

Pilotprojekt Grundwasseralter

Endbericht 2008





PILOTPROJEKT GRUNDWASSERALTER

Endbericht 2008

Martin Kralik
Franko Humer
Harald Loishandl-Weisz
Johannes Grath



lebensministerium.at

REPORT
REP-0220

Wien, 2009



Projektleitung

Martin Kralik, Umweltbundesamt

AutorInnen Umweltbundesamt

Martin Kralik

Franko Humer

Johannes Grath

Harald Loishandl-Weisz

unter Mitarbeit von

Florian Wenter (Geologie Marchfeld), Universität Wien

Christian Kolesar (Geologie Parndorfer Platte), Umweltbundesamt

Wolfgang Straka (Geologie Traun-Enns-Platte), im Auftrag des Umweltbundesamt

Lektorat

Maria Deweis, Umweltbundesamt

Umschlagfoto

Messstelle Marchfeld (Martin Kralik)

Diese Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Marxergasse 2, 1030 Wien, erstellt (AZ: BMLFUW-UW.3.1.4/0062-VII/1/2005).

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Eigenvervielfältigung, gedruckt auf Recyclingpapier

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2009

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-018-8



DANKSAGUNG

Besonderer Dank gilt Dr. Fenz und Dr. Philippitsch, die als Vertreter des Auftraggebers in zahlreichen Vorbereitungs- und Zwischendiskussionen die Präzisierung und Erreichung der Projektziele erheblich gefördert haben.

Ebenso danken wir den Vertretern der Landesregierungen des Burgenlandes (Mag. Szinovatz), Niederösterreichs (Dr. Rakaseder), Oberösterreichs (DI Guttenbrunner, Dr. Kolmer), der Steiermark (Dr. Suetter) und Wiens (Dr. Jawetzki) für die tatkräftige Unterstützung bei den Probenahmen und der Beschaffung von Unterlagen.

Besonders wollen wir uns bei DI Neudorfer und DI H. Weyermayr von der Marchfeld Betriebsgesellschaft bedanken, die uns in jeglicher Hinsicht mit Unterlagen, Rückstellproben aus dem Jahre 1995 und tatkräftiger Hilfe bei den Probenahmen unterstützten.

Unser Dank gilt den Fachleuten der Isotope Hydrology Section der International Atomic Energy Agency (Dr. Aggarwal, Dr. Gröning, Mr. Han, Dr. Suckow), die mit viel Fachwissen und großem Analysenaufwand (^{18}O , ^2H , $^3\text{H}/^3\text{He}$ und CFC) das Projekt erheblich mitgestaltet haben.

Wir danken auch den Experten des Departments für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien (Dr. Hofmann, Dipl. Geol. Darsow, Mag. Müllegger, Mag. Wenter) für die Zusammenarbeit im Bereich der Geologie des Marchfelds und der Modellierung.

Dr. Fank und Mag. Draxler (Institut für Wasserressourcenmanagement des Joanneum Research) sei für den Informationsaustausch und die Diskussionen für die parallel laufende Neumodellierung des Wasserhaushalts im Marchfeld gedankt.

Überdies sei Dipl. Geol. Darsow, Mag. Kolesar und Mag. Straka für Beiträge über die Geologie und Hydrogeologie der Grundwasserkörper Marchfeld, Parndorfer Platte, Traun-Enns-Platte sowie Frau Mag. Edelmann für Beiträge in Form einer Diplomarbeit über die vier Quellen in der südöstlichen Steiermark gedankt.

Beauftragung

Die Umweltbundesamt GmbH wurde am 5.12.2005 durch das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Zl. BMLFUW-UW.3.1.4/0062-VII/1/2005) beauftragt das „Pilotprojekt Grundwasseralter“ durchzuführen.



INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	9
SUMMARY	12
METHODEN	15
1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	18
1.1 Einleitung	18
1.2 Mittlere Verweilzeit, Grundwasseralter, Abstandsgeschwindigkeit	19
1.3 Geologische und hydrologische Grundlagen zur Bewertung der Mittleren Verweilzeit von Grundwässern	19
1.4 Inhalt und Ziele des Vorhabens, Gliederung	21
2 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	23
2.1 Planungs- und Vorbereitungsgespräche bzw. Erhebung von Unterlagen	23
2.2 Erarbeitung von Kriterien zur Auswahl der Probenahmestellen	24
2.3 Durchführung einer beschränkten Ausschreibung	25
2.4 Organisation der Probenahme in den Untersuchungsgebieten	26
2.5 Durchführung von Probenahmen der Sondermethoden ($^3\text{H}/^3\text{He}$ und CFC) im Marchfeld, Parndorfer und Traun-Enns-Platte	26
2.6 Statistik der Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium-Messungen in allen Untersuchungsgebieten	29
2.6.1 Sauerstoff-18 und Deuterium	29
2.6.2 Tritium	30
3 GEBIETSBESCHREIBUNGEN	33
3.1 Marchfeld	33
3.1.1 Allgemeines	33
3.1.2 Geologie	33
3.1.3 Grundwasserverhältnisse	36
3.1.4 Meteorologie	36
3.1.5 Boden	36
3.1.6 Hydrochemie	38
3.2 Parndorfer Platte	38
3.2.1 Allgemeines	38
3.2.2 Geologie	39
3.2.3 Grundwasserverhältnisse	41
3.2.4 Altlasten und Verdachtsflächen	42
3.2.5 Meteorologie	42
3.2.6 Boden	43
3.2.7 Hydrochemie	44



3.3	Traun-Enns-Platte	45
3.3.1	Allgemeines	45
3.3.2	Geologie	47
3.3.3	Grundwasserverhältnisse	51
3.3.4	Meteorologie	54
3.3.5	Boden	55
3.3.6	Hydrochemie	56
3.4	Beschreibung von vier ausgewählten Quellen in der Oststeiermark	57
3.4.1	Allgemeines	57
3.4.2	Begründung der Auswahl	57
3.4.3	Zielsetzungen	58
3.4.4	Lage und Beschreibung der Quellen	58
3.5	Quelle KK61030032	58
3.5.1	Allgemeines	58
3.5.2	Geologie	59
3.5.3	Grundwasserverhältnisse	61
3.5.4	Meteorologie	61
3.5.5	Boden und Landnutzung	63
3.5.6	Hydrochemie	63
3.6	Quelle KK61033012	65
3.6.1	Allgemeines	65
3.6.2	Geologie	66
3.6.3	Grundwasserverhältnisse	67
3.6.4	Meteorologie St. Nikolai	68
3.6.5	Boden und Landnutzung	69
3.6.6	Hydrochemie	69
3.7	Quelle KK61036032	70
3.7.1	Allgemeines	70
3.7.2	Geologie	71
3.7.3	Grundwasserverhältnisse Unteres Murtal	72
3.7.4	Meteorologie Straß – Schwarzaubach	73
3.7.5	Boden und Landnutzung Unteres Murtal	74
3.7.6	Hydrochemie	75
3.8	Quelle KK61707012	77
3.8.1	Allgemeines	77
3.8.2	Geologie	77
3.8.3	Grundwasserverhältnisse	79
3.8.4	Meteorologie Anger	79
3.8.5	Boden und Landnutzung	80
3.8.6	Hydrochemie	81
4	ISOTOPENERGEBNISSE ^3H, ^{18}O, ^2H	83
4.1	Probenahme und Untersuchungsmethoden	83
4.1.1	Tritium (^3H)	83
4.1.2	Sauerstoff-18 (^{18}O) und Deuterium (^2H)	84

4.1.3	Tritiogenes Helium-3	85
4.1.4	FCKW (CFC)	85
4.2	Bestimmung der isotopischen Zusammensetzung des Wassers	86
4.2.1	$\delta^{18}\text{O}$ (Sauerstoff-18)-Werte	86
4.2.2	$\delta^2\text{H}$ (Deuterium)-Werte	86
4.2.3	^3H (Tritium)-Werte	87
4.2.4	^3He - und FCKW-Messungen (IAEA)	87
4.3	Ergebnisse Marchfeld	87
4.3.1	Sauerstoff-18 und Deuterium im Marchfeld	87
4.3.2	Tritium und Modellalter im Marchfeld	90
4.3.3	Nitratgehalte im Marchfeld	92
4.4	Ergebnisse Parndorfer Platte	93
4.5	Ergebnisse Traun-Enns-Platte	97
4.5.1	Sauerstoff-18 und Deuterium in der Traun-Enns-Platte	98
4.5.2	Tritium und Modellalter in der Traun-Enns-Platte	98
4.5.3	Interpretation der Isotopendaten in der Traun-Enns-Platte	100
4.6	Ergebnisse Steirische Quellen	102
4.6.1	Isotopenchemie der Quelle KK61030032	103
4.6.2	Isotopenchemie der Quelle KK61033012	105
4.6.3	Isotopenchemie der Quelle KK61036032	106
4.6.4	Isotopenchemie der Quelle KK61707012	108
4.7	Diskussion Oststeirische Quellen	110
5	VERGLEICH TRITIUM-MODELL-ALTER MIT TRITIUM/HELIUM-ALTER	113
6	INTERPRETATION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	114
6.1	Zusammenfassende Interpretation	114
6.2	Schlussfolgerungen	115
7	LITERATURVERZEICHNIS	117
7.1	Allgemein	117
7.2	Marchfeld	120
7.3	Parndorfer Platte	121
7.4	Traun-Enns-Platte	122
7.5	Steiermark	123
8	GLOSSAR DER FACHBEGRIFFE	126
9	ANHANG – DATEN	131
9.1	FELDSTANDARDANLEITUNG (Probenahme und Transport von Grundwasser für Isotopenmessungen (Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Deuterium ($\delta^2\text{H}$) und Tritium (^3H))	131
9.2	Marchfeld: Isotopenmessungen	132
9.3	Parndorfer Platte: Isotopenmessungen	152



9.4	Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen	154
9.5	Steiermark Quellen: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen	160
9.6	Mittlere Verweilzeiten Modellalter Marchfeld	164
9.7	Mittlere Verweilzeiten Modellalter Parndorfer Platte	168
9.8	Mittlere Verweilzeiten Modellalter Traun-Enns-Platte	169
9.9	Mittlere Verweilzeiten Modellalter östliche Steiermark	170
9.10	Vergleich Mittlere Verweilzeiten Tritium Modellalter und Tritium/Helium Modellalter	171
9.11	CFC- und Edelgasdaten des Grundwasserkörper Marchfeld	172

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Vorgaben der WRRL (Art. 4) bzw. des WRG (§ 30c), aufgrund derer der gute Zustand des Grundwassers bis zum Jahr 2015 zu erreichen ist, wird die Abschätzung jenes Zeithorizontes, innerhalb dessen Maßnahmen im Grundwasserkörper messbar werden können, von wesentlicher Bedeutung sein. Bei zahlreichen Trinkwasserversorgungen mit landwirtschaftlich geprägtem Grundwassereinzugsgebiet steht die Nitratproblematik an erster Stelle. Nitrat gelangt durch Versickerung aus intensiv bewirtschafteten Böden oder anderen Quellen in das Grundwasser und ggf. in das Trinkwasser. Eine Abschätzung der mittleren Verweilzeit (MVZ) des Grundwassers bzw. die Erkundung der natürlichen Gegebenheiten der Grundwasserkörper im Hinblick auf ihre Reaktionsgeschwindigkeit bzw. Trägheit ist mit Hilfe des Einsatzes von isopenhydrologischen Messungen (Sauerstoff-18, Tritium etc.) in Kombination mit hydrogeologischen Untersuchungen möglich, falls nicht weit reichende anthropogene Tritium-Kontaminationen (z. B. aus Deponien, Kläranlagen) vorliegen. Zur besseren Abklärung der Grundwasserprozesse wurde für das Marchfeld ein Kooperationsteam mit der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal (lokale Expertise), der Isotope Hydrology Section IAEA (Isopenhydrologische Expertise) und dem Department für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien (Expertise hydrochemische Statistik und Modellierung) gebildet.

Die Auswahl der Messstellen im Grundwasserkörper Marchfeld und Traun-Enns-Platte erfolgte nach regionaler Verteilung mit Bevorzugung von Sonden, Vorliegen von Bohrprofilen und Ausbauplänen, größerer Teufen (oberste 5–20 m der gesättigten Zone) und unterschiedlicher Hydrochemie (belastet–unbelastet).

Von den für die Bestimmung der Mittleren Verweil-Zeit (MVZ < 50 Jahre) von Wässern in Praxis und Forschung angewandten Methoden wurden die

1. Variation der Sauerstoff-18-Isotope und
 2. Tritium als Routinemessungen sowie
 3. Tritium/Helium-3 ($^3\text{H}/^3\text{He}$) und
 4. Chlorierter Fluor-Kohlenwasserstoff (CFC) als Sondermethoden
- angewandt.

Hauptziel war es, einen statistisch flächenhaften Überblick über die MVZ im obersten genutzten Grundwasserstockwerk (davon die obersten 0–10 m der gesättigten Zone durch Bepumpung gemischt) zu erlangen. Das ist auch jener Bereich, der auch im Rahmen der Qualitätsüberwachung vorwiegend erfasst wird und der auf allfällige Belastungen am empfindlichsten reagiert.

Um aber auch ein Prozessverständnis über die Tiefenverteilung in den obersten 20 Metern der gesättigten Zone zu erhalten, wurden im Sommer 2007 im Marchfeld an fünf Messstellen der Versuch unternommen Proben tiefengestuft zu entnehmen. Diese und nicht tiefengestaffelte Proben von jeweils fünf Messstellen der Parndorfer- und der Traun-Enns-Platte wurden vom Labor der Isotope Hydrology Section (IAEA) auf CFC- und $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Gehalte analysiert.

Im Grundwasserkörper **Marchfeld** wurden von den 75 aktiven GZÜV*-Messstellen 35 nach den oben genannten Kriterien ausgewählt. Ungefähr 250 Grundwasserproben wurden im Rahmen der vierteljährlichen GZÜV-Beprobungen gezogen und

* Staatliches Qualitätsmesssystem auf Basis der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung



55 Proben wurden an den Messstellen der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal im Rahmen deren Qualitätsuntersuchungen durch Bepumpung gewonnen. An 18 Messstellen, von denen Rückstellproben aus dem Jahre 1995 bei der Betriebsgesellschaft vorhanden waren, wurde eine zusätzliche Probenahme im Juni 2006 organisiert, um diese mit rezenten Ergebnissen vergleichen zu können. Die Grundzüge der Geologie des Marchfeldes samt eines geologischen Schnittes wurden im Rahmen einer Diplomarbeit (Mag. F. Wenter) an der Universität Wien dargestellt.

Ein Vergleich der Methoden zeigt, dass die mittleren Verweilzeiten (MVZ) aus Tritium-Modellen größtenteils gleich oder größer sind als die der CFC- und $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Messungen, da diese die Verweilzeiten in der ungesättigten Zone wegen fortgesetztem Gasaustausch nicht erfassen. Eine Berechnung der Verweilzeiten an Messstellen mit Tritium-Kontamination oder durch intensive Beeinflussung mit Donau- oder Marchwasser mittels Tritium-Modellalter ist nicht, aber prinzipiell mit CFC- und $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Messungen sehr wohl möglich.

Zehn Messstellen (29 %) weisen jährliche Tritium-Mittelwerte zwischen 8 und 10 TE (Tritiumeinheiten) auf und haben daher wahrscheinliche MVZ von < 15 Jahren. Bei 20 Messstellen (57 %) lassen sich MVZ zwischen 15–30 Jahren errechnen. Bei einer Messstelle (3 %) ergeben sich MVZ zwischen 30–50 Jahren bzw. bei vier Messstellen (11 %) von > 50 Jahren.

Von diesen zehn Messstellen lassen sich drei Messstellen (9 % von allen Messstellen) mit jahreszeitlichen Schwankungen im Sauerstoff-18- und Tritiumgehalt durch Beimengungen signifikanter Anteile (5–20 %) von jüngerem Grundwasser interpretieren und mit Verweilzeiten im Bereich von einigen Jahren (< 7 Jahren) einstufen. Aber es können auch jahreszeitliche Schwankungen im Sauerstoff-18- und Tritiumgehalt durch die Zumischung geringen Anteilen von jungen Wässern zu sehr alten Grundwässern (10–30 oder > 50 Jahre) entstehen (drei Messstellen = 9 %). Die MVZ können aber trotzdem einige Jahrzehnte ergeben.

Im Grundwasserkörper **Parndorfer Platte** wurden alle sechs Messstellen in die Untersuchung einbezogen und daher 24 Grundwasserproben im Rahmen der vierteljährlichen GZÜV-Beprobung entnommen.

Von den sechs Messstellen der Parndorfer Platte lassen sich für vier Messstellen (67 %) MVZ zwischen 15–30 Jahren und für zwei Messstellen (33 %) im Osten MVZ > 50 Jahren errechnen.

Im Grundwasserkörper **Traun-Enns-Platte** wurden von 30 aktiven GZÜV-Messstellen 16 nach den eingangs erwähnten Kriterien ausgewählt. 63 Grundwasserproben wurden im Rahmen der vierteljährlichen GZÜV-Beprobung gesammelt. Die Grundzüge der Geologie der Traun-Enns-Platte samt einer geologischen Übersichtskarte wurden im Rahmen eines Werkvertrages (Mag. W. Straka) dargestellt. An neun Messstellen (46 %) ist eine MVZ von < 15 Jahren anzunehmen, an fünf Messstellen (31 %) lassen sich MVZ von 15–30 Jahren und nur an zwei Messstellen (13 %) eine MVZ von > 30 Jahren errechnen.

Die vier **Quellen der Steiermark** wurden anhand erhöhter Nitratwerte ausgewählt, um Erfahrungen über Verweilzeiten von Grundwasser in Quellen zu sammeln. Daher wurden auch hier 17 Grundwasserproben im Rahmen der vierteljährlichen GZÜV-Beprobung entnommen.

Erwartungsgemäß ergeben alle vier Quellen MVZ < 15 Jahre. Zwei davon weisen stärkere Variationen in Sauerstoff-18 und in Tritium auf und geringere MVZ von wenigen Jahren (< 7 Jahre) wurden errechnet.

Die Nitratgehalte der oberflächennahen Grundwässer zeigen nur im Marchfeld eine positive Beziehung zu $\delta^{18}\text{O}$ -Werten, was wahrscheinlich mit der stärkeren Infiltration von Sommerniederschlägen in sandigen Böden und/oder durch Evaporation angereicherten Beregnungswässern zusammenhängt.

Die Nitratgehalte zeigen jedoch keine eindeutig erkennbare Beziehung zu den MVZ, was auch mit den regional unterschiedlichen ausgebildeten Bodenarten und der variablen Intensität der Landwirtschaft zusammenhängen dürfte.

Aus den errechneten MVZ ist klar, dass besonders in den untersuchten Porengrundwassergebieten aktuell getroffene Maßnahmen zur Minderung von Grundwasserbelastungen in den meisten Messstellen nicht in einigen Jahren, sondern z. B. für das Marchfeld frühestens in 10–15 Jahren ihre allgemeine Wirkung zeigen können. Auch wenn die Anzahl der Messstellen nicht für alle Grundwasserkörper eine repräsentative Aussage zulässt (siehe nur 6 Messstellen der Grundwasserkörper Parndorfer Platte) und einzelne Messstellen stark variieren können, ist doch die generelle Abnahme der MVZ in der Parndorfer Platte, über das Marchfeld und die Traun-Enns-Platte zu den vier steirischen Quellen (Median der Messstellen: 21, 19, 13,5 und 7 Jahre) hin auch hydrogeologisch gut nachvollziehbar.

Auf jeden Fall erlaubt die Kombination von Sauerstoff-18-, Tritium-, $^3\text{H}/^3\text{He}$ - und CFC-Messungen an einer repräsentativen Zahl von Messstellen die MVZ im obersten Stockwerk eines Grundwasserkörpers zu bestimmen, um die Reaktionszeit für den Erfolg für bestimmte emissionsmindernde Maßnahmen hinreichend genau abschätzen zu können.



SUMMARY

According to the requirements of the Water Framework Directive (WFD, Art. 4) and the Austrian Water Act (WRG, § 30c), a good status of groundwater should be achieved by 2015. For this reason it is necessary to know the time elapsed between measures set in the recharge area and improvements at the observation wells. In many areas dominated by agricultural use the problem of high nitrate concentrations in the ground- and drinking water is of prime importance.

Nitrate infiltrates, from soils under intensive agricultural use or other sources, into groundwater and therefore in many cases into drinking water resources. An estimation of the Mean Residence Time (MRT) of groundwater as well as an investigation of the natural hydrological facts concerning groundwater recharge is possible by isotope-hydrology measurements (oxygen-18, tritium etc.) if there is no anthropogenic tritium contamination (e.g. waste disposal sites, water treatment plants etc.) or infiltration of river waters enriched in tritium.

To allow a better investigation of groundwater processes, a cooperation team was formed for the Marchfeld by involvement of the Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal (expertise of the locale involved), the Isotope Hydrology Section IAEA (expertise of isotope hydrology) and the Department of Environmental Geology of the University of Vienna (expertise in hydrochemical statistics and modelling).

The monitoring sites in the groundwater body Marchfeld and Traun-Enns-Platte were selected so as to ensure equal regional distribution, and by giving preference to monitoring wells with design plans and geological logs, larger depths (uppermost 5–20m of the saturated zone) and variable hydrochemistry (polluted – unpolluted).

From the commonly available methods to determine Mean Residence Times (MRT < 50 yrs) of waters for research and practical purposes, the following methods were tested:

1. Variation of the oxygen-18 isotopes
2. Tritium-model ages as routine method as well as
3. Tritium/Helium-3 ($^3\text{H}/^3\text{He}$) and
4. Chlorinated Fluor-Carbons (CFC) measurements

The main purpose was to obtain a statistical overview of the MRTs in the first few metres (0–10 m of the saturated zone mixed by pumping) of the frequently used uppermost aquifer. This is also this part of the aquifer which is observed in the quality monitoring program and is most sensitive to potential groundwater contamination. To obtain information on groundwater processes (uppermost 20 m) in the Marchfeld, depth-oriented sampling was performed at five monitoring wells in the summer of 2007. These and five standard monitoring wells of the Parndorfer Platte and the Traun-Enns-Platte were analysed by the Isotope Hydrology Section (IAEA) for CFC and $^3\text{H}/^3\text{He}$ concentrations.

In the groundwater body **Marchfeld** 75 monitoring sites are actively monitored within the framework of the Austrian Water Quality Monitoring System (GZÜV). Thirty-five sites were selected for sampling following the criteria mentioned above. About 250 groundwater samples were taken during the quarterly GZÜV-sampling campaigns and 55 samples from the monitoring wells of the Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal were collected. From 18 wells retain samples from the year 1995 were kept in a cellar of the Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal and resampled in June 2006 to measure tritium concentrations both in the old and recent samples.

The basic geology including a geological section was described within the framework of a master thesis (Mag. F. Wenter) at the University of Vienna. A comparison of the methods to obtain MRTs shows that tritium model ages are equal to or higher than the ones calculated from CFC and $^3\text{H}/^3\text{He}$ measurements. The most likely explanation is the fact that the residence-time in the unsaturated zone is not included as CFCs and the noble gas ^3He continue to exchange with the atmosphere in the unsaturated zone. The calculation of residence times by means of tritium model ages is impossible, if anthropogenic contamination or significant portions of river water mask the tritium-input signals. However, with CFC and $^3\text{H}/^3\text{He}$ -measurements it is possible to calculate the residence time in the saturated zone despite anthropogenic contamination or river water contributions.

Ten monitoring sites (29 %) show mean annual tritium values between 8 and 10 TU (Tritium Units). This is the range of the present tritium content in the newly formed groundwater and therefore MRTs are most likely < 15 years. The MRTs of 20 monitoring wells (57 %) are in the range of 15–30 years. One well (3 %) is in the range of 30–50 years whereas four wells (11 %) yield MRTs of > 50 years. Three of those 10 wells (9 % of all monitoring wells) with MRTs < 15 years show a significant seasonal variation in oxygen-18 and tritium indicating that significant admixtures of young water yielded MRTs of less than few years (< 7 years). Three wells (9 %) show significant seasonal variation in oxygen-18 and tritium, but indicate MRT > 15 years due to a significant admixture of young water to very old groundwater (10–30 or > 50 years).

Investigations in the groundwater body **Parndorfer Platte** included all six monitoring wells of the Austrian Water Quality Monitoring System (GZÜV). Thus, on a quarterly basis, 24 groundwater samples were collected and analysed. Four monitoring wells (67 %) show MRTs between 15–30 years and two monitoring wells (33 %) at the eastern border indicate MRT > 50 years.

In the groundwater body **Traun-Enns-Platte** 16 monitoring wells from 30 were selected according to the criteria listed above. 63 groundwater samples were taken on a quarterly basis. An overview of the geology and hydrogeology was presented and shown on maps and in relevant sections. At nine (56 %) monitoring wells MRTs < 15 years were assumed, whereas in five wells (31 %) MRTs of 15–30 years and in only two wells (13 %) MRTs of > 30 years were calculated.

The four **springs in Styria** (Steiermark) were selected due to elevated nitrate content in the spring water and to gain experience in assessing MRTs of spring waters. Similar to the well waters, 17 spring water samples were collected within the framework of the quarterly water quality sampling campaigns.

As expected, all four springs have MRTs < 15 years. Two of them show stronger variations in oxygen-18 and tritium and therefore MRTs of few years (< 7 years) can be calculated.

The nitrate content of the uppermost groundwater (several metres) shows only in the Marchfeld a positive correlation with $\delta^{18}\text{O}$ values. This is best explained by groundwater recharge due to strong summer precipitation and/or irrigation water enriched by evaporation.

However, there is no simple relation between MRT and the nitrate content. This indicates that different soil types and variable intensities of agriculture in the recharge areas seem to be additional important factors.



From the calculated MRTs it is evident that measures taken now to improve the groundwater quality will in most monitoring wells not show effects in a few years' time. Rather, e.g. the Marchfeld time periods of 10–15 years or more have to be expected. Even in some groundwater bodies the amount of monitoring wells may not be representative (only six monitoring wells in the groundwater body Parndorfer Platte) the general decrease of MRTs from the Parndorfer Platte, the Marchfeld, down to the Traun-Enns-Platte and the Styrian springs (median of all wells: 21, 19, 13.5 and 7 years) fits well to the hydrogeological evidence.

In any case the combination of oxygen-18-, tritium-, $^3\text{H}/^3\text{He}$ - and CFC-measurements of a representative amount of monitoring wells allow to determine the mean residence time (MRT) in the uppermost part of a groundwater body. One of the important aims is to estimate the response time after setting actions to minimize pollution to groundwater.

METHODEN

Wie werden Mittlere Verweilzeiten (MVZ) und Grundwasseralter bestimmt?

Tritiummethode

Als Bestandteil des Wassermoleküls ist Tritium der einzige Datierungstracer, der den Wasserkreislauf direkt widerspiegelt. Erste Anwendungen der Methode begannen in einer Zeit, in der die Konzentration im Niederschlag bereits durch die Freisetzung von Tritium aus oberirdischen Kernwaffentests dominiert wurde. Sie nutzten insbesondere den starken Eintrag durch die oberirdischen Wasserstoffbombenexperimente anfangs der 60er Jahre (Erhöhung der natürlichen Konzentration im Niederschlag um etwa das 300fache, siehe kleine Grafik in der Abbildung I) und den anschließenden Konzentrationsabfall als Markierung für neu gebildetes Grundwasser.

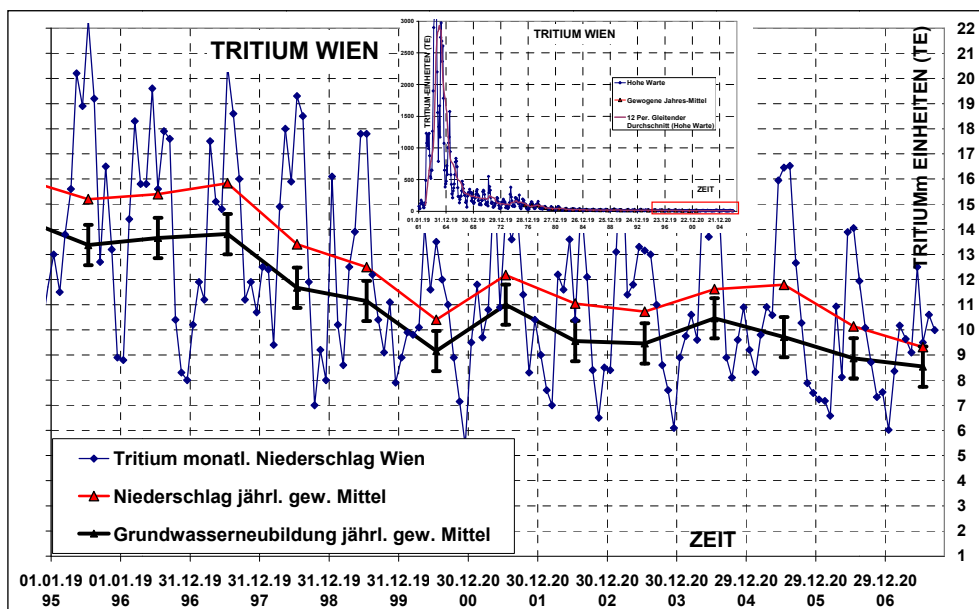


Abbildung I: Monatliche Tritiumgehalte im Niederschlag (Wien) und deren gewogenen Jahresmittel bzw. die errechneten mittleren Tritiumgehalte und deren Standardabweichung der angenommenen Grundwasserneubildung im Marchfeld.
Quelle: ANIP (2007).

Wenn in einer Region die Tritiumkonzentration in dem in den Untergrund infiltrierenden Niederschlag bekannt ist (siehe Abbildung I), kann an Brunnen oder Quellen aufgrund der Abnahme durch den radioaktiven Zerfall des Tritiums (Halbwertszeit $T_{1/2} = 12,43$ Jahre) der Zeitpunkt der Infiltration als so genannte „Mittlere Verweilzeit“ (MVZ) oder „Grundwasseralter“ berechnet werden. Wie aus der Abbildung I ersichtlich, bleiben in der Region Wien die durchschnittlichen Tritiumjahresmittel im Niederschlag (rote Linie) zwischen 9 und 12 Tritiumeinheiten (TE) mehr oder minder konstant (seit 2000). Wenn das Grundwasser bevorzugt

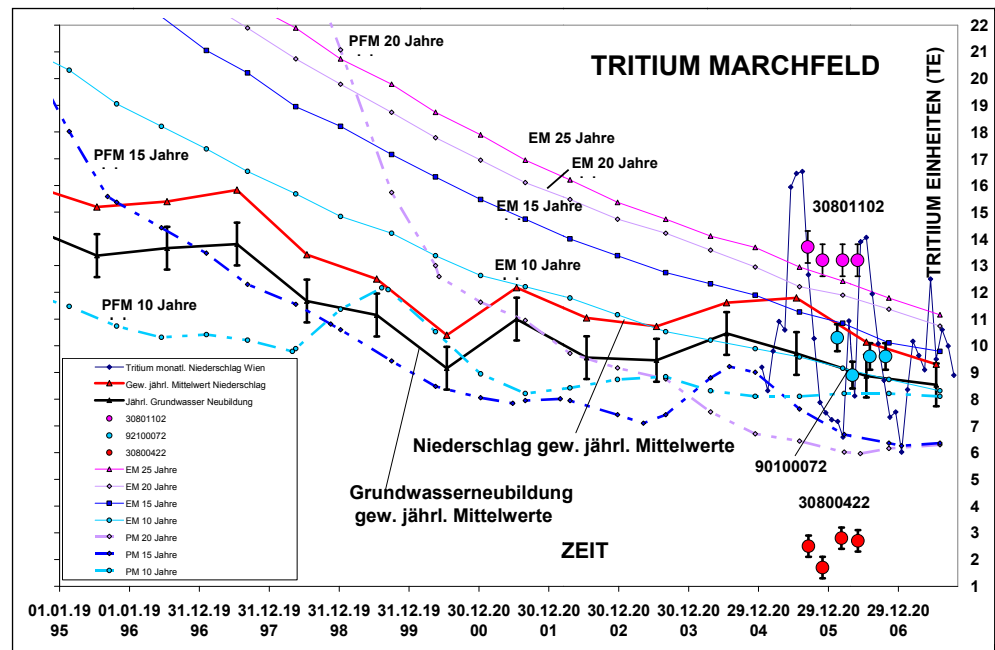


Abbildung II: MVZ nach TritiumModellalter (EM: Exponential Modell; PFM: Pistonflow-modell) basierend auf auf wiener Niederschlag im Vergleich zu Tritium in der Grundwasserneubildung und in drei Messstellen des Marchfeldes.
Quelle: ANIP (2007).

vom Winterniederschlag stammt (geringere Tritiumwerte im Winter) schwanken diese Werte zwischen 9 und 11 TE (schwarze Linie). Wenn die untersuchten Wasserproben Tritiumkonzentrationen zwischen 10 und 12 TE aufweisen oder bei Nachweis von bevorzugter Grundwasserneubildung im Winterhalbjahr zwischen 9 und 11 TE liegen, kann mangels früherer Messungen nur eine MVZ von ungefähr < 15 Jahren abgeschätzt werden.

In Abbildung II sind die vier über ein Jahr gemessenen Tritiumwerte eines Grundwassers mit sehr langen MVZ (>50 Jahren; Nr.30800422), langen MVZ (26 Jahre; Nr. 30801102) und kürzeren MVZ (<15 Jahre; Nr. 90100072) und die MVZ des Exponential- und des „Piston-Flow“-Modells dargestellt. Wie an den meisten Messstellen liegen die Messwerte der Probenahmestelle 30801102 innerhalb des analytischen Fehlers ($\pm 0,6$ TE) während in der Messstelle 9010072 die Variation des Niederschlagstritium ersichtlich ist. Die Werte letzterer liegen auch im Bereich der rezenten Grundwasserneubildung und aus der Variation lässt sich eine MVZ von 3–7 Jahren errechnen. Auch das Grundwasser der Messstelle 30800422, obgleich es eine MVZ von >50 Jahren besitzt, zeigt über das Jahr eine Änderung der Mischung von tritiumfreien oder Wässern mit unterschiedlichen Tritiumgehalten. Gänzlich vor 1950 gebildete Grundwässer enthalten im Rahmen der üblichen Messgenauigkeit kein Tritium mehr.

Flüsse können erhöhte Tritiumkonzentrationen (> 11–12 TE) aufweisen, die aus dem Abflussspeicher stammen können oder künstlich aus Kernkraftwerken (z. B. in March und Donau) hinzugefügt sind. MVZ von Grundwassermessstellen, die erheblich durch Flusswasser beeinflusst sind, können mangels hinreichend bekannter Inputkurven mit der Tritiummethode nicht bestimmt werden.

Tritium-Helium-3-Methode

Enthält eine Wasserprobe Tritium, so reichert sich sein Zerfallsprodukt, das ^3He , mit der Zeit an. Abgeschlossen ist ein Grundwassersystem diesbezüglich (Akkumulationsbeginn) erst dann, wenn der Kontakt zur Gasphase in der ungesättigten Zone (Austausch, Diffusion) unterbunden ist. Also bei nennenswerten Mächtigkeiten der ungesättigten Zone startet die Mittlere Verweilzeit erst in der gesättigten Zone, also später als bei der Infiltration des Wassers an der Oberfläche, wie bei der Tritium-Methode modelliert. Aus der Kenntnis des bereits zerfallenen Tritiums ($^3\text{He}_{\text{tri}}$) in Relation zum noch in der Probe befindlichen Tritium (^3H) lässt sich die Bildungsdauer des ^3He ermitteln und für Verweilzeitbewertungen verwenden. Bei Mischwässern entspricht das Heliumalter jedoch nicht dem gewichteten Mittel der Verweilzeiten der Komponenten.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW od. CFC)-Methode

Die FCKW-Gehalte in der Atmosphäre sind seit rund 50 Jahren bei F12 (CF_2Cl_2) und F11 (CFCl_3) bzw. über 30 Jahren bei F113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$) bis in die 90er Jahre ständig gewachsen (Abb. III). Ebenso wie bei der Tritium-Helium-Methode startet bei nennenswerten Mächtigkeiten der ungesättigten Zone die Mittlere Verweilzeit erst in der gesättigten Zone und daher später als bei der Infiltration des Wassers wie bei der Tritium-Methode modelliert. Weiterhin dürfen keine weiteren Quellen (Kontamination bei FCKW) wirksam sein. In den untersuchten Grundwasserkörpern Marchfeld, Parndorfer Platte und Traun-Enns-Platte kamen Überschüsse besonders von CFC-11, aber auch teilweise von CFC-12 und CFC-113, vor sodass häufig nur letztere zur Interpretation der MVZ herangezogen werden konnten.

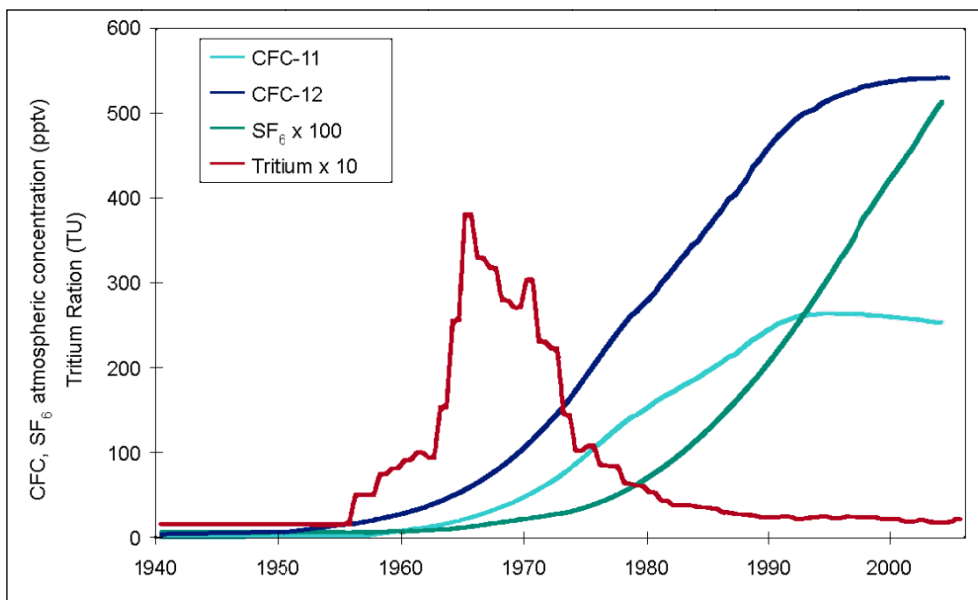


Abbildung III: Auftreten von FCKW, SF₆ und Tritium in der Atmosphäre von 1940 bis heute.

Quelle: <http://www.gns.cri.nz/services/waterdating/images/intro2.jpg>;

15.04.2008.



1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

1.1 Einleitung

Durch die Vorgaben der WRRL (Art. 4) bzw. des WRG (§ 30c), dass der gute Zustand des Grundwassers bis zum Jahr 2015 zu erreichen ist, wird die Abschätzung jenes Zeithorizontes, innerhalb dessen Maßnahmen im Grundwasserkörper messbar werden können, von wesentlicher Bedeutung sein. Diese Fragestellung ist allerdings bereits jetzt im Zusammenhang mit der Evaluierung von ÖPUL (Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft) oder anderen Gewässerschutzmaßnahmen von Interesse, wodurch sie im geplanten Projekt vorrangig behandelt werden soll. Weitere Aspekte, wie beispielsweise die Variabilität des Grundwasseralters über die Tiefe, wären allenfalls später zu behandeln.

Bei zahlreichen Trinkwasserversorgungen mit landwirtschaftlich geprägtem Grundwassereinzugsgebiet steht die **Nitratproblematik** an erster Stelle. Nitrat gelangt durch Versickerung aus intensiv bewirtschafteten Böden in das Grundwasser und ggf. in das Trinkwasser. In vielen der betroffenen Gebiete werden seit längerer Zeit Anstrengungen im Sinne einer das Grundwasser schonenden Landbewirtschaftung unternommen, um die Nitratbelastung des Grundwassers zu reduzieren. Jedoch sind bisher in vielen Untersuchungsgebieten derartige Verbesserungen (noch) nicht festzustellen.

Die WRRL verlangt, dass die Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper verhindert wird und, wie bereits erwähnt, dass der gute Zustand bis zum Jahr 2015 zu erreichen ist. Des Weiteren sind alle signifikanten und anhaltend steigenden Belastungstrends umzukehren. Zu diesem Zweck und im Hinblick auf die einzuhaltenden Fristen sind von den Mitgliedstaaten erforderliche Maßnahmen zu setzen. Lassen die natürlichen Gegebenheiten keine rechtzeitige Verbesserung des Zustandes der Wasserkörper zu, so ist es in begründeten Fällen zulässig, die Fristen zu erstrecken.

Aber auch aus der Sicht der Maßnahmenpakete, wie sie derzeit im ÖPUL-Programm vorgesehen sind, stellt die Möglichkeit einer zeitlichen und inhaltlichen Zielprognose – wann können Maßnahmen wirksam werden? – eine wesentliche Argumentationshilfe bei der Überzeugungsarbeit hinsichtlich der politischen Umsetzung von Maßnahmen im Gewässerschutz (v. a. Nitrat) dar.

Eine Abschätzung der mittleren Verweilzeit des Grundwassers bzw. die Erkundung der natürlichen Gegebenheiten der Grundwasserkörper im Hinblick auf ihre Reaktionsgeschwindigkeit bzw. -trägheit ist mit Hilfe des Einsatzes von isotopehydrologischen Messungen (Sauerstoff-18, Tritium etc.) in Kombination mit hydrogeologischen Untersuchungen möglich, falls nicht weit reichende anthropogene Tritiumkontaminationen (z. B. aus Deponien, Kläranlagen) vorliegen.

Mittels tiefengestufte Beprobungen für Tritium/Helium ($^3\text{H}/^3\text{He}$)- und Chlor-Fluor-Kohlenwasserstoff(CFC)-Messungen im Marchfeld und stichprobenweise in den anderen Grundwasserkörpern sollen die Erkenntnisse über die Verweilzeiten, die durch die Tritium- und Sauerstoff-18-Methoden gewonnen wurden, abgesichert werden.

1.2 Mittlere Verweilzeit, Grundwasseralter, Abstandsgeschwindigkeit

Um Missverständnissen vorzubeugen, werden die Begriffe Mittlere Verweilzeit (MVZ), Verweildauer in der gesättigten Zone und Abstandsgeschwindigkeit in der folgenden Tabelle 1 definiert. Alle drei sind relevant für die Trendumkehr von Konzentrationen im Grundwasser.

Tabelle 1: Definition von Mittlerer Verweilzeit (MVZ) (=„Grundwasseralter“), Verweildauer in der gesättigten Zone und Abstandsgeschwindigkeit.

Begriff	Definition	Abhängig von	Bemerkungen
Mittlere Verweilzeit (MVZ)	Mittlere Aufenthaltsdauer des Wassers im Untergrund vom Zeitpunkt der Infiltration im Boden bis zum Abfluss in einer Quelle oder der Förderung in einem Brunnen.	den physikalischen Eigenschaften des Untergrunds und der Grundwasserneubildung.	Berechnet od. geschätzt in Jahren. Wegen der heterogenen Natur des Bodens, der ungesättigten Zone und des Aquifers bzw. der Mischung von Wässern mit unterschiedlicher Verweildauer handelt es sich meist um eine Altersverteilung.
Verweildauer in der gesättigten Zone	Zeitspanne vom Eintritt eines Wassers in den Grundwasserleiter (Aquifer) und seinem Austritt aus diesem (MÜLLER 2000).	den physikalischen Eigenschaften des Grundwasserleiters und der Grundwasserneubildung.	Berechnet od. geschätzt in Jahren.
Abstandsgeschwindigkeit	Geschwindigkeit, mit der Wasser oder eine in diesem gelöste Verunreinigung die Verbindungsstrecke zwischen zwei Punkten in der Zeit t durchfließt.	den physikalischen Eigenschaften und dem Rückhaltevermögen des durchflossenen Untergrundes.	Berechnet od. geschätzt in Metern/Jahr. Wegen der Heterogenität des Untergrundes und der hydrodynamischen Dispersion handelt es sich meist um eine Verteilung von Geschwindigkeiten.

1.3 Geologische und hydrologische Grundlagen zur Bewertung der Mittleren Verweilzeit von Grundwässern

- Die Bewegung und der Austausch bzw. der Durchfluss von Wasser in Grundwasserkörpern ist wesentlich langsamer als in Oberflächengewässern und die Mittlere Verweilzeit (MVZ) ist daher wesentlich länger, wie aus Abbildung 1 (KINNIBURGH et al. 2004) ersichtlich.

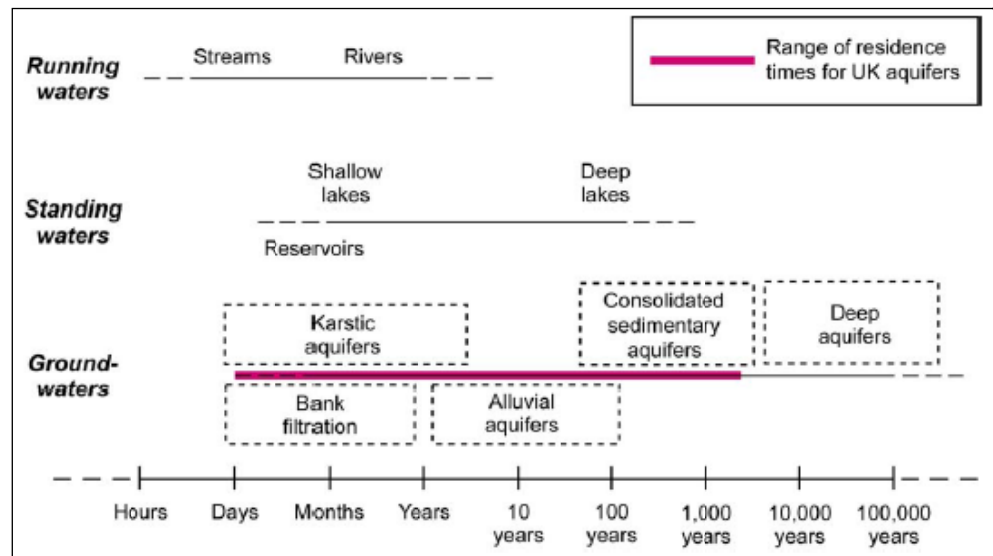


Abbildung 1: Verweilzeiten von Wässern in Süßwasserkörpern (Kinniburgh et al. 2004).

- Jeder Grundwasserkörper hat eine unterschiedliche und komplexe Charakteristik, die zu einer großen Variabilität von Transportpfaden von Wasser und seinen Verunreinigungen führt. Die vielschichtigen Transporteigenschaften erklären sich aus einer großen Variabilität von größeren und kleineren intergranularen Poren bis zu einem extensiven Netzwerk von offenen Klüften. So kann auch bei demselben Typ von Grundwasserleiter wegen des Auftretens von raschen und langsamen Transportwegen die Abstandsgeschwindigkeit stark variieren.
- Unter Anwendung des Konzepts „Verschmutzungs-Quelle“ – „Pfad“ – „Schutzgut“ („source“ – „pathway“ – „receptor“) auf Grundwasserkörper besteht der Transportpfad aus der ungesättigten und gesättigten Zone wie aus Abbildung 2 ersichtlich ist.
- Wasser infiltriert normalerweise vertikal in variabel ausgebildete Böden, durch unterschiedlich mächtige und durchlässige ungesättigte Zonen und fließt dann lateral zu einem Brunnen, einer Quelle, einem Fluss oder einem terrestrischen Feuchtgebiet. Durch die Zumischung einer vertikalen Komponente kommt es häufig auch zur Mischung von unterschiedlich alten Wässern, deren MVZ tendenziell mit der Tiefe zunehmen.
- Aus Spezialuntersuchungen weiß man, dass die MVZ von Grundwasser von Stunden, wenigen Monaten bis zu tausenden Jahren variieren kann (siehe den dunklen Balken in Abbildung 1). Meist werden Grundwässer aus wenigen Metern bis zu einigen zehn Metern Tiefe genutzt.
- Verweilzeiten werden häufig verlängert, da sich in der gesättigten Zone von Porengrundwasser die infiltrierenden Wässer mit großen Mengen alten Grundwassers mischen, die bereits im Aquifer vorhanden sind.
- Während MVZ in den alpinen Karst- und Kluftaquifere wegen hoher Raten von Grundwasserneubildung relativ kurz sind, sind diese in den obersten fluviatilen Porenaquifere in den flachen Gebieten im Norden und Osten Österreichs wesentlich höher.

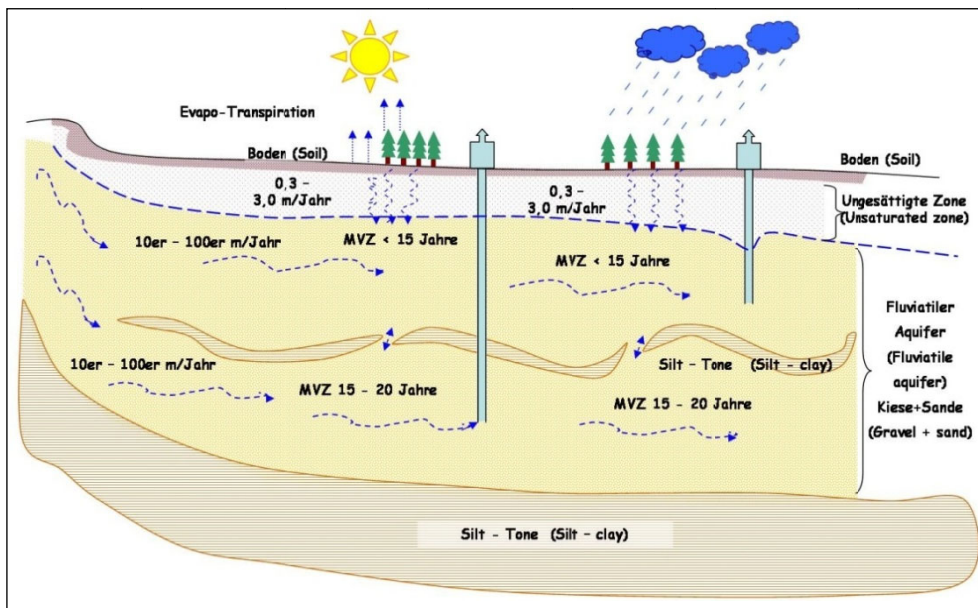


Abbildung 2: Schematische Skizze der Abstandsgeschwindigkeiten (m/Jahr) von infiltrierenden Wässern im Boden und ungesättigten Zonen bzw. mittlere Verweilzeiten (MVZ) in Jahren in Grundwasseraquiferen.

1.4 Inhalt und Ziele des Vorhabens, Gliederung

Im Rahmen dieses Pilotprojektes soll an ausgewählten charakteristischen Grundwasserkörpern und Einzelquellen getestet werden, welche Methoden für die Bestimmung der MVZ von Grundwasser in Poren- bzw. in Karst-Kluftgrundwasserkörpern Österreichs geeignet sind. Bei der Auswahl der Methoden waren u. a. die erforderliche Anzahl der Messstellen, die Tiefe, die hydrologische Situation, evtl. anthropogen erzeugte Tritiumbelastungen etc. zu berücksichtigen.

Für die Bestimmung der MVZ werden sehr häufig so genannte Umwelttracer verwendet. Dabei handelt es sich um Stoffe, die entweder natürlich in der aquatischen Umwelt vorkommen oder durch menschliche Aktivitäten in einem Ausmaß in die Umwelt eingebracht werden bzw. wurden, so dass entweder über deren Inputkurven (z. B. ^{18}O , CFC, SF_6) oder deren radioaktiven Zerfall (z. B. Tritium (^3H), $^3\text{H}/^3\text{He}$, ^{14}C) Rückschlüsse auf die mittlere Verweilzeit des Grundwassers gezogen werden können. Die verschiedenen Tracer decken unterschiedliche Altersbereiche ab, weshalb die Auswahl geeigneter Tracer zur Eingrenzung des Alters auf Basis einer Ersteinschätzung des Systems erfolgen soll. Die stark variierenden Analysekosten für die zur Verfügung stehenden Tracer sollen im Rahmen dieses Pilotprojektes ebenfalls ganz wesentlich berücksichtigt werden.

Vorrangiges Ziel der Abschätzung der MVZ des Grundwassers in einem Grundwasserkörper war es, Aussagen treffen zu können, ob bis 2015 aus hydrogeologischer Sicht Maßnahmen zur Verbesserung der Grundwasserqualität wirksam werden können.

Es wurden vier Testgebiete unterschiedlicher Aquifertypen ausgewählt (drei Porengrundwässer, ein Karst-Kluft-Aquifer), in denen es Probleme mit der Grundwasserqualität gibt (siehe Tabelle 2). In Gebieten mit hoher Messstellenanzahl wurden



– basierend auf hydrogeologischen Überlegungen, Grundwasser-Schwankungen und -Qualitätsdaten – etwa 25–50 % der Messstellen ausgewählt und mindestens ein Jahr lang an vier Messterminen beprobt. Vorhandene Monatsproben der entsprechenden ANIP[†]-Niederschlagsstation wurden in die Messkampagnen einbezogen.

Basierend auf den genannten Überlegungen wurden in Absprache mit dem Auftraggeber folgende Grundwasserkörper bzw. Messstellen vorgeschlagen:

Tabelle 2: Ausgewählte Grundwasserkörper und deren GZÜV-Messstellen (BGBL 2006).

GWK-Nr.	Grundwasser-körperbezeichnung	Aquifertyp	Einstufung nach Nitrat	Anzahl GZÜV-MST
100020	Marchfeld	Poren-GWK	Voraussichtliches Maßnahmengebiet	75
100057	Traun-Enns-Platte	Gruppe Poren-GWK	Voraussichtliches Maßnahmengebiet	30
100021	Parndorfer Platte	Poren-GWK	Voraussichtliches Maßnahmengebiet	6
100123	Weststeirisches Hügelland	Karst-Kluft-Quellen	Überschreitungen d. GW-Schwellenwerte	2
100102	Unteres Murtal	Karst-Kluft-Quelle	Überschreitungen d. GW-Schwellenwerte	1
100138	Grazer Bergland östlich der Mur	Karst-Kluft-Quelle	Überschreitungen d. GW-Schwellenwerte	1

An den Messstellen des Marchfeldes und den Quellen des Weststeirischen Hügellandes waren bis dato noch keine Isotopenergebnisse oder Grundwasseralter bekannt. An Bohrungen im Osten der Traun-Enns-Platte, die nicht mit den GZÜV-Messstellen ident sind, wurden in letzter Zeit Isotopendaten durch LEOPOLD & HÄUSLER (2004) publiziert. Sie zeigen, dass auch sehr alte Wässer (> 3.800 Jahre ¹⁴C-Modellalter) als Trinkwasser genutzt werden, aber dass für eine nachhaltige Wasserwirtschaft weitere Untersuchungen für den ganzen Grundwasserkörper notwendig sind.

Darüber hinausgehend konnte durch Zusammenarbeit mit den Kooperationspartnern Isotope Hydrology Section der International Atomic Energy Agency (IAEA) und des Department für Umweltgeowissenschaften der Universität Wien versucht werden, exemplarisch am Grundwasserkörper Marchfeld Prozesse im Porengrundwasserkörper zu verstehen, die über die Ermittlung der MVZ des Grundwassers hinausgehen und wichtige Erkenntnisse für die Bewirtschaftung der Flusseinzugsgebiete bringen können.

[†] ANIP: Austrian Network for Isotopes in Precipitation – Österreichisches Isotopenmessnetz.

2 DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN

Bereits im Vorfeld und zu Beginn des Projekts wurde durch das Umweltbundesamt eine Reihe von Arbeiten durchgeführt, ohne die ein geordneter Ablauf der im Projekt durchzuführenden Untersuchungen und sonstigen Arbeiten nicht möglich gewesen wäre. Zu diesen gehören:

- Planungs- und Vorbereitungsgespräche bzw. Erhebung von Unterlagen über die zu untersuchenden Grundwasserkörper,
- Erarbeitung von Kriterien zur Auswahl der Probenahmestellen,
- Organisation der GZÜV-Probenahme durch die Fa. Biutec,
- Durchführung von Probenahmen für die Sondermethoden ($^3\text{H}/^3\text{He}$ und CFC) an GZÜV-Messstellen und der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal,
- Koordinationsgespräche mit Dr. Fank (Joanneum Research) bzw. Prof. Blaschke (Technische Universität Wien) und Abstimmung mit dem in Ausarbeitung befindlichen instationären Grundwassermodell,
- Koordinationsgespräche mit Vertretern und Vertreterinnen der Marchfeldbetriebsgesellschaft (DI Neudorfer, DI Weyermayr), Isotope Hydrology Section der IAEA (Dr. Gröning, Dr. Suckow), dem Department f. Umweltgeowissenschaften der Univ. Wien (Prof. Hofmann), Amt der Burgenländischen Landesregierung (Mag. Szinovatz), Amt der Niederösterreichischen Landesregierung (Dr. Rakaseder), Amt der Oberösterreichischen Landesregierung (DI Guttenbrunner, Dr. Kolmer), Magistrat der Gemeinde Wien (DI Nagl, Dr. Jawetzky) und der Geologischen Bundesanstalt (Dr. Kollmann, Dr. Hobiger).

2.1 Planungs- und Vorbereitungsgespräche bzw. Erhebung von Unterlagen

Um eine optimale und kostengünstige Auswahl der Probenahmestellen zu gewährleisten und das Marchfeld beispielhaft für die anderen Gebiete untersuchen zu können, wurde die Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal für Arbeiten, die über die übliche Bereitstellung von Informationen hinausgehen, als Werkvertragsnehmer geworben. Die IAEA (Isotope-Hydrology Section) und die Universität Wien (Department f. Umweltgeowissenschaften) wurden als Kooperationspartner für die Durchführung von Sonderdatierungsmethoden und die geostatistische Bearbeitung der Qualitätsdaten gewonnen.

Als Vorbereitung wurden Einzelgespräche und während des Projekts fünf Besprechungen unter Einbeziehung aller Partner durchgeführt. Die Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal stellte gesammelte Grundwasserproben aus dem Jahre 1995 zur Verfügung. Weiters wurden durch die Isotope Hydrology Section der IAEA CFC- (Chlorfluorkohlenwasserstoffe) und die Tritium-Helium-Methode als Sondermethoden im Rahmen des Pilotprojektes ergänzend zu den Sauerstoff-18- und Tritium-Messungen durchgeführt. Die Kombination der verschiedenen Methoden soll die Absicherung der Ergebnisse gewährleisten.

Überdies wurden mit den zuständigen Landesvertreterinnen und -vertretern Kontakt aufgenommen und Informationen zu den einzelnen Grundwasserkörpern bzw. Quellen zusammengestellt (siehe Kapitel 3).

2.2 Erarbeitung von Kriterien zur Auswahl der Probenahmestellen

Während in den Grundwasserkörpern Parndorfer Platte, Weststeirisches Hügelland, Unteres Murtal und Grazer Bergland östlich der Mur die Auswahl der Messstellen bereits aufgrund der vergleichsweise geringen Anzahl an GZÜV-Messstellen vorgegeben war, mussten für die Messstellen im Marchfeld und in der Traun-Enns-Platte aufgrund der großen Anzahl Kriterien erarbeitet werden, anhand derer die Anzahl minimiert werden konnte ohne dabei Einschränkungen bezüglich der Aussagekraft für den gesamten Grundwasserkörper hinnehmen zu müssen. Neben den in Abbildung 3 dargestellten GZÜV-Messstellen verfügt die Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal im gleichen Gebiet über weitere Messstellen, die sich für das Projekt als günstiger erwiesen und daher ebenfalls in die Überlegungen bezüglich der Messstellenauswahl einbezogen wurden (siehe Abbildung 4).

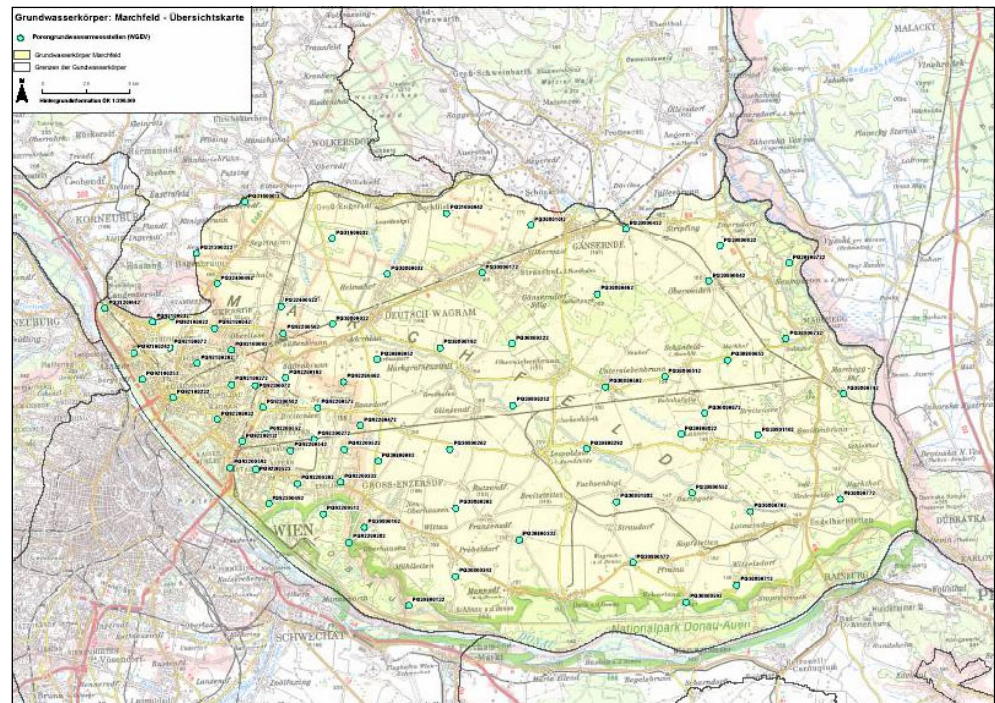


Abbildung 3: GZÜV-Messstellen im Einzelgrundwasserkörper Marchfeld.

Kriterien für die Messstellenauswahl waren

- die optimale räumliche Verteilung der Messstellen im Grundwasserkörper,
- die Art bzw. der Ausbau der Messstellen (bevorzugt Sonden vor Schachtbrunnen),
- der Grad des Vorhandenseins von Informationen über die Messstellen (Ausbau, Zustand, Entnahme, Bohrprofil, ...),

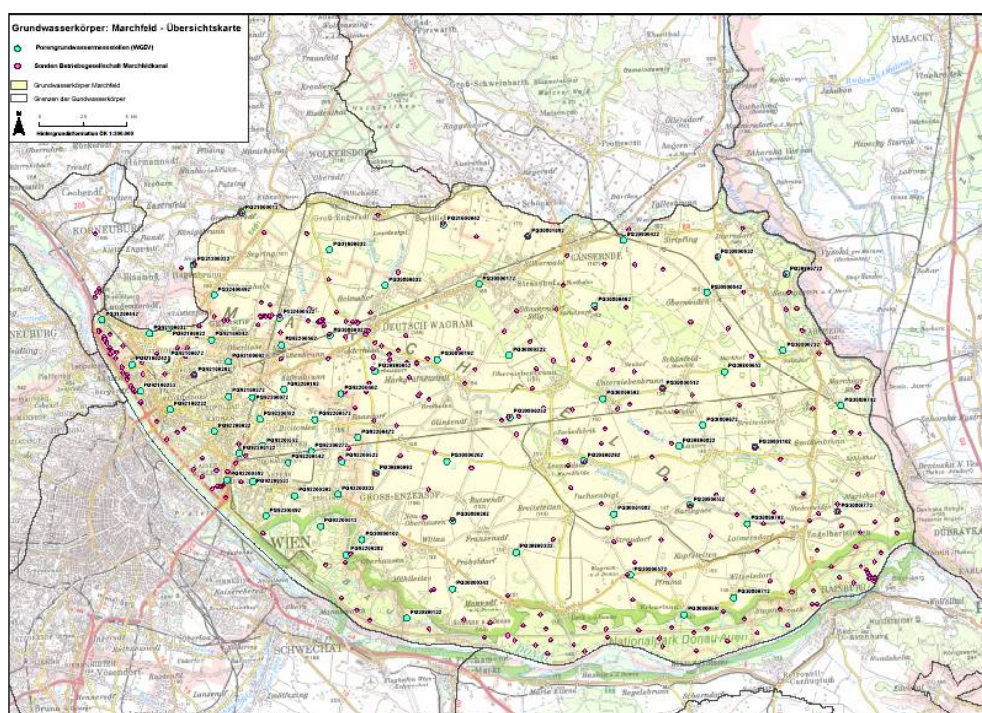


Abbildung 4: GZÜV-Messstellen und Messstellen der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal im Einzelgrundwasserkörper Marchfeld.

- die hydrochemische Repräsentativität für den gesamten Grundwasserkörper,
- die hydrogeologischen Verhältnisse im Grundwasserkörper und
- die Tiefe der Messstellen.

2.3 Durchführung einer beschränkten Ausschreibung

Im Jänner bis Februar des Jahres 2006 wurde in einer beschränkten Ausschreibung mit Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus Deutschland, Polen und Österreich der Bestbieter für den Parameterblock Wasserisotope (siehe Tabelle 3) ermittelt.

Kriterien für den Zuschlag waren:

1. Qualitätssicherung Analytik – Stabilität der Messergebnisse 20 %
2. Qualitätssicherung Analytik – Teilnahme an Ringversuchen 20 %
3. Erfahrung im Routinebetrieb – Probendurchsatz im Labor 15 %
4. Preis 45 %



Tabelle 3: Für den Parameterblock Wasserisotope anzuwendende Untersuchungsmethoden.

Parameter	Einheit	Mindestbestimmungsgrenze bzw. Genauigkeit	Verfahren
Sauerstoff-18 (^{18}O)	δ V-SMOW	0,1 ‰	Die Werte müssen auf die VSMOW/SLAP-Skala renormiert sein, die Messgenauigkeit der Methode muss dokumentiert sein.
Wasserstoff-2 (^2H) (Deuterium)	δ V-SMOW	1 ‰	Die Werte müssen auf die VSMOW/SLAP-Skala renormiert sein, die Messgenauigkeit der Methode muss dokumentiert sein.
Tritium (^3H)	Tritium-Einheiten (TE)	0,3 ‰	Die Messgenauigkeit und Nachweisgrenze der Methode muss dokumentiert sein.

2.4 Organisation der Probenahme in den Untersuchungsgebieten

Im Rahmen der Routine-Probenahmen der GZÜV wurde durch die Fa. Biutec je Messstelle eine zusätzliche Grundwasserprobe entnommen. Die Firma wurde mit 1 Liter PE-Flaschen beliefert und zur Qualitätssicherung mit einer Standardanleitung zur Probenahme (siehe Anhang, Kapitel 8.1) von Isotopenproben ausgestattet.

Ebenso wurden von der Oberösterreichischen Landesregierung an den neuen Probenahmestellen des Grundwasserkörpers Traun-Enns-Platte das erste Mal Proben entnommen und dann von der Fa. Biutec fortgesetzt.

Grundwasserkörper, 2005–2006 beprobt:

- Marchfeld Anteil NÖ: 6-mal Anteil Wien: 5-mal
- Traun-Enns-Platte: 4-mal
- Steirische Quellen: 4- bis 5-mal

2.5 Durchführung von Probenahmen der Sondermethoden ($^3\text{H}/^3\text{He}$ und CFC) im Marchfeld, Parndorfer und Traun-Enns-Platte

Um die Ergebnisse der Altersbestimmung mittels der geplanten flächendeckenden Tritium-Messungen stichprobenweise zu überprüfen und zu ergänzen wurden Tritium-Helium und CFC-Messungen an ausgewählten Messstellen durchgeführt. Diese „Sondermethoden“ wurden durch die Mitarbeiter der IAEA getestet. Zu diesem Zweck wurden an sechs Messstellen im Marchfeld zu zwei Probenahmetermen tiefengestufte Proben entnommen. Abbildung 5 zeigt den Packer, mit dem die tiefengestufte Probenahme an einer Messstelle der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal durchgeführt wurde.



*Abbildung 5: Packer mit dem die tiefengestufte Grundwasserprobenahme an der Messstelle EM4 der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal getestet wurde.
Foto: F. Humer.*

An zwei zusätzlichen Terminen wurden in der Parndorfer- und der Traun-Enns-Platte an jeweils fünf Messstellen Proben für $^3\text{H}/^3\text{He}$ - und CFC-Analysen durch Bepumpung im Sommer 2007 entnommen (siehe Abbildung 6 und Abbildung 7).



Abbildung 6: Schließen der Rohrenden eines Weichkupferrohres durch Abquetschen mittels Spezialschneiden für die Probenahme von Edelgasen (Helium, Neon).
Foto: M. Kralik



Abbildung 7: Probenahme für die FCKW-Messungen mittels dunkler 100 ml Glasfläschchen mit speziell dichtenden Schraubverschlüssen in einem Metallbehälter. Foto: M. Kralik.

2.6 Statistik der Sauerstoff-18, Deuterium und Tritium-Messungen in allen Untersuchungsgebieten

2.6.1 Sauerstoff-18 und Deuterium

Insgesamt wurden an allen vier Untersuchungsgebieten 407 Sauerstoff-18, 236 Deuterium- (^2H) und 319 Tritiummessungen (^3H) durchgeführt. Davon wurden ungefähr 30 % der Messungen vom Kooperationspartner IAEA in dessen Labor analysiert. Da Sauerstoff-18 und Deuterium entlang der Niederschlagsgerade gut korrelieren, wurden an jeder Grundwassermessstelle nur ein bis zwei Deuterium-Analysen bzw. an einzelnen Oberflächengewässern gezielt solche Messungen durchgeführt, um eventuelle Abweichungen durch Verdunstungseffekte zu erkennen.

Im Folgenden werden hier Messungen der Grundwasserkörper Traun-Enns-Platte, Marchfeld und Parndorfer Platte verglichen, da diese ihre Niederschläge vornehmlich aus dem Nordatlantik (KAISER et al. 2002) beziehen. Bei den oststeirischen Quellen ist ein signifikanter Einfluss durch Niederschläge aus dem mediterranen Raum bekannt, der markant höhere Sauerstoff-18 und niedrigere Tritiumwerte mit sich bringt, was einen Vergleich mit den oben genannten Gebieten nicht zulässt.

In allen drei Grundwasserkörpern fällt das Maximum der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Grundwassers in das Intervall zwischen $-10,4$ und $-10,0$ ‰ (VSMOW), wobei sich die Verteilung von mehr negativen Werten in der Traun-Enns-Platte zu weniger negativen Werten in der Parndorfer Platte verschiebt (siehe Abbildung 8). Da die gewichteten mittleren Werte der Niederschläge $\delta^{18}\text{O}$ -Werte von $-9,8$ bis $-9,13$ ‰ aufweisen (Braunau, Wien, Bruck a. Leitha; ANIP 2007), ist dies am besten durch eine bevorzugte Grundwasserneubildung im Winter erklärt, da die Niederschläge zu dieser Jahreszeit bevorzugt niedrigere Werte aufweisen.

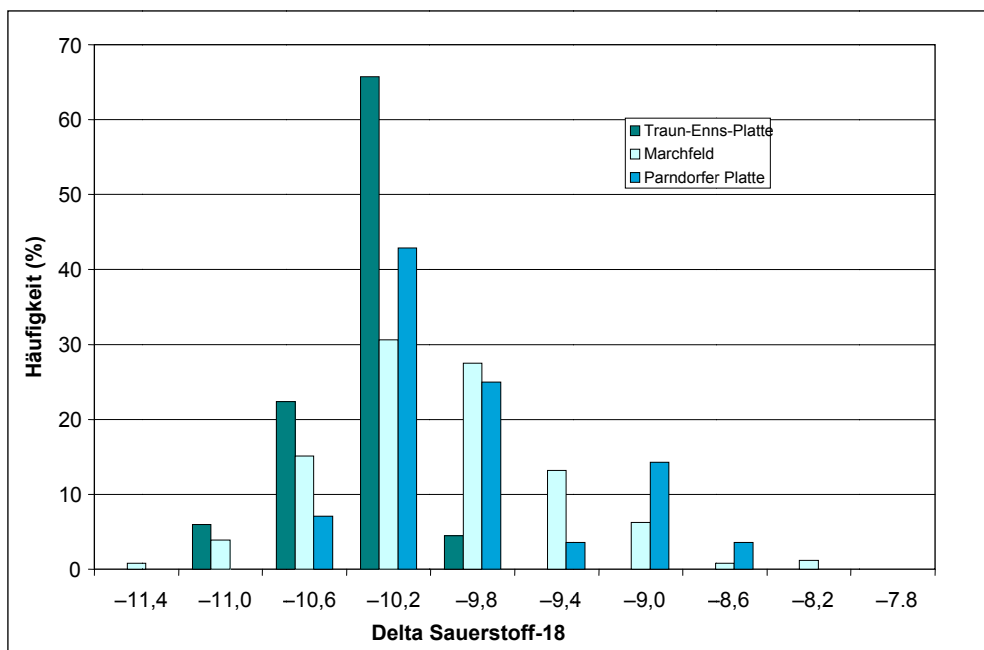


Abbildung 8: Häufigkeitsverteilung der Delta Sauerstoff-18-Werte (‰) im Grundwasser (2005–2007) in den Grundwasserkörpern der Traun-Enns-Platte ($n = 67$), Marchfeld ($n = 258$) und Parndorfer Platte ($n = 28$).

Die Verschiebung der Verteilung zu mehr positiven Werten von der Traun-Enns-Platte zur Parndorfer Platte ist wahrscheinlich durch einen Anreicherungseffekt bedingt, der durch stärkere Verdunstung im pannonischen Klima und vielleicht auch durch die Bewässerungsaktivitäten verursacht ist.

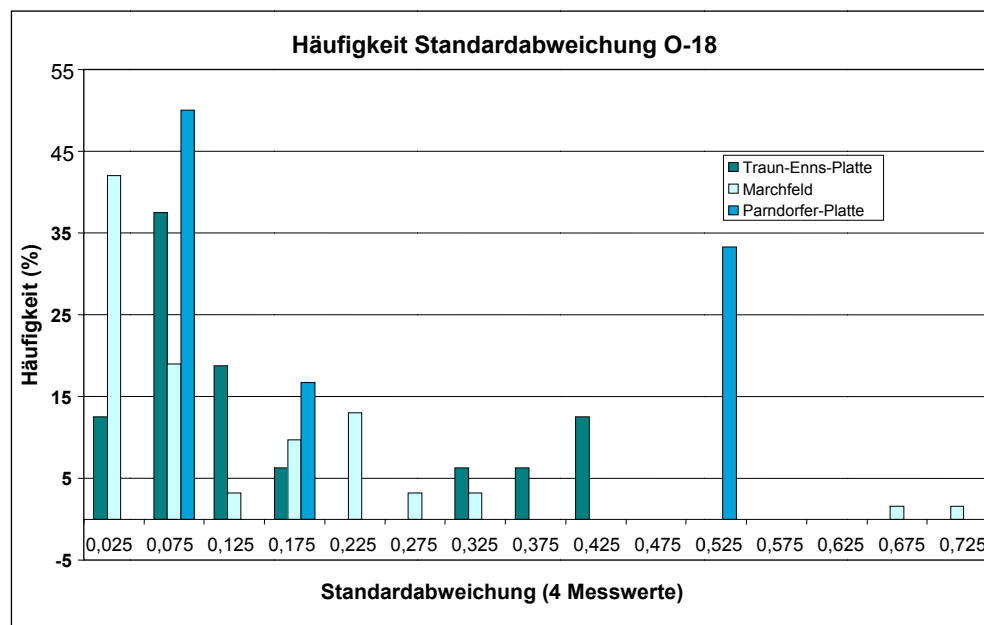


Abbildung 9: Häufigkeitsverteilung der Standardabweichung von meist vier über das Jahr (2005–2006) verteilten Delta Sauerstoff-18-Werten (‰) im Grundwasser in den Grundwasserkörpern der Traun-Enns-Platte ($n = 67$), Marchfeld ($n = 62$) und Parndorfer Platte ($n = 6$).

Die Standardabweichungen von meist vier über das Jahr (2005–2006) verteilten Delta Sauerstoff-18-Werten (‰) in den Grundwasserkörpern der Traun-Enns-Platte ($n = 67$), Marchfeld ($n = 62$) und Parndorfer Platte ($n = 6$) liegen zu 50–65 % unter 0,15 ‰ $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) (siehe Abbildung 9), also geringfügig über dem analytischen Fehler (siehe Kapitel 4.2). Dies bedeutet eine gute langjährige Durchmischung der saisonal schwankenden Niederschlagswässer oder einen sehr konstanten Input von Oberflächenwässern. Die restlichen 35–50 % weisen etwas höhere Standardabweichungen in $\delta^{18}\text{O}$ (VSMOW) auf, was auf vereinzelt höhere analytische Fehler oder jahreszeitlich variierende Zumischung von signifikanten Anteilen ($> 10\%$) von Wässern mit unterschiedlichen $\delta^{18}\text{O}$ -Werten hindeutet (z. B. jahreszeitliche Schwankungen).

Auffallend ist der Anteil von Messstellen mit höherer Standardabweichung in der Traun-Enns-Platte. Der prozentuell relativ hohe Anteil an hohen Standardabweichungen (= eine Messstelle) ist durch die geringe Anzahl von Messstellen im Grundwasserkörper Parndorfer Platte bedingt (siehe Abbildung 9).

2.6.2 Tritium

Die Tritiumgehalte der drei Grundwasserkörper schwanken in den Jahren 2005–2007 zwischen 1,5 und 24 Tritiumeinheiten (TE). Die meisten Messwerte liegen in allen Grundwasserkörpern zwischen 8,5–10,75 TE, was nahe dem gewogenen Mittel der Niederschläge der letzten sieben Jahre (2000–2006) 10,6; 11,1 und 10,5 TE

(Braunau, Wien, Bruck a. Leitha; ANIP 2007; siehe Tabelle 4) liegt. Auch bei Tritium verschiebt sich das Häufigkeitsmaximum von der Traun-Enns-Platte zum Marchfeld und Parndorfer Platte, was auch mit den häufigeren höheren MVZ in den letzteren beiden Grundwasserkörpern zu tun haben kann. Auffällig ist, dass nur das Marchfeld und die Parndorfer Platte Messstellen aufweisen, die sehr geringe Tritiumgehalte (1–4,5 TE) haben (siehe Abbildung 10). Diese sind ein Hinweis für sehr lange MVZ, teilweise bedingt durch Mischungen mit sehr altem tritiumfreien Wässern.

Tabelle 4: Sauerstoff-18- und Tritium-Mittelwerte des Niederschlages und des Grundwassers der Gebiete Traun-Enns-Platte (TEP), Marchfeld (MF) und Parndorfer Platte (PP).

Unter-suchungs- gebiet	Niederschlag gew. Mittel	Nieder- schlag STABW	Jahre	Grundwasser Mittel	Grundwasser STABW	n
TEP $\delta^{18}\text{O}$	-9,43	0,73	00–06	-10,35	0,25	67
TEP (TE)	10,63	0,65	00–06	10,10	4,01	67
MF $\delta^{18}\text{O}$	-9,67	1,01	00–06	-10,10	0,59	279
MF (TE)	11,13	0,76	00–06	10,60	3,6	195
PP $\delta^{18}\text{O}$	-8,74	0,87	98–06	-10,03	0,58	27
PP (TE)	10,53	0,55	98–06	8,0	3,13	27

TEP: Traun-Enns-Platte; MF: Marchfeld; PP: Parndorfer Platte

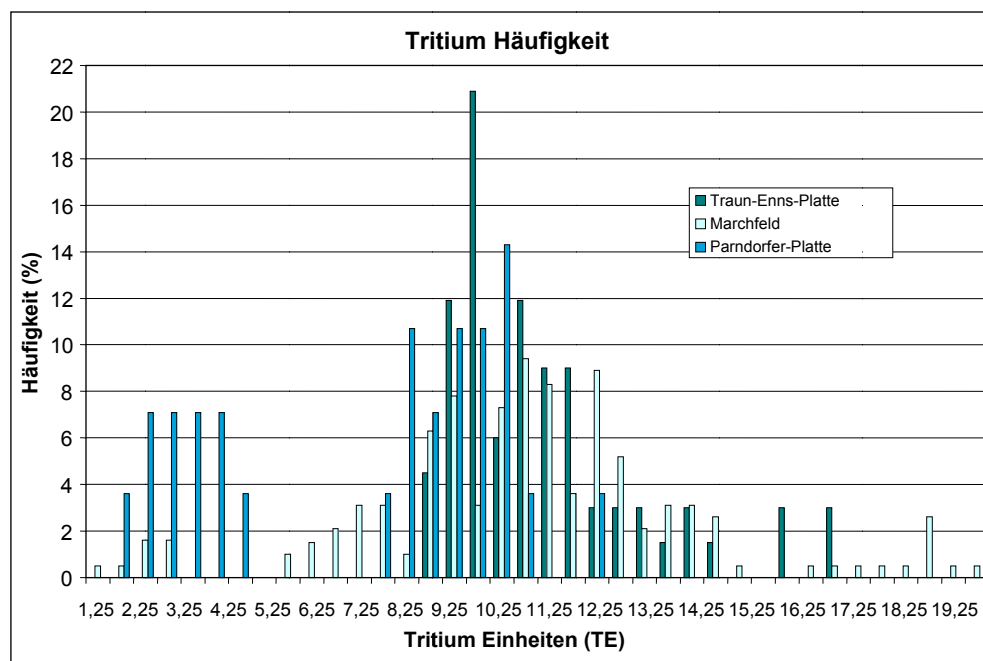


Abbildung 10: Häufigkeitsverteilung der Tritium-Werte im Grundwasser (2005–2007) in den Grundwasserkörpern der Traun-Enns-Platte ($n = 67$), Marchfeld ($n = 192$) und Parndorfer Platte ($n = 28$).

Die Standardabweichung von meist vier über das Jahr verteilten Tritiummessungen an Messstellen in den Grundwasserkörpern der Traun-Enns-Platte ($n = 16$), Marchfeld ($n = 35$) und Parndorfer Platte ($n = 6$) liegen zu 43–65 % unter 0,5 TE (siehe Abbildung 11), also unter dem analytischen Fehler (siehe Kapitel 4.2), was eine gute langjährige Durchmischung der saisonal schwankenden Niederschlagswässer oder einen sehr konstanten Input von Oberflächenwässern bedeutet. Die restlichen 35–57 % weisen etwas höhere Standardabweichungen in TE auf, was auf eine jahreszeitlich variierende Zumischung von signifikanten Anteilen ($> 10\%$) von Wässern mit unterschiedlichen Tritiumgehalten hindeutet.

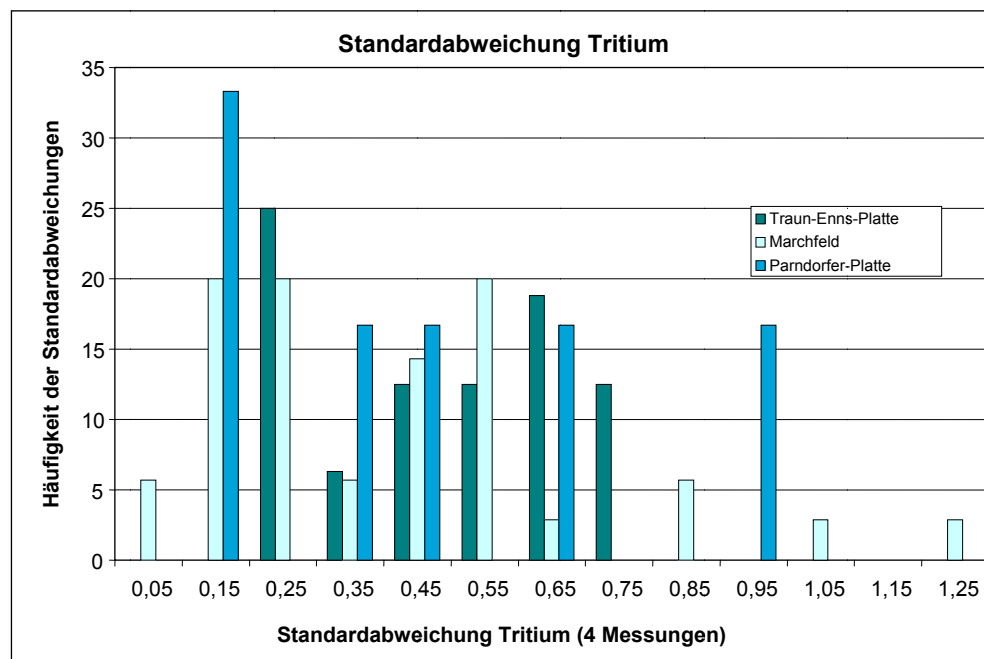


Abbildung 11: Häufigkeitsverteilung der Standardabweichung von meist vier über das Jahr verteilten Tritium-Werten (in TE) an Messstellen im Grundwasserkörper der Traun-Enns-Platte ($n = 16$), Marchfeld ($n = 35$) und Parndorfer Platte ($n = 6$).

Auffällig ist auch hier der höhere Anteil an Messungen mit erhöhten Standardabweichungen in der Traun-Enns-Platte (56 %), was in Kombination mit niedrigeren Tritiumgehalten auf geringere MVZ und raschere Zumischungen von jungen Niederschlagswässern hinweist.

Von den 47 Messstellen in den drei Grundwasserkörpern weisen 51 % relative Standardabweichungen von $< 1,5\%$ für $\delta^{18}\text{O}$ und $< 5\%$ für ^3H für vier über das Jahr verteilte Messungen auf. In 28 % der Messstellen überschreiten die Standardabweichungen beider Parameter diese Werte von 1,5 und 5 %. In 9 % der Messstellen überschreiten die Standardabweichungen nur für $\delta^{18}\text{O}$ und in 12 % nur für ^3H diese Werte.

3 GEBIETSBESCHREIBUNGEN

3.1 Marchfeld

3.1.1 Allgemeines

Der Einzelgrundwasserkörper Marchfeld wird im Süden durch die Donau, im Osten durch die March, im Norden durch das Weinviertel und im Westen durch den Bisamberg begrenzt. Er umfasst eine Gesamtfläche von 942 km², bei einer Längserstreckung von 50 km und einer maximalen Breite von 30 km. Beinahe 85 % des Einzelgrundwasserkörpers Marchfeld befinden sich in Niederösterreich, der Rest liegt auf Wiener Gemeindegebiet (siehe Abbildung 12).

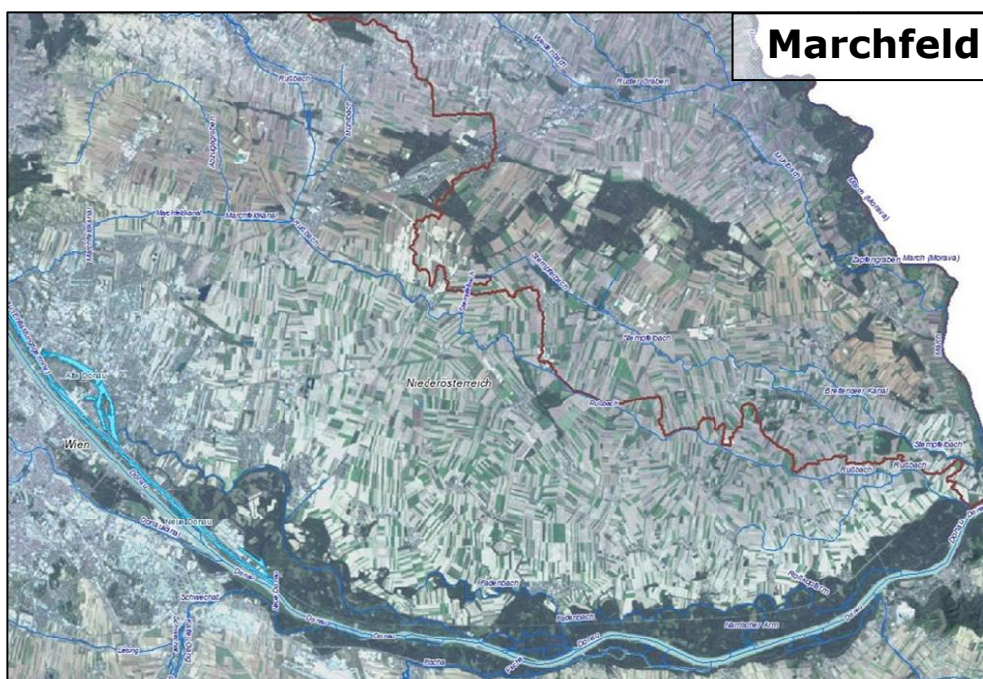


Abbildung 12: Satellitenabbildung des Grundwasserkörpers Marchfeld (Quelle: BMLFUW).

3.1.2 Geologie

Das Marchfeld ist, geologisch gesehen, ein Teil des Wiener Beckens, welches durch tektonische Prozesse entstand ist. Das Meer transgredierte in das entstandene Becken, wobei hauptsächlich tonige Schluffe und Sande abgelagert wurden. Die neogene Beckenfüllung kann in Mulden Mächtigkeiten bis 5000 m erreichen, wobei die Ablagerungsprozesse bis ins obere Pannon reichen. Seismische Aktivität im Becken deutet auch noch rezent auf eine tektonische Unruhe im Wiener Becken hin. Der ehemals einheitliche Schotter- und Kieskörper erfuhr durch tektonische Vorgänge eine Zerlegung in einzelne Schollen; dies ist an den drei Senken Lasseer Wanne, Obersiebenbrunner Bucht und Aderklaaer Senke ersichtlich (siehe Abbildung 13). Mit der Aderklaaer Senke und Lasseer Wanne haben sich im Marchfeld zwei begrenzte Senkungszone erhalten, die in ihrer Aktivität morphologisch in der Praterterrasse erkennbar sind (NESTROY 1982). Diese liegt zwischen dem Kleinen Wagram im Norden und der zwischen der Wiener und der Hainburger

Pforte nach Süden abgedrängten Donau. Die Praterterrasse erstreckt sich flächenmäßig etwa über die Hälfte des südlichen Teiles des Marchfeldes. Ihr Niveau liegt 8–10 m unter jenem der aus älteren Schotterfächern aufgelandeten höheren Terrassen im Norden (STECKER 1982). Diese Niederterrasse besteht aus Schotter-sedimenten der Donau, welche nach einer gewaltigen Ausräumung der älteren, höheren Terrasse über der neu entstandenen Basis wieder abgelagert wurde. Die Ablagerung dieser Schottermassen, die weit weniger Grobschotteranteile aufweisen als jene der älteren Terrassen, erfolgte fächerförmig bedingt durch die vielen ehemaligen Flussarme der Donau (NESTROY 1982). So entstand in dieser weiten Ebene ein unregelmäßiges Mikorelief (STECKER 1982).

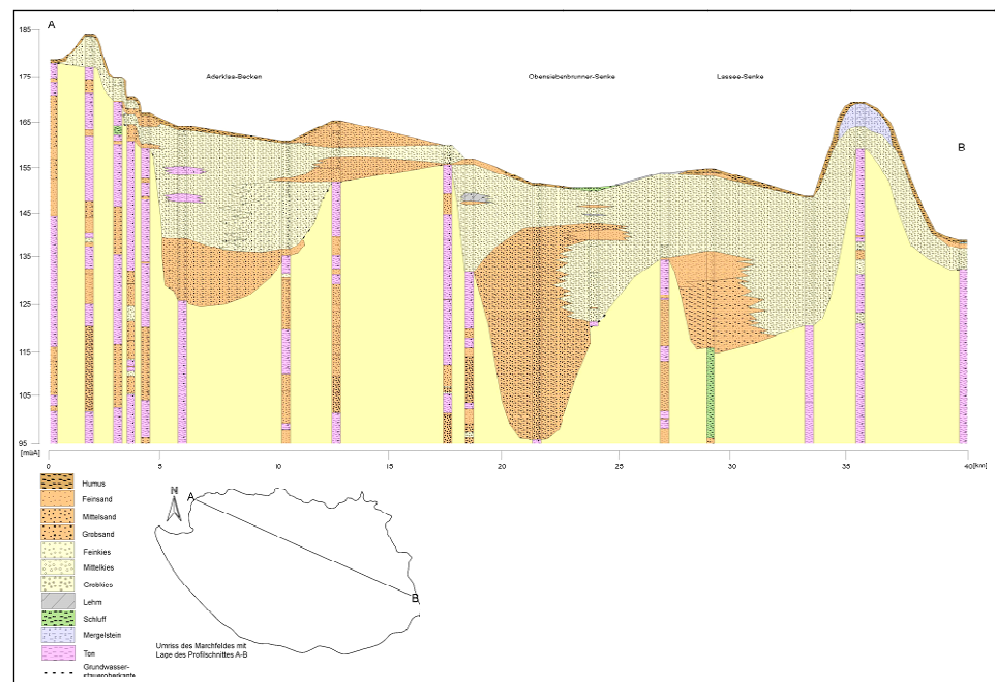


Abbildung 13: Geologisches Profil durch das Marchfeld (WENTER 2007).

Aus älteren Schotterfächern bestehen die Seyringer Terrasse, die Schlosshofer Platte und die flächenmäßig gesehen größte – die Gänsendorfer Terrasse. Diese Terrassen als eine Gesamtheit gesehen stellen mit einer O–W-Erstreckung von 40 km die größte Zone des Marchfeldes dar (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14). Die Erstreckung erfolgt von der Brünnerstraße im Westen bis nach Schlosshof im Osten (40 km). Die Terrasse wird vom Rußbach zwischen Großendorf und Deutsch-Wagram durchbrochen und durch den Senkungsbereich der Obersiebenbrunner Bucht eingeengt. Die Lagerung unterscheidet sich von der Praterterrasse deutlich. Die von der Donau hergeführten, von eiszeitlichen Frosteinwirkungen nicht beeinflussten, kreuzgeschichteten Schottermassen liegen in einer Tiefe von 3–3,5 m. Auffallend ist die intensive Verfärbung ihrer oberen Lagen durch ausgefälltes Eisen- und Manganhydroxid. Darüber liegt eine Kryoturbationszone mit eingewürgten fossilen Bodenresten. Zwischen emporgetriebenen Schottersäulen sind breite Taschen mit einem sandigen bis grobsandigen Material ausgefüllt, das von einer letzten Sedimentation, vergleichbar mit dem Siltpaket der Praterterrassen, stammen könnte. Über der Kryoturbation liegt ein 0,1–0,2 m mächtiger horizontal gelagerter Schotterschleier, der aus der nachträglichen Einebnung von nach oben verfrachteten Schottern entstanden ist. Über dieser deutlichen Markierung befinden sich jüngere Deckschichten in sehr einheitlicher Lagerung, aus denen die rezenten Böden entstanden sind (STECKER 1982).

Das Quartär des Marchfeldes besteht aus Flussablagerungen der Donau und der March. 90 % der jungen Sedimentschüttungen stammen von der Donau, nur 10 % von der March. Die Ablagerungen reichen bis zur äußersten Erosionskante der Donau, dem „Großen Wagram“. Die quartären Schotterfluren werden teilweise großflächig von windverfrachteten (äolischen) Sedimenten, dem Löss, überlagert, der für die Bodenbildung bedeutend ist.

Die quartären Schüttungen der Donau gliedern sich in Terrassen. Im Erosionsschatten des Bisamberges sind die höchsten und ältesten Terrassen erhalten geblieben. Hier befinden sich das „Herrenholzniveau“ und die „Terrassen westlich von Seyring“. Die „Gänserndorfer Terrasse“ (Hochterrasse) zeigt eine Gliederung, die Bruchverläufen des Untergrundes folgt. An NO–SW streichenden Strukturen wie z. B. dem Markgrafneusiedler Bruch ist die Gänserndorfer Terrasse auf das Niveau der „Praterterrasse“ (Niederterrasse) abgesenkt (Rußbach – NW Deutsch-Wagram, „Siebenbrunner Bucht“ und westlich Breitensee). Die „Schloschofer Platte“ (ca. 170 m Seehöhe) ist morphologisch höher als die Gänserndorfer Terrasse und wird mit dem Niveau westlich von Seyring parallelisiert. Der Tertiärsockel (um 155 m Seehöhe) am Rand der Schloschofer Platte ist erosiv freigelegt. Der Weidenbach isoliert die „Tallesbrunner Platte“ von der Gänserndorfer Terrasse. Die Erosionskante des „Kleinen Wagram“ bildet die Grenze von der Gänserndorfer Terrasse und Schloschofer Platte zum Niveau der Praterterrasse, die ca. 10 m tiefer liegt. Hier hat sich die Zone der rezenten Mäander eingeschnitten.

Die Quartärmächtigkeit über dem tertiären Untergrund wird maßgeblich auch durch die tektonischen Strukturen des Internbaues des Wiener Beckens bestimmt. In drei SSW–NNO orientierten Becken (Aderklaaer Bruchsystem – Aderklaaer Wanne, Marchfelder Tief – Glinzendorfer Wanne, Lasseer Senke – Lasseer Wanne) kam es zur Akkumulation der quartären Grobschüttungen, deren Unterkante stellenweise bis auf 90 m Seehöhe reicht.

Die Deckschicht der nördlichsten Zone der Terrasse besteht aus sandigen Lössen, die den Randlössen im Süden ähnlich sind. Die aus diesem Löss entstandenen Tschernoseme sind etwas tiefgründiger. Der darunter liegende Schotterkörper scheint gegen den Abbruch zur Marchniederung an Mächtigkeit zu verlieren und sich gleichzeitig mit den Tertiär-Sedimenten (mergelige Sande) zu vermischen. Die südlich der Ortschaft Oberweiden liegenden weißen, kalkhaltigen Dünen sind aus ausgewehstem Tertiär-Material entstanden.

Gegen die Weidenbachniederung fällt die Terrasse sanft ab. Die breite, flache Weidenmulde wird von schluffigen Schwemmlössen ausgefüllt, die im Gebiet von Zwerndorf auch die Sedimente der Marchniederung überlagern. Aus diesen Feinsedimenten entwickelten sich die tiefgründigen Schwarzerden (STECKER 1982).

Die deutliche Abgrenzung der Paratschernoseme zu den Lößböden sowie ihre zonare Verbreitung parallel zum Terrassenabfall sprechen gegen eine äolische Sedimentation. Die Ablagerung der kalkfreien Sande erfolgte fluvial durch die March. Die Paratschernoseme sind schwach lehmige bis lehmige Sande auf Schotter (STECKER 1982).

3.1.3 Grundwasserverhältnisse

Die Mächtigkeit des Grundwasserleiters variiert von 3–80 m, bei Flurabständen von 0–16 m und Überlagerungsmächtigkeiten von 1–10 m. Die Durchlässigkeiten der quartären Kiese liegen im Bereich von etwa 10^{-3} m/s.

Den Hauptanteil der mittleren jährlichen Grundwasserneubildung stellen Winterniederschläge, unterirdische Zuflüsse aus der Donau (vornehmlich im Bereich von Wien) und dem Weinviertler Hügelland dar. Ebenso ist künstliche Grundwasseranreicherung über den Marchfeldkanal bei Deutsch Wagram zu erwähnen. Die großräumige Fließrichtung des Grundwassers verläuft von NW nach SO.

3.1.4 Meteorologie

Die langfristige mittlere Jahresniederschlagssumme im Marchfeld beträgt 522 mm (470–589 mm). Ausgehend von einer mittleren potenziellen Verdunstung von 760 mm (STENITZER & HOESCH 2005), ergibt sich daraus ein Defizit in der klimatischen Wasserbilanz. Niederschlagsüberschüsse sind demnach nur in den Wintermonaten zu erwarten (siehe Abbildung 14). NEUDORFER & WEYERMAYR (1998) geben für das Marchfeld eine Grundwasserneubildung von 49 mm/a an.

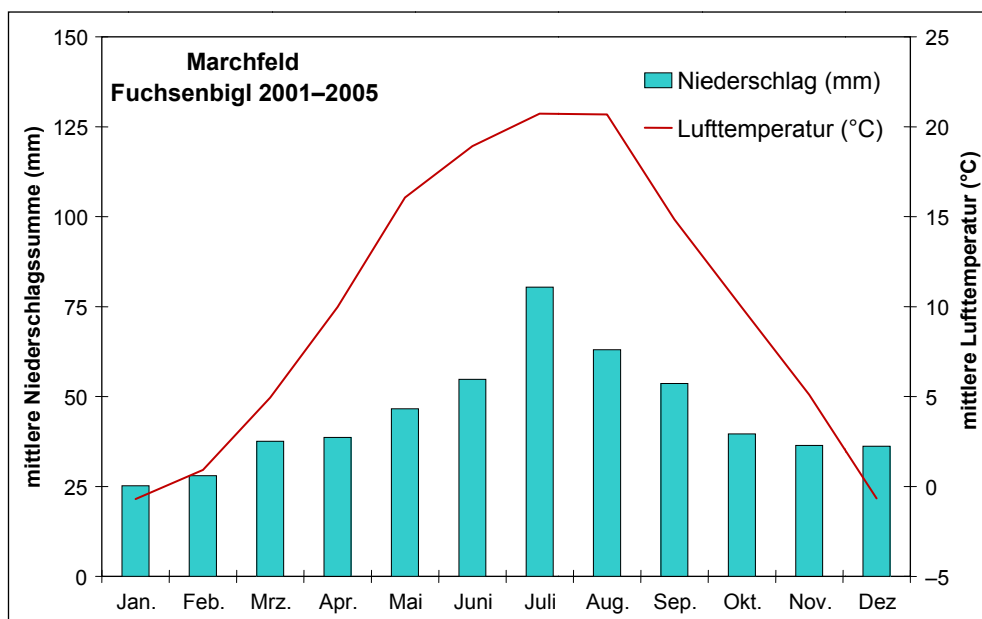


Abbildung 14: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen und Monatstemperatur der Station Fuchsenbigl im Marchfeld (ZAMG 2007).

3.1.5 Boden

Gemäß Soil Type Units (FAO 1998) können im Marchfeld die in Tabelle 5 aufgelisteten Böden unterschieden werden. Außerdem sind diese Bodentypen der Österreichischen Bodennomenklatur 2000 (NESTROY et al. 2000) gegenübergestellt. Mehr als die Hälfte des Marchfeldes wird demnach von Tschernosemen eingenommen, die typischerweise mächtige Humushorizonte aufweisen.

Tabelle 5: Böden im Marchfeld, Typologie nach FAO und Österr. Bodennomenklatur 2000.

FAO – Unesco version 2.0	Österr. Bodennomenklatur 2000	Anteil
Haplic Chernozem	Carbonatfreier Tschernosem	20,8 %
Calcaric Fluvisol	Carbonathaltiger Auboden, Carbonathaltiger Augley, Carbonathaltiger Schwemmboden, Carbonathaltiger Rohauboden	15,7 %
Calcic Chernozem	Carbonathaltiger Tschernosem, Carbonathaltiger Brauner Tschernosem	58,9 %
Calcaric Regosol	Carbonathaltiger Feinmaterial-Rohboden, Carbonathaltiger Kultur-Rohboden	0,1 %
Eutric Fluvisol	Carbonathaltiger Auboden, Carbonathaltiger Augley, Carbonathaltiger Schwemmboden, Carbonathaltiger Rohauboden	4,5 %
Humic Gleysol	Typischer Gley; humusreich; Anmooriger Nassgley; Anmooriger Hanggley (Quellgley)	0,7 %

Basierend auf Auswertungen von CORINE Landcover 2000-Daten (CORINE 2000) ergibt sich über dem Grundwasserkörper Marchfeld die in Tabelle 6 dargestellte anteilmäßige Verteilung der Landnutzung. 75 % der Fläche werden landwirtschaftlich genutzt. Wälder und naturnahe Flächen sowie bebautes Gebiet stellen den Hauptanteil des übrigen Flächenanteils im Marchfeld dar.

Tabelle 6: Landnutzung im Marchfeld nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	9,1 %
Landwirtschaftliche Flächen	75 %
Wälder und naturnahe Flächen	14,1 %
Feuchtflächen	0,2 %
Wasserflächen	1,6 %

3.1.6 Hydrochemie

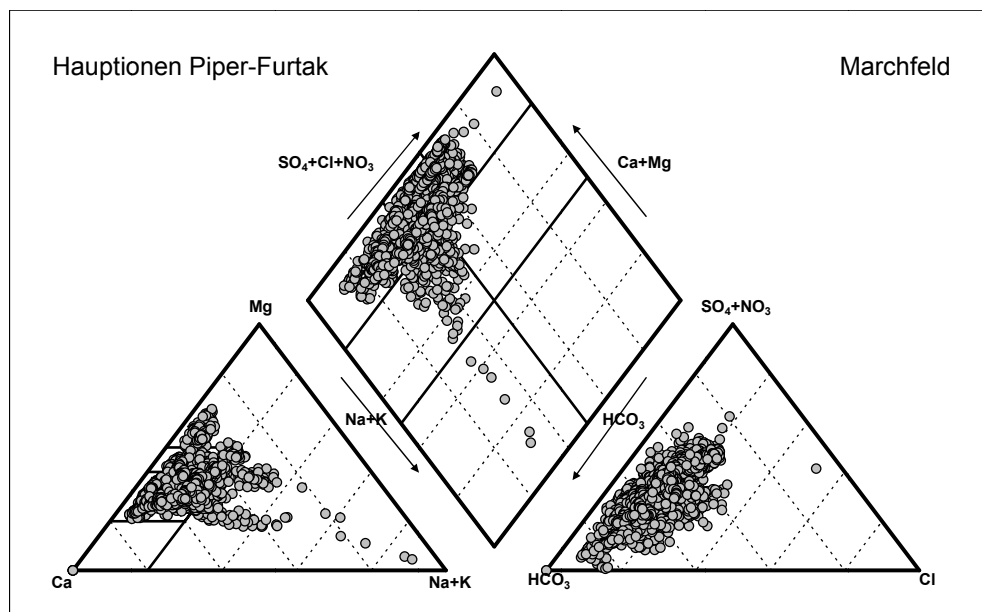


Abbildung 15: Hauptionenverteilung im Einzelgrundwasserkörper Marchfeld.

Abbildung 15 zeigt die Verteilung der Hauptionen des Einzelgrundwasserkörpers Marchfeld. Die Darstellung im Piper-Furtak-Diagramm umfasst alle GZÜV-Messstellen in Niederösterreich und Wien seit Beginn der Erhebungen im Rahmen der GZÜV.

Trotz der großen Bandbreite sind die Wässer im Marchfeld grundsätzlich den erdalkalischen bzw. erdalkalisch-alkalischen Wässern zuzuordnen, die dadurch gekennzeichnet sind, dass die erdalkalischen Kationen Calcium und Magnesium mindestens 50 % des Hauptionenanteils einnehmen, wohingegen der Anteil der alkalischen Kationen Natrium und Kalium vorwiegend unter 50 % der gesamten Kationen beträgt. Bloß einige Analysen sind auch alkalisch betont. Die erdalkalisch-carbonatischen Wässer sind vom Ca-Mg-Misch-Subtypus oder vom Mg-betonten Subtypus.

3.2 Parndorfer Platte

3.2.1 Allgemeines

Die Parndorfer Platte liegt zur Gänze im Bundesland Burgenland und erstreckt sich in Form einer morphologisch wenig gegliederten Hochfläche zwischen den Ortschaften Parndorf, Potzneusiedel, Nickelsdorf, Halbturn und Neusiedl am See. Im Nordwesten erreicht die Platte eine absolute Höhe von 180 m. ü. A. Im Süden, entlang der Linie Neusiedl am See und Halbturn, fällt die Schotterterrasse mit einer Sprunghöhe von bis zu 50 m markant gegen die Niederterrasse des Seewinkels hin ab. Der südöstliche Terrassenabschnitt wird durch die im Süden abfließenden Tälchen zerteilt. Weiter im Osten und nördlich der Leitha, zum so genannten Heideboden hin ist der Abfall deutlich flacher ausgeprägt (siehe Abbildung 16).

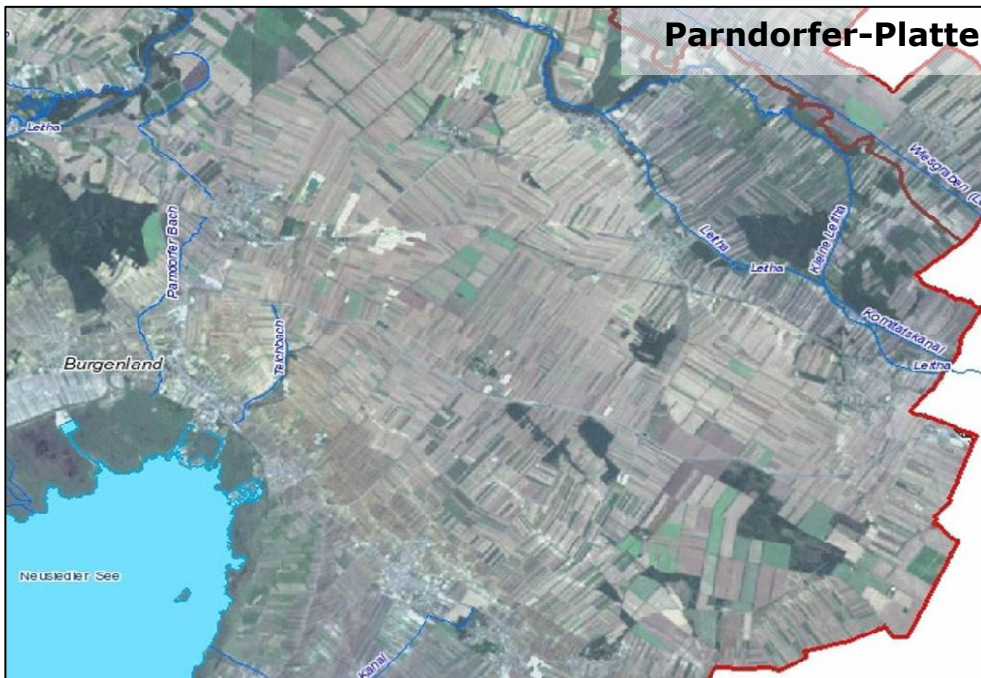


Abbildung 16: Satellitenabbildung des Grundwasserkörpers Parndorfer Platte (Quelle: BMLFUW).

Die Parndorfer Platte nimmt eine Fläche von 254 km² ein und wird intensiv landwirtschaftlich genutzt (siehe Abbildung 16). Die größeren Siedlungen befinden sich am Rand der Hochfläche, wodurch die Platte selbst zu einem der größten nahezu unbewohnten Gebiete im Osten Österreichs zählt. Neben der Landwirtschaft spielt auch die Jagd und in jüngerer Zeit auch die Gewinnung von Windenergie eine nicht unerhebliche Rolle.

3.2.2 Geologie

Aus geologischer Sicht wird die Parndorfer Platte aus unterschiedlich alten, meist stark verwitterten, sandigen Schottern der Quartärzeit gebildet, welche einem tertiären Sockel aus pannonen Tonen, Sanden und Kiesen auflagern. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um mindelzeitliche Schotter der Terrasse von Ornding, Lehen und Äquivalente. Nordwestlich um die Typuslokalität Parndorf sind lokal auch günz-eiszeitliche Terrassensedimente (nicht nur Deckenschotter) im Niveau Hochstrassberg am Aufbau beteiligt. Die Mächtigkeit der quartären Schotter beträgt bis zu ca. 25 m. Die größten Mächtigkeiten sind nördlich und westlich von Gattendorf, südlich der Annakapelle und südwestlich von Zurndorf im Bereich der dort verbreiteten Mindel- und Günz-Deckenschotter ausgebildet.

Die stellenweise nur relativ stauende tertiäre Basis des Schotterkörpers wird von Tonen, Sanden und Feinkiesen gebildet, welche einen ähnlichen Verwitterungszustand wie die Kiese des Quartärs aufweisen (Abbildung 17). Das Relief der Oberkante (Rinnen, Rippen) ist für die Grundwasserströmung von gewisser Bedeutung. Durch die Permeabilität ist das Tertiär aber nicht immer als Stauer anzusprechen, weswegen ein Absickern des oberen Grundwassers in größere Tiefen möglich ist.

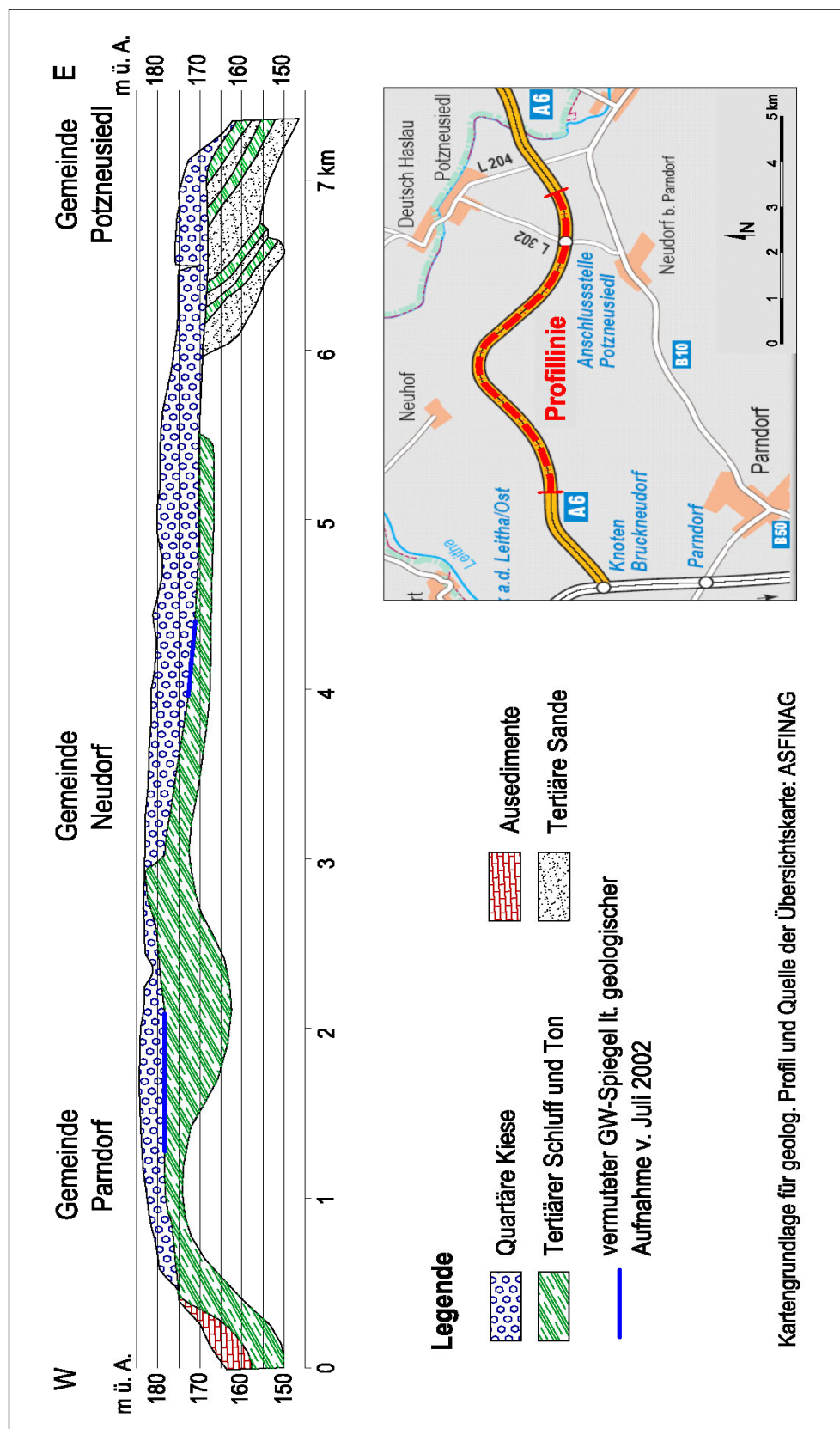


Abbildung 17: Geologisches Profil durch die Parndorfer Platte (nach: ASFINAG 2003).

Schmale Ausbissstreifen des tertiären Sockels finden sich am Südwest- und Südostrand der Parndorfer Platte.

Über den Deckenschottern und den Terrassensedimenten kommen Deckschichten aus äolischen Sedimenten zu liegen (Löß und Lößlehm). Auf den Schottern der gedellten Terrasse ist in der Regel eine nur wenige Dezimeter starke Bodenschicht ausgebildet. Geologisch begrenzt wird die Parndorfer Platte im Norden durch die Quartär-Tertiärgrenze zur Grundwasserkörper-Gruppe Südl. Wiener Becken-Ostrand (LEI) mit der GWK-Nr. GK 100178, im Osten durch das Leithatal bzw. den Einzelgrundwasserkörper Heideboden. Im Südosten bildet die Staatsgrenze zu Ungarn lediglich eine geographische Grenze. Im Süden schließt unter der morphologisch markanten Terrassenstufe, die möglicherweise eine tektonische Bruchlinie nachzeichnet, der Einzelgrundwasserkörper Seewinkel an. Die Westbegrenzung bildet ebenfalls morphologisch die Eindellung westlich der Typuslokalität Parndorf.

3.2.3 Grundwasserverhältnisse

Mit über 250 km² zählt der Einzelgrundwasserkörper Parndorfer Platte zwar zu den mittelgroßen oberflächennahen Porengrundwasserkörpern, aufgrund eines fehlenden durchgängigen Stauhizontes findet jedoch keine Ausbildung eines ergiebigen und zusammenhängenden Aquifers statt. Nach HÖLTING (1996) kann hier von einem „Schwebenden Grundwasserstockwerk“ gesprochen werden, weil zum Liegenden nur eine geringfügige Permeabilitätsverringerung vorliegt.

Aufgrund der eher komplexen hydraulischen Untergrundverhältnisse liegen im Bereich der Parndorfer Platte vermutlich keine „Grundwasserstockwerke“ im eigentlichen Sinne vor. Vielmehr kann davon ausgegangen werden, dass es sich um eine Mehrzahl von lokalen und zum Teil auch gespannten Grundwasserleitern handelt, welche auch untereinander in hydraulischem Zusammenhang stehen können. Dabei ist auch ein Absickern von Niederschlagswasser in größere Tiefen und somit eine Alimentation von artesischen Tiefengrundwasserkörpern, wie sie im nördlichen Teils des Seewinkels angetroffen werden, möglich. So sind beispielsweise im südlichen Vorfeld der Terrasse unter dem Sockel (z. B. in Neusiedl/See) die stärksten Arteser des Burgenlandes mit 30 l/s bekannt, ebenso mehrere Sekundenliter (im trockenen Sommer 2001: 3 l/s) schüttende Drainagen und Industriebrunnen sowie gespannte WV-Brunnen des Wasserleitungsverbandes Nördliches Burgenland.

Hinweise auf die unterschiedliche Genese der Grundwässer geben die stark variierenden Grundwasseralter, welche sich aus Untersuchungen tieferer Grundwasserbereiche im Rahmen einer Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee ergeben. Hierbei wurden Verweilzeiten zwischen 100 und mehreren 10.000 Jahren festgestellt. Bei oberflächennah aufgeschlossenen Grundwässern handelt es sich auch oft um Mischwässer aus versickerten Niederschlägen und aus Alimentation auskeilender Sandschichten des Tertiärs. Die Grundwassermächtigkeiten betragen im Mittel zwischen 3 und 6 m. Häufig wurde in oberflächennahen Bereichen auch kein Grundwasser angetroffen.

Die Durchlässigkeit der quartären Sedimente wird im Mittel mit $5 \cdot 10^{-4}$ m/s angegeben, sie sind aber meist trocken und bilden den Großteil der ungesättigten Zone. Die Permeabilitäten der unterlagernden Tertiärhorizonte scheinen ähnlich, bzw. nur geringfügig kleiner zu sein.



Den Grundwassergleichen zufolge (27.10.1986 NGW) wird der Grundwasserkörper vorwiegend von Nordwesten, von der Typuslokalität Parndorf her, gespeist. Hauptsächlich versickern die aus dem Niederschlag episodisch abfließenden Gerinne zentrifugal in den Schottern der Terrasse. In welchem Ausmaß versickerndes Niederschlagswasser Einfluss auf die Grundwasserneubildung hat, ist jedoch noch nicht eindeutig geklärt. Infolge der großen Flurabstände in Verbindung mit den Untergrundverhältnissen sowie des Verdunstungseinflusses ist häufig eine sehr große Verzögerung (ca. 2 Monate) zwischen Niederschlag und Grundwasseranstieg feststellbar. Ebenso weisen Beobachtungen darauf hin, dass erst Niederschläge ab einer höheren Menge (> 70 mm/Monat) erkennbare Anstiege des Grundwasserspiegels bewirken.

Die Analyse der zeitlichen Entwicklung der Grundwasserstände ergibt, dass der Grundwasserspiegel vor allem in den letzten 20 Jahren abgesunken ist, wobei die stärkste Auswirkung im Vergleich zum Seewinkel in der Parndorfer Platte bemerkbar war (REZABEK 1990).

3.2.4 Altlasten und Verdachtsflächen

Im Bereich bzw. im unmittelbaren Umfeld der Parndorfer Platte befinden sich lt. Umweltbundesamt-Datenbank mehrere Altablagerungen:

- Deponie Neusiedl, Altablagerung; Status: gemeldet
- Gemeindedepoie Parndorf, Altablagerung; Status: Altlast saniert
- Grube Parndorf-West, Altablagerung; Status: Verdachtsfläche
- Deponie Mönchhof, Altablagerung; Status: gemeldete Fläche
- Deponie Halbturm, Altablagerung; Status: Beobachtungsfläche.

3.2.5 Meteorologie

Im Mittel beträgt die jährliche Niederschlagssumme ca. 541 mm (479–562 mm). Die durchschnittlichen monatlichen Niederschlagssummen (2001–2005) schwanken zwischen 25–50 mm und sind nur im Juli und August etwas höher (Abbildung 18).

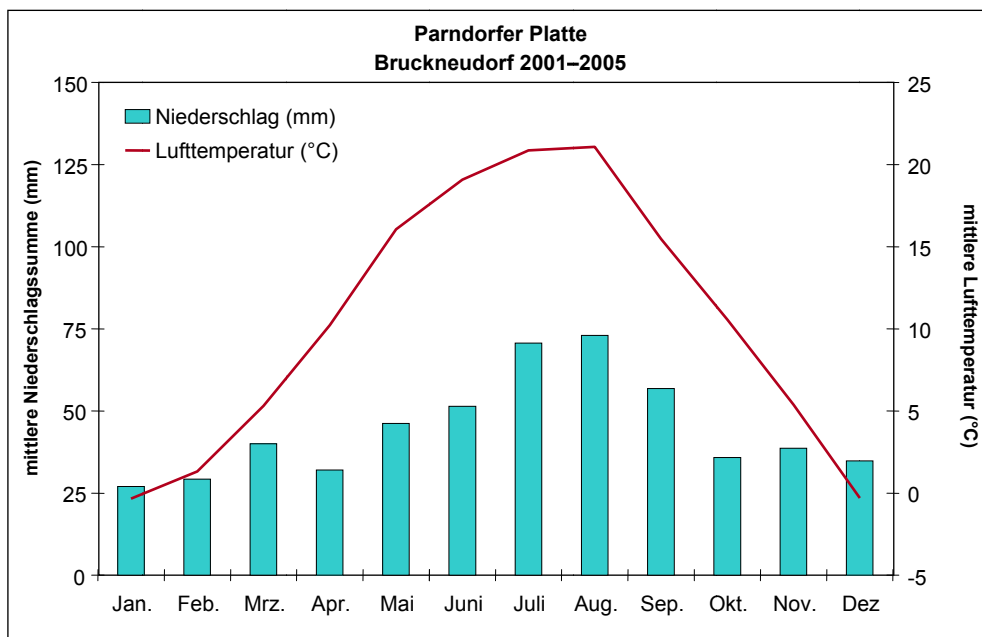


Abbildung 18: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen und Monatstemperatur der Station Bruckneudorf in der Parndorfer Platte (ZAMG 2007).

3.2.6 Boden

Die Böden der Parndorfer Platte können gemäß FAO Soil Type Units (FAO 1998) bzw. der österreichischen Bodennomenklatur 2000 (NESTROY et. al. 2000) entsprechend Tabelle 7 eingeteilt werden.

Tabelle 7: Böden der Parndorfer Platte, Typologie nach FAO und Österr. Bodennomenklatur 2000.

FAO – Unesco version 2.0	Österr. Bodennomenklatur 2000	Anteil
Haplic Chernozem	Carbonatfreier Tschernosem	65,3 %
Calcic Chernozem	Carbonathaltiger Tschernosem, Carbonathaltiger Brauner Tschernosem	12,4 %
Calcaric Regosol	Carbonathaltiger Feinmaterial-Rohboden, Carbonathaltiger Kultur-Rohboden	22,2 %
Eutric Histosol	Typisches Niedermoor, teils Anmoor mit carbonathaltigen Varietäten, Übergangsmoor	0,1 %
Calcic Cambisol	Carbonathaltige Braunerde, Carbonathaltige Relikt-Braunerde	2,2 %

Die anteilmäßigen Arten der Landnutzung im Gebiet Parndorfer Platte gemäß CORINE Landcover 2000 sind der nachfolgenden Tabelle 8 zu entnehmen.

Tabelle 8: Landnutzung im Gebiet Parndorfer Platte nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	3,3 %
Landwirtschaftliche Flächen	93,4 %
Wälder und naturnahe Flächen	3,3 %
Feuchtfächen	0 %
Wasserflächen	0 %

3.2.7 Hydrochemie

Die Verteilung der Hauptionen im Piper-Furtak-Diagramm zeigt eine deutliche Variabilität der Wässer in der Parndorfer Platte von erdalkalisch-carbonatisch bis erdalkalisch-sulfatisch (siehe Abbildung 19).

Im Kationendreieck zeigt sich deutlich, dass das Grundwasser durch Calcium und Magnesium dominiert wird, die Alkalien spielen nur eine untergeordnete Rolle. Ein ähnliches Bild zeigt das Anionendreieck, aus dem zu erkennen ist, dass Chlorid für das Grundwasser in der Parndorfer Platte nur peripher von Bedeutung ist.

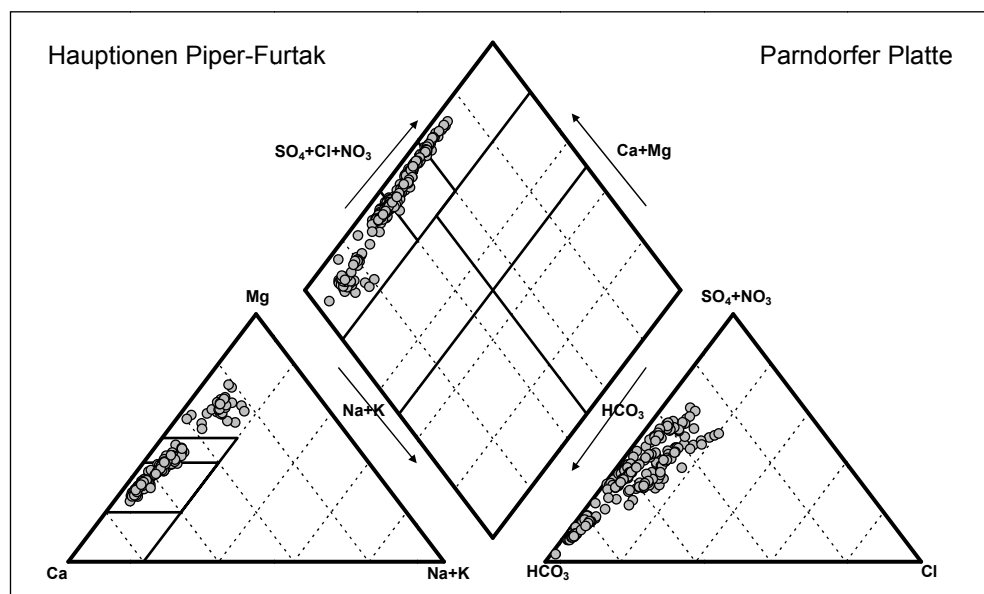


Abbildung 19: Hauptionenverteilung im Einzelgrundwasserkörper Parndorfer Platte.

Alle Messdaten seit Beginn der GZÜV-Untersuchungen befinden sich im Feld der erdalkalischen Wässer.

3.3 Traun-Enns-Platte

3.3.1 Allgemeines

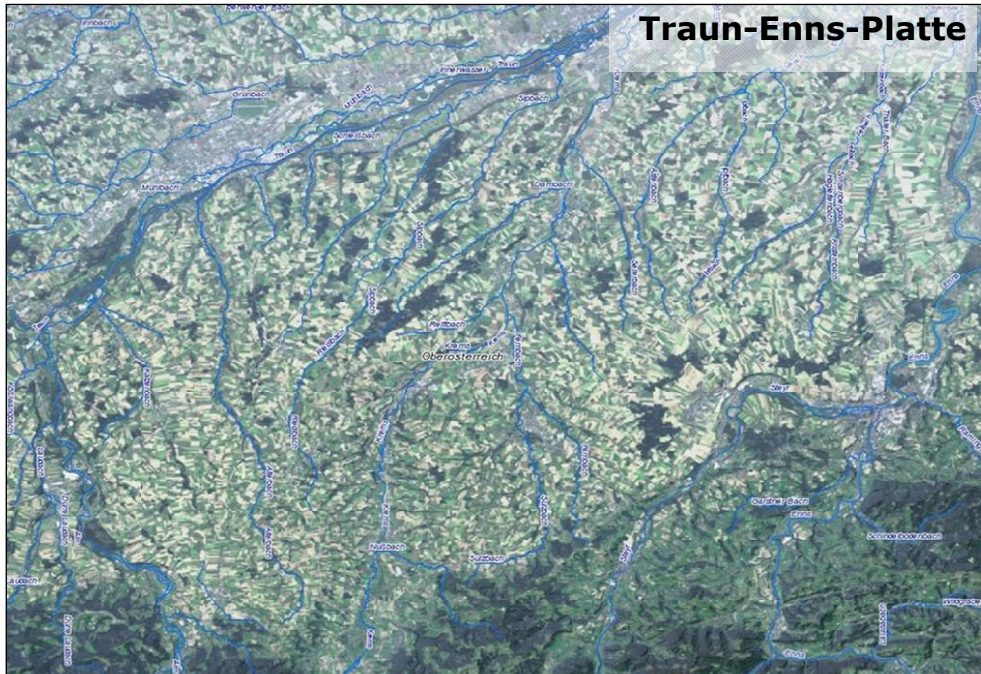


Abbildung 20: Satellitenabbildung des Grundwasserkörper Traun-Enns-Platte (BMLFUW).

Die Traun-Enns-Platte (TEP) ist eine Landschaftseinheit, die größtenteils innerhalb der Molassezone situiert ist und gegen Süden durch den morphologischen Alpenrand sowie durch die Flüsse Traun, Donau, Enns und Steyr begrenzt wird. Weite Teile davon sind eine vordergründig recht wenig gegliederte Hochfläche („Platte“; siehe Abbildung 20). Dies ist vorwiegend dadurch bedingt, dass die Oberflächen-gestaltung durch alt- und mittelpleistozäne Moränenwälle und zugeordnete fluviatile Schüttungen in Form von riesigen Schwemmfächern dominiert wurde. Morphologisch akzentuiert sind am ehesten die Moränenwälle beiderseits des Kremstales von seinem Austritt aus der Flyschzone bis etwa Kremsmünster. Die Auswirkungen der jungpleistozänen Vereisungen beschränkten sich auf die präexistierenden Talzüge. Zwei größere Flüsse – die Alm und die Krens mit ihren Zubringern – haben sich in diese Hochfläche und bis tief in den Molasseuntergrund eingeschnitten und breite Sohlentäler ausgebildet.

Die Traun-Enns-Platte weist eine Länge (in SW–NO-Richtung) von ca. 40 km und eine Breite (NW–SO) von ca. 20 km auf. Die Flächenausdehnung beträgt ca. 785 km². Der Talboden des Kremstales südlich von Wartberg bis zum Rand der Kalkalpen wird unter wasserwirtschaftlichen Aspekten ebenfalls zur Traun-Enns-Platte gerechnet. Dieser Talabschnitt ist gut 10 km lang und bis zu ca. 2,5 km breit und liegt zur Gänze im Bereich der Flyschzone (siehe Abbildung 21). Die Höhenlage der Traun-Enns-Platte (Hochfläche und Täler) bewegt sich in einem Bereich zwischen ca. 300 und ca. 500 m Seehöhe.

Im Folgenden wird ein stratigraphischer Überblick und eine Darstellung der hydrogeologisch relevanten Verwitterungs- und Bodenbildungen sowie eine Charakterisierung der wichtigsten Grundwasserkörper gegeben. Zur Illustration dienen eine

regionalgeologische Übersichtsdarstellung (siehe Abbildung 21) und eine geologische Karte der Traun-Enns-Platte nach KOHL (2000; siehe Abbildung 22) sowie ein schematisches hydrogeologisches Profil, verändert nach VOHRZYKA (1973; siehe Abbildung 23).

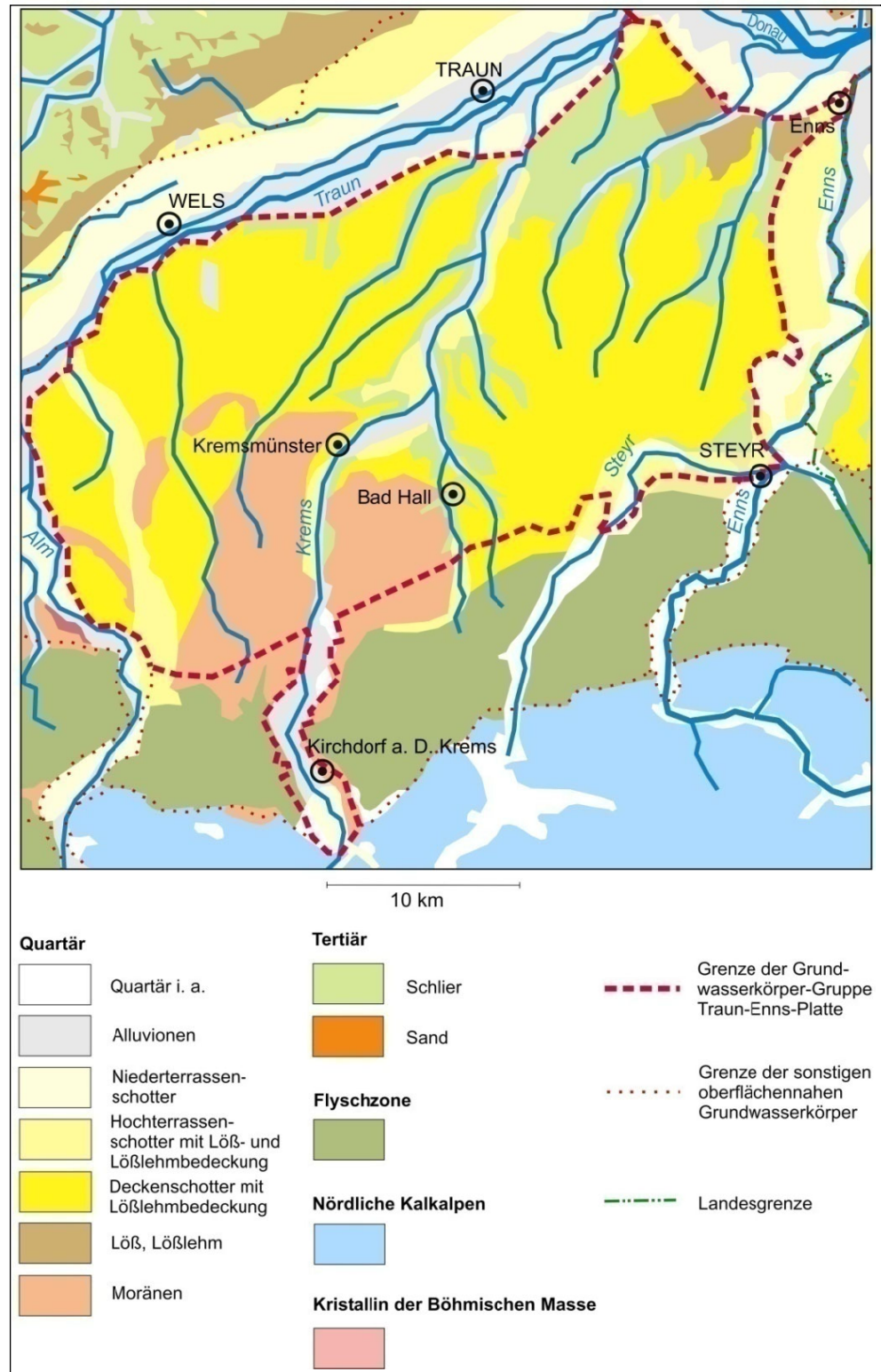


Abbildung 21: Geologische Kartenskizze zur Traun-Enns-Platte nach der Geologischen Karte von Oberösterreich 1:200.000.

3.3.2 Geologie

Der Untergrund des besagten Gebietes wird von einem Sockel aus tertiären Sedimentgesteinen der Molassezone (im Süden auch der Flyschzone) und darüber abgelagerten quartären Sedimenten unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Genese gebildet. Das Tertiär steht insbesondere im Nordosten der Traun-Enns-Platte auch großflächig und weiters in den diversen Taleinschnitten an. Die quartären Sedimente stammen vorwiegend aus dem Alt- und Mittelpleistozän. Vor allem im Norden und Osten herrschen dabei Ältere Deckenschotter vor (Altpleistozän). Sie tragen eine Verwitterungs- und Lösslehmdecke bis zu ca. 15 m Mächtigkeit.

3.3.2.1 Stratigraphischer Überblick

Die quartären Ablagerungen der Traun-Enns-Platte stammen aus den drei älteren der vier klassischen alpinen Eiszeiten und einer vermuteten Kaltzeit zwischen Günz und Mindel (die klassische Eiszeitnomenklatur wird beibehalten, weil es bis dato keinen besseren Ersatz gibt). Vor-günzzeitliche oder pliozäne Sedimente sind auf wenige isolierte Vorkommen nördlich von Vorchdorf, östlich von Ansfelden und westlich von Steyr beschränkt (Schotter von Etzengarn, Eden-Reuharting und Forstholz). Sie haben den Charakter von Restschottern (Quarzreichtum) auf einer besonders hoch liegenden Molassebasis. Würmzeitliche Ablagerungen sind auf die Talfüllungen beschränkt und von den rezenten Flussablagerungen kaum zu unterscheiden. Wichtiger für die Fragestellung sind hingegen die Verwitterungserscheinungen der Deckschichten auf den alt- und mittelpleistozänen Schüttungen sowie die Oberflächengestaltung abseits der rezenten Gerinne durch bloß zeitweise abflussaktive Senken (Dellen); diese Themen werden in Kapitel 3.3.2.2 behandelt. Die Basis der quartären Ablagerungen besteht aus Molassegesteinen der Puchkirchener, Haller und Innviertler Serie (Puchkirchen-Gruppe, Eger; Hall-Formation, Eggenburg; Innviertel-Gruppe, „Robulus-Schlier“, Ottnang), am Alpenrand auch aus kreidezeitlichen sowie alttertiären Gesteinen der Flyschzone (die Grenze zwischen Flysch- und Molassezone ist im Bereich der Traun-Enns-Platte unter Quartärsedimenten verborgen). Die drei erstgenannten Formationen weisen im Hinblick auf die Fragestellung einen sehr ähnlichen Charakter auf und werden daher im Folgenden zumeist unter dem informellen Begriff „Schlier“ zusammengefasst. Meist handelt es sich dabei um Tonmergel mit Sandzwischenlagen und -linsen (nur in der Puchkirchener Serie auch Kieseinschaltungen, vorwiegend aus Kristallingeröllen).

Nach Abtragung der Oberen Süßwassermolasse (Hausruckschotter usw.) im Pliozän kamen diese Gesteine an der Erdoberfläche zu liegen und waren einer erosiven Gestaltung ausgesetzt. In die resultierende, erosive Molasseoberfläche („Altfläche“) unter Quartärbedeckung sind daher flache, sich teilweise kreuzende Rinnen eingeschnitten, an denen man im westlichen Teil der Traun-Enns-Platte zwei verschieden alte Entwässerungssysteme ablesen kann. Das ältere, weniger tief eingeschnittene System entwässerte in nordöstlicher Richtung und hatte einen nordwärts gerichteten Sammelabfluss (über die „Schleißheimer Mulde“) ins Donautal westlich von Wels. Das jüngere System verläuft eher von Süden nach Norden und folgt den rezenten Flussläufen. Einige dieser Abflussrinnen waren zeitweise viel stärker ausgeprägt und erscheinen in der geologischen Karte (siehe Abbildung 22), als „Aiterbachrinne“ (zwischen Pettenbach und Wels) und „Wolfener Rinne“ (ehem. Verlauf der Steyr zwischen Obergrünburg und Enns), beide mit einer mindelzeitlichen Kiesfüllung, sowie als „Pettenbachrinne“ (ein risszeitlich verfüllter Talverlauf der Alm, von Pettenbach Richtung NNW).

Im Pleistozän waren die Täler der Traun, Alm, Krems, Steyr und Enns vergletschert. Die Günzgletscher waren hier – untypisch für den Rest des Alpenraumes – am stärksten entwickelt, und auch der Krems-Gletscher, ein Nebenast des Steyr-Gletschers, drang zu dieser Zeit relativ weit ins Vorland hinaus (Moräne von Sattledt). Wenn nichtsdestotrotz aber der Hauptast des Steyr-Gletschers zu keiner Zeit über den Alpenrand vorstoßen konnte, so liegt dies daran, dass Oberösterreich im Übergangsbereich zwischen Vorlandvergletscherung (Salzachgletscher) und Talvergletscherung am Ostrand des Eisstromnetzes lag. Die weiteren Vergletscherungen verblieben jeweils innerhalb der zuvor geschaffenen Zungenbecken bzw. Abflussrinnen. Aufgrund dieser besonderen Umstände wird ein großer Teil der Traun-Enns-Platte von den zwei Sandkegeln des günzzeitlichen Steyr-Krems-Gletschers eingenommen (Ältere Deckenschotter). Von den beiden sehr flachen Kegeln scheint der westliche von der Moräne von Sattledt, der östliche aber vom Durchstoßpunkt der Steyr am morphologischen Alpenrand auszugehen. Da die Älteren Deckenschotter ein ausgeprägtes Basisrelief überdecken, schwankt ihre Mächtigkeit beträchtlich und beträgt ca. 15–30 m. Besonders gegen die Talflanken hin sind die Älteren Deckenschotter häufig konglomeratisch verfestigt (Nagelfluh).

Innerhalb der günzzeitlichen Zungenbecken von Vorchdorf und Sattledt liegt ein oft völlig dicht konglomerierter Kieskörper auf den Älteren Deckenschottern (eig. Günz-Vorstoßschotter). Diese „Weiße Kremsmüsterer Nagelfluh“ wurde wahrscheinlich aus dem Almtal geschüttet und musste in Anbetracht einer warmzeitlichen Bodenbildung mit Froststauchungen von den Älteren Deckenschottern abgetrennt und einer separaten Kaltzeit (Stadial?) zugeordnet werden.

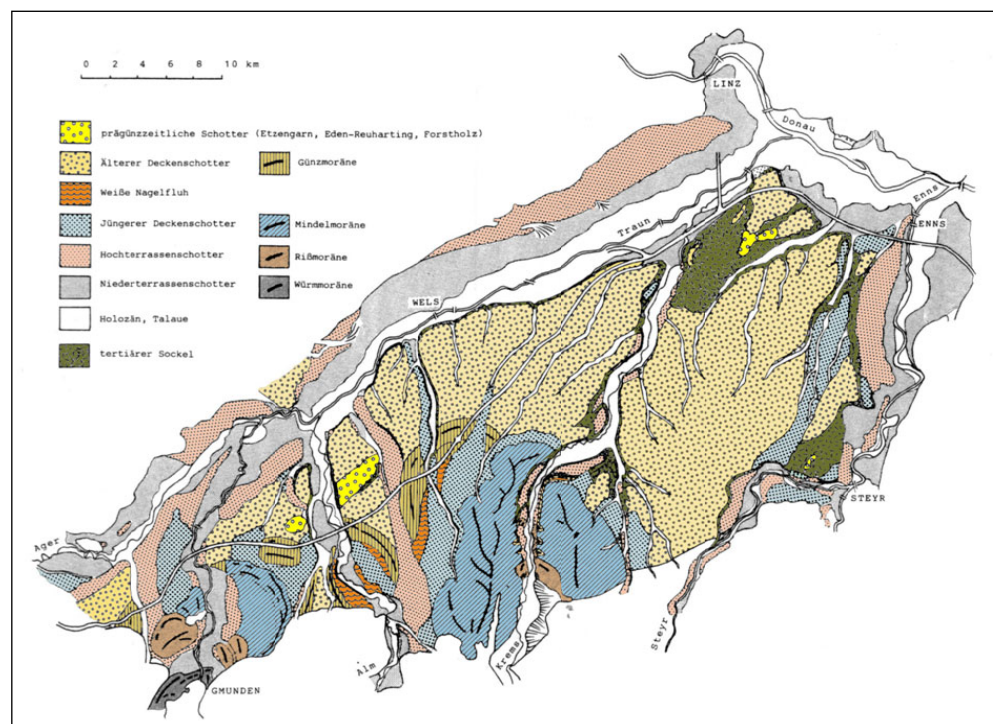


Abbildung 22: Geologische Karte der Traun-Enns-Platte verändert nach KOHL 2000 (STRAKA 2006).

Die morphologisch auffallendste Struktur der Traun-Enns-Platte hat der mindelzeitliche Kremsgletscher in Form der bis zu knapp 100 m mächtigen und sehr breiten „Endmoräne von Kremsmünster“ hinterlassen. Dieser Gletscher strömte auf einer

Kiesplatte aus Älteren Deckenschottern und Weißer Nagelfluh. Generell stapelten sich bis dahin im Bereich der präexistierenden Zungenbecken die Ablagerungen der einander folgenden Kaltzeiten übereinander (Ältere Deckenschotter, Weiße Nagelfluh, Mindelvorstoßschotter, Mindelmoräne), während sich außerhalb dieser Becken die Schmelzwasserflüsse der Mindelzeit tief in die Älteren Deckenschotter und schließlich die Molasse einschnitten, so dass die fluvioglazialen Jüngeren Deckenschotter in breite Rinnen geschüttet wurden und nirgends mehr das Niveau der Älteren Deckenschotter-Oberfläche erreichten (typisch dafür etwa die Aiterbachrinne). Eine Ausnahme dazu ist nur im Gebiet südlich und südöstlich von Bad Hall feststellbar: Hier war der Mindelgletscher über die Günzmoräne hinaus vorgestoßen und die Jüngeren wurden auf den Älteren Deckenschottern abgelagert, getrennt durch eine Lage aus abgespülten Verwitterungsprodukten der Flyschzone (dementsprechend enthalten die Deckenschotter hier zwei Grundwasserstockwerke). Die Jüngeren Deckenschotter sind karbonatreicher als die Älteren Deckenschotter und – da sie weniger stark verwittert sind – auch etwas durchlässiger. An den Talflanken können sie ebenfalls zu Konglomerat verfestigt sein. Unter den Mindelmoränen von Kremsmünster sind die „Jüngeren Deckenschotter“ (eig. Mindel-Vorstoßschotter) ca. 5 bis 8 m, innerhalb der Wolfener Rinne allerdings ca. fünfmal so mächtig (nach Daten der Bohrlochdatenbank „GeoloGIS“ der Oberösterreichischen Landesregierung bei Wolfen, ca. 5 km nordwestlich von Steyr, bis ca. 37 m).

Nach einer Phase tiefer erosiver Einschneidung im Mindel-Riss-Interglazial endeten die Gletscher der vorletzten Eiszeit, sofern sie überhaupt das Vorland erreichten, als Talgletscher innerhalb der wesentlich größeren Mindelmoränen. Der prominenteste risszeitliche Sedimentkörper innerhalb der Traun-Enns-Platte ist die Füllung der oben erwähnten Pettenbachrinne. Dieser Kieskörper ist bis zu ca. 50 m mächtig und von großer wasserwirtschaftlicher Bedeutung.

Würmzeitliche bis rezente Flussablagerungen sind auf die heutigen Täler beschränkt. Terrassenschüttungen der letzten Eiszeit sind nur im Becken von Kirchdorf a.d. Krems bekannt; sie werden auf die Lokalgletscher der Haller Mauern zurückgeführt. Eine erwähnenswerte Besonderheit stellt weiters die Tatsache dar, dass in die Kiesfüllung des Kremstales zwischen Wartberg und Kremsmünster Seesedimente eingeschaltet sind (so dass auch in diesem Fall zwei Grundwasserstockwerke existieren).

3.3.2.2 Verwitterungserscheinungen und Deckschichten

Die Älteren Deckenschotter weisen eine autochthone Verwitterungsschwarte auf. Diese oft rötlich dunkelbraunen, sehr tonigen Kiese werden landläufig „Pechschotter“ genannt. Im Bereich der Sanderkegel sind sie unter metermächtigen Deckschichten größtenteils erhalten und bilden demgemäß einen weit verbreiteten Stauhorizont. Unter der Weißen Nagelfluh fehlen sie weitgehend, womit eine hydrologische Trennung zwischen der Weißen Nagelfluh und den Älteren Deckenschottern entfällt. Die Verwitterung hat außerdem an vielen Stellen bis zur Basis durchgegriffen. Dies führte über den Zerfall der in den Älteren Deckenschottern zahlreich vorhandenen Kristallingerölle zu einem vergleichsweise stark erhöhten Sandanteil dieser Kiese (Durchlässigkeit $< 10^{-3}$ m/s) sowie – unterstützt durch die Auflösung von Kalk-, Dolomit- und Mergelgeröllen – zu einer oft (karst)schlotartig konzentrierten Verlehmung und der Entwicklung von geologischen Orgeln (bis ca. 10 m Tiefe). Hydrologische Bedeutung gewinnen diese Verwitterungsschlote, wenn



sie nicht so stark verlehmen wie die Pechschotter, aber zufolge Materialverlust und Zusammensacken des Sedimentgerüsts der nachbrechende Lehm gelockert wird (auch Lösungshohlräume sind möglich). Die resultierende Erhöhung der Durchlässigkeit setzt dann einen positiven Regelkreis in Gang. Aufgrund des hohen Karbonatanteils der Älteren Deckenschotter kam es auch zu Verkarstungserscheinungen und sogar Höhlenbildung. Dies führte verschiedentlich zu Erdfällen.

Über der autochthonen Verwitterungsschwarte liegen oft mächtige Lösslehmdecken. Ihre Mächtigkeit schwankt sehr stark (0–15 m, typisch ca. 10–12 m), weil sie an Tal- und Dellenrändern immer zu einem Teil, manchmal aber auch gänzlich, abgetragen sind (was z. B. im Sipbachtal Anlass zur Anlegung einer größeren Zahl von Kiesgruben gab). Sie bestehen zum Großteil aus Schichtsilikaten (um 50 %) und Quarz (um 40 %) und sind weiters durch ein recht lockeres Korngerüst von hoher Porosität (bis > 50 %; nutzbarer Hohlraumanteil aber nur rund ein Drittel) sowie Durchlässigkeiten – oft, wegen der mit dem Alter fortschreitenden Tonmineralneubildung, von oben nach unten abnehmend – zwischen 10^{-6} und 10^{-11} m/s gekennzeichnet. Über den Älteren Deckenschottern enthalten sie darüber hinaus im typischen Fall zwei Bodenhorizonte zwischen den Pechschottern und dem rezenten Boden, die den Sickerstrom behindern und Staunässe verursachen können (5–10 % höherer Tonanteil). Es ist zwar erwiesen, dass Brunnen geringer Leistung mit Grundwasser gespeist werden können, das sich in der Lösslehmdecke über den Pechschottern staut (Lößkarst?), doch insgesamt sind die Möglichkeiten einer flächenhaften Grundwasserneubildung im Bereich der Älteren Deckenschotter sehr beschränkt, so dass lineare und punktuelle Versickerungszonen angenommen werden müssen (Verwitterungsschlote bzw. Tal- und Dellenränder). An den Talrändern, einschließlich der früheren Talverläufe von Alm und Steyr, ist ein vertikaler Sickerstrom auch dadurch eher möglich, dass dort – nahe den jüngeren Kiesschüttungen, die die Quellen des Flugstaubes gewesen sein müssen – der Grobschluff-/Feinsandgehalt und demzufolge auch der Grobporenanteil im Sediment zumeist erhöht ist.

Als „Delle“ wird eine lang gestreckte Senke ohne perennierendes Gerinne bezeichnet. In der Traun-Enns-Platte sind sie charakteristisch für das Relief der Älteren Deckenschotter-Hochfläche und bilden häufig die zumeist trockenen, talaufwärtigen Fortsetzungen der rezenten Täler (ca. 8 km lang im Falle des Weyerbachtals). Genetisch betrachtet handelt es sich um ein altes Entwässerungssystem, das angelegt wurde, als die Sandflächen noch im Periglazialbereich lagen und die Schmelzwässer in den gefrorenen Untergrund einschneiden konnten, ohne zu versickern. Später wirkten die nunmehr „trockenen“ Dellen als Leitlinien der Abtragung: Die Deckschichten der Umgebung wurden randlich erodiert; die Dellen erhielten eigene Talfüllungen. Diese bestehen zumeist aus Solifluktionsmaterial mit sandigen Zwischenlagen (und enthalten daher unergiebig eigene Grundwasservorkommen). An den Dellenrändern wurden die Terrassenkiese teilweise freigelegt. Dadurch wird die Grundwasserneubildung auch in Bereichen der Hochfläche, die keine Taleinschnitte bis in den Kieskörper aufweisen, unterstützt.

Die tertiäre Basis der Traun-Enns-Platte hat aus der Zeit, in der das erwähnte ältere Rinnensystem angelegt wurde, ebenfalls eine oft metertiefe Verwitterungsschwarte. Im Bereich der gestörten Molasse im Südteil der Traun-Enns-Platte, aber auch nördlich davon war der Schlier tektonisch belastet und daher von vornherein mäßig bis stark geklüftet. Bei Entlastung zufolge Erosion der Überlagerung öffneten sich diese Klüfte sowie zahlreiche Schichtfugen – es entstand somit zusätzlich zum annähernd vertikalen tektonischen ein subhorizontales bzw. oberflächenparal-

leles Kluftsystem – und darüber hinaus bildeten sich weitere, häufig muschelförmige Entlastungsrisse und eine Tiefenverwitterung und Zerlegung bis zu bloß Zentimeter großen Kluftkörpern setzte ein. Der zersetzte Schlier erscheint zuerst grünlich-grau und wird schließlich bröckelig und braun („Brauner Schlier“ ist ein verbreiteter informeller Begriff). An der Oberfläche bildete sich ein lehmig-toniger Boden. Relikte dieser Bodenbildung können vereinzelt beobachtet werden; wie weit sie jedoch unter quartärer Bedeckung noch verbreitet sind, ist nicht näher bekannt. In jedem Fall findet eine Versickerung der „Quartärwässer“ im Schlier überall dort statt, wo zwar der tonige Boden, nicht aber die gesamte Zerlegungszone noch im Altquartär wieder abgetragen wurde. Die beschriebene Entfestigung zufolge Entlastung (Talklüftung) fand später auch an den neueren Einschnittsböschungen der Flüsse statt, so dass der Schlier an den bestehenden Talflanken ebenfalls stark aufgelockert ist. In beiden Fällen entstanden so bedeutende Grundwasserleiter, vor allem im Nordosten der Traun-Enns-Platte. Im Osten der Hochfläche, um Ansfelden bzw. Steyr, gibt es auch größere Gebiete, in denen der Schlier heute oberflächlich ansteht. Hier liegt über einer geringmächtigen Zerlegungszone eine metermächtige Decke aus Verwitterungs- und Lösslehm.

3.3.3 Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserkörper-Gruppe „Traun-Enns-Platte“ wird im Westen durch das Almtal (Einzelgrundwasserkörper „Vöckla-Ager-Traun-Alm“), im Norden durch das Traun- bzw. Donautal (Einzelgrundwasserkörper „Welser Heide“ und „Linzer Becken“), im Osten durch das Ennstal (Einzelgrundwasserkörper „Unteres Ennstal“) und im Süden durch die Flyschzone (Grundwasserkörper-Gruppe „Flyschzone“) begrenzt. Darüber hinaus umfasst die Grundwasserkörper-Gruppe „Traun-Enns-Platte“ den an die morphologische TEP nach Süden anschließenden Talboden des Kremstales bis zum Rand der Nördlichen Kalkalpen (Becken von Kirchdorf, siehe Abbildung 21).

In Tabelle 9 wird eine Übersicht über die wichtigen Grundwasserhorizonte gegeben, die in der Traun-Enns-Platte berücksichtigt werden müssen. Die Reihenfolge von oben wurde unter Berücksichtigung der Frage festgelegt, welche Fließsysteme sich bei den gegebenen Lagebeziehungen der rechts angegebenen Formationen ergeben können. Diese Lagebeziehungen werden durch das schematische hydrogeologische Profil (siehe Abbildung 23) verdeutlicht. Die Reihenfolge ist so zu verstehen, dass Aquifere von denen jeweils über ihnen stehenden dotiert werden können, selten jedoch umgekehrt.

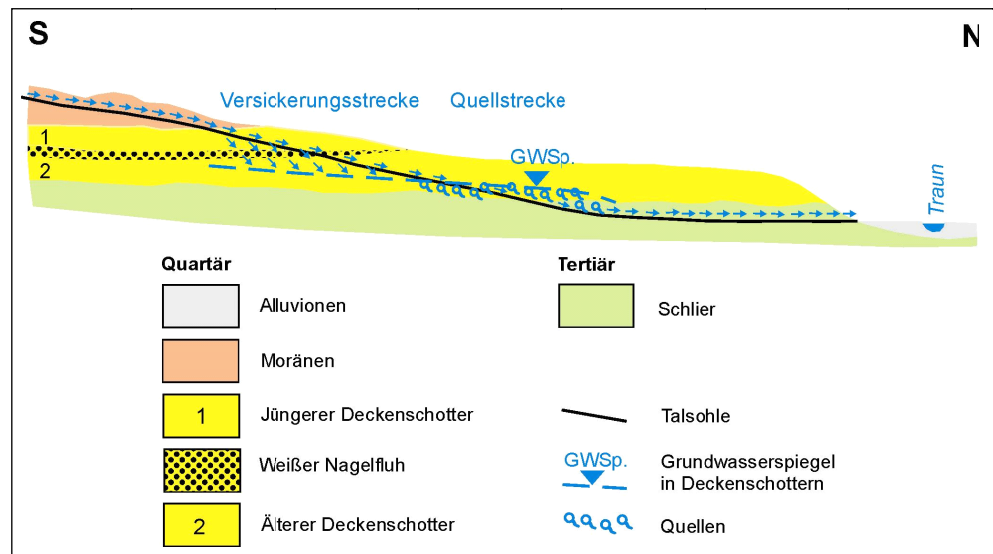


Abbildung 23: Schematischer geologischer Schnitt zur Traun-Enns-Platte verändert nach VOHRZYKA (1973). Die Pfeile symbolisieren den von den Moränen kommenden Oberflächenabfluss und die Versickerung in den Deckenschottern.

Die Molassebasis der quartären Ablagerungen ist die wichtigste lithologische und hydrologische Grenzfläche im Untersuchungsgebiet. An den Verschnittlinien mit der Erdoberfläche liegen zahlreiche Quelllinien. Ein großer Teil der in den Untergrund eingesickerten meteorischen Wässer wird über dieser Altfläche gestaut. Dabei kann nach den bisher vorliegenden Isotopendaten (Straka, unpubl.) das Mischalter dieser Wässer sowohl für die Bereiche unter den Mindelmoränen (K3; siehe Tabelle 9) als auch für die Ältere Deckenschotter-Terrassen, bei denen die Versickerung an den Tal- und Dellenrändern oder – seltener – punktuell über Verwitterungsschloten stattfindet, mit ca. 15 bis 30 Jahren angegeben werden. Die Moränen haben also eine ähnliche Verzögerungswirkung wie die Lösslehmdecken; sie sind zwar mächtiger, enthalten jedoch zahlreiche und oftmals untereinander verbundene, grobkörnige Einschaltungen. Die durchschnittliche Neigung der Altfläche und daher auch der Grundwasseroberfläche beträgt ca. 0,5 % gegen Nord bis Nordost. Die besagten Schlierrinnen (besonders die Pettenbachrinne und die Wolfener Rinne, aber auch die älteren Schlierrinnen quer dazu) fungieren zusätzlich als eine Art Grundwasserleitsystem, stehen aber – entgegen der Erwartung – durchaus nicht immer in einem erkennbaren Zusammenhang mit der Lage von ergiebigen Quellaustritten oder Quellgruppen. Die Ursache hierfür wird in den nachfolgend beschriebenen Zusammenhängen gesehen.

Ein geringerer Teil der zunächst an der präquartären Altfläche gestauten Wässer dringt in weiterer Folge in die Molasse ein und kann sich dort entweder als Kluft- oder als Porengrundwasser fortbewegen. Dabei lassen sich geologisch drei Situationen unterscheiden:

1. Eine Versickerung in Sandlagen der Innviertler Serie wird dadurch ermöglicht, dass diese nördlich der Bad Haller Schuppenzone tektonisch leicht gegen Norden verkippt wurde und Sandlagen in geeigneter Position daher an der Altfläche unter Quartärbedeckung austreichen. Diese Wässer werden chemisch bis zur H_2S -Bildung reduziert.

2. Es findet eine Versickerung in die Zerlegungszone unter der Altfläche (Brauner Schlier) wie oben beschrieben statt. Diese Wässer werden zumeist nicht oder nur schwach reduziert (NO_3 -Reduktion!) und in diesem Fall auch für die öffentliche Wasserversorgung genutzt.

Tabelle 9: Grundwasserhorizonte der Traun-Enns-Platte.

Grundwasserhorizonte	Abk.	Ergänzungen
1. Grundwasser im nicht talgebundenen Quartär		
1.1 Grundwasser der Mindelmoränen	M	Endmoräne
1.2 Grundwasser im Untergrund der Mindelmoränen	K3	Graue Nagelfluh (Mindel-Vorstoßschotter), WNF, ÄDS (Vorstoßschotter)
1.3 Grundwasser der Deckenschotter (i.e.S.)	K2	Schwebender GWL in JDS S'–SE' Bad Hall
	K1	ÄDS der Hochfläche
2. Grundwasser der Molasse		
2.1 Junges Porengrundwasser der Molasse	S3	„Schlierwasser“
2.2 Junges Kluftgrundwasser der Molasse	S2	Kluftgrundwasser im Schlier
2.3 Formationswasser der Molasse	S1	Haller Basisschichten und Puchkirchener Serie
3. Grundwasser in Talfüllungen und talgebundenen Terrassen		
3.1 Grundwasser in talgebundenen Terrassen	T2	Hochterrasse
	T1	JDS (Aiterbachtal)
3.2 Grundwasser in würmzeitlich-rezenten Talfüllungen	RT	Rezente Talfüllung
3.3 Grundwasser in älteren Talfüllungen	RF	Talfüllungen früherer Flussläufe (Pettenbachrinne, Wolfener Rinne)

ÄDS Ältere Deckenschotter

JDS Jüngere Deckenschotter

WNF Weiße Kremsmünsterer Nagelfluh

GWL Grundwasserleiter

3. In den Zonen mit Entlastungsklüftung an den Talflanken kann Wasser von der Hochfläche weit herab geleitet werden und am Hangfuß oder sogar auf Talniveau in die rezenten Ablagerungen oder als Stau- bzw. Verengungsquellen sichtbar austreten.

In allen diesen Fällen kann sich der bröckelig zerlegte Schlier wie ein Porengrundwasserleiter verhalten. Zusätzlich gibt es naturgemäß eine Grundwasserbewegung im „normalen“ Kluftsystem. Sie ist i. A. weit schwächer, da die meisten Klüfte abseits der entfestigten Horizonte geschlossen oder untereinander schlecht verbunden sind. Dass dennoch die meisten ergiebigen „Schlierquellen“ als Kluftaustritte beobachtet werden, wird darauf zurückgeführt, dass sich die beschriebenen Möglichkeiten der Grundwasserbewegung in der Molasse mit der hydraulisch günstigen Wirkung von Störungszonen überlagern. Die Wässer aus diesen Störungen unterscheiden sich – in Anbetracht der hohen Fließgeschwindigkeiten nicht überraschend – weder chemisch noch isotopegeophysikalisch von den „Quartärwässern“. Aber auch die H_2S -führenden „Schlierwässer“ aus sandigen Schichten der Molasse sind zumeist nicht wesentlich älter. Die Entfestigungszone an der Molassebasis kann hinsichtlich der hydraulischen Eigenschaften zwischen die beiden anderen Aquifer-



typen gestellt werden, und auch chemisch gesehen liefert sie häufig Mischwässer zwischen den beiden anderen Typen.

Unter den talgebundenen Grundwasserleitern sind in erster Linie die Jüngeren Deckenschotter außerhalb der günzzeitlichen Zungenbecken (T1, nicht K2; siehe Tabelle 9) sowie die risszeitlichen Sedimente (T2) anzuführen. Sie sind den älteren Sedimentkörpern an den Talflanken vorgelagert. Dadurch können sie Grundwasser verschiedener Typen seitlich aus diesen älteren Speichergesteinen beziehen und ihrerseits – prinzipiell an der Basis (Schlieroberfläche) – austreten lassen. Regelmäßig verhindern jedoch Hanglehm- oder Solifluktiondecken einen direkten Austritt und führen zur Bildung von Sekundärquellen. Die Wasserdurchlässigkeit der Kiese ist im Vergleich mit den Älteren Deckenschottern durchgehend höher, die Sickerfähigkeit der Deckschichten trotz Fehlen der „Pechschotter“ allerdings ähnlich anzusetzen. Letzteres wird u. a. auf die Karbonatlösung und schichtige Wiederausfällung im Rahmen der holozänen Bodenbildung (Parabraunerde) zurückgeführt.

Mit den entsprechenden Anpassungen gelten diese Angaben auch für die Kiesfüllungen der abgekommenen Talverläufe der Alm (Pettenbachrinne) und Steyr (Wolfener Rinne) sowie auch die würmzeitlich-rezenten Talfüllungen. Die Pettenbachrinne enthält das wasserwirtschaftlich bedeutendste Grundwasservorkommen der Traun-Enns-Platte. Laut INGERLE (1981) wird sie auf der Höhe von Frohnhofen bei Steinerkirchen (hier befindet sich ein Brunnen der Gemeinde Wels) bei Niederwasser von einem Grundwasserstrom im Ausmaß von ca. 500 l/s durchflossen. Die Wolfener Rinne stellt ebenfalls einen bedeutenden Aquifer dar. Sie wird zur Wasserversorgung der Gemeinde Steyr genutzt.

Der durchschnittliche k_f -Wert für Kies-Aquifere der Traun-Enns-Platte, berechnet als gewichtetes Mittel der in LOHBERGER (1997) für die einzelnen Teilbereiche angegebenen Mittelwerte, beträgt zufolge der relativ starken Verwitterung der Älteren Deckenschotter nur ca. $8 \cdot 10^{-4}$ m/s. In den weniger verwitterten Bereichen werden jedoch beträchtlich höhere Durchlässigkeiten beobachtet. So z. B. wird die Wolfener Rinne durch einen Mittelwert von $8 \cdot 10^{-3}$ m/s, die Pettenbachrinne gar durch einen Mittelwert von ca. $1 \cdot 10^{-2}$ m/s charakterisiert.

Im Gebiet der Traun-Enns-Platte übt die Landwirtschaft einen wesentlichen Einfluss auf die Grundwasserbeschaffenheit aus, obwohl weite Bereiche von Deckschichten überlagert sind. Da die Deckschichten durch Täler, Schlucklöcher und Brunnenbauwerke durchschnitten bzw. durchörtert werden, können Düngemittel etc. im ungünstigen Fall rasch und nicht selten punktuell konzentriert in den Untergrund gelangen.

3.3.4 Meteorologie

Die Traun-Enns-Platte zählt zum milderen, niederschlagsärmeren Teil des Alpenvorlandes. Das Alpenvorland liegt im Bereich der atlantisch bestimmten Wetterzone. Die langfristige mittlere Jahresniederschlagssumme liegt hier bei 911 mm (759–1.302 mm). Die durchschnittliche Jahrestemperatur im Zeitraum von 1961–1990 lag in der Traun-Enns-Platte über 8 °C (siehe Abbildung 24).

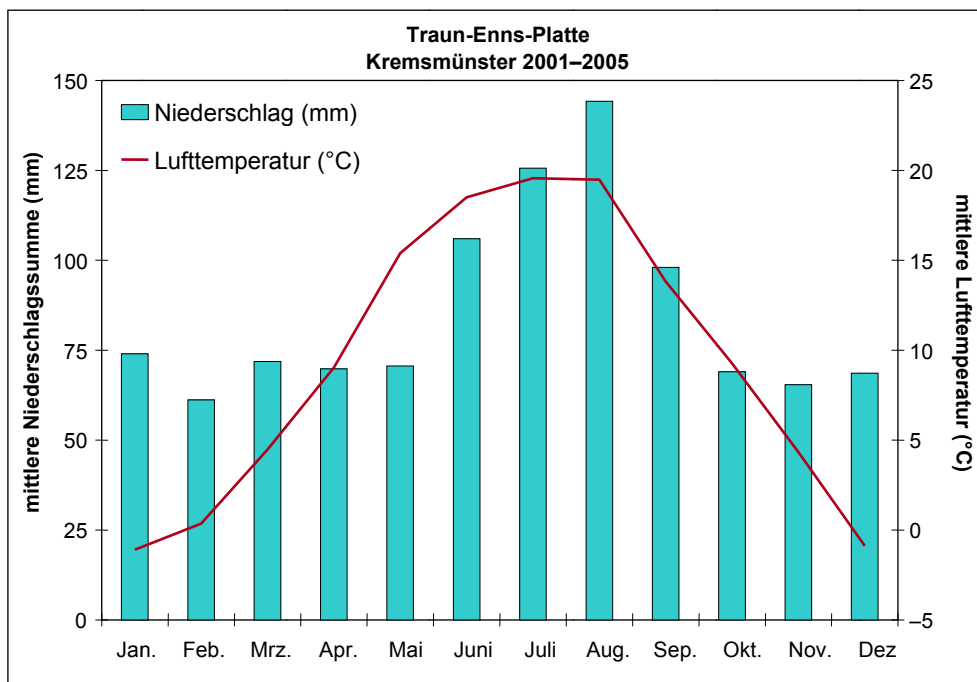


Abbildung 24: Durchschnittliche monatliche Niederschlagssummen und Monatstemperatur der Station Kremsmünster in der Traun-Enns-Platte (ZAMG 2007).

3.3.5 Boden

In der Traun-Enns-Platte lassen sich gemäß FAO Soil Type Units bzw. der österreichischen Bodennomenklatur 2000 sechs dargestellte Böden unterscheiden (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Böden der Traun-Enns-Platte, Typologie nach FAO und Österr. Bodennomenklatur 2000.

FAO – Unesco version 2.0	Österr. Bodennomenklatur 2000	Anteil
Eutric Cambisol	Carbonathaltige Braunerde, Carbonathaltige Relikt-Braunerde, teils auch carbonatfreie Subtypen	7,9 %
Orthic Luvisol	Rezente Parabraunerde, Relikt-Parabraunerde	6,4 %
Orthic Rendzina	Typen Rendzina und Pararendzina mit allen Subtypen	2,7 %
Calcaric Fluvisol	Carbonathaltiger Auboden, Carbonathaltiger Augley, Carbonathaltiger Schwemmboden, Carbonathaltiger Rohauboden	5,1 %
Gleyic Luvisol	Rezente Parabraunerde, Relikt-Parabraunerde; vergleht und pseudovergleht	77,5 %
Dystric Planosol	Typischer Pseudogley, Stagnogley, Hangpseudogley, Haftnässe-Pseudogley, Reliktpseudogley; carbonatfreie Varietäten	0,5 %

Ausgehend von CORINE Landcover 2000 ergibt sich im Gebiet Traun-Enns-Platte die in Tabelle 11 dargestellte Landnutzung.

Tabelle 11: Landnutzung im Gebiet Traun-Enns-Platte nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	1,3 %
Landwirtschaftliche Flächen	92,3 %
Wälder und naturnahe Flächen	6,2 %
Feuchtflächen	0 %
Wasserflächen	0 %

3.3.6 Hydrochemie

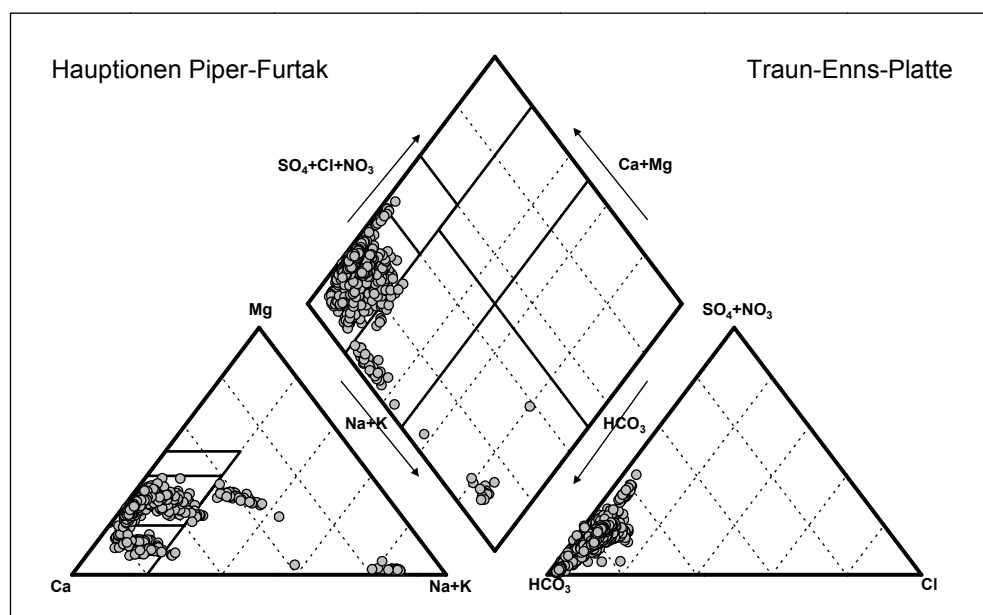


Abbildung 25: Hauptionenverteilung in der Grundwasserkörpergruppe Traun-Enns-Platte.

Die Auswertung der GZÜV-Grundwassermessstellen seit Beginn der Untersuchungen zeigt im Piper-Furtak-Diagramm, dass der überwiegende Anteil den erdalkalisch-carbonatischen Wässern zuzuordnen ist. Diese Wässer lassen sich im Kationendreieck in Subtypen unterscheiden, wobei hier eine Trennung in Wässer vorwiegend in Kontakt mit Ca-Carbonat bzw. Ca-Mg-Carbonat durchgeführt werden kann. Ein nicht unerheblicher Teil der Datenpunkte zeigt, dass Wässer auch durch alkalischen Einfluss geprägt sind (siehe Abbildung 25).

3.4 Beschreibung von vier ausgewählten Quellen in der Oststeiermark

3.4.1 Allgemeines

3.4.2 Begründung der Auswahl

Im Zuge der Datenauswertungen des GZÜV-Quellkatasters wurde ersichtlich, dass zwar für Gesamt-Österreich generell ein guter Zustand der Quellwässer vorherrscht, es aber sehr wohl kleinere Probleme vor allem in Punkto Nitratbelastung in einigen Regionen gibt. Insgesamt liegen bei den Karst- und Kristallinkluftquellen nur 0,2 % aller Nitratwerte über dem Grenzwert von 50 mg/l (KRALIK 2006).

Die Schwerpunkte dieser Belastung befinden sich vor allem im Südosten der Steiermark. Betroffen sind vorwiegend Kristallinkluftquellen in den landwirtschaftlich stark genutzten Hügellagen der Steiermark. Sehr oft zeigt sich neben der Nitratbelastung auch eine Belastung durch Atrazin und Desethylatrazin.

Alle diese Quellen weisen nur eher geringe Schüttungsmengen auf und liegen in Gebieten, wo vorwiegend Gesteine mit geringen Speicherkapazitäten vorherrschen. Weitere Probleme ergeben sich durch eine vergleichsweise geringe und noch dazu rückläufige Grundwasserneubildungsrate (PRETTENTHALER & DALLA VIA 2007).

Aufgrund erhöhter Nitratkonzentrationen wurden in dieser Region vier Quellen zur genaueren Beobachtung ausgewählt, welche Anzeichen von Belastungen durch Kunstdüngereinsatz, Gülleanwendung und/oder häusliche Abwässer aufweisen. Die Nitratwerte von drei Quellen liegen bei 30 mg/l, was höher als die in Karst und Kluftquellen durchschnittlich angetroffenen niedrigen Nitratkonzentrationen von < 10 mg/l ist, aber deutlich unter dem Schwellenwert von 45 mg/l liegt. Bei einer Quelle wurde jedoch eine stark erhöhte mittlere Nitratkonzentration festgestellt. Eine Belastung durch Atrazin und Desethylatrazin ist ebenfalls nachzuweisen.

Diese vier Quellen stehen somit stellvertretend für einen generellen Trend hin zu erhöhten Nitratkonzentrationen in der Oststeiermark, wo großflächig Nitratwerte von über 45 mg/l (Grundwasserschwellenwert; GwSV) vorherrschen. Eine genaue Beschreibung der Verteilung der Nitratkonzentrationen im Unteren Murtal geben FANK & FUCHS (1999) und FANK et al. (2001).

Die folgende Tabelle 12 weist die Mittelwerte der Nitrat-, Atrazin- und Desethylatrazinwerte der vier näher untersuchten steirischen Quellen aus.

Tabelle 12: Nitrat-, Atrazin- und Desethylatrazinmittelwerte für die vier ausgewählten steirischen Quellen.

Messstellennummer	Gemeinde	Nitrat [mg/l]	Atrazin [µg/l]	Desethylatrazin [µg/l]
KK61030032	St. Andrä i. Sausal	29,86	0,09	0,21
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal	35,79	0,02	0,11
KK61036032	St. Veit a. Vogau	97,72	0,63	0,49
KK61707012	Angern	35,85	0,06	0,18



Bei der Quelle 61036032 werden sowohl beim Parameter Nitrat (zulässige Höchstkonzentration im Trink- und Grundwasser 50 mg/l) als auch beim Parameter Atrazin (zulässige Höchstkonzentration im Grundwasser 0,1 µg/l) die jeweiligen Grenzwerte gemäß Trinkwasserverordnung (TWV) überschritten.

3.4.3 Zielsetzungen

Für die vier ausgewählten Quellen gilt es, zuerst eine genauere Abgrenzung des vermuteten Einzugsgebietes vorzunehmen. Dieses Gebiet wird danach auf Geologie sowie Boden und Landnutzung untersucht.

Im Zuge der geologischen Analyse sollen anhand von vorhandenen Karten und Aufschlüssen die vermutlich durchflossenen Formationen und deren eventueller Verwitterungseinfluss auf die Wasserzusammensetzung dokumentiert werden.

3.4.4 Lage und Beschreibung der Quellen

Drei der ausgewählten Quellen liegen im südoststeirischen Hügelland und eine Quelle befindet sich im Unteren Murtal. In allen diesen Gebieten kann mit starker landwirtschaftlicher Nutzung gerechnet werden. Um eine bessere Gesamtübersicht zu gewinnen, werden die einzelnen Quellen den vermuteten Einzugsgebieten zugeordnet.

Aufgrund ihres Chemismus werden die Quellen KK61030032 und KK61707012 den Karstquellen zugeordnet, während die Quellen KK61033012 und KK61036032 zu den Kristallinquellen gehören. Generell kann in den untersuchten Gegenden von vorwiegend kristallinen Gesteinen ausgegangen werden; Karbonateinschaltungen sind in diesem Bereich allerdings häufig.

3.5 Quelle KK61030032

3.5.1 Allgemeines

Die Quelle KK61030032 wird dem Grundwasserkörper „Weststeirisches Hügelland“ zugeordnet und liegt im Gemeindegebiet von St. Andrä im Sausal. Sie befindet sich direkt bei einem Hof und wird dort permanent für die Hauswasserversorgung verwendet. Die Quelfassung entspricht einem Schachtbrunnen mit einem Durchmesser von eineinhalb Metern, aus dem das Wasser in die Leitungen des Hauses gepumpt wird.



Abbildung 26: Blick auf das Einzugsgebiet der Quelle KK61030032. Foto: E. Edelmann

Momentan werden die häuslichen Abwässer noch über Sickergruben in das Grundwassersystem entlassen und die Fäkalabfälle in einer Senkgrube gesammelt. Mit dem Bau eines Kanals hat man im ca. drei Kilometer entfernten Ort bereits begonnen. Innerhalb der nächsten zwei Jahre soll das gesamte Gebiet an die Kanalisation angeschlossen werden.

Das vermutete Einzugsgebiet der Quelle zieht sich vor allem über den oberhalb der Quelle in nordöstlicher Richtung gelegenen Hügel (siehe Abbildung 26) und ist nach vorsichtigen Schätzungen etwa 70.000 m² (7 ha) groß.

Die Quelle befindet sich in ca. 340 m Seehöhe; die mittlere Höhe des Einzugsgebietes beträgt etwa 370 m.

3.5.2 Geologie

Im Weststeirischen Hügelland kann zwischen jüngeren marinen Ablagerungen im Norden und älteren limnisch-fluviatilen Ablagerungen im Süden unterschieden werden. Quellen treten vor allem rund um den Wildoner Buchkogel auf, an der Grenze zwischen Leithakalken und unterlagernden Tonen und Mergeln.

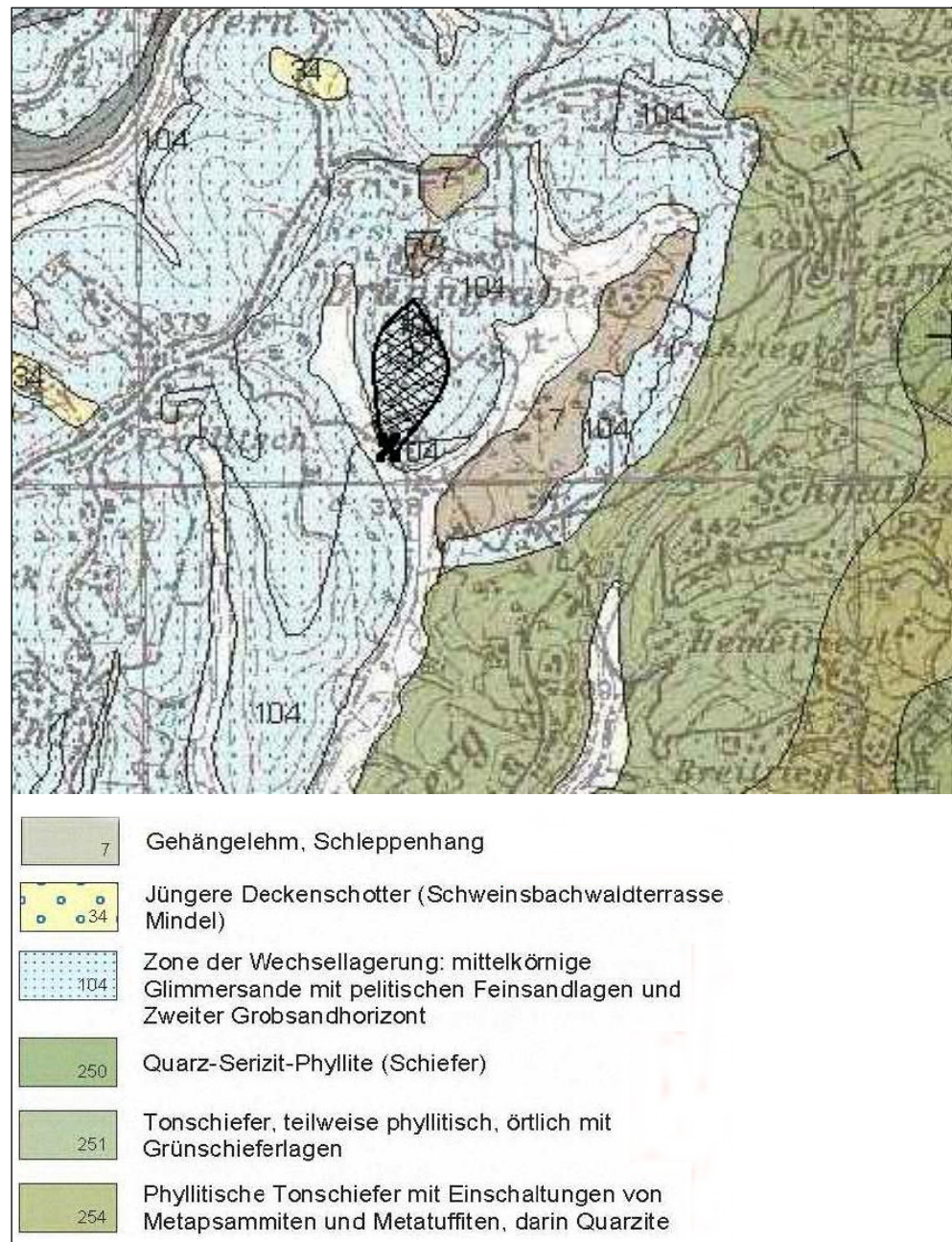


Abbildung 27: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Leibnitz (ÖK 190, GBA 2005a).

Das Kreuz bezeichnet den Standort der Quelle, die schraffierte Fläche deren vermutetes Einzugsgebiet.

Weitere Quellen befinden sich in den Windischen Büheln. Ihre Ergiebigkeit ist meist allerdings eher gering, da durch die Dominanz von Schluffen die Ausbildung eines größeren Aquifers verhindert wird.

Das Steirische Becken ist ein jungtertiäres Einbruchsbecken mit Sedimentation vom Otnang bis in das Pliozän, wobei das Basement dieser tertiären Beckenfüllung Karbonate und Phyllite des Grazer Paläozoikums, alpines Kristallin und – räumlich begrenzt – mesozoische Sedimentgesteine bilden.

Die meisten Aquifere liegen in Sanden, Kiesen und Kalksandsteinen. Neben diesen marinen und limnisch-fluviatilen Sedimenten treten auch ausgedehnte Vulkanitkörper auf.

Eine weitere Besonderheit des Steirischen Beckens ist der günstige geothermische Tiefengradient. Dieser wird nach heutiger Ansicht durch eine geophysikalische Hochlage des Erdmantels verursacht.

Im Zuge der Begehung des vermuteten Einzugsgebietes im Juni 2007 konnten keine Aufschlüsse mit anstehenden Gesteinen gefunden werden. Lesesteine von Feldern und kleinen Bachläufen sind vorwiegend verschiedene Glimmerschiefer und andere grünschieferfazielle Gesteine sowie Quarze. In einigen Bereichen konnten, vermutlich durch Starkregenereignisse angeschwemmte Glimmersande dokumentiert werden.

Der oben stehende Ausschnitt der geologischen Karte zeigt die mit einem schwarzen Kreuz markierte Quelle KK61030032 und schraffiert gezeichnet deren vermutetes Einzugsgebiet sowie die in diesem Gebiet vorwiegend vorhandenen Glimmersande. Für genauere Gesteinsdefinitionen sei auf die Legende in Abbildung 27 verwiesen (GBA 2005a).

3.5.3 Grundwasserverhältnisse

Außerhalb der Täler des weststeirischen Hügellandes treten im oberflächennahen Bereich Grundwasservorkommen nur in lokal stark begrenzter Form auf und sind als Quellen meist nur sehr gering ergiebig. Die häufigste Form von oberflächigen Anzeichen eines lokal konzentrierten Grundwassers sind Vernässungszonen.

Im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle konnten weder Bäche noch andere hydrologische Erscheinungen dokumentiert werden. Jedoch gibt es im näheren Umkreis einige kleinere Bachläufe, welche sich talauswärts vereinigen, sowie zwei Teiche, die zur Fischzucht verwendet werden. Im näheren Umkreis zur Quelle KK61030032 befinden sich noch etwa fünf weitere gefasste Quellen in Form von Schachtbrunnen. Am Talgrund bildet der Überlauf einer Quelle eine Vernässungszone mit einem kleinen Teich und Schilfbewuchs.

Die mittleren jährlichen Grundwasserneubildungsraten liegen meist unter 300 mm.

Bei angenommenen 62 % Evapotranspiration laut dem Bericht „Wasserversorgungsplan Steiermark“ (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2002) wird für das etwa 7 ha große Einzugsgebiet der Quelle KK61030032 eine theoretische Schüttung von etwa 0,7 l/s errechnet, da keine Schüttungsdaten vorliegen..

3.5.4 Meteorologie

Das Klima des Weststeirischen Hügellands ist teilweise durch mediterranen Einfluss gekennzeichnet. Dies zeigt sich im Jahresgang der Niederschlagsverteilung mit charakteristischem höherem Frühjahrs- und Herbstniederschlagsanteil. Weiters ist dieses Gebiet geprägt durch hohe Gewitter- und Starkregenhäufigkeit.

Während der Kartierung des Geländes rund um die Quelle KK61030032 Anfang Juni 2007 konnten deutlich Spuren eines solchen Ereignisses festgestellt werden. Es waren kleine temporäre Bachläufe zu erkennen, die eigentlichen Bäche waren vereinzelt über die Ufer getreten. Weiters waren auch sandig-schlammige Ablage-

rungen auf Wiesen und teilweise sogar auf der Straße erkennbar. Die zwei Fischteiche in der näheren Umgebung wiesen zu dieser Zeit einen sehr hohen Trübungsanteil auf.

Bei der nächstgelegenen Niederschlagsstation (Kitzeck im Sausal) zur Quelle KK61030032 wurde über die letzten zwölf Jahre eine mittlere Jahresniederschlagssumme von etwa 895 mm errechnet (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Im Laufe dieses Zeitraums ist ein Rückgang der Niederschlagsmengen von etwa 1.000 mm/Jahr (1994) auf ca. 800 mm/Jahr (2005) zu erkennen (siehe Abbildung 28).

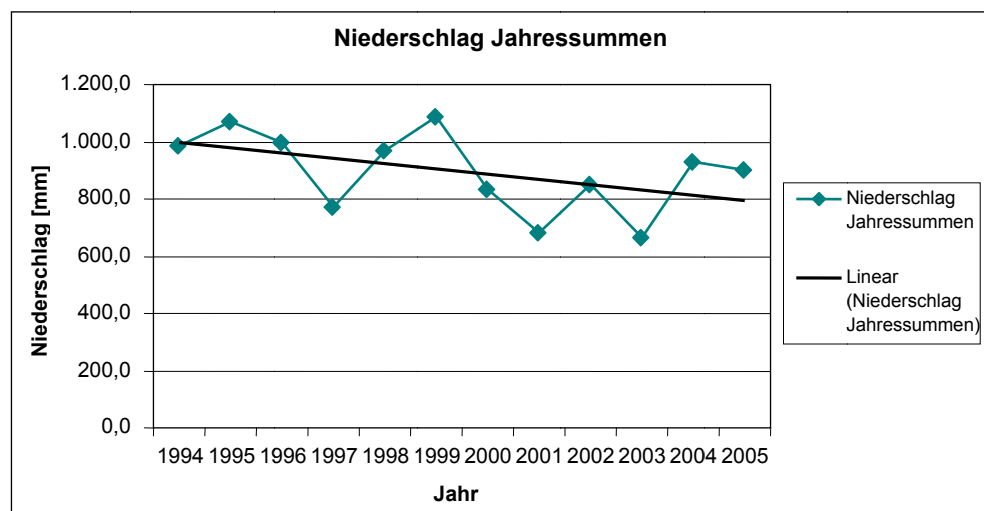


Abbildung 28: Durchschnittliche Jahressummen (1994–2005) der Niederschlagsstation Kitzeck im Sausal (HYDRO-GRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

Das Niederschlags-Monatsmittel liegt bei ca. 75 mm (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Abbildung 29 zeigt die Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate. Für jeden Monat wurde ein Gesamtmittelwert aus den Monatssummen der Jahre 1994–2005 errechnet.

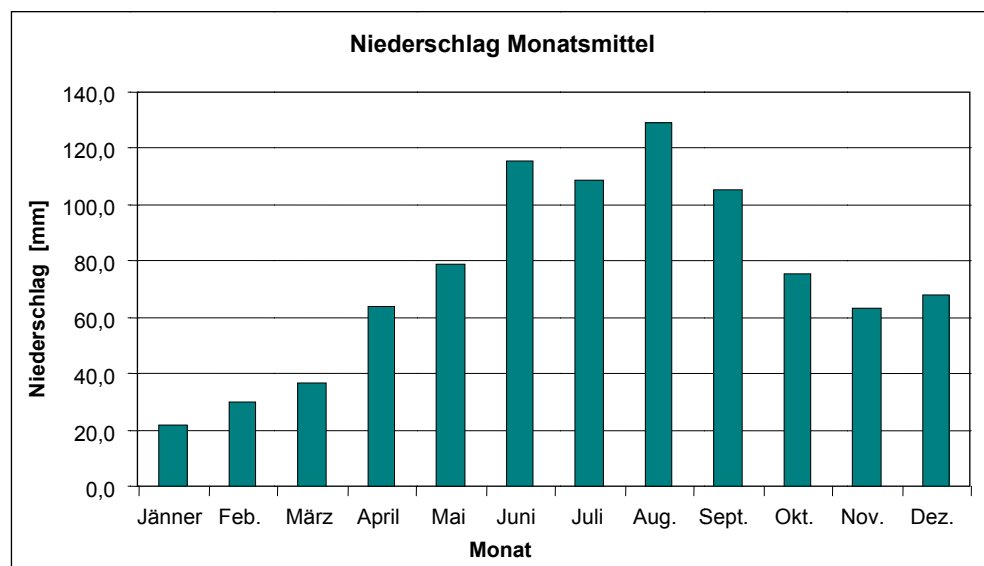


Abbildung 29: Durchschnittliche Monatsmittel (1994–2005) der Niederschlagsstation Kitzeck im Sausal (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

3.5.5 Boden und Landnutzung

Die Böden im Weststeirischen Hügelland bestehen zum Großteil aus verschiedenen Gley-Arten. In weiterer Folge treten auch carbonatfreie Braunerde, carbonatfreie Auböden und Rendzina auf.

Etwa 45 % der Fläche in diesem Gebiet werden landwirtschaftlich genutzt, den Rest der Fläche bilden vorwiegend Wälder und naturnahe Flächen.

Tabelle 13 zeigt die anteilmäßige Verteilung der jeweiligen Arten der Landnutzung gemäß CORINE Landcover 2000 im Weststeirischen Hügelland.

Tabelle 13: Landnutzung im Weststeirischen Hügelland nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	0,8 %
Landwirtschaftliche Flächen	45,1 %
Wälder und naturnahe Flächen	54,1 %
Feuchtflächen	0 %
Wasserflächen	0 %

Im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle KK61030032 wird in erster Linie Mais angebaut; untergeordnet gibt es auch vereinzelt Kürbisfelder und etwas weiter entfernt auch Getreideanbau. Zwischendurch befinden sich kleinere Wiesenabschnitte.

Am Hügel oberhalb des Hofes der Quelle KK61030032 befindet sich ein weiterer Bauernhof mit mehreren Weiden, auf denen abwechselnd im Sommer Rinder, Schafe und Hühner gehalten werden. Am vermutlich äußeren Rand des Einzugsgebietes befindet sich ein weiterer Hof mit Schweinehaltung samt Silos und einem Lagerplatz für Stalldünger.

Direkt am Hof, bei dem sich die Quelfassung befindet, gibt es in einem Gebäude Apartments, die vorwiegend in der Sommer- und Herbstsaison touristisch genutzt werden. Im Jahr werden etwa 800 Nächtigungen gezählt. Beeinflussungen aus diesem Bereich sind vermutlich gering, aber nicht völlig auszuschließen, da sich sowohl Senkgrube als auch der Auslass des Sickerwassers unterhalb der Quelle befinden. Mit dem Anschluss des Hofes an den sich in Bau befindlichen Kanal wird dieses Problem auszuschließen sein.

3.5.6 Hydrochemie

Anhand des Piper-Furtak-Diagramms, welches alle im Rahmen des WGEV-(GZÜV)-Quellkatasters gemessenen Daten berücksichtigt, wird ersichtlich, dass das Wasser der Quelle KK61030032 dem erdalkalisch-carbonatischen Wassertypus vorwiegend im Kontakt mit Ca-Mg-Carbonat (UMWELTBUNDESAMT 2005) zugeordnet werden kann (siehe Abbildung 30).



Inhaltsstoffe

Hauptparameter

Im Vergleich zu den durchschnittlichen hydrochemischen Werten aller Karstquellen zeigen sich vor allem die Parameter Calcium, Natrium, Kalium und Nitrat etwas erhöht. Auch die Höhe der Parameter Sulfat und Chlorid liegt etwas über den Durchschnittswerten, ohne nachweislichen Kontakt des Wassers mit gips- oder salzhaltigen Gesteinen.

Neben- und Spurenelemente

Das Wasser der Quelle KK61030032 weist ein relativ großes Spektrum an Spurenelementen auf. Die in Klammer angegebenen Werte sind die Mittelwerte eines jeden Parameters. Neben Bor (35,8 µg/l) sind auch etliche Schwermetalle im Wasser enthalten, wie Chrom (MW 2,1 µg/l), Kupfer (MW 10,0 µg/l), Nickel (MW 0,6 µg/l), Blei (MW 0,6 µg/l) und Zink (MW 211,9 µg/l). Es ist nicht auszuschließen, dass zumindest ein Teil der Belastung durch metallische Schadstoffe aus den Rohrleitungen oder der metallischen Hahnenentnahmestelle stammt.

Organische Verbindungen

Wie bereits erwähnt sind die steirischen Quellen vor allem mit Atrazin und dessen Abbauprodukten belastet. Im Wasser der Quelle KK61030032 konnten Atrazin (MW 0,09 µg/l), Desethylatrazin (MW 0,2 µg/l) und Desisopropylatrazin (MW 0,01 µg/l) nachgewiesen werden.

Hydrochemische Klassifizierung

Das Wasser der Quelle KK61030032 kann generell dem Bereich 1 der hydrochemischen Klassifizierung nach Piper-Furtak, also dem erdalkalisch-karbonatischen Wassertypus, zugeordnet werden. Die Summe der Parameter Calcium und Magnesium beträgt in Konzentrations-Äquivalenten 93,24 %; die Summe der Parameter Sulfat, Chlorid und Nitrat 19,44 %.

Anhand des Magnesium-Gehalts von 24,24 % kann das Wasser in weiterer Folge dem Unterbereich 9 der hydrochemischen Klassifizierung, also dem Calcium-Magnesium-Mischtyp, zugeordnet werden (siehe Abbildung 30). Die Zusammensetzung des Wassers der Quelle KK61030032 entspricht somit, wie auch das

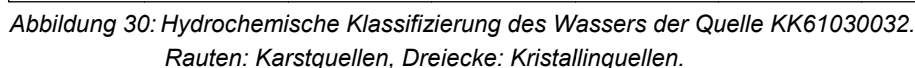


Abbildung 30 zeigt die hydrochemische Klassifizierung des Wassers der Quelle KK61030032 nach Piper-Furtak im Vergleich zu den Wässern aller Karst- und Kristallinquellen und im Vergleich zu den anderen drei ausgewählten Quellen der Steiermark.

3.6.1 Allgemeines

Das vermutete Einzugsgebiet der Quelle KK61033012 umfasst im Wesentlichen den sich oberhalb der Quelle in südöstlicher Richtung befindlichen Hügel und ist etwa 16.000 m² (1,6 ha) groß (siehe Abbildung 31).



Abbildung 31: Blick auf das Einzugsgebiet der Quelle KK61033012 mit Weinbau im oberen Teil des Bildes. Foto: M. Kralik.

Der Quellüberlauf mit der Fassung befindet sich in etwa 500 m Seehöhe; der Quellschacht liegt ca. 20 Höhenmeter darüber. Die mittlere Höhe des Einzugsgebietes beträgt schätzungsweise 530 m.

3.6.2 Geologie

Generell regional gelten die in Kapitel 3.5.2 erwähnten geologischen Beschreibungen für die Quelle KK61033032 auch für die Quelle KK61033012.

Im Zuge der Begehung Anfang Juni 2007 konnten im vermuteten Einzugsgebiet keine Aufschlüsse mit anstehenden Gesteinen aufgefunden werden. Auf den Feldern häufig zu findende Lesesteine sind Quarze und verschiedene Schieferarten, hierbei vorwiegend Ton- und Grünschiefer.

Der folgende Ausschnitt der geologischen Karte zeigt die mit einem schwarzen Kreuz markierte Quelle KK61033012, mit dem schraffiert eingezeichneten vermuteten Einzugsgebiet und die im Einzugsgebiet vorhandenen phyllitischen Tonschiefer und Grünschiefer. Für genauere Gesteinsdefinitionen sei auf die Legende in Abbildung 32 verwiesen (GBA 2005a).

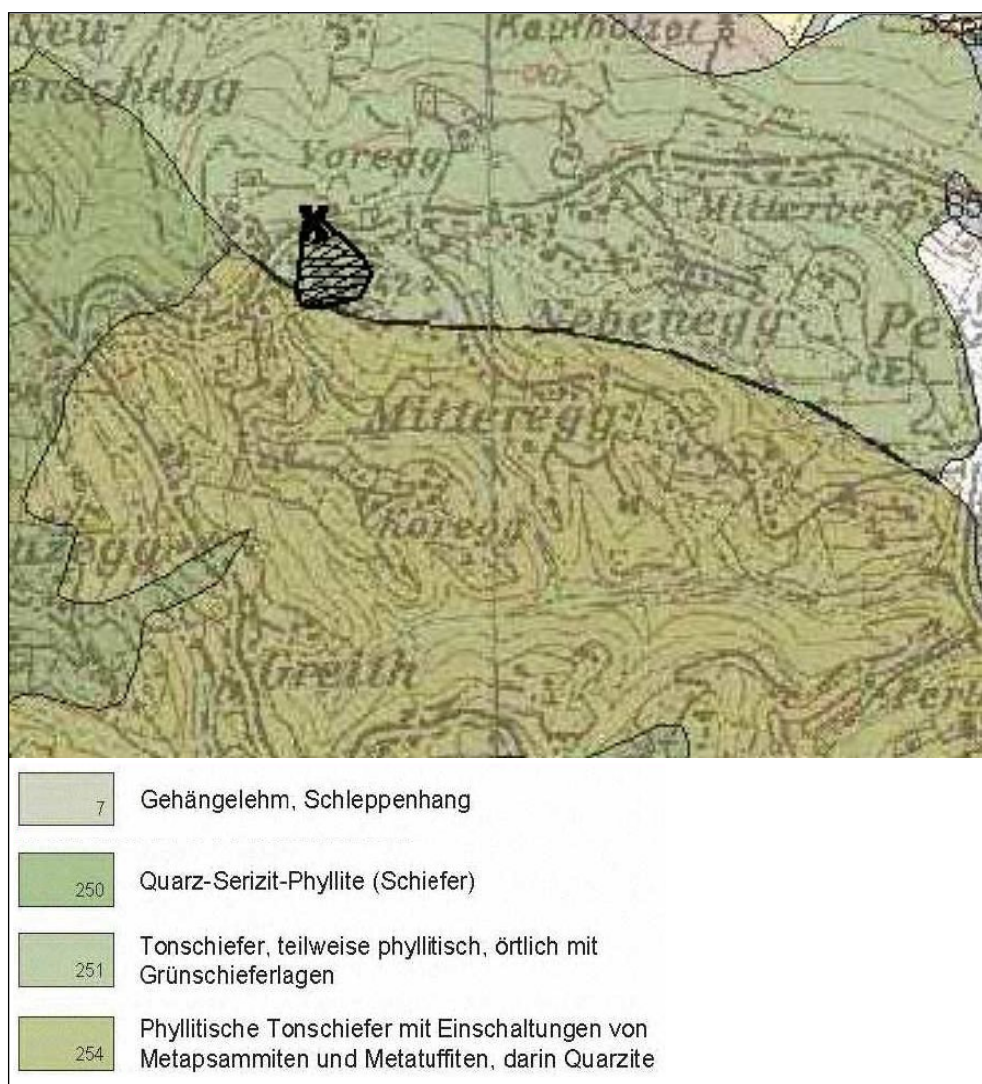


Abbildung 32: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Leibnitz (ÖK 190, Gba 2005a).

Das Kreuz bezeichnet den Standort der Quelle, die schraffierte Fläche deren vermutetes Einzugsgebiet.

3.6.3 Grundwasserverhältnisse

Die generell regionalen Grundwasserverhältnisse entsprechen im Wesentlichen denen der Quelle 61030032 (siehe Kapitel 3.5.3).

Im gesamten Einzugsgebiet wurden keine Oberflächengewässer oder andere Quellen festgestellt. Der Quellschacht oberhalb des Hauses und das Quellbecken unterhalb der Straße gehören mit großer Wahrscheinlichkeit zu demselben System.

Die in den Jahren 1996–2006 aus der Schüttung (durchschnittlich 0,12 l/s) und dem Jahresmittel des Niederschlags der Station St. Nikolai im Sausal (ca. 800 mm) errechnete Wasserbilanz des etwa 1,6 ha großen Einzugsgebiets der Quelle 61033012 ergibt eine jährliche Grundwasserneubildung von etwa 237 mm/a. Dies würde einer Evapotranspirationsrate von etwa 70 % entsprechen. Verglichen mit den Daten aus dem Bericht „Wasserversorgungsplan Steiermark“ (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2002) von 62 % Evapotranspiration ergibt sich somit eine relativ gute Übereinstimmung.

3.6.4 Meteorologie St. Nikolai

Die generellen meteorologischen Verhältnisse können grob mit den in Kapitel 3.5.4 erwähnten verglichen werden.

Die mittlere jährliche Niederschlagssumme der nächstgelegenen Station (St. Nikolai im Sausal) über die letzten zwölf Jahre (1994–2005) beträgt 873 mm. Wie auch schon bei der Quelle KK61030032 ist im Zeitraum der letzten Jahre ein Rückgang der Niederschlagsmengen von ca. 1.000 mm (1994) auf etwas unter 800 mm (2005) zu beobachten (siehe Abbildung 33).

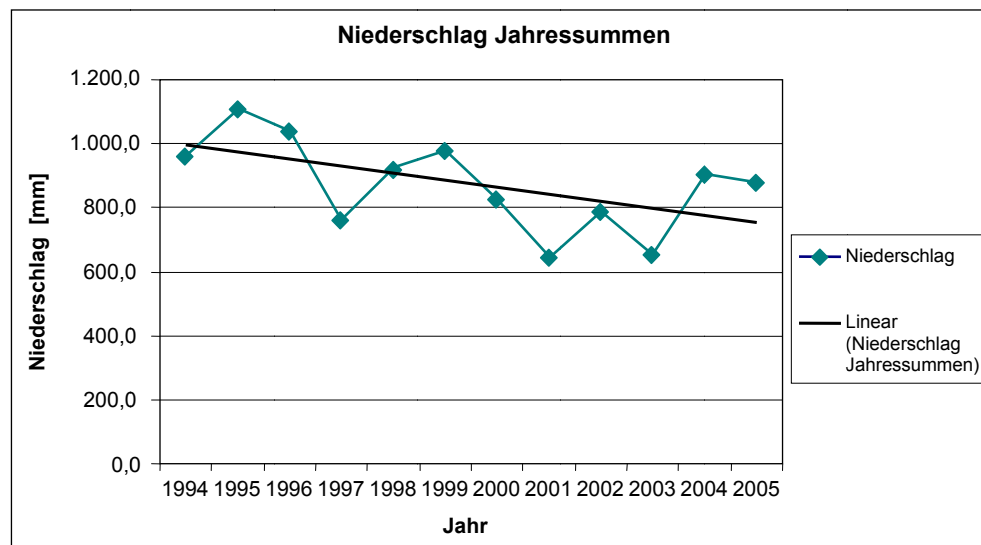


Abbildung 33: Durchschnittliche Jahressummen (1994–2005) der Niederschlagsstation St. Nikolai im Sausal (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

Das errechnete Monatsmittel liegt etwa bei 73 mm (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Abbildung 34 zeigt die Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate. Für jeden Monat wurde ein Gesamtmittelwert aus den Monatssummen der Jahre 1994–2005 errechnet.

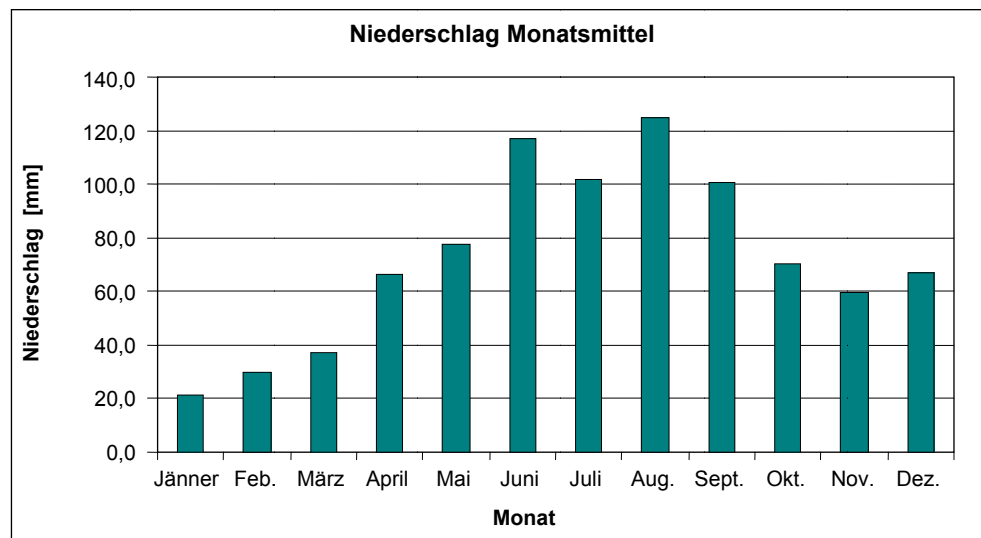


Abbildung 34: Durchschnittliche Monatsmittel (1994–2005) der Station St. Nikolai im Sausal (Hydrografischer Dienst Steiermark 2007).

3.6.5 Boden und Landnutzung

Für das Gebiet um die Quelle KK61033012 können regional im Wesentlichen die Daten, welche für die Quelle KK61030032 in Kapitel 3.5.5 erwähnt werden, übernommen werden.

Im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle KK61033012 befinden sich hauptsächlich Wiesen, Kürbisfelder und ebenfalls Weinbau in Hochkultur. Bei letzterem werden am Rande des Einzugsgebietes Herbizide gegen aufkeimende Gräser und Unkräuter unterhalb der Weinstöcke verwendet.

Am obersten Rand des vermuteten Einzugsgebietes befinden sich vereinzelte Häuser. Nicht vorhandene Kanalisation könnte sich negativ auf die Quelle auswirken. Die vorhandenen kleineren Obst- und Gemüsegärten stellen vermutlich keine Belastung für die Quelle dar.

Der Hof, welcher sich direkt oberhalb des Quellbeckens befindet, besitzt einen Lagerplatz für Stalldünger.

3.6.6 Hydrochemie

Anders als die Quelle KK61030032, welche im selben Grundwassergebiet liegt, kann das Wasser der Quelle KK61033012 anhand des Piper-Furtak-Diagrammes dem erdalkalisch-alkalisch-nitratischen Wassertypus mit deutlichem nitratischen Einfluss zugeordnet werden (siehe Abbildung 35).

3.6.6.1 Inhaltsstoffe

Neben- und Spurenelemente

Neben Bor (MW 35,1 µg/l) wurden im Zuge der Wasseranalyse der Quelle KK61033012 auch Spuren von Kupfer (MW 1,2 µg/l), Nickel (MW 2,9 µg/l) und Zink (MW 7,6 µg/l) ermittelt.

Organische Verbindungen

In der Quelle KK61033012 konnten nur Konzentrationen von Atrazin (MW 0,02 µg/l) und Desethylatrazin (MW 0,11 µg/l) festgestellt werden.

3.6.6.2 Hydrochemische Klassifizierung

Anhand des Piper-Furtak-Diagramms kann das Wasser der Quelle KK61033012 dem Bereich 5, also dem erdalkalisch-alkalisch-nitratischen Wassertypus, zugeordnet werden. Die Summe der Parameter Calcium und Magnesium in Konzentrations-Äquivalenten beträgt 77,79 %; die Summe der Parameter Sulfat, Chlorid und Nitrat 74,69 %. Weiters ist bei der Quelle KK61033012 im unteren rechten Dreiecksdiagramm ein etwas erhöhter chloridischer Einfluss zu erkennen (MW 6,25 mg/l Cl). Somit ähnelt die Zusammensetzung des Wassers der Quelle KK61033012 der der Quelle KK61036032 und unterscheidet sich deutlich von den Wässern der zwei Karstquellen KK61030032 und KK61707012.

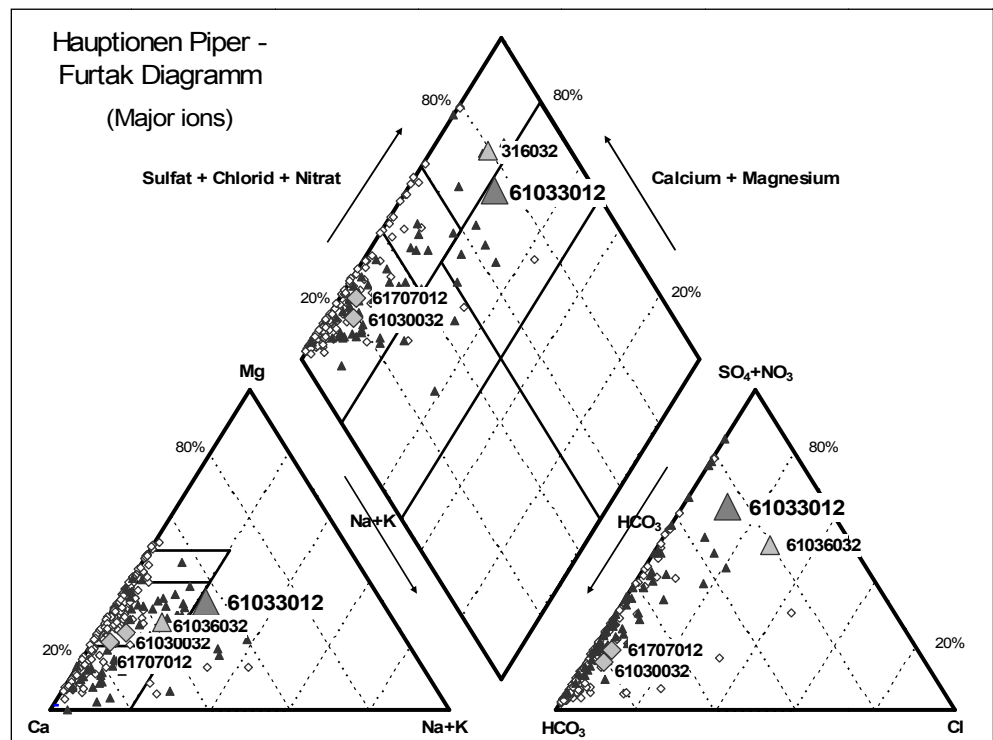


Abbildung 35: Hydrochemische Klassifizierung des Wassers der Quelle KK61033012.
Rauten: Karstquellen, Dreiecke: Kristallinquellen.

3.7 Quelle KK61036032

3.7.1 Allgemeines

Die Quelle KK61036032 wird dem Grundwassergebiet „Unteres Murtal“ zugerechnet. Sie befindet sich direkt nach der Ortseinfahrt St. Veit am Vogau auf einem Privatgrundstück hinter einem Haus. Dort gibt es mehrere Quellaustritte, wobei das Wasser aus Plastikrohren in mehrere Becken fließt, welche vorwiegend für die Fischzucht verwendet werden.

Die Quellaustritte befinden sich auf rund 260 m Seehöhe. Die mittlere Höhe des Einzugsgebiets liegt nur ca. zehn Meter darüber, da sich die Gegend um die Quelle größtenteils als flach erweist.



Abbildung 36: Blick auf das Einzugsgebiet der Quelle KK61036032. Foto: E. Edelmann.

Das vermutete Einzugsgebiet der Quelle KK61036032 beträgt nach vorsichtiger Schätzung etwa 11,25 km². Die Abgrenzung erweist sich in diesem Fall allerdings als eher schwierig, da keine markanten topographischen Unterschiede im Gelände ersichtlich sind. Die vermutete Beeinflussung des Grundwassers von der Mur, wie im INTERREG-Bericht (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2007) angegeben, ließ sich für das Wasser der Quelle KK61036032 nicht verifizieren (siehe Kapitel 4.6.3). Generell zieht sich das vermutete Einzugsgebiet weit in nordöstliche Richtung und orientiert sich größtenteils entlang des Pfaffenbachs (siehe Abbildung 36).

3.7.2 Geologie

Charakteristisch für das Untere Murtal ist ein von Süd nach Nord angeordnetes Terrassenschema, welches seine Prägung vor allem durch eiszeitliche Flussarbeit erhalten hat (PRETTENTHALER & DALLA-VIA 2007). An dessen Aufbau sind vorwiegend Sande und Kiese mit Schluffeinschaltungen beteiligt. Die höheren Terrassen weisen häufig mächtige Lehmabdeckungen auf.

Über 75 % des Grundwasserkörpers sind mit Deckschichten versehen. Als Hauptaquifer gelten vor allem die jungquartären Lockergesteinsablagerungen.

Der folgende Ausschnitt der geologischen Karte zeigt das schraffiert eingezeichnete vermutete Einzugsgebiet sowie die darin vorhandenen Schotter- und Sandablagerungen. Die Quelle KK61036032 befindet sich direkt unterhalb der nach Süden zusammenlaufenden eingezeichneten Grenzen des Einzugsgebietes. Für genauere Gesteinsdefinitionen sei auf die Legende in Abbildung 37 verwiesen (GBA 2005c).

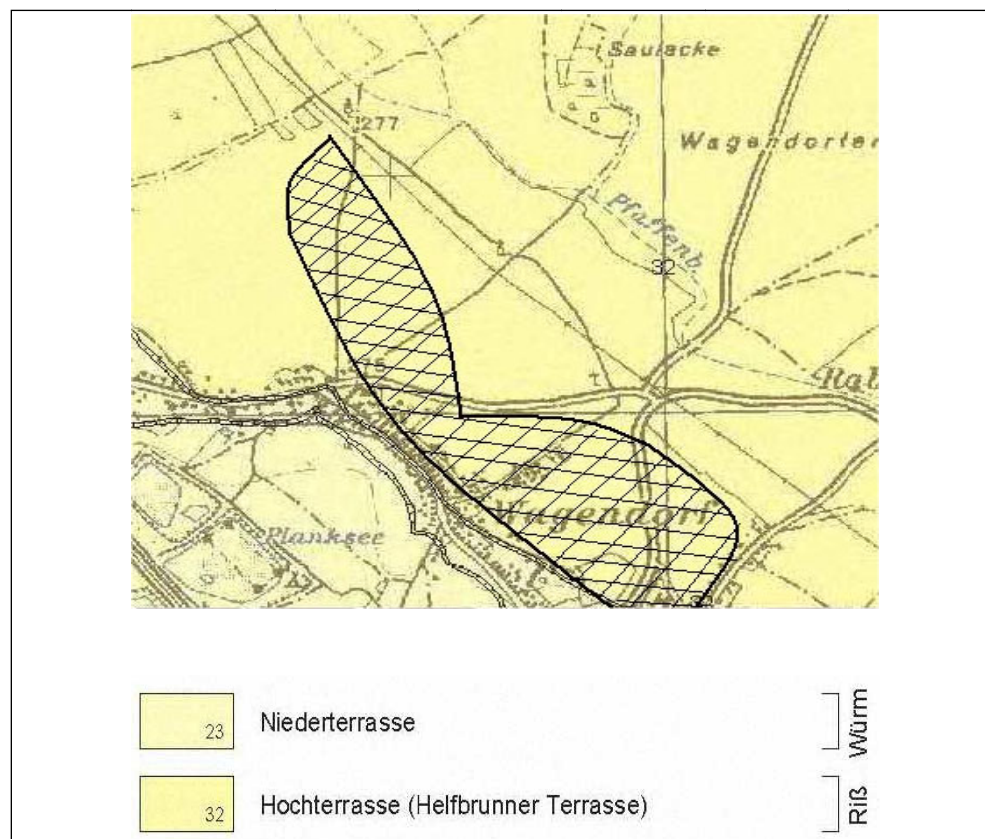


Abbildung 37: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Kirchbach (ÖK 191, GBA 2005c). Die schraffierte Fläche markiert das vermutete Einzugsgebiet.

3.7.3 Grundwasserverhältnisse Unteres Murtal

Beim Grundwasser des Unteren Murtals handelt es sich vorwiegend um einen Grundwasserkörper in Quartärschottern, welcher an der Unterseite durch schlecht durchlässige Tertiärablagerungen begrenzt wird. Die Grundwassermächtigkeiten schwanken im Unteren Murtal von ein bis sieben Metern.

Generell werden im gesamten Bereich des Unteren Murtals sowohl die Fließrichtung des Grundwasserstroms als auch der Grundwasserspiegel stark von der Mur beeinflusst. Alle für dieses Grundwassersystem relevanten Prozesse sind hochgradig instationär und es können keine längerfristig konstanten Verhältnisse angetroffen werden (siehe auch PRETTENTHALER & DALLA-VIA (2007) – Grundwasserströmungsmodell Unteres Murtal).

Die Alimentation des Grundwassers erfolgt hauptsächlich durch Versickerung von Niederschlag und aus dem Grundwasserbegleitstrom und nur in geringem Ausmaß durch Infiltration aus Oberflächengewässern. Durch einen rücklaufenden Trend der Niederschläge in den letzten Jahren kann momentan auch eine sinkende Tendenz des Grundwassers festgestellt werden (INTERREG II, AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2001).

Die Quellaustritte im Unteren Murtal befinden sich vorwiegend am Übergang der Helfbrunner zur jüngeren würmeiszeitlichen Niederterrasse. Insgesamt gibt es in diesem Bereich ca. 30 einzelne Quellaustritte, die meist als Nassstellen, manchmal aber auch als ganze Quellbänder austreten.

Einige der in diesem Gebiet auftretenden Wässer werden in größerem Umfang für die Trinkwassergewinnung sowie für gewerbliche und landwirtschaftliche Zwecke verwendet.

Die in den Jahren 1996–2006 aus der Schüttung (durchschnittlich 2 l/s) und dem Jahresmittel des Niederschlags der Station Straß (ca. 800 mm) errechnete Wasserbilanz des als etwa 11,25 km² groß angenommenen Einzugsgebiets der Quelle KK61036032 ergibt eine jährliche Grundwasserneubildung von etwa 56 mm/a und eine Evapotranspiration von ca. 90 %, was im Vergleich zu den Daten aus dem Bericht „Wasserversorgungsplan Steiermark“ (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2002) von 62 % ein etwas zu hoher Wert ist und auf eine Überschätzung der Größe des vermuteten Einzugsgebietes hindeutet. Eine andere mögliche Erklärung wäre auch, dass nur der Überlauf der Quelle beprobt wird, was eine Verfälschung der Schüttungsmenge zur Folge hätte.

3.7.4 Meteorologie Straß – Schwarzaubach

Der Bereich Unteres Murtal sowie das gesamte südoststeirische Flach- und Hügel-land liegen im Übergangsbereich vom mitteleuropäischen zum osteuropäischen Klimaraum. Das Klima im Unteren Murtal kann somit als schwach kontinental und damit als sommerwarm und mäßig winterkalt bezeichnet werden. Das Wetter in diesem Raum wird vorwiegend durch aus dem Süden kommende Luftmassen beeinflusst. Durch Windarmut im Winterhalbjahr kommt es häufig zu Nebelbildung vor allem in den Niederungen. Die höheren Lagen sind etwas wetterbegünstigter.

Für die der Quelle KK61036032 nächstgelegene Niederschlagsstation (Straß–Schwarzaubach) wurde in den letzten zwölf Jahren (1994–2005) eine mittlere Jahresniederschlagssumme von 897 mm errechnet (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Auch bei der Niederschlagsstation Straß ist wie schon bei den vorhergehenden Stationen ein leicht fallender Trend des Jahresniederschlags von knapp unter 1.000 mm (1994) auf knapp über 800 mm (2005) zu beobachten (Abbildung 38) (siehe auch PRETTENTHALER & DALLA-VIA (2007)).

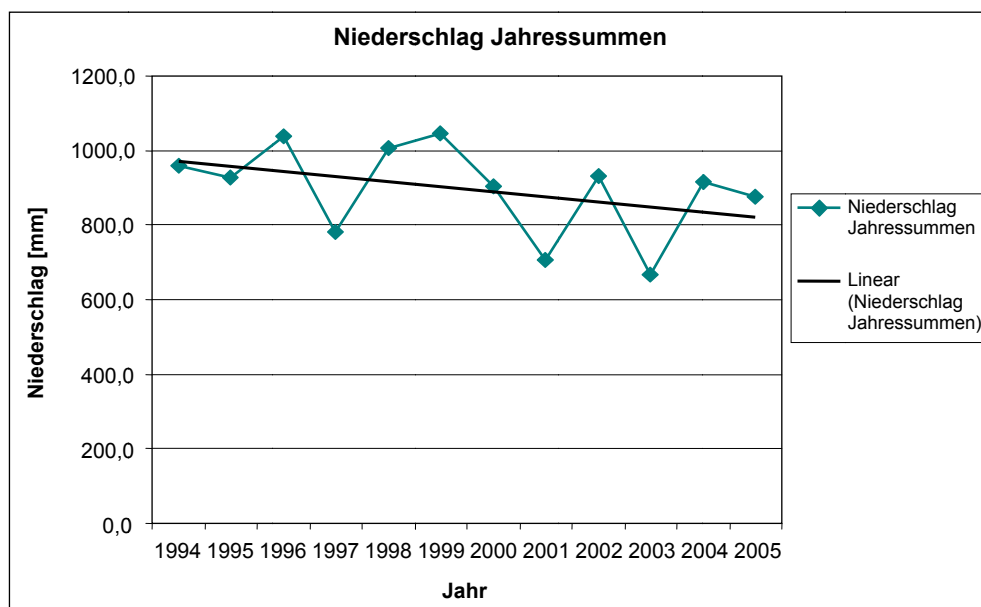


Abbildung 38: Durchschnittliche Jahresmittel (1994–2005) der Niederschlagsstation Straß (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

Das langjährige Monatsmittel beträgt etwa 75 mm. (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Abbildung 39 zeigt die Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate. Für jeden Monat wurde ein Gesamtmittelwert aus den Monatssummen der Jahre 1994–2005 errechnet.

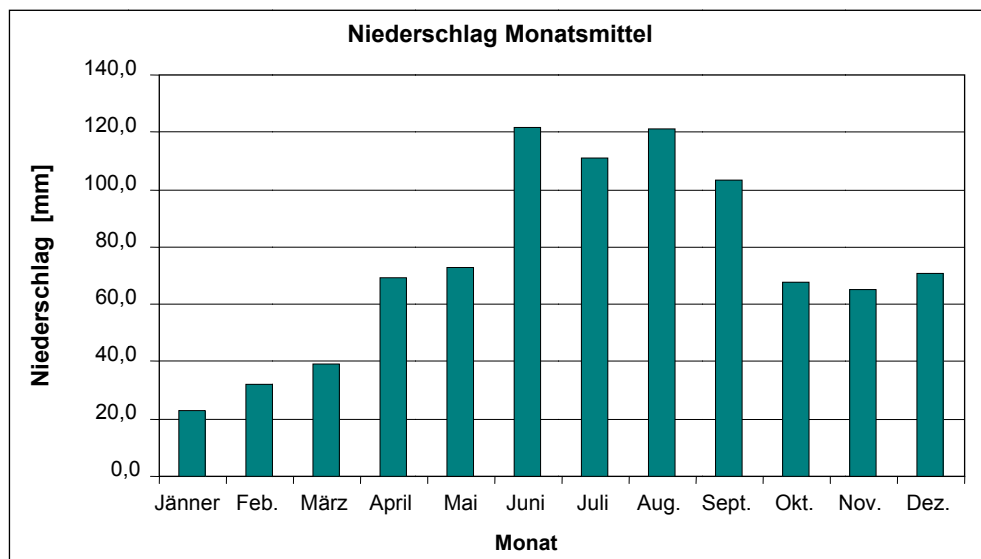


Abbildung 39: Durchschnittliche Monatsmittel (1994–2005) der Niederschlagsstation Straß (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

3.7.5 Boden und Landnutzung Unteres Murtal

Bei den Böden im Unteren Murtal dominieren carbonathaltige Braunerde und carbonathaltiger Auboden. In geringerem Ausmaß findet man auch Pseudogley und Gley.

Etwa 77 % der Fläche im Unteren Murtal wird landwirtschaftlich genutzt. Weiteren wichtigen Anteil haben auch Wälder und naturnahe Flächen.

Tabelle 14 zeigt die anteilmäßige Verteilung der jeweiligen Arten der Landnutzung gemäß CORINE Landcover 2000 im Unteren Murtal.

Tabelle 14: Landnutzung im Unteren Murtal nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	1,0 %
Landwirtschaftliche Flächen	77,3 %
Wälder und naturnahe Flächen	20,1 %
Feuchtflächen	0 %
Wasserflächen	1,7 %

Im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle KK61036032 wird vor allem Mais angebaut. Untergeordnet finden sich auch einige Kürbis- und Getreidefelder. Am südwestlichen Rand des Einzugsgebietes in dem kleinen Ort Wagendorf befinden sich einige Silos sowie Verarbeitungsbetriebe für den Futtermais. Weiters gibt es am Ortsrand einige Höfe mit Rinder- und Schweinehaltung sowie Hühner in Freilandhaltung.

Direkt nördlich der Quelle am Dorfrand von St. Veit am Vogau befindet sich weiters die Anlage eines Sportvereins mit einem Sportplatz, der zur Zeit der Quellaufnahme im September 2007 gerade in Bau war. Unmittelbar daneben liegen ein Kinderspielplatz sowie der Friedhof des Ortes. Des Weiteren führt eine relativ stark befahrene Bundesstraße quer durch das vermutete Einzugsgebiet der Quelle KK61036032.

3.7.6 Hydrochemie

Die Darstellung aller von der Quelle KK61036032 gewonnenen Proben im Piper-Furtak-Diagramm zeigt ein eher heterogenes Bild, doch lassen sich die Wässer vorwiegend dem erdalkalisch-nitratischen Wassertypus zuordnen. Im Anionen-Dreieck kann ebenfalls ein deutlicher chloridischer Einfluss belegt werden (siehe Abbildung 40).

Inhaltsstoffe

Hauptparameter

Beim Parameter Nitrat wird die zulässige Höchstkonzentration im Trinkwasser von 50 mg/l deutlich überschritten.

Neben- und Spurenelemente

Das Wasser der Quelle KK61036032 ist relativ arm an Spurenelementen. Im Zuge der Analyse konnten nur Konzentrationen von Bor (MW 6,2 µg/l) und Zink (MW 12,5 µg/l) festgestellt werden.

Organische Verbindungen

In der Quelle KK61036032 konnten neben Atrazin (MW 0,63 µg/l), Desethylatrazin (MW 0,11 µg/l) und Desisopropylatrazin (MW 0,005 µg/l) auch Metolachlor (MW 0,14 µg/l) und vereinzelt Spuren von Bentazon gefunden werden. Bei den Parametern Atrazin und Metolachlor kommt es zu einer deutlichen Überschreitung der zulässigen Höchstkonzentration im Grundwasser von 0,1 µg/l.

Hydrochemische Klassifizierung

Das Wasser der Quelle KK61036032 kann Anhand des Piper-Furtak-Diagramms dem Bereich 3, also dem erdalkalisch-nitratischen Wassertypus, zugeordnet werden. Die Summe der Parameter Calcium und Magnesium beträgt in Konzentrations-Äquivalenten 85,72 %; die Summe der Parameter Sulfat, Chlorid und Nitrat 79,26 %. Im unteren linken Dreiecksdiagramm ist weiters ein deutlicher chloridischer Einfluss im Wasser dieser Quelle erkennbar (MW 35,04 mg/l Cl). Die chemische Zusammensetzung der Quelle KK61036032 ist somit der der anderen Kristallquelle (Quelle KK61033012) sehr ähnlich, unterscheidet sich aber ziemlich stark von den Wässern der Quellen KK61030032 und KK61707012 (siehe Abbildung 40).

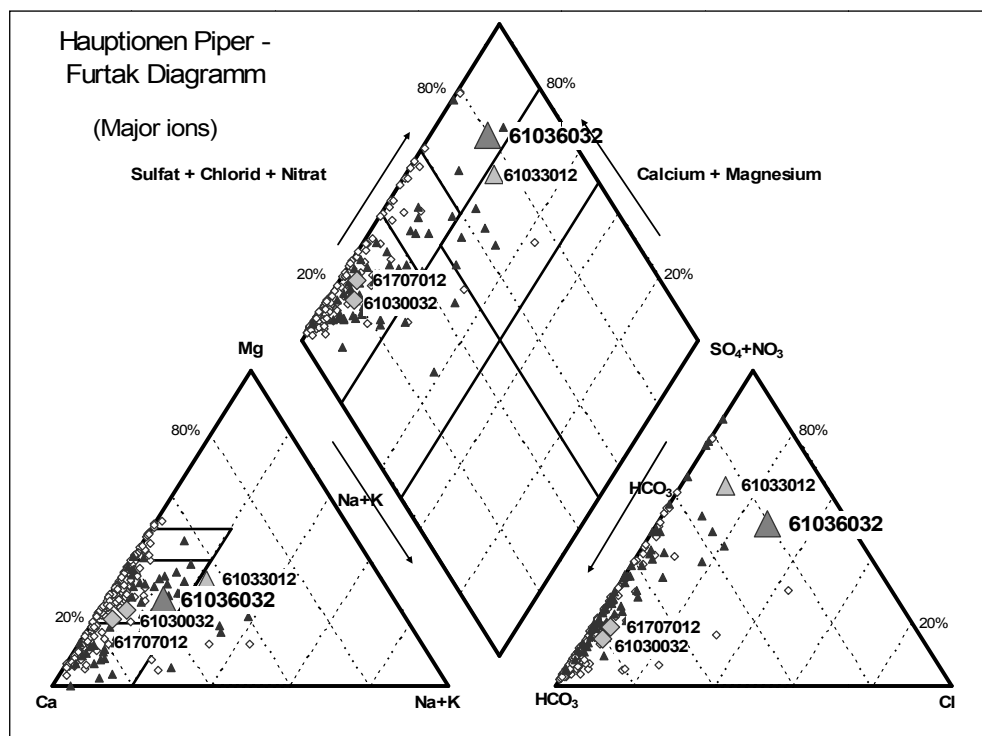


Abbildung 40 Hydrochemische Klassifizierung des Wassers der Quelle KK61036032.
Rauten: Karstquellen, Dreiecke: Kristallinquellen.

3.8 Quelle KK61707012

3.8.1 Allgemeines

Die Quelle KK61707012 befindet sich im Grundwassergebiet „Grazer Bergland östlich der Mur“ im Gemeindegebiet von Anger. Das Wasser wird von der Quelfassung heraufgepumpt und zur zentralen Wasserversorgung des kleinen Ortes mit etwa sechs Häusern und für die Bewässerung verwendet.

Die Quelfassung liegt in etwa 735 m Seehöhe, der Ort etwa 20 bis 30 m höher. Die ungefähre mittlere Höhe des Einzugsgebietes beträgt ca. 770 m Seehöhe.

Das vermutete Einzugsgebiet der Quelle KK61707012 umfasst vor allem das Gebiet um den in nordwestlicher Richtung verlaufenden Graben. Es bezieht vermutlich den westlich oberhalb des Grabens gelegenen Wald, die oberhalb des Grabens in nördlicher Richtung gelegenen Wiesen und Gärten und wahrscheinlich auch den Ort in östlicher Richtung mit ein (siehe Abbildung 41). Somit beträgt die Größe des Einzugsgebietes schätzungsweise 100.000 m² (10 ha).



Abbildung 41: Blick auf das Einzugsgebiet der Quelle KK61707012. Foto: M. Kralik.

3.8.2 Geologie

Das Grazer Bergland wird im Wesentlichen vom Grazer Paläozoikum mit unterlagerndem Altkristallin gebildet. Die Mur stellt einen wichtigen Faktor im Zuge der tektonischen und vor allem hydrogeologischen Entwicklung in diesem Raum dar.

Am Aufbau des gesamten Gebietes sind drei wesentliche Gesteinszonen beteiligt, nämlich kristalline Schiefer, paläozoische Karbonate und Schiefer sowie tertiäre Ablagerungen. Die kalkige Fazies weist häufig Verkarstungserscheinungen auf.

Bei der Begehung des Geländes im Juni 2007 konnten verschiedene Aufschlüsse mit anstehendem Gestein vor allem im Graben, in dem sich die Quelle befindet, aufgefunden werden. Die angetroffenen Gesteine sind vorwiegend stark verwitterte paläozoische grünschieferfazielle Schiefer (vor allem Glimmerschiefer) mit größeren Quarzeinschaltungen. Es wird vermutet, dass durch den Graben eine Störungszone verläuft, da die Gesteine an den Wänden häufig schichtweise abblättern und an manchen Stellen gänzlich zerrieben sind. Die deutlich stabileren Quarze liegen dann als große Gerölle im Graben.

Der folgende Ausschnitt der geologischen Karte zeigt die mit einem schwarzen Kreuz markierte Quelle KK61707012, deren schraffiert gezeichnetes vermutetes Einzugsgebiet und die in diesem Gebiet vorwiegend vorhandenen Schiefer, Kalke und Dolomite. Genauere Beschreibungen sind der Legende in Abbildung 42 zu entnehmen (GBA 2005b).

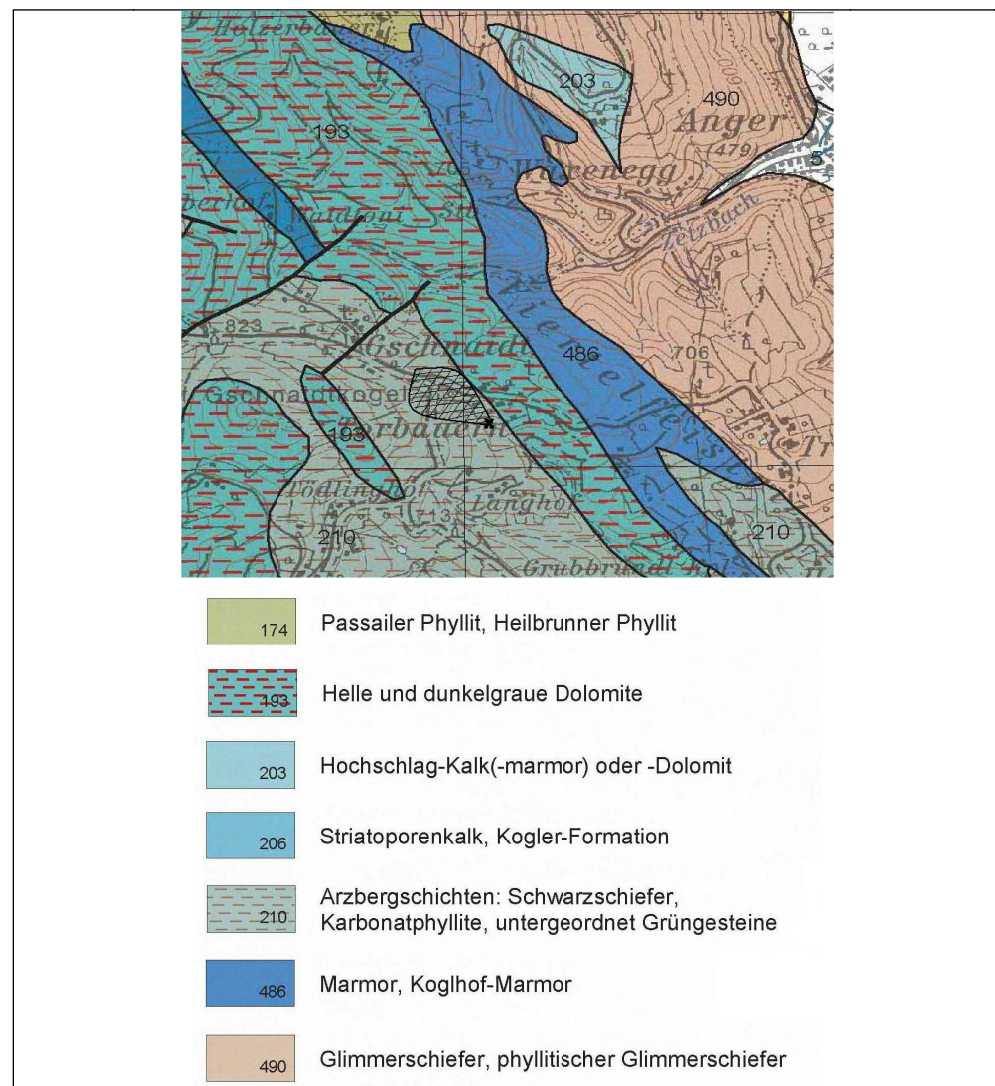


Abbildung 42: Ausschnitt aus der geologischen Karte von Weiz (ÖK 165, GBA 2005b). Das Kreuz bezeichnet den Standort der Quelle, die schraffierte Fläche deren vermutetes Einzugsgebiet.

3.8.3 Grundwasserverhältnisse

Innerhalb der tertiären Sedimente kommt es nur zur Ausbildung gering ergiebiger Grundwasservorkommen.

Wasserwirtschaftlich von Bedeutung sind vor allem die teils stark verkarsteten Karbonatbereiche an deren Basis beziehungsweise deren Grenzbereich zum Kristallin, an welchem häufig ergiebige Quellen austreten.

Im Graben unterhalb des Ortes können mehrere kleine und größere Quellaustritte beobachtet werden, welche weiter unten in einem Quellhaus gefasst werden. Da es sich bei den oberen Quellaustritten um Wasser näher zur Oberfläche handelt, welche stärker für Verschmutzung anfällig sind, werden diese zumeist an der eigentlichen Quelle vorbeigeleitet und nur in Zeiten mit geringerer Wasserführung eingespeist. Das Öffnen einer Klappe, welche das Wasser der oberen Quellen zurückhält und in regelmäßigen Abständen auslässt, verursacht eine schwallartige Schüttung des Überlaufs.

In weiterer Folge bilden der Überlauf und einige kleinere Zuflüsse einen Bach, welcher das Gebiet entwässert. Direkt im Einzugsgebiet konnten keine weiteren Gewässer festgestellt werden.

Die in den Jahren 1996–2006 aus der Schüttung (durchschnittlich 0,3 l/s) und dem Jahresmittel des Niederschlags der Station Angern (ca. 800 mm) errechnete Wasserbilanz des etwa 10 ha großen Einzugsgebiets der Quelle KK61707012 ergibt eine jährliche Grundwasserneubildung von etwa 95 mm/a. Daraus lässt sich etwa eine Evapotranspirationsrate von knapp 90 % errechnen. Verglichen mit den Daten aus dem „Wasserversorgungsplan Steiermark“ (AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG 2002) von 62 % ist dieser Wert eindeutig zu gering. Der Grund für die unterschiedlichen Werte ist vermutlich eine falsche Abschätzung der Größe des Einzugsgebietes. Nicht auszuschließen ist ebenfalls, dass nur der Quellüberlauf beprobt wird, woraus eine zu geringe Schüttungsmenge resultiert.

3.8.4 Meteorologie Anger

Die nächstgelegene Niederschlagsstation (Anger) zur Quelle KK61707012 zeigt in den letzten zehn Jahren (1996–2005) eine mittlere Jahresniederschlagssumme von etwa 825 mm (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Wie auch schon in den Stationen um die anderen Quellen ist auch in diesem Gebiet ein leichter Rückgang der Niederschlagsmengen in den letzten Jahren zu beobachten (siehe Abbildung 43).

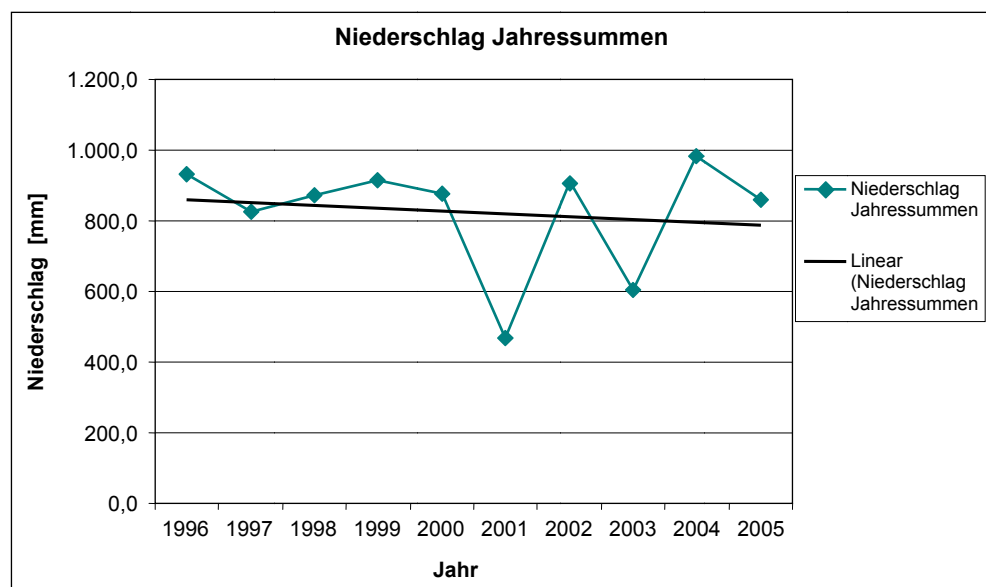


Abbildung 43 Durchschnittliche Jahressummen (1996–2005) der Niederschlagsstation Angern (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

Die mittlere Monatsniederschlagssumme beträgt ca. 69 mm (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007). Abbildung 44 zeigt die Verteilung der Niederschläge auf die einzelnen Monate. Für jeden Monat wurde ein Gesamtmittelwert aus den Monatssummen der Jahre 1996–2005 errechnet.

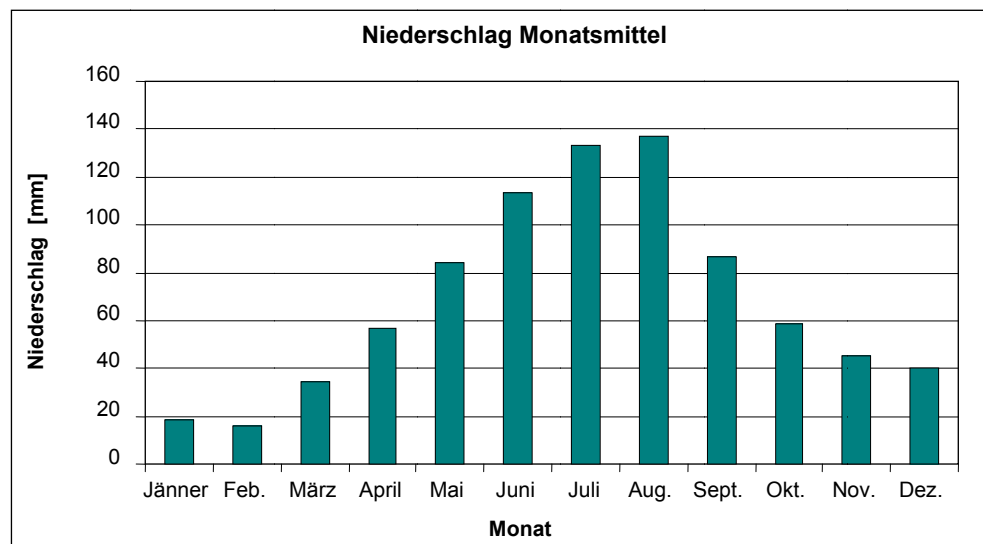


Abbildung 44: Durchschnittliche Monatsmittel (1996–2005) der Niederschlagsstation Angern (HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK 2007).

3.8.5 Boden und Landnutzung

Die Böden im Grazer Bergland bestehen vor allem aus Rendzina und Pararendzina. Untergeordnet kommen auch noch karbonatfreie Braunerden und Pseudogley vor.

Den Hauptanteil am Grazer Bergland östlich der Mur haben Wälder und naturnahe Flächen. Etwa 32 % der Fläche werden landwirtschaftlich genutzt.

Tabelle 15 zeigt die anteilmäßige Verteilung der jeweiligen Arten der Landnutzung gemäß CORINE Landcover 2000 im Grazer Bergland östlich der Mur.

Tabelle 15: Landnutzung im Grazer Bergland östlich der Mur nach CORINE (2000).

Landnutzung nach CORINE (Ebene 1)	Anteil
Bebaute Fläche	0 %
Landwirtschaftliche Flächen	32,4 %
Wälder und naturnahe Flächen	67,6 %
Feuchtflächen	0 %
Wasserflächen	0 %

Direkt im vermuteten Einzugsgebiet der Quelle KK61707012 befanden sich bei der Begehung Ende Mai 2007 mehrere kleine Obstplantagen, in denen vorwiegend Apfel- und Birnbäume wachsen. Untergeordnet werden auch Marillenbäume, Holler, Wein und Brombeeren angepflanzt.

Der Ort selbst liegt am Rande des vermuteten Einzugsgebietes und umfasst etwa sechs Einfamilienhäuser. In weiterer Folge befinden sich bei einem Haus auch ein Rinderstall samt Lagerplatz für Stalldünger, Silos und eine Weide mit Rindern. Ebenfalls werden in einem Stall mit Freilaufgehege Hühner gehalten.

3.8.6 Hydrochemie

Anhand des Piper-Furtak-Diagrammes können die Wässer der Quelle KK61707012 eindeutig dem erdalkalisch-karbonatischen Wassertypus zugeordnet werden. Das Diagramm zeigt eine sehr einheitliche Zusammensetzung. Vorwiegendes Kation ist Calcium, bei den Anionen spielt vor allem Hydrogencarbonat eine wesentliche Rolle (siehe Abbildung 45).

Inhaltsstoffe

Neben- und Spurenelemente

Die Quelle KK61707012 weist ein relativ breites Spektrum an Spurenelementen, meist allerdings nur in geringen Konzentrationen, auf. Neben Bor (MW 14 µg/l) wurden auch Konzentrationen von Aluminium (MW 24 µg/l), Arsen (MW 2 µg/l), Kupfer (MW 2 µg/l), Nickel (MW 1 µg/l), Blei (MW 1 µg/l) und Zink (MW 38 µg/l) ermittelt.

Organische Parameter

Im Zuge der GZÜV-Wasseranalysen der Quelle KK61707012 konnten Konzentrationen von Atrazin (MW 0,06 µg/l) und Desethylatrazin (MW 0,18 µg/l) festgestellt werden.

Hydrochemische Klassifizierung

Anhand des Piper-Furtak-Diagrammes kann das Wasser der Quelle KK61707012 dem Bereich 1, also dem erdalkalisch-carbonatischen Wassertypus, zugeordnet werden. Die Summe der Parameter Calcium und Magnesium beträgt in Konzentra-

tions-Äquivalenten 95,47 %, die Summe der Parameter Sulfat, Chlorid und Nitrat 23,23 %. Das Wasser der Quelle KK61707012 ähnelt somit dem der Quelle KK61030032, welche ebenfalls zu den Karstquellen gezählt wird.

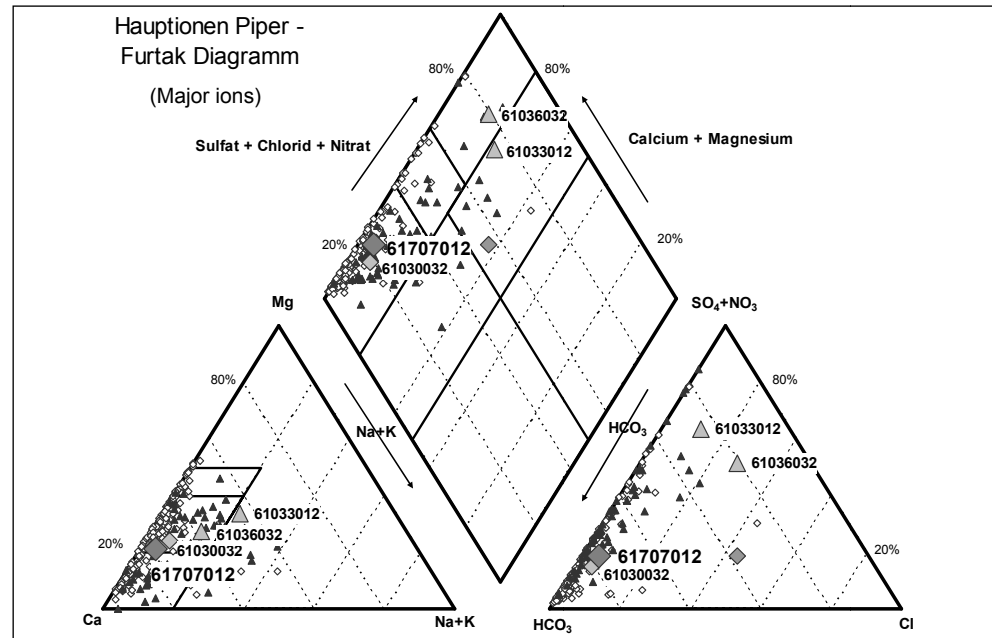


Abbildung 45 Hydrochemische Klassifizierung des Wassers der Quelle KK61707012.
Rauten: Karstquellen, Dreiecke: Kristallinquellen.

Abbildung 45 zeigt die hydrochemische Klassifizierung nach Piper-Furtak des Wassers der Quelle KK61707012 im Vergleich zu den Wässern aller Karst- und Kristallinquellen und im Vergleich zu den anderen drei ausgewählten Quellen der Steiermark.

4 ISOTOPENERGEBNISSE ^3H , ^{18}O , ^2H

4.1 Probenahme und Untersuchungsmethoden

Für die Probenahme von Isotopenproben wurde für die MitarbeiterInnen der Fa. Biutec eine Feldstandardanleitung (siehe Anhang, Kapitel 8.1) erstellt. Diese sieht vor, dass die nach GZÜV-Standardanleitung genommenen Grundwasserproben in gut verschlossenen 1 Liter Polyethylenflaschen in einem kühlen Kellerraum gelagert werden, bis die entsprechenden Proben dem Isotopenlabor übergeben werden konnten.

4.1.1 Tritium (^3H)

Tritium gehört zu den klassischen isotopehydrologischen Tracern für die Untersuchung von Grundwasserverweilzeiten. Als Bestandteil des Wassermoleküls ist es der einzige Datierungstracer, der den Wasserkreislauf direkt widerspiegelt. Erste Anwendungen der Methode begannen in einer Zeit, in der die Konzentration im Niederschlag bereits durch die Freisetzung von Tritium aus oberirdischen Kernwaffentests dominiert wurde. Sie nutzten insbesondere den starken Eintrag durch die oberirdischen Wasserstoffbombenexperimente anfangs der 60er Jahre (Erhöhung der natürlichen Konzentration im Niederschlag um etwa das 300-fache, siehe kleine Grafik in Abbildung 46) und den anschließenden Konzentrationsabfall als Markierung für neu gebildetes Grundwasser. Dem relativ schnellen Abfall der Konzentration im Niederschlag bis etwa 1982 folgte eine Phase des langsameren Abbaus und der Angleichung an ein quasinatürliches Niveau (bestimmt durch natürliche Konzentration von etwa 5 bis 6 TE sowie einem geringeren Beitrag aus der sonstigen kerntechnischen Erzeugung und Nutzung), das derzeit nahezu erreicht ist.

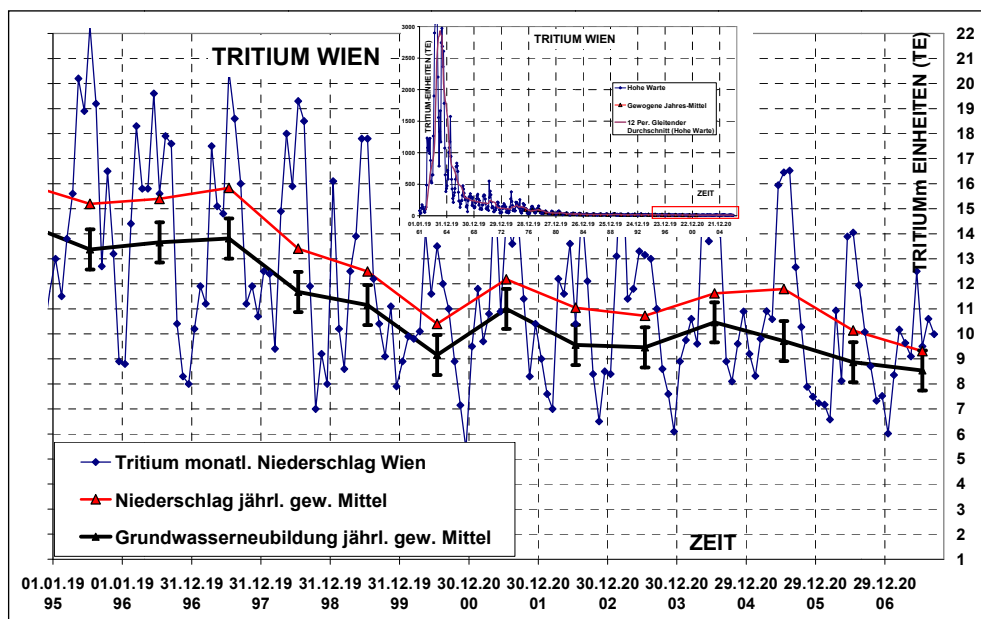


Abbildung 46: Monatliche Tritiumgehalte im Niederschlag (Wien) und deren gewogenen Jahresmittel bzw. die errechneten mittleren Tritiumgehalte und Standardabweichungen der jährlichen Grundwasserneubildung im Marchfeld.



Zeitweilig entsprach der zeitliche Konzentrationsgradient im Niederschlag etwa der Abnahme durch den radioaktiven Zerfall des Tritiums ($T_{1/2} = 12,43$ Jahre, UNTERWEGER et al. 1980), was zu relativ konstanten zerfallskorrigierten mittleren Tritiumgehalten im Niederschlag führt. Die geringen Variationen und die zunehmende Mehrdeutigkeit der Zuordnung einer gemessenen Konzentration erschweren die Bewertung jüngerer Grundwässer, zumal längere Messreihen im Grundwasser kaum verfügbar sind. Eine bleibende Stärke von Tritium besteht in der Identifikation alter Wässer.

Vor 1950 gebildete Grundwässer enthalten im Rahmen der üblichen Messgenauigkeit kein Tritium mehr. Andererseits muss in allen nach etwa 1955 gebildeten Grundwässern eine Mindestaktivität enthalten sein, deren Größe vom Messzeitpunkt abhängt. Kann man z. B. infolge der Herkunftsverhältnisse einer Grundwasserprobe annehmen, dass sich die jahreszeitlichen Variationen und Fluktuationen der Tritiumkonzentration des Niederschlags im Grundwasser ausgemittelt haben, so beweist die Unterschreitung dieser Mindestaktivität (unter Beachtung der Messgenauigkeit und der tatsächlichen Neubildungsverhältnisse) die Abwesenheit von Wasser, das nach 1963 in den Untergrund neu infiltriert ist. Dieser Prüfwert ist abhängig vom Zeitpunkt der Probenahme/Messung und ist in Abbildung 46 am Beispiel von Niederschlagswerten von Wien (ANIP 2007) gezeigt. Weiterhin identifizieren Konzentrationen oberhalb des Rezentniveaus den Beitrag von Wässern aus dem Bildungszeitraum mit hohem Tritiuminput (KNÖLLER & TRETTIN 2003).

Diese können aber auch aus dem Abflussspeicher der Flüsse stammen oder künstlich aus Kernkraftwerken (z. B. in March und Donau) hinzugefügt sein. Weiters können erhöhte Tritiumkonzentrationen aus geordneten oder ungeordneten Depositionen aufgrund des Einsatzes von Tritium in Leuchtziffern in Uhren und anderen technischen Geräten entweichen.

4.1.2 Sauerstoff-18 (^{18}O) und Deuterium (^2H)

Die isotopische Zusammensetzung des Niederschlagswassers (Sauerstoff-18 und Deuterium) wird primär durch die Herkunft und Bildung des Wasserdampfes und der Wolken und sekundär durch die Bildungsverhältnisse des Niederschlags bestimmt. Nach Erreichen der Erdoberfläche kann ein Teil des Wassers versickern. Dabei teilt sich dem Sickerwasser die Signatur des Niederschlagsereignisses mit. Winterniederschläge sind im Mittel isotopisch leichter als Sommerniederschläge. Das Sickerwasser kann sich direkt oder indirekt in Gewässern sammeln. Im $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ -Plot liegen originäre Niederschlagswässer bzw. davon abgeleitete Grundwässer auf oder nahe der sich als Mittel ergebenden lokalen Niederschlagsgeraden ($\delta\text{D} = a \cdot \delta^{18}\text{O} + d$), die von der so genannten globalen meteorischen Wasserlinie (GMWL, $\delta\text{D} = 8 \cdot \delta^{18}\text{O} + 10$) nach CRAIG (1961) zumeist etwas abweicht. Vor allem in stehenden Gewässern können sich die Isotopensignaturen vor allem infolge Verdunstung (in guten Porengrundwasserleitern sind derartige Alterationen unbedeutend) ändern. Eingedunstete Wässer nehmen einen Platz auf einer so genannten $\delta^{18}\text{O}$ – $\delta^2\text{H}$ -Eindunstungsgeraden ein, die sich durch bevorzugte $\delta^{18}\text{O}$ -Anreicherung und damit niedrigeren Anstieg a auszeichnet. Auch in der gesättigten Zone sind postgenetische Variationen (Austausch- und Lösungseffekte) möglich, die aber im vorliegenden Betrachtungsfall keine Rolle spielen.

Untersuchungen von $\delta^{18}\text{O}$ und $\delta^2\text{H}$ versprechen also insbesondere dort Nutzen, wo stark variable Infiltrationsverhältnisse vorliegen oder die Grundwasserneubildung durch die Infiltration aus ständigen (Uferfiltrate) oder episodischen (z. B. auch Überflutungen) Gewässern beeinflusst wird. Ebenso sind kurzzeitig fluktuierende $\delta^{18}\text{O}$ - oder $\delta^2\text{H}$ -Werte ein Kennzeichen für geringe oder variable Mischung bzw. die enge Verbindung zu Niederschlagsereignissen. In ausgedehnten Porengrundwasserleitern bilden sich kurzfristige Variationen oder auch „saisonale“ Effekte oft nur im obersten Grundwasserbereich bzw. bei geringen Verweilzeiten ab (Knöller & Trettin 2003).

4.1.3 Tritiogenes Helium-3

Enthält ein abgeschlossenes System (z. B. ein Grundwasserelement oder eine Wasserprobe) Tritium, so reichert sich sein Zerfallsprodukt – das Helium-3 (^3He) – mit der Zeit an. Abgeschlossen ist ein Grundwassersystem diesbezüglich (Akku-mulationsbeginn) erst dann, wenn der Kontakt zur Gasphase in der ungesättigten Zone (Austausch, Diffusion) unterbunden ist. Die Gesamtmenge an ^3He lässt sich massenspektrometrisch über den Gehalt des im Wasser gelösten Heliums und das $^3\text{He}/^4\text{He}$ -Verhältnis messen bzw. berechnen. Aus diesem müssen Beiträge von Luft-helium (entsprechend einem temperaturabhängigen Lösungsgleichgewicht zwischen Gasphase und Wasser sowie von Überschüssen/Lufteinschlüssen) und Helium aus der Erdkruste durch Korrekturansätze eliminiert werden. Dies geschieht z. T. mittels Parallelmessung von Neon (Ermittlung des Luftüberschusses in der Probe) und z. T. durch Verwendung von Erfahrungswerten zum Krustenhelium. Aus der Kenntnis des bereits zerfallenen Tritiums ($^3\text{He}_{\text{tri}}$) in Relation zum noch in der Probe befindlichen Tritium (^3H) lässt sich die Bildungsdauer des ^3He ermitteln und für Verweilzeitbewertungen verwenden (SCHLOSSER et al. 1988, 1989, PLUMMER et al. 1998). Auf dieser Basis ergibt sich eine theoretische Grundwasserverweilzeit T_{He} nach

$$T_{\text{He}} = \lambda^{-1} \ln(1 + ^3\text{He}_{\text{tri}}/^3\text{H}) \quad (\lambda = \text{Zerfallskonstante des Tritiums}).$$

Die so ermittelten Alter (T) entsprechen einem Piston Flow-Modell. Bei Mischwässern entspricht T_{He} jedoch nicht dem gewichteten Mittel der Verweilzeiten der Komponenten.

Tritiumfreie Wasserkomponenten werden nicht erfasst, da sie weder einen Beitrag zu ^3H noch zu $^3\text{He}_{\text{tri}}$ liefern. Sind solche in einer Probe enthalten, so liefert T_{He} Aussagen über die jüngeren (noch oder ehemals tritiumhaltigen) Komponenten.

4.1.4 FCKW (CFC)

Die FCKW-Gehalte in der Atmosphäre sind seit rund 50 Jahren bei F12 (CF_2Cl_2) und F11 (CFCl_3) bzw. über 30 Jahren bei F113 ($\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$) bis in die 90er Jahre ständig gewachsen. Bei nicht zu mächtiger ungesättigter Bodenzone geht man davon aus, dass die FCKW-Gehalte in der Atmosphäre denen der Bodenluft näherungsweise gleichen. Die Grundwasserdatierung mit FCKW (OSTER 1994, PLUMMER & BUSENBERG 1999) setzt voraus, dass zwischen der Bodenluft und dem sich bildenden Sickerwasser bzw. Grundwasser ein definiertes Konzentrations- und temperaturabhängiges Lösungsgleichgewicht existiert. Die Zeitabhängigkeit überträgt



sich damit auf das Grundwasser und ist Grundlage einer Altersbewertung. Generell muss gesichert sein, dass sich die Tracer im Grundwasser konservativ verhalten und unterirdische Quellen nicht existieren. Bekannt ist, dass FCKW im aeroben Milieu relativ stabil sind, während sie unter reduzierenden Bedingungen abgebaut werden. Grundsätzlich muss der Konzentrationsverlauf in der Luft des beprobten Gebietes bekannt sein bzw. einem allgemein bekannten Trend entsprechen. Für das Untersuchungsgebiet lagen keine FCKW-Daten vor, so dass Bewertungen nur unter Anlehnung an durchschnittliche Verhältnisse durchgeführt werden können. Weiterhin dürfen keine weiteren Quellen (Kontamination bei FCKW) wirksam sein.

4.2 Bestimmung der isotopischen Zusammensetzung des Wassers

4.2.1 $\delta^{18}\text{O}$ (Sauerstoff-18)-Werte

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Analysen werden an einem Gasisotopenmassenspektrometer des Typs Finnigan MAT 250 durchgeführt. An das Gerät gekoppelt ist eine vollautomatische Equilibriereinheit zur Probenaufbereitung mittels Isotopenaustausch nach EPSTEIN & MAYREDA (1953). Probenmenge: 5 ml, Schüttelzeit: 4 Stunden bei 18 °C. Das Messgas wird vor dem Eintritt ins Massenspektrometer mit einer Kältemischung (–70 °C) getrocknet. Die Datenauswertung erfolgt über zwei mitlaufende Laborstandards, die gegen die internationalen Standards VSMOW und SLAP der IAEA kalibriert wurden.

Die im Anhang mit dem Labor Code 1 bezeichneten Messwerte wurden im Isotopen-Labor der Isotope Hydrology Section der International Atomic Energy Agency (IAEA) gemessen. Die Messwerte mit dem Labor Code 16 wurden in den Labors der Austrian Research Centers (ARC) Seibersdorf gemessen. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte beider Labors weisen eine interne Standardabweichung von ungefähr 0,06 ‰ (VSMOW) auf. Verdeckte Routine-Doppelmessungen von identen Proben (n = 6) in beiden Labors ergaben eine mittlere Standardabweichung von 0,07 ‰ (VSMOW).

4.2.2 $\delta^2\text{H}$ (Deuterium)-Werte

Die $\delta^2\text{H}$ -Analysen werden an einem Gasisotopenmassenspektrometer vom Typ Finnigan MAT 251 durchgeführt. An das Gerät gekoppelt ist eine vollautomatische, mit pneumatischen Faltenbalgventilen ausgerüstete Equilibriereinheit zur Probenaufbereitung mittels Isotopenaustausch unter Verwendung des Pt-Katalysators „Hokko Beads“ nach OHSUMI & FUJINO (1986). Probenmenge: 5 ml, Einstellzeit: Eine Stunde bei 18 °C. Das Messgas wird vor dem Eintritt ins Massenspektrometer mit einer Kältemischung (–70 °C) getrocknet. Die Datenauswertung erfolgt über zwei mitlaufende Laborstandards, die gegen die internationalen Standards VSMOW und SLAP der IAEA kalibriert wurden.

Die im Anhang mit dem Labor Code 1 bezeichneten Messwerte wurden im Isotopen-Labor der IAEA gemessen. Die Messwerte mit dem Labor Code 16 wurden in den Labors der ARC gemessen. Die $\delta^2\text{H}$ -Werte beider Labors weisen einen Messfehler von ungefähr 1 ‰ (VSMOW) auf. Verdeckte Routine-Doppelmessungen von identen Proben (n = 2) in beiden Labors ergaben eine mittlere Standardabweichung von 0,35 ‰ (VSMOW).

4.2.3 ^3H (Tritium)-Werte

Die zu analysierenden Wasserproben werden destilliert, die Leitfähigkeit des Destillates soll unter $60\ \mu\text{S}/\text{cm}$ liegen. Die Elektrolytherstellung erfolgt, indem im Destillat Na_2O_2 aufgelöst wird. Die jeweiligen Elektrolyte – jeweils eine Wasserprobe – werden in Stahlzellen elektrolytisch zersetzt. Bei diesem Zersetzungsprozess erfolgt im Elektrolytrückstand eine Anreicherung des Tritiums um den Faktor 7–12. Diese Elektrolytrückstände werden vom entstandenen NaOH gereinigt und in Zählfläschchen mit einer Szintillatorlösung vermischt.

Die Radioaktivitätsmessung dieses „Cocktails“ (angereicherte Wasserprobe + Szintillator) erfolgt in speziellen Flüssigkeitsszintillationsspektrometern mit niedrigem Leerwert (Antikoinzidenz- bzw. Koinzidenzschialtung) und hoher Zählausbeute.

Die Berechnung der Tritiumaktivität bzw. Tritiumkonzentration der Proben erfolgt im Vergleich zu einem internationalen Standard (National Institut of Standards und Technology, Standard Referenz Material 4361C).

Die im Anhang mit dem Labor Code 1 bezeichneten Messwerte wurden im Isotopen-Labor der IAEA gemessen. Die Messwerte mit dem Labor Code 16 wurden in den Labors der ARC gemessen. Die Tritiummessfehler beider Labors werden jeweils mit den Messwerten im Anhang angeführt. Verdeckte Doppelmessungen von identen Proben ($n = 8$) in beiden Labors ergaben eine mittlere Standardabweichung von 0,38 TE (Mittelwert = 9,05 TE).

4.2.4 ^3He - und FCKW-Messungen (IAEA)

Zur Entnahme von Proben für die ^3He -Messung (Isotope Hydrology Laboratory, IAEA) wurde der Förderstrom einer Druckpumpe durch spezielle Weichkupferrohre geleitet. Nach ausreichendem Spülen und Vermindern des Pumpenstroms wurde zunächst das pumpenfernere und danach das pumpennahe Rohrende durch Abquetschen mittels Spezialschneiden verschlossen (Doppelproben) (siehe Abbildung 6).

Die Proben für die FCKW-Messungen (Isotope Hydrology Section, IAEA) wurden in dunkle 100 ml Glasfläschchen mit speziell dichtenden Schraubverschlüssen in einem Metallbehälter blasenfrei entnommen (siehe Abbildung 7).

4.3 Ergebnisse Marchfeld

4.3.1 Sauerstoff-18 und Deuterium im Marchfeld

Die 258 Sauerstoff-18-Werte im Grundwasser des Marchfeldes variieren zwischen $\delta^{18}\text{O} = -12,2$ bis $-8,2\ ‰$. Der überwiegende Anteil der Messstellen zeigt Werte kleiner $-9,7\ ‰$ und nur zwei Gebiete im SW um die Stadtgrenze von Wien und im NO zeigen eine Anreicherung größer $-9,7\ ‰$ (siehe Abbildung 47 und Anhang 8.3).

Die 190 Deuterium-Messwerte im Grundwasserkörper Marchfeld korrelieren mit Sauerstoff-18 entlang der Globalen bzw. z. B. der Wiener Niederschlagslinie zwischen $\delta^2\text{H} -81$ und $-62\ ‰$ (VSMOW) (siehe Abbildung 48). Grundwasserproben sind vorwiegend gut durchmischt, aber $\delta^2\text{H}$ -Werte $< -78\ ‰$ scheinen vielfach er-

hebt sich mit Donauwasser vermischt und umgekehrt sind Grundwasserproben mit $\delta^2\text{H}$ -Werten > -70 ‰ häufig von Oberflächengewässern mit Verdunstungserscheinungen wie in der Alten Donau, anderen Donau-Altarmen oder der zahlreichen Schotterteiche beeinflusst.

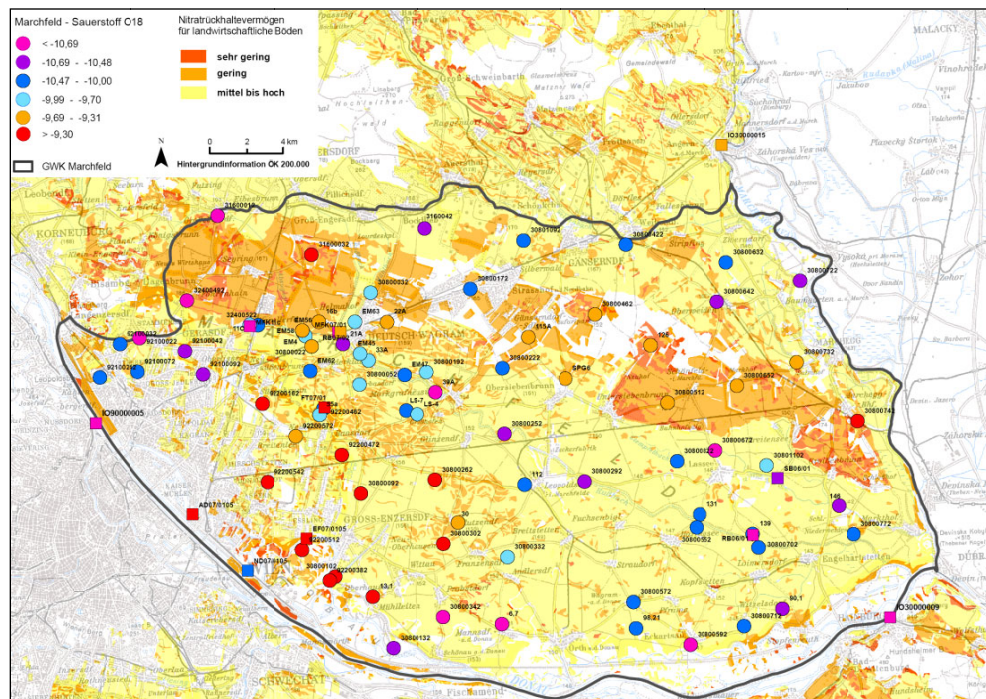


Abbildung 47: Verteilung der Mittelwerte der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der GZÜV- und Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal – Messstellen des Grundwasserkörpers Marchfeld. Klassifizierung des Nitratrückhaltevermögens der landwirtschaftlichen Böden nach MURER (2006).

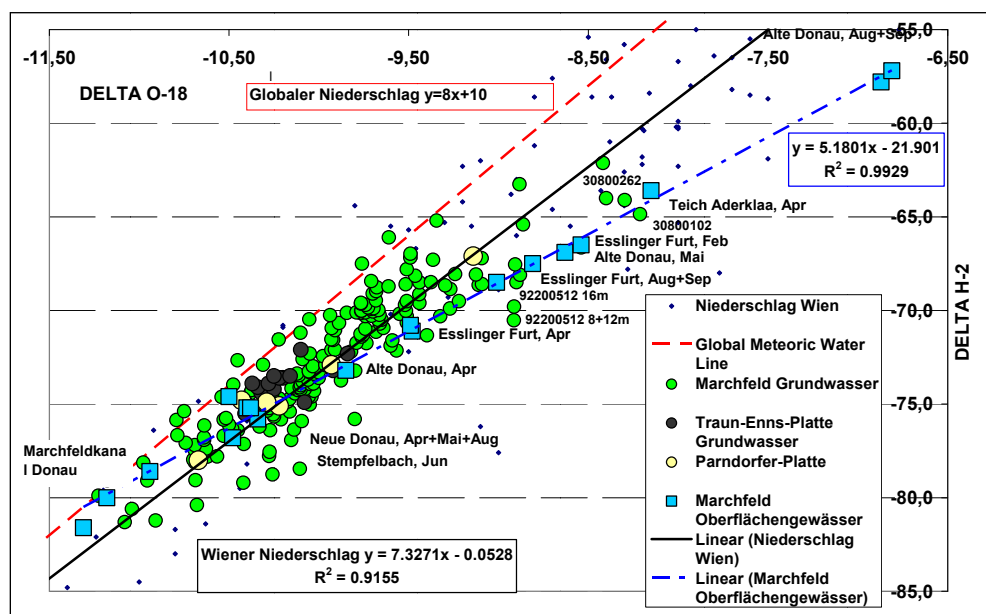


Abbildung 48: $\delta^{18}\text{O}$ versus $\delta^2\text{H}$ (‰) von ausgewählten Messstellen der Grundwasserkörper Marchfeld, Traun-Enns-Platte und Parndorfer Platte. Die Wiener Niederschlagsgerade (ANIP 2007) und die Globale Niederschlagsgerade werden als Referenz dargestellt. Die Oberflächengewässer von der Donau zur Alten Donau folgen einem Verdunstungstrend (Vierecke).

Die Oberflächenwässer bilden eine Mischungsreihe zwischen dem Donauwasser und dem davon abgeleiteten Marchfeldkanalwasser, den Proben der Neuen Donau bis zu den Wasserproben der Alten Donau im August und September. Diese Anreicherung durch Verdunstung scheint eine Markierung zu bilden, die weit ins Marchfeld hinein sichtbar ist (siehe Abbildung 47).

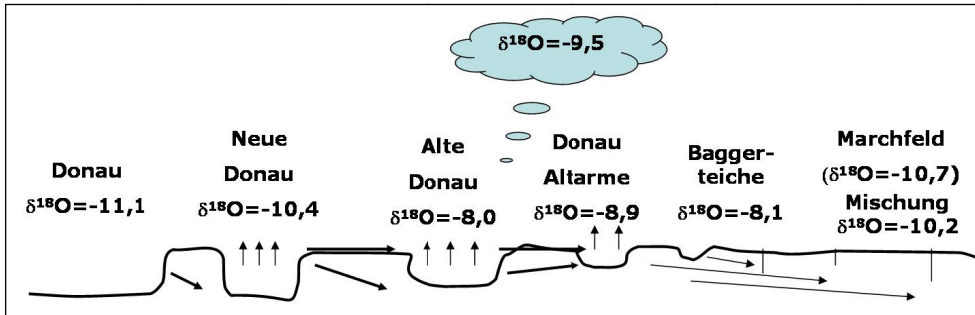


Abbildung 49: Schematisches Profil des Überganges von der Donau, Neuer und Alter Donau bzw. von Baggerteichen zum Marchfeld im SO von Wien und die Veränderung der $\delta^{18}\text{O}$ (‰)-Werte im Oberflächen- und Grundwasser.

Wie aus mehreren Messungen an Neuer und Alter Donau sowie Donau-Altarmen ersichtlich kommt es zu einer kontinuierlichen Anreicherung von Sauerstoff-18 (Erhöhung $\delta^{18}\text{O}$ -Werte) durch Verdunstung (siehe Abbildung 48 und Abbildung 49). Zusätzlich könnte die Anreicherung von Sauerstoff-18 im Grundwasser im südöstlichen Wiener Grenzgebiet durch die künstliche rasche Versickerung von Dachwässern besonders der niederschlagsreicheren Sommerniederschläge (siehe Abbildung 14) verstärkt werden.

Wie aus der Karte der Klassifizierung des Nitratrückhaltevermögens landwirtschaftlicher Böden (siehe Abbildung 47) ersichtlich, weisen besonders Messstellen in NW–SO streichende Streifen mit Böden mit geringem Nitratrückhaltevermögen im Norden des Marchfeldes relativ erhöhte $\delta^{18}\text{O}$ -Werte auf. Diese Isotopensignale deuten darauf hin, dass durch die sandigeren Böden auch Sommerniederschläge und/oder durch Verdunstung in ^{18}O angereicherte Bewässerungswässer ins Grundwasser gelangen können, während im Rest des Marchfeldes eher Winter-niederschläge mit geringeren $\delta^{18}\text{O}$ -Werten (–10,0 bis –11,0 ‰) zur Grundwasserneubildung beitragen.

Abgesehen von einigen Messstellen, die im Südosten von Wien mit Sauerstoff-18 erheblich angereichert sind und im Nordwesten Zuflüsse aus etwas höher gelegenen Gebieten aufweisen, steigen mit höheren Sauerstoff-18-Werten auch die Nitratgehalte (siehe Abbildung 50). Dieser Trend der erhöhten Nitratgehalte mit steigenden $\delta^{18}\text{O}$ -Werten unterstreicht den angenommenen Zusammenhang, dass besonders durch Düngung nitratreiche Sommerniederschläge dem Grundwasser zugeführt werden. Zusätzlich wird der Mechanismus durch Verdunstungseffekte bei Bewässerungen und demzufolge eine Anreicherung des Nitrats in Sommerwässern verstärkt.

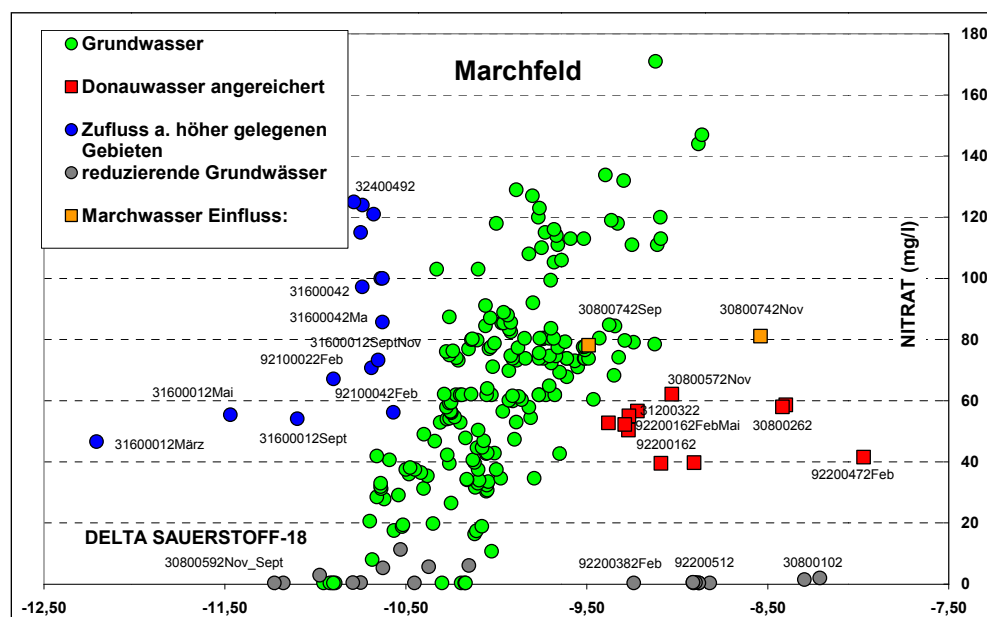


Abbildung 50: $\delta^{18}\text{O}$ (‰) versus Nitratgehalt von ausgewählten Messstellen des Grundwasserkörpers Marchfeld. Abgesehen von einigen Messstellen, die im Südosten von Wien mit Sauerstoff-18 erheblich angereichert sind, und im Nordwesten Zuflüsse aus etwas höher gelegenen Gebieten aufweisen, steigen tendenziell mit höheren Sauerstoff-18-Werten auch die Nitratgehalte.

4.3.2 Tritium und Modellalter im Marchfeld

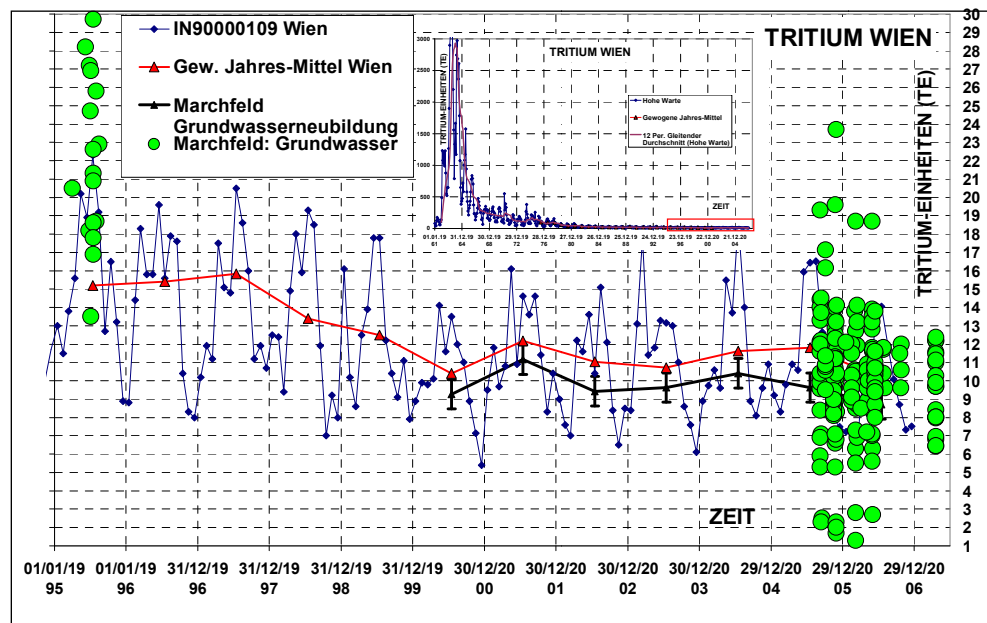


Abbildung 51: Tritiumgehalte des Niederschlags von Wien (ANIP-Nr.90000109) und deren gewogene Jahresmittelwerte 1995–2006. Die dickere untere Linie zeigt die Jahresmittel und Standardabweichungen der Tritiumgehalte der aus den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten errechneten Grundwassererneubildung. Die in dieser Studie gemessenen Tritiumwerte des Grundwassers sind als Kreise dargestellt.

Die Tritiumwerte in den Jahren 2005–2007 entnommenen Marchfeldproben variieren zwischen 0,6 bis 23,7 Tritiumeinheiten (TE) (Anhang 8.3). Rückstellproben von Messstellen der Marchfeld Betriebsgesellschaft aus dem Jahr 1995 enthielten zum Probenahmezeitpunkt bis 30 TE (siehe Abbildung 51).

Zehn Messstellen (29 %) weisen Tritium-Mittelwerte zwischen 8 und 10 TE auf und haben daher wahrscheinliche MVZ von < 15 Jahren. Bei 20 Messstellen (57 %) lassen sich MVZ zwischen 15–30 Jahren errechnen. Bei einer Messstelle (3 %) errechnen sich MVZ zwischen 30–50 Jahren bzw. bei 4 Messstellen (11 %) MVZ von > 50 Jahren (siehe Abbildung 52). Manche der Messstellen mit erhöhten Tritiumwerten könnten jedoch auch durch Tritium aus Deponien oder Altlasten kontaminiert sein.

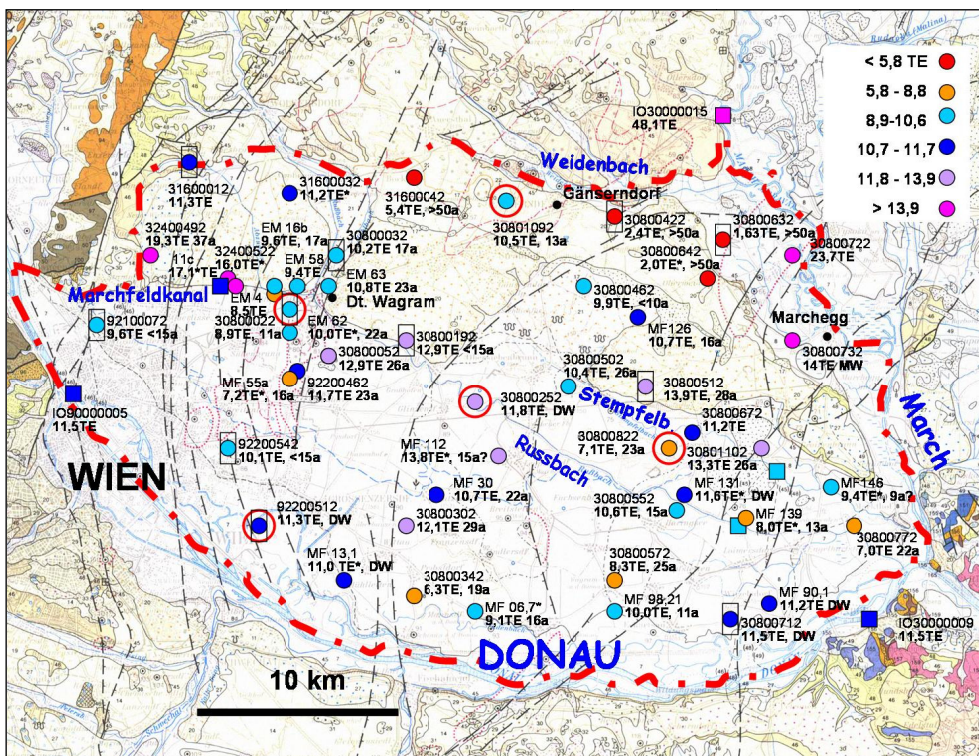


Abbildung 52: Verteilung der Mittelwerte der Tritium-Einheiten (*Einzelmessung) in den Sonden und Brunnen der GZÜV und der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal im Grundwasserkörper Marchfeld. Die errechneten Mittleren Verweilzeiten in Jahren (a). Beeinflussung von Sonden durch Donauwasser und Marchwasser sind als DW und MW gekennzeichnet. Oberflächengewässer sind als Vierecke dargestellt. Rechtecke um Messstellen zeigen Standardabweichungen von > 5 % und rote Kreise Messstellen mit tiefenorientierten $^3\text{H}^3\text{He}$ - bzw. CFC-Messungen an. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung (FUCHS & GRILL 1984). Legende: 7+8 (weiß): Aue und höhere Fluren der heutigen Talböden; 20+21 (gelb gepunktet): Schotter der Gänserndorfer Terasse.

Drei Messstellen (9 %) lassen sich mit jahreszeitlichen Schwankungen im Sauerstoff-18- und Tritiumgehalt durch Beimengungen signifikanter Anteile (5–20 %) von jüngerem Grundwasser interpretieren und mit Verweilzeiten im Bereich von einigen Jahren einstufen. So können jahreszeitliche Schwankungen im Sauerstoff-18- und Tritiumgehalt auch durch Zumischung junger Wässer zu alten Grundwässern (10–30 oder > 50 Jahre) entstehen (vier Messstellen = 12 %). Siehe auch in Tabelle 16 des Kapitels 6.1.

4.3.3 Nitratgehalte im Marchfeld

Die mittleren Nitratgehalte in den oberflächennahen Grundwassermessstellen des Marchfeldes schwanken zwischen unter der Bestimmungsgrenze ($< 0,38$ mg/l) und 121 mg/l. Einzelmessungen weisen noch höhere Gehalte auf. Die geringsten Nitratgehalte werden in den nahezu sauerstofffreien Grundwässern in den jüngsten Sedimenten nahe von Flüssen und Kanälen beobachtet (siehe Abbildung 53 und Anhang 8.3).

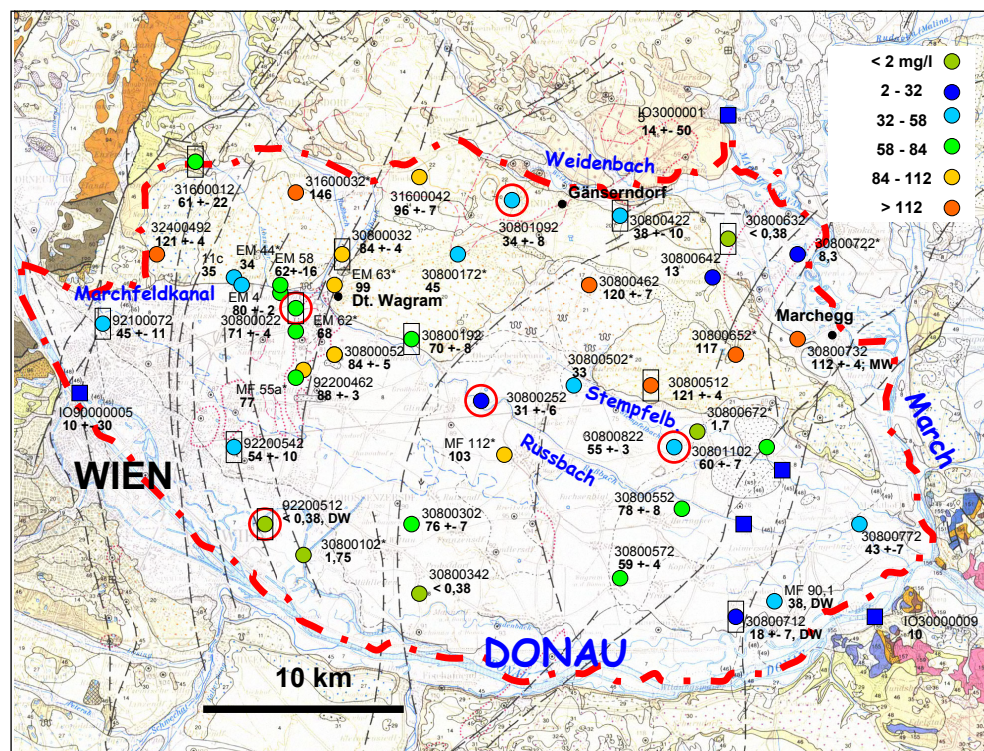


Abbildung 53: Verteilung der Mittelwerte ($n=4$) und der rel. Standardabweichungen (%) der Nitratgehalte (mg/l) in den Sonden und Brunnen der GZÜV und der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal im Grundwasserkörper Marchfeld. Beeinflussung von Sonden durch Donauwasser und Marchwasser sind als DW und MW gekennzeichnet. Oberflächengewässer sind als Vierecke dargestellt. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung. Legende: siehe Abb. 52.

Es gibt keine klare Abhängigkeit zwischen Mittleren Verweilzeiten und Nitratgehalten, obgleich von vier Grundwasserstellen mit MVZ > 50 Jahre im NW des Marchfeldes drei allesamt relativ geringe Nitratgehalte (< 38 mg/l) aufweisen und nur eine mittlere Gehalte von 96 mg/l enthält (Abbildung 53a).

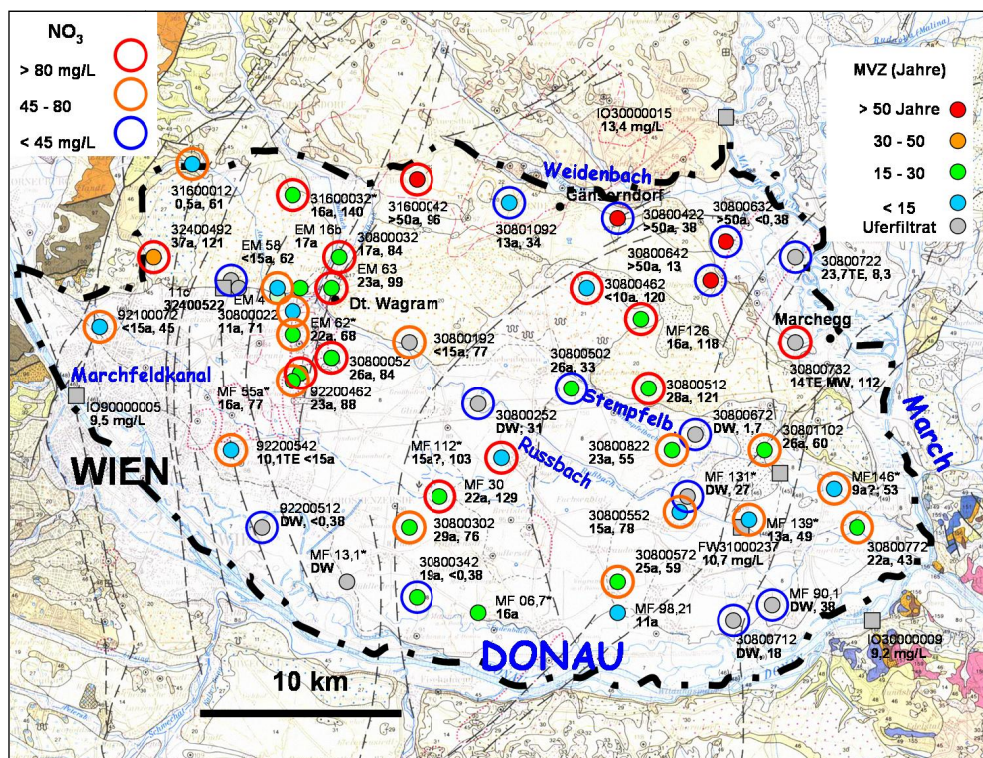


Abbildung 53a: Verteilung der MVZ (Jahre) aus Tritium-Modellen (Punkte) und der Nitratmittelwerte (umgebende Ringe) in den Sonden und Brunnen der GZÜV und der Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal. Beeinflussung von Sonden durch Donauwasser und Marchwasser sind als DW und MW gekennzeichnet. Oberflächengewässer sind als Vierecke dargestellt. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung (FUCHS & GRILL 1984). Legende: 7+8 (weiß): Aue und höhere Fluren der heutigen Talböden; 20+21 (gelb gepunktet): Schotter der Gänserndorfer Terasse.

4.4 Ergebnisse Parndorfer Platte

Die Sauerstoff-18-Werte im Grundwasser der Parndorfer Platte variieren zwischen $\delta^{18}\text{O} = -10,7$ bis $-8,8$ ‰. Nur die Messstelle nahe dem Neusiedlersee weist geringe Anreicherungen des Sauerstoff-18-Isotopes gegenüber dem Niederschlag (gew. Mittel Bruck a. Leitha $\delta^{18}\text{O} = -9,1$) auf (siehe Abbildung 54 und Anhang 8.4). Generell liegen die $\delta^{18}\text{O}$ - und $\delta^2\text{H}$ -Werte jedoch auf der Wiener Niederschlagsgeraden (siehe Abbildung 48).

In und um die Parndorfer Platte wurden 87 Messstellen im Frühjahr 1991 (RANK & PAPESCH 1992) einmalig beprobt. Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte schwankten zwischen $-11,7$ und $-8,4$ ‰ und sind in Abbildung 54 als kleinere Symbole dargestellt. Die durchschnittlichen $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Leitha bei Deutschbrodersdorf (ANIP-Nr. IO30000014) betragen $-10,6$ ‰.

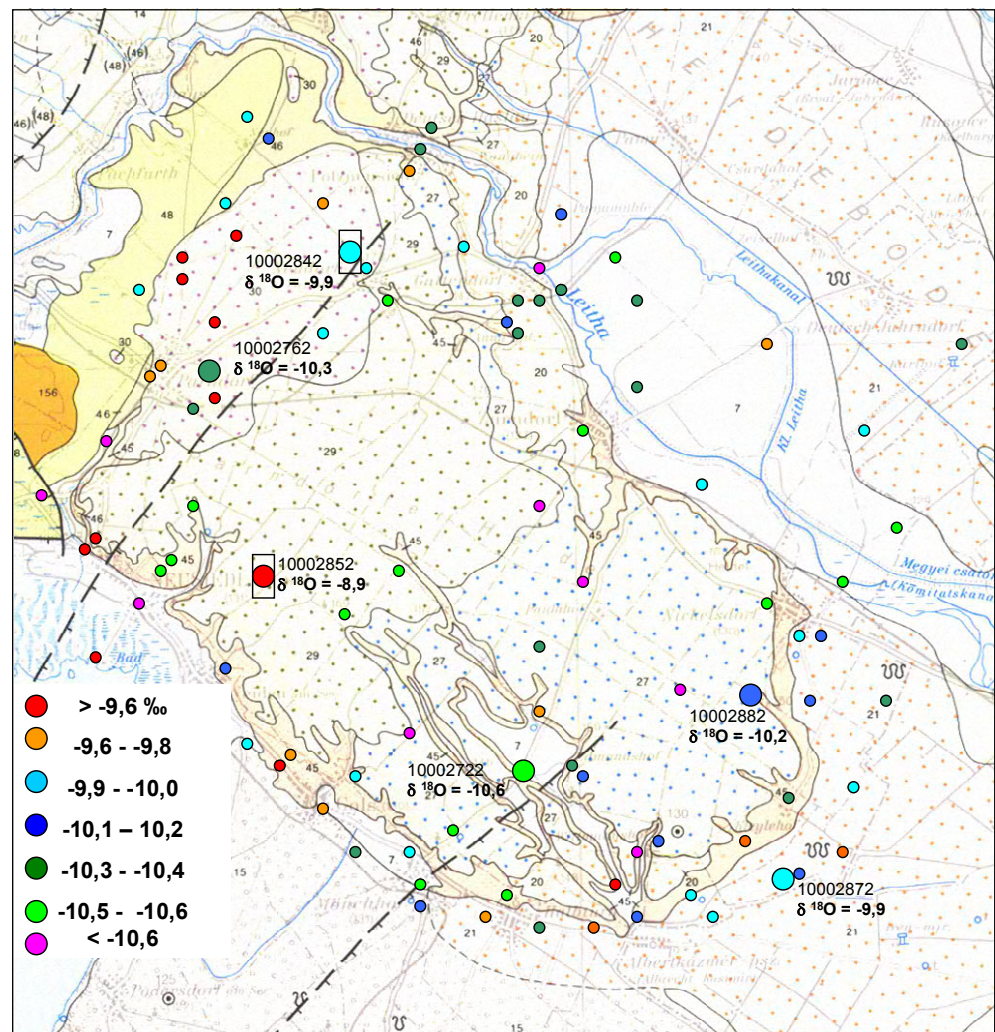


Abbildung 54: Verteilung der Mittelwerte der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte (‰) der GZÜV-Messstellen des Grundwasserkörpers Parndorfer Platte. Kleine Symbole sind Messstellen der Studie RANK & PAPESCH 1992. Rechtecke um Messstellen zeigen Standardabweichungen von $> 5\%$ und rote Kreise Messstellen mit $3\text{H}/3\text{He}$ - bzw. CFC -Messungen an. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung (FUCHS & GRILL 1984). Legende: 7 (weiß): Aue der heutigen Talböden; 21,27,29,30 (gelb gepunktet): Schotter der verschiedenen Terrassen. 45 (hell gelb): Tone und Sande (Tertiär, Pont). 46,48 (gelb): Tonmergel, Sand, Schotter (Tertiär, Pannon, Sarmat).

Die Tritiumwerte im Grundwasser schwanken von 2,0 bis 11,7 TE und sind meist niedriger als das gewogene Mittel der Jahre 2000–2005 des Niederschlages (gew. Mittel Bruck a. Leitha $10,2 \pm 0,6$ TE; siehe Abbildung 55 und Anhang 8.4). Die Werte der 87 im Frühjahr 1991 einmalig beprobten Messstellen in und um die Parndorfer Platte schwanken, auf das Jahr 2006 bezogen, zwischen $< 0,3$ und 34 TE und sind in Abbildung 56 als kleinere Symbole dargestellt. Der durchschnittliche Tritiumgehalt der Leitha bei Deutschbrodersdorf (ANIP-Nr. IO30000014) beträgt für das Jahr 2007 9,0 TE.

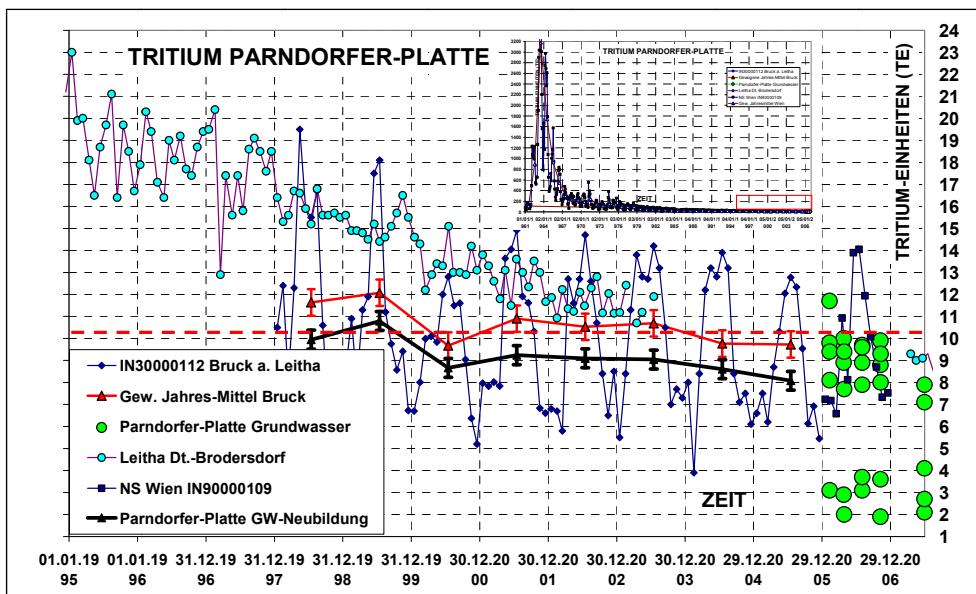


Abbildung 55: Tritiumgehalte des Niederschlags von Bruck a.d. Leitha und deren gewogene Jahresmittelwerte 1998–2005. Die dickere untere Linie zeigt die Jahresmittel und Standardabweichungen der Tritiumgehalte der aus den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten errechneten Grundwasserneubildung. Die in dieser Studie gemessenen Tritiumwerte des Grundwassers sind als Kreise dargestellt.

Von den sechs Messstellen der Parndorfer Platte lassen sich für vier Messstellen (67 %) MVZ zwischen 15–30 Jahren und für zwei Messstellen (33 %) im Osten MVZ > 50 Jahren errechnen (siehe Anhang 8.8; Abbildung 56). Von diesen Messstellen scheinen zumindest bei der Messstelle Neudorf (10002842), aber wahrscheinlich auch bei den Messstellen Mönchhof (10002722) und Parndorf (10002762) trotz der höheren MVZ (15–30 Jahren) regelmäßig jüngere Wasseranteile zugemischt, was eine Variation der $\delta^{18}\text{O}$ - und/oder Tritium-Werte über dem normalen analytischen Fehler erzeugte (siehe Abbildung 54 und Abbildung 56; Anhang 8.4 und 8.8).

Wie im Grundwasserkörper Marchfeld, der ebenso aus fluviatilen Kiesen und Sanden besteht, sind die $\delta^{18}\text{O}$ - und Tritium-Werte von Messstelle zu Messstelle sehr variabel. Nur im Nordwesten der Parndorfer Platte kann man an den Messwerten des Jahres 1991 (RANK & PAPESCH 1992) eine Häufung der Werte > –9,6 ‰ und entlang der Leitha von Werten < –10,3 ‰ finden. Letztere deuten auf einen Austausch mit Flusswasser der Leitha mit einem durchschnittlichen Wert von –10,6 ‰ hin (Abbildung 56). Die generellen Mittelwerte kleiner als der Niederschlag (gew. Mittel Bruck $\delta^{18}\text{O}$ = –9,1), lassen sich als Grundwasserneubildung besonders in den Wintermonaten interpretieren. Eine Ausnahme bildet die Messstelle bei Weiden am See (10002852), an der vermutlich auch mehr Sommerniederschläge zur Grundwasserbildung beitragen.

Auch wenn die Tritium-Werte von Messstelle zu Messstelle erheblich variieren können, so vermitteln auch die 1991 (RANK & PAPESCH 1992) gemessenen Messwerte den Eindruck, dass in Richtung Südosten die Messstellen mit niedrigeren Tritiumwerten (< 5 TE) und daher auch längeren MVZ zunehmen (siehe Abbildung 56). Es ist auch nicht auszuschließen, dass sich bei diesen niedrigen Tritiumwerten tiefere tritiumfreie Grundwässer mit jüngeren tritiumhaltigen Wässern mischen. Das $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Alter von ungefähr sieben Jahren an der Messstelle Nickelsdorf (10002882),

das die junge tritiumhaltige Komponente repräsentieren könnte, und ein NO_3^- -Gehalt um 100 mg/l würde diese Interpretation unterstützen. Auf jeden Fall weisen beide Messstellen mit den MVZ > 50 Jahren (Tritium-Modelle) mächtigere ungesättigte Überlagerungen (> 10 m) als die übrigen Messstellen auf.

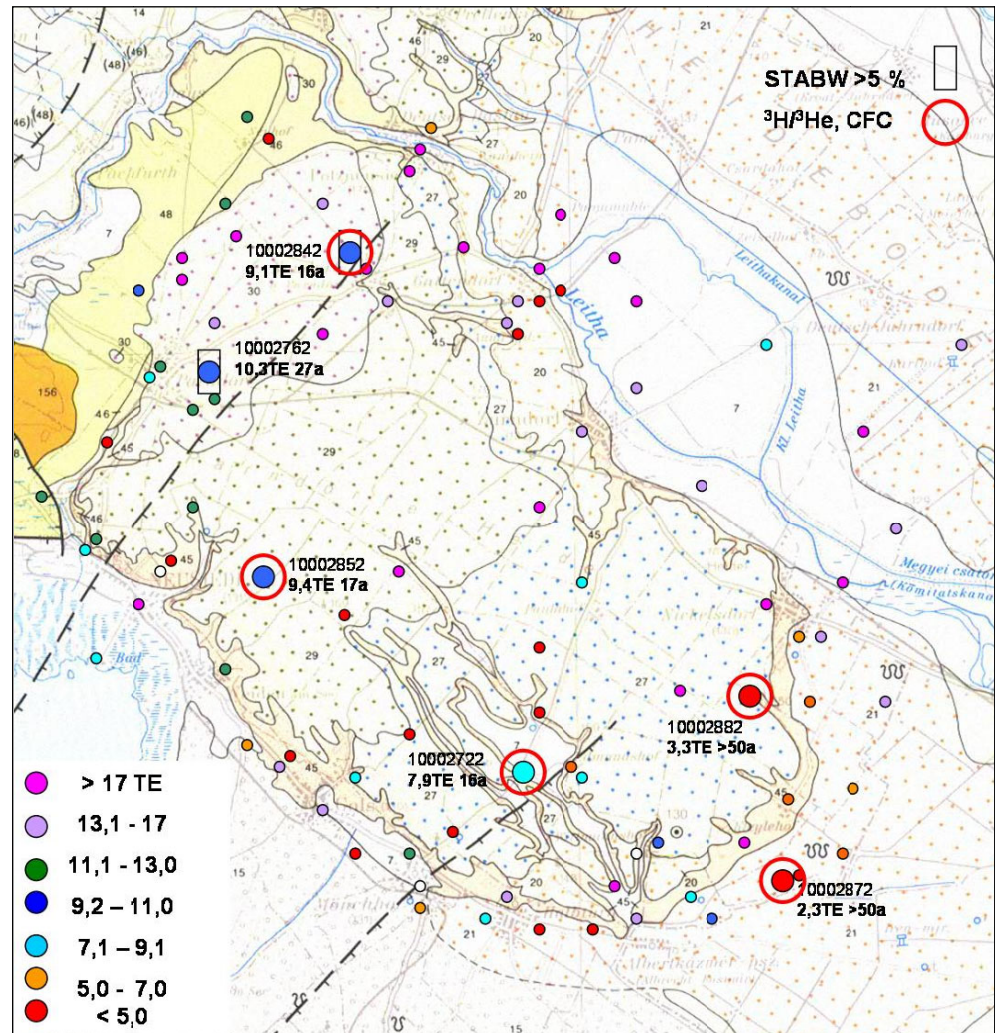


Abbildung 56 Verteilung der Mittelwerte der ^3H -Werte (TE) der GZÜV-Messstellen des Grundwasserkörpers Parndorfer Platte. Kleine Symbole sind Messstellen der Studie Rank & Papesch 1992, normiert auf 2006. Rechtecke um Messstellen zeigen Standardabweichungen von > 5 % und rote Kreise Messstellen mit $^3\text{H}/^3\text{He}$ - bzw. CFC-Messungen an. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung (Fuchs & Grill 1984). Legende: Siehe Abbildung 54.

Auch die Nitratwerte variieren an diesen sechs Messstellen von einer Messstelle zur anderen erheblich (20–145 mg/l). Auch hier gibt es keinen klaren Trend mit den MVZ. Die Messstelle Halbturm (10002872) mit MVZ > 50 Jahre hat zwar Nitratgehalte von 20–33 mg/l, aber wie schon erwähnt die Messstelle Nickelsdorf (10002882) mit ebenfalls MVZ > 50 Jahren hat Nitratgehalte von ungefähr 100 mg/l (Abbildung 56a).

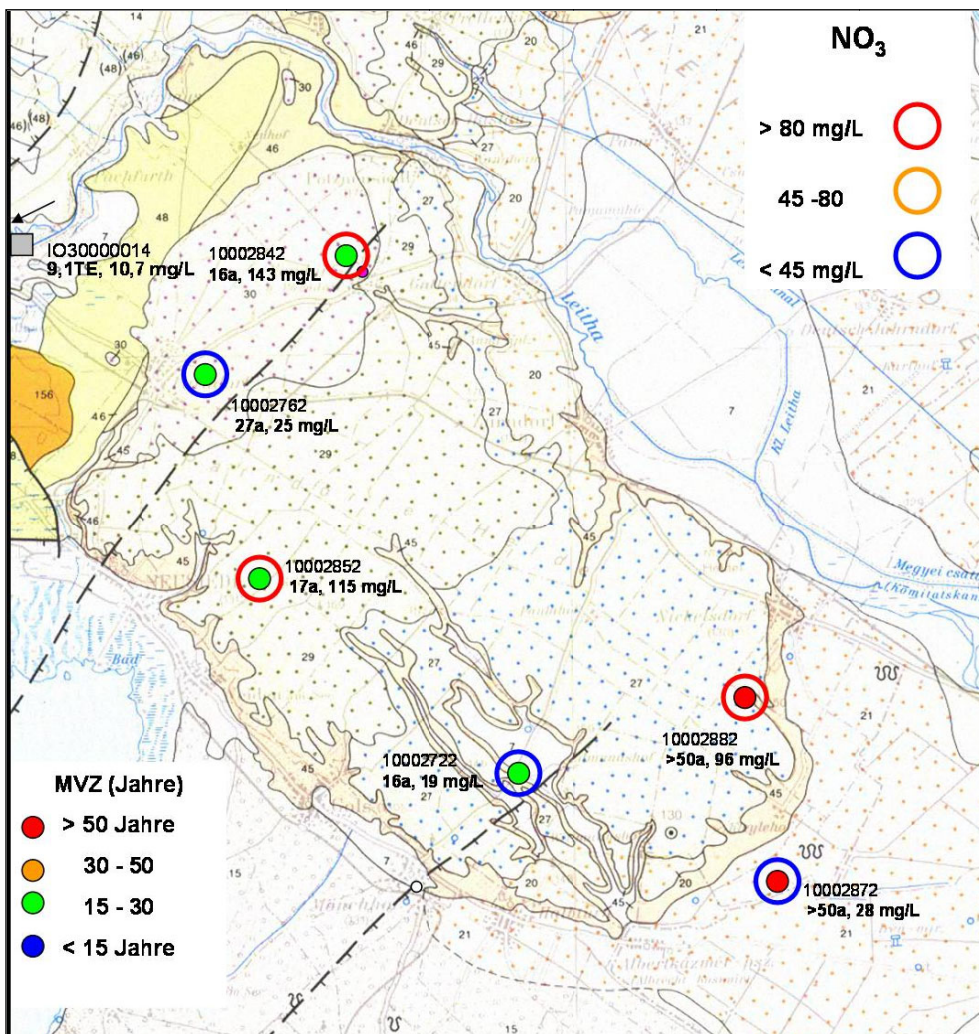


Abbildung 56a: Verteilung der MVZ (Jahre) aus Tritium-Modellen (Punkte) und der Nitratmittelwerte (umgebende Ringe) in den Sonden und Brunnen der GZÜV. Oberflächengewässer sind als Vierecke dargestellt. Kartengrundlage Geologische Karte von Wien u. Umgebung (FUCHS & GRILL 1984). Legende: Siehe Abbildung 54.

4.5 Ergebnisse Traun–Enns-Platte

Im Grundwasserkörper Traun-Enns-Platte wurden von ungefähr 34 aktiven GZÜV-Messstellen 16 Messstellen nach den eingangs erwähnten Kriterien ausgewählt. 67 Grundwasserproben wurden im Rahmen der vierteljährlichen GZÜV-Beprobung und während der Beprobung für die Sondermethoden zwischen Herbst 2005 und Sommer 2007 gesammelt.

4.5.1 Sauerstoff-18 und Deuterium in der Traun-Enns-Platte

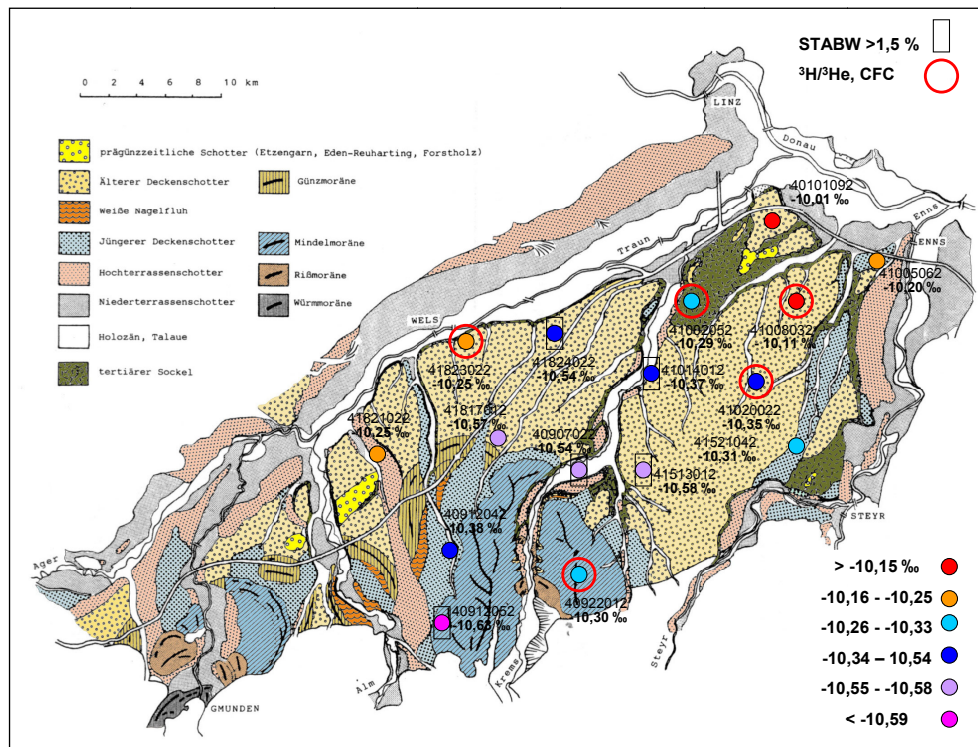


Abbildung 57: Verteilung der Mittelwerte ($n = 4$) der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte (‰-VSMOW) der GZÜV-Messstellen des Grundwasserkörpers Traun-Enns-Platte. STABW = relative Standardabweichung (%). Kreise kennzeichnen Messstellen, an denen auch Tritium/Helium- und CFC(Fluorchlorkohlenwasserstoff)-Analysen durchgeführt wurden.

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte variieren in einem relativ engen Bereich zwischen $-10,85$ und $-9,84$ ‰ (VSMOW, siehe Anhang 8.5). Auch wenn es keine lineare Beziehung gibt, so nehmen im Grundwasserkörper die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte im Mittel vom Süden nach Norden und insbesondere nach Nordwesten von $-10,7$ auf $-10,0$ ‰ zu (siehe Abbildung 57). Wie in Kapitel 2.6.1 ausgeführt, variieren die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte über ein Jahr mehr oder minder innerhalb deren analytischen Grenzen. An fünf Messstellen beträgt die relative Standardabweichung jedoch mehr als 1,5 %.

4.5.2 Tritium und Modellalter in der Traun-Enns-Platte

Der mittlere gewogene Tritiumgehalt in den Niederschlägen der Traun-Enns-Platte variiert seit 2000 nur mehr zwischen 10–11 TE (ANIP-Station Braunau IN40000086). Auch in der Traun-Enns-Platte, wie aus den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten ersichtlich, tragen die Winterniederschläge bevorzugt zur Grundwasserneubildung bei. Basierend auf diese $\delta^{18}\text{O}$ -Werte können mittlere Tritiumgehalte für Grundwasserneubildungen errechnet werden, die aufgrund der geringeren Tritiumgehalte der Winterniederschläge auch niedriger sind (2000–2006: 8–10 TE). Die Tritiumwerte im Grundwasser schwanken von 8,1 bis 26,3 TE (siehe Abbildung 58 und Anhang 8.5).

Bei Grundwassermessstellen mit Tritiumgehalten (8–10 TE), die der rezenten Grundwasserneubildung entsprechen, lassen sich keine Alter mehr errechnen und man geht von einer pauschalen Mittleren Verweilzeit (MVZ) von < 15 Jahren aus. Bei den Messstellen mit Tritiumgehalten > 10 TE lassen sich MVZ von 16–33 Jahren errechnen, falls nicht Tritium-Kontaminationen in diesem Gebiet vorkommen. Die besten Anpassungen lassen sich vornehmlich mit Exponential- und Piston-Flow-Modellen (MALOSZEWSKI & ZUBER 1996) erreichen.

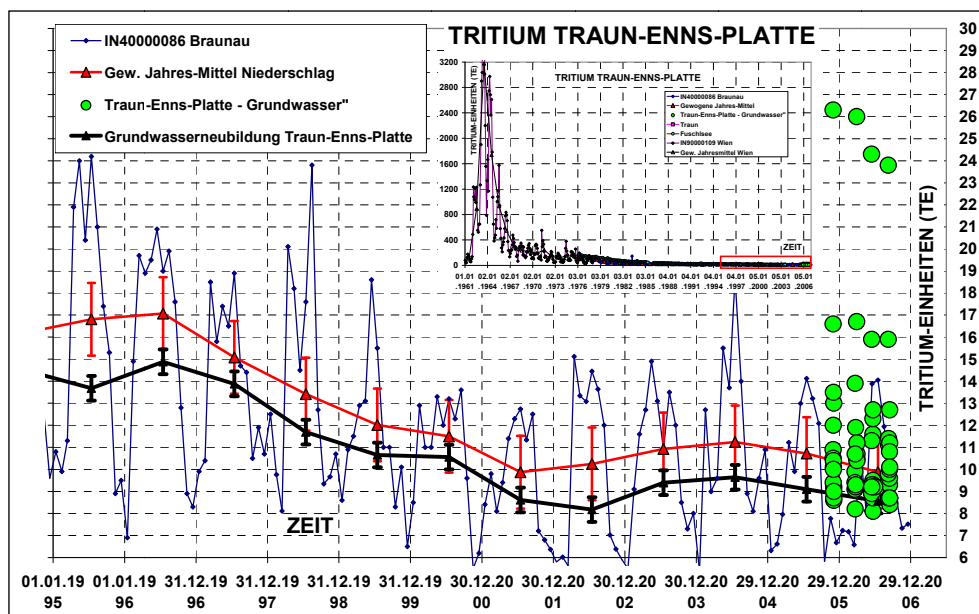


Abbildung 58: Tritiumgehalte des Niederschlags von Wien (1961–1995, Insert) und der Station Braunau (ANIP-Nr. 40000086) und deren gewogene Jahresmittelwerte 1995–2006. Die dickere untere Linie zeigt die Jahresmittel und Standardabweichungen der Tritiumgehalte der aus den $\delta^{18}\text{O}$ -Werten errechneten Grundwasserneubildung. Die in dieser Studie gemessenen Tritiumwerte der Grundwasserproben sind als Kreise dargestellt.

Von den 16 Messstellen lassen sich an zwei (13 %) Messstellen MVZ von > 30 Jahren und an fünf (31 %) Messstellen MVZ von 15–30 Jahren errechnen. Von den restlichen neun (56 %) Messstellen werden MVZ von < 15 Jahren angenommen. Von diesen neun Messstellen lassen sich an fünf Messstellen (31 %) durch hohe relative Standardabweichungen für $\delta^{18}\text{O}$ und Tritiummessungen von über 1,5 bzw. 5 % MVZ von 1–3 Jahren berechnen. Jedoch auch hier wurden an einer Messstelle mit höherer MVZ (Nr.41513012, Rohr im Kremstal) eine relativ höhere Standardabweichung beobachtet, die größer als der analytische Fehler ist und daher auf eine Mischung von alten und jungen Wässern schließen lässt (siehe Anhang 8.5 und 8.9). Generell nehmen auch hier der Tritiumgehalt bzw. die MVZ vom Süden nach Norden und vom Westen nach Osten unabhängig von den einzelnen lokalen Aquiferen zu (siehe Abbildung 59).

Die mittleren Nitratgehalte der 16 Messstellen schwanken zwischen 9 und 52 mg/l.

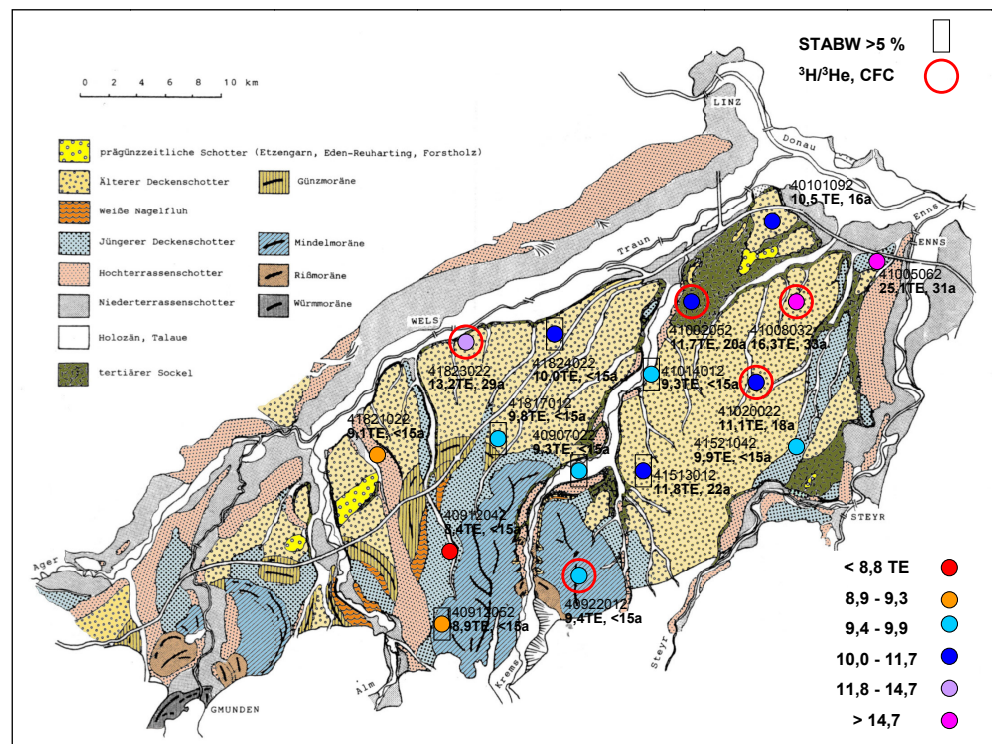


Abbildung 59: Verteilung der Mittelwerte ($n = 4$) der Tritiumgehalte (TE) der GZÜV-Messstellen des Grundwasserkörpers Traun-Enns-Platte. TE = Tritium Einheiten; a = errechnete oder angenommene MVZ in Jahren; STABW = relative Standardabweichung (%). Kreise kennzeichnen Messstellen, an denen auch Tritium/Helium- und CFC(Fluorchlorkohlenwasserstoff)-Analysen durchgeführt wurden. Geologische Karte der Traun-Enns-Platte verändert nach KOHL 2000 (STRAKA 2006).

4.5.3 Interpretation der Isotopendaten in der Traun-Enns-Platte

Die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte korrelieren nicht linear mit den Tritiumwerten, aber weisen einen graduellen Trend von SW nach NO auf. Das weist darauf hin, dass bereits der Niederschlag über das Gebiet variiert und nur zum Teil ein Transport des Grundwassers von Süden nach Norden das Isotopensignal homogenisiert. Die Zunahme der MVZ wird zum Teil auch durch die Mächtigkeitszunahme der ungesättigten Zonen nach NO bedingt.

Aus regional geologischer Sicht ist kein wesentlicher Zustrom von Grundwasser aus dem Gebiet südlich der Traun-Enns-Platte zu erwarten. Überdies spielen die höheren Niederschläge und die unterschiedlichen Eigenschaften der sehr kleinräumigen Aquifere eine wesentliche Rolle. Nicht ohne Grund liegen zwei Messstellen mit hoher Standardabweichung bei Sauerstoff-18 und Tritium in den holozänen Talaue, wo MVZ von 1–3 Jahren durchaus wahrscheinlich sind. Wie auch in den anderen Grundwasserkörpern können bei der Messstelle Nr. 41513012 (Rohr im Kremstal) zu einem Grundwasser von MVZ von mehr als 20 Jahren signifikante Mengen von jungen Wässern zugemischt werden, so dass eine generelle höhere MVZ und erhöhte Standardabweichungen der Messungen übers Jahr kein Widerspruch sein müssen.

Wie auch in Kapitel 5 diskutiert, lassen sich die großen Unterschiede in den MVZ zwischen Tritium-Modellen und den Tritium/Helium-Modellen in den Messstellen Nr. 41005062 und 41008032 (Enns und Hofkirchen) einerseits durch eine anthropogene Tritium-Kontamination (z. B. kleine wilde Deponien) oder durch lange Verweilzeiten in den relativ mächtigen ungesättigten Zonen (30 bzw. 20 m) erklären.

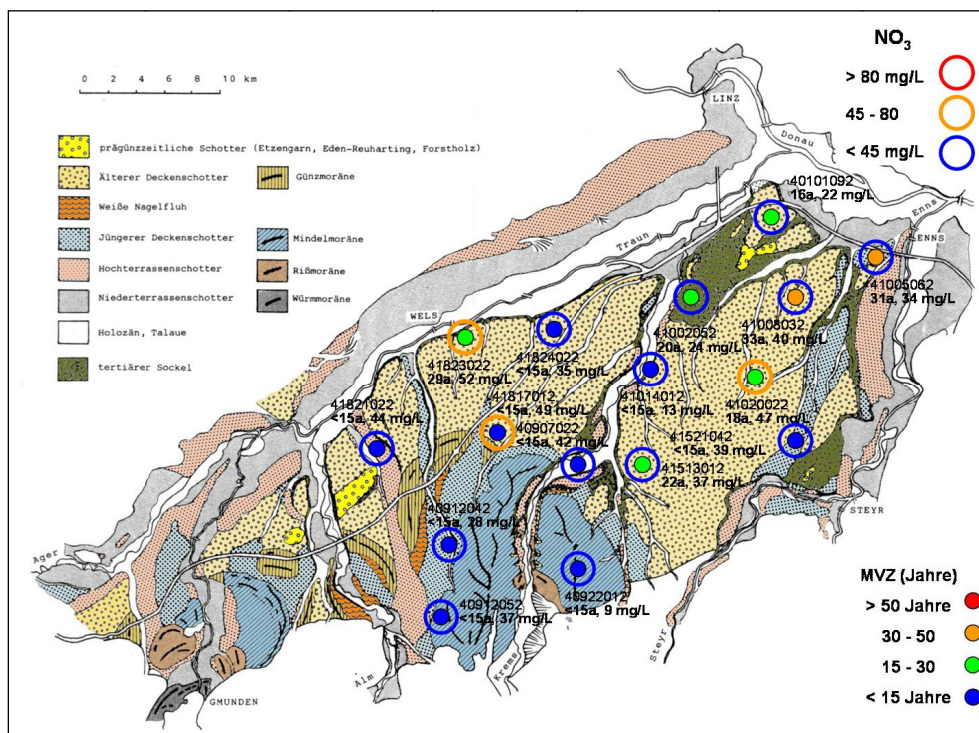


Abbildung 59a: Verteilung der MVZ (Jahre) aus Tritium-Modellen (Punkte) und der Nitratmittelwerte (umgebende Ringe) in den Sonden und Brunnen der GZÜV. Geologische Karte der Traun-Enns-Platte verändert nach KOHL 2000 (STRAKA 2006).

Auch in dem Grundwasserkörper Traun-Enns-Platte ist keine generelle Beziehung zwischen MVZ und Nitratgehalt ersichtlich. Zwar sind die mittleren Nitratgehalte mit 9–52 mg/l deutlich niedriger als in der Parndorfer Platte und im Marchfeld, doch ergeben die drei Messstellen mit den höchsten Konzentrationen (47–52 mg/l) MVZ von 18 und 29 Jahren und nur eine mit einer Verweilzeit von < 15 Jahre. Die Messstellen mit höchsten Überlagerungen und Verweilzeiten von (31–33 Jahren) weisen für die Traun-Enns-Platte durchschnittliche Nitratgehalte von 34–40 mg/l auf, so dass auch hier eine lokale Kombination von Landnutzung und Beschaffenheit der Böden bzw. des Aquifers im Einzugsgebiet für die etwas höheren Nitratgehalte verantwortlich sein dürfte (Abbildung 59a).

4.6 Ergebnisse Steirische Quellen

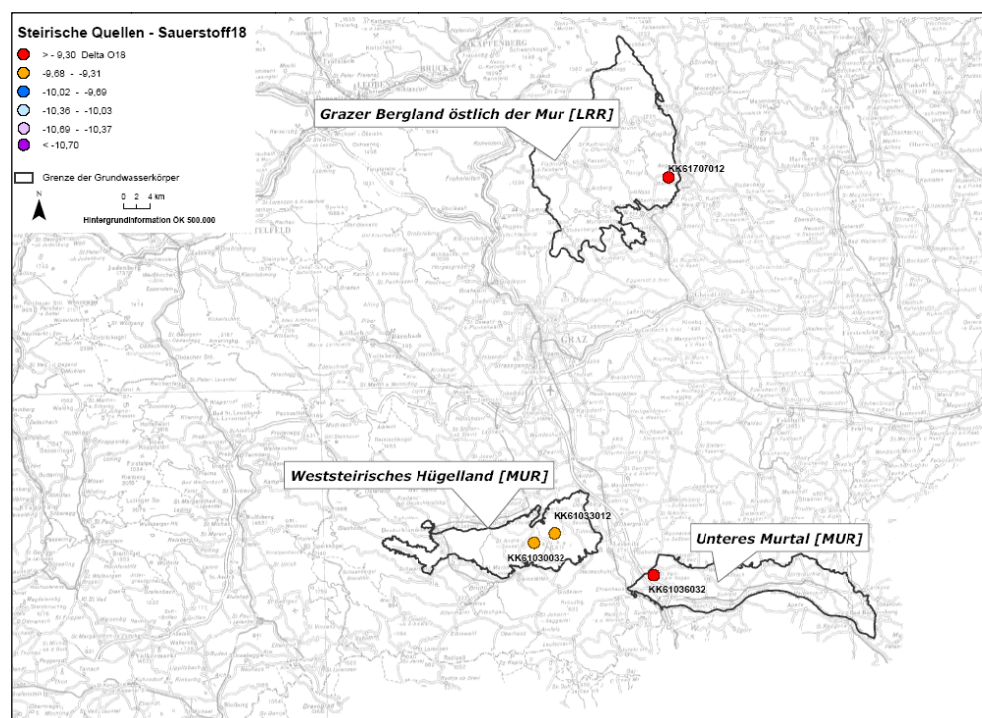


Abbildung 60: Verteilung der Mittelwerte der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte ausgewählter GZÜV-Quellen der Steiermark.

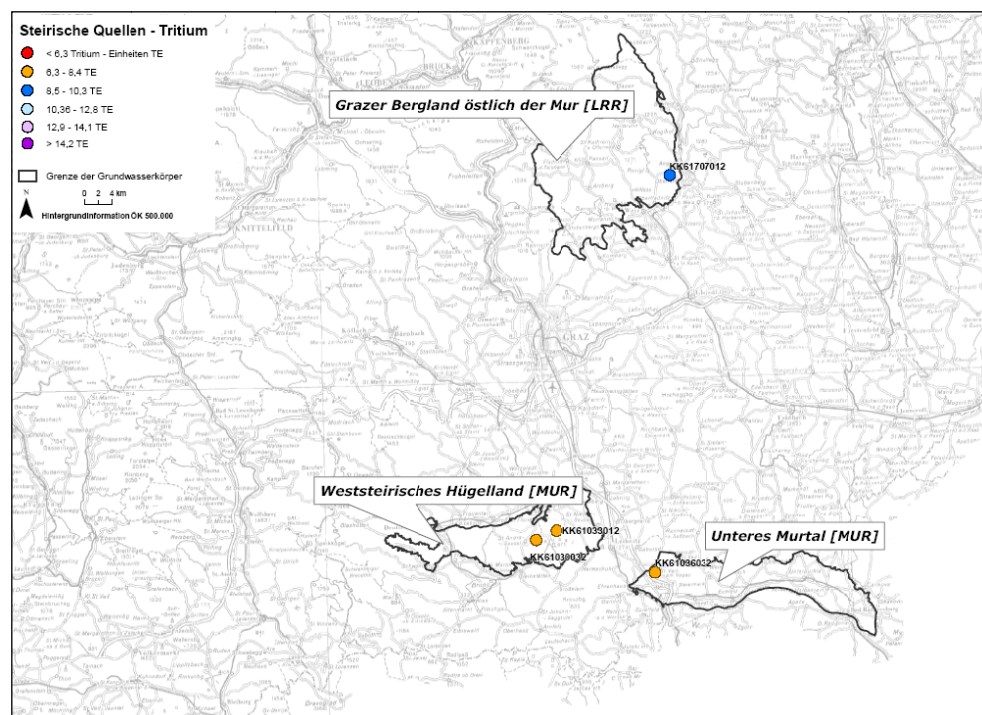


Abbildung 61: Verteilung der Mittelwerte der Tritium Einheiten (TE) ausgewählter GZÜV-Quellen der Steiermark.

Die Sauerstoff-18-Werte in den steirischen Quellen schwanken zwischen $\delta^{18}\text{O} = -10,2$ bis $-8,6$ ‰ (siehe Anhang 8.6 und Abbildung 60). Die Sauerstoff-18-Mittelwerte des Niederschlags in der Steiermark sind durch den mediterranen Einfluss generell etwas zu höheren Werten verschoben, so dass die Quellen hier dem Niederschlag entsprechen.

Die Tritiumwerte der 2006 gemessenen Quellproben schwanken zwischen 7,5 bis 12 TE. Der mittlere steirische Niederschlag enthält wegen des geringfügig höheren Mediterran-Einflusses niedrigere Tritiumgehalte als die Niederschläge im Raum von Wien. Die mittleren Tritiumwerte der drei Quellen südlich von Graz entsprechen den Gehalten der rezenten Niederschläge in Graz. Bloß die Quelle im Grazer Bergland enthält etwas höhere Tritiumwerte, was auch etwas längeren Verweilzeiten entsprechen könnte (siehe Abbildung 61).

4.6.1 Isotopenchemie der Quelle KK61030032

Abbildung 62 zeigt die gemessenen Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61030032 im Vergleich zu den Sauerstoff-18-Daten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren. Die Sauerstoff-18-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Sauerstoff-18-Werte der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

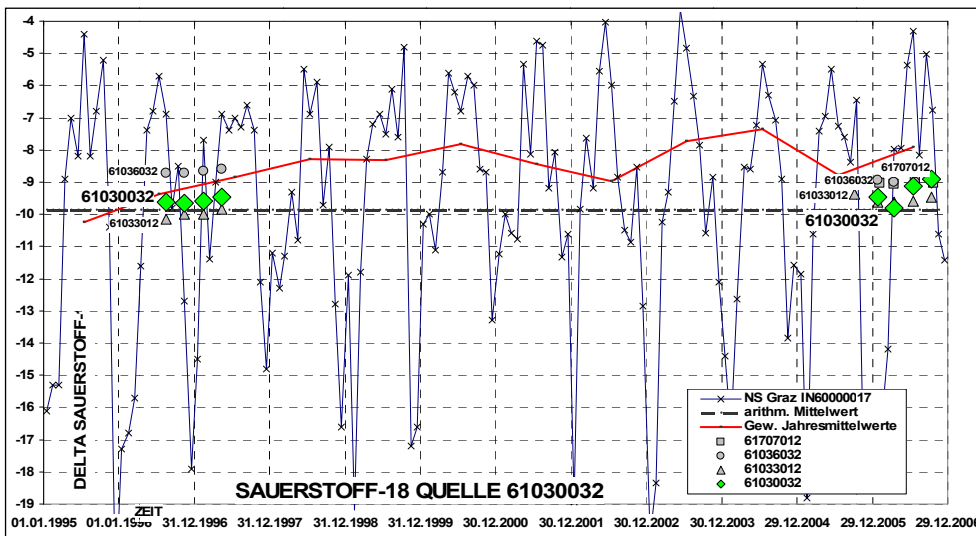


Abbildung 62: Sauerstoff-18-Daten der Quelle KK61030032 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

Aus Abbildung 62 ist erkennbar, dass die Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61030032 im Jahr 1996, anders als die Tritiumwerte (siehe Abbildung 63), kaum Schwankungen aufweisen. Im Jahr 2006 wird allerdings ein Anstieg der Werte im Sommerhalbjahr ersichtlich. Generell liegen die Sauerstoff-18-Werte des Wassers der Quelle KK61030032 sowohl 1996 als auch 2006 nur minimal über dem Durchschnittswert der Niederschläge an der Station Graz.

Die aus den Sauerstoff-18-Daten mit Hilfe des Flow-Programms nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) errechneten Modellalter der Quelle KK61030032 liegen bei etwa sechs Jahren. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle im Anhang 8.10 zu entnehmen.

Abbildung 63 zeigt die gemessenen Tritiumwerte der Quelle KK61030032 im Vergleich zu den Tritiumdaten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Tritium-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Tritium-Werte 1996–1997 der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

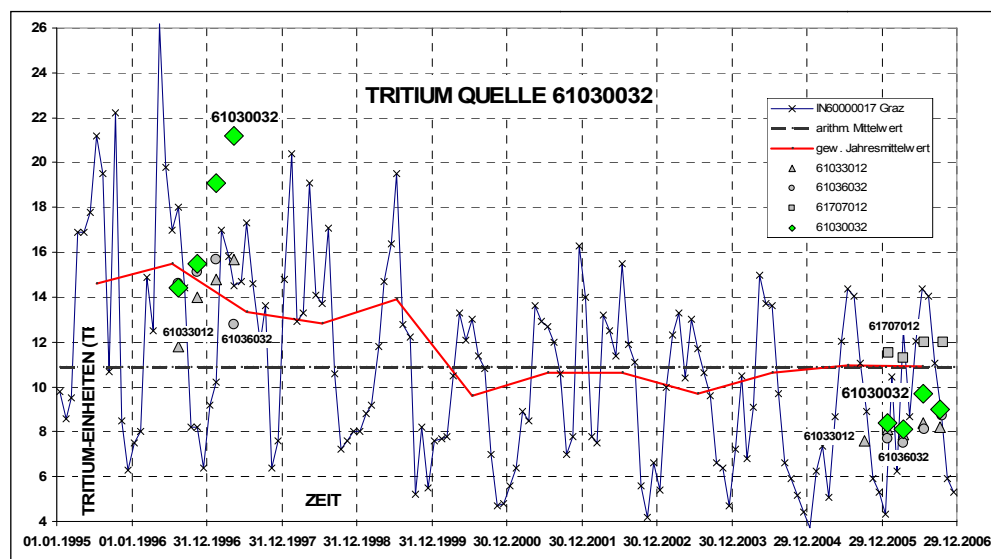


Abbildung 63: Tritium-Daten der Quelle KK61030032 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

In Abbildung 63 ist zu erkennen, dass es bei den gemessenen Tritiumwerten des Wassers der Quelle KK61030032 zu einem markanten Anstieg im Jahr 1996/97 kommt. Dieser Anstieg der Tritiumwerte ist ebenfalls bei den Quellen KK61033012 und KK61036032 zu beobachten, allerdings nicht so stark ausgeprägt. Das deutet darauf hin, dass diese Zunahme mit dem etwa um fünf Monate (oder unter Umständen auch mit dem um eineinhalb Jahre) zurückliegenden Peak in Zusammenhang steht, was aber als absoluter Minimalwert in jedem Fall auf eine relativ kurze Verweildauer für zumindest einen Teil des Wassers im Untergrund hindeutet. Dies zeigt, dass es vor allem bei der Quelle KK61030032 zu einer deutlichen Beeinflussung des Tritiumgehalts durch infiltrierte Niederschläge und somit einer Beimischung von jungen Wässern kommt.

Bei den Werten vom Jahr 2006 ist bei der Quelle KK61030032 sowie auch bei anderen Quellen erkennbar, dass die gemessenen Werte im Winterhalbjahr etwas über denen vom Sommerhalbjahr liegen. Auch hier ist mit einer deutlichen Beeinflussung der Tritiumwerte durch Niederschlagswasser zu rechnen.

Weiters ist aus Abbildung 63 zu erkennen, dass die 2006 gemessenen Tritiumwerte des Wassers der Quelle KK61030032 etwas unter dem Mittelwert des Niederschlags der Station Graz liegen. Dies bestätigt ebenfalls die Annahme, dass die Grundwasserneubildung bevorzugt aus Winterniederschlägen besteht.

4.6.2 Isotopenchemie der Quelle KK61033012

Abbildung 64 zeigt die gemessenen Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61033012 im Vergleich zu den Sauerstoff-18-Daten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Sauerstoff-18-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden aus der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Sauerstoff-18-Werte der Jahre 1996–1997 der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

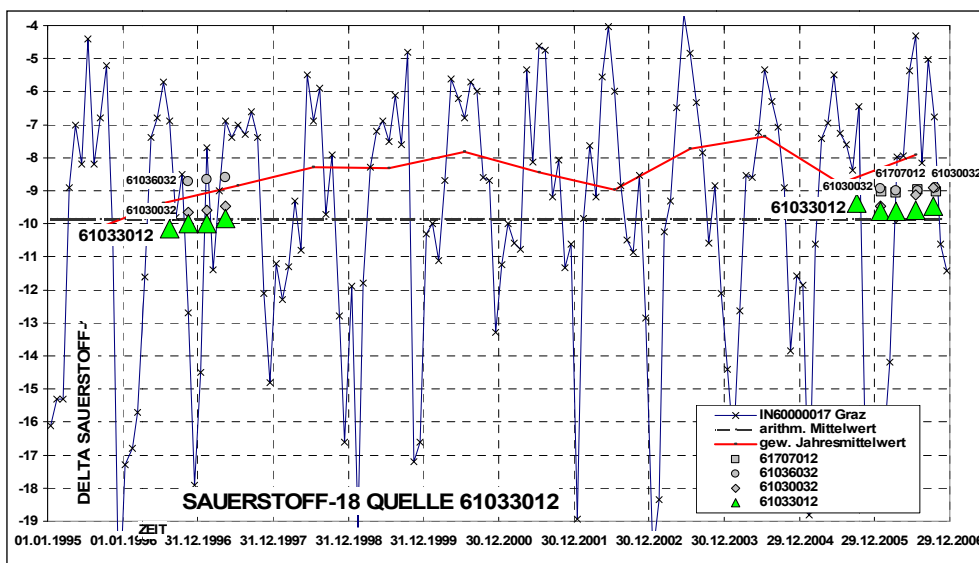


Abbildung 64 Sauerstoff-18-Daten der Quelle KK61033012 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

Aus Abbildung 64 wird ersichtlich, dass die Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61033012 sowohl 1996/97 als auch 2006 nur minimale Schwankungen aufweisen und ebenfalls, wie auch schon die Werte der Quelle KK61030032, unterhalb des errechneten Durchschnittswerts des Niederschlags an der Station Graz liegen.

Die mit Hilfe des Flow-Programmes nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) errechnete MVZ mittels Sauerstoff-18-Modellen des Wassers der Quelle KK61033012 beträgt etwa fünf Jahre. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle im Anhang, Kapitel 8.10 zu entnehmen.

Abbildung 65 zeigt die gemessenen Tritiumwerte der Quelle KK61033012 im Vergleich zu den Tritiumdaten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Tritium-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Tritium-Werte der Jahre 1996–1997 der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

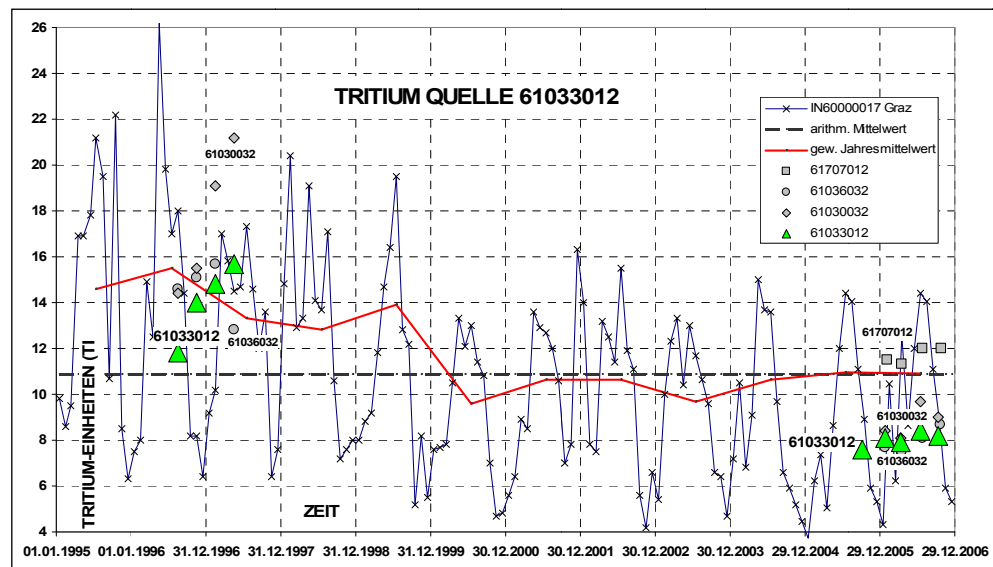


Abbildung 65 Tritium-Daten der Quelle KK61033012 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

In Abbildung 65 ist bei der Quelle KK61033012 wie auch schon bei der Quelle KK61030032 ein rascher Anstieg der Tritiumwerte im Jahr 1996/97 und somit eine starke Beeinflussung des Quellwassers durch den Niederschlag erkennbar. Die Schwankungen der Werte im Jahr 2006 erweisen sich allerdings als eher gering. Somit kann zumindest in den Jahren 2005–2006 bei dieser Quelle von einer guten Durchmischung des Quellwassers mit Niederschlagswasser ausgegangen werden.

Weiters ist aus Abbildung 65 ersichtlich, dass die Tritiumwerte des Wassers der Quelle KK61033012 in den Jahren 2005–2006 deutlich unter dem Durchschnittswert für den Niederschlag der Station Graz liegen. Aus dem Vergleich der einzelnen Werte mit den Niederschlagspeaks kann bei dieser Quelle von einer minimalen Verweildauer zumindest eines Teils der Wässer im Untergrund von etwa ein bis eineinhalb Jahren ausgegangen werden, aber durchschnittlich liegt die MVZ mehr bei 5 Jahren.

4.6.3 Isotopenchemie der Quelle KK61036032

Abbildung 66 zeigt die gemessenen Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61036032 im Vergleich zu den Sauerstoff-18-Daten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Sauerstoff-18-Daten der Niederschlagsstation Graz und der Flussstation Mur-Spielfeld wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Sauerstoff-18-Werte der Jahre 1996–1997 der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

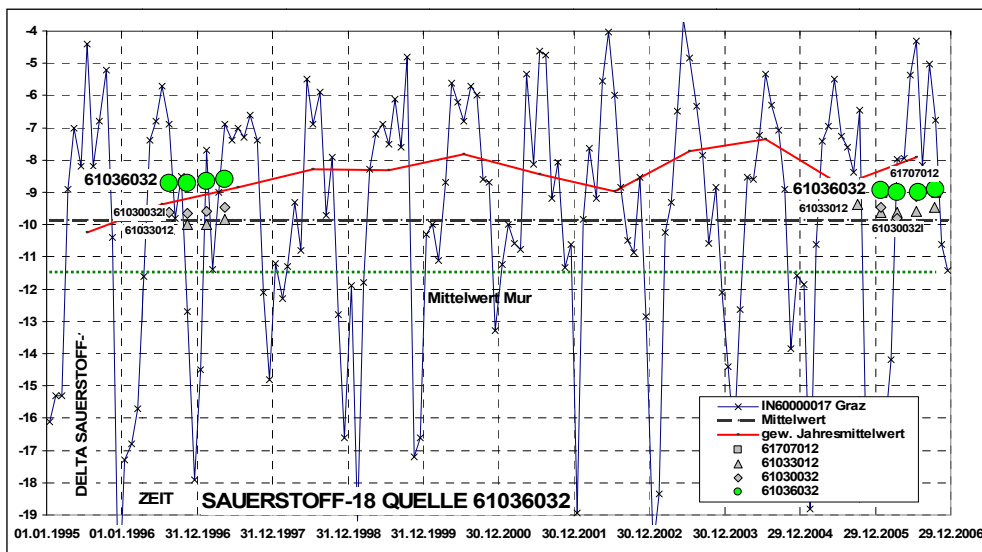


Abbildung 66: Sauerstoff-18-Daten der Quelle KK61036032 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017), anderen ausgewählten steirischen Quellen und dem Mittelwert der Mur.

Die gemessenen Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61036032, ersichtlich aus Abbildung 66, zeigen sowohl 1996 als auch 2006 keine signifikanten Schwankungen. Allerdings wird aus dieser Abbildung erkenntlich, dass die Werte nahe den Durchschnittswerten des Niederschlags der Station Graz liegen. Dies könnte unter anderem mit der annähernd ähnlichen Seehöhe (259 m) dieser Quelle mit der Station in Graz in Zusammenhang stehen.

Das durchschnittliche Sauerstoff-18-Modellalter der Quelle KK61036032, errechnet mit dem Flow-Programm nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996), liegt bei etwa zehn Jahren. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle im Anhang, Kapitel 8.10 zu entnehmen.

Abbildung 68 zeigt die gemessenen Tritiumwerte der Quelle KK61036032 im Vergleich zu den Tritiumdaten des Niederschlags der Station Graz, dem Wasser der Mur sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Tritium-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Tritium-Werte 1996/97 der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

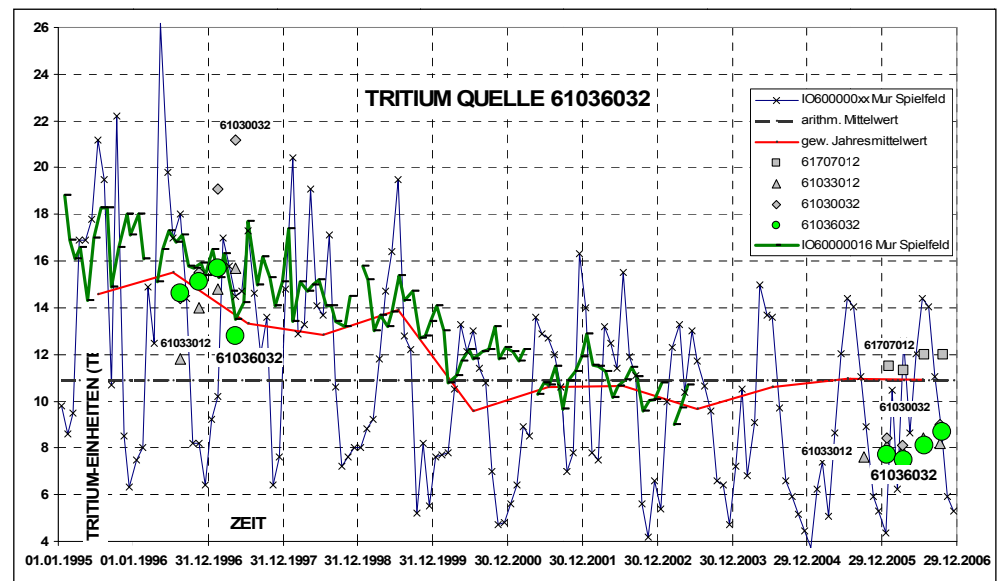


Abbildung 67: Tritium-Daten der Quelle KK61036032 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017), anderen ausgewählten steirischen Quellen und dem Murwasser bei Spielfeld (IO60000016).

In Abbildung 67 ist bei den Tritiumdaten der Quelle KK61036032 im Jahr 2006 zu-erst ebenfalls ein Anstieg, danach allerdings auch ein markantes Abfallen des letz-ten Wertes dieses Jahres zu beobachten, was wiederum etwas zeitversetzt mit der Niederschlagskurve konform geht. Im Jahr 2006 ist wie auch bei anderen Quellen ein Anstieg der Tritiumgehalte im Winterhalbjahr zu beobachten. Diese Quelle zeigt sich somit ebenfalls vom Niederschlag beeinflusst.

Im Jahr 2006 liegen die für die Quelle KK61036032 gemessenen Tritiumwerte deutlich unter den Durchschnittswerten für den Niederschlag an der Station Graz. Die wesentlich tiefer liegenden Murwasserwerte schließen jedoch in diesem Fall einen wesentlichen Beitrag durch die Mur aus.

Das mit Hilfe des Flow-Programmes nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) errechne-te Tritium-Modellalter beträgt etwa neun Jahre. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle in Kapitel 8.10 zu entnehmen.

4.6.4 Isotopenchemie der Quelle KK61707012

Die folgende Abbildung 68 zeigt die gemessenen Sauerstoff-18-Werte der Quelle KK61707012 im Vergleich zu den Sauerstoff-18-Daten des Niederschlags der Sta-tion Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Sauerstoff-18-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbun-desamt Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Sauerstoff-18-Werte der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

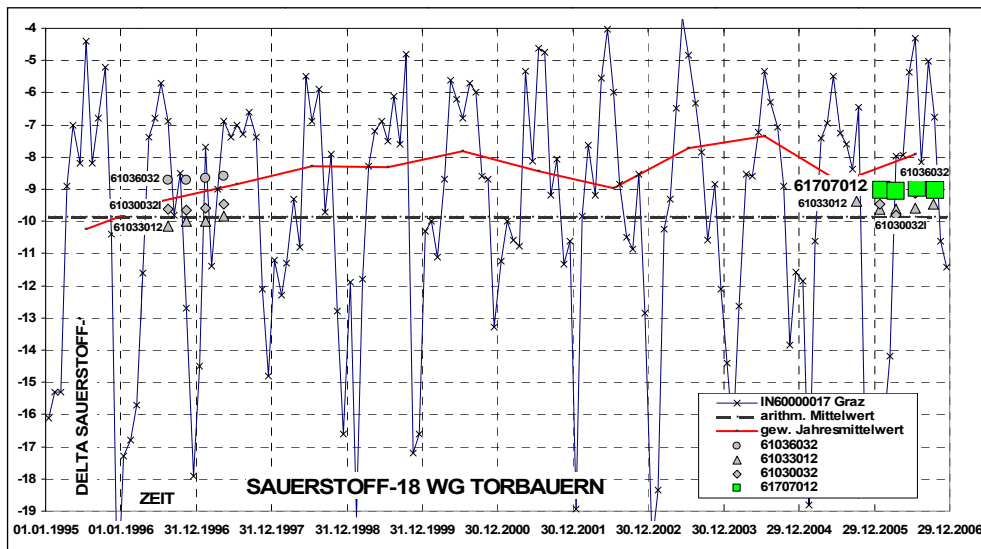


Abbildung 68: Sauerstoff-18-Daten der Quelle KK61707012 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

Für die Quelle KK61707012 standen ausschließlich Daten aus dem Jahr 2006 zur Verfügung. Aus Abbildung 68 wird ersichtlich, dass diese Quelle die geringsten Schwankungen der Sauerstoff-18-Gehalte aller Quellen aufweist. Dies steht vermutlich mit einigermaßen gleichbleibenden Bedingungen und einem verhältnismäßig höheren MVZ in Verbindung.

Aus dem Flow-Programm nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) wurde für die Quelle KK61707012 ein Sauerstoff-18-Modellalter von etwa zwölf Jahren errechnet. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle im Anhang, Kapitel 8.10 zu entnehmen.

Abbildung 69 zeigt die gemessenen Tritiumwerte der Quelle KK61707012 im Vergleich zu den Tritiumdaten des Niederschlags der Station Graz sowie zu den anderen ausgewählten steirischen Quellen in den letzten zwölf Jahren.

Die Tritium-Daten der Niederschlagsstation Graz wurden der Umweltbundesamt-Datenbank (ANIP 2007) entnommen; die Tritium-Werte der einzelnen Quellen stammen aus der WGEV- beziehungsweise GZÜV-Datenbank.

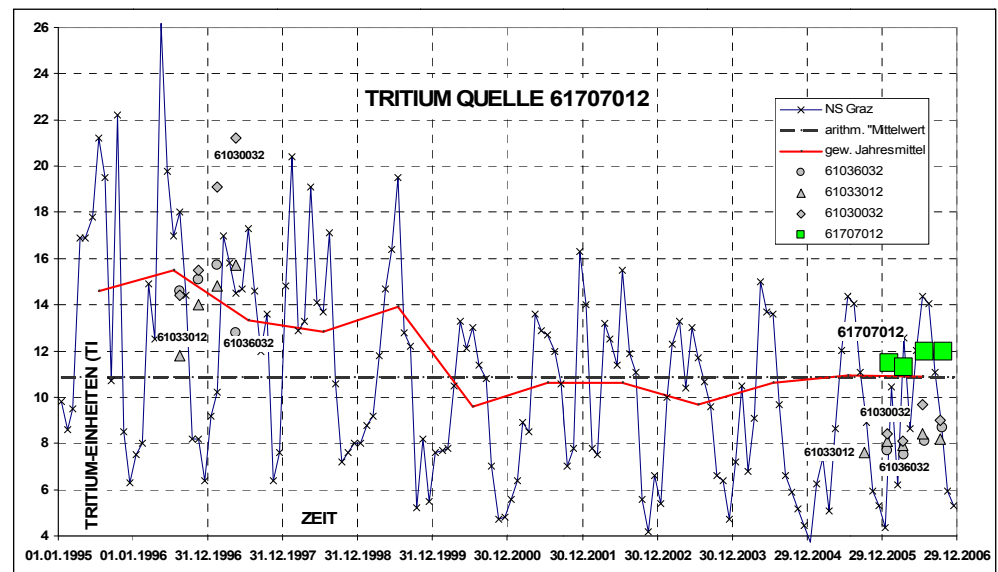


Abbildung 69: Tritium-Daten der Quelle KK61707012 (1995–2006) im Vergleich zu den Niederschlagswerten der Station Graz (IN60000017) und anderen ausgewählten steirischen Quellen.

Es ist zu bemerken, dass die Tritiumwerte der Quelle KK61707012 deutlich höher sind als die der anderen Quellen. Die Werte dieser Quelle liegen als einzige über dem ermittelten Durchschnittswert für den Niederschlag an der Station Graz. Dies deutet im Vergleich zu den anderen Quellen ebenfalls auf relativ höhere mittlere Verweilzeiten hin.

Das mit Zuhilfenahme des Flow-Programms nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) errechnete Tritium-Modellalter für die Quelle KK61707012 ergibt etwa sieben Jahre. Die genauen Rechenergebnisse der einzelnen Infiltrationsmodelle sind der Tabelle in Kapitel 8.10 zu entnehmen.

4.7 Diskussion Oststeirische Quellen

Die vier in Kapitel 3 beschriebenen Quellen sind trotz aller Belastungen wichtig für die lokale Bevölkerung. Sie finden vor allem Verwendung zur Hauswasserversorgung, wobei eine Quelle (KK61707012) sogar zur Wasserversorgung eines gesamten Ortes benötigt wird. Weiters werden die Wässer der Quellen für Bewässerungszwecke und zur Fischzucht genutzt. Die Schüttungsmengen aller dieser Quellen sind sehr gering (0,01–2 l/s).

Vor allem in der Oststeiermark sind zudem tendenzielle Temperaturerhöhungen und ein Rückgang der Niederschläge seit Beginn der 90er Jahre erkennbar (PRETTENTHALER & DALLA-VIA (2007). Aufgrund von Untersuchungen an weiteren Niederschlagsstationen (Kitzeck, St. Nikolai und Anger) lässt sich der Trend zu rückläufigen Niederschlagsmengen auch in anderen Regionen der Steiermark feststellen.

Eine Häufung von Trockenphasen in den letzten Jahren hat ebenfalls zu Problemen mit der Wasserversorgung geführt. Aufgrund von verminderten Grundwasserneubildungsraten durch einen Rückgang der Niederschläge, welche in der Oststeiermark den Hauptanteil an der Neubildung des Grundwassers haben, konnten in Spitzenbedarfszeiten einige Hausbrunnen den privaten Wasserbedarf nicht mehr decken (siehe PRETTENTHALER & DALLA-VIA (2007)).

Probleme der Wasserqualität resultieren vor allem aus der starken landwirtschaftlichen Nutzung der näheren Umgebung der Quellen durch Viehzucht und Gülleablagung beziehungsweise -aufbringung sowie durch häusliche Abwässer mangels Kanalisation. In den Einzugsgebieten der vier Quellen konnten verschiedenste Belastungsquellen gefunden werden. Neben dem Anbau von Mais, Kürbis und Getreide, Obst- und Weinbau befinden sich ebenfalls Rinder-, Schweine- und Hühnerställe sowie Lagerplätze für Stalldünger in diesen Gebieten. Vor allem beim Weinbau ist der Einsatz von Unkrautvernichtungsmitteln üblich.

Im Chemismus der Wässer zeigen sich diese Belastungen vorwiegend durch erhöhte Nitrat-, aber auch Atrazin- und Desethylatrazinwerte. Mit Nitratwerten von etwa 30 mg/l liegen drei der Quellen deutlich über dem Durchschnitt von 4,8 mg/l für alle Karst- und Kristallinquellen. Eine Quelle (KK61036032) überschreitet den Grenzwert für Nitrat von 50 mg/l fast um das Doppelte. Bei dieser Quelle musste auch ein Überschreiten des Grenzwertes für Atrazin und Metolachlor festgestellt werden. Generell zeigen aber alle vier Quellen erhöhte Atrazin- und Desethylatrazinwerte.

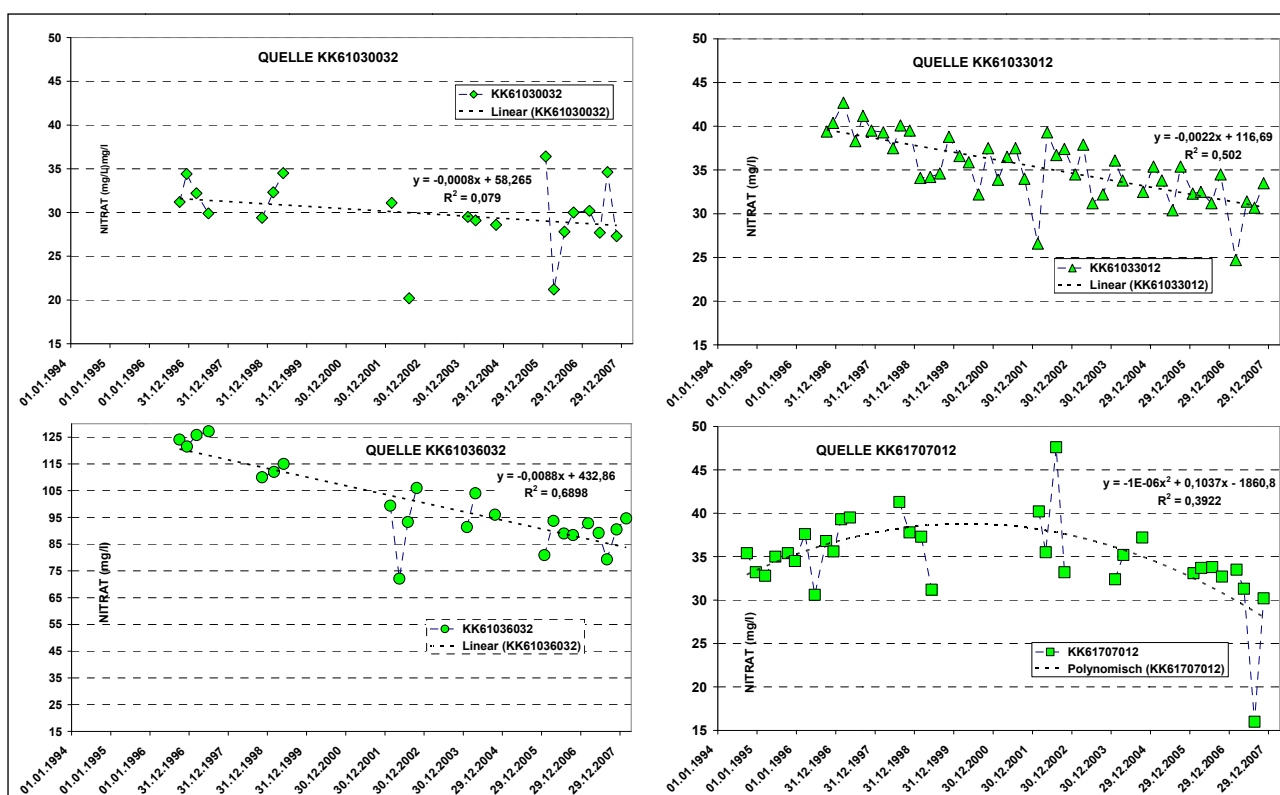


Abbildung 69a: Nitratkonzentrationen (mg/L) und zeitliche Entwicklung (1994–2007) der vier untersuchten Quellen im Südosten der Steiermark. Trendlinien Gleichungen und deren Bestimmtheitsmaß sind im Diagramm dargestellt.



Bei immerhin zwei dieser Quellen (KK 61033012 und KK61036032) konnten signifikant fallende Nitrattrends ermittelt werden. Bei der Quelle KK61030032 ist eine lineare Abnahme nicht sicher, aber an der Quelle KK61707012 deutet die polynomische Anpassung an die Daten über den Zeitraum von 1994–2007 eine Trendumkehr an, welche möglicherweise durch eine umweltschonendere Landwirtschaft und/oder einem sorgsameren Umgang von Abwässern in allen vier Einzugsgebieten hervorgerufen wurden (Abbildung 69a).

Fallende DOC-Trends konnten sogar bei drei der Quellen (KK61030032, KK61033012 und KK61707012) ausgewiesen werden. Die Ursachen hierfür sind noch unklar. Weiters auffällig sind allerdings bei wiederum drei Quellen (KK61030032, KK61036032 und KK61707012) steigende Natriumtrends. Hier kann eine immer größere Belastung durch häusliche Abwässer nicht ausgeschlossen werden.

Die Quellen KK61030032 und KK61033012 zeigen bei den über verschiedene Modelle mit Hilfe des Flow-Programms nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996) errechneten Sauerstoff-18-Modellaltern sehr gute Übereinstimmungen. Die Wasseralter dieser Quellen belaufen sich somit auf ca. sechs beziehungsweise fünf Jahre. Für die Quellen KK61036032 und KK61707012 wurde aufgrund der schlechteren Übereinstimmungen auch über Tritium ein Wasseralter errechnet. Diese beiden Quellen zeigen mit etwa neun und zehn Jahren etwas höhere Wasseralter. Die aus Diagrammen im Vergleich zur Niederschlagskurve der Station Graz abgeschätzten mittleren Verweilzeiten erweisen sich mit etwa ein bis eineinhalb Jahren als etwas geringer. Der Grund für die Unsicherheiten liegt in erster Linie am Mangel an Isotopendaten. Sowohl für die Berechnungen mit dem Flow-Programm als auch für die Abschätzung aus Diagrammen sollten monatliche Daten über mehrere Jahre hinweg vorliegen. Generell kann allerdings von eher geringen Verweilzeiten der Wässer im Untergrund ausgegangen werden, was sich unter anderem positiv auf den Abtransport von Schadstoffen auswirkt.

5 VERGLEICH TRITIUM-MODELL-ALTER MIT TRITIUM/HELIUM-ALTER

Wie in Kapitel 2.5 angegeben, wurden im Marchfeld an sechs Messstellen tiefen-gestufte und in der Parndorfer und in der Traun-Enns-Platte jeweils an fünf Mess-stellen Proben für $^3\text{H}/^3\text{He}$ - und CFC-Analysen entnommen. Bislang liegen 14 MVZ als Piston-Flow-Modell vor (siehe Anhang, Kapitel 8.11). An zwei Messstellen konnte wegen Luftüberschuss keine Verweilzeiten berechnet werden. Eine MVZ für CFC konnte nicht berechnet werden, da vermutlich wegen der Nähe zu Industriege-bieten und daraus bedingte starke Input-Schwankungen CFC-11 in allen und CFC-12 in zahlreichen gemessenen Proben Überschüsse aufweisen. Daher kann das verbleibende CFC-113 eher nur als relativer Vergleich der CFC-Verweilzeiten fun-gieren.

Die MVZ mittels Tritium-Modellen basieren darauf, dass die Niederschlags-Input-Kurven bekannt sind und die Verweilzeiten ab der Versickerung in der ungesättig-ten Zone berechnen. Die MVZ von $^3\text{H}/^3\text{He}$ - und CFC-Analysen berechnen nur die Verweilzeiten im gesättigten Aquifer, da in der ungesättigten Zone meist noch ein Gasaustausch mit der Luft stattfindet. Bei sehr langsamem Transport durch die un-gesättigte Zone können diese Verweilzeiten der Tritium- und der $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Modelle erheblich unterschiedlich ausfallen.

Auf der anderen Seite, falls ein erheblicher Anteil des Inputs durch Flusswasser-austausch stattfindet, der sich bei Donau und March erheblich vom Niederschlag unterscheidet, oder eine Tritium-Kontamination im Untergrund (wie z. B. aus De-ponien) vorkommt, würden durch Tritium-Modelle zu lange Verweilzeiten berech-net. Die $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Methode kann jedoch auch hier tatsächliche Verweilzeiten im Aqui-fer errechnen.

Wie aus der Tabelle im Anhang, Kapitel 8.11 ersichtlich, gibt es zwischen den MVZ des $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Piston Flow Modells und den gewählten Transportmodellen anhand der Tritium-Messungen meist eine vernünftige Übereinstimmung, wobei letztere meis-tens einige Jahre länger sind. In drei Fällen (Ansfelden: 41002052, Hofkirchen: 41008032 und Thalheim: 41823022) in der Traun-Enns-Platte sind die Unterschie-de erheblich (14–26 Jahre, was sich wahrscheinlich durch mächtige ungesättigte Zonen (Abstich: 20–38 m) und einhergehenden längeren Verweilzeiten erklären lässt. Im Bereich der Parndorfer Platte scheinen sich im äußersten Osten (Halbturn und Nickelsdorf) unterlagernde tritiumfreie mit jüngeren tritiumhaltigen Wässern zu mischen, so dass sich MVZ nach den Tritium-Modellen von mehr als 50 Jahren er-geben. Das $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Modell errechnet nur die Verweilzeit der jüngeren tritiumhalti-gen Komponente (6,9 Jahre).

Zwei Messstellen im Marchfeld (Lobau: 92200512 und Glinzendorf: 30800252) sind erheblich direkt oder durch den Marchfeldkanal vom Donauwasser beeinflusst, so-dass keine vernünftige MVZ mittels Tritium-Daten errechnet werden können. Diese Beeinflussung kann aber durch Sauerstoff-18-Messungen erkannt werden und soll-te bei weiteren Untersuchungen vermieden werden.

Im Großen und Ganzen sind die $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Daten eine Bestätigung der MVZ aus den Tritium-Modellen und die CFC-Daten (hier nicht aufgeführt) sind – soweit verwend-bar – eine Unterstützung der relativen Verweilzeiten.



6 INTERPRETATION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

6.1 Zusammenfassende Interpretation

Generell sind die hier angewandten Methoden in der Kombination gut geeignet eine Abschätzung der Mittleren Verweilzeiten (MVZ) zu erzielen und zum konzeptionellen Verständnis beizutragen.

Aufgrund der langen und exzellenten Niederschlags-Input-Kurven des Isotopen-Netzwerkes ANIP (2007) können die Tritium-Modelle zur Berechnung der Mittleren Verweilzeiten (MVZ) des Grundwassers, trotz niedriger Tritiumgehalte im Niederschlag der letzten Jahre, noch immer mit Erfolg angewendet werden.

Wie aus der Statistik der in Tabelle 16 zusammengefassten MVZ (Tritium-Modelle) des obersten Grundwasserhorizontes ersichtlich, scheint der nach Osten hin regional abnehmende Niederschlag über den Grundwasserkörpern Traun-Enns-Platte (1.040 mm/Jahr), Marchfeld (620 mm/Jahr) und Parndorfer Platte (570 mm/Jahr) und der damit verbundenen Abnahme der Grundwasserneubildung der Hauptfaktor für die Zunahme von Messstellen mit höheren MVZ zu sein. Auch die kleinräumig variierenden fluviatilen und teilweise glazial beeinflussten Grundwasserleiter sind nicht geeignet, diese Unterschiede zu begründen. Schon eher sind tiefgründigere Böden und mächtigere ungesättigte Zonen geeignet die MVZ zu verlängern, auch wenn Letztere aus gut durchlässigen Kiesen und Sanden bestehen.

Tabelle 16: Statistik der Mittleren Verweilzeiten (MVZ) der Grundwassergebiete oder Quellen.

Grund- wasser- körper od. Quellen	Untersuchte Anzahl der	MVZ	MVZ	MVZ	MVZ	MVZ	MVZ	Be- merkungen
		Messstellen	Messstellen	Messstellen	Messstellen	Messstellen	Messstellen	
		3H-Modelle	$\delta^{18}\text{O}$ - Variation	3H-Modelle	$\delta^{18}\text{O}$ - Variation	3H-Modelle	$\delta^{18}\text{O}$ - Variation	
		<15 Jahre	<7 Jahre	15-30 Jahre	Zu- mischungen	>30 Jahre	Zu- mischungen	
		Messstellen	Anzahl (%)	Anzahl (%)	Anzahl (%)	Anzahl (%)	Anzahl (%)	
Traun- Enns-Platte	16	9	5	5	1	2		
	100 %	56 %	31 %	31 %	6 %	13 %		
Marchfeld	35	10	3	20	3	5	1	8 weitere Mst. v. Flusswasser beeinflusst!
	100 %	29 %	9 %	57 %	9 %	14 %	3 %	
Parndorfer Platte	6			4	3	2		
	100 %			67 %	50 %	33 %		
Vier Ost- steirische Quellen	4	4	2					
	100 %	100 %	50 %					

Die Variation der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen über ein Jahr erlaubt die Zumischung von jungem Niederschlagswasser zum Grundwasser in Form von MVZ (~ 7 Jahre) abzuschätzen (MALOSZEWSKI & ZUBER 1996). Für genauere Berechnungen wären jedoch zumindest monatliche Messungen notwendig. Die Untersuchungen zeigen jedoch auch, dass zu einem Grundwasser mit MVZ > 15 Jahre junge jahreszeitliche Zumischungen eine solche erhöhte Variation der Standardabweichung der $\delta^{18}\text{O}$ -Messungen erzeugen kann (siehe Tabelle 16).

$^3\text{H}/^3\text{He}$ -(Tritium/Helium)-Messungen bestätigen im Wesentlichen die MVZ der Tritium-Modelle (Anhang 8.11 und 8.12). Die CFC-Messungen sind durch vielfach beobachtete CFC-Überschüsse (CFC-11, CFC-12) nur teilweise auswertbar (Anhang 8.12), da die drei Grundwasserkörper vermutlich zu nahe an den alten industriellen Anwendungszentren gelegen sind. $^3\text{H}/^3\text{He}$ - und CFC-Messungen können die Verweilzeiten in der ungesättigten Zone nicht erfassen, da hier noch Gasaustausch stattfindet. Tiefengestufte Probenahmen und Messungen mit diesen Sondermethoden zeigen auch, dass über die ersten zwanzig Meter die MVZ in der gesättigten Zone graduell zunehmen.

Acht Messstellen im Marchfeld lassen keine MVZ-Berechnungen mittels Tritium-Modellen zu, da sie wesentlich von Donau-, Marchwasser oder von diesen abgeleiteten Kanalwässern (Marfeldkanal, Russbach, Stempfelbach) beeinflusst sind. $^3\text{H}/^3\text{He}$ -Messungen können in diesem Fall sowie bei eventuellen Tritium-Kontaminationen die Berechnung von MVZ noch immer ermöglichen (siehe Anhang 8.12).

Die Einzugsgebiete der vier oststeirischen Quellen, obwohl in sehr unterschiedlichen Grundwasserleitern wie kristallinen Schiefern, paläozoischen Dolomiten und Murschotter und -sanden sind sehr kleinräumig (< 1 km) und flachgründig, so dass MVZ von < 10 Jahren in Zusammenhang mit jährlichen Niederschlägen von ungefähr 800 mm/Jahr sehr plausibel erscheinen.

Die Nitratanreicherung im Grundwasser scheint zumindest im Norden des Marchfeldes durch erhöhte Zumischung von Sommerniederschlägen oder durch Verdunstung in $\delta^{18}\text{O}$ -angereichertem Bewässerungswasser gefördert zu sein. Ein solcher Trend ist in den anderen Grundwasserkörpern nicht beobachtbar. Eine generelle Altersabhängigkeit von hohen Nitratkonzentrationen im Grundwasser kann nicht beobachtet werden. Jedoch konnte beim Grundwasser im Marchfeld mit sehr hohen MVZ (> 50 Jahre) an drei Messstellen nur Werte < 38 mg/l und nur an einer ein mittlerer Wert von 96 mg/l (Abbildung 53a) beobachtet werden. In ähnlicher Weise wurde in der Parndorfer Platte bei zwei Messstellen mit MVZ > 50 Jahren im Mittel niedrige und hohe Nitratkonzentrationen (28 bzw. 96 mg/l) angetroffen (Abbildung 56a).

Erfahrungsaustausch mit Schweizer Untersuchungsanstalten (BAFU, EAWAG) zeigten, dass auch dort Isotopenuntersuchungen und die Sondermethoden $^3\text{H}/^3\text{He}$ und CFC erfolgreich das konzeptionelle Verständnis von Grundwasserbelastungen ausgewählter Messstellen verbessert haben.

6.2 Schlussfolgerungen

Das Pilot-Projekt Grundwasseralter zur Erfassung der MVZ (< 50 Jahre) in oberflächennahen, genutzten Porengrundwässern und Karst/Kluft-Quellen hat folgende Erkenntnisse für Folgeuntersuchungen gebracht, was eine relativ raschere und kostenoptimierte Durchführung gewährleisten wird:

- Die Auswahl der Messstellen soll anhand der GZÜV oder ähnlicher Informationen erfolgen. Zu bevorzugen sind folgende Messstellen:
 - eher Sonden mit definierten Filterstrecken anstatt Brunnen,
 - Bohrprofil vorhanden und Ausbau bekannt,
 - auch Messstellen mit größerer Tiefenerstreckung in der gesättigten Zone,

- Messstellen sowohl mit geringer als auch größerer Variation der physikalischen und chemischen Parameter,
- und Messstellen mit guter räumlicher und hydrogeologisch sinnvoller Verteilung im Grundwasserkörper.
- Vierteljährliche oder besser monatliche Probenahme von 1L Grundwasserproben über ein Halbjahr,
- $\delta^{18}\text{O}$ - ($\delta^2\text{H}$)-Analysen der Grundwasserproben des ersten Halbjahres,
- Basierend auf den $\delta^{18}\text{O}$ -Analysen, Pegelständen, Temperatur-, Leitfähigkeits-, pH- und Sauerstoffmessungen werden die Messstellen für die 1. Tritium-Messung ausgewählt.
- Fortsetzung der $\delta^{18}\text{O}$ - ($\delta^2\text{H}$)-Probenahme und Analyse an ausgewählten Messstellen und Vorbereitung der Sondermethodenprobenahme.
- Nach Erhalt der Tritiumergebnisse werden gezielt einige Messstellen zur Überprüfung ausgewählt, an denen Proben für Sondermethoden ($^3\text{H}/^3\text{He}$ - und eventuell SF_6 -Messungen) genommen und analysiert werden.
- Nach Erhalt der zusätzlichen ^3H - und Sondermethodenergebnisse zusammenfassende Interpretation der MVZ.

Wie bereits erwähnt, ist es wichtig verschiedene Methoden der MVZ-Berechnung zu kombinieren und abzusichern, um Missinterpretationen zu vermeiden. Es können so im Sinne der Sparsamkeit je nach Kosten die jeweiligen Methoden optimal in ihrer Häufigkeit eingesetzt und so erhebliche Mittel eingespart werden.

Tabelle 17: Methoden zur Datierung (< 50 Jahre) und Charakterisierung von Infiltrationsbedingungen in Grundwässern.

Nuklide/Methode	$T_{1/2}$	Typische Werte	Interpretation
Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$)		–8 bis –11 ($\delta^{18}\text{O}$)	T und Höhe Einzugsgebiet
Deuterium ($\delta^2\text{H}$)		–40 bis –80 ($\delta^2\text{H}$)	Verdunstungseffekte und Herkunft Niederschläge
Tritium (^3H)	12,43	0 bis 30 TE	Datierung Infiltration (< 40 a)
Tritium/Helium- ($^3\text{H}/^3\text{He}$)			Datierung Infiltration (< 40 a)
Chlorfluorkohlenstoffe (CFCs)		1996; F11: 273 pptv; F12: 538 pptv	Datierung Infiltration (< 50 a)
Schwefelhexafluoride (SF_6)		1996; F6: ca. 4 pptv	Datierung Infiltration (< 30 a)
Krypton-85 (^{85}Kr)	10,76	1,4 Bq/m ³	Datierung Infiltration (einige Dekaden)

Legende: $T_{1/2}$...Halbwertszeit in Jahren, TE...Tritiumeinheiten, pptv...parts per trillion by volume

Da in der Studie fast alle gängigen Methoden getestet wurden (Krypton-85-Methode ist extrem teuer), bleibt als nächsten Schritt, die SF_6 -Methode im Grundwasser zu testen (siehe Tabelle 17), ob diese – wie bei den CFCs – nicht durch häufige Kontamination in industrienahen Standorten nur bedingt anwendbar geworden ist.

7 LITERATURVERZEICHNIS

7.1 Allgemein

- ANIP (Austrian Network of Isotopes in Precipitation) (2007): Österreichisches Netzwerk für Isotopen (^{18}O , ^2H , ^3H) in Niederschlägen und Oberflächengewässern. Lebensministerium, Ämter d. Landesregierungen, ARC und Umweltbundesamt, Wien.
(<http://www.umweltbundesamt.at>).
- BORIS – Bodeninformationssystem (2007): <http://www.umweltbundesamt.at/umwelt-schutz/boden/boris/beirat/> (2.11.2007)
- BROERS, H.P. & VAN DER GRIFT, B. (2004): Regional monitoring of temporal changes in groundwater quality. *Journal of Hydrology* 296, 192–220.
- BGBL (BUNDESGESETZBLATT) (1959): Österreichisches Wasserrechtsgesetz idgF, Österr. Staatsdruckerei, Wien.
- BGBL (BUNDESGESETZBLATT) (1997): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, mit der die Grundwasserschwellenwertverordnung abgeändert wird. Nr. 213, Österr. Staatsdruckerei, Wien.
- BGBL (BUNDESGESETZBLATT) (2001): Verordnung der Bundesministerin für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung-TWV). Nr. 304, Österr. Staatsdruckerei, Wien.
- BGBL (BUNDESGESETZBLATT) (2006): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern (Gewässerzustandsüberwachungsverordnung-GZÜV). Nr. 479, Wien.
- COOK, P. & HEREZEG, A. L. (2000): Environmental tracers in subsurface hydrology. 529 S., Kluwer Academic Publishers, London.
- CORINE – Coordinated Information on the European Environment (2000):
<http://www.umweltbundesamt.at/umwelt/raumordnung/flaechennutzung/corine/>.
- CRAIG, H. (1961): Isotopic variations in meteoric waters. *Science* 133, 1702–1703.
- EPSTEIN, S. & MAYEDA, T. (1953): Variation of ^{18}O content of waters from natural sources. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 4. pp. 213–224.
- FAO (1998): World Soil Resources Reports, 84, Rome.
- HÖLTING, B. (1996): Einführung in die Allgemeine und Angewandte Hydrogeologie. 441 S., Enke Verl., Stuttgart.
- IAEA – International Atomic Energy Agency (2006): Use of chlorofluorocarbons in hydrology: a guidebook. 277 S., Vienna.
- KINNIBURGH, D. G.; CHILTON, P. J. & COOPER D. M. (2004): Identification and reversal of trends in groundwater pollution: Part 1 – implications for the implementation of the Water Framework Directive and proposed groundwater directive. British Geological Survey Commissioned Report, CR/04/072C. 46 pp., Keyworth, Nottingham.
- KAISER, A.; SCHEIFINGER, H.; KRALIK, M.; PAPESCH, W.; RANK & STICHLER, W. (2002): Links between meteorological conditions and spatial/temporal variations in long – term isotopic records from the Austrian precipitation network. Intern. Conf. „Study of Environmental Change Using Isotope Techniques“, 23–27 Apr. 2001, C&SPaperSeries 13/P, 67–77, IAEA, Vienna.



- KNÖLLER, K. & TRETTIN, R. (2003): Isotopenanalytische Bewertung des Sulfathaushaltes in landwirtschaftlich genutzten Wassergewinnungsgebieten. UFZ-Bericht-16-031106. <http://www.ufz.de/data/ufz-bericht-16-031106.pdf> (01.12.2006).
- KRALIK, M. (1999): B/4.3 Niederschlags-Isotopenmessnetz. In: WWK/Umweltbundesamt (Wasserwirtschaftskataster/Umweltbundesamt) (Hg.): Wassergüte in Österreich – Jahresbericht 1998, 96–103. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien. (<http://www.umweltbundesamt.at>).
- KRALIK, M. (2006): A/2.2 Karst und Kluftgrundwasser. In: WWK/Umweltbundesamt (Wasserwirtschaftskataster/Umweltbundesamt) (Hg.): Wassergüte in Österreich – Jahresbericht 2006, 53–57. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien. 184 S. ([http://www.umweltbundesamt.at/Wasser/Jahresbericht 2006](http://www.umweltbundesamt.at/Wasser/Jahresbericht%202006)).
- KRALIK, M.; PAPESCH, W.; STICHLER, W.; RANK, D. & SCHEIFINGER, H. (2003): Austrian Network of Isotopes in Precipitation (ANIP): Quality assurance and climatological phenomenon in one of the oldest and densest networks in the world. Intern. Sympos. On Isotope Hydrology and Integrated Water Resources Management, 19–23 May 2003, C&SPaperSeries, IAEA, Vienna.
- KREUZER, A. (2007): Paläotemperaturstudie mit Edelgasen im Grundwasser der Nordchinesischen Tiefebene. 127 S., Dissertation Univ. Heidelberg.
- LEOPOLD, PH. & HÄUSLER, H. (2004): Beitrag zur nachhaltigen Bewirtschaftung „seichtliegender Tiefengrundwässer“ in der oberösterreichischen Molassezone. Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 56. S. 71–78.
- LUCAS, L. L. & UNTERWEGER, M. P.: Comprehensive review and critical evaluation of the half-life of Tritium, J. Res. Natl. Inst. Stand. Technol., 105, 541, 2000.
- LUDIN, A.; WEPPEINIG, R.; BÖNISCH, G. & SCHLOSSER, P. (2007): Mass spectrometric measurement of helium isotopes and tritium in water samples. http://www.ldeo.columbia.edu/~etg/ms_ms/Ludin_et_al_MS_Paper.html. (27.11.2007)
- MALOSZEWSKI, P. & ZUBER, A. (1996): Lumped parameter models for the interpretation of environmental tracer data. 9-58, IAEA-TECDOC-910, 207 S., International Atomic Energy Agency, Vienna.
- MÜLLER, T. (1999): Wörterbuch und Lexikon der Hydrogeologie. 367 S., Springer, Berlin.
- NESTROY, O., DANNEBERG, O.H.; ENGLISH, M.; GESSL, A.; HAGER, H.; HERZBERGER, E.; KILIAN, W.; NELHIEBEL, P.; PECINA, E.; PEHAMBERGER, A.; SCHNEIDER, W. & WAGNER, J. (2000): Österreichische Bodensystematik: Systematische Gliederung der Böden Österreichs. Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft, Heft 60, 123 S., Wien.
- OHSUMI, T. & FUJINO, H. (1986): Isotope Exchange Technique for Preparation of Hydrogen Gas in Mass Spectrometric D/H Analysis of Natural Waters. Analytical Sciences, 2, Oct.
- OSTER, H. (1994): Datierung von Grundwässern mittels FCKW: Voraussetzungen, Möglichkeiten und Grenzen. Dissertation, Institut für Umweltphysik, Ruprecht-Karls-Universität, Heidelberg. 121 S.
- ÖNORM B 2400 (2003): Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen – Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772. 37 S., (Jän. 2003).

- ÖNORM B 2400/A1 (2004): Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen – Ergänzende Bestimmungen zur ÖNORM EN ISO 772 und ÖNORM EN ISO 772/A1 (Änderung). 8 S., (Jun. 2004).
- ÖNORM EN ISO 772 (2000): Hydrometrische Festlegungen – Begriffe und Zeichen. 55 S., (Jul. 2000)
- ÖNORM EN ISO 772/A1 (2004): Hydrometrische Festlegungen – Begriffe und Zeichen (ISO 772: 1996/Amd.1: 2002) (Änderung). 27 S., (Jun. 2004).
- PLUMMER, L.N. & BUSENBERG, E. (1999): Chlorofluorocarbons. In: COOK, P. & HERCZEG, A. (Hg.), *Environmental Tracers in Subsurface Hydrology*, Kluwer Academic Press Chapter 15. pp. 441–478.
- PLUMMER, L.N.; BUSENBERG, E.; DRENKARD, S.; SCHLOSSER, P.; EKWURZEL, B.; WEPPERNIG, R.; MCCONNELL, J.B. & MICHEL, R.L (1998): Flow of river water into a karstic limestone aquifer – 2. Dating the young fraction in groundwater mixtures in the Upper Floridan aquifer near Valdosa, Georgia. *Applied geochemistry* 13. pp. 1017–1043.
- RICHTLINIE 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. 22.12.200, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, L327, 1–72, Brüssel.
- QUEVAUVILLER, PH. (2003): Implementation of the Water framework directive in Europe and its links to geological issues. In: Umweltbundesamt: Kralik, M.; Häusler, H. & Kolesar, C. (eds.): *Abstracts of the 1st conference of Applied Environmental Geology in Central and Eastern Europe*. 7–10th Oct. 2003, Reports, Bd. REP-228. Umweltbundesamt, Wien. pp. 190–191.
- RANK, D. & PAPESCH, W. (1992): GWW Seewinkel: Isotopenuntersuchung. Unpubl. Bericht (4 246/91.21), 14 S., Arsenal/Seibersdorf Research, Seibersdorf.
- RANK, D. & PAPESCH, W. (2003): Determination of groundwater flow velocity in the Southern Vienna Basin from long-term environmental isotope record. In: UMWELTBUNDESAMT: Kralik, M.; Häusler, H. & Kolesar, C. (eds.): *Abstracts of the 1st conference of Applied Environmental Geology in Central and Eastern Europe*. 7–10th Oct. 2003. Reports, Bd. REP-228. Umweltbundesamt, Wien. pp. 206–207.
- SCHLOSSER, P.; STUTE, M.; DÖRR, H.; SONNTAG, C. & MÜNNICH, K.O. (1988): Tritium/³He dating of shallow groundwater. *Earth and Planetary Science Letters* 89. pp. 353–362.
- SCHLOSSER, P.; STUTE, M.; SONNTAG, C. & MÜNNICH, K.O. (1989): Tritogenic ³He in shallow groundwater. *Earth and Planetary Science Letters* 94. pp. 245–254.
- UMWELTBUNDESAMT (2003): Kralik, M.; Papesch, W. & Stichler, W.: Austrian network of isotopes in precipitation (ANIP) as a tool for assessing good status in groundwater. In: Kralik, M.; Häusler, H. & Kolesar, C. (eds.): *Abstracts of the 1st conference of Applied Environmental Geology in Central and Eastern Europe*. 7–10th Oct. 2003. Reports, Bd. REP-228. Umweltbundesamt Wien. pp. 190–191.
- UMWELTBUNDESAMT (2005): Kralik, M.; Zieritz, I.; Grath, J.; Vincze, G.; Philippitsch, R. & Pavlik, H.: Hydrochemische Karte Österreichs Oberflächennaher Grundwasserkörper und Fließgewässer: Mittelwerte von Wassergüteeerhebungsdaten (GZÜV-Daten) 1991–2001. Berichte, Bd. BE-269, 2. überarb. Aufl. Umweltbundesamt, Wien. 19 S. (www.umweltbundesamt.at/publikationen/ Thema >Wasser).

UNTERWEGER, M.P.; COUSEY, B.M.; SCHIMA, F.J. & MANN, W.B. (1980): Preparation and calibration of the 1978 National Bureau of Standard tritiated water standards. Internat. J. Appl. Rad. Isotope, 31. pp. 611–614.

WAUGH, D (2007): Transport Timescales in Geophysical Flows.
http://www.jhu.edu/~eps/faculty/waugh/ttd_intro.html

7.2 Marchfeld

Auszüge aus der Datenbank der GZÜV (H₂Ov300): Grundwasserkörper – Hydrogeologische Charakterisierung

ERRICHTUNGSGESELLSCHAFT MARCHFELDKANAL (1989): Schichtenplan 17.9.1984 (NGW). Bilanzierung des Grundwasserhaushaltes 1974–1987.

ERRICHTUNGSGESELLSCHAFT MARCHFELDKANAL (2001): Grundwasser-Schichtenlinienplan Mai 2001. Marchfeldkanal – Betrieb und Quantitative Hydrologische Beweissicherung 2001–2002.

FUCHS, W. & GRILL, R. (1984): Geologische Karte von Wien und Umgebung. Geologische Bundesanstalt, Wien.

HUMER, F. (2007): Untersuchung der Atrazinbelastung bei der GZÜV-Messstelle PG32400492 in der Katastralgemeinde Gerasdorf – Endbericht. 50 S., unpubl. Bericht, Amt d. Niederösterreich. Landesregierung/Umweltbundesamt.

KAUPA, H. (1986): Gefährdungspotential von Grundwasser am Beispiel des Marchfeldes. ÖWWV-Fortbildungskurs 1986, Ausspracheseminar Grundwasserschutz in Österreich, Wiener Mitteilungen Band 66.

KRÖLL, A. et al. (1993): Wiener Becken und angrenzende Gebiete. Geologische Themenkarten der Republik Österreich (mit Erläuterungen). Geologische Bundesanstalt

KRÖLL, A. et al. (2001): Molassezone Niederösterreich und angrenzende Gebiete. Geologische Themenkarten der Republik Österreich (mit Erläuterungen). Geologische Bundesanstalt

MEIXNER, W. (1988): GW-Schichtenlinienplan Marchfeld vom 11.4.1988.

MURER, E. (2006): Bericht über das Projekt „Steigende Nitratkonzentration im Grundwasser“. Abschlussbericht, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Inst. f. Kulturtechnik u. Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.

MURER, E. (2007): Bericht über die Bewertung relevanter Bewirtschaftungsformen bei unterschiedlichen Bodenbedingungen auf den Nitrataustrag in den Projektgebieten Marchfeld und Seewinkel. Ber. 510-373/26/07 TÖ, 27 S., Inst. f. Kulturtechnik u. Bodenwasserhaushalt, Petzenkirchen.

NESTROY, O. (1982). „Führer zur Exkursion durch das Marchfeld am 14. und 15. Oktober 1982.“ Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Wien.

NEUDORFER, W. & WEYERMAYR, H. (1998): Raumnutzung und Grundwasserdynamik am Fallbeispiel Marchfeld. ÖWAV – Seminar Grundwasserdynamik, Wiener Mitteilungen Band 148.

PLANUNGSGESELLSCHAFT MARCHFELDKANAL (1984): Hydrogeologische Untersuchungen – Neue Bohrungen der Planungsgesellschaft Marchfeldkanal Nr. 14.7, Einlage Nr. 3.1.

- SCHNABEL, W. (Red.) (2002): Geologische Karte von Niederösterreich 1:200.000.
- STECKER, A. (1982): Die Böden des Marchfeldes. Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 26, Wien.
- STENITZER, E. (2001): Abschätzung der Auswirkung von Neuaufforstungen im Marchfeld auf die Grundwasserneubildung. 9. Gumpensteiner Lysimetertagung, 24. und 25. April 2001
- STENITZER, E. & HÖSCH, J. (2005): Grundwasserneubildung im Marchfeld – Lysimeteruntersuchungen und Modellrechnungen. 11. Gumpensteiner Lysimetertagung, 5. und 6. April 2005.
- WENTER, F. (2007): Geologischer und hydrogeologischer Aufbau des Grundwasserleittersystems im Bereich des Marchfeldes. Unpubl. Dipl. Arbeit, Univ. Wien. 88 S.
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2007):

7.3 Parndorfer Platte

- Auszüge aus der Datenbank der GZÜV (H₂Ov300): Grundwasserkörper – Hydrogeologische Charakterisierung
- ASFINAG – Österreichische Autobahnen- und Schnellstraßen-Ges. m.b.H. (2003): Fachbeiträge zur Umweltverträglichkeitserklärung (UVE). Boden, Grund, Altablagerungen, Grundwasser. A6 Nordost Autobahn Spange A4 – Kittsee, Wien. 218. S.
- BARANYI, S. et. al (1994): Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe von Geochemie und Geophysik – Jubiläumsschrift 20 Jahre Geologische Zusammenarbeit Österreich-Ungarn. Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft, TU Wien. ISBN 3-900312-92-3. 16 S.
- BOROVICZENY, F. (1992): Geologie der Parndorfer Platte und des Seewinkels – Symposium Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980–1990, Eisenstadt.
- BOROVICZENY F. et. al. (1991): Schwerpunkte und Ergebnisse in den einzelnen Untersuchungsgebieten, Geologische Bundesanstalt/FA Hydrogeologie. Wien. 3 S.
- BOROVICZENY F. et. al. (1992): Wasserhaushaltsstudie für den Neusiedlersee mit Hilfe der Geophysik und Geochemie 1980–1990. Forsch.Ber. 16, Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft, TU Wien. 214 S.
- GRILL, R. (1973): Bericht über Begehungen auf den Blättern Wien und Preßburg der Österreichischen Karte 1:200.000, Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Wien.
- HAAS, P. et al. (1992): Grundwasserhaushalt Seewinkel. Forsch.Ber. 14, Inst. f. Hydraulik, Gewässerkunde & Wasserwirtschaft, TU Wien. 62 S.
- HÄUSLER, H. (2007): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000, Erläuterungen zu den Blättern 79 Neusiedl am See, 80 Ungarisch-Altenburg und 109 Pamhagen. 88 S., 22 Abb., 6 Tab. (Geologische Bundesanstalt), Wien.
- KOLLMANN, W. et al. (2006): Geohydrologie der Parndorfer Platte (Kleylehof), Jahresbericht für die Phase 1: März bis Dez. 2005, Amt der Burgenländischen Landesregierung, Eisenstadt. 92 S.



- LETOUZE-ZEZULA, G. et al. (2001): Rohstoffgeologische Detailerkundung Parndorfer Platte. Unpubl. Endber. zum Proj. BA-11 der Bund-/Bundesländerkoop., FA Rohstoffgeol., Geol. B.-A., Wien. 23 S.
- REZABEK, H.R. (1990): Grundwasserwirtschaft Seewinkel. Gruppe Wasser, Wien.
- WOLDRON, R. (1991): Hydrogeologische Kartierung im Raum Neusiedl – Jois – Bruck – Parndorf. Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades an der Formal- und Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien. 103 S.
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2007):

7.4 Traun-Enns-Platte

- Auszüge aus der Datenbank der GZÜV (H₂Ov300): Grundwasserkörper – Hydrogeologische Charakterisierung
- EGGER, H., HOFMANN, T. & RUPP C. (Red.) (1996): Ein Querschnitt durch die Geologie Oberösterreichs. Exkursionsunterlagen, Wandertagung, 7.–11. Oktober 1996, Wels. Exkursionsführer, 16, Österreichische Geologische Gesellschaft, Wien.
- FINK, J. (Red.) (1976): Exkursion durch den österreichischen Teil des nördlichen Alpenvorlandes und den Donaauraum zwischen Krems und Wiener Pforte. Erweiterter Führer zur Exkursion: 2. Tagung der IGCP-Projektgruppe „Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere“, 1974, Wien. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1, Wien.
- FINK, J. (Red.) (1978): Exkursion durch den österreichischen Teil des nördlichen Alpenvorlandes und den Donaauraum zwischen Krems und Wiener Pforte. DEUQUA-Tagung, 1978, Wien. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 1, Erg.-Bd., Wien.
- FLÖGL, H. (1980): Hydrologische Studie Enns-Steyr. Bericht, Linz.
- FLÖGL, H. et al. (1988): Raumordnungskonzept Alm. Energiewirtschaft, Naturraum und Ökologie des Almflusses. Bericht, Linz.
- FLÖGL, H. & FLÖGL, W. (1989): Wasserwirtschaftliches Grundsatzkonzept Traun-Enns-Platte. Bericht Februar 1989 mit Ergänzungen April 1993. Bericht, Linz.
- HÄUSLER, H. & STRAKA, W. (1998/99): „Tiefengrundwasser Traun-Enns-Platte“, Teilprojekt: Kremsmünster – Bad Hall – Wartberg der O.-Ö. L.-R.: BauW-II/LG-930007/8-1998/KOL/HB. Endbericht 1998/Endbericht 1999. Bericht, Institut für Geologie, Universität Wien.
- VAN HUSEN, D. (1999): Geologisch-baugeologische Erfahrungen beim Bau des Eisenbahntunnels Lambach, OÖ. Mitt. Österr. Geol. Ges., 90 (1997). S. 137–154.
- INGERLE, K. (1981): Möglichkeiten der Grundwassererschließung im Bereich der geplanten Staustufe Edt und Riesenberg. Bericht, Innsbruck.
- INGERLE, K. (1985): WV Waldneukirchen, Brunnen Hametwald. Bericht an das Amt d. OÖ. Land.-Reg., Abt. Wasserbau – Wasserwirtschaftliche Planung, Innsbruck.
- KOHL, H. (1987): Kompilierte geologische Karte 1:20.000 des OÖ Zentral- und Donaupraumes. Ber. Geol. Bundesanst., 20, Wien, 1990.

- KOHL, H. (2000): Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Schriftenreihe des OÖ. Musealvereines, 17, Linz.
- KOHL, H. (2001): Das Eiszeitalter in Oberösterreich. Teil 1. ÖKO•L-Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz, 23/3, 18–28, Magistrat Linz.
- KOHL, H. et al. (1997): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000. Erläuterungen zu Blatt 49 Wels. Geologische Bundesanstalt, Wien.
- KRENNMAYR, H.G. et al. (1996): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50 000. 49 Wels. Geologische Bundesanstalt Wien.
- KUDERNA, M.; WOLKERSTORFER, G. & MURER, E. (2007): Forschungsprojekt Lysimeter: Langfristige Lysimeteruntersuchungen in Oberösterreich, Berichtszeitraum 1995–2006. Ber. Amt der Oö. Landesregierung, Wasserwirtschaft, Linz. 40 S. (www.land-oberoesterreich.gv.at, Themen> Umwelt> Wasser> Grundwasser).
- LEOPOLD, P. (1998): Hydrogeologie der Molassezone im Bereich St. Florian – Steyr – Siering (Oberösterreich). Unpubl. Dipl.-Arb., Univ. Wien.
- LOHBERGER, W. (1997): Integrale Trinkwasservorsorge Oberösterreich. Rohstoffforschungsprojekt OA 25. Teilbereich Grundwasservorkommen in Oberösterreich. Bericht, Linz.
- MOSER, G. & REITNER, J. (1998): Untersuchung der Löss- und Lösslehme in Oberösterreich südlich der Donau hinsichtlich ihrer Grundwasserschutzfunktion. Teil 2 zum Endbericht OC-13 der Bund-Bundesländerkooperation. Flächendeckende Bewertung der Grundwasserschutzfunktionen des geologischen Untergrunds in Oberösterreich unter spezieller Berücksichtigung des Barrieren- und Rohstoffpotentials der quartären Löss- und Lösslehme. Bericht, Geologische Bundesanstalt.
- STEPANY, P. (1989): Gefahrenpotential für das Trinkwasser der Pettenbachrinne. Diplomarbeit, Institut für Siedlungswasserbau und Umwelttechnik, Universität Innsbruck.
- VOHRZYKA, K. (1973): Hydrogeologie von Oberösterreich. OÖ. Landesverlag, Linz.
- WAGNER, L. R. (1996): Stratigraphy and hydrocarbons in the Upper Austrian Molasse Fore-deep (active margin). In: Wessely, G. & Liebl W. (eds.): Oil and Gas in Alpidic Thrustbelts and Basins of Central and Eastern Europe. European Association of Geoscientists and Engineers, Special Publication, 5, Geological Society, London.
- WEBER, F. K. (1993): Das Jodwasservorkommen Bad Hall. In: Zötl, J. & Goldbrunner, J. E.: Die Mineral- und Heilwässer Österreichs. Wien.
- ZAMG – Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (2007):
- ZIBUSCHKA, F. et al (1993): Grundwasserschutzprogramm OÖ. Bericht, Wien.

7.5 Steiermark

- Auszüge aus der Datenbank der GZÜV (H₂Ov300): Grundwasserkörper – Hydrogeologische Charakterisierung
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (1988): Die nutzbaren Wasservorkommen der Steiermark. Steiermark-Information 8. Referat für wasserwirtschaftliche Rahmenplanung & Institut f. Umweltgeologie und Angewandte Geographie, Graz.



- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2002): „Wasserversorgungsplan Steiermark“ – Ein Leitfaden für die öffentliche Wasserversorgung, Graz. 231 S.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG (2007): INTERREG II – Lebensraum Unteres Murtal, Umwelt-Naturraum-Energie, Synthese. Graz. 96 S.
- BENISCHKE, R. et al. (2002): Wasserversorgungsplan Steiermark – Ein Leitfaden für die öffentliche Wasserversorgung. Amt der Stmk. LR., FA 19a, Graz (cum lit.)
- BERNHART, L. et al. (1974): Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973). Berichte der Wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, 29, Graz. Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Landesbaudirektion, Wasserwirtschaftliche Rahmenplanung. 202 S.
- BIZEK, P. (1974): Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden der Verdunstung mit dem Ziel Verdunstungskarten für Österreich zu erstellen. Diss. Uni. Wien, Inst. f. Met. u. Geoph.
- EDELMANN, E. (2007): Hydrochemische Auswertung von Quellwasserdaten des österreichischen Wassergüternetzes (GZÜV) – Überlagerung von geogenen und anthropogenen Einflüssen: Unter besonderer Berücksichtigung von vier ausgewählten oststeirischen Quellen. 114 S., Unpubl. Dipl. Arb., Univ. Wien.
- FANK, J. & FUCHS, K. (1999): Anwendung der Extremwertstatistik in der Hydrogeologie von Porengrundwasservorkommen, Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich, 31–45, Wien. 78 S.
- FANK, J.; FUCHS, K.; DALLA-VIA, A. & KUPFERSBERGER, H. (2001): Nitratverteilungskarten für das Murtal südlich von Graz, Unveröff. Bericht Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie und Inst. f. Angewandte Statistik und Systemanalyse, Joanneum Research, Graz.
- FANK, J. & ROCK, G. (2000): Grundwasserströmungs- und -transportmodell „Unteres Murtal“ zur Erfassung der regionalen Strömungsverhältnisse und der Interaktion von Oberflächengewässern mit dem Grundwasser in einem rezenten Auegebiet. Proj. STA 28C/96. Endbericht 3. Projektsjahr, Teil 1. Unveröff. Bericht, Inst. f. Hydrogeologie und Geothermie Joanneum Research, Graz. 110 S.
- GATTINGER, T. (1969): Hydrogeologische Karte der Republik Österreich. 1:1,000.000. Geolog. Bundesanstalt Wien.
- GBA – Geologische Bundesanstalt (2005a): Blatt 190 Geofast – Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 – 190 Leibnitz Stand 1999, Ausgabe 2005/Kompilation: Joanneum Research, GIS-STMK erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast 1 Bl., Farbplot, 2005-10. www.geologie.ac.at
- GBA – Geologische Bundesanstalt (2005b): Blatt 165 Geofast – Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 – 165 Weiz Stand 1999, Ausgabe 2005/Kompilation: Joanneum Research, GIS-STMK erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast 1 Bl., Farbplot, 2005-10. www.geologie.ac.at
- GBA – Geologische Bundesanstalt (2005c): Blatt 191 Geofast – Provisorische Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000 – 191 Kirchbach in der Steiermark Stand 1999, Ausgabe 2005/Kompilation: Joanneum Research, GIS-STMK erstellt im Rahmen des GBA-Projektes Geofast 1 Bl., Farbplot, 2005-10. www.geologie.ac.at
- HAUDE, W. (1955): Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. Mitt.d.Deutschen Wetterdienstes Nr.11, Offenbach.

- HYDROGRAFISCHER DIENST STEIERMARK (2007): Amt der steiermärkischen Landesregierung, Graz.
- MAURIN, V. & ZÖTL, J. (1964): Hydrogeologie und Verkarstung der Steiermark. Atlas der Steiermark, 1:300.000, Graz.
- PRETTENTHALER, F. & DALLA-VIA, A. (2007): Wasser & Wirtschaft im Klimawandel – Konkrete Ergebnisse am Beispiel der sensiblen Oststeiermark, Joanneum Research, Graz. 189 S.
- SUETTE, G. (1998): Landschaftsgliederung der Steiermark. Unveröff. Ber., Amt der Stmk. LR, FA 3a, Graz (cum lit.).
- WAKONIGG, H. (1970): Witterungsklimatologie der Steiermark, Dissertationen der Universität Graz 3, Verlag Notring, Wien.
- WAKONIGG, H. (1978): Witterung und Klima in der Steiermark. Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Universität Graz, H. 23, Graz. 473 S.
- WUNDT, W. (1958): Die Kleinstwasserführung der Flüsse als Maß für die verfügbaren Grundwassermengen. In: Grahmann: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. Forsch. Dtsch. Landeskunde, 104, 47–54, Remagen.
- ZETINIGG, H. (1982): Die artesischen Brunnen im steirischen Becken. Mitt. Abt. Geol., Paläont. Und Bergbau, Landesmuseum Joanneum, 45, Graz. 211 S.
- ZETINIGG, H., (1988): Grundwasserschutz und -nutzung in der Steiermark. Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung Sonderband 1. 29 S.
- ZETINIGG, H. (1999): Die Bedeutung artesischen Wassers für die Wasserversorgung in Österreich. Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 51, 11/12, 320–332, Wien.
- ZETINIGG, H. et al. (2000): Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer. ÖWAV-Regelblatt 211, Wien. 60 S.
- ZÖTL, J. (1971): Wässer und Gewässer der Steiermark. In: Die Steiermark; Land, Leute, Leistung, Graz. S. 96–141.
- ZÖTL, J. (1974): „Die meteorologischen Verhältnisse der Steiermark“ in: Generalplan der Wasserversorgung Steiermarks (Entwurfsstand 1973), Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Band 29, Graz.



8 GLOSSAR DER FACHBEGRIFFE

Zu allgemeinen Begriffen der Hydrologie und Hydrogeologie sei auf die Ausführungen in den Normenwerken verwiesen (ÖNORM EN ISO 772, ÖNORM B 2400, ÖNORM B 2400/A1).

Aquifer: Grundwasserleiter (ÖNORM B 2400 und B 2400/A1)

Abstandsgeschwindigkeit: ist die Geschwindigkeit, mit der Wasser oder eine in diesem gelöste Verunreinigung die Verbindungsstrecke zwischen zwei Punkten in der Zeit t durchfließt.

Deckschicht: ein sehr gering durchlässiger Teil der Grundwasserüberdeckung (ÖNORM B 2400), *siehe Grundwasserüberdeckung*

Dispersion: jeder mechanische Vermischungsprozess während des Tracertransports und damit verbundener räumlicher und zeitlicher Konzentrationsänderung. Da es sich um einen räumlich variabel ablaufenden Prozess handelt, wird zwischen longitudinaler (in Fließrichtung), transversaler (quer zu Fließrichtung) und vertikaler (senkrecht zu longitudinaler und transversaler D.) Dispersion unterschieden.

Deuterium: [griechisch] *das*, schwerer Wasserstoff, chemisches Symbol D oder ^2H , 1931 von H. C. Urey und Mitarbeitern entdecktes natürliches stabiles Isotop des Wasserstoffs der Massenzahl 2. Es besteht im Gegensatz zum ^1H -Wasserstoff, bei dem der Atomkern aus einem einzigen Proton besteht, besteht der Deuteriumkern aus einem Proton und einem Neutron. Der Anteil an Deuterium in natürlich vorkommendem Wasserstoff beträgt 0,015 %. In natürlichen Wässern befinden sich unter einer Million Wassermolekülen mit der „normalen“ Isotopenzusammensetzung $^1\text{H}_2^{16}\text{O}$ etwa 160 Moleküle $^2\text{H}^1\text{H}^{16}\text{O}$, bei denen eines der beiden Wasserstoffatome ^1H durch das schwere Wasserstoffisotop ^2H (Deuterium) ersetzt ist. Die Abweichung des Isotopenhäufigkeitsverhältnisses der Probe gegenüber dem des Standards wird als δ -Wert in Promille (‰) angegeben. $\delta^2\text{H}$ - und $\delta^{18}\text{O}$ -Werte beziehen sich auf den internationalen Standard V-SMOW (Vienna-Standard-Mean-Ocean-Water). Prinzipiell ist bei Niederschlägen eine lineare Korrelation zwischen dem ^2H und dem ^{18}O -Gehalt zu verzeichnen. Spielen Verdunstungsprozesse bei der Grundwasserneubildung eine Rolle (z. B. Infiltration von Seewasser) oder ist ein Sauerstoffisotopenaustausch mit dem Gestein zu verzeichnen (z. B. bei hochtemperierten Thermalwässern), so drückt sich dies in einer charakteristischen, abweichenden Lage des Messwertpaares von der mittleren Niederschlagsgeraden aus (www.hydroisotop.de 080415)

Einzugsgebiet: die in der Horizontalprojektion gemessene Fläche eines Gebiets, das von *Wasserscheiden* begrenzt wird.

orographisches E.: wird von oberirdischen *Wasserscheiden* begrenzt

hydrographisches E.: Ihm entstammt dem der Abfluss an einer bestimmten Stelle eines Gewässers (z. B. *Quellen* oder Brunnen) aufgrund natürlicher Verhältnisse tatsächlich. Die *Einzugsgebiete* von Quellen sind hydrographische Einzugsgebiete (ÖNORM B 2400). In der Hydrogeologie werden diese auch als „unterirdische“ oder „hydrogeologische Einzugsgebiete“ bezeichnet.

Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW): Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) oder Freone, insbesondere F-12 (CCl_2F_2) und F-11 (CCl_3F), sind anthropogene Spurengase, die sich in der Umwelt nahezu konservativ verhalten. Analog zur SF_6 -Methode ermöglicht der Anstieg des atmosphärischen Gehaltes an FCKWs von ca. 1950 bis in die 1990er Jahre die Datierung jüngerer Wässer (z. B. Busenberg und Plummer,

1992). Da jedoch der Anstieg der FCKWs infolge des Produktionsstopps (Montreal-Abkommen) in den letzten ca. 10 Jahren nur noch sehr gering oder gar negativ war, ist diese Methode für rezente Wässer, wie sie z. B. in der näheren Umgebung von Oberflächengewässern erwartet werden können, wenig geeignet. Für Wässer mit Altern zwischen ca. 10 und 40 Jahren bieten die FCKWs jedoch nach wie vor eine gute, relativ einfache und günstige Datierungsmethode. Allerdings können lokale Kontaminationen oder der Abbau von FCKWs unter anoxischen Bedingungen die Interpretation erschweren. Dafür sind Luftüberschuss-Korrekturen von untergeordneter Bedeutung (<http://www.iup.uni-heidelberg.de/institut/forschung/groups/aquasys/gp/methods/Datierung.htm> 080430).

Flurabstand, Grundwasserflurabstand: ist der Höhenunterschied zwischen Grundwasser Oberfläche des 1. Grundwasserstockwerkes und der Geländeoberfläche (ÖNORM B2400, 2003).

gesättigte Zone: Boden- oder Gesteinsbereiche, in denen die Hohlräume vollständig mit Wasser ausgefüllt sind (ÖNORM B 2400 und B 2400/A1).

Grundwasser: Wasser innerhalb der gesättigten Zone. Neben Grundwasser kann sich auch Wasser des geschlossenen Kapillarsaums in der gesättigten Zone befinden (ÖNORM B 2400) oder auch alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht (Richtlinie 2000/60/EG).

„**Grundwasseralter**“: siehe Mittlere Verweilzeit (MVZ).

Grundwassergebiet ist ein hydrogeologisch oder geographisch abgrenzbares Gebiet mit einem Grundwasservorkommen (Wassergüte-Erhebungsverordnung {WGEV} BGBl. 1991 Ver. 338).

Grundwasserkörper: ein separates Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter (Richtlinie 2000/60/EG).

Grundwasserleiter (Aquifer): ein gut durchlässiger Boden- oder Gesteinskörper, in dessen Hohlräumen *Grundwasser* fließen oder stehen kann (ÖNORM B 2400), oder eine unter der Oberfläche liegende Schicht oder Schichten von Felsen oder anderen geologischen Formationen mit hinreichender Porosität und Permeabilität, sodass entweder ein nennenswerter Grundwasserstrom oder die Entnahme erheblicher Grundwassermengen möglich ist (Richtlinie 2000/60/EG).

Grundwasser-Modelle veranschaulichen vereinfacht, als konzeptionell angelegte Modelle, Grundwasserströmungen, bzw. die Dynamik von „Wasserpaketen“. Man versteht darunter eine homogene Wassermasse im Bezug auf einen gewissen Parameter, wie z. B. Alter, Salinität oder Temperatur. Die „Transit-Time-Distribution“ (TTD) spielt in diesem Zusammenhang eine sehr wichtige Rolle. Sie gibt an wie die Altersverteilung der Wasserprobe aussieht. Dies wird nun an den wichtigsten Beispielen näher erläutert (KREUZER 2007).

Piston-Flow-Modell (PFM): Das Piston-Flow-Modell beschreibt einen Grundwasserfluss, welcher innerhalb eines Aquifers vergleichbar mit einer Röhre ist. Wasser infiltriert an einer Stelle in den Aquifer und kommt nach einer gewissen Zeit, die abhängt von der Fließgeschwindigkeit und der zurückgelegten Wegstrecke, an dem Brunnen an, an dem es beprobt wird. Dazwischen hat sich das Wasser nicht verändert, insbesondere gab es keine Mischung mit Wässern anderer Alter. Die Transit-Time Distribution ist in diesem Fall ein Delta-Peak (KREUZER 2007).



Dispersions-Modell (DM): Das Dispersionsmodell beschreibt ebenfalls annähernd den Fluss durch eine Röhre, mit dem Unterschied, dass es durch Dispersion Mischung zwischen benachbarten Wasserpaketen gibt. Wie weit diese Mischung reicht und wie stark sie die einzelnen Parameter verändert, hängt von der Fließgeschwindigkeit, der zurückgelegten Wegstrecke und zusätzlich von der Dispersion ab. Die TTD ist in diesem Fall eine Art Glockenkurve, deren Breite die Stärke der Dispersion wiedergibt (KREUZER 2007).

Exponential-Model (EM): Bei diesem Modell handelt es sich um die Beschreibung eines vollständig gemischten Systems, anschaulich am besten mit einem See zu vergleichen. Ein zufließendes Wasserpaket verdrängt ein bereits vollständig gemischtes Wasserpaket und wird selbst innerhalb kurzer Zeit vollständig mit dem verbleibenden Rest gemischt, ein aus diesem System austretendes Wasserpaket enthält somit Wasseranteile jeglicher Alter. Die TTD ist in diesem Fall durch eine abfallende Exponentialfunktion repräsentiert (KREUZER 2007).

Grundwasserstockwerk Grundwasserleiter, der durch vergleichsweise gering durchlässige Boden- oder Gesteinsschichten von darüber- und/oder darunterliegenden Grundwasserleitern getrennt ist (ÖNORM B 2400).

Grundwasserüberdeckung: der Boden- oder Gesteinskörper oberhalb der Grundwasser Oberfläche (ÖNORM B 2400), *siehe Deckschicht*

GZÜV: Staatliches Qualitätsmesssystem österreichischen Gewässer auf Basis der **GewässerZustandsÜberwachungsVerordnung** BGBl Nr. 479/2006.

Infiltration, Versickerung: das Eindringen von Wasser in den Untergrund durch die Grundwasserüberdeckung oder direkt in den Grundwasserkörper (z. B. Schluckbrunnen) (ÖNORM B 2400).

Isotope: Atomkerne mit gleicher Protonenzahl (Kernladungszahl, Ordnungszahl), aber unterschiedlicher Neutronenzahl und damit unterschiedlicher Massenzahl.

Mittlere Verweil-Zeit (MVZ) (=„Grundwasseralter“): Mittlere Aufenthaltsdauer des Wassers im Untergrund (in Jahren) vom Zeitpunkt der Infiltration bis zum Abfluss in einer Quelle oder der Förderung in einem Brunnen. Die MVZ nimmt an, dass eine Wasserprobe eine gute Mischung darstellt, die mathematisch mittels eines Integrals dargestellt werden kann („lumped parameter model“) und als „Anpassungsparameter“ in diesem Modell das „gewichtete Mittel“ von Teilverweilzeiten beschreibt.

Niederschlag: Sammelbezeichnung für flüssige oder feste Kondensationsprodukte aus der Atmosphäre, welche auf die Erdoberfläche gelangen, z. B. Regen, Schnee, Hagel, Graupel, Tau, Reif, Raureif, nässender Nebel (ÖNORM B 2400).

Porengrundwasser: Grundwasser in Lockermassen oder Festgesteinen, deren durchflusswirksame Hohlräume überwiegend aus Poren gebildet werden (ÖNORM B 2400).

Quelle: räumlich eng begrenzte, natürliche Austrittsstelle von Grundwasser (ÖNORM B 2400).

Radionuklide: radioaktive Elemente, die sich durch radioaktiven Zerfall (Radioaktivität), vor allem unter Aussendung von α -, β - oder γ -Strahlung, in andere Elemente umwandeln. Radionuklide eines chemischen Elements mit unterschiedlichen Massenzahlen heißen Radioisotope.

Schwefelhexafluorid (SF₆): Das Gas Schwefelhexafluorid (SF₆) ist in den letzten 30 Jahren zu einem bedeutenden Umwelttracer geworden. Das Gas ist ungiftig, nicht brennbar, farblos, chemisch inert und besitzt ein Molgewicht von 146 g/mol. Nur Temperaturen

über 500 sowie extrem harte UV-Strahlung sind in der Lage das Molekül zu spalten. Es ist in der heutigen Atmosphärenkonzentration ein weitgehend anthropogenes Gas und wurde erstmals in den 50er Jahren produziert. Hauptverwendungen des Gases waren und sind die Isolierung von elektrischen Hochspannungsschaltern, als Schutzgas bei Metallschmelzen und als Füllgas für Schallschutzscheiben und Autoreifen. Seit dem Beginn der industriellen Verwendung ist die SF_6 -Konzentration in der Atmosphäre vom geschätzten vorindustriellen Wert von 0.054 (± 0.009) ppt auf einen Wert von etwa 6 pptv im Jahre 2005 angestiegen (KREUZER 2007).

Tiefengrundwasser: Grundwasser in den tieferen Schichten der Erdrinde, das eine weit-räumige Überlagerung durch Deckschichten, eine lange Aufenthaltsdauer und meist besondere physikalisch-chemische Eigenschaften aufweist (ÖNORM B 2400).

Tracer (Markierungsstoff): eine Verbindung, die in ein Strömungssystem eingeleitet wird, um das Verhalten bestimmter Komponenten (z. B. Wasser, Sedimentpartikel etc.) dieses Systems zu verfolgen. Es ist notwendig, dass sich der Tracer, der beobachtet werden kann, ebenso verhält wie die zu verfolgende Komponente, deren Verhalten nicht leicht beobachtet werden kann (ÖNORM EN ISO 772). Die bekanntesten Umwelttracer sind die stabilen Isotope des Wassers, Sauerstoff-18 (^{18}O) und Deuterium (^2H), sowie das häufig zur Datierung benutzte Tritium (^3H) und Radiokohlenstoff (^{14}C). Des Weiteren werden auch häufig Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, CFC-11, CFC-12, CFC-113) und Schwefelhexafluorid (SF_6) als anthropogener Tracer verwendet.

Transportgeschwindigkeit: siehe Abstandsgeschwindigkeit

Trinkwasser: Wasser, das geeignet ist, ohne Gefährdung der menschlichen Gesundheit getrunken oder verwendet zu werden. Das ist gegeben, wenn es Mikroorganismen, Parasiten und Stoffe jedweder Art nicht in einer Anzahl oder Konzentration enthält, die eine potenzielle Gefährdung der menschlichen Gesundheit darstellen und den in Anhang I Teil A und B festgelegten Mindestanforderungen sowie den in Anhang I Teil C (TWV, BGBl. II Nr. 304/2001) definierten Anforderungen entspricht.

Tritium (^3H): ist das radioaktive Isotop des Wasserstoffs. Es entsteht in geringer Menge in der Atmosphäre durch die Wechselwirkung von Neutronen aus kosmischer Strahlung mit dem normalen schweren Wasserstoffisotop Deuterium ^2H . Bedeutung als Umwelttracer erlangte das Tritium durch den Eintrag während der oberirdischen thermoklearen Wasserstoffbombentests in den 50er und 60er Jahren des letzten Jahrhunderts. Die Konzentration von Tritium wird gewöhnlicherweise in der Einheit Tritium Units (TU) angegeben, wobei ein TU einem Tritiumatom in 10^{18} gewöhnlichen Wasserstoffatomen entspricht. Die aus 1 TU resultierende Radioaktivität ist gleich 0,118 Bq/l. Das Tritium zerfällt über einen β^- -Zerfall zu ^3He mit einer Halbwertszeit von 12,32 Jahren (LUCAS & UNTERWEGER, 2000).

ungesättigte Zone: Boden- oder Gesteinsbereiche, in denen die Hohlräume nicht vollständig mit Wasser gefüllt sind (ÖNORM B 2400 und B 2400/A1).

Verweildauer in der gesättigten Zone: Zeitspanne vom Eintritt eines Wassers in den Grundwasserleiter (Aquifer) und seinem Austritt aus diesem (MÜLLER 2000).

Verwundbarkeit eines Grundwassersystems, *siehe Vulnerabilität*

Vulnerabilität: Empfindlichkeit (Verwundbarkeit) eines Grundwassersystems gegenüber Verunreinigungen



intrinsische V. des Grundwassers: berücksichtigt die geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften eines Gebiets, ist jedoch unabhängig von der Art und des Umstands der Verunreinigung

spezifische V.: berücksichtigt zusätzlich zur *intrinsischen Vulnerabilität eines Gebiets* die Eigenschaften eines bestimmten Schadstoffs oder einer Gruppe von Schadstoffen (ZWAHLEN, 2004).

Wassergefährdende Stoffe: Stoffe, die geeignet sind, die Trinkwasserqualität in genutzten und ungenutzten Wasservorkommen zu beeinträchtigen (ÖVGW-Richtlinie W 72).

Wasserscheide: Grenze zwischen *Einzugsgebieten*, von der aus Wasser verschiedenen Orten zufließt, wobei zwischen ober- und unterirdischen Wasserscheiden zu unterscheiden ist (ÖNORM B 2400).

Zwischenabfluss: erreicht nach einer Fließstrecke in geringer Tiefe unter der Geländeoberfläche (das kurzzeitig in das Erdreich oder Sedimente infiltrierte Wasser) den Vorfluter. Der **Z.** ist gegenüber dem Oberflächenabfluss nur geringfügig zeitlich verzögert. Oberflächenabfluss und Zwischenabfluss bilden zusammen den Direktabfluss.

9 ANHANG – DATEN

9.1 FELDSTANDARDANLEITUNG (Probenahme und Transport von Grundwasser für Isotopenmessungen (Sauerstoff-18 ($\delta^{18}\text{O}$), Deuterium ($\delta^2\text{H}$) und Tritium (^3H))

Prinzip

Eine repräsentative Grundwasserprobe gemäß GZÜV-Standardanleitungen wird durch Pumpen gewonnen, in einer 1 Liter Polyethylen(PE)-Flasche abgefüllt und gut verschlossen ins Labor transportiert.

! WICHTIG IST ES JEDE VERDUNSTUNG ZU VERMEIDEN, UM NICHT DEN ISOTOPENGEGHALT ZU VERÄNDERN!

Das geschieht insbesondere durch

- unmittelbares Abfüllen des gepumpten Wasser. Im Flaschenhals wird eine große Luftblase belassen, um ein späteres Überlaufen zu verhindern.
- Vermeidung der Aufbewahrung unter starker Sonnenbestrahlung oder in überhitzten Fahrzeugen und Räumen.
- den steten guten Verschluss des Sammelgefäßes und dessen Aufbewahrung in einem dunklen (kein Algenwachstum) und kühlen Raum.

Vorgang

Die mit GZÜV-Nummer, Datum und Uhrzeit beschriftete 1 Liter PE-Flasche wird im Anschluss an die anderen GZÜV-Proben voll gefüllt (große Luftblase) und unmittelbar gut verschlossen.

Probenversand

Es wird ersucht die abgefüllten Kunststoffflaschen mit einer Probenliste mit Probennummer, Datum, Uhrzeit, Wassertemperatur, pH-Wert, Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt (elektronische Übermittlung) beim Portier im

UMWELTBUNDESAMT
Spittelauer Lände 5
1090 Wien

abzugeben.

Bei Fragen, die auch aus der beiliegenden dreiseitigen Anleitung nicht zu entnehmen sind, wenden Sie sich bitte an:

Dr. Martin Kralik, 01-31304-3530, martin.kralik@umweltbundesamt.at

Fr. Gabriela Krystian, 01-31304-5294, gabriela.krystian@umweltbundesamt.at

9.2 Marchfeld: Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG30800022	EM71	Aderklaa	160,04	06.09.2005	125	5,9	21,3	0,85	11,0	921	7,40	8,7	1,9	72,3	141,0	59,8	0,079	
PG30800022	EM71	Aderklaa	160,04	22.11.2005	125	5,9	21,3	0,85	10,8	909	7,40	8,1	0,9	74,2	150,0	57,9	0,078	
PG30800022	EM71	Aderklaa	160,04	07.03.2006	125	5,7	21,3	0,85	11,2	909	7,40	7,6	1,1	69,3	149,0	60,0	0,079	
PG30800022	EM71	Aderklaa	160,04	29.05.2006	125	5,5	21,3	0,85	10,6	935	7,40	9,0	1,1	67,8	142,0	61,5	0,075	
PG30800022	EM71	Aderklaa	160,04	04.09.2006	125	5,55	21,3	0,85	11	945	7,40	8,3	1,1	71,0	152,0	60,1	0,093	
PG30800032		Dt.Wagram		06.09.2005		2,0			11,1	1031	7,30	3,8	1,8	87,1	112,0	78,7	0,194	
PG30800032		Dt.Wagram		28.11.2005		2,0			11,0	1007	7,20	3,5	1,1	84,4	112,0	39,3	0,194	
PG30800032		Dt.Wagram		07.03.2006		1,7			11,2	996	7,20	3,3	1,3	85,4	106,0	70,0	0,181	
PG30800032		Dt.Wagram		29.05.2006		1,4			10,6	1025	7,30	4,4	1,1	78,8	120,0	96,9	0,175	
PG30800032		Dt.Wagram		05.09.2006		1,37			10,9	1026	7,30	2,6		85,4	103	73,3	0,203	
PG30800052		Dt. Wagram, Parbasdorf	157,81	06.09.2005	125	5,8	16,5	0,72	11,0	1106	7,20	4,6	1,9	83,4	166,0	87,8	0,119	
PG30800052		Dt. Wagram, Parbasdorf	157,81	22.11.2005	125	5,8	16,5	0,72	11,0	1082	7,20	4,2	1,4	88,0	151,0	87,5	0,118	
PG30800052		Dt. Wagram, Parbasdorf	157,81	07.03.2006	125	5,6	16,5	0,72	11,8	1061	7,10	3,9	1,4	82,5	149,0	79,9	0,112	
PG30800052		Dt. Wagram, Parbasdorf	157,81	29.05.2006	125	5,4	16,5	0,72	11,2	1082	7,30	5,0	1,4	77,3	162,0	77,5	0,103	
PG30800192		Markgrafneusiedel		06.09.2005	B		9,0	0,80	13,6	1132	7,20	4,9	1,9	75,6	276,0	73,4	0,107	
PG30800192		Markgrafneusiedel		22.11.2005	B		9,0	8,00	10,6	1151	7,20	7,5	2,1	73,0	284,0	68,3	0,153	
PG30800192		Markgrafneusiedel		07.03.2006	B		9,0	8,00	9,6	1073	7,10	5,0	2,0	71,1	259,0	62,4	0,156	
PG30800192		Markgrafneusiedel		29.05.2006	B		9,0	8,00	10,4	1058	7,30	5,7	2,0	62,1	204,0	54,8	0,145	
PG30800192		Markgrafneusiedel		05.09.2006	B		9,0	8,00	13,4	1165	7,20	4,6	1,7	79,3	270	71	0,122	
PG30800252		Glinzendorf	151,82	06.09.2005	S	5,6	14,6	0,52	11,4	686	7,40	6,7	1,2	33,0	95,6	39,0	0,092	
PG30800252		Glinzendorf	151,82	23.11.2005	S	5,6	14,6	0,52	11,4	665	7,30	6,5	0,6	31,2	89,9	37,0	0,091	
PG30800252		Glinzendorf	151,82	06.03.2006	S	5,4	14,6	0,52	11,0	692	7,30	6,1	0,9	28,5	79,7	37,9	0,085	
PG30800252		Glinzendorf	151,82	01.06.2006	S	5,1	14,6	0,52	10,1	737	7,20	7,9	0,8	31,9	89,1	39,0	0,081	
PG30800252	6 m	Glinzendorf	151,82	11.04.2007	S	5,2	14,6	0,52	10,22	788	7,43	7,4						
PG30800252	7 m	Glinzendorf	151,82	11.04.2007	S	5,2	14,6	0,52	10,13	792	7,51	7,5						
PG30800252	8,5 m	Glinzendorf	151,82	11.04.2007	S	5,2	14,6	0,52	10,28	789	7,38	7,4						
PG30800252	10 m	Glinzendorf	151,82	11.04.2007	S	5,2	14,6	0,52	10,36	791	7,38	7,4						
PG30800252	12 m	Glinzendorf	151,82	11.04.2007	S	5,2	14,6	0,52	10,51	792	7,33	7,3						
PG30800302		Franzensdorf	152,75?	07.09.2005	S	5,8	8,5	1,00	11,6	1185	7,20	7,2	0,7	79,1	239,0	90,9	0,161	
PG30800302		Franzensdorf	152,75?	22.11.2005	S	5,7	8,5	1,00	11,8	1138	7,20	7,3	1,1	78,5	255,0	85,3	0,180	
PG30800302		Franzensdorf	152,75?	06.03.2006	S	5,6	8,5	1,00	11,4	1259	7,10	6,2	1,0	68,3	261,0	113,0	0,160	
PG30800302		Franzensdorf	152,75?	01.06.2006	S	5,3	8,5	1,00	10,4	1105	7,20	7,4	0,5	79,7	226,0	79,7	0,162	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) und eigene Messungen

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)				(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
30800022	Aderklaa	-9,70	1	-69,9	1	9,6	16	0,5	16								7,7	45951	141508	
30800022	Aderklaa	-9,32	1	-70,3	1	8,9	16	0,4	16								4,3	45909	141509	
30800022	Aderklaa	-9,65	16			8,5	16	0,4	16											142555
30800022	Aderklaa	-9,61	16			8,9	16	0,4	16	-9,57	0,17	-1,76	-70,1	8,96	0,44	4,9				142556
30800022	Aderklaa	-9,55	16																	147208
30800032	Dt. Wagram	-10,03	1	-73,0	1	10,1	16	0,5	16								7,3	45964	141535	
30800032	Dt. Wagram	-9,34	1	-65,2	1	10,0	16	0,5	16								9,6	45926	141536	
30800032	Dt. Wagram	-9,97	16			10,4	16	0,5	16											142557
30800032	Dt. Wagram	-10,01	16			10,4	16	0,5	16	-9,84	0,33	-3,36	-69,1	10,23	0,20	2,0				142558
30800032	Dt. Wagram	-9,96	16																	147209
30800052	Dt. Wagram, Parbasdorf	-9,93	1	-70,9	1	13,3	16	0,6	16								8,5	45959	141537	
30800052	Dt. Wagram, Parbasdorf	-9,94	1	-70,2	1	12,9	16	0,6	16								9,3	45939	141538	
30800052	Dt. Wagram, Parbasdorf	-9,92	16			12,7	16	0,6	16											142559
30800052	Dt. Wagram, Parbasdorf	-9,88	16			12,8	16	0,6	16	-9,92	0,03	-0,26	-70,6	12,92	0,26	2,0				142560
30800192	Markgrafneusiedel	-9,76	1	-70,0	1	14,4	16	0,7	16								8,1	45986	141539	
30800192	Markgrafneusiedel	-9,57	1	-72,1	1	13,3	16	0,6	16								4,4	45924	141540	
30800192	Markgrafneusiedel	-10,02	16			11,9	16	0,5	16											142561
30800192	Markgrafneusiedel	-10,14	16			11,8	16	0,5	16	-9,87	0,26	-2,61	-71,1	12,87	1,26	9,8				142562
30800192	Markgrafneusiedel	-9,62	16																	147210
30800252	Glinzendorf	-10,64	1	-76,8	1	11,6	16	0,6	16								8,3	45949	141541	
30800252	Glinzendorf	-10,64	1	-76,1	1	11,9	16	0,6	16								9,0	45915	141542	
30800252	Glinzendorf	-10,66	16			11,9	16	0,5	16											142563
30800252	Glinzendorf	-10,64	16			11,6	16	0,5	16	-10,64	0,01	-0,10	-76,5	11,75	0,18	1,5				142564
30800252 6 m	Glinzendorf																	50857		
30800252 7 m	Glinzendorf																	50858		
30800252 8.5 m	Glinzendorf																	50859		
30800252 12 m	Glinzendorf																	50860		
30800252 10 m	Glinzendorf																	50861		
30800302	Franzensdorf	-9,24	1	-68,1	1	12,1	16	0,6	16								5,9	45947	141543	
30800302	Franzensdorf	-9,13	1	-68,1	1	12,6	16	0,6	16								4,9	45945	141544	
30800302	Franzensdorf	-9,35	16			11,9	16	0,5	16											142565
30800302	Franzensdorf	-9,29	16			11,7	16	0,5	16	-9,25	0,10	-1,03	-68,1	12,07	0,36	3,0				142566

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG30800342		Probsdorf	150,44	07.09.2005	S	3,5	3,8		11,4	980	7,20	1,1	0,5	0,4	211,0	63,4	0,028	Seib 8.5. gelief.
PG30800342		Probsdorf	150,44	22.11.2005	S	3,4	3,8		11,6	953	7,20	0,8	0,5	0,4	226,0	59,5	0,027	
PG30800342		Probsdorf	150,44	06.03.2006	S	3,3	3,8		10,8	955	7,20	0,5	0,6	0,4	193,0	55,1	0,026	
PG30800342		Probsdorf	150,44	01.06.2006	S	2,9	3,8		10,0	976	7,20	1,6	0,3	0,4	202,0	58,8	0,029	
PG30800342		Probsdorf	150,44	06.09.2006	S	3,14	3,8		11,1	956	7,20	0,3	0,8	0,4	231	60,4	0,037	
PG30800422		Weikendorf		16.09.2005	B	7,0	12,0		11,3	617	7,70	3,7	1,3	36,5	48,9	19,4	0,025	
PG30800422		Weikendorf		28.11.2005	B	6,8	12,0		10,6	606	8,00	6,9	0,9	34,0	50,2	16,7	0,022	
PG30800422		Weikendorf		07.03.2006	B		12,0		4,7	631	7,40	9,2	1,0	40,6	60,5	23,0	0,021	
PG30800422		Weikendorf		01.06.2006	B		12,0		12,5	636	7,40	7,8	0,7	41,9	53,1	21,8	0,024	
PG30800462		Weikendorf		06.09.2005	S	6,1	6,5		10,6	845	7,50	9,6	1,2	132,0	107,0	42,0	0,024	
PG30800462		Weikendorf		28.11.2005	S	6,1	6,5		10,9	834	7,50	8,9	1,2	119,0	98,7	42,2	0,021	
PG30800462		Weikendorf		02.03.2006	S	6,0	6,5		10,5	825	7,50	9,1	1,2	118,0	94,3	40,1	0,020	
PG30800462		Weikendorf		29.05.2006	S	5,7	6,5		9,5	831	7,50	9,8	1,0	111,0	101,0	42,2	0,023	
PG30800512		Lassee	155	06.09.2005	S	11,0	21,7		11,2	830	7,40	9,7	0,9	123,0	123,0	41,0	0,018	
PG30800512		Lassee	155	23.11.2005	S	11,0	21,7		11,2	814	7,30	9,2	0,6	120,0	119,0	39,7	0,015	
PG30800512		Lassee	155	02.03.2006	S	10,8	21,7		11,8	720	7,20	9,7	0,8	115,0	106,0	41,2	0,015	
PG30800512		Lassee	155	29.05.2006	S	10,6	21,7		10,7	811	7,40	9,7	0,7	127,0	101,0	38,6	0,018	
PG30800512		Lassee	155	05.09.2006	S	10,7	21,7		10,8	806	7,40	9,8	0,9	110,0	108	38,9	0,024	
PG30800552		Haringsee		07.09.2005	S	2,1	5,3		10,9	987	7,30	8,0	0,8	76,1	178,0	83,8	0,041	
PG30800552		Haringsee		23.11.2005	S	2,1	5,3		10,5	996	7,20	5,7	1,3	73,2	170,0	76,8	0,044	
PG30800552		Haringsee		02.03.2006	S	1,7	5,3		10,9	986	7,30	6,7	0,9	76,3	164,0	83,1	0,039	
PG30800552		Haringsee		29.05.2006	S	1,5	5,3		10,6	996	7,40	7,8	0,8	87,4	160,0	81,9	0,037	
PG30800572		Eckartsau		07.09.2005	SB		10,3		13,1	1369	7,10	6,5	0,9	56,0	171,0	177,0	0,110	
PG30800572		Eckartsau		29.11.2005	SB		10,3		13,2	1189	7,10	6,9	1,5	62,1	188,0	121,0	0,104	
PG30800572		Eckartsau		13.03.2006	SB		10,3		11,9	1022	7,00	5,7	0,9	59,4	188,0	104,0	0,084	
PG30800572		Eckartsau		06.06.2006	SB		10,3		11,4	1235	7,20	7,2	1,0	59,2	186,0	131,0	0,076	
PG30800632		Weiden a. March	145,75	12.09.2005	S	3,0	3,5		13,6	559	7,50	0,1	1,1	0,4	114,0	14,7	0,027	
PG30800632		Weiden a. March	145,75	28.11.2005	S	2,9	3,5		12,4	549	7,40	0,7	0,7	0,4	109,0	13,7	0,021	
PG30800632		Weiden a. March	145,75	07.03.2006	S	2,8	3,5		10,7	534	7,20	0,5	0,6	0,4	106,0	11,3	0,022	
PG30800632		Weiden a. March	145,75	30.05.2006	S	2,8	3,5		10,4	533	7,40	1,3	0,3	0,4	83,7	8,9	0,026	
PG30800712		Eckartsau		12.09.2005	B	3,6	7,0		12,7	891	7,30	3,9	0,9	17,4	161,0	64,8	0,030	
PG30800712		Eckartsau		29.11.2005	B	3,9	7,0		12,0	880	7,20	4,1	0,8	19,4	164,0	62,8	0,027	
PG30800712		Eckartsau		13.03.2006	B	3,6	7,0		10,0	773	7,00	4,3	0,7	18,8	149,0	54,1	0,026	
PG30800712		Eckartsau		06.06.2006	B	3,0	7,0		11,6	648	7,40	8,6	1,4	16,4	35,9	43,8	0,048	
PG30800712		Eckartsau		06.09.2006	B	3,5	7,0		13	909	7,10	3,6	0,8	19,8	168	63,1	0,044	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) und eigene Messungen



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(‰)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
30800342	Probsdorf	-10,91	1	-81,2	1	6,6	16	0,4	16								6,1	45923	141546	
30800342	Probsdorf	-10,89	16			6,3	16	0,3	16										142567	
30800342	Probsdorf	-10,92	16			6,3	16	0,3	16	-10,92	0,03	-0,25	-80,1	6,28	0,29	4,6			142568	
30800342	Probsdorf	-10,90	16																147211	
30800422	Weikendorf	-10,42	1	-77,1	1	2,5	16	0,2	16								6,2	45980	141548	
30800422	Weikendorf	-10,09	1	-75,9	1	1,7	16	0,2	16								4,8	45938	141547	
30800422	Weikendorf	-10,59	16			2,8	16	0,2	16										142569	
30800422	Weikendorf	-10,66	16			2,7	16	0,2	16	-10,44	0,25	-2,41	-76,5	2,43	0,50	20,6			142570	
30800462	Weikendorf	-9,30	1	-68,7	1	9,9	16	0,5	16								5,7	45956	141549	
30800462	Weikendorf	-9,36	1	-67,3	1	10,2	16	0,5	16								7,6	45907	141550	
30800462	Weikendorf	-9,33	16			9,8	16	0,5	16										142571	
30800462	Weikendorf	-9,25	16			9,6	16	0,5	16	-9,31	0,05	-0,52	-68,0	9,88	0,25	2,5			142572	
30800512	Lassee	-9,76	1	-70,0	1	14,0	16	0,6	16								8,1	45984	141551	
30800512	Lassee	-9,09	1	-67,2	1	14,0	16	0,6	16								5,5	45940	141552	
30800512	Lassee	-9,73	16			13,8	16	0,6	16										142573	
30800512	Lassee	-9,80	16			13,9	16	0,6	16	-9,60	0,34	-3,51	-68,6	13,93	0,10	0,7			142574	
30800512	Lassee	-9,75	16																147212	
30800552	Haringsee	-10,28	1	-75,2	1	10,4	16	0,5	16								7,0	45983	141553	
30800552	Haringsee	-10,21	1	-75,8	1	10,7	16	0,5	16								5,9	45944	141554	
30800552	Haringsee	-10,24	16			10,6	16	0,5	16										142575	
30800552	Haringsee	-10,26	16			10,7	16	0,5	16	-10,25	0,03	-0,28	-75,5	10,60	0,14	1,3			142576	
30800572	Eckartsau	-10,25	1	-75,7	1	8,4	16	0,4	16								6,3	45955	141555	
30800572	Eckartsau	-10,29	1	-75,4	1	8,3	16	0,4	16								6,9	45906	141556	
30800572	Eckartsau	-10,25	16			8,7	16	0,4	16										142577	
30800572	Eckartsau	-10,26	16			8,3	16	0,4	16	-10,26	0,02	-0,17	-75,5	8,43	0,19	2,2			142578	
30800632	Weiden a. March	-10,17	1	-74,9	1	2,3	16	0,2	16								6,5	45979	141558	
30800632	Weiden a. March	-10,19	1	-75,0	1	2,3	16	0,2	16								6,6	45946	141557	
30800632	Weiden a. March	-10,17	16			1,3	16	0,2	16										142579	
30800632	Weiden a. March	-10,30	16			0,6	16	0,1	16	-10,21	0,06	-0,60	-74,9	1,63	0,83	51,1			142580	
30800712	Eckartsau	-10,11	1	-73,5	1	12,2	16	0,5	16								7,4	45977	141560	
30800712	Eckartsau	-10,52	1	-75,8	1	11,7	16	0,5	16								8,4	45921	141559	
30800712	Eckartsau	-10,52	16			11,9	16	0,5	16										142581	
30800712	Eckartsau	-10,12	16			10,2	16	0,5	16	-10,32	0,23	-2,26	-74,6	11,50	0,89	7,7			142582	
30800712	Eckartsau	-10,35	16																147213	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG30800732		Marchegg		12.09.2005	B	5,9	9,3		11,8	854	7,50	9,4	1,6	116,0	137,0	50,0	0,022	
PG30800732		Marchegg		29.11.2005	B	5,8	9,3		11,6	858	7,40	6,4	0,9	114,0	131,0	46,2	0,019	
PG30800732		Marchegg		13.03.2006	B	5,0	9,3		11,0	776	7,40	5,5	1,2	106,0	120,0	47,4	0,022	
PG30800732		Marchegg		30.05.2006	B	4,8	9,3		10,9	893	7,30	7,8	0,9	111,0	118,0	46,8	0,030	
PG30800772		Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW		12.09.2005	S	4,1	6,7		12,9	1006	7,30	5,8	1,2	42,7	197,0	78,9	0,078	
PG30800772		Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW		28.11.2005	S	4,2	6,7		12,2	1019	7,30	6,1	0,9	39,8	206,0	41,5	0,080	
PG30800772		Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW		13.03.2006	S	4,0	6,7		9,5	898	7,10	5,9	1,0	40,6	173,0	72,5	0,075	
PG30800772		Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW		30.05.2006	S	3,9	6,7		9,7	1052	7,30	6,8	0,8	46,9	164,0	71,6	0,074	
PG30800822		Lassee		07.09.2005	150	4,0	18,3	0,10	10,9	948	7,30	5,9	0,6	56,5	159,0	68,5	0,058	
PG30800822		Lassee		23.11.2005	150	3,9	18,3	0,10	10,8	942	7,20	5,8	1,3	56,3	166,0	68,4	0,064	
PG30800822		Lassee		06.03.2006	150	3,6	18,3	0,10	10,7	947	7,30	5,3	1,0	54,7	155,0	63,3	0,062	
PG30800822		Lassee		30.05.2006	150	4,4	18,3	0,10	10,3	962	7,30	6,5	0,7	52,9	154,0	64,8	0,057	
PG30800822	6 m	Lassee		18.04.2007	150	3,5	18,3	0,10	11,2	939	7,42	6,6		57,9	157,7	69,2	0,08	16:20 h; Packer
PG30800822	8 m	Lassee		18.04.2007	150	3,5	18,3	0,10	11,3	938	7,37	6,6		54,3	155,4	67,6	0,08	17:15 h; Packer
PG30800822	12 m	Lassee		18.04.2007	150	3,5	18,3	0,10	11,7	930	7,37	6,1		54,0	155,9	67,5	0,06	17:35 h; Packer
PG30800822	16 m	Lassee		18.04.2007	150	3,5	18,3	0,10	11,6	833	7,35	6,3		42,3	116,0	53,2	0,04	17:50 h; Packer
PG30801102		Lassee E		12.09.2005		3,7	7,8		12,1	1194	7,30	2,5	2,7	64,9	271,0	91,0	0,078	
PG30801102		Lassee E		28.11.2005		3,7	7,8		11,6	1191	7,30	2,3	1,8	59,9	281,0	31,6	0,081	
PG30801102		Lassee E		13.03.2006		3,3	7,8		9,0	1092	7,20	3,0	1,9	60,3	261,0	82,0	0,078	
PG30801102		Lassee E		30.05.2006		3,3	7,8		8,9	1262	7,30	3,4	1,5	54,4	246,0	79,8	0,074	
PG31600012		Großbebersdorf	174,06	05.09.2005	S	3,4	7,1	1,00	13,3	1176	7,10	4,5	2,7	70,7	274,0	48,0	0,045	
PG31600012		Großbebersdorf	174,06	23.11.2005	S	3,5	7,1	1,00	12,3	1161	7,20	7,1	1,7	73,3	239,0	47,3	0,046	
PG31600012		Großbebersdorf	174,06	07.03.2006	S	2,7	7,1	1,00	9,3	1129	7,20	6,4	3,9	46,6	256,0	51,6	0,023	
PG31600012		Großbebersdorf	174,06	29.05.2006	S	2,9	7,1	1,00	9,7	1094	7,30	5,7	2,4	55,4	206,0	39,1	0,034	
PG31600012		Großbebersdorf	174,06	04.09.2006	S	3,03	7,1	1,00	11,7	1125	7,20	3,4	2	54,1	242	37,7	0,048	
PG31600042		Großengersdorf	165,66	06.09.2005	S	10,1	21,4	0,90	11,3	1052	7,30	6,8	2,0	97,2	97,7	83,7	0,239	
PG31600042		Großengersdorf	165,66	23.11.2005	S	10,0	21,4	0,90	10,7	1032	7,20	6,1	1,2	100,0	96,9	82,3	0,229	
PG31600042		Großengersdorf	165,66	07.03.2006	S	9,9	21,4	0,90	11,3	1022	7,20	6,5	1,5	100,0	82,8	77,7	0,220	
PG31600042		Großengersdorf	165,66	29.05.2006	S	9,7	21,4	0,90	10,9	1053	7,30	7,0	1,4	85,7	81,9	70,2	0,210	
PG32400492		Gerasdorf	186,19	05.09.2005	B	14,9	36,0		12,2	963	7,50	10,2	1,5	125,0	143,0	87,7	0,014	
PG32400492		Gerasdorf	186,19	23.11.2005	B	14,9	36,0		11,1	992	7,40	12,4	1,1	121,0	136,0	87,7	0,011	
PG32400492		Gerasdorf	186,19	07.03.2006	B	14,7	36,0		11,8	986	7,50	9,8	1,0	124,0	142,0	85,5	0,014	
PG32400492		Gerasdorf	186,19	30.05.2006	B	14,7	36,0		11,9	1009	7,50	9,9	0,8	115,0	143,0	77,7	0,017	
PG92100072		Wien 21, Floridsdorf	164,81	13.02.2006	S	8,0	11,4	1,00	10,4	1001	7,30	8,8	0,8	42,9	129,0	95,1	0,134	
PG92100072		Wien 21, Floridsdorf	164,81	03.05.2006	S	7,8	11,4	1,00	10,1	945	7,30	8,4	1,0	39,5	109,0	93,3	0,093	
PG92100072		Wien 21, Floridsdorf	164,81	02.08.2006	S	7,7	11,4	1,00	13,7	1012	7,30	8,5	0,8	47,8	122,0	96,6	0,140	
PG92100072		Wien 21, Floridsdorf	164,81	23.10.2006	S	7,6	11,4	1,00	12,9	1073	7,30	8,8	0,6	50,4	126,0	111,0	0,136	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) und eigene Messungen



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
30800732	Marchegg	-9,68	1	-69,0	1	14,5	16	0,6	16								8,5	45972	141562	
30800732	Marchegg	-9,67	1	-70,0	1	14,1	16	0,6	16								7,4	45912	141561	
30800732	Marchegg	-9,64	16			14,1	16	0,6	16											142583
30800732	Marchegg	-9,66	16			13,5	16	0,6	16	-9,66	0,02	-0,18	-69,5	14,05	0,41	2,9				142584
30800772	Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW	-10,06	1	-73,3	1	7,1	16	0,3	16								7,2	45978	141564	
30800772	Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW	-10,12	1	-73,4	1	6,8	16	0,3	16								7,6	45927	141563	
30800772	Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW	-10,13	16			6,9	16	0,3	16											142585
30800772	Engelhartstetten, Niederweiden, DOKW	-10,07	16			7,0	16	0,3	16	-10,09	0,04	-0,36	-73,3	6,95	0,13	1,9				142586
30800822	Lassee	-10,25	1	-75,6	1	6,9	16	0,3	16								6,5	45961	141565	
30800822	Lassee	-10,25	1	-75,0	1	7,1	16	0,3	16								7,0	45930	141566	
30800822	Lassee	-10,23	16			7,3	16	0,3	16											142587
30800822	Lassee	-10,20	16			7,1	16	0,3	16	-10,23	0,02	-0,24	-75,3	7,10	0,16	2,3				142588
30800822 6m	Lassee	-10,28	1	-77,8	1	6,43	1	0,3	1									50880	146949	$\delta^{13}\text{C}=-5,3$; -10,12(16)
30800822 8 m	Lassee	-10,26	1	-78,7	1	6,79	1	0,4	1									50881		
30800822 12 m	Lassee	-10,27	1	-77,5	1	6,95	1	0,4	1									50882		□
30800822 16 m	Lassee	-10,27	1	-76,4	1	6,46	1	0,3	1									50883	146950	$\delta^{13}\text{C}=-3,9$; -10,28(16)
30801102	Lassee E	-9,71	1	-68,4	1	13,7	16	0,6	16								9,2	45971	141567	
30801102	Lassee E	-9,91	1	-71,0	1	13,2	16	0,6	16								8,2	45920	141568	
30801102	Lassee E	-9,86	16			13,2	16	0,6	16											142589
30801102	Lassee E	-9,81	16			13,2	16	0,6	16	-9,82	0,09	-0,88	-69,7	13,33	0,25	1,9				142590
31600012	Großbebersdorf	-10,69	1	-77,5	1	12,0	16	0,5	16								8,1	45953	141569	
31600012	Großbebersdorf	-10,65	1	-77,7	1	12,3	16	0,6	16								7,5	45928	141570	
31600012	Großbebersdorf	-12,21	16			10,5	16	0,5	16											142591
31600012	Großbebersdorf	-11,47	16			10,3	16	0,5	16	-11,26	0,74	-6,57	-77,6	11,28	1,02	9,1				142592
31600012	Großbebersdorf	-11,10	16																	147214
31600042	Großengersdorf	-10,74	1	-77,08	1	5,3	16	0,3	16								8,8	45988	141571	
31600042	Großengersdorf	-10,64	1	-76,92	1	5,3	16	0,3	16								8,2	45942	141572	
31600042	Großengersdorf	-10,63	16			5,5	16	0,3	16											142593
31600042	Großengersdorf	-10,63	16			5,6	16	0,3	16	-10,66	0,05	-0,51	-77,0	5,43	0,15	2,8				142594
32400492	Gerasdorf	-10,79	1	-76,7	1	19,3	16	0,9	16								9,6	45967	141573	
32400492	Gerasdorf	-10,68	1	-80,4	1	19,6	16	0,9	16								5,0	45925	141574	
32400492	Gerasdorf	-10,74	16			18,7	16	0,8	16											142595
32400492	Gerasdorf	-10,75	16			18,7	16	0,8	16	-10,74	0,05	-0,42	-78,5	19,08	0,45	2,4				142596
92100072	Wien 21, Floridsdorf	-10,05	16	-72,3	16	10,3	16	0,5	16								8,1			141575
92100072	Wien 21, Floridsdorf	-10,26	16		16	8,9	16	0,4	16											142606
92100072	Wien 21, Floridsdorf	-10,17	16		16	9,6	16	0,5	16											144732
92100072	Wien 21, Floridsdorf	-10,10	16		16	9,6	16	0,4	16	-10,15	0,09	-0,90	-72,3	9,60	0,57	6,0				144733

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG92200462		Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	13.02.2006	150	5,8	34,0	0,70	11,2	953	7,40	8,7	1,0	84,5	167,0	78,8	0,062	
PG92200462		Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	03.05.2006	150	5,6	34,0	0,70	11,2	990	7,40	8,6	1,5	91,1	160,0	80,5	0,044	
PG92200462		Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	25.07.2006	150	5,8	34,0	0,70	11,1	1025	7,40	8,6	1,1	88,9	185,0	79,2	0,057	
PG92200462		Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	24.10.2006	150	5,7	34,0	0,70	11,4	1015	7,30	9,6	1,3	85,6	171,0	78,5	0,062	
PG92200462	8 m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	17.04.2007	150	5,6	34,0	0,70	11,6	918	7,32	9,2		80,2	160,7	74,5	0,06	11:40 h Packer
PG92200462	12 m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	17.04.2007	150	5,6	34,0	0,70	11,5	1004	7,46	11,1		79,8	162,5	74,8	0,06	12:20 h Packer
PG92200462	16 m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	17.04.2007	150	5,6	34,0	0,70	11,5	1005	7,45	10,0		80,0	168,3	74,8	0,06	13:30 h Packer
PG92200462	20 m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	158,35	17.04.2007	150	5,6	34,0	0,70	11,2	988	7,44	10,3		77,0	157,3	73,2	0,07	13:00 h Packer
PG92200512		Wien 22, Lobau	156,93	13.02.2006	150	5,6	19,1	0,85	11,1	546	7,30	0,6	0,6	0,4	48,5	32,3	0,121	
PG92200512		Wien 22, Lobau	156,93	03.05.2006	150	5,1	19,1	0,85	11,0	564	7,50	0,4	0,9	0,4	42,2	31,9	0,087	
PG92200512		Wien 22, Lobau	156,93	25.07.2006	150	4,8	19,1	0,85	10,6	591	7,30	1,3	0,9	0,4	53,1	34,5	0,114	
PG92200512		Wien 22, Lobau	156,93	17.10.2006	150	5,1	19,1	0,85	11,3	553	7,30	1,1	0,6	0,4	57,2	33,9	0,115	
PG92200512	8 m	Wien 22, Lobau	156,93	17.04.2007	150	5,0	19,1	0,85	11,1	561	7,40	1,7		0,52	39,2	35,5	0,11	15:40 h Packer
PG92200512	12 m	Wien 22, Lobau	156,93	17.04.2007	150	5,0	19,1	0,85	11,4	564	7,38	1,4		0,58	39,8	35,5	0,11	16:05 h Packer
PG92200512	16 m	Wien 22, Lobau	156,93	17.04.2007	150	5,0	19,1	0,85	11,2	565	7,39	8,7?		0,51	37,9	33,1	0,12	16:35 h Packer
PG92200542		Wien 22, Donaustadt	157,65	13.02.2006	S	4,9	9,4	0,97	13,3	883	7,20	5,4	0,8	50,4	110,0	61,4	0,208	
PG92200542		Wien 22, Donaustadt	157,65	03.05.2006	S	4,7	9,4	0,97	11,8	922	7,20	6,0	1,0	52,2	105,0	63,7	0,160	
PG92200542		Wien 22, Donaustadt	157,65	25.07.2006	S	4,8	9,4	0,97	13,1	974	7,20	6,6	0,7	62,1	116,0	68,5	0,225	
PG92200542		Wien 22, Donaustadt	157,65	24.10.2006	S	4,8	9,4	0,97	15,1	927	7,10	6,4	1,0	52,7	106,0	68,7	0,209	
Marchfeld: WGEV-Messstellen nicht vier mal beprobt																		
PG30800092		Gr.-Enzersdorf	156,46	06.09.2005		6,76	7,4		11,1	1176	7,10	7,1	1,7	111,0	211	75,4	0,246	
PG30800092		Gr.-Enzersdorf	156,46	22.11.2005		6,7	7,4		11,4	1144	7,30	7,3	0,9	113,0	211,0	74,1	0,259	
PG30800102		Gr.-Enzersdorf		07.09.2005		5,5	5,5		16,9	682	7,20	2,2	0,5	2,0	107,0	40,2	0,111	
PG30800102		Gr.-Enzersdorf		22.11.2005			5,5		15,5	661	7,30	5,4	0,7	1,5	105,0	39,6	0,105	
PG30800132		Gr.-Enzersdorf		07.09.2005		3,7	2,0		12,4	467	7,40	0,8	1,2	0,5	40,2	14,3	0,027	
PG30800132		Gr.-Enzersdorf		22.11.2005		4,3	2,0		12,6	574	7,20	0,8	1,1	0,4	58,5	17,1	0,025	
PG30800172		Straßhof an der Nordbahn		06.09.2005			31,5		17,9	1088	7,20	8,3	1,5	44,6	196,0	87,9	0,465	
PG30800172		Straßhof an der Nordbahn		29.11.2005			31,5		8,7	1039	7,30	9,6	1,3	44,7	189,0	91,4	0,436	
PG30800222		Obersiebenbrunn		06.09.2005		6,3	6,9		11,1	781	7,30	7,6	1,4	34,6	157,0	52,9	0,031	WVA
PG30800222		Obersiebenbrunn		29.11.2005		6,2	6,9		11,3	688	7,40	7,9	1,0	10,7	136,0	42,2	0,029	
PG30800262		Rutzendorf		06.09.2005		6,9	7,5		11,2	1020	7,40	9,5	0,5	58,6	209,0	88,1	0,141	GB
PG30800262		Rutzendorf		29.11.2005		6,7	7,5		11,2	997	7,30	8,7	0,5	58,0	216,0	81,7	0,144	GB

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) und eigene Messungen

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)				(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
92200462	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,06	16	-73,7	16	12,0	16	0,6	16								6,8		141576	
92200462	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,06	16			10,9	16	0,5	16										142607	
92200462	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-9,96	16			11,7	16	0,5	16										144734	
92200462	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-9,92	16			12,0	16	0,5	16	-10,00	0,07	-0,71	-73,7	11,65	0,52	4,5			144735	
92200462 8m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,13	1	-74,4	1	12,18	1	0,5	1								6,6	50876	146951	$\delta^{13}\text{C} = -1,6; -10,00(16)$
92200462 12m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,11	1	-78,5	1	12,18	1	0,8	1								2,4	50877		
92200462 16m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,14	1	-76,4	1	11,56	1	0,5	1								4,7	50878		□
92200462 20m	Wien 22, Donaustadt, Neuessling	-10,15	1	-76,9	1	12,37	1	0,8	1								4,3	50879	146952	$\delta^{13}\text{C} = -2,1; -10,01(16)$
92200512	Wien 22, Lobau	-8,88	16	-68,1	16	11,5	16	0,5	16								2,9		141577	
92200512	Wien 22, Lobau	-8,82	16			10,6	16	0,5	16										142608	
92200512	Wien 22, Lobau	-8,88	16			11,8	16	0,5	16										144736	
92200512	Wien 22, Lobau	-8,91	16			11,5	16	0,5	16	-8,87	0,04	-0,43	-68,1	11,35	0,52	4,6			144737	
92200512 8m	Wien 22, Lobau	-8,91	1	-69,8	1	11,46	1	0,5	1									50888		
92200512 12m	Wien 22, Lobau	-8,91	1	-70,5	1	10,99	1	0,5	1									50889		
92200512 16m	Wien 22, Lobau	-8,90	1	-68,5	1	11,11	1	0,5	1									50890		
92200542	Wien 22, Donaustadt	-9,27	16	-69,9	16	9,6	16	0,4	16								4,3		142609	
92200542	Wien 22, Donaustadt	-9,29	16			9,6	16	0,4	16										142610	
92200542	Wien 22, Donaustadt	-9,03	16			10,4	16	0,5	16										144738	
92200542	Wien 22, Donaustadt	-9,38	16			10,6	16	0,5	16	-9,24	0,15	-1,62	-69,9	10,05	0,53	5,2			144739	
Marchfeld: WGEV-Messstellen nicht ausgewählt																				
30800092	Gr.-Enzersdorf	-9,11	1	-68,6	1												4,2	45952		
30800092	Gr.-Enzersdorf	-9,09	1	-68,6	1					-9,10	0,01	-0,15	-68,6				4,1	45932		
30800102	Gr.-Enzersdorf	-8,21	1	-64,9	1												0,8	45963		
30800102	Gr.-Enzersdorf	-8,30	1	-64,1	1					-8,25	0,06	-0,73	-64,5				2,3	45937		
30800132	Gr.-Enzersdorf	-10,75	1	-75,4	1												10,6	45962		
30800132	Gr.-Enzersdorf	-10,45	1	-72,7	1					-10,60	0,21	-1,98	-74,0				11,0	45936		
30800172	Straßhof an der Nordbahn	-10,11	1	-74,1	1												6,7	45965		
30800172	Straßhof an der Nordbahn	-10,08	1	-74,2	1					-10,09	0,02	-0,20	-74,2				6,4	45913		
30800222	Obersiebenbrunn	-9,98	1	-72,4	1												7,4	45950		WVA
30800222	Obersiebenbrunn	-10,03	1	-74,3	1					-10,00	0,04	-0,36	-73,4				5,9	45933		
30800262	Rutzendorf	-8,40	1	-64,0	1												3,2	45948		GB
30800262	Rutzendorf	-8,42	1	-62,1	1					-8,41	0,01	-0,15	-63,1				5,2	45941		GB

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG30800292		Leopoldsdorf		06.09.2005		4,7	5,1		11,2	881	7,40	6,9	1,4	36,0	128,0	80,4	0,153	S
PG30800292		Leopoldsdorf		29.11.2005		4,6	5,1		11,7	869	7,30	6,4	1,1	38,1	123,0	82,9	0,160	S
PG30800332		Andlersdorf		07.09.2005		6,3	7,0		13,3	1206	7,10	6,8	0,6	60,1	256,0	98,2	0,080	HB
PG30800332		Andlersdorf		29.11.2005		6,2	7,0		11,6	1178	7,20	7,7	1,1	61,4	291,0	102,0	0,088	HB
PG30800502		Untersiebenbrunn		06.09.2005		3,9	11,5		13,3	778	7,20	4,5	1,1	35,4	118,0	38,7	0,087	GB
PG30800502		Untersiebenbrunn		29.11.2005			11,5		13,8	761	7,20	3,5	1,1	31,3	106,0	34,0	0,092	GB
PG30800592		Eckartsau,		07.09.2005			5,5		10,8	820	7,20	1,4	0,7	0,4	134,0	47,8	0,038	
PG30800592		Eckartsau,		29.11.2005			5,5		10,9	811	7,20	1,3	0,7	0,4	146,0	44,1	0,035	
PG30800642		Oberweiden		12.09.2005		19,1	18,5		12,0	570	7,50	2,9	1,0	8,0	70,4	13,8	0,024	WVA
PG30800642		Oberweiden		28.11.2005		19,1	18,5		10,3	625	7,50	9,0	0,7	17,5	69,7	20,3	0,022	WVA
PG30800652		Lasse		12.09.2005		9,9	11,0		19,8	901	7,10	7,2	1,7	113,0	135,0	47,9	0,021	HB
PG30800652		Lasse		29.11.2005		9,8	11,0		9,7	890	7,20	10,4	1,1	120,0	121,0	41,9	0,016	HB
PG30800672		Lasse		12.09.2005			4,0		13,3	427	7,50	0,1	2,0	2,9	30,8	21,6	0,044	HB
PG30800672		Lasse		28.11.2005			4,0		12,7	431	7,40	1,2	1,3	0,5	37,6	20,4	0,040	HB
PG30800702		Engelhartstetten		12.09.2005		3,3	3,4		13,0	1002	7,20	7,0	0,5	69,8	188,0	78,3	0,044	
PG30800702		Engelhartstetten		29.11.2005		3,2	3,4		12,7	987	7,20	6,6	0,8	74,9	207,0	77,6	0,041	
PG30800722		Engelhartstetten		12.09.2005		3,7	3,2		13,4	766	7,10	1,2	3,8	11,3	125,0	55,7	0,176	
PG30800722		Engelhartstetten		28.11.2005		4,0	3,2		12,5	774	7,00	3,1	3,7	5,3	125,0	56,8	0,182	
PG30800742		Marchegg, Bhf. Raiffeisen-Lagerhaus		12.09.2005		3,2	8,6		12,0	857	7,30	2,5	1,6	78,1	112,0	40,2	0,032	
PG30800742		Marchegg, Bhf. Raiffeisen-Lagerhaus		28.11.2005		3,3	8,6		11,2	844	7,40	5,2	1,1	81,1	111,0	35,0	0,029	
PG30801082		Fuchsenbigl		07.09.2005		4,8			12,5	1010	7,30	7,4	0,7	83,7	177,0	82,7	0,044	
PG30801082		Fuchsenbigl	-68,49	29.11.2005		4,6			10,9	987	7,30	7,6	1,2	84,8	196,0	83,8	0,045	
PG31200322		Hagenbrunn		05.09.2005		4,3	6,9		14,1	772	7,30	4,7	1,8	56,6	56,6	30,3	0,092	
PG31200322		Hagenbrunn		23.11.2005		4,5	6,9		12,4	788	7,30	7,3	0,7	55,0	59,2	29,8	0,102	
PG31600022		Wolkendorf im Weinviertel		05.09.2005		6,1	6,0		11,0	986		0,1	2,0	5,7	159,0	43,3	0,060	
PG31600022		Wolkendorf im Weinviertel		24.11.2005		8,4	6,0		10,9	980		0,8	1,8	6,1	169,0	44,0	0,058	
PG31600032		Pillichsdorf		05.09.2005	125	9,0	15,0	0,30	12,4	925	7,20	9,2	2,2	147,0	99,1	45,3	0,033	
PG31600032		Pillichsdorf		23.11.2005		9,0	15,0		12,1	920	7,20	9,2	1,1	144,0	128,0	48,9	0,029	
PG32400522		Gerasdorf		05.09.2005		7,0	12,5		12,2	1346	6,90	0,5	3,8	33,0	213,0	109,0	0,245	
PG32400522		Gerasdorf		04.10.2005			12,5											
PG32400522		Gerasdorf		23.11.2005		7,1	12,5		12,4	1338	6,90	0,8	3,2	32,4	213,0	103,0	0,243	
PG92100022		Wien 21		14.02.2006		12,1	16,5		11,6	871	7,20	8,9	1	67,1	105	31,1	0,056	
PG92100032		Wien 21		14.02.2006		3,5	8,0		11,9	1203	7,20	8,7	1,1	46,8	230	71	0,239	
PG92100042		Wien 21		13.02.2006		7,3	15,0		11,4	955	7,20	8,0	0,9	56,2	136	57,7	0,159	
PG92100092		Wien 21		13.02.2006			10,5		11,9	770	7,40	5,7	0,5	27,8	110	46,8	0,12	
PG92100242		Wien21		14.02.2006		6,4	8,5		15,6	1031	7,10	4,9	1,2	18,9	126	97,3	0,134	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) FB: Feldbrunnen HB: Hausbrunnen GB: Gewerbebrunnen S: Sonden



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
30800292	Leopoldsdorf	-10,48	1	-76,3	1												7,6	45957		S
30800292	Leopoldsdorf	-10,48	1	-74,0	1					-10,48	0,00	-0,04	-75,1				9,8	45905		S
30800332	Andlersdorf	-9,93	1	-72,1	1												7,3	45975		HB
30800332	Andlersdorf	-9,88	1	-73,7	1					-9,90	0,04	-0,38	-72,9				5,3	45929		HB
30800502	Untersiebenbrunn	-10,38	1	-74,4	1												8,6	45985		GB
30800502	Untersiebenbrunn	-10,40	1	-75,5	1	10,4	16	0,5	16	-10,39	0,02	-0,15	-74,9	10,40			7,7	45917	146800	GB
30800592	Eckartsau	-11,18	1	-79,1	1												10,4	45973		
30800592	Eckartsau	-11,23	1	-79,9	1					-11,20	0,03	-0,31	-79,5				9,9	45934		
30800642	Oberweiden	-10,69	1	-79,1	1												6,4	45974		WVA
30800642	Oberweiden	-10,57	1	-77,8	1	2,0	16	0,1	16	-10,63	0,08	-0,80	-78,4	2,00			6,7	45922	146797	WVA
30800652	Lassee	-9,52	1	-68,6	1												7,5	45969		HB
30800652	Lassee	-9,77	1	-71,3	1					-9,64	0,18	-1,84	-69,9				6,9	45910		HB
30800672	Lassee	-10,98	1	-78,1	1												9,7	45981		HB
30800672	Lassee	-10,79	1	-75,9	1	11,2	16	0,5	16	-10,88	0,13	-1,20	-77,0	11,20			10,5	45904	146801	HB
30800702	Engelhartstetten	-9,93	1	-71,5	1												7,9	45976		
30800702	Engelhartstetten	-10,26	1	-74,6	1					-10,09	0,23	-2,31	-73,1				7,5	45935		
30800722	Engelhartstetten	-10,53	1	-75,8	1												8,4	45982		
30800722	Engelhartstetten	-10,63	1	-77,4	1	23,7	16	1,0	16	-10,58	0,07	-0,65	-76,6	23,70			7,6	45914	146798	
30800742	Marchegg, Bhf. Raiffeisen-Lagerhaus	-9,49	1	-67,2	1												8,7	45970		
30800742	Marchegg, Bhf. Raiffeisen-Lagerhaus	-8,54	1	-66,6	1					-9,02	0,67	-7,46	-66,9				1,7	45903		
30801082	Fuchsenbigl	-9,70	1	-70,1	1												7,5	45968		
30801082	Fuchsenbigl	-9,38	1	-68,5	1					-9,54	0,23	-2,39	-69,3				6,5	45911		
31200322	Hagenbrunn	-9,22	1	-69,5	1												4,3	45989		
31200322	Hagenbrunn	-9,27	1	-68,9	1					-9,24	0,03	-0,36	-69,2				5,3	45918		
31600022	Wolkendorf im Weinviertel	-10,37	1	-74,3	1												8,7	45966		
31600022	Wolkendorf im Weinviertel	-10,15	1	-74,2	1					-10,26	0,16	-1,53	-74,2				7,1	45908		
31600032	Pillichsdorf	-8,86	1	-65,4	1												5,5	45960		
31600032	Pillichsdorf	-8,88	1	-63,3	1	11,2	16	0,5	16	-8,87	0,01	-0,15	-64,3	11,20			7,8	45916	146799	
32400522	Gerasdorf	-10,10	1	-71,2	1												9,6	45987		
32400522	Gerasdorf	-10,09	1	-72,6	1	16,16	1	0,5	1								8,1	23		
32400522	Gerasdorf	-10,05	1	-70,5	1					-10,08	0,03	-0,25	-71,4	16,20			10,0	45919		
92100022	Wien 21	-10,90	16																147199	
92100032	Wien 21	-10,34	16																147201	
92100042	Wien 21	-10,57	16																147200	
92100092	Wien 21	-10,62	16																147202	
92100242	Wien 21	-10,08	16																147203	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG92200162		Wien 22		07.11.2005		6,51	20,6		12	1011		3,1	0,8	39,7	198	71,3	0,224	
PG92200162		Wien 22		13.02.2006		6,5	20,6		11,9	955	7,30	3,6	0,7	39,5	173	69,2	0,226	
PG92200382		Wien 22		13.02.2006		5,5	15,5		10,9	718	7,20	0,5	1,3	0,4	120	37,4	0,071	
PG92200472		Wien 22		13.02.2006		7,2	17,1		13,3	877	7,60	7,5	0,8	41,5	199	84,5	0,203	
PG92200572		Wien 22		13.02.2006		6,6	14,1		11,6	997	7,10	5,0	1	42,7	155	81,5	0,186	
Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal für Isotopenanalysen ausgewählte Messstellen																		
EM4	EM4, 7 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,8	910	7,35	8,6		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 7 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,8	910	7,35	8,6		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 10 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,7	916	7,37	8,3		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 10 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,7	916	7,37	8,3		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 15 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,6	925	7,38	8,5		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 15 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,6	925	7,38	8,5		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 20 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,6	918	7,36	8,2		80,4	128,1	59,6		
EM4	EM4, 20 m	Dt. Wagram	159,09	14.11.2005	S		27,5	1,00	11,6	918	7,36	8,2		80,4	128,1	59,6		
EM4		Dt. Wagram	159,09	13.02.2006	S		27,5	1,00	11,8	930	7,42			77,4	136,5	61,1		
EM10	S	Parbasdorf		16.01.2006			15,5	1,06	11,2	1057	7,30	7,1		51,2	142,3	100,1		
EM58	EM58, 7 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,7	827	7,18	8,2		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 7 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,7	827	7,18	8,2		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 7 m	Dt. Wagram	160,46	10.04.2007	S		29,5	1,31		803	7,75			42,9	88,4	46,7		
EM58	EM58, 10 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	13,0	822	7,25	7,5		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 10 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	13,0	822	7,25	7,5		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 10 m	Dt. Wagram	160,46	10.04.2007	S		29,5	1,31		905	7,19			47,3	98,8	57,8		
EM58	EM58, 15 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,2	904	7,28	8,1		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 15 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,2	904	7,28	8,1		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 15 m	Dt. Wagram	160,46	10.04.2007	S		29,5	1,31		914	7,92			80,5	128,2	57,1		
EM58	EM58, 20 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,1	912	7,32	8,0		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 20 m	Dt. Wagram	160,46	14.11.2005	S		29,5	1,31	12,1	912	7,32	8,0		61,9	118,2	60,5		
EM58	EM58, 20 m	Dt. Wagram	160,46	10.04.2007	S		29,5	1,31		898	7,65			76,6	124,5	58,6		
EM58	EM58	Dt. Wagram	160,46	13.02.2006	S		29,5	1,31	11,7	900	7,30			57,9	113,8	60,9		Etrex159?+4

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) HB: Hausbrunnen GB: Gewerbebrunnen S: Sonden



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
92200162	Wien 22	-8,91	1	-67,5	1												3,7	46017		
92200162	Wien 22	-9,09	16																147204	
92200382	Wien 22	-9,24	16																147205	
92200472	Wien 22	-7,97	16																147206	
92200572	Wien 22	-9,65	16																147207	
Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal für Isotopenanalysen ausgewählte Messstellen																				
EM4	Dt. Wagram	-9,74	1	-70,1	1		8,3	16	0,4	16							7,8	29	141579	IAEA:8,99 ± 0,4
EM4	Dt. Wagram	-9,84	1	-70,1	1												8,6	45990		
EM4	Dt. Wagram	-9,74	1	-70,3	1		8,7	16	0,4	16							7,6	30	141580	IAEA:9,09 ± 0,4
EM4	Dt. Wagram	-9,73	1	-71,7	1												6,1	45991		
EM4	Dt. Wagram	-9,76	1	-67,5	1		8,1	16	0,4	16							10,6	31	141581	IAEA:9,68 ± 0,4
EM4	Dt. Wagram	-9,71	1	-69,9	1												7,7	45992		
EM4	Dt. Wagram	-9,68	1	-69,5	1		8,6	16	0,4	16							8,0	32		IAEA:8,53 ± 0,4
EM4	Dt. Wagram	-9,75	1	-71,3	1												6,7	45993		
EM4	Dt. Wagram	-9,66	16				8,9	16	0,4	16	-9,74	0,05	-0,54	-70,1	8,52	0,32	3,75		141587	
EM10	Parbasdorf						12,1	16	0,6	16				12,10					141578	
EM58, 7 m	Dt. Wagram	-10,20	1	-67,7	1		9,7	16	0,5	16							13,9	37		IAEA:9,99 ± 0,4
EM58, 7 m	Dt. Wagram	-10,05	1	-73,3	1												7,1	45994		
EM58, 7 m	Dt. Wagram	-10,01	16																147216	
EM58, 10 m	Dt. Wagram	-10,19	1	-65,6	1		10,2	16	0,5	16							15,9	38		IAEA:9,71 ± 0,4
EM58, 10 m	Dt. Wagram	-10,22	1	-71,5	1												10,2	45995		
EM58, 10 m	Dt. Wagram	-9,90	16																147217	
EM58, 15 m	Dt. Wagram	-9,68	1	-68,8	1		9,3	16	0,4	16							8,6	39		IAEA:8,75 ± 0,4
EM58, 15 m	Dt. Wagram	-9,76	1	-71,4	1												6,7	45996		
EM58, 15 m	Dt. Wagram	-9,43	16														-9,43			
EM58, 20 m	Dt. Wagram	-9,77	1	-69,6	1		8,5	16	0,4	16							8,5	40		IAEA:8,69 ± 0,4
EM58, 20 m	Dt. Wagram	-9,73	1	-69,8	1												8,0	45997		
EM58, 20 m	Dt. Wagram	-9,51	16																147219	
EM58	Dt. Wagram	-9,82	16				9,1	16	0,4	16	-9,94	0,23	-2,29	-69,7	9,36	0,64	6,82		141588	Etrex159?+4

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
EM62		Aderklaa	158,64	29.06.1995			20,2	0,99				9,0		74,0	154,0	64,0		
EM62		Aderklaa	158,64	08.05.2006			20,2	0,99	11,4	1066	7,40	9,7		61,6	161,9	71,3		
EM7130800022	EM71, 7 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,8	905	7,40	8,9		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 7 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,8	905	7,40	8,9		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 7 m	Aderklaa	160,04	17.04.2007	125	5,5	21,3	0,85	11,2	947	7,42	9,0						8:15 h Packer
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	17.08.1995	125		21,3	0,85				8,7		113,0	166,0	65,0		
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,5	952	7,34	8,5		73,8	129,8	57,3		Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,5	952	7,34	8,5		73,8	129,8	57,3		Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,5	952	7,34	8,5		73,8	129,8	57,3		Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	03.04.2006	125		21,3	0,85	15,4	956	7,40	9,4		77,6	141,2	62,5		
EM7130800022	EM71, 10 m	Aderklaa	160,04	17.04.2007	125	5,5	21,3	0,85	11,9	961	7,46	8,3						9:35 h Packer
EM7130800022	EM71, 15 m	Aderklaa	160,04	03.04.1995	125		21,3	0,85				9,6		77,6	141,2	62,5		
EM7130800022	EM71, 15 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,2	906	7,36	8,9		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 15m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,2	906	7,36	8,9		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 15 m	Aderklaa	160,04	17.04.2007	125	5,5	21,3	0,85	11,5	949	7,42	8,5						9:35 h Packer
EM7130800022	EM71, 20 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,1	892	7,42	8,8		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 20 m	Aderklaa	160,04	14.11.2005	125		21,3	0,85	11,1	892	7,42	8,8		73,8	129,8	57,3		
EM7130800022	EM71, 20 m	Dt.-Wagram	160,04	17.04.2007	125	5,5	21,3	0,85	11,6	936	7,50	9,5						10:40 h Packer
	EM72	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	160,75	18.04.2007	125	5,9	27,4		11,7	967	7,37	8,5						10:50 h Packer
	EM73	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	160,89	18.04.2007	125	6,1	22,7		11,8	966	7,44	8,4						11:40 h Packer
	EM74	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	160,97	18.04.2007	125	6,1	18,7		11,8	970	7,44	8,8						11:20 h Packer
	EM75	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	161,04	18.04.2007	125	6,2	13,7		11,9	738	7,58	8,7						10:20 h Packer
Messstellen d. BM mit Rückstellprobe aus 1995																		
PG30801092	EM16	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	17.07.1995	150		21,3	0,98										Zuckerrüben + Gerste
PG30801092	EM16	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	06.09.2005	150	11,2	21,3	0,98	11,5	1097	7,50	8,8	1,7	34,1	145,0	132,0	0,091	
PG30801092	EM16	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	23.11.2005	150	11,2	21,3	0,98	10,9	1081	7,40	8,3	1,0	34,3	132,0	131,0	0,091	
PG30801092	EM16 Pump	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	12.06.2006	150	10,1	21,3	0,98	11,6	1102	7,44	8,8	1,1	37,5	116,0	125,0		
PG30801092	EM16 Schöpf	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	12.06.2006	150	9,5	21,3	0,98	12,8	1076	7,57	8,3	1,1	37,5	116,0	125,0		
PG30801092	EM16 12 m	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	18.04.2007	150	10,8	21,3	0,98	11,8	1129	7,43	8,1		33,5	118,5	141,3	0,11	13:00 h Packer
PG30801092	EM16 14 m	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	18.04.2007	150	10,8	21,3	0,98	11,7	1033	7,54	9,2		31,7	114,1	135,7	0,11	13:50 h Packer
PG30801092	EM16 16 m	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	18.04.2007	150	10,8	21,3	0,98	11,8	1025	7,58	9,3		30,7	110,5	130,9	0,12	14:30 h Packer
PG30801092	EM16 20 m	Schönkirchen-Reyersdorf	165,0	18.04.2007	150	10,8	21,3	0,98	11,7	1079	7,60	9,6		30,4	110,1	128,3	0,13	15:10 h Packer

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) HB: Hausbrunnen GB: Gewerbebrunnen S: Sonden

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
EM62	Aderklaa	-10,22	16	-74,7	16	27,2	16	1,2	16								7,1		142627	
EM62	Aderklaa	-9,91	16	-72,1	16	10,0	16	0,5	16	-10,07	0,22	-2,18	-73,4	10,00			7,2		142628	
EM7130800022	Aderklaa	-9,61	1	-66,1	1	8,97	1	0,4	1								10,8	33		
EM7130800022	Aderklaa	-9,51	1	-70,0	1												6,1	45998		
EM7130800022	Aderklaa	-9,55	1	-70,2	1	7,96	1	0,4	1								6,2	50891		
EM7130800022	Aderklaa	-9,59	16	-71,6	16	22,90	16	1,0	16										142629	
EM7130800022	Aderklaa	-9,49	1	-67,0	1	8,88	1	0,4	1								9,0	34		Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	Aderklaa	-9,61	1	-68,7	1												8,2	45999		Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	Aderklaa	-9,51	16	-69,5	16	8,20	16	0,4	16										142630	Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM7130800022	Aderklaa	-9,52	16	-69,7	16	8,50	16	0,5	16										142631	
EM7130800022	Aderklaa	-9,51	1	-70,6	1	8,41	1	0,4										50892		
EM7130800022	Aderklaa	-10,03	16	-73,9	16	20,50	16	0,9	16										142632	
EM7130800022	Aderklaa	-9,84	1	-66,7	1	9,45	1	0,4	1								12,0	35		
EM7130800022	Aderklaa	-9,76	1	-70,1	1												8,0	46000		
EM7130800022	Aderklaa	-9,60	1	-71,9	1	8,01	1	0,4	1									50893		
EM7130800022	Aderklaa	-9,91	1	-66,5	1	8,96	1	0,4	1								12,8	36		
EM7130800022	Aderklaa	-9,74	1	-71,0	1					-9,65	0,17	-1,73	-69,6	8,71	0,50	5,74	7,0	46001		
EM7130800022	Dt.-Wagram	-9,64	1	-70,9	1	8,02	1	0,4	1								6,2	50894		
EM72	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	-9,79	1	-71,7	1	9,06	1	0,6	1									50895		
EM73	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	-9,66	1	-70,2	1	8,03	1	0,5	1									50896		
EM74	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	-9,44	1	-69,1	1	7,91	1	0,5	1									50897		
EM75	Dt.-Wagram, Stallinger Feld	-10,29	1	-74,8	1	8,14	1	0,5	1	-9,80	0,36	-3,69	-71,5	8,29	0,53	6,34		50898		
Messstellen d. BM mit Rückstellprobe aus 1995																				
30801092	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,09	16	-73,8	16	21,3	16	1,0	16								6,9		142624	350 m NW ÖMV Lager-Pumpstation
30801092	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,16	1	-75,4	1												5,9	45958		
30801092	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,16	1	-74,7	1					-10,16	0,00	-0,01	-75,1				6,6	45943		
30801092	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,10	16	-74,2	16	10,6	16	0,5	16								6,6		142625	
30801092	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,00	16	-73,6	16	10,3	16	0,5	16	-10,10	0,07	-0,66	-74,3	10,5	0,21	2,03	6,4		142626	
30801092 12m	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,044	1	-73,94	1	9,7	1	0,5	1										50887	
30801092 14m	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,117	1	-74,26	1	10,3	1	0,5	1										50884	
30801092 16m	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,05	1	-75,02	1	9,7	1	0,5	1										50885	
30801092 20m	Schönkirchen-Reyersdorf	-10,056	1	-74,59	1	9,9	1	0,5	1										50886	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr. WGEV Nr. Nr.	Marchfeld Nr.	Probenahmeort, Gemeinde Sample Site	Höhe Altitude (m)	Probenahme- datum Sample Date	Typ (mm)	Abst (m)	Teufe (m)	ROK -GOK (m)	Wass. Temp. (° C)	LF (20°) (µS/cm)	pH	O ₂ (mg/l)	DOC (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	Cl (mg/l)	B (mg/l)	Bemerkungen Comments
	06,7	Mannsdorf Bl.06,7	150,95	01.08.1995	150		7,7	0,90										Asph.-Straße
	06,7 Schöpf	Mannsdorf Bl.06,7	150,95	14.06.2006	150	4,27	7,7	0,90	12,1	863	7,98	7,7						12:15h
	06,7 Pump	Mannsdorf Bl.06,7	150,95	14.06.2006	150	4,27	7,7	0,90	11,7	1090	7,01	3,6						12:37h
	126	Neuhof Br.97,11	154,0	04.07.1995	1000		9,6	0,76						118	108	45		Kräuter + Schotterstr. u.
	126 Schöpf	Neuhof Br.97,11	154,0	12.06.2006	1000	5,5	9,6	0,76	10,1	791	7,54	7,9						Akazienallee u.
	126 Pump	Neuhof Br.97,11	154,0	12.06.2006	1000	5,5	9,6	0,76	9,5	794	7,39	9,2						Gerstenfelder
	55a	Wien 22, Donaustadt, Essling, Maulbeerg. 11		26.06.1995								9,3		108,0	149,0	68,0		
	55a	Wien 22, Donaustadt, Essling, Maulbeerg. 11		02.05.2006					14,3	1037	7,55	11,1		77,0	158,6	66,2		
	90,1	Witzelsdorf Bl.90,1	143,91	18.07.1995	125		8,1	0,87										Sonnenblumen
	90,1 Schöpf	Witzelsdorf Bl.90,1	143,91	12.06.2006	125	2,56	8,1	0,87	13,1	1067	7,33	3,2	1,1	37,5	116,0	125,0		Gerste u.
	90,1 Pump	Witzelsdorf Bl.90,1	143,91	12.06.2006	125	2,56	8,1	0,87	10,7	1076	7,14	4,6	1,1	37,5	116,0	125,0		Mais
	98,21	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	146,72	18.07.1995	150		8,51	0,44										
	98,21 Schöpf	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	146,72	14.06.2006	150	2,57	8,51	0,44	11,6	880	7,25	5,9						10:40h
	98,21 Pump	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	146,72	14.06.2006	150	2,57	8,51	0,44	10,5	909	7,11	5,4						11:10h
13,1 Schöpf	13,1	Gr.-Enzersdorf, Mühlleiten	153?	01.08.1995	1000 FB		7,42	0,32										Mineralwasserflasche
13,1 Schöpf	13,1	Gr.-Enzersdorf, Mühlleiten	153?	14.06.2006	1000 FB	3,78	7,42	0,32	11,6	840	6,86	2,8						14:40h
16b Schöpf	16b	Dt. Wagram, Stallinger Feld NE	159	08.06.1995	1000		9,96	0,3					2,9	171	161	91		Mineralwasserflasche
16b Schöpf	16b	Dt. Wagram, Stallinger Feld NE	159	14.06.2006	1000	5	9,96	0,3	10,8	847	7,33	7,8						Viehh.+Karotten
22A	22A	Dt.Wagram, Sportplatz		05.07.1995								10,3		64,0	104	93		Mineralwasserflasche
22A Pump	22A Pump	Dt.Wagram, Sportplatz		22.11.2005					16,5	905	7,40	12,1		74,6	101,3	75,3		
22A Pump	22A Pump	Dt.Wagram, Sportplatz		22.11.2005					16,5	905	7,40	12,1		74,6	101,3	75,3		
30 Schöpf I-101	30	Gr.Enzersdorf, Rutzendorf, Kindergarten	152	18.07.1995			10,3	0,18						129	233	113		Mineralwasserflasche
30 Schöpf	30	Gr.Enzersdorf, Rutzendorf, Kindergarten	152	13.06.2006		2,57	10,3	0,18	12,2	1051	7,12	8,2						16:30h
112 Hahn? I-100	112	Leopoldsdorf, WVA, Freiheits-siedlung	151	18.07.1995								8,8		103,0	181	99		Mineralwasserflasche
112 Hahn	112	Leopoldsdorf, WVA, Freiheits-siedlung	151	14.06.2006					13,5	1097	7,47	9,0		103	181	99		Getreidefeld, Wald
131 I-099	131	Lassee Bl.94,19	148	18.07.1995			5,59	0,29						26,5	74	149		Mineralwasserflasche
131 (94,19)	131	Lassee Bl.94,19	148	13.06.2006		2,37	5,59	0,29	12,4	743	7,4	8,2						Erbsen, Getreide
139 (I-072)		Lassee, Loimersdorf Br.91,11	144	05.07.1995			6,62	0,27						49	154	55		Rüben u.
139 (I-072)		Lassee, Loimersdorf Br.91,11	144	13.06.2006		2,2	6,62	0,27	12,4	899	7,31	6,7						Sonnenblumen
146 (I-095)		Engelhartstetten Br.86,19	142	18.07.1995			6,53	0,26				5,6		53,0	202	96		N Schloss Niederweiden
146 (86,19) Schöpf		Engelhartstetten Br.86,19	142	14.06.2006		2,39	6,53	0,26	11,2	942	7,43	5,3						13:30h

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) HB: Hausbrunnen GB: Gewerbebrunnen S: Sonden



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(‰)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
06,7	Mannsdorf Bl.06,7	-11,04	16	-80,6	16	25,8	16	0,9	16								7,7		142633	
06,7 Schöpf	Mannsdorf Bl.06,7	-10,69	16	-77,2	16	9,4	16	0,4	16								8,3		142611	
06,7 Pump	Mannsdorf Bl.06,7	-10,62	16	-77,8	16	8,7	16	0,4	16	-10,78	0,23	-2,09	-78,5	9,1	0,49	5,47	7,2		142612	
126	Neuhof Br.97,11	-10,00	16	-73,3	16	24,7	16	1,1	16								6,7		142613	Wurzeln im Schachtbrunnen
126 Schöpf	Neuhof Br.97,11	-9,66	16	-70,7	16	10,5	16	0,5	16								6,6		142614	13:30h
126 Pump	Neuhof Br.97,11	-9,65	16	-70,5	16	10,8	16	0,5	16	-9,66	0,01	-0,07	-71,5	10,7	0,21	1,99	6,7		142615	13:45h
55a	Wien 22, Donaustadt, Essling, Maulbeerg. 11	-9,82	16	-72,2	16	18,2	16	0,9	16								6,4		142616	
55a	Wien 22, Donaustadt, Essling, Maulbeerg. 11	-10,04	16	-74,6	16	7,2	16	0,4	16	-9,93	0,16	-1,57	-73,4	7,20			5,7		142617	
90,1	Witzelsdorf Bl.90,1	-10,53	16	-76,7	16	16,9	16	0,8	16								7,5		142618	
90,1 Schöpf	Witzelsdorf Bl.90,1	-10,45	16	-76,4	16	10,8	16	0,5	16								7,2		142619	17:30h
90,1 Pump	Witzelsdorf Bl.90,1	-10,50	16	-76,1	16	11,5	16	0,5	16	-10,49	0,04	-0,39	-76,4	11,2	0,49	4,44	7,9		142620	17:40h
98,21	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	-10,68	16	-77,5	16	20,9	16	1,0	16								7,9		142621	
98,21 Schöpf	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	-10,30	16	-75,1	16	10,0	16	0,5	16								7,3		142622	
98,21 Pump	Wagram a.d. Donau Bl.98,21	-10,28	16	-74,7	16	10,0	16	0,5	16	-10,42	0,23	-2,16	-75,8	10,0	0,00	0,00	7,5		142623	
13,1 Schöpf	Gr.-Enzersdorf, Mühlleiten	-6,09	16			18,7	16	0,9	16										144740	Mineralwasserflasche
13,1 Schöpf	Gr.-Enzersdorf, Mühlleiten	-10,42	16	-79,2	16	11,0	16	0,5	16	-8,26		-37,09	-79,2	11,00					144746	
16b Schöpf	Dt. Wagram, Stallinger Feld NE	-9,12	16			28,2	16	1,2											144747	Mineralwasserflasche
16b Schöpf	Dt. Wagram, Stallinger Feld NE	-9,44	16	-69,6	16	9,6	16	0,4		-9,28		-2,44	-69,6	9,60					144748	
22A	Dt. Wagram, Sportplatz	-10,05	16			26,9	16	1,2	16										144749	
22A Pump	Dt. Wagram, Sportplatz	-9,71	1	-70,3	1												7,4	46004		
22A Pump	Dt. Wagram, Sportplatz	-9,67	16	-70,5	16	11,3	16	0,5	16								6,9		144750	
30 Schöpf I-101	Gr. Enzersdorf, Rutzendorf, Kindergarten	-9,89	16			29,7	16	1,3	16										144751	Mineralwasserflasche
30 Schöpf	Gr. Enzersdorf, Rutzendorf, Kindergarten	-9,44	16	-68,5	16	10,7	16	0,5	16	-9,67		-3,29	-68,5	10,70					144752	
112Hahn? I-100	Leopoldsdorf, WVA, Freiheitssiedlung	-10,33	16			22,6	16	1,0	16										144753	Mineralwasserflasche
112Hahn	Leopoldsdorf, WVA, Freiheitssiedlung	-10,10	16	-74,0	16	13,8	16	0,6	16	-10,22		-1,59	-74,0	13,80					144754	
131 I-099	Lassesee Bl.94,19	-10,25	16			18,6	16	0,9	16										144755	Mineralwasserflasche
131 (94,19)	Lassesee Bl.94,19	-10,69	16	-78,1	16	11,6	16	0,5	16	-10,47		-2,97	-78,1	11,60					144756	Deckel war 2 cm geöffnet
139 (I-072)	Lassesee, Loimersdorf Br.91,11	-10,40	16			13,5	16	0,7	16										144757	
139 (I-072)	Lassesee, Loimersdorf Br.91,11	-10,33	16	-76,2	16	8,0	16	0,4	16	-10,37		-0,48	-76,2	8,00					144758	
146 (I-095)	Engelhartstetten Br.86,19	-9,89	16			17,8	16	0,8	16										144759	
146 (86,19) Schöpf	Engelhartstetten Br.86,19	-11,08	16	-81,3	16	9,4	16	0,4	16	-10,49		-8,03	-81,3	9,40					144760	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal: weitere Messstellen																		
EM45		Spindlerdeponie, Dt. Wagram	157,38	07.11.2005			10,3	0,88	12,5	1079	7,00	4,9		73,2	140	88,6		
EM47		Parbasdorf Bl.EM47		04.10.2005			17,4	0,86	11,3	845	7,25	2,2		52,9	106	60,1		
EM47		Parbasdorf Bl.EM47		16.01.2006			17,4	0,86	11,3	1119	7,05	5,2		92,0	161,9	97,3		
EM56	EM56 oben	Dt. Wagram, Stallingerfeld	160,32	04.10.2005			27,5	1,32	12,1	955	7,40	7,7		77,7	131	60		
EM56	EM56 unten	Dt. Wagram, Stallingerfeld	160,32	04.10.2005			27,5	1,32	12,1	955	7,40	7,7						
EM56		Dt. Wagram, Stallingerfeld	160,32	07.11.2005			27,5	1,32						60,4	138,5	72,5		
EM63	EM63 oben	Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.		04.10.2005			33,3		11,3	1035	7,25	4,5		99,4	110,8	80,3		
EM63	EM63 unten	Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.		04.10.2005			33,3		11,3	1035	7,25	4,5						
EM63		Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.		07.11.2005			33,3											
11C		Gerasdorf	163	04.10.2005			12,8	0,50	12,9	1545	6,80	0,2		34,6	210,2	148		
11C		Gerasdorf	163	07.11.2005			12,8	0,50										
Marchfeldkanal b. 11c		Marchfeldkanal b. 11c Gerasdorf		04.10.2005														aus Geoland
21A		Dt. Wagram, Gärtnerei Tham		21.11.2005					13,3	640	7,60	6,7		29,1	52,9	33,7		
33A		Str. Dt. W. – Parbasdf. nördl. RB		07.11.2005			6,5	0,30	11,4	990	7,35	6,7		74,7	139	71,5		
39A		0,5 km westl. Mark-grafn. nördl. RB		07.11.2005			8,5	0,35	13,0	620	7,30	6,5		20,6	72,3	30,6		
115A		Obersiebenbrunn, SPG		21.11.2005					11,8	900	7,20	9,5		105,3	104	37,8		
LS-4		Parbasdorf, Deponie Laub		07.11.2005					11,7	1210	7,15	5,7		56,5	181,0	123,0		
LS-7		Parbasdorf, Deponie Laub		07.11.2005					12,0	1205	7,30	6,1		61,9	176,0	120,0		
SPG6		Obersiebenbrunn, SPG		21.11.2005			9,6		11,3	1030	7,65	10,2		133,8	150,2	75,7		
HUMER (2007): Atrazinprojekt																		
Brunnen 1		Brünner Straße	186,24				32,0		21,5	990		12,7		110,0	120	72		ET:32 m
Brunnen 2		Brünner Straße	186,22				18,5		14,3	1074		10,3		74,0	110	49		ET:18.5 m
Brunnen 3		Brünner Straße	186,11				17,9		16,8	2080		8,9		130,0	140	320		ET:17.9 m
Brunnen 4		Albert-Severstraße					32,0											ET:32 m

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007) HB: Hausbrunnen GB: Gewerbebrunnen S: Sonden

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen



GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal: weitere ausgewählte Messstellen																				
EM45	Spindlerdeponie, Dt. Wagram	-9,89	1	-70,7	1												8,4	46019		
EM47	Parbasdorf Bl.EM47	-10,31	1	-72,9	1	10,55	1	0,5	1								9,6	28		
EM47	Parbasdorf Bl.EM47	-9,80	1	-73,2	1					-10,05	0,36	-3,60	-73,1	10,60			5,2	46013		
EM56	Dt. Wagram, Stallingerfeld	-9,51	1	-70,3	1	9,51	1	0,4	1								5,8	21		
EM56	Dt. Wagram, Stallingerfeld	-9,51	1	-67,8	1												8,3	22		
EM56	Dt. Wagram, Stallingerfeld	-9,46	1	-68,2	1					-9,49	0,03	-0,28	-68,8	9,51			7,5	46016		
EM63	Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.	-9,70	1	-69,1	1	10,76	1	0,5	1								8,5	27		
EM63	Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.	-9,74	1	-69,7	1	10,87	1	0,4	1								8,2	26		
EM63	Dt. Wagram Ilsee, Waggon-reparaturanst.	-9,77	1	-69,6	1					-9,74	0,03	-0,34	-69,5	10,8	0,08	0,72	8,5	46020		
11C	Gerasdorf	-9,79	1	-70,1	1	17,12	1	0,6	1								8,2	24		
11C	Gerasdorf	-9,80	1	-75,8	1					-9,80	0,01	-0,07	-73,0	17,10			2,6	46025		
Marchfeldkanal b. 11c	Marchfeldkanal b. 11c Gerasdorf	-10,94	1	-78,6	1	11,35	1	0,4	1								8,9	25		aus Geoland
21A	Dt. Wagram, Gärtnerei Tham	-10,54	1	-74,6	1												9,7	46002		
33A	Str. Dt. W.-Parbasdf. nördl. RB	-9,92	1	-71,6	1												7,8	46026		
39A	0,5 km westl. Mark-grafn. nördl. RB	-10,70	1	-78,0	1												7,6	46023		
115A	Obersiebenbrunn, SPG	-9,68	1	-71,1	1												6,3	46009		
LS-4	Parbasdorf, Deponie Laub	-9,96	1	-72,9	1												6,8	46021		
LS-7	Parbasdorf, Deponie Laub	-10,03	1	-73,4	1												6,8	46024		
SPG6	Obersiebenbrunn, SPG	-9,40	1	-71,3	1												3,9	46007		
HUMER (2007): Atrazinprojekt																				
Brunnen 1	Brünner Straße					18,5	16	0,8	16											ET:32 m
Brunnen 2	Brünner Straße					8,9	16	0,4	16											ET:18.5 m
Brunnen 3	Brünner Straße					10	16	0,5	16											ET:17.9 m
Brunnen 4	Albert-Severstraße					13,4	16	0,6	16											ET:32 m

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Marchfeld	Probenahmeort, Gemeinde	Höhe	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Nr.	Sample Site	Altitude	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.			(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
Marchfeld: Oberflächengewässer																		
Marchfeldkanal b. 11c		Marchfeldkanal b. 11c Gerasdorf		04.10.2005														aus Geoland
MF07/01	Marchfeldkanal b. Dt. Wagram	I.Ufer kurz vor Enmündung Russbach		27.05.2007					21,2	366								GPS Garmin; 162?±6
RB06/01	Russbach Br. Loimersdorf	Russbach Brücke Str. L4 Loimersdorf-Lassee	144,0	12.06.2006					18,1	369	8,39	7,7	1,8*	1,83*	32,1*	18,8*		GPS Garmin; 18:15h; 4,2m ³
RB07/02	Russbach Dt. Wagram	vor Einmündung Marchfeldkanal		27.05.2007					25,9	1176								GPS Garmin; 152?±6
SB06/01	Stempfelbach Lassee	Östlich Lassee Abzweigung zu Badeteich 12	144,0	12.06.2006					20,0	588	8,17	10,3						GPS Garmin; 16:15h; 0,3 m3/s?
ND07/01	Neue Donau	5.7 km; I.Ufer bei Restaurant Mosquito, Wien 22		12.04.2007					15,5	418								GPS Garmin; 155?±6
ND07/02	Neue Donau	5.7 km; I.Ufer bei Restaurant Mosquito, Wien 22		28.05.2007					21,9	381								GPS Garmin; 158?±
ND07/03	Neue Donau	5.7 km; I.Ufer bei Restaurant Mosquito, Wien 22		29.06.2007					21,6	318	8,38	9,7						18:30; LT:24°; km 5,7
ND07/04	Neue Donau	5.7 km; I.Ufer bei Restaurant Mosquito, Wien 22		30.08.2007					20,6	362								20:15h; LT:14.7°
ND07/05	Neue Donau	5.7 km; I.Ufer bei Restaurant Mosquito, Wien 22		30.09.2007					18,1	340								16:00h
AD07/01	Alte Donau	Dampfschiffhafen 49, Wien 22		12.04.2007					16,2	386								GPS Garmin; 159?±6
AD 07/02	Alte Donau	Untere Alte Donau 193, Wien 22		28.05.2007					23,6	362								GPS Garmin; 159?±6
AD 07/03	Alte Donau	Untere Alte Donau 177, Wien 22		29.06.2007					22,0	333	8,37	8,6						23:30h
AD 07/04	Alte Donau	Untere Alte Donau 177, Wien 22		30.08.2007					21,7	350								20:45h LT:15.5° C
AD 07/05	Alte Donau	Untere Alte Donau 177, Wien 22		30.09.2007					17,4	346								16:30h; D: 374(20°); 14,3°C
EF07/01	Esslinger Furt	Großenzersdorfer Arm, Wien 22		07.02.2007														GPS Garmin; 151?±10
EF07/02	Esslinger Furt	Großenzersdorfer Arm, Wien 22		12.04.2007					17,7	501	7,9							GPS Garmin; 156?±4; Peg.200; pH 7.9
EF07/03	Esslinger Furt	Großenzersdorfer Arm, Wien 22		29.06.2007					22,1	447	7,81	6,7						17:45h LT: 24,3; Peg. 200; Q=300l/s
EF07/04	Esslinger Furt	Großenzersdorfer Arm, Wien 22		30.08.2007					19,5	470								Pegel:201cm; regner. 19:30h; Zufluss:Q= 2*0.5*0.08=80l/s;WT1 7,6;LF491
EF07/05	Esslinger Furt	Großenzersdorfer Arm, Wien 22		30.09.2007					16,7	558								LT=20.9 son. Peg.200, 555(20°), 2x0,1x0,3=60l/s
FT07/01	Fischteich, Aderklaa	Aderklaa, (Neuessling, Pfirsichgasse)		11.04.2007					12,2	960	8,25							GPS Garmin; 159?±6;10:30h
IO90000005	Donau**	Donau, Nussdorf, Wien 19		2000-2006					10,8	358,0	8,20	11,2	2,7	9,5	16,2	27,6	0,077	ANIP 2007
IO30000009	Donau	Donau, Hainburg		2000-2006														ANIP 2007
IO30000015	March	March, Angern		2000-2006					11,9	518	8,20	11,0	4,8	13,7	35,0	89,5	0,118	ANIP 2007

* Vergleichsdaten der GZÜV-Messstelle FW31000237 vom 19.06.2006 ** Chemie GZÜV-Messstelle FW92201017 vom 31.12.2005



Fortsetzung Marchfeld: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort, Gemeinde	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Ex-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	zess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
Marchfeld: Oberflächengewässer																				
Marchfeldkanal b. 11c		-10,94	1	-78,6	1	11,35	1	0,4	1	-10,94							8,9	25		aus Geoland
MFK07/01Marchfeldkanal b. Dt. Wagram		-11,31	16	-81,6	16					-11,31									146940	GPS Garmin; 162?±6
RB06/01Russbach Br. Loimersdorf		-11,18	16	-80,0	16	9,9	16	0,5	16	-11,18							9,4		142634	GPS Garmin
RB07/02Russbach Dt. Wagram		-9,49	16	-70,8	16					-9,49									146941	GPS Garmin; 152?±6
SB06/01Stempfelbach Lassee		-10,48	16	-76,8	16	9,7	16	0,5	16	-10,48							7,0		142635	GPS Garmin
ND07/01 Neue Donau		-10,40	16	-75,2	16														146942	GPS Garmin; 155?±6
ND07/02Neue Donau		-10,38	16	-75,2	16														146943	GPS Garmin; 158?±
ND07/03Neue Donau		-10,41	16																147198	Garmin: 160?+5
ND07/04Neue Donau		-10,34	16	-75,8	16														149156	
ND07/05Neue Donau		-10,50	16	-74,6						-10,41									149157	
AD07/01 Alte Donau		-9,85	16	-73,2	16														146944	GPS Garmin; 159?±6
AD 07/02 Alte Donau		-8,63	16	-66,9	16														146945	GPS Garmin; 159?±6
AD 07/03 Alte Donau		-7,81	16																147196	
AD 07/04 Alte Donau		-6,81	16	-57,2	16														149158	
AD 07/05 Alte Donau		-6,87	16	-57,8	16					-7,99									149159	
EF07/01 Esslinger Furt		-8,54	16	-66,5	16														146946	GPS Garmin; 151?+10
EF07/02 Esslinger Furt		-9,48	16	-71,1	16														146947	GPS Garmin; 156?±4; Peg.200; pH 7.9
EF07/03 Esslinger Furt		-8,79	16																147197	Garmin; 144?+6; Peg.200; Q=300l/s
EF07/04 Esslinger Furt		-8,81	16	-67,5	16															
EF07/05 Esslinger Furt		-9,01	16	-68,5	16					-8,93										
FT07/01 Fischteich, Neuessling		-8,15	16	-63,6	16					-8,15									146948	GPS Garmin; 159?±6
IO90000005 Donau										-11,10				11,50						MW99-01
IO30000009 Donau										-11,10				11,50						
IO30000015 March										-9,50				45,00						MW00-06

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung



9.3 Parndorfer Platte: Isotopenmessungen



Parndorfer Platte: Alle GZÜV-Messstellen																
GZÜV Nr.	Probenahmeort	Probenahme-	Typ	Abst	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	datum				-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.		Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG10002722	Mönchhof	08.02.2006	S125	5,9	9,04	0,69	11,3	821	7,40	8,1	1,5	19,2	43,9	9,6	0,065	Bj. 1995; BP; AP
PG10002722	Mönchhof	26.04.2006	S125	5,3	9,04	0,69	11,2	782	7,40	9,7	1,8	19,2	48,8	10,3	0,060	
PG10002722	Mönchhof	31.07.2006	S125	5,0	9,04	0,69	11,4	828	7,40	7,0	2,0	19,3	48,5	8,5	0,072	
PG10002722	Mönchhof	07.11.2006	S125	5,7	9,04	0,69	11,8	812	7,30	8,2	1,1	18,8	54,8	8,7	0,062	
PG10002722	Mönchhof	28.06.2007	S125	5,69	9,04	0,69	14,3?	843	7,53	9,0						
PG10002722	Mönchhof	28.06.2007	S125	5,69	9,04	0,69	14,3?	843	7,53	9,0						
PG10002762	Parndorf	07.02.2006	S125	5,9	7,30	0,70	9,9	415	7,00	6,9	0,7	23,5	81,9	5,0	0,028	Bj. 1995; BP; AP
PG10002762	Parndorf	24.04.2006	S125	5,0	7,30	0,70	8,2	523	7,00	10,0	2,1	33,5	89,9	7,4	0,020	
PG10002762	Parndorf	31.07.2006	S125	4,8	7,30	0,70	12,1	487	7,30	6,1	2,0	23,9	85,7	2,5	0,026	
PG10002762	Parndorf	06.11.2006	S125	4,9	7,30	0,70	13,6	472	7,00	2,8	1,2	18,1	82,9	3,9	0,022	
PG10002762	Parndorf	28.06.2007	S125	5,23	7,30	0,70										
PG10002842	Neudorf	07.02.2006	S125	6,1	11,94	0,63	10,2	770	7,00	9,1	1,5	145,0	98,4	34,5	0,027	Bj. 1996; BP; AP
PG10002842	Neudorf	24.04.2006	S125	5,5	11,94	0,63	7,9	947	7,00	10,2	1,8	145,0	120,0	54,1	0,020	
PG10002842	Neudorf	31.07.2006	S125	5,8	11,94	0,63	10,3	811	7,00	6,9	1,3	143,0	85,8	30,9	0,026	
PG10002842	Neudorf	06.11.2006	S125	6,2	11,94	0,63	12,1	786	7,00	6,8	0,7	138,0	86,5	26,1	0,026	
PG10002842	Neudorf	28.06.2007	S125	6,36	11,94	0,63	10,7	882	7,13	7,5						
PG10002842	Neudorf	28.06.2007	S125	6,36	11,94	0,63	10,7	882	7,13	7,5						
PG10002852	Weiden a. See	08.02.2006	S125	3,6	15,72	1,00	10,5	766	7,30	6,8	0,8	114,0	120,0	16,0	0,014	Bj. 1996; BP; AP
PG10002852	Weiden a. See	26.04.2006	S125	3,2	15,72	1,00	10,8	718	7,30	8,3	1,2	101,0	127,0	17,2	<0,01	
PG10002852	Weiden a. See	31.07.2006	S125	3,9	15,72	1,00	12,7	747	7,30	8,1	1,3	120,0	109,0	19,7	0,012	
PG10002852	Weiden a. See	07.11.2006	S125	4,4	15,72	1,00	14,6	787	7,20	6,5	0,8	126,0	113,0	27,1	0,012	
PG10002852	Weiden a. See	28.06.2007	S125	4,47	15,72	1,00	12,4	891	7,36	8,1						
PG10002852	Weiden a. See	28.06.2007	S125	4,47	15,72	1,00	12,4	891	7,36	8,1						
PG10002872	Halbtum	26.04.2006	S150	10,2	18,3	0,80	12,4	469	7,50	9,4	<0,5	20,1	25,4	6,2	<0,01	
PG10002872	Halbtum	31.07.2006	S150	10,0	18,3	0,80	12,3	515	7,50	9,7	0,8	32,9	36,4	9,3	0,017	
PG10002872	Halbtum	06.11.2006	S150	9,9	18,3	0,80	12,0	524	7,40	9,4	[0,3]	29,9	33,5	9,9	<0,01	
PG10002872	Halbtum	28.06.2007	S150	10,22	18,3	0,80	12,3	642	7,56	9,4						
PG10002872	Halbtum	28.06.2007	S150	10,22	18,3	0,80	12,3	642	7,56	9,4						
PG10002882	Nickelsdorf	08.02.2006	S125	11,5	15,95	0,86	12,0	554	7,40	8,7	0,7	91,4	54,1	9,5	0,014	Bj. 1991
PG10002882	Nickelsdorf	24.04.2006	S125	11,4	15,95	0,86	12,4	479	7,10	8,8	0,6	95,0	38,9	10,1	<0,01	
PG10002882	Nickelsdorf	31.07.2006	S125	11,2	15,95	0,86	11,8	573	7,50	10,8	0,6	95,2	48,2	12,1	0,013	
PG10002882	Nickelsdorf	06.11.2006	S125	11,4	15,95	0,86	11,7	596	7,30	11,2	<0,5	101,0	47,3	12,3	<0,01	
PG10002882	Nickelsdorf	28.06.2007	S125	11,55	15,95	0,86	12,1	666	7,55	9,96						
PG10002882	Nickelsdorf	28.06.2007	S125	11,55	15,95	0,86	12,1	666	7,55	9,96						

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)

Fortsetzung Parndorfer Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	Exzess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
PG10002722	Mönchhof	-10,36	16			8,1	16	0,4	16										142545	
PG10002722	Mönchhof	-10,29	16	-74,9		7,7	16	0,4	16								7,4		142544	
PG10002722	Mönchhof	-10,32	16			7,9	16	0,4	16										144761	
PG10002722	Mönchhof	-11,32	16			8	16	0,4	16	-10,57	0,50	-4,72	-74,9	7,93	0,17	2,2			144762	
PG10002722	Mönchhof	-10,03	16			7,1	16	0,3	16										147184	
PG10002722	Mönchhof					7,4	1	0,5	1									50911		
PG10002762	Parndorf	-10,25	16			11,70	16	0,50	16										142546	
PG10002762	Parndorf	-10,43	16	-74,80		10,00	16	0,50	16								8,64		142547	
PG10002762	Parndorf	-10,29	16			9,70	16	0,50	16										144763	
PG10002762	Parndorf	-10,26	16			9,90	16	0,50	16	-10,31	0,08	-0,81	-74,80	10,33	0,93	8,96			144764	
PG10002762	Parndorf						16		16											
PG10002842	Neudorf	-9,58	16			9,8	16	0,5	16										142548	
PG10002842	Neudorf	-10,67	16	-78,0		8,9	16	0,4	16								7,4		142549	
PG10002842	Neudorf	-9,85	16			8,9	16	0,4	16										144765	
PG10002842	Neudorf	-9,62	16			8,8	16	0,4	16	-9,93	0,51	-5,11	-78,0	9,10	0,47	5,2			144766	
PG10002842	Neudorf	-9,77	16			4,1	16	0,2	16										147185	
	Neudorf					8,8	1	0,6	1									50912		
PG10002852	Weiden a. See	-8,78	16			9,4	16	0,5	16										142550	
PG10002852	Weiden a. See	-9,14	16	-67,1		9,4	16	0,4	16								6,0		142551	
PG10002852	Weiden a. See	-8,82	16			9,6	16	0,5	16										144767	
PG10002852	Weiden a. See	-9,02	16			9,3	16	0,5	16	-8,94	0,17	-1,90	-67,1	9,43	0,13	1,3			144768	
PG10002852	Weiden a. See	-9,13	16			7,9	16	0,4	16										147186	
PG10002852	Weiden a. See					8,8	1	0,6	1									50913		
PG10002872	Halbturn	-9,93	16	-72,9	16	2,0	16	0,2	16								6,5		142552	
PG10002872	Halbturn	-9,92	16			3,1	16	0,2	16										144769	
PG10002872	Halbturn	-9,78	16			1,9	16	0,2	16	-9,88	0,08	-0,85	-72,9	2,33	0,67	28,5			144770	
PG10002872	Halbturn	-9,72	16			2,1	16	0,1	16										147187	
	Halbturn					2,2	1	0,2	1									50914		
PG10002882	Nickelsdorf	-10,28	16			3,1	16	0,2	16										142550	
PG10002882	Nickelsdorf	-10,22	16	-75,1	16	2,9	16	0,2	16								6,7		142551	
PG10002882	Nickelsdorf	-10,18	16			3,7	16	0,2	16										144771	
PG10002882	Nickelsdorf	-10,17	16			3,6	16	0,2	16	-10,21	0,05	-0,49	-75,1	3,33	0,39	11,6			144772	
PG10002882	Nickelsdorf	-10,34	16			2,7	16	0,3	16										147188	
	Nickelsdorf					2,8	1	0,2	1									50915		

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

9.4 Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	Höhe	Probenahme- datum	Typ	Abstich	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	Altitude					-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.		(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG40101092	Linz	320	28.11.2005	1200		18				7,30							Prägünz Schott.
PG40101092	Linz	320	29.03.2006	1200	17,0	18		10,7	743	7,30	8,8	1,1	18,5	47,0	24,9	0,043	Prägünz Schott.
PG40101092	Linz	320	19.06.2006	1200	17,1	18		11,6	700	7,30	9,8	<0,5	20,7	54,6	19,6	0,061	Prägünz Schott.
PG40101092	Linz	320	07.09.2006	1200	17,2	18		11,5	731	7,20	10,3	1,4	27,5	53,9	35,4	0,048	Prägünz Schott.
PG40907022	Kremsmünster	333	01.12.2005	1000		3,50											Holozän, Talau
PG40907022	Kremsmünster	333	20.03.2006	1000	1,8	3,50		8,2	692	7,2	9,3	1,2	48,5	31,4	15,1	0,018	Holozän, Talau
PG40907022	Kremsmünster	333	19.06.2006	1000	1,8	3,50		10,5	728	6,7	8,0	1,7	40,6	29,5	18,0	0,021	Holozän, Talau
PG40907022	Kremsmünster	333	12.09.2006	1000	2,1	3,50		13,9	757	7	6,1	1,0	36,1	34,8	17,7	0,032	Holozän, Talau
PG40912042	Pettenbach	436	01.12.2005	1000		22,00											j. Deckschotter
PG40912042	Pettenbach	436	21.03.2006	1000	19,2	22,00		9,6	583	7,3	8,5	0,7	29,1	14,7	7,5	0,016	j. Deckschotter
PG40912042	Pettenbach	436	20.06.2006	1000	18,1	22,00		11,1	578	7,1	7,5	[0,3]	26,8	12,3	7,4	0,015	j. Deckschotter
PG40912042	Pettenbach	436	13.09.2006	1000	19,3	22,00		10,9	570	7,3	7,6	0,5	29,3	18,6	6,9	0,015	j. Deckschotter
PG40912052	Pettenbach	530	01.12.2005			3,80											Mindelmoräne
PG40912052	Pettenbach	530	20.03.2006		2,0	3,80		5,7	634	7,1	10,6	<0,5	28,0	11,4	3,2	0,024	Mindelmoräne
PG40912052	Pettenbach	530	20.06.2006		28,1	3,80		11,2	623	7,1	7,8	0,5	45,3	13,7	2,0	0,027	Mindelmoräne
PG40912052	Pettenbach	530	14.09.2006		3,4	3,80		14,6	642	7,1	7,0	1,0	37,2	15,4	3,9	0,040	Mindelmoräne
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	29.11.2005			8,20	0,36										Mindelmoräne
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	20.03.2006		4,1	8,20	0,36	9,2	714	7,2	4,9	0,5	8,1	24,9	56,6	0,011	Mindelmoräne
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	19.06.2006		6,4	8,20	0,36	10,5	648	6,6	4,0	2,1	10,3	25,1	33,3	<0,01	Mindelmoräne
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	12.09.2006		5,0	8,20	0,36	12,0	643	7,2	2,5	0,6	8,9	29,9	35,2	0,013	Mindelmoräne
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	11.07.2007		4,9	8,20	0,36	10,9	649	7,13	2,70						Mais, Getreide; Mindelm.
PG40922012	Wartenberg a. Krems	500?	11.07.2007		4,9	8,20	0,36	10,9	649	7,13	2,70						Mais, Getreide; Mindelm.
PG41002052	Anselden	309?	29.11.2005	125		39,00	0,50										Tertiär
PG41002052	Anselden	309?	23.03.2006	125		39,00	0,50	9,0	720	7,1	7,2	1,1	27,7	53,9	21,4	0,025	Tertiär
PG41002052	Anselden	309?	19.06.2006	125		39,00	0,50	12,0	728	7	7,5	[0,3]	23,8	54,0	17,8	0,024	Tertiär
PG41002052	Anselden	309?	07.09.2006	125		39,00	0,50	11,9	707	7,1	5,5	1,8	20,7	61,7	18,1	0,031	Tertiär
PG41002052	Anselden	309?	11.07.2007	125	28,00	39,00	0,50	11,60	711	6,98	7,33						Weizen, Mais; Tertiär
PG41002052	Anselden	309?	11.07.2007	125	28,00	39,00	0,50	11,60	711	6,98	7,33						Weizen, Mais; Tertiär

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)

Fortsetzung Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Exzess	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	(%)	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
40101092	Linz	-9,84	16	-72,3	16	10,9	16	0,5	16								6,4		144781	
40101092	Linz	-10,15	16			10,5	16	0,5	16										144782	
40101092	Linz	-10,06	16			9,5	16	0,4	16										144783	
40101092	Linz	-9,99	16			11,1	16	0,5	16	-10,01	0,13	-1,31	-72,3	10,50	0,71	6,8			144784	
40907022	Kremsmünster	-10,08	16	-74,9	16	8,6	16	0,4	16								5,7		144785	
40907022	Kremsmünster	-10,85	16			9,9	16	0,5	16										144786	
40907022	Kremsmünster	-10,54	16			9,3	16	0,4	16										144787	
40907022	Kremsmünster	-10,70	16			9,3	16	0,4	16	-10,54	0,33	-3,16	-74,9	9,28	0,53	5,7			144788	
40912042	Pettenbach	-10,34	16	-74,1	16	8,7	16	0,4	16								8,6		144789	
40912042	Pettenbach	-10,29	16			8,2	16	0,4	16										144790	
40912042	Pettenbach	-10,41	16			8,1	16	0,4	16										144791	
40912042	Pettenbach	-10,46	16			8,5	16	0,4	16	-10,38	0,08	-0,72	-74,1	8,38	0,28	3,3			144792	
40912052	Pettenbach	-10,40	16	-75,5	16	9,2	16	0,4	16								7,7		144793	
40912052	Pettenbach	-10,26	16			9,4	16	0,4	16										144794	
40912052	Pettenbach	-11,03	16			8,7	16	0,4	16										144795	
40912052	Pettenbach	-10,84	16			8,4	16	0,4	16	-10,63	0,36	-3,41	-75,5	8,93	0,46	5,1			144796	
40922012	Wartenberg a. Krems	-10,37	16	-73,9	16	9,4	16	0,4	16								9,1		144797	
40922012	Wartenberg a. Krems	-10,35	16			9,1	16	0,4	16										144798	
40922012	Wartenberg a. Krems	-10,22	16			9,3	16	0,4	16										144799	
40922012	Wartenberg a. Krems	-10,26	16			9,6	16	0,5	16	-10,30	0,07	-0,70	-73,9	9,35	0,21	2,2			144800	
40922012	Wartenberg a. Krems	-10,35	16			8,7	16	0,4	16										147189	
40922012	Wartenberg a. Krems					8,9	1	0,5	1									50916		
41002052	Ansfelden	-10,25	16	-73,50	16	12,0	16	0,6	16								8,50		144801	32 - 38 m Filter
41002052	Ansfelden	-10,45	16			11,9	16	0,5	16										144802	
41002052	Ansfelden	-10,20	16			11,6	16	0,5	16										144803	
41002052	Ansfelden	-10,26	16			11,4	16	0,5	16	-10,29	0,11	-1,07	-73,50	11,73	0,28	2,3			144804	
41002052	Ansfelden	-10,28	16			10,2	16	0,5	16										147190	
41002052	Ansfelden					10,5	1	0,7	1									50917		

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert;

STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	Höhe	Probenahme- datum	Typ	Abstich	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	Altitude					-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.		(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG41005062	Enns	297	28.11.2005	1500		36,00											j. Deckschott
PG41005062	Enns	297	28.03.2006	1500	32,3	36,00		10,9	727	7,2	9,7	<0,5	35,8	17,6	55,9	<0,01	j. Deckschott
PG41005062	Enns	297	12.06.2006	1500	32,2	36,00		11,2	711	7,2	10,8	<0,5	33,7	19,4	55,9	<0,01	j. Deckschott
PG41005062	Enns	297	06.09.2006	1500	34,2	36,00		10,9	738	7,2	8,1	<0,5	31,5	19,7	54,1	<0,01	j. Deckschott
PG41008032	Hofkirchen	350?	28.11.2005	1200		28,00											Prägünz Schott
PG41008032	Hofkirchen	350?	28.03.2006	1200		28,00		10,5	595	7,3	7,5	[0,3]	39,6	12,5	18,5	<0,01	Prägünz Schott
PG41008032	Hofkirchen	350?	13.06.2006	1200	19,8	28,00		10,7	602	7,1	7,4	<0,5	41,1	11,6	20,9	0,013	Prägünz Schott
PG41008032	Hofkirchen	350?	06.09.2006	1200	19,9	28,00		10,7	608	7,3	7,8	0,5	38,0	12,4	20,5	<0,01	Prägünz Schott
PG41008032	Hofkirchen	350?	10.07.2007	1200	21,0	28,00		10,3	605	6,99	7,50						Prägünz Schott
PG41008032	Hofkirchen	350?	10.07.2007	1200	21,0	28,00		10,3	605	6,99	7,50						Prägünz Schott
PG41014012	Neuhofen an der Krems		30.11.2005	1500													Holozän, Talau
PG41014012	Neuhofen an der Krems		23.03.2006	1500	0,4			9,2	628	7,2	6,2	1,8	14,8	36,0	10,5	0,030	Holozän, Talau
PG41014012	Neuhofen an der Krems		13.06.2006	1500	0,4			12,5	649	6,9	8,7	1,6	13,9	32,9	10,3	0,034	Holozän, Talau
PG41014012	Neuhofen an der Krems		07.09.2006	1500	0,4			14,9	677	6,9	5,3	0,5	11,2	43,3	9,7	0,029	Holozän, Talau
PG41020022	St. Marien, Weichstetten	340?	30.03.2006	1500	3,1	5,20	1,00	10,4	700	7,2	5,8	0,8	40,8	32,9	21,5	<0,01	Prägünz Schott.
PG41020022	St. Marien, Weichstetten	340?	13.06.2006	1500	3,4	5,20	1,00	10,7	687	7,1	7,4	0,5	49,7	37,3	32,0	<0,01	Prägünz Schott.
PG41020022	St. Marien, Weichstetten	340?	13.09.2006	1500	3,5	5,20	1,00	12,1	685	7,3	5,5	0,8	52,3	39,8	32,5	0,011	Prägünz Schott.
PG41020022	St. Marien, Weichstetten	340?	10.07.2007	1500	4,1	5,20	1,00	10,4	789	7,02	5,10						nur f. Feuerwehr; PS
PG41020022	St. Marien, Weichstetten	340?	10.07.2007	1500	4,1	5,20	1,00	10,4	789	7,02	5,10						nur f. Feuerwehr; PS
PG41513012	Rohr im Kremstal	414	01.12.2005	125		55,00											Prägünz Schott
PG41513012	Rohr im Kremstal	414	30.03.2006	125		55,00		8,5	468	7,5	13,0	1,5	32,8	11,6	14,6	<0,01	Prägünz Schott
PG41513012	Rohr im Kremstal	414	19.06.2006	125		55,00		12,4	544	7,3	12,1	[0,3]	40,1	14,4	19,1	<0,01	Prägünz Schott
PG41513012	Rohr im Kremstal	414	12.09.2006	125		55,00		11,4	526	7,4	8,6	0,8	38,6	16,7	17,0	0,022	Prägünz Schott
PG41521042	Wolfert	369	28.11.2005	2500													j. Deckschott
PG41521042	Wolfert	369	30.03.2006	2500	28,8			10,3	612	7,3	9,7	0,5	38,2	12,1	14,6	[0,006]	j. Deckschott
PG41521042	Wolfert	369	12.06.2006	2500	26,6			10,5	595	7,2	8,8	<0,5	40,4	19,3	14,2	[0,006]	j. Deckschott
PG41521042	Wolfert	369	06.09.2006	2500	27,7			11,5	609	7,3	9,8	<0,5	38,4	16,1	14,6	<0,01	j. Deckschott

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)



Fortsetzung Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	Exzess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
41005062	Enns	-10,20	16	-73,6	16	26,3	16	1,1	16								8,0		144805	
41005062	Enns	-10,18	16			26,0	16	1,1	16										144806	
41005062	Enns	-10,19	16			24,3	16	1,1	16										144807	
41005062	Enns	-10,22	16			23,8	16	1,0	16	-10,20	0,02	-0,17	-73,6	25,10	1,24	4,9			144808	
41008032	Hofkirchen	-10,10	16	-72,1	16	16,6	16	0,7	16								8,7		144809	
41008032	Hofkirchen	-10,01	16			16,7	16	0,7	16										144810	
41008032	Hofkirchen	-10,18	16			15,9	16	0,7	16										144811	
41008032	Hofkirchen	-10,13	16			15,9	16	0,7	16	-10,11	0,07	-0,71	-72,1	16,28	0,43	2,7			144812	
41008032	Hofkirchen	-10,24	16			14,2	16	0,6	16										147191	
41008032	Hofkirchen					16,0	1	1,0	1									50918		
41014012	Neuhofen an der Krems	-9,92	16	-73,2	16	10,1	16	0,5	16								6,2		144813	
41014012	Neuhofen an der Krems	-10,82	16			9,2	16	0,4	16										144814	
41014012	Neuhofen an der Krems	-10,55	16			9,3	16	0,4	16										144815	
41014012	Neuhofen an der Krems	-10,18	16			8,7	16	0,4	16	-10,37	0,40	-3,83	-73,2	9,33	0,58	6,2			144816	
41020022	St. Marien, Weichstetten	-10,32	16	-74,4	16	10,7	16	0,5	16								8,2		144817	
41020022	St. Marien, Weichstetten	-10,34	16			11,3	16	0,5	16										144818	
41020022	St. Marien, Weichstetten	-10,35	16			11,2	16	0,5	16	-10,34	0,02	-0,15	-74,4	11,07	0,32	2,9			144819	
41020022	St. Marien, Weichstetten	-10,40	16			10,1	16	0,5	16										147192	Nähe Bach,
41020022	St. Marien, Weichstetten					11,1	1	0,7	1									50919		
41513012	Rohr im Kremstal	-10,25	16	-74,2	16	13,0	16	0,6	16								7,8		144820	36-45 u. 48 - 51 m
41513012	Rohr im Kremstal	-11,23	16			11,2	16	0,5	16										144821	Filter
41513012	Rohr im Kremstal	-10,42	16			12,3	16	0,6	16										144822	
41513012	Rohr im Kremstal	-10,42	16			10,8	16	0,5	16	-10,58	0,44	-4,17	-74,2	11,83	1,01	8,5			144823	
41521042	Wolfen	-10,22	16	-73,6	16	10,5	16	0,5	16								8,2		144824	
41521042	Wolfen	-10,27	16			10,4	16	0,5	16										144825	
41521042	Wolfen	-10,35	16			9,0	16	0,4	16										144826	
41521042	Wolfen	-10,38	16			9,8	16	0,5	16	-10,31	0,07	-0,71	-73,6	9,93	0,69	7,0			144827	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	Höhe	Probenahme- datum	Typ	Abstich	Teufe	ROK	Wass.	LF	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	Altitude					-GOK	Temp.	(20°)								Comments
Nr.		(m)	Sample Date	(mm)	(m)	(m)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
PG41817012	Sattledt	402	30.11.2005	1000		30,00											j. Deckschott
PG41817012	Sattledt	402	13.06.2006	1000	21,0	30,00		10,9	556	7,2	10,0	<0,5	49,1	16,3	14,6	[0,006]	j. Deckschott
PG41817012	Sattledt	402	12.09.2006	1000		30,00		11,0	558	7,4	10,6	0,6	49,5	17,2	14,9	<0,01	j. Deckschott
PG41821022	Steinerkirchen an der Traun	398	01.12.2005	4000		50,00											Hochterr. Schott.
PG41821022	Steinerkirchen an der Traun	398	23.03.2006	4000	39,5	50,00		12,1	595	7,3	10,2	1,4	43,1	13,7	12,9	<0,01	Hochterr. Schott.
PG41821022	Steinerkirchen an der Traun	398	29.06.2006	4000	35,5	50,00		13,1	610	7,2	8,7	0,8	43,3	13,8	16,6	<0,01	Hochterr. Schott.
PG41821022	Steinerkirchen an der Traun	398	13.09.2006	4000	36,7	50,00		10,5	611	7,3	10,6	0,6	44,2	18,5	13,9	0,011	Hochterr. Schott.
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	30.11.2005	1000		40,00											Prägünz Schott
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	21.03.2006	1000		40,00		10,5	649	7,3	6,5	0,6	51,5	27,4	21,5	<0,01	Prägünz Schott
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	20.06.2006	1000		40,00		10,9	659	6,9	9,2	<0,5	51,9	30,1	24,5	<0,01	Prägünz Schott
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	13.09.2006	1000		40,00		11,0	651	7,3	9,6	0,7	51,4	42,6	21,1	0,011	Prägünz Schott
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	10.07.2007	1000	38,0	40,00		10,7	646	7,21							Prägünz Schott
PG41823022	Thalheim b. Wels	386	10.07.2007	1000	38,0	40,00		10,7	646	7,21							Prägünz Schott
PG41824022	Weißkirchen an der Traun	345	30.11.2005	1000		14,60											Prägünz Schott
PG41824022	Weißkirchen an der Traun	345	21.03.2006	1000	10,8	14,60		11,4	613	7,2	8,4	0,6	34,5	23,1	10,3	0,011	Prägünz Schott
PG41824022	Weißkirchen an der Traun	345	13.06.2006	1000	10,0	14,60		11,5	630	7,1	10,1	<0,5	35,8	21,8	11,3	<0,01	Prägünz Schott
PG41824022	Weißkirchen an der Traun	345	13.09.2006	1000	10,6	14,60		11,3	616	7,2	8,3	0,7	35,3	27,2	10,0	<0,01	Prägünz Schott

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)



Fortsetzung Traun-Enns-Platte: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Exzess	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	(‰)	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(‰)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
41817012	Sattledt	-10,41	16	-75,5	16	10,4	16	0,5	16								7,8		144828	
41817012	Sattledt	-10,63	16			8,9	16	0,4	16										144829	
41817012	Sattledt	-10,67	16			10,0	16	0,5	16	-10,57	0,14	-1,32	-75,5	9,77	0,78	8,0			144830	
41821022	Steinerkirchen an der Traun	-10,16	16	-73,5	16	9,0	16	0,4	16								7,8		144831	
41821022	Steinerkirchen an der Traun	-10,28	16			9,3	16	0,5	16										144832	
41821022	Steinerkirchen an der Traun	-10,29	16			9,2	16	0,4	16										144833	
41821022	Steinerkirchen an der Traun	-10,28	16			8,7	16	0,4	16	-10,25	0,06	-0,60	-73,5	9,05	0,26	2,9			144834	
41823022	Thalheim b. Wels	-10,28	16	-73,9	16	13,5	16	0,6	16								8,3		144835	
41823022	Thalheim b. Wels	-10,34	16			13,9	16	0,6	16										144836	
41823022	Thalheim b. Wels	-10,21	16			12,7	16	0,6	16										144837	
41823022	Thalheim b. Wels	-10,18	16			12,7	16	0,6	16	-10,25	0,07	-0,70	-73,9	13,20	0,60	4,5			144838	
41823022	Thalheim b. Wels	-10,47	16			11,2	16	0,5	16										147193	
41823022	Thalheim b. Wels					11,8	1	0,8	1									50920		
41824022	Weißkirchen an der Traun	-10,41	16	-74,9	16	10,0	16	0,5	16								8,4		144839	
41824022	Weißkirchen an der Traun	-10,37	16			10,7	16	0,5	16										144840	
41824022	Weißkirchen an der Traun	-10,66	16			9,2	16	0,4	16										144841	
41824022	Weißkirchen an der Traun	-10,70	16			10,1	16	0,5	16	-10,54	0,17	-1,60	-74,9	10,00	0,62	6,2			144842	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

9.5 Steiermark Quellen: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	Höhe	Probenahme- datum	Typ	Schüt- tung	Teufe	Wass. Temp.	LF (20°)	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	Altitude	Sample Date	(mm)	(l/s)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	Comments
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	15.08.1996	HB			13,4	541	7,1	6,0	1,0	31	24	7,2	0,027	Chemie v. 08/10/1996
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	15.11.1996	HB			10,0	608	7,3	8,5	1,1	34	25	9,8	0,018	Chemie v. 11/12/1996
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	15.02.1997	HB			9,7	440	7,3	8,5	1,5	32	26	11,1	0,000	Chemie v. 12/03/1997
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	15.05.1997	HB			15,2	629	7,0	11,8	1,0	30	25	11	0,024	Chemie v. 01/07/1997
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	25.01.2006	HB			7,5	598	7,0	7,6	0,7	36	30	12,1	0,037	
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	11.04.2006	HB			9,1	538	7,5	6,7	1,2	21	25	10,3	0,030	
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	17.07.2006	HB			14,3	585	7,2	5,0	0,7	28	27	13,1	0,038	
KK61030032	St. Andrä-Höch; W-Steirisches Hügelland	343	10.10.2006	HB			14,5	556	7,1	6,0	0,8	30	22	11,5	0,034	
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	15.08.1996		1,3		10,5	150	6,4	9,5	0,0	39	21	4,5	0,027	Chemie v. 08/10/1996
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	15.11.1996		0,11		8,7	168	6,0	9,8	0,0	40	21	5,6	0,038	Chemie v. 05/12/1996
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	15.02.1997				9,5	116	6,2	10,0	0,0	43	21	6,2	0,027	Chemie v. 12/03/1997
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	15.05.1997		0,02		11,5	167	6,2	9,5	0,0	38	19	6,4	0,036	Chemie v. 01/07/1997
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	04.10.2005				11,3	163	6,4	9,3	0,0	35	19	4,5	0,033	
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	25.01.2006				7,5	173	8,0	8,4	0,6	32	21	5,2	0,038	
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	11.04.2006		0,15		9,6	187	7,7	7,9	0,5	33	22	8	0,030	
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	17.07.2006				11,2	183	7,3	9,9	0,0	31	24	6,05	0,037	
KK61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	505	10.10.2006				10,9	161	7,2	7,8	0,0	35	20	5,7	0,036	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)

Fortsetzung oststeirische Quellen: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-Exzess	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB		IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)		(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)			
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,62	16			14,4	16													GZÜV-Daten- bank
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,64	16			15,5	16													GZÜV-Daten- bank
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,60	16			19,1	16													GZÜV-Daten- bank
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,47	16			21,2	16													GZÜV-Daten- bank
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,47	16			8,4	16	0,4	16										142597	
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,80	16	-69,4	16	8,1	16	0,4	16								9,0		142598	
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-9,13	16			9,7		0,5	16										144773	
61030032	St. Andrä-Hösch; W-Steirisches Hügelland	-8,92	16			9,0		0,4	16	-9,46	0,29	-3,08	-69,4	8,80	5,13	8,0			144774	
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-10,16	16			11,8	16													GZÜV-Daten- bank
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-10,00	16			14,0	16													GZÜV-Daten- bank
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,99	16			14,8	16													GZÜV-Daten- bank
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,83	16			15,7	16													GZÜV-Daten- bank
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,36	16			7,6	16	0,4	16										142599	
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,62	16			8,1	16	0,4	16										142600	
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,61	16	-67,1	16	7,9	16	0,4	16								9,8		142601	
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,58	16			8,4	16	0,4	16										144775	
61033012	St. Nikolai i. Sausal W-Steirisches Hügelland	-9,48	16			8,2	16	0,4	16	-9,74		-2,77	-67,1	8,04		3,8			144776	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC); MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

Fortsetzung oststeirische Quellen: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	Höhe	Probenahme- datum	Typ	Schüt- tung	Teufe	Wass. Temp.	LF (20°)	pH	O ₂	DOC	NO ₃	SO ₄	Cl	B	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	Altitude														Comments
Nr.		(m)	Sample Date	(mm)	(l/s)	(m)	(° C)	(µS/cm)		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)	
KK61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	259	15.08.1996		4,39		14,7	381	5,7	9,1	0,0	124	9,9	34,6	0,000	Chemie v.02/10/1996
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	15.11.1996				10,5	375	6,1	9,2	1,0	122	7,4	31,9	0,018	Chemie v. 11/12/1996
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	15.02.1997				8,1	249	5,9	11,6	0,0	126	4,9	33,2	0,022	Chemie v. 11/03/1997
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	15.05.1997				13,6	384	5,6	8,9	0,0	127	2,6	33,7	0,011	Chemie v. 01/07/1997
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	24.01.2006				11,0	342	6,1	8,3	0,5	81	13	37,1	0,000	
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	14.04.2006		3,8		8,7	369	6,1	9,5	0,6	94	11	39,7	0,000	
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	25.07.2006				14,2	355	6,1	8,6	0,8	89	16	37,6	0,000	
KK61036032	St. Veit am Vogau Unteres Murtal	259	18.10.2006				14,3	346	6,1	9,4	0,0	88	12	34,8	0,011	
KK61707012	Feistritz bei Anger Grazer Bergland östl. Mur	737	01.02.2006				10,8	490	7,4	8,9	0,6	33	26	10,9	0,000	
KK61707012	Feistritz bei Anger Grazer Bergland östl. Mur	737	13.04.2006				5,2	521	7,4	8,5	0,0	34	25	10,8	0,000	
KK61707012	Feistritz bei Anger Grazer Bergland östl. Mur	737	24.07.2006				10,8	529	7,2	10,0	0,0	34	28	11,6	0,000	
KK61707012	Feistritz bei Anger Grazer Bergland östl. Mur	737	23.10.2006				8,9	513	7,4	9,2	0,0	33	20	11,9	0,011	

Messstelleninformation und Hydrochemiedaten Datenbank (GZÜV 2007)



Fortsetzung oststeirische Quellen: Ausgewählte Hydrochemie und Isotopenmessungen

GZÜV Nr.	Probenahmeort	$\delta^{18}\text{O}$	Lab	$\delta^2\text{H}$	Lab	^3H	Lab	^3H	Lab	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$	^2H	^3H	^3H	^3H	d-	Lab. Nr.	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	Sample Site	VSMOW	Code	SMOW	Code	TE	Code	Err.	Code	MW	STAB	STAB	MW	MW	STAB	STAB	Exzess	IAEA	ARC	Comments
Nr.		(‰)		(‰)		(TE)		(TE)			(‰)	(‰)	(%)	(‰)	(TE)	(TE)	(%)	(‰)		
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,72	16			14,6	16													GZÜV-Datenbank
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,73	16			15,1	16													GZÜV-Datenbank
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,66	16			15,7	16													GZÜV-Datenbank
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,59	16			12,8	16													GZÜV-Datenbank
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,95	16			7,7	16	0,4	16										142602	
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-9,01	16	-63,4	16	7,5	16	0,4	16								8,7		142603	
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,99	16			8,1	16	0,4	16										144777	
61036032	St. Veit am VogauUnteres Murtal	-8,91	16			8,7	16	0,4	16	-8,82		-1,85	-63,4	8,00			6,6		144778	
61707012	Feistritz bei AngerGrazer Bergland östl. Mur	-9,02	16			11,5	16	0,5	16										142604	
61707012	Feistritz bei AngerGrazer Bergland östl. Mur	-9,05	16	-63,4	16	11,3	16	0,5	16								9,0		142605	
61707012	Feistritz bei AngerGrazer Bergland östl. Mur	-8,98	16			12,0	16	0,5	16										144779	
61707012	Feistritz bei AngerGrazer Bergland östl. Mur	-9,02	16			12,0	16	0,5	16	-9,02		-0,32	-63,4	11,70			3,0		144780	

Code: 1 Labor der Isotope Hydrology Section, Intern. Atomic Energy Agency (IAEA); Code 16: Austrian Research Centers (ARC);

MW = Mittelwert; STAB = Standardabweichung

9.6 Mittlere Verweilzeiten Modellalter Marchfeld

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	3H/3He Piston- Flow	Trans- port- modell	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1		D/vx = 0,15		D/vx = 0,30				ETA = 1,05					
	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
30800022	11	0,2252	14	0,1993	13	0,1776	16	0,4886	14	0,3316	EM 5,5	9 - 14,0	EM 11	Dt. Wagram
	67	0,1583	70	1,0673										8,9+0,4TE 16 Mess(1995)
30800032	17	0,1741	20	0,2069	20	0,1891	9	1,1819			EM 2,5		EM 17	Dt Wagram
	50	0,1653	75	0,1411	80	0,1607	26	0,9699						10,1;10,0;10,4;10,4 TE
30800052	29	0,8195	26	0,0948	36	0,077	29	0,467					DM 26	Parbasdorf
			64	0,0697	52	707								13,3;12,9;12,7;12,8 TE
30800192	(30)	0,9011	(26)	0,3845	(36)	0,4088	(27)	0,4572			EM 3,5			Markgrafneus.: jung.Wäss.!
			(64)	0,4595	(52)	0,421	(29)	0,2338			0,0727			14,4;13,3;11,9;11,8 TE
30800252	(28)	0,2619	(24)	0,2209	(26)	0,1584	(29)	0,9019				1,1 - 2,5		Glinzendorf: Russbwass.!
B1			(70)	0,1526	(66)	0,1262								11,6;11,9;11,9;11,6 TE
30800302	29	0,412	24	0,1311	29	0,1307	27	0,9739					EM 29	Franzensdorf
			68	0,1342	63	0,1232								12,1; 12,6;11,9;11,7 TE
30800342	6	0,8221	8	0,4781	8	0,6559	14	0,1318						Probsdorf, DonauWass.?
	119	0,147	94	0,1376	118	0,1387	19	0,1211					PM 19	5,9;6,6;6,3;6,3 TE
30800422	5	2,759	10	2,3901	5	2,6561	50	0,941			LPM 2-3			Weikendorf
	>50(380)	0,2246	>50(127)	0,2141	>50(180)	0,2179							EM >50	2,5;1,7;2,8;2,7 TE
30800462	15	0,079	19	0,1303	19	0,1017	<15(9)	1,0015					PM <15(9)	Gänserndorf
	54	0,0788	77	0,0853	84	0,0836	16	1,2919						9,9;10,2;9,8;9,6 TE
30800502	14	0,1303					26	0,467					PM 26	Untersiebenbrunn
														10,4 TE
30800512	28	1,3221	28	0,1709	45	0,4029	28	0,5537					PM 28	Lasseesee
			60	0,0774										14,0;14,0;13,9;13,8 TE
30800552	15	0,1671	19	0,1756	18	0,1617	9	1,0807	19	0,2180			EM 15	Haringsee
							26	0,6622						10,4;10,7;10,6;10,7 TE



Fortsetzung: Mittlere Verweilzeiten Modellalter Marchfeld

Messstellen	Exponential Modell	Sigma Abweichung	Dispersions Modell	Sigma Abweichung	Dispersions Modell	Sigma Abweichung	Piston Flow Modell	Sigma Abweichung	Linear Piston Flow Modell	Sigma Abweichung	$\delta^{18}\text{O}$ -Modell	3H/3He Piston-Flow	Transportmodell	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1		D/vx=0,15		D/vx=0,30				ETA=1,05					
	(Jahre)	Minimum	(Jahre)	Minimum	(Jahre)	Minimum	(Jahre)	Minimum	(Jahre)	Minimum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
30800572	9	0,1175	16	0,1298	13	0,1195	9	0,2951						Wagram a. Donau
	74	0,1145	83	0,0998	96	0,1071	25	0,1247					PM 25	8,4;8,3;8,7;8,3 TE
30800632														Zwerndorf
	>50(350)	0,5089											EM >50	2,3;2,3;1,3;06 TE
30800642														Oberweiden
	>50(540)	0,0196					>50(53)	1,298	>50(270)	0,0223			EM >50	2,0 TE
30800712	(28)	0,3301	(22)	0,3536	(26)	0,296	(9)	1,846						Witzelsdorf: Donauwass!
			(70)	0,3341	(68)	0,3124	(29)	0,8729						12,2;11,7;11,9;10,2 TE
30800732	(28)	1,3888	(28)	0,1716	(44)	0,4574	(28)	0,6689						Marchegg: Marchwass!
			(60)	0,1216										14,5;14,1;14,1;13,5 TE
30800772	6	0,4759	9	0,1226	7	0,3006	13	0,1903						Niederweiden
	105	0,088	91	0,0599	110	0,0724	22	0,2047					EM 22	7,1;6,8;6,9;7,0 TE
30800822	6	0,408	10	0,2012	7	0,3434	12	0,1828	12	0,1082		25 -		Lasse
EM29	100	0,1122	90	0,0841	110	0,1059	23	0,1428	80	0,1087		35,0	EM 23	6,9;7,1;7,3;7,1;6,8 TE
30801092	<15(13)	0,2865	15	0,7572	15	0,4683	16	0,9254	15	0,9940		6 - 9,0	EM <15(13)	Schönkirchen-Reyersdorf
EM16	40	0,0994	62	1,3895	68	0,4531								21,3(1995)10,6;10,3;9,7;10,3;9,7;9,9 TE
30801102	28	1,0252	26	0,2289	44	0,1227	28	0,7167					DM 26	Lasse
			62	0,0921										13,7;13,2;13,2;13,2 TE
31600012	(28)	0,3585	(22)	0,3373	(24)	0,339	(26)	1,3306			LPM 0,5			Großbeersdorf
			(70)	0,4047	(70)	0,3645					0,2404			12,0;12,3;10,5;10,3 TE
31600032	16	0,0695					26	1,2397					EM 16	Pillichsdorf
														11,2 TE
31600042					7	1,0629	6	0,8073						Bockfließ
	>50(150)	0,1241			>50(110)	0,0808							DM >50	5,3;5,3;5,5;5,6 TE
32400492	28	4,0833	43	1,6567	43	3,2056	37	0,5812	26	0,1370			PM 37	Gerasdorf
														19,3;19,6;18,7;18,7 TE

Fortsetzung: Mittlere Verweilzeiten Modellalter Marchfeld

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	3H/3He Piston- Flow	Trans- port- modell	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1		D/vx=0,15		D/vx=0,30				ETA=1,05					
	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
92100072	(15)	0,2369	(20)	0,2538	(19)	0,24	<15(5)	0,9128			EM 3,0		PM <15(5)	Großjedlersdorf
	(56)	0,2421	(78)	0,2450	(84)	0,2362	(25)	1,1217						10,3;8,9;9,6;9,6 TE
92200462	33	0,2522	23	0,3037	25	0,2787	17	0,8421	21	0,5776		10 -	DM 23	Neuessling
			70	0,3528	68	0,3344						15,0		12,0;10,9;11,7;12,0;12,2 TE
92200512	(28)	0,3165	(24)	0,3187	(26)	0,2844	(27)	1,0695				1,6 -		Lobau: Donauwass.!
			(70)	0,2489	(68)	0,2658						2,3		11,5;10,6;11,8;11,5 TE
92200542	<15(16)	0,3156	20	0,3633	20	0,3285	24	1,327					EM <15(16)	Donaustadt
	48	0,3004	80	0,5628	80	0,2955								9,6;9,6;10,4;10,6 TE
MF06,7	20	1,0941	20	0,4572	17	0,5275	19	1,7471	16	0,5838			DM 20	Mannsdorf
														25,8(1995);9,4;8,7 TE
MF55a	9	0,7272	11	1,0149	11	0,5926	6	1,1485	12	0,1075				Wien 22, Essling
							16	0,7072					PM 16	18,2(1995);7,2 TE
EM62	23	1,7311	19	0,5300	22	0,3344							DM 22	Aderklaa (1995)
														27,2(1995);10,0 TE
MF90,1	(9)	1,2777	(13)	1,8287	(12)	1,5542	(5)	1,8694	(11)	1,8574				Witzelsdorf: Donauwass.!
							(12)	2,0251						16,9 (1995);10,8;11,5 TE
MF98,21	<15(11)	0,3752	14	0,8757			16	1,4355					EM <15(11)	Wagram a.d. Donau
														20,9(1995);10,0;10,0 TE
MF13,1	(10)	1,0972	(13)	1,6141			(16)	1,9212	(12)	1,9680				Gr.Enzersd.: Donauwass.!
														18,7 (1995);11,0 TE
MF16b	21	1,3904	17	0,3263	19	0,6075	17	1,8332	16	0,9337			DM 17	Dt. Wagr., Stallinger Feld
														28,2 (1995); 9,6 TE
MF22A	21	0,5546	17	0,8297	19	0,2378	22	2,7347	16	1,4648			DM 19	Dt. Wagram, Sportplatz
														26,9 (1995); 11,3 TE



Fortsetzung: Mittlere Verweilzeiten Modellalter Marchfeld

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	$3\text{H}/3\text{He}$ Piston- Flow	Trans- port- modell	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1		D/vx=0,15		D/vx=0,30				ETA=1,05					
	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
MF30	23	1,7935	18	0,5614	22	0,4130	17	1,4665	16	2,0958			DM 22	Gr.Enzersdorf, Rutzendorf 29,7 (1995); 10,7 TE
MF112	15?	1,8143	16	2,8327	16	2,2190	-		15	3,0583			EM? 16	Leopoldsdorf 22,6 (1995); 13,8 TE
MF 126	16	0,082	16	0,8866	17	0,3917	22	2,7828	15	1,3080			EM 16	Neuhof 24,7 (1995);10,5;10.8 TE
MF131	(11)	1,5236	(13)	1,9249	(12)	1,5960	(16)	2,2301	(12)	2,2474				Lassees Bl.94,19: Donauwass.! 18,6 (1995); 11,6 TE
MF139	5	0,0506	8	0,2978	6	0,1207	5	0,3536	4	0,2754				Lassees, Loimersdorf Br.91,11 PM 13 13,5 (1995); 8,0 TE
MF146	9?	0,4236	12	0,8523	11	0,593	16	1,2841	12	1,1164			EM 9	Engelhartstetten (1995) 17,8 (1995); 9,4 TE
	75	0,2006												

EM: Exponential Modell; LPM: Linear Piston-Flow Modell

9.7 Mittlere Verweilzeiten Modellalter Parndorfer Platte

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Pis- ton Flow M.	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	3H/3He Piston- Flow	Trans- port- modell	Anmerkung
Nr.	ETA = 1		D/vx=0,15		D/vx=0,30				ETA=1,05					
	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
10002722	11	0,0853	16	0,0956	14	0,0837	9	0,2285	9	0,7538	DM 1,5-2	16	DM 16	Mönchhof
	74	0,0989	84	0,0816	97	0,149	16	0,443	18	0,1628	0,2116			8,1;7,7;7,9;8,0;7,1;7,4 TE
10002762	27	0,3324	22	0,3107	24	0,3198	27	0,6176	21	0,2699	LPM 1-1,5		EM 27	Parndorf
			72	0,3623	73	0,3399	29	0,6182	47	0,3492	0,0900			11,7;10,0;9,7;9,9 TE
10002842	16	0,1234	19	0,1473	19	0,1466	10	0,5624	20	0,1306	EM 1-2	7,0	EM 16	Neudorf
	54	0,1506	78	0,1722	86	0,1614	25	0,8331	52	0,1786	0,2039			9,8;8,9;8,9;8,8;4,1?;8,8 TE
10002852	17	0,1502	20	0,1402	19	0,1496	10	0,5523	20	0,1934		11,9	EM 17	Weiden a. See
	50	0,0915	77	0,082	82	0,0841	17	0,778	51	0,1105				9,4;9,4;9,6;9,3;7,9;8,8 TE
10002872												--		Halbturn: Mischung mit H-3-freiem Wasser?
	>50(360)	0,313	>50(127)	0,3144	>50(179)	0,3137	15	1,4774	>50(196)	0,3130			EM > 50	2,0;3,1;1,9;2,1;2,2 TE
10002882			(6)	1,5505	(6)	1,5505	(20)	0,9324				6,9		Nickelsdorf: Mischung mit H-3-freiem Wasser?
	>50(244)	0,1868	>50(116)	0,1706	>50(157)	0,174	(18)	0,9324	>50(141)	0,1867			EM > 50	3,1;2,9;3,7;3,6;2,7;2,8 TE

DM: Dispersions Modell; EM: Exponential Modell

9.8 Mittlere Verweilzeiten Modellalter Traun-Enns-Platte

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Piston Flow M.	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	3H/3He Piston- Flow	Transport- modell	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1 (Jahre)	Mini- mum	D/vx=0,15 (Jahre)	Mini- mum	D/vx=0,30 (Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	ETA=1,05 (Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	
40101092	16	0,31											EM 16	Linz
	58	0,32												10,9;10,5;9,5;11,1 TE
40907022	<15(12)	0,31									LPM:1-2,5		EM <15	Kremsmünster
	74	0,29									0.2530			8,6;9,9;9,3;9,3 TE
40912042	<15(9)	0,1133	14	0,1415	12	0,1192	9	0,1258	7	0,5271			EM <15	Pettenbach
	89	0,1129	88	0,1172	102	0,3399			68	0,1132				8,7;8,2;8,1;8,5 TE
40912052	<15(11)	0,18									DM: 1-2		EM <15	Pettenbach
	81	0,14									0.3404			9,2;9,4;8,7;8,4 TE
40922012	<15(12)	0,1359					10	0,401				10,1	EM 12	Wartenberg a. Krems
	76	0,1153					25	0,5177						9,4;9,1;9,3;9,6;8,7;8,9 TE
41002052	20	0,1027					26	0,7943				6	EM 20	Anselden
	46	0,1213												12,0;11,9;11,6;11,4;10,2;10,5 TE
41005062	30	6,4737	43	3,4604	44	5,2953	31	2,393	23	1,3922			PM 31	Enns
														26,3;26,0;24,3;23,8 TE
41008032	29	2,04					33	0,2294	36	0,2452		4,1	PM 33	Hofkirchen
	-	-												16,6;16,7;15,9;15,9;14,2 TE
41014012	<15(12)	0,21									LPM:0,5-1,5		EM <15	Neuhofen an der Krems
	73	0,21									0.2609			10,1;9,2;9,3;8,7 TE
41020022	18	0,23					10	1,1389	20	0,2676			EM 18	St. Marien, Weichstetten
	48	0,21					23	0,7708	52	0,1890				10,7;11,3;11,2;10,1;11,1 TE
41513012	22 ?	0,36									LPM: 1-2		EM 22	Rohr im Kremstal
	39	0,36									0.3229			13,0;11,2;12,3;10,8 TE
41521042	<15(13)	0,29											EM <15	Wolfen
	65	0,28												10,5;10,4;9,0;9,8 TE
41817012	<15(13)	0,35											EM <15	Sattledt
	68	0,35												10,4;8,9;10,0 TE
41821022	<15(11)	0,19											EM <15	Steinerkirchen an der Traun
	78	0,13												9,0;9,3;9,2;8,7 TE
41823022	29	0,55					29	0,9691	21	0,4732		7,7	EM 29	Thalheim b. Wels
	-	-							46	0,3025				13,5;13,9;12,7;12,7;11,2; 11,8 TE
41824022	<15(14)	0,31									LPM: 1-3		EM <15	Weißkirchen an der Traun
	63	0,31									0.3229			10,0;10,7;9,2;10,1 TE

EM: Exponential Modell; PM: Piston-Flow Modell nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996)

9.9 Mittlere Verweilzeiten Modellalter östliche Steiermark

Mess- stellen	Parameter	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Pis- ton Flow Mo- dell	Sigma Abwei- chung	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1			D/vx=0,15		D/vx=0,30				ETA=1,05		Mittelwert
	(Jahre)	Mini- mum		(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	(Jahre)	Mini- mum	rel. Standardabw.
61030032	$\delta^{18}\text{O}$	6,5	0,1351	6,5	0,117	6,5	0,1185	4,5	0,7352	4,8	0,137	Stiendl / St. Andrä i. Sausal
												- 9,46 +- 3,0%
61033012	$\delta^{18}\text{O}$	5	0,0916	4,5	0,0497	4,7	0,0637	4,5	0,6356	4,2	0,0599	Grasch / Nikolai i. Sausal
												- 9,74 +- 2,8%
61036032	$\delta^{18}\text{O}$	9,5	0,1046	10,8	0,1696	10	0,1103	8,7	0,7296	10,3	0,2103	Pusnik: - 8,82 +- 1,9%
61036032	^3H	5	1,0835	9	0,8553	7	1,0804	14	0,2663	9	0,6621	Pusnik: 8,0 +- 6,6%
61036032	^3H	(133)	0,3397	(88)	1,1064	(113)	0,6901	(49)	3,6609	(86)	0,3835	St. Veit a. Vogau
61707012	$\delta^{18}\text{O}$	11	0,0334	15,3	0,0209	12,7	0,0179	6,7	0,541	15,2	0,0557	Torbauern: - 9,02 +- 0,3%
61707012	^3H	6	0,2696	7	0,1854	9	0,2127	7	0,2079	6	0,2462	Torbauern: 11,7 +- 3,0%
61707012	^3H	(7)	0,2747	(87)	0,1859	(103)	0,2168	(50)	1,2408	(65)	0,2268	Angern

DM: Dispersions Modell; EM: Exponential Modell; LPM: Linear Piston-Flow Modell; PM: Piston-Flow Modell nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996)

Tritium Inputdaten ANIP-Station Graz Nr. 60000017 (ANIP 2007)

9.10 Vergleich Mittlere Verweilzeiten Tritium Modellalter und Tritium/Helium Modellalter

Mess- stellen	Expo- nential Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Disper- sions Modell	Sigma Abwei- chung	Piston Flow Modell	Sigma Abwei- chung	Linear Piston Flow M.	Sigma Abwei- chung	$\delta^{18}\text{O}$ - Modell	3H/3He Piston- Flow	Trans- port- modell	Mittlerer Abstich	Anmerkungen
Nr.	ETA = 1 (Jahre) Minimum		D/vx=0,15 (Jahre) Minimum		D/vx=0,30 (Jahre) Minimum		ETA=1,05 (Jahre) Minimum		ETA=1,05 (Jahre) Minimum		(Jahre)	(Jahre)	(Jahre)	(m)	
30800022	11	0,2252	14	0,1993	13	0,1776	16	0,4886	14	0,3316		9,0	EM 11	5,7	Marchfeld, Dt. Wagram
EM71	67	0,1583	70	1,0673								14,0			8,9+0,4TE 16 Mess(1995)
30800252	(28)	0,2619	(24)	0,2209	(26)	0,1584	(29)	0,9019				1,1-2,5		5,4	Glinzendorf: Russbwass.!
B1			(70)	0,1526	(66)	0,1262									11,6;11,9;11,9;11,6 TE
30800822	6	0,408	10	0,2012	7	0,3434	12	0,1828	12	0,1082		25 - 35	PM 23	3,9	Marchfeld, Lassee
EM29	100	0,1122	90	0,0841	110	0,1059	23	0,1428	80	0,1087					6,9;7,1;7,3;7,1;6,8 TE
30801092	13	0,2865	15	0,7572	15	0,4683	16	0,9254	15	0,9940		6 - 9	EM 13	10,8	Schönkirchen-Reyersdorf
EM16	40	0,0994	62	1,3895	68	0,4531									21,3(1995)10,6;10,3;9,7;10,3;9,7;9,9 TE
92200462	33	0,2522	23	0,3037	25	0,2787	17	0,8421	21	0,5776		10 - 15	DM 23	5,7	Marchfeld: Neuessling
			70	0,3528	68	0,3344									12,0;10,9;11,7;12,0;12,2 TE
92200512	(28)	0,3165	(24)	0,3187	(26)	0,2844	(27)	1,0695				1,6 - 2,3		5,2	MF: Lobau: Donauwass.!
			(70)	0,2489	(68)	0,2658									11,5;10,6;11,8;11,5 TE
10002722	11	0,0853	16	0,0956	14	0,0837	9	0,2285	9	0,7538	DM 1,5	16,0	DM 16	5,7	Parndorfer-P.: Mönchhof
	74	0,0989	84	0,0816	97	0,149	16	0,443	18	0,1628	0,2116				8,1;7,7;7,9;8,0;7,1;7,4 TE
10002842	16	0,1234	19	0,1473	19	0,1466	10	0,5624	20	0,1306	EM 2,0	7,0	EM 16	5,8	Parndorfer-P.: Neudorf
	54	0,1506	78	0,1722	86	0,1614	25	0,8331	52	0,1786	0,1835				9,8;8,9;8,9;8,8;4,1;7,8 TE
10002852	17	0,1502	20	0,1402	19	0,1496	10	0,5523	20	0,1934	EM 2,4	11,9	EM 17	3,9	Parnd.-P.: Weiden a. See
	50	0,0915	77	0,082	82	0,0841	17	0,778	51	0,1105	0,0792				9,4;9,4;9,6;9,3;7,9;8,8 TE
10002872												--	>50	10,2	PP: Halbturm: Mischung mit H-3-freiem Wasser?
	>50(360)	0,313	>50(127)	0,3144	>50(179)	0,3137	15	1,4774	>50(196)	0,3130					2,0;3,1;1,9;2,1;2,2 TE
10002882			(6)	1,5505	(6)	1,5505	(20)	0,9324				6,9	>50	11,4	Nickelsdorf: Mischung mit H-3-freiem Wasser?
	>50(244)	0,1868	>50(116)	0,1706	>50(157)	0,174	(18)	0,9324	>50(141)	0,1867					3,1;2,9;3,7;3,6;2,7;2,8 TE
40922012	12	0,1359					10	0,401				10,1	EM 10	5,0	Traun-Enns-P.: Wartenberg
	76	0,1153					25	0,5177							9,4;9,1;9,3;9,6;8,7;8,9 TE
41002052	20	0,1027					26	0,7943				6,0	EM 20	28,0	Traun-Enns-P.: Ansfelden
	46	0,1213													12,0;11,9;11,6;11,4;10,2TE
41008032	29	2,04					33	0,2294	36	0,2452		4,1	PM 30	20,0	Traun-Enns-P.: Hofkirchen
	-	-													16,6;16,7;15,9;15,9;14,2TE
41020022	(18)	0,23					(10)	1,1389	(20)	0,2676		--	--	3,5	Traun-Enns-P.: St. Marien
	(48)	0,21					(23)	0,7708	(52)	0,1890					10,7;11,3;11,2;10,1;11,1 TE
41823022	29	0,55					29	0,9691	21	0,4732		7,7	EM 29	38,0	Traun-EP: Thalheim b. Wels
	-	-							46	0,3025					13,5;13,9;12,7;12,7;11,2;11,8 TE

DM: Dispersions Modell; EM: Exponential Modell; PM: Piston-Flow Modell nach MALOSZEWSKI & ZUBER (1996)

Fortsetzung CFC- und Edelgasdaten des Grundwasserkörper Marchfeld

GZÜV Nr.	Probenahme-	Wass.	LF	O ₂	³ H	CFC11	CFC12	CFC113	3He/4He	He	He	²⁰ Ne/ ²² Ne	Ne	Ne	tritiogenes	³ H/ ³ He	Lab. Nr.	Bemerkungen
WGEV Nr.	datum	Temp.	(20°)								Fehler			Fehler	Helium	Alter	IAEA	Comments
Nr.	Sample Date	(° C)	(µS/cm)	(mg/l)	(TE)	(pMol/kg)	(pMol/kg)	(pMol/kg)		(cm ³ STP/g)	(cm ³ STP/g)		(cm ³ STP/g)	(cm ³ STP/g)	(TE)	(Jahre)		
EM4, 7m	14.11.2005	11,8	910	8,6	8,99	4,717348	3,851442	0,456747	1,562E-06	5,595E-08			2,3704E-07				29	
EM4, 7m	14.11.2005	11,8	910	8,6	8,3												45990	
EM4, 10m	14.11.2005	11,7	916	8,3	9,09	4,654731	3,613496	0,473379	1,561E-06	5,709E-08			2,4248E-07				30	
EM4, 10m	14.11.2005	11,7	916	8,3	8,7												45991	
EM4, 15m	14.11.2005	11,6	925	8,5	9,68	4,488053	3,292675	0,48634	1,582E-06	5,634E-08			2,3769E-07				31	
EM4, 15m	14.11.2005	11,6	925	8,5	8,1												45992	
EM4, 20m	14.11.2005	11,6	918	8,2	8,53	4,709958	3,360883	0,479975	1,631E-06	5,645E-08			2,3839E-07				32	
EM4, 20m	14.11.2005	11,6	918	8,2	8,6												45993	
EM58, 7m	14.11.2005	12,7	827	8,2	9,99	3,749412	4,223412	0,394873									37	
EM58, 7m	14.11.2005	12,7	827	8,2	9,7												45994	
EM58, 10m	14.11.2005	13,0	822	7,5	9,71	3,246225	4,694799	0,349429	1,404E-06	5,429E-08			2,2958E-07				38	
EM58, 10m	14.11.2005	13,0	822	7,5	10,2												45995	
EM58, 15m	14.11.2005	12,2	904	8,1	8,75	3,968187	3,368769	0,413917	1,506E-06	5,374E-08			2,2795E-07				39	
EM58, 15m	14.11.2005	12,2	904	8,1	9,3												45996	
EM58, 20m	14.11.2005	12,1	912	8,0	8,69	4,145265	3,296231	0,4181	1,525E-06	5,414E-08			2,2871E-07				40	
EM58, 20m	14.11.2005	12,1	912	8,0	8,5												45997	
EM71, 7m	14.11.2005	11,8	905	8,9	8,97	5,449083	3,119431	0,635019	1,539E-06	5,599E-08			2,3743E-07				33	
EM71, 7m	14.11.2005	11,8	905	8,9													45998	
EM71, 7m	17.04.2007	11,2	947	9,0	7,96	11,5217	2,50838	0,35828									50891	8:15h Packer
EM71, 10m	14.11.2005	11,5	952	8,5	8,88	4,662589	3,091367	0,479584	1,577E-06	5,649E-08			2,3863E-07				34	Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM71, 10m	14.11.2005	11,5	952	8,5													45999	Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM71, 10m	14.11.2005	11,5	952	8,5	8,20													Gl. Dat. Unt.Flaschen
EM71, 10m	17.04.2007	11,9	961	8,3	8,41	7,71742	3,00125	0,48774									50892	9:35h Packer
EM71, 15m	14.11.2005	11,2	906	8,9	9,45	4,729958	3,161447	0,484073	1,686E-06	5,712E-08			2,4115E-07				35	
EM71, 15m	14.11.2005	11,2	906	8,9													46000	
EM71, 15m	17.04.2007	11,5	949	8,5	8,01	8,3607	3,22	0,49028									50893	9:35h Packer
EM71, 20m	14.11.2005	11,1	892	8,8	8,96	4,799625	3,187773	0,48837	1,713E-06	5,644E-08			2,3711E-07				36	
EM71, 20m	14.11.2005	11,1	892	8,8													46001	
EM71, 20m	12.04.2007	11,6	936	9,5	8,02	8,05443	3,43	0,53175									50894	10:40h Packer
EM71, 6m	12.04.2007	10,61	1,03	8,5	7,96				1,611E-06	5,31E-08	2,375E-12	9,79871	2,2576E-07	8,656E-10	5,4261459	9,2	50868	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 8m	12.04.2007	10,68	1,03	8,4	7,96				1,597E-06	5,348E-08	1,688E-11	9,787608	2,3492E-07	1,341E-09	3,9804902	7,2	50869	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 10m	12.04.2007	10,83	1,03	8,3	7,96				1,67E-06	5,43E-08	2,673E-10	9,79983	2,287E-07	6,52E-10	6,9923934	11,2	50870	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 12m	12.04.2007	10,85	1,03	8,3	7,96				1,667E-06	5,424E-08	7,796E-11	9,794566	2,2992E-07	7,601E-10	6,7152048	10,9	50871	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 14m	12.04.2007	10,79	1,01	8,2	7,96				1,793E-06	5,237E-08	1,538E-10	9,800051	2,2302E-07	8,706E-10	9,2155676	13,7	50872	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 16m	12.04.2007	10,78	1,01	8,1	7,96				1,789E-06	5,402E-08	1,07E-09	9,807929	2,3218E-07	5,762E-11	8,8895839	13,3	50873	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 18m	12.04.2007	10,76	1,01	8,1	7,96				1,766E-06	5,507E-08	5,288E-10	9,799886	2,3207E-07	3,85E-10	9,1067946	13,6	50874	17:00hDiffusion Sampler
EM71, 20m	12.04.2007	10,74	0,99	8	7,96				1,814E-06	5,523E-08	1,986E-10	9,806141	2,3565E-07	1,365E-10	9,7436368	14,2	50875	17:00hDiffusion Sampler
EM72 27m	18.04.2007	11,7	967	8,5	9,06	8,47833	3,2338	0,48008									50895	10:50h Packer
EM73 23m	18.04.2007	11,8	966	8,4	8,03	8,06352	3,12892	0,54264									50896	11:40h Packer
EM74 19m	18.04.2007	11,8	970	8,8	7,91	7,3185	2,81428	0,4745									50897	11:20h Packer
EM75 14m	18.04.2007	11,9	738	8,7	8,14	10,6722	2,35106	0,39906									50898	10:20h Packer

Fortsetzung CFC- und Edelgasdaten des Grundwasserkörper Marchfeld

GZÜV Nr.	Probenahme-	Wass.	LF	O ₂	³ H	CFC11	CFC12	CFC113	3He/4He	He	He	²⁰ Ne/ ²² Ne	Ne	Ne	tritiogenes	³ H/ ³ He	Lab. Nr.	Bemerkungen	
WGEV Nr.	datum	Temp.	(20°)								Fehler			Fehler	Helium	Alter	IAEA	Comments	
Nr.	Sample Date	(° C)	(µS/cm)	(mg/l)	(TE)	(pMol/kg)	(pMol/kg)	(pMol/kg)		(cm ³ STP/g)	(cm ³ STP/g)		(cm ³ STP/g)	(cm ³ STP/g)	(TE)	(Jahre)			
30801092 12 m	18.04.2007	11,8	1129	8,1	9,7	7,30114	6,32052	0,51976	1,473E-06	4,995E-08	4,973E-11	9,76421	2,1846E-07	1,42E-09	1,82578	3,1	50887	13:00h Packer	
30801092 14 m	18.04.2007	11,7	1033	9,2	10,3	7,106221	7,29091	0,5166									50884	13:50h Packer	
30801092 16 m	18.04.2007	11,8	1025	9,3	9,7	6,68645	7,4646	0,5047	1,816E-06	5,571E-08	1,712E-10	9,774472	2,3618E-07	1,061E-09	10,056885	12,6	50885	14:30h Packer	
30801092 20 m	18.04.2007	11,7	1079	9,6	9,9	8,96657	3,86724	0,38664	1,833E-06	5,768E-08	1,374E-09	9,770246	2,4801E-07	3,122E-09	10,033904	12,4	50886	15:10h Packer	
30801092 11,5 m	11.04.2007	11,27	1,2	8,4	10,3				1,547E-06	4,944E-08	3,437E-10	9,812977	2,12E-07	6,315E-10	3,9614882	10,28	50851	18:00hDiffusion Sampler	
30801092 13 m	11.04.2007	11,13	1,2	8,4	10,3				1,548E-06	4,933E-08	9,813E-11	9,796962	2,135E-07	1,12E-09	3,6973715	10,28	50852	18:00hDiffusion Sampler	
30801092 14 m	11.04.2007	11,11	1,2	8,3	10,3				1,572E-06	5,015E-08	1,896E-12	9,800355	2,1623E-07	2,184E-10	4,248536	10,28	50853	18:00hDiffusion Sampler	
30801092 16 m	11.04.2007	11,02	1,2	7,9	9,7				1,621E-06	4,988E-08	5,951E-10	9,802172	2,1443E-07	8,168E-10	5,3558368	9,7	50854	18:00hDiffusion Sampler	
30801092 18 m	11.04.2007	10,93	1,2	7,9	9,91				1,662E-06	5,104E-08	3,449E-11	9,806383	2,2011E-07	1,346E-09	6,0561854	9,91	50855	18:00hDiffusion Sampler	
30801092 20 m	11.04.2007	10,89	1,2	8	9,91				1,652E-06	5,09E-08	4,826E-10	9,804264	2,204E-07	1,283E-09	5,7274408	9,91	50856	18:00hDiffusion Sampler	
EM47	04.10.2005	11,3	845	2,2	10,55	30	7,104131	0,333202	1,491E-06	5,454E-08			2,3148E-07				28		
EM56 oben	04.10.2005	12,1	955	7,7	9,51	3,692641	2,245626	0,388632	1,431E-06	4,962E-08			2,1174E-07				21		
EM56 unten	04.10.2005	12,1	955	7,7		4,329712	2,729509	0,472376	1,522E-06	7,942E-08			3,1541E-07				22		
EM63 oben	04.10.2005	11,3	1035	4,5	10,76	30	20,92636	1,832071	2,309E-06	5,59E-08			2,3705E-07				27		
EM63 unten	04.10.2005	11,3	1035	4,5	10,87	30	21	1,419294	2,414E-06	5,555E-08			2,3509E-07				26		
11C	04.10.2005	12,9	1545	0,2	17,12	60	120	10										24	
Marchfeld: Oberflächen- gewässer																			
Marchfeldkanal b. 11c	04.10.2005				11,35	5,645633	2,679624	0,359206									25	aus Geoland	
Marchfeldkanal nahe EM58	14.11.2005			8,0		5,534774	2,348657	0,359206									41	Pos. aus Geoland	

CFC-Analytik: L.F. Han (IAEA); Edelgasanalytik: A. Suckow (IAEA)





Bis zum Jahr 2015 muss gemäß Zielen der Wasserrahmenrichtlinie ein guter Zustand für Grundwasser in quantitativer und qualitativer Hinsicht erreicht werden. Als Indikator, wie wirksam Maßnahmen gegen Grundwasserbelastungen sind, kann die mittlere Verweilzeit (MVZ) des Grundwassers herangezogen werden.

Ziel des Pilotprojekts ist ein statistisch flächenhafter Überblick über die MVZ im obersten genutzten Grundwasserstockwerk. Dafür wurden Grundwasserproben an Messstellen im Marchfeld, auf der Parndorfer Platte, auf der Traun Enns Platte und an vier Quellen in der Steiermark gezogen, bis zu vier verschiedene Methoden der MVZ-Bestimmung angewendet.

Die Ergebnisse zeigen, dass die MVZ meist länger als 10 bis 15 Jahre ist. Aktuelle Maßnahmen zur Minderung der Grundwasserbelastung können daher in diesen Grundwasserkörpern erst nach 2015 messbar werden.