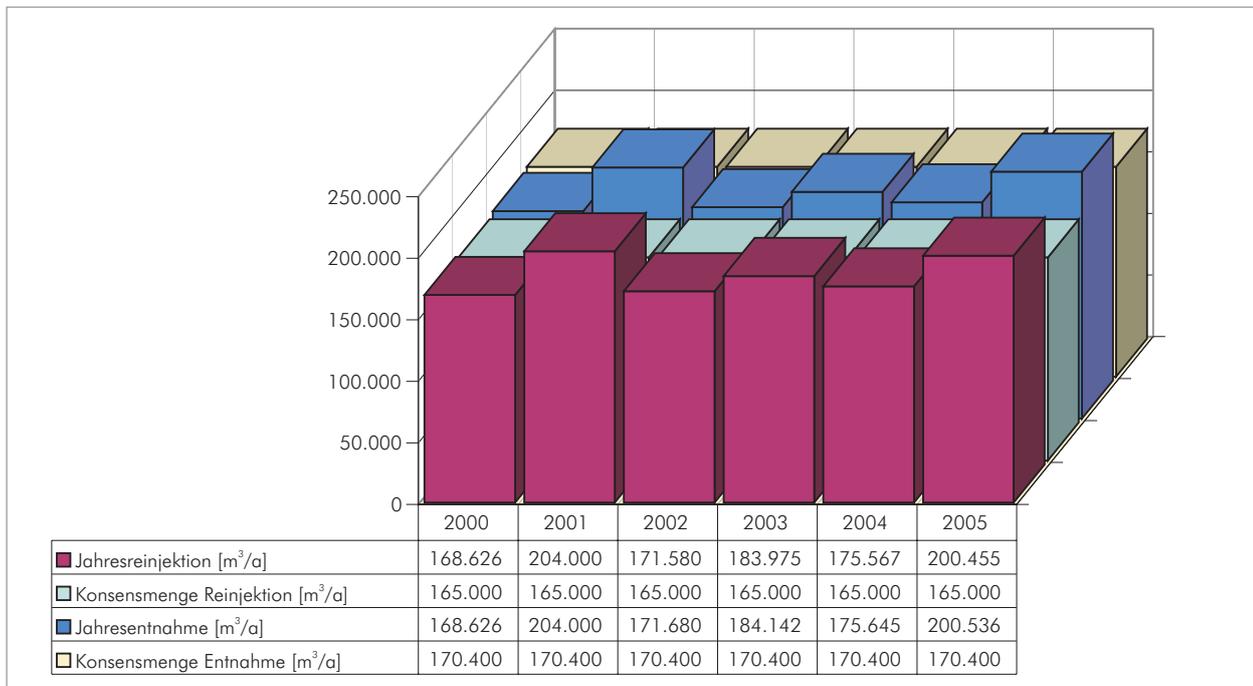


Abb. 15: Dublette Haag: Jahresreinjektions- und -fördermengen und bewilligte Konsensmengen (2000 – 2005)

### Jahresreinjectionismengen / wasserrechtlicher Konsens

Reinjiziert wird im Dauerbetrieb der Dublette Haag der geothermisch genutzte Teilstrom. Dieser umfasst 2000/01 100% und 2002 bis 2005 ca. 97 % des entnommenen Thermalwassers. Der nicht zur Reinjektion gelangende Teilstrom (3 %) umfasst ca. 100 m<sup>3</sup>/a und wird balneologisch genutzt (Abb. 15).

### Monatliche Entnahmemengen

In Abb. 16 sind die monatlichen Entnahmemengen 2002 bis 2005 dargestellt. Die Mengenverteilung zeigt den typischen jahreszeitlichen Verlauf mit erhöhten Entnahme- und Reinjektionsmengen in den Wintermonaten.

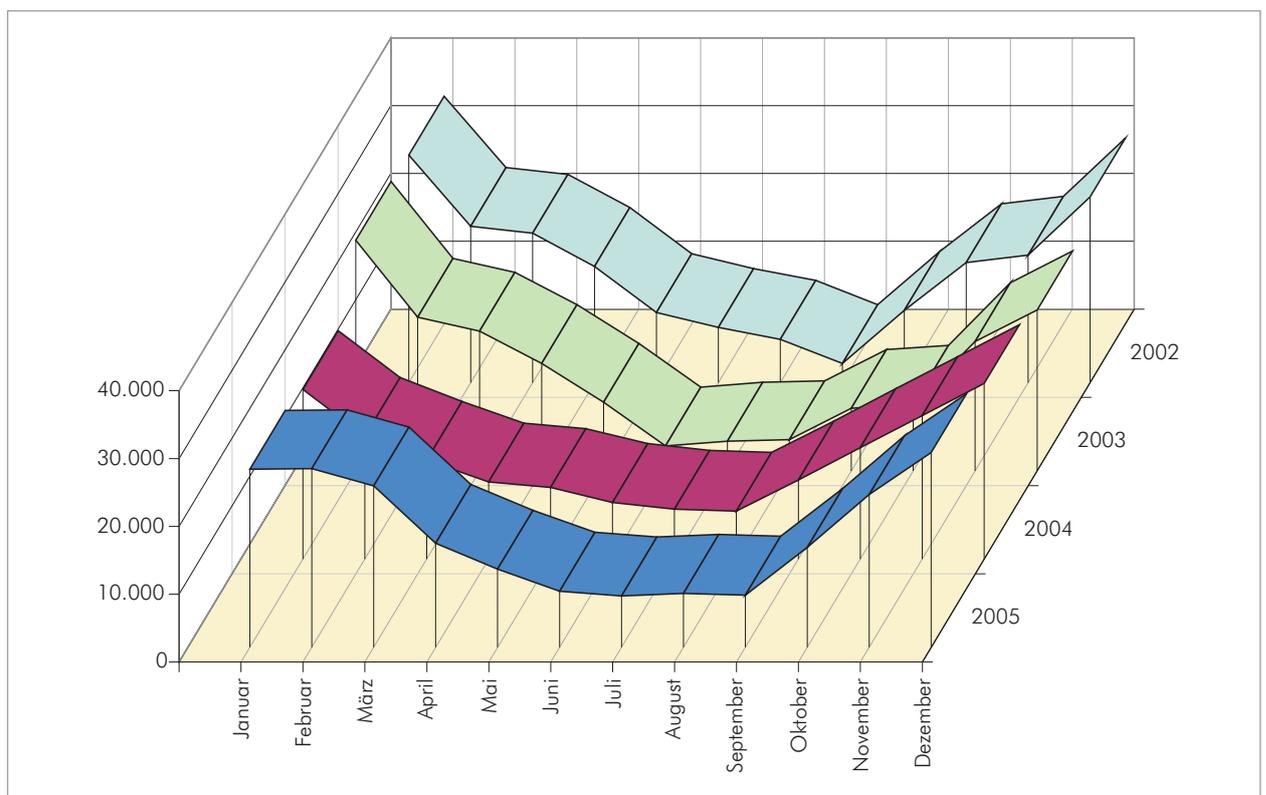


Abb. 16: Dublette Haag: monatliche Thermalwasserfördermenge (2002 – 2005)

Daten von Schließdruckmessungen liegen nicht vor.

### Wasserchemismus

Es liegen weder Leitfähigkeitsmessungen noch chemische Analysedaten vor.

## Geothermieanlage Simbach-Braunau

Für die länderübergreifende Geothermieanlage Simbach-Braunau wurden seit der Inbetriebnahme 2003 Jahresberichte vorgelegt.

### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

Die Jahressummen der Reinjektionsmengen sind laut Jahresberichten um 1,5 bis 2,6 % höher als die Fördermengen. Diese Differenz liegt durchaus im Rahmen der Messgenauigkeit der Durchflussmesser. In Abb. 17 werden die Jahresentnahmemengen der Simbach-Braunau Thermal 2 dargestellt. Der wasserrechtliche Konsens wird seit 2004 zu ca. 90 % ausgenützt.

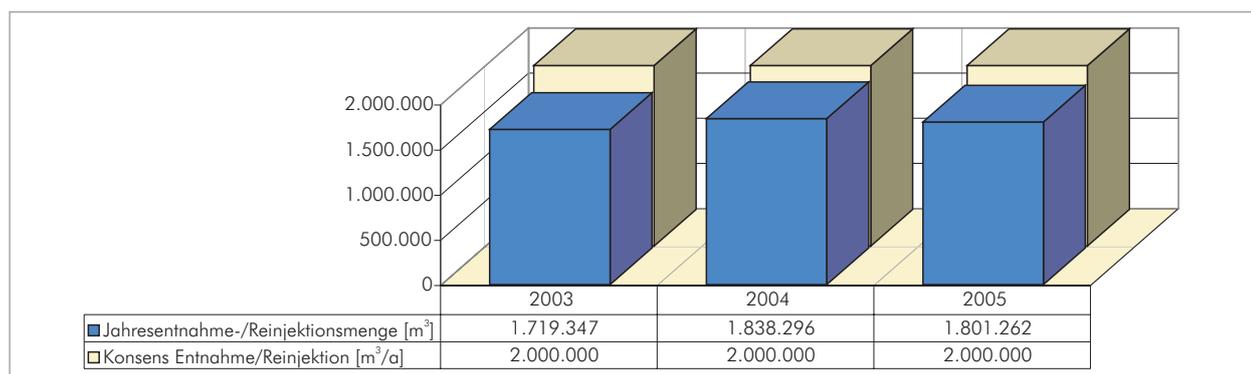


Abb. 17: Dublette Simbach-Braunau: Jahresentnahme- und Reinjektionsmengen und bewilligte Konsensmengen (2003 – 2005)

### Monatliche Entnahmemengen

Die monatlichen kumulativen Fördermengen (VL) lassen sich über die Jahre 2003 – 2005 gut vergleichen (Abb. 18). Die geringeren Monatssummen im Sommer 2003 (Juni – August) sind auf die artesische Förderung zurückzuführen.

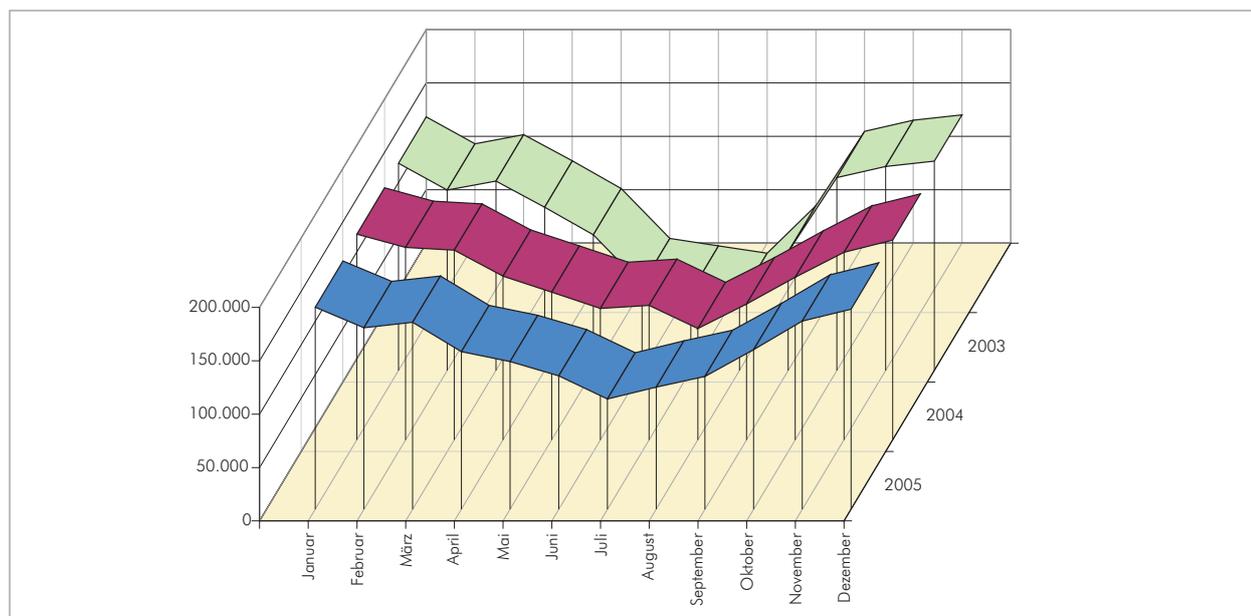


Abb. 18: Dublette Simbach-Braunau: monatliche Thermalwasserfördermenge (2003 – 2005)

Der Schließdruck wurde an der Entnahmebohrung (Simbach-Braunau Thermal 2) einmal monatlich gemessen. Daten liegen ab August 2003 vor und schwanken um 0,4 bar zwischen 3,4 und 3,8 bar (Abb. 19). Der Mittelwert liegt bei 3,7 bar.

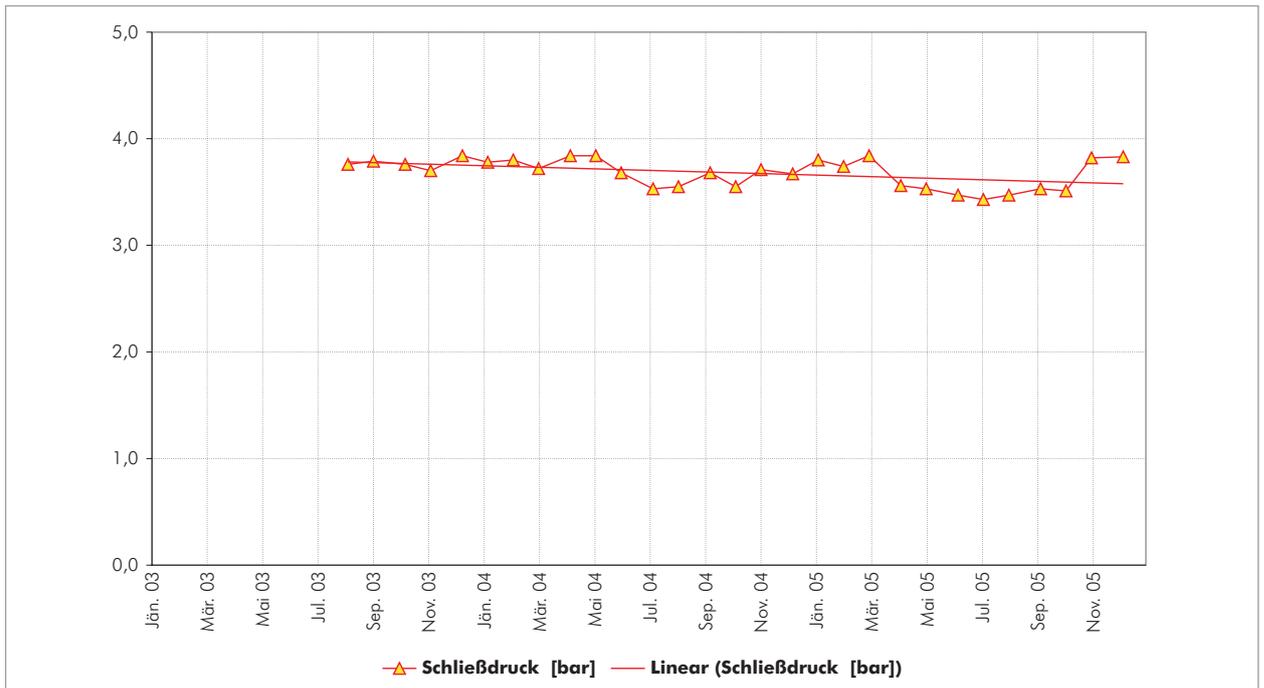


Abb. 19: Dublette Simbach-Braunau: Schließdruck (2003 – 2005)

### Wasserchemismus

Die im Förder- und im Reinjektionsstrom der Dublette Simbach-Braunau gemessene elektrische Leitfähigkeit stimmt überein und liefert plausible, über die Jahre gleichbleibende Werte (Abb. 20).

Elektrische Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]:

Förderstrom	min. 1.194	max. 1.485	mean. 1.427
Reinjektionsstrom	min. 1.308	max. 1.478	mean. 1.414

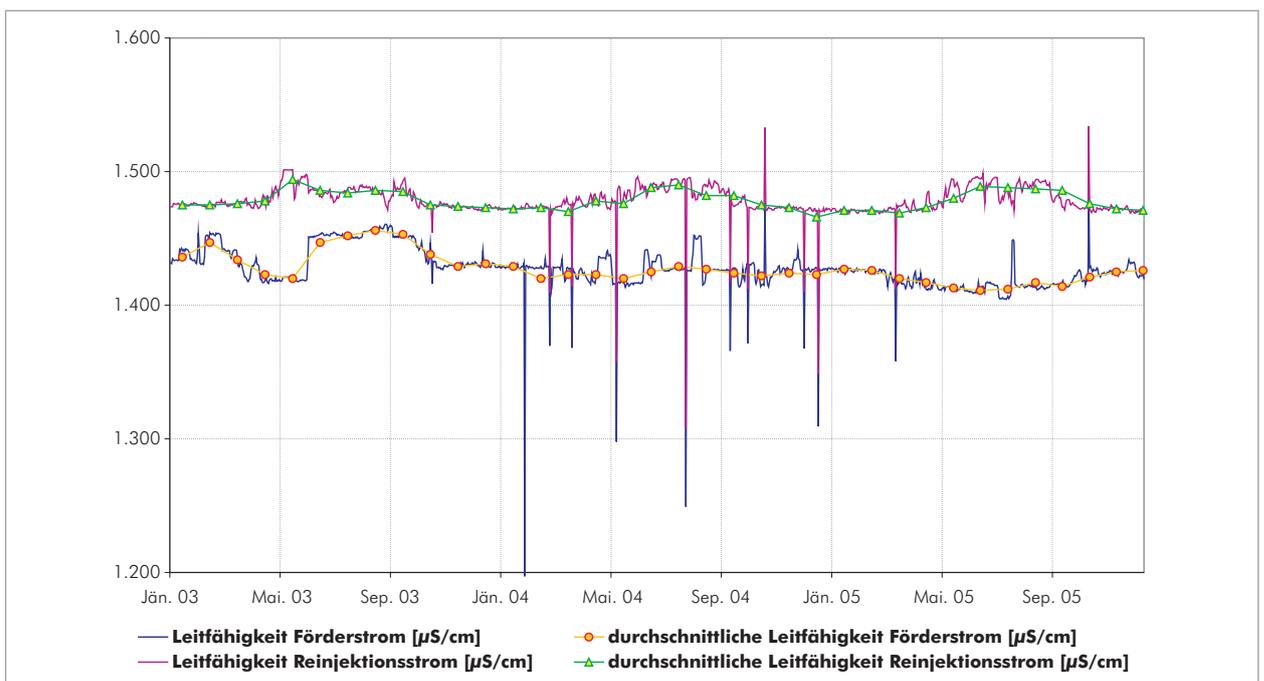


Abb. 20: Dublette Simbach-Braunau: Leitfähigkeit im Förder- und Reinjektionsstrom (2003–2005, Tageswerte und Monatsmittel)

Probennahme	13.05.03	28.11.05
Temperatur	80,00	80,00
elektr. Leitfähigkeit	1,27	1,31
pH (20 °C)	7,60	7,60
Ammonium	2,21	2,13
Natrium	277,00	274,00
Kalium	15,40	17,10
Magnesium	4,37	4,30
Calcium	10,00	9,30
Eisen	0,18	0,07
Mangan	< 0,02	0,02
Fluorid	6,10	6,00
Chlorid	138,00	156,00
Sulfat	2,90	6,00
Hydrogencarbonat	543,08	538,20
<b>Summe der Elektrolyte</b>	<b>1.000,14</b>	<b>1.013,12</b>

Tab. 4: Ergebnisse der Wasseranalytik an der Tiefbohrung Simbach-Braunau Thermal 2 (Konzentrationsangaben in [mg/l], Temperatur in [°C] und elektr. Leitfähigkeit in [mS/cm])

### Geothermieranlage St. Martin

Über die Geothermieranlage St. Martin liegen seit der Inbetriebnahme 2002 Jahresberichte vor, für 2005 wurde der erste 5-Jahresbericht erstellt.

#### Jahresentnahmemengen / wasserrechtlicher Konsens

Das Fördergeschehen ist seit dem Probetrieb 2001 durch steigende jährliche Entnahme- und Reinjektionsmengen [m³/a] gekennzeichnet, welche jedoch den wasserrechtlichen Konsens bei weitem nicht ausschöpfen (Abb. 21).

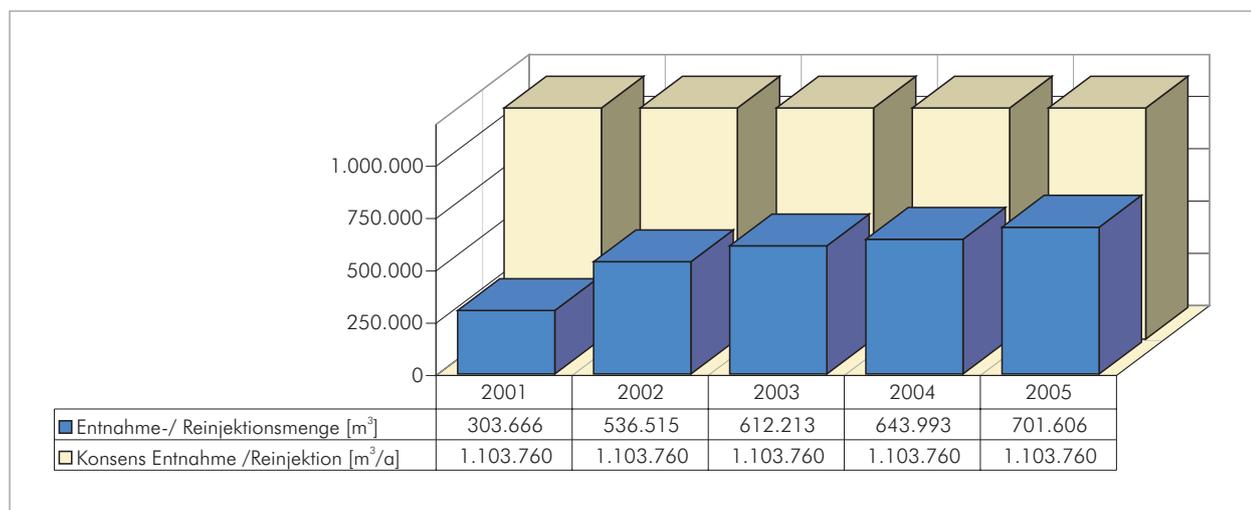


Abb. 21: Dublette St. Martin: Jahresentnahmemengen und wasserrechtlich bewilligte jährliche Konsensmenge (2001 – 2005)

### Monatliche Entnahmemengen

Die monatlichen Entnahme-Reinjektionsmengen [m<sup>3</sup>] zeigen den für Geothermieanlagen typischen Jahresverlauf – Mengenverringderung in den Sommermonaten – in abgeschwächter Form (Abb. 22). Dies ist auf zahlreiche Abnehmer aus Industrie und Gewerbe mit einem Ganzjahresbedarf an Wärmeenergie zurückzuführen.

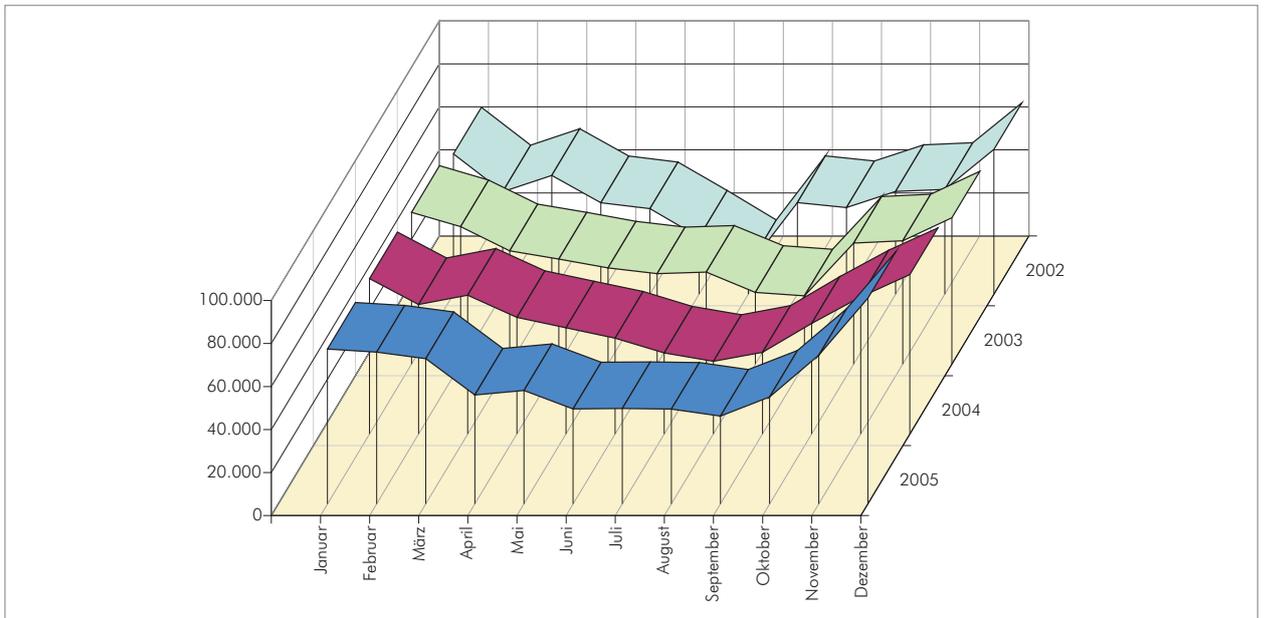


Abb. 22: Dublette St. Martin: monatliche Thermalwasserfördermenge (2002 – 2005)

Der Schließdruck wurde an der Entnahmebohrung (St. Martin Thermal 1) einmal wöchentlich gemessen. Daten liegen ab Jänner 2004 als Abstichmessungen vor (Abb. 23). Aus der Aufspiegelung [m] – Differenz der Wasserspiegellagen vor und 15 Minuten nach Einstellen der Förderung – wurde der Schließdruck [bar] errechnet.

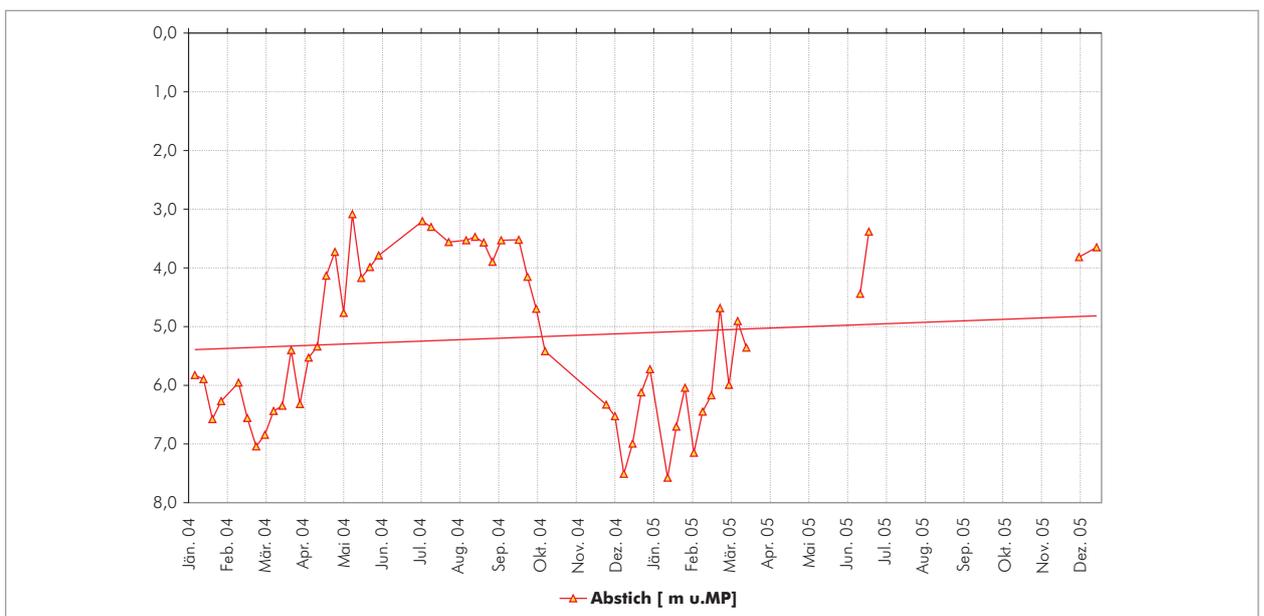


Abb. 23: Dublette St. Martin: Abstichmessung (2004 – 2005)

Die Geothermieanlage St. Martin kann seit 2002 eine stark steigende Wärmeenergielieferung verzeichnen (Abb. 21). Dies spiegelt sich auch durch die – insbesondere in den Wintermonaten und in der Übergangszeit – steigenden Entnahme- bzw. Reinjektionsmengen wieder (vergleiche Abb. 24).

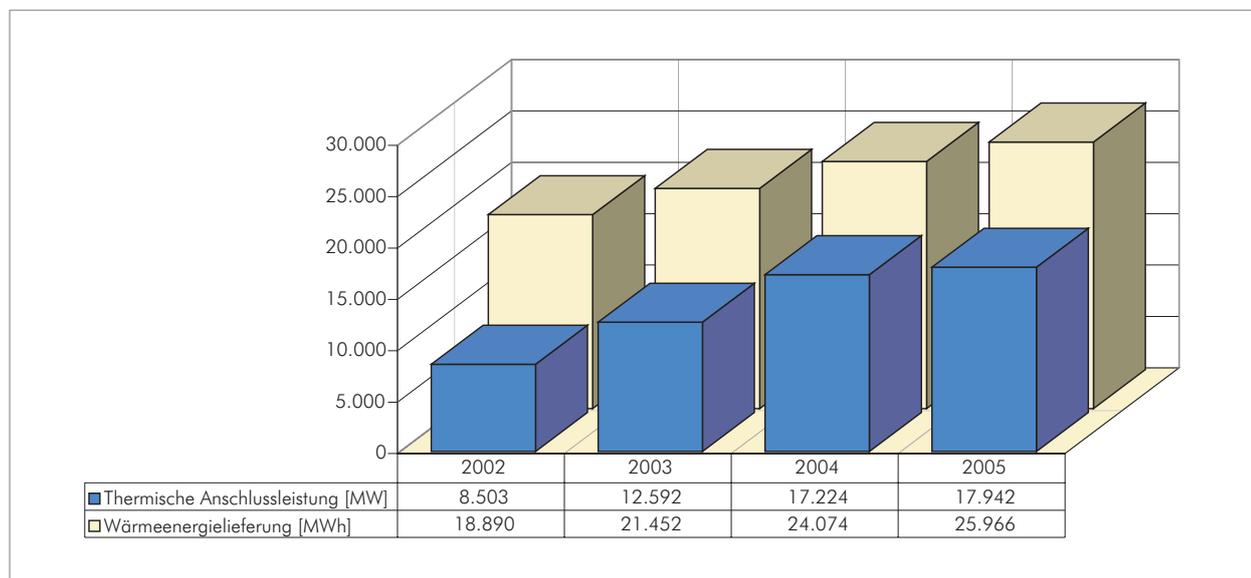


Abb. 24: Dublette St. Martin: jährliche Wärmeenergielieferung (2002 – 2005)

### Wasserchemismus

Im Förder- und im Reinjektionsstrom der Dublette St. Martin wurde die elektrische Leitfähigkeit gemessen. Die vorhandenen Datenreihen (Jänner 2002 – Dezember 2005) sind von zahlreichen, z. T. über Monate dauernden Ausfällen oder offensichtlich fehlerhaften Messwerten einer oder beider Leitfähigkeitssonden unterbrochen. Die aufgezeichneten Werte schwanken stark (Abb. 25).

Elektrische Leitfähigkeit [ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]:

Förderstrom	min. 1.182	max. 2.598	mean. 1.839
Reinjektionsstrom	min. 491	max. 2.465	mean. 1.414

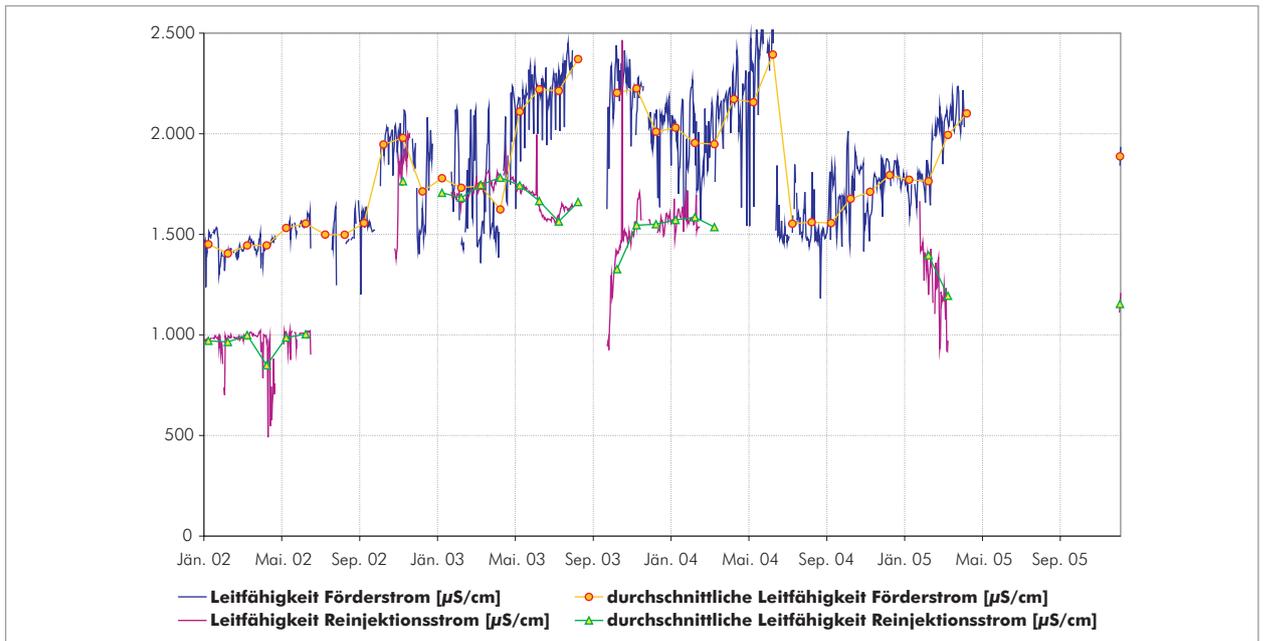


Abb. 25: Dublette St. Martin: Leitfähigkeit im Förder- und Reinjektionsstrom (2002 – 2005, Tageswerte und Monatsmittel)

Plausibel sind Messwerte um ca. 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Diese Werte wurden im Förderstrom zu Beginn der Aufzeichnungen (Jänner bis September 2002) und nach der Reinigung der LF-Sonde Ende Juni 2004 gemessen. Ab Februar 2005 ist wieder ein offensichtlich messtechnisch bedingter Anstieg der Leitfähigkeit zu beobachten.

Datum		21.01.04	31.01.05
Temperatur	[°C]	82,000	93,800
Leitfähigkeit	[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ]	1.228,000	1.308,000
pH		7,500	8,000
Eisen	[mg/l]	0,337	0,236
Fluorid	[mg/l]	7,100	7,000
Natrium	[mg/l]	328,000	310,000
Sauerstoff gel.	[mg/l]	0,400	0,500

Tab. 5: Daten der Untersuchungen des Thermalwassers aus dem Förderbrunnen St. Martin Thermal 1

## Zusammenfassung der wasserwirtschaftlichen Bewertung

---



Bei der gegenständlichen Bewertung lässt sich eine weitgehende Übereinstimmung der Fördermengen und der Konsensmengen feststellen. Die Entnahme- und Reinjektionsmengen zeigen bei allen Geothermieanlagen den typischen jahreszeitlichen Verlauf mit Rückgängen in den Sommermonaten und maximalen Raten in der kalten Jahreszeit. Im Allgemeinen werden die Konsensmengen eingehalten. Die Einrichtung einer regelmäßigen Berichtlegung über die Förderung, Nutzung und Reinjektion bei den Geothermieanlagen des Oberösterreichischen Molassebeckens hat sich bewährt.

Die vorliegenden Berichte bieten eine gute Grundlage für die Beurteilung der Auswirkungen der Thermalwassernutzungen auf den Grundwasserkörper des Malm im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken. Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der seit 1998 in Oberösterreich durchgeführten Reinjektionsmaßnahmen liegt in einer Erhöhung des regionalen Druckniveaus im Malmaquifer von bis zu 10 m Wassersäule (1 bar). Damit wurde erfolgreich den bedenklichen Druckspiegelabsenkungen der 90er Jahre entgegengewirkt.

Auch für die Thermenbetreiber selbst stellt die Erfassung der Daten und die Berichtslegung ein unerlässliches Element für einen optimalen Betrieb ihrer Anlagen dar und unterstützt sie bei zukünftigen Entscheidungen.

## Ausblick

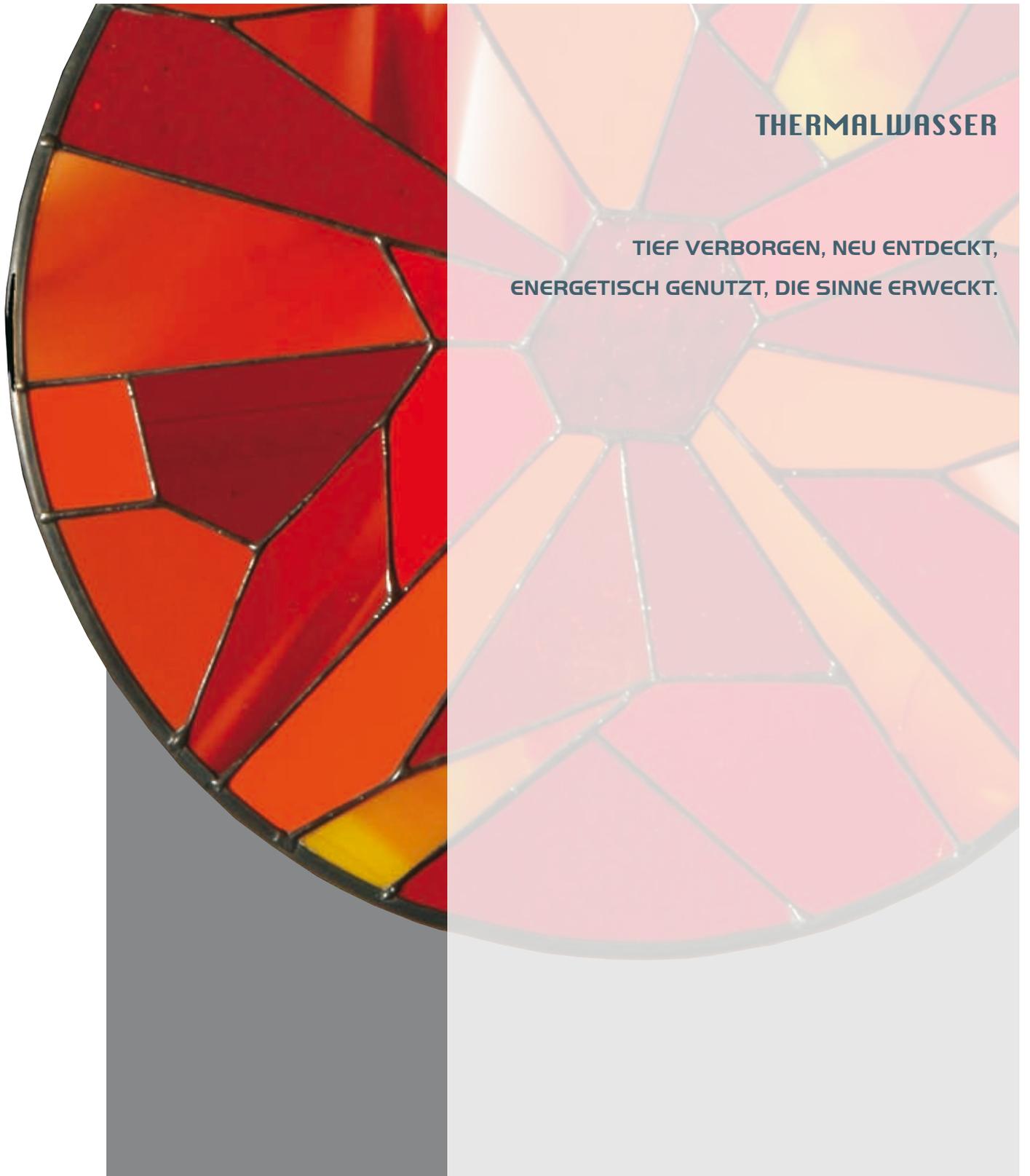
---

Die Daten fließen auch in das derzeit in Bearbeitung stehende INTERREG IIIa-Projekt „Grundsatzuntersuchung zu thermischen Auswirkungen von Thermalwassernutzungen im zentralen, grenznahen Bereich des niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebeckens“ ein und bieten somit eine wichtige Grundlage zur Verbesserung des Verständnisses für das Gesamtsystem.

Ziel dieses, im Herbst 2007 abzuschließenden, Projektes ist der Schutz und die weitgehende Erhaltung der natürlichen wasserwirtschaftlichen und geothermischen Verhältnisse im niederbayerisch-oberösterreichischen Molassebecken unter Berücksichtigung bestehender balneologischer und geothermischer Nutzungen, um eine langfristige Nutzung und nachhaltige gemeinsame Bewirtschaftung des Thermalwasservorkommens sicherzustellen.

Die Ergebnisse der Grundsatzuntersuchung sollen zu einem besseren Verständnis der grundlegenden thermisch-hydraulischen Systemzusammenhänge im Malmaquifer führen und die Grundlage für die Ausarbeitung von Strategien für die Bewirtschaftung des Thermalwassers bilden.

Die Untersuchungsergebnisse sollen auch Aufschluss darüber geben, welche Energiemengen durch balneologische und geothermische Nutzungen dem Gesamtsystem entzogen werden können und welchen Einfluss eine Verringerung der Temperatur auf die Druckverhältnisse, den Chemismus und die hydraulischen Verhältnisse im thermalen Grundwasserleiter ausüben kann.



## THERMALWASSER

TIEF VERBORGEN, NEU ENTDECKT,  
ENERGETISCH GENUTZT, DIE SINNE ERWECKT.

# NOTIZEN



# NOTIZEN



# NOTIZEN



## Impressum

**Medieninhaber:** Land Oberösterreich

**Herausgeber:**

Amt der Oö. Landesregierung  
Wasserwirtschaft  
Grund- und Trinkwasserwirtschaft  
Projektleiter Dipl.-Ing. Christian Kneidinger  
Kärntnerstraße 12, 4021 Linz

**E-Mail:** [w-gtw.post@ooe.gv.at](mailto:w-gtw.post@ooe.gv.at)

**Autoren:**

Univ.-Prof. Dr. Johann Goldbrunner  
Mag. Andrea Shirbaz  
Mag. Hans Peter Heiss  
Geoteam, Technisches Büro  
für Hydrogeologie, Geothermie  
und Umwelt Ges.m.b.H.

**Redaktion:** Waltraud Dinges  
Wasserwirtschaft – Öffentlichkeitsarbeit

**Künstlerin:** Mag. Michaela Bittner  
Zyklus Glasklare Wasserwelten: Unterwasserwelt  
[www.JoyBow.com](http://www.JoyBow.com)

**Grafik, Layout:** Wasserwirtschaft  
text.bild.media GmbH, Linz (702009)  
Mag. art. Cornelia Wengler

**Fotos:** Simone Sieberer  
Mag. art. Cornelia Wengler  
[www.pixelquelle.de](http://www.pixelquelle.de)

**Druck:** new typeshop, Linz

**Download:** [www.land-oberoesterreich.gv.at](http://www.land-oberoesterreich.gv.at)  
Themen > Umwelt > Wasser > Grundwasser

**Erscheinungsdatum:** März 2007

**Copyright:**



(\*wasserwirtschaft)