

3 Thermalwässer in der österreichischen Molassezone

Die Namen der im Text und in den Bohrprofilen genannten (lithostratigrafischen) Einheiten sind teilweise aus den verwendeten Unterlagen entnommen und entsprechen nicht immer der aktuellen Nomenklatur.

Ein Vergleich der hier verwendeten Begriffe mit Synonymen zu den heute gebräuchlichen findet sich in den Arbeiten von RUPP (2011: 153) und BERKA (2015: Abb. 20).

3.1 Der niederbayerisch-österreichische Thermalgrundwasserkörper

(J. GOLDBRUNNER)

Der niederbayerisch-österreichische Thermalgrundwasserkörper im karbonatischen Oberjura des Beckenuntergrundes („Malmaquifer“) wird von dem Vorkommen der Wasserburger Senke durch das Landhut-Neuöttinger Hoch und die Zentrale Schwellenzone getrennt (Abb. 7). Der in Baden-Württemberg, Bayern und Oberösterreich entwickelte Aquifer wird von SCHULZ & THOMAS (2012) als das bedeutendste Vorkommen Mitteleuropas für die Wärmebereitstellung klassifiziert. Abbildung 6 zeigt die Lage der Tiefbohrungen

im süddeutschen und oberösterreichischen Molassebecken, welche Thermalwasser aus dem Oberjura (insbesondere „Malm d“ bis „Malm z“ zzgl. Unterkreide/Berriasium) für energetische und/oder balneologische Zwecke fördern.

Die Maximalmächtigkeiten der überwiegend karbonatisch entwickelten Sedimente des Oberjura („Malm“) im oberösterreichischen Molassebecken werden von NACHTMANN & WAGNER (1987) mit 750 m angegeben. Nach der Kartendarstellung in der genannten Publikation treten diese im Süden des Molassebeckens unter der Flyschzone auf. Die größte Mächtigkeit der Karbonate des Oberjura wurde in der westlich der Zentralen Schwellenzone gelegenen Aufschlussbohrung Hochburg 1 mit 557 m erbohrt (WAGNER, 1998).

Im Braunau Block liegen die größten Mächtigkeiten auf Höhe von Braunau bei > 400 m, während im Bereich der Zentralen Schwellenzone die Sedimente des Oberjura zum Großteil erodiert sind, sodass eine hydraulische Verbindung zwischen dem Thermalwasser-Aquifer der Wasserburger Senke und dem Braunau Block beim jetzigen Erschließungs- und Wissensstand zweifelhaft erscheint.

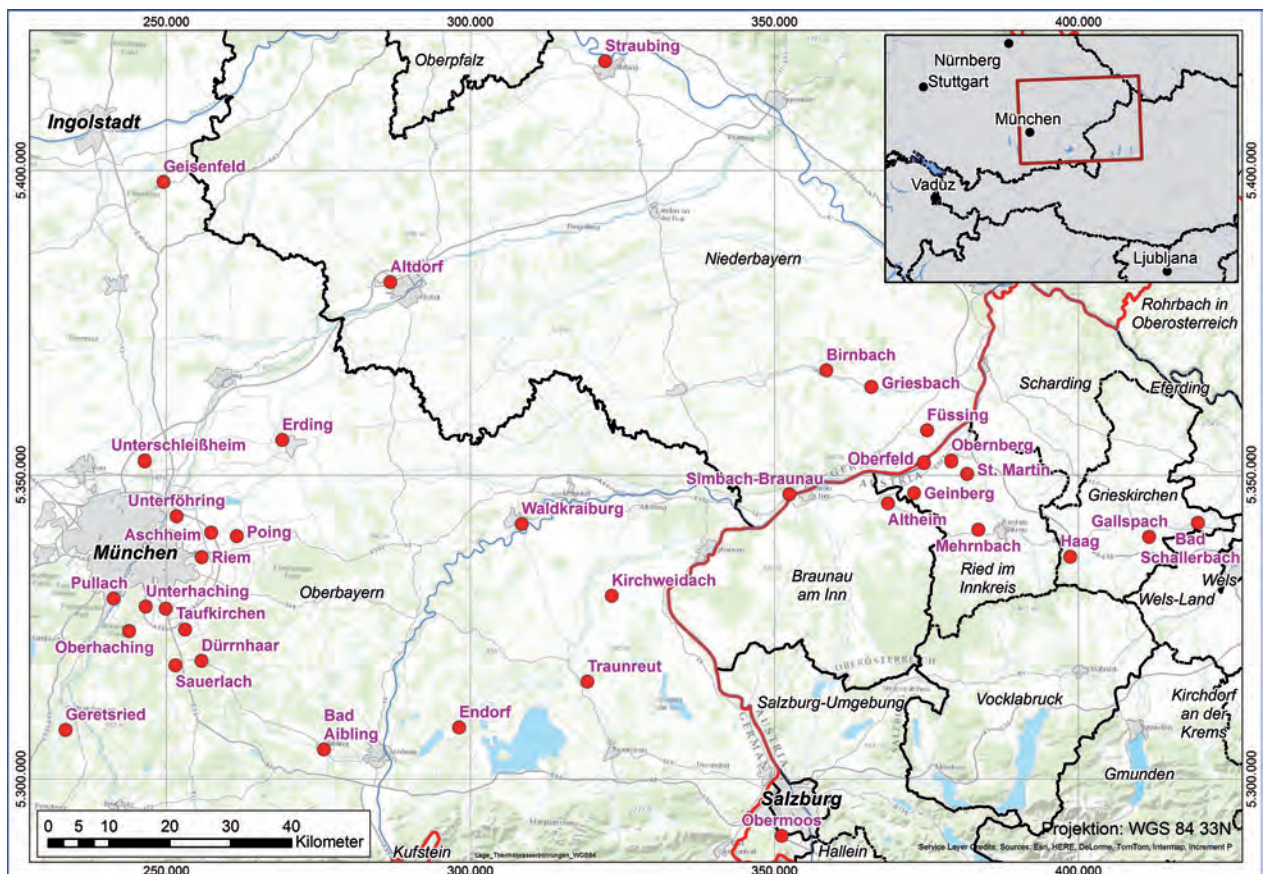


Abb. 6. Lage der Bohrungen und Projekte im süddeutschen und oberösterreichischen Molassebecken.

Die Abfolge des Oberjura beginnt mit Glaukonit führenden Kalken. Im Oxfordium und Tithonium werden Algen- und Schwambänke von Korallenriffen und ihrem Schutt bedeckt. Diese Bereiche werden von einer Oolith- und Grainstone-Fazies umgeben (WAGNER, 1998). Die hangenden Abschnitte bilden die lagunären Ablagerungen des Purbeck (Tithonium–Berriasium).

Von besonderer Bedeutung für die Wasserführung ist die häufig auftretende Dolomitisierung der Kalke mit der Ausbildung einer sekundären Porosität. In sehr vielen Bohrungen gibt es Anzeichen einer tiefreichenden Verkarstung, die aus der Zeit der Unterkreide und des Präeozäns (in Bereichen, wo die Kreide bereits erodiert war) stammt. Nach den Erfahrungen bei der Erschließung sind bei entsprechenden Mächtigkeiten der Sedimente des Oberjura, wie sie z.B. im Braunau Block mit örtlich über 400 m gegeben sind, die obersten 150 bis maximal 200 m der Abfolge („Malm d“ bis „Malm z“) als besser durchlässig anzusehen.

Die Thermalwasserführung und -bewegung wird wesentlich durch die strukturellen Verhältnisse des Untergrundes beeinflusst. Die im „prätertiären“ Beckenuntergrund ausgeprägten NE–SW und NW–SE streichenden Bruchsysteme waren bereits in jungpaläozoischer Zeit ausgeprägt und wurden im unteren Jura, der Unterkreide und im älteren „Tertiär“ reaktiviert (WAGNER, 1998).

Der Rieder und der Steyr Bruch erreichen Sprunghöhen von über 1.000 m. Im Bereich der tektonischen Hochzonen wurden die Kreide und z.T. auch der Oberjura erodiert, sodass dort die „Tertiärsedimente“ direkt über dem kristallinen Basement liegen.

Die generell W–E streichenden synthetischen und antithetischen Extensionsbrüche stehen mit der Abbiegung der Vorlandkruste im „Tertiär“ in Zusammenhang (WAGNER, 1998). Diese Brüche stellen bevorzugte Abschnitte für die Thermalwasserströmung in den Karbonaten des Oberjura („Malm“) dar. In den numerischen Modellen wird zumeist ein Permeabilitätskontrast von 1 : 10 zum ungestörten Gebirge angesetzt.

Im Oberjura-Thermalwasserkörper von Niederbayern und Oberösterreich ist ein regionales Tiefengrundwasser-Fließsystem nach der Klassifikation von TOTH (1963) entwickelt. Auf der Basis eines hydrogeologischen Modells wurde ein beckenumspannendes 2D-Modell entwickelt (SCHULER & GÖDECKE, 1998), welches auch für wasserwirtschaftliche und wasserrechtliche Fragestellungen herangezogen wird (Abb. 7). Die Grundwasserneubildung erfolgt an den östlichen und nordöstlichen Beckenrändern in den Kristallinaren des Bayerischen Waldes und des Sauwaldes. Darüber hinaus wurden auch innerhalb des Beckens in Niederbayern im Bereich von strukturellen Hochlagen (z.B. Kreidehoch von

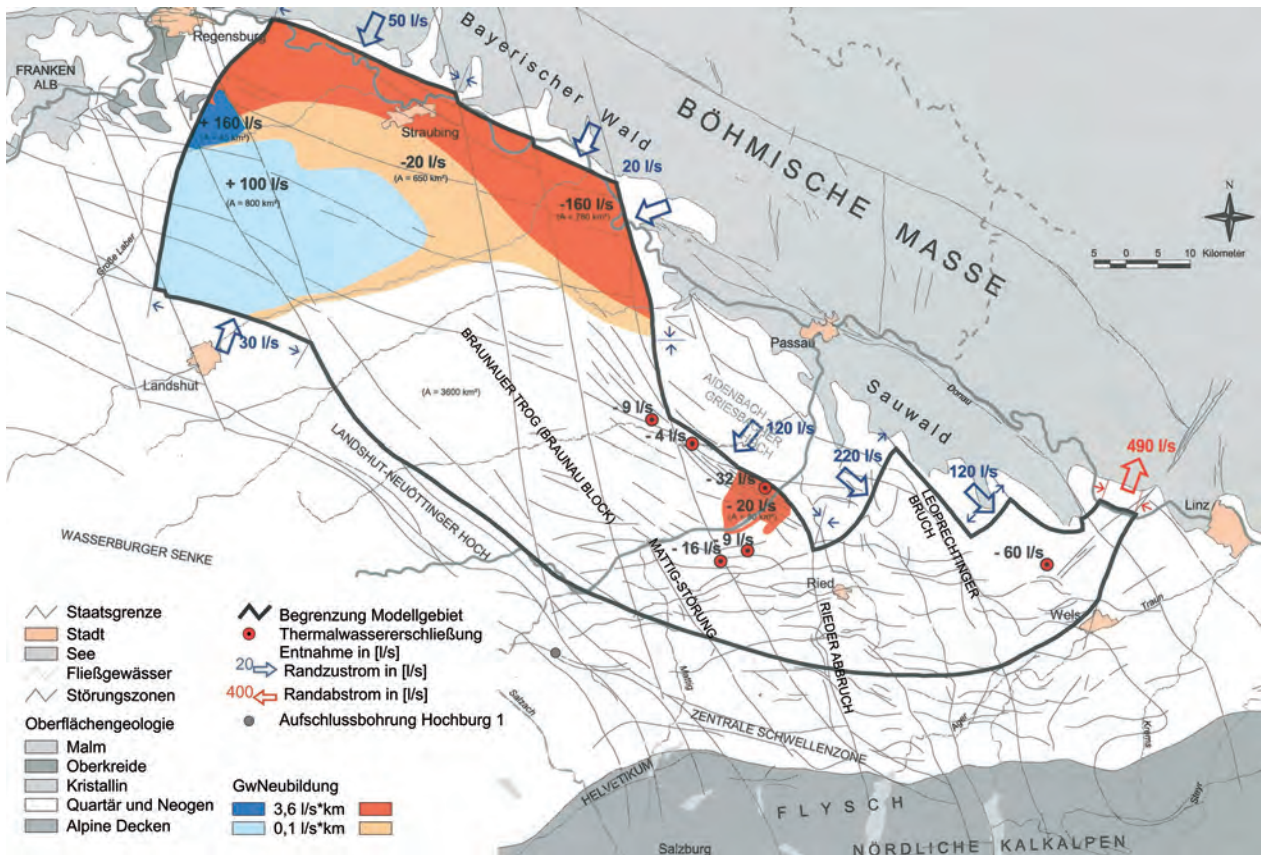


Abb. 7. Thermalwasserbilanz des regionalen Fließsystems im Oberjura von Niederbayern und Oberösterreich (nach SCHULER & GÖDECKE, 1998).

Schierling) Neubildungsgebiete identifiziert. Die generelle Tiefengrundwasserbewegung ist im Oberösterreichischen Molassebecken West nach Ost.

Das Entlastungsgebiet des Tiefengrundwassersystems liegt im Raum Schallerbach–Eferding, wo eindeutige thermische, hydrochemische und isotopenhydrologische Indikationen den Aufstieg von Tiefengrundwasser aus tieferen Beckenbereichen belegen (GOLDBRUNNER, 1984, 1988; SCHUBERT, 1996). Die Tiefengrundwässer aus dem regionalen Fließsystem exfiltrieren in die Donau, wobei eine quantitative/qualitative Erfassung der Exfiltrationsvorgänge noch nicht gelungen ist. Als Ergebnis jener der Thermalwasserbilanz zugrundeliegenden Modellierung wurde ein Volumenstrom von 490 l/s ermittelt. Diese Zahl ist nach Meinung des Autors zu hoch gegriffen; der Volumenstrom dürfte eher in der Größenordnung zwischen 350 und maximal 400 l/s liegen.

Von besonderem Interesse im Zusammenhang mit dem regionalen Fließsystem im Oberjura-Tiefengrundwasserleiter ist die Art des Thermalwasserumsatzes im Bereich des Rieder Abbruches. Nach diesem muss eine hydraulische Verbindung zwischen der Tief- und der Hochscholle des Rieder Abbruches existieren; aufgrund der großen Sprunghöhe am Abbruch, die wesentlich höher ist als die Mächtigkeit der Karbonate des Oberjura, müssen entsprechende Wegigkeiten im kristallinen Grundgebirge vorhanden sein.

Die Wässer des Oberjura-Tiefengrundwasserleiters im niederbayerisch-oberösterreichischen Grenzraum haben eine nur geringe Varianz in den Lösungsinhalten (Tab. 16). Sie gehören dem Natrium-Hydrogencarbonat-Chlorid-Typus an, ihre Summe an gelösten festen Stoffen liegt zwischen 1,0 und 1,2 g/l, die Chloridgehalte zwischen 157 und 211 mg/l. Zum Vergleich wurde die Analyse der Geothermie-Tiefbohrung Waldkraiburg

Th 1 (ca. 60 km östlich von München) aus der Wasserburger Senke aufgenommen, die dem Typus der im Süddeutschen Molassebecken erschlossenen Wässer aus dem Oberjura-Tiefengrundwasserleiter entspricht. Sowohl der Gesamtlösungsinhalt als auch der Chloridgehalt sind gegenüber dem Braunauer Trog deutlich erniedrigt; eine Erklärung für dieses Phänomen steht noch aus, zumal in der Wasserburger Senke südlich von München dieser gering mineralisierte Wassertypus auch in Tiefen von > 4.000 m gefunden wurde.

Abbildung 8 zeigt einen Plot der Deuterium- und Sauerstoff-18-Werte der Tiefengrundwässer des Oberösterreichischen Molassebeckens nach GOLDBRUNNER (2000), ergänzt um eine Detaildarstellung für die Wässer des Oberjura nach GOLDBRUNNER et al. (2007a). Die hoch mineralisierten, nicht mobilen Formationswässer des Haller Schliers und der Puchkirchen-Gruppe sind besonders im Sauerstoff-18 durch Austauschvorgänge zwischen der fluiden Phase und der Gesteinsmatrix sowie durch die Methanogenese geprägt. Dies führt zu einer deutlichen Abweichung von der „Global Meteoric Water Line“ (GMWL), insbesondere infolge der angereicherten Sauerstoff-18-Werte. Die Wässer des Haller Schliers, der Puchkirchen-Gruppe, des Obereozän und der Oberkreide liegen auf einer Ausgleichsgeraden, welche die GMWL bei einem Deuterium-Wert von ca. -83 ‰ schneidet und durch die Gleichung $\delta^2\text{H} = 5,4 \times \delta^{18}\text{O} - 20,2$ charakterisiert ist. Die in Abbildung 8 dargestellte Ausgleichsgerade wurde daher von GOLDBRUNNER (2000) als Mischungslinie interpretiert, aus der größenordnungsmäßig der Anteil der meteorischen Komponente und daher der Grad der Regeneration der Aquifere abgelesen werden kann. Demnach weisen die im geologischen Profil am tiefsten gelegenen Wässer des Oberjura den höchsten Anteil an regenerativen Wässern und eine Verbindung zu einem Neubildungsgebiet auf.

Bezeichnung	Altheim Th 1/1a	Bad Füssing Therme 1	Geinberg Th 2	Simbach-Braunau Th 2	St. Martin Th 1	Waldkraiburg Th 1
	Oberösterreich	Niederbayern (D)	Oberösterreich	Oberösterreich	Oberösterreich	Oberbayern (D)
Probenahme	08.05.1990	12.04.2011	07.11.2008	30.07.2002	13.04.1999	04.10.2011
Analytiker	DEETJEN & JOB-EGGER	NISSNER	BEGERT	HYDROISOTOP	BEGERT	HYDROISOTOP
Ammonium (mg/l)	1,9	2,12	2,24	1,66	1,43	1,3
Natrium (mg/l)	294,27	289	283	280	312	115
Kalium (mg/l)	17,2	15,5	17,5	16,2	15,3	18
Magnesium (mg/l)	1,7	4,19	1,4	4,3	4,2	5,4
Calcium (mg/l)	8,02	22	8,4	14	8,1	27,1
Chlorid (mg/l)	168	161	157	163	211	81,4
Iodid (mg/l)	0,47	0,32		0,32		0,21
Sulfat (mg/l)	1,9	4,03	4,9	9,8	8,2	4,8
Hydrogencarbonat (mg/l)	516	596	507	580	466	288
Summe gelöste feste Stoffe (mg/l)	1.028	1.197	991	1.076	1.053	671

Tab. 16. Analyseergebnisse der Thermalwässer des Oberjura-Tiefengrundwasserleiters im niederbayerisch-oberösterreichischen Grenzraum. Zur Lage der Bohrungen, siehe Abbildung 6.

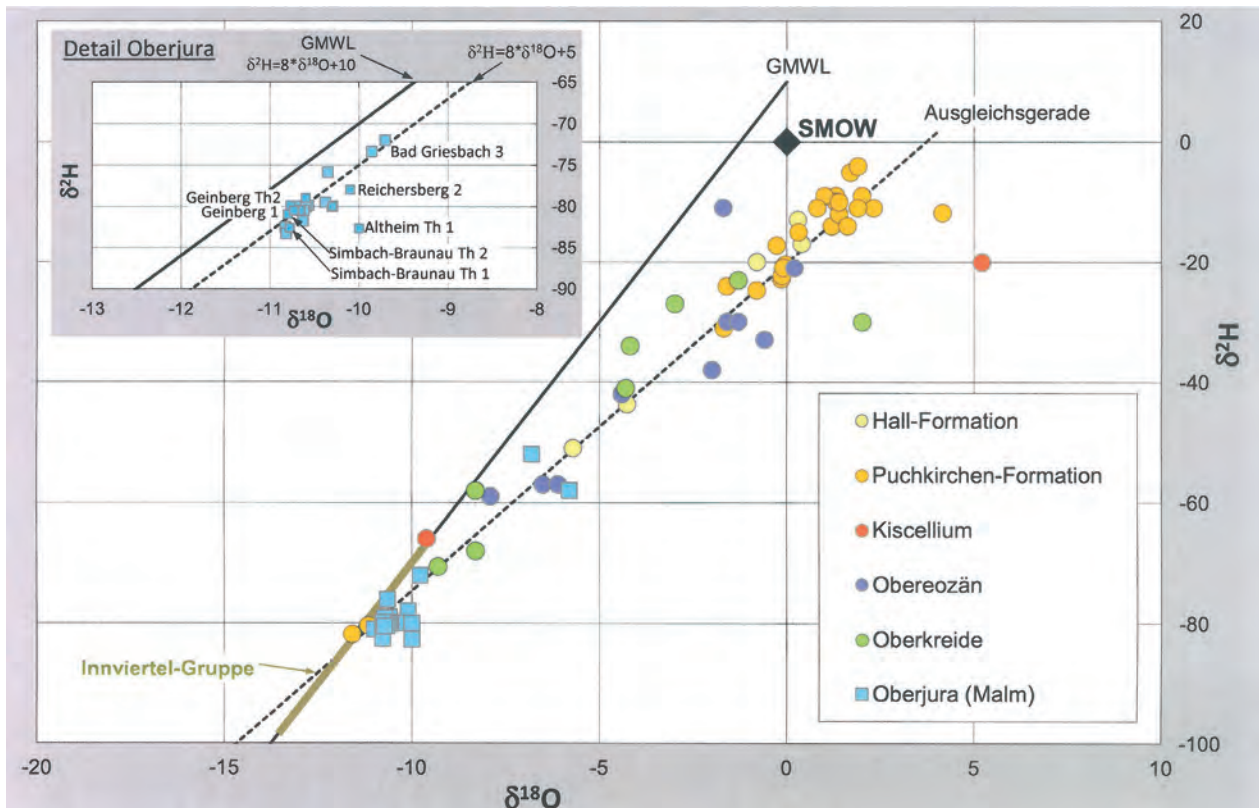


Abb. 8. Darstellung der Deuterium- und Sauerstoff-18-Werte von Tiefengrundwässern und Formationswässern des Oberösterreichischen Molassebeckens (GOLDBRUNNER, 2000; GOLDBRUNNER et al., 2007a). GMWL = Global Meteoric Water Line; SMOW = Standard Mean Ocean Water.

Die Deuterium- und Sauerstoff-18-Werte der Wässer des Oberjura liegen auf einer Ausgleichsgeraden, welche einen Deuterium-Exzess von 5 ‰ anzeigt. Der von der rezenten GMWL ($\delta^2\text{H} = 8 \times \delta^{18}\text{O} + 10$) abweichende Deuterium-Exzess ist auf klimatisch bedingte stärkere Anreicherungen von Sauerstoff-18 in den Ozeanen zurückzuführen. HARMON & SCHWARZ (1981) haben für spätglaziale Niederschläge die Beziehung $\delta^2\text{H} = 7,9 \times \delta^{18}\text{O}$ aufgestellt.

Altersbestimmungen mit Hilfe der Kohlenstoff-14-Methode sind für die Wässer des Oberjura aufgrund der Karbonatlösungs- und Karbonatfällungserscheinungen nicht anwendbar. Auffällig ist, dass die Abreicherung der Deuterium- und Sauerstoff-18-Werte etwa im Vergleich zu den Tiefengrundwässern der Innviertel-Gruppe des Ottnangiums geringer ist. Bei diesen wurden für die einzugsgebietsfernen Wässer aufgrund der Edelgas-Infiltrationstemperaturen pleistozäne (kaltzeitliche) Grundwasseralter nachgewiesen (ANDREWS et al., 1987; GOLDBRUNNER, 1988). Für das am stärksten abgereicherte Wasser von Simbach-Braunau Th 2 ($\delta^2\text{H} = 83,3 \text{ ‰}$, $\delta^{18}\text{O} = -10,82 \text{ ‰}$) wurde aufgrund der Edelgasgehalte eine Neubildungstemperatur von $3,4 \text{ °C}$ ermittelt (OSENBRÜCK & EICHINGER, 2002), welche (im Vergleich zu den Wässern der Innviertel-Gruppe) für ein wärmzeitliches Alter spricht. Man wird daher den Oberjura-Wässern des Braunauer Trogs ein spätpleistozänes bis frühholozänes Alter zuordnen können.

3.1.1 Wasserrechtliche Aspekte (R. PHILIPPITSCH)

In Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG sowie des Wasserrechtsgesetzes 1959 i.d.g.F. wurde dieses großflächige, grenzüberschreitende (Deutschland/Österreich) Thermalwasservorkommen mit hoher wasserwirtschaftlicher Bedeutung als eigenständiger Thermalgrundwasserkörper ausgewiesen (BMLFUW, 2005, 2009, 2013, 2015) bzw. in das Inventar der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau (ICPDR) aufgenommen. Damit ist in regelmäßigen Abständen rechtsverbindlich zu prüfen, inwieweit das mengenmäßige und auch qualitative Risiko einer Übernutzung dieser Ressource besteht, um gegebenenfalls sofort Gegenmaßnahmen (z.B. Nutzungseinschränkungen) ergreifen zu können. Alle sechs Jahre ist darüber hinaus über die Veröffentlichung des Gewässerbewirtschaftungsplanes (BMLFUW, 2009, 2015) eine Zustandsbeurteilung vorzunehmen. Die Überprüfungen selbst erfolgen insbesondere durch regelmäßige Druckspiegelmessungen an festgelegten Messstellen und gleichermaßen wird über ein numerisches Grundwassermodell der Thermalgrundwasserkörper hinsichtlich seiner Nutzung kontrolliert. Wichtige rechtliche sowie fachliche Basis für die grenzüberschreitende, wasserwirtschaftliche Kooperation zwischen der Republik Österreich und der Bundesrepublik Deutschland bildet die