

# Energie Steiermark AG - Murkraftwerk Graz -

## UVE-Erklärung - Fachbereich

### Hydrogeologie/Grundwasser - Gutachten

## **1 Inhaltsverzeichnis**

1	Inhaltsverzeichnis .....	1
2	Fachbefund .....	8
2.1	Einleitung .....	8
2.2	AUFGABENSTELLUNG .....	8
2.3	PROJEKTBSCHREIBUNG .....	9
2.4	METHODIK (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM) .....	11
2.4.1	Untersuchungsraum .....	11
2.4.1.1	Kernzone .....	12
2.4.1.2	Erweiterter Untersuchungsraum .....	12
2.4.2	Normative Grundlagen .....	12
2.4.3	Untersuchungsmethodik .....	13
2.5	IST-ZUSTAND .....	16
2.5.1	Geologische Randbedingungen (JOANNEUM RESEARCH) .....	16
2.5.1.1	Modellgrenze im Westen .....	16
2.5.1.1.1	Verkarstete bzw. verkarstungsfähige Kalke: .....	16
2.5.1.1.2	Klüftige paläozoische Gesteine: .....	17
2.5.1.1.3	Paläozoische Festgesteine, feinklüftig bis wasserstauend: .....	17
2.5.1.1.4	Eggenberger Brekzie und feinklastische neogene Lockersedimente: .....	17

2.5.1.1.5	Kaiserwaldterrasse und Flur von Weitendorf - Windorf:.....	17
2.5.1.2	Modellgrenze im Osten .....	19
2.5.1.2.1	Sandig, kiesig dominierte Abfolge (Pannon C):.....	19
2.5.1.2.2	Schluffig- sandig dominierte Abfolge (Obersarmat bis Baden):.....	19
2.5.1.2.3	Kalke des Baden: .....	20
2.5.1.3	Quartäre Lockersedimente.....	20
2.5.1.3.1	Feinsande der Austufe: .....	21
2.5.1.3.2	Überlagerung der Würmschotter:.....	21
2.5.2	Für das Projekt relevante Daten und Untersuchungen (JOANNEUM RESEARCH) .....	21
2.5.2.1	Großräumige Untersuchungen.....	21
2.5.2.2	Bestehende Messstellennetze .....	23
2.5.3	Erhebung bestehender Wasserrechte und Nutzungen (GEOTEAM).....	23
2.5.3.1	Gebietsabgrenzung.....	23
2.5.3.2	Datengrundlage.....	24
2.5.3.3	Verwaltung der Wasserrechte.....	24
2.5.3.4	Zusammenfassende Darstellung der Wasserrechte.....	24
2.5.4	Bestehende zentrale Trinkwasserversorgungsanlagen, Schutz- und Schongebiete (JOANNEUM RESEARCH) .....	25
2.5.5	Erweiterung des Beobachtungsnetzes (GEOTEAM) .....	26
2.5.5.1	Bestandsbohrungen .....	26
2.5.5.2	Bohrkampagne 2009 .....	27
2.5.5.2.1	Festlegung der Bohrpunkte.....	27
2.5.5.2.2	Durchführung .....	27
2.5.5.2.3	Bohrkernaufnahme und Darstellung der Daten.....	28
2.5.5.3	Ergebnisse.....	28
2.5.5.3.1	Geologie .....	28
2.5.5.3.2	Hydrogeologie .....	31
2.5.6	Monitoring der Grundwasserstände (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM) .....	32

2.5.7	Morphologie und Ausprägung des präquartären Untergrundes (JOANNEUM RESEARCH).....	33
2.5.7.1	Definition Grundwasserstauer .....	33
2.5.7.2	Bohrdatenbank Grazer Feld .....	33
2.5.7.3	Qualität der Bohrdaten .....	34
2.5.7.4	Lithologie .....	35
2.5.7.4.1	Neogen: .....	35
2.5.7.4.2	Paläozoikum: .....	35
2.5.7.4.3	Morphologie.....	36
2.5.8	Grundwasserströmung und –dynamik (JOANNEUM RESEARCH).....	38
2.5.8.1	Kalibrierung eines instationären Modells der Grundwasserströmung.....	38
2.5.8.1.1	Hydrogeologisches Konzeptmodell, Modellgrundlagen und Programmsystem.	38
2.5.8.1.2	Modellierung der randlichen Oberflächenzuflüsse.....	41
2.5.8.1.3	Randliche Hang- und Grundwasserzuflüsse .....	43
2.5.8.1.4	Niederschlag, Verdunstung und Grundwasserneubildung .....	44
2.5.8.1.5	Grundwasserentnahmen.....	46
2.5.8.1.6	Vorflutbeziehung.....	47
2.5.8.1.7	Instationäre Modellkalibrierung.....	47
2.5.8.2	Aquiferdurchlässigkeiten.....	48
2.5.8.3	Einfluss der Murregulierung und langjährige Tendenzen des Grundwasserspiegels	48
2.5.8.4	Grundwasserströmungsverhältnisse im derzeitigen Istzustand .....	51
2.5.8.5	Grundwasserströmungsverhältnisse im rechtlichen Istzustand (Betrieb der beiden Wasserkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf) .....	52
2.5.8.5.1	Grundwasserströmungsverhältnisse und Flurabstände des Grundwasserspiegels	52
2.5.8.5.2	Dynamik des Grundwasserspiegels.....	53
2.5.8.5.3	Aquifermächtigkeit.....	54
2.5.9	Grundwasserqualität (JOANNEUM RESEARCH).....	55

2.5.9.1	Bestehende Messnetze und Qualitätsmonitoring im Rahmen des Projektes.....	55
2.5.9.2	Istzustand der Grundwasserqualität .....	57
2.5.9.2.1	Beurteilung der allgemeinen Grundwasserqualität .....	58
2.5.9.2.2	Altstandortrelevante Schadstoffe .....	62
2.5.9.3	Charakterisierung des Mureinflusses mit Hilfe stabiler Umweltisotope .....	69
2.5.9.4	Thermische Situation des Grundwassers .....	69
2.5.9.5	Zusammenfassung.....	71
2.5.9.5.1	Nicht altstandortspezifische Kontaminationen:.....	71
2.5.9.5.2	Altstandortspezifische Kontaminationen:.....	71
2.5.9.5.3	Thermische Belastung: .....	71
2.5.10	Zusammenfassende Wertung und Sensibilität des Istzustandes (JOANNEUM RESEARCH).....	72
2.5.10.1	Hydrogeologischer Istzustand .....	72
2.5.10.2	Sensibilität des Istzustandes des Schutzguts Grundwasser .....	73
2.5.10.3	Absehbare Entwicklungen .....	74
2.6	PROJEKTAUSWIRKUNGEN .....	74
2.6.1	Auswirkungen in der Bauphase (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM).....	74
2.6.1.1	Auswirkungen ohne Verbesserungsmaßnahmen .....	74
2.6.1.2	Beschreibung von Maßnahmen zur Verbesserung und Verminderung der Auswirkungen.....	74
2.6.1.3	Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen .....	75
2.6.1.4	Bewertung der Umweltverträglichkeit in der Bauphase.....	81
2.6.2	Projektauswirkungen in der Betriebsphase .....	82
2.6.2.1	Auswirkungen ohne Verbesserungsmaßnahmen (JOANNEUM RESEARCH) .....	82
2.6.2.2	Beschreibung von Maßnahmen zur Verbesserung und Verminderung der Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH) .....	83
2.6.2.2.1	Maßnahmen im Stauraum .....	83
2.6.2.2.2	Maßnahmen im Unterwasser.....	85

2.6.2.3	Zur Frage der Kolmatierung von Stauräumen (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)	86
2.6.2.4	Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen .....	88
2.6.2.4.1	Quantitative Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH) .....	88
2.6.2.4.2	Qualitative Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH).....	92
2.6.2.4.3	Auswirkungen auf Grundwasserentnahmen (GEOTEAM).....	96
2.6.2.4.4	Auswirkungen auf absehbare Entwicklungen (JOANNEUM RESEARCH).....	102
2.6.2.5	Bewertung der Umweltverträglichkeit in der Betriebsphase (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)).....	103
2.6.3	Projektauswirkungen im Störfall (JOANNEUM RESEARCH).....	104
2.6.3.1	Ölaustritt.....	105
2.6.3.2	Stromausfall.....	105
2.6.3.3	Brandfall .....	106
2.6.4	Auswirkungen alternativer Lösungen und bei Unterbleiben des Vorhabens (JOANNEUM RESEARCH) .....	106
2.6.4.1	Auswirkungen bei Unterbleiben des Vorhabens (Null-Variante).....	106
2.6.4.2	Auswirkungen von Standortvarianten.....	107
2.6.5	Gesamtbewertung der Umweltverträglichkeit (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)	107
2.7	MASSNAHMEN (JOANNEUM RESEARCH).....	108
2.7.1	Maßnahmen im Stauraum.....	108
2.7.1.1	Untergrundabdichtungen.....	108
2.7.1.2	Begleitdrainagen.....	108
2.7.1.3	Aufstau .....	109
2.7.1.4	Wendepiegelregelung .....	109
2.7.2	Maßnahmen im Unterwasser.....	110
2.7.2.1	Unterwassereintiefung.....	110
2.7.2.2	Au-Biotop Rudersdorf.....	110
2.7.2.3	Fischmigrationshilfe .....	110
2.7.3	BEWEISSICHERUNG (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM) .....	111

2.7.3.1	Weitere Beobachtung des Istzustands .....	111
2.7.3.2	Beobachtung in der Bau- und Betriebsphase .....	111
2.7.3.3	Beobachtung im Störfall .....	112
2.8	SCHWIERIGKEITEN (JOANNEUM RESEARCH) .....	113
2.9	Der Nachbesserung (Juni 2011) ist zu den Fragen des h.a hydrogeologischen ASV folgendes zu entnehmen: .....	114
2.9.1	AUFGABENSTELLUNG .....	114
2.9.2	NACHBESSERUNG .....	115
2.9.2.1	Kartendarstellungen 12-26 .....	115
2.9.2.2	Längs- und Querprofile .....	115
2.9.2.3	Einfluss auf thermische Nutzungen .....	115
2.9.2.3.1	Einleitung .....	115
2.9.2.3.2	Modellansatz .....	115
2.9.2.3.3	Gebiet und bearbeitete Wärmenutzungen .....	117
2.9.2.4	Mögliche Beeinflussung aus Altablagerungen und –standorten .....	119
2.9.2.5	Veränderungen der Qualität des Grundwasserkörpers .....	122
3	Gutachten im engeren Sinn .....	123
3.1	Gutachten nach UVP-G .....	123
3.1.1	Grundsätzliche Feststellungen .....	123
3.1.1.1	Abgrenzung des Beurteilungsumfanges .....	123
3.1.1.2	Beurteilung der Projektunterlagen .....	124
3.1.1.3	Sonstige Anmerkungen .....	126
3.1.2	Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasser .....	127
3.1.2.1	Quantitative Auswirkungen .....	127
3.1.2.2	Qualitative Auswirkungen .....	129
3.1.3	Öffentliche Interessen und fremde Rechte .....	133
3.1.3.1	Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen .....	133
3.1.3.1.1	Verschlechterungsverbot .....	133

3.1.3.1.2	Wasserrechtlich besonders geschützte Gebiete .....	135
3.1.3.2	Mögliche Auswirkungen auf fremde Rechte .....	136
3.1.4	Beweissicherung.....	138
3.1.5	Wasserrechtliche Bauaufsicht .....	139
3.1.6	Verbindung mit anderen Fachbereichen.....	140
3.2	Gutachten nach weiteren Verwaltungsvorschriften .....	140
3.3	Maßnahmen- und Auflagenvorschläge .....	142
3.4	Zu den Stellungnahmen und Einwendungen .....	148
3.4.1	Dr. Heinrich Vana für Adolf Egger vom 23.8.2011 (OZ: 40).....	148
3.4.2	Systematisierte Stellungnahme von Bürgern von Graz vom August 2011 (OZ: 41 bis 115)	148
3.4.3	Bernd Scherak (OZ: 85).....	149
3.4.4	Stadt Graz vom 26.8.2011 (OZ: 86) .....	149
3.4.5	Blatt-Form vom August 2011 (OZ: 111).....	150
3.4.6	Bernhard Pekari vom 31.8.2011 (OZ: 113).....	150
3.4.7	Umweltanwaltschaft vom 31.8.2011 (OZ: 114) .....	151
3.4.8	Edith Aschenbrenner vom 31.8.2011 (OZ: 116).....	151
3.4.9	Wasserwirtschaftliches Planungsorgan vom 30.8.2011 (OZ: 117).....	152
3.4.10	Plattform Rettet die Mur vom 30.8.2011 (OZ: 119).....	159
3.4.11	Arge Müllvermeidung vom 31.8.2011 (OZ: 120).....	160
3.4.12	WWF vom 31.8.2011 (OZ: 121) .....	160
3.4.13	BI „Unser Lebensraum“ vom August 2011 (OZ: 123) .....	160
3.4.14	Naturschutzbund vom 31.8.2011 (OZ: 124).....	161
3.4.15	Umweltdachverband vom 31.8.2011 (OZ: 125).....	162
3.4.16	OEAV vom 29.8.2011 (OZ: 130).....	163
3.4.17	Ilse und Helmut Trantin vom 30.8.2011 (OZ: 131).....	164
3.4.18	Alliance for nature vom 30.8.2011 (OZ: 137).....	168
3.5	Zu den Varianten und Alternativen.....	168

## **2 Fachbefund**

### **2.1 Einleitung**

Über das geplante Vorhaben der Errichtung und des Betriebes eines Murkraftwerkes in Graz durch die Energie Steiermark liegt ein Projekt der Konsenswerberin, vom Juni 2010 (UVE-Bereich Hydrogeologie - Grundwasser) vor.

Diese Unterlagen wurden mit Schreiben vom 10.11.2010 vom ha. hydrogeologischen ASV vorbegutachtet und von diesem für bestimmte Fragestellungen die Notwendigkeit der Nachbesserung gesehen.

Die geforderten Ergänzungen liegen nunmehr in Form von Unterlagen, datiert mit Juni 2011 vor.

**Dem Projektteil „UVE-Fachbereich Hydrogeologie - Grundwasser“, erstellt von Harum,T. et al. vom Institut für WasserRessourcenManagement der Forschungsgesellschaft Joanneum Research sowie Univ.Prof. Dr. Goldbrunner (Fa. Geoteam), Parie 05, Mappe 10 und 14, ist zum Vorhaben folgendes zu entnehmen:**

### **2.2 AUFGABENSTELLUNG**

Die ENERGIE STEIERMARK AG beabsichtigt an der Mur in Graz die Errichtung eines Laufwasserkraftwerks. Das Institut für WasserRessourcenManagement der JOANNEUM RESEARCH und GEOTEAM wurden seitens der ENERGIE STEIERMARK AG mit der Durchführung der Untersuchungen zum Fachgebiet 6 Hydrogeologie - Grundwasser der UVE beauftragt.

Basis für die Erstellung der UVE ist das Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 – UVP-G 2000, NR: GP XVIII RV 269 AB 1179 S. 131.BR: 4639 AB 4624 S. 574.) BGBl. Nr. 697/1993 ST0257) und dessen Änderungen 2000 (NR: GP XXI IA 168/A AB 228 S. 33. BR: AB 6199 S. 667.) und 2009 ((NR: GP XXIV AB 271 S. 29. BR: 8136 AB 8166 S. 774.) sowie der UVE-Leitfaden des Umweltbundesamtes (2002).



Sämtliche Arbeiten erfolgten in enger Zusammenarbeit mit den übrigen Fachgebieten, insbesondere mit der Projektleitung, der Technischen Planung (FB 2), die einerseits die notwendigen technischen Planungsunterlagen zur Verfügung stellte und andererseits die das Grundwasser betreffenden Vorschläge bezüglich technischer Maßnahmen in die Planung mit einarbeitete, dem FB 3 Abfallwirtschaft und Altlasten, dem FB 4 (Oberflächenwässer) und dem FB 21 (Geotechnik). Sämtliche technischen Unterlagen sind der Projektbeschreibung (Band 2 dieser UVE) zu entnehmen und werden daher an dieser Stelle nicht mehr im Detail erläutert.

## 2.3 PROJEKTBE SCHREIBUNG

Die ENERGIE STEIERMARK AG beabsichtigt an der Mur im südlichen Stadtgebiet von Graz in Kooperation mit der VERBUND-Austrian Hydro Power AG (AHP) ein Laufwasserkraftwerk in Form eines Flusskraftwerkes zu errichten.

Die geplante Anlage mit der Bezeichnung „Murkraftwerk Graz“ wurde aufgrund wirtschaftlicher und naturräumlichen Überlegungen bei Mur-km 175,166 und damit rund 620 m flussaufwärts der Puntigamer Brücke (B67a Grazer Ring Straße) situiert. Das Projektgebiet erstreckt sich von der Stauwurzel (bei Mittelwasserführung MQ von 108 m<sup>3</sup>/s) auf Höhe der Murinsel bei Mur-km 178,990 bis zum Ende der Unterwassereintiefung bei Mur-km 173,021 am südlichen Rand der Stadt Graz (Murfeld). Die Gesamtlänge des Projektgebietes beträgt demnach ca. 6 km.

Flussabwärts des geplanten Murkraftwerkes Graz liegt bei Mur-km 170,090 das seit dem Herbst 2009 in Bau befindliche KW Gössendorf der Steweag-Steg GmbH/AHP (Unterlieger). Flussaufwärts befindet sich am nördlichen Rand der Stadt Graz bei Mur-km 184,05 das KW Weinzödl der AHP (Oberlieger).

Das Vorhaben „Murkraftwerk Graz“ der ENERGIE STEIERMARK AG umfasst die Errichtung einer Wasserkraftanlage und allen damit verbundenen Nebenanlagen und sonstigen baulichen, maschinellen, elektrotechnischen und betrieblichen Maßnahmen, die für den ordnungsgemäßen Betrieb des Kraftwerkes erforderlich sind. Im Wesentlichen sind das die folgenden Komponenten:

- Krafthaus mit Turbinen und Generatoren
- Wehranlage mit Verschlüssen
- Dammbauwerke und Unterwassereintiefung
- Begleitdrainage und Abdichtungsmaßnahmen

- Mitbetrachtung Sonderbauwerk Zentraler Speicherkanal ZSK (Kanalbauamt Graz)
- Ökologische Ausgleichsmaßnahmen inklusive flussbaulicher Maßnahmen
- Sondermaßnahmen wie beispielsweise Entlastungsbauwerke, Brücken, Durchlässe etc.
- Energieableitung
- Maßnahmen für Freizeit und Erholung
- Verkehrs- und sonstige Infrastruktur

Zweck der projektierten Anlage ist die emissionsfreie Stromerzeugung aus heimischer Wasserkraft. Durch die Situierung der Kraftwerksanlage im Stadtgebiet von Graz wird eine hohe Verfügbarkeit der Netzkapazitäten erreicht, gleichzeitig werden die Netzverluste minimiert. Mit der Kraftwerksanlage wird damit ein Beitrag zu einer nachhaltigen Energieversorgung geleistet.

Allgemeine Daten des geplanten Vorhabens:

Beschreibung		Einheit
Standort	175,166	Mur-km
Stauziel	341,50	m ü.A.
Ausbau durchfluss ( $Q_A$ )	200	m <sup>3</sup> /s
Unterwasserspiegel bei $Q_A$	331,81	m ü.A.
Stauwurzel bei MQ (108 m <sup>3</sup> /s)	178,990	Mur-km
Stauraumlänge bei MQ (108 m <sup>3</sup> /s)	3.824	m
Maß der Unterwassereintiefung bei Mur-km 175,1088	3,5	m
Neigung der Unterwassereintiefung	0,8	‰
Ende der Unterwassereintiefung	173,021	Mur-km
Länge der Unterwassereintiefung	2.145	m

## 2.4 METHODIK (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)

### 2.4.1 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsgegenstand der hydrogeologischen Bearbeitung sind der oberste freie Porengrundwasserleiter der quartären Lockersedimente, seine lithologische Zusammensetzung, Verbreitung, untere Begrenzung und die Mächtigkeit und Art seiner Bedeckung. Ziel der Istzustandsbeschreibung im Rahmen der UVE ist eine Beschreibung der strömungsrelevanten Systemparameter und modellhaften Erfassung der Grundwasserströmung einerseits und eine Erfassung des derzeitigen Zustands der Grundwasserqualität im Hinblick auf die zu erfolgende Prognose der Auswirkungen des Projektes, vor allem auch unter Einbeziehung des Verschlechterungsverbots in der EU-Wasserrahmenrichtlinie.

Die Grundwasserströmungsverhältnisse sind aufgrund der bestehenden Messnetze (Hydrographie, Energie Steiermark AG, Wasserversorgungsbetreiber, ÖBB) sehr gut bekannt. Die Kenntnisse wurden im Rahmen der UVE für die beiden inzwischen im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf durch intensive Kartierung, Aufbau eines Monitoringnetzes und letztendlich Kalibrierung eines Modells der Grundwasserströmung mit den relevanten Prognosen erheblich erweitert und verbessert (T. HARUM et al., 2007), sodass im Rahmen der gegenständlichen UVE auf die Ergebnisse und vor allem auf das bestehende Grundwassermodell in seiner räumlichen und zeitlichen Konfiguration zurückgegriffen werden kann. Somit ist die Gesamtgebietsabgrenzung dieselbe wie in T. HARUM et al. (2007).

Neben zahlreichen betrieblichen und privaten Grundwassernutzungen durch Brunnen sind drei große Trinkwasserversorgungsanlagen im gesamten Untersuchungsgebiet hervorzuheben:

- Wasserwerk Feldkirchen
- Brunnen Kalsdorf
- Brunnen Gössendorf

Aus hydrogeologischer Sicht ist eine Zweigliederung des Untersuchungsgebietes in eine Kernzone intensiver hydrogeologischer Untersuchungen und einen erweiterten Untersuchungsraum notwendig.

### **2.4.1.1 Kernzone**

Als sensibelster Raum bezüglich möglicher zukünftiger Auswirkungen kann der Bereich der holozänen Flur angenommen werden, der sich durch geringere Flurabstände des Grundwasserspiegels auszeichnet. Deren Abgrenzung ergäbe sich im W und E durch den markanten Übergang zur Würmhauptterrasse. Es handelt sich um jenen murnahen und am stärksten durch das Murregime geprägten Bereich in der holozänen Flur mit den geringsten Flurabständen, in dem relevante quantitative und qualitative Einflüsse durch das geplante Kraftwerk zu erwarten sind. In diesem Bereich ist aus hydrogeologischer Sicht auf eine möglichst genaue Erfassung des quantitativ/qualitativen Istzustandes und auf dessen voraussichtliche Veränderungen ohne und mit Projekt Wert zu legen.

### **2.4.1.2 Erweiterter Untersuchungsraum**

Die Abgrenzung dient in der Hauptsache der optimalen Kalibrierung des Modells der Grundwasserströmung durch nicht durch das Projekt beeinflusste Systemgrenzen. Somit ergibt sich die Begrenzung im W und E durch den Talrand (anstehendes Paläozoikum bzw. Neogen), im N durch den Grundwasserzstrom in der Talenge zwischen Reiner Kogel und Plabutsch für das westliche Grundwasserfeld, den Schlossberg für das östliche Grundwasserfeld. Die Südbegrenzung ist durch die Talenge bei Wildon gegeben. Die Modellbegrenzung wurde aus der UVE für die im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf übernommen (T. HARUM et al., 2007), da sie das gesamte Untersuchungsgebiet des geplanten Stadtkraftwerkes Graz mit abdeckt.

## **2.4.2 Normative Grundlagen**

Für die hydrogeologischen Untersuchungen im Rahmen der UVE sind das Wasserrechtsgesetz (BGBl. 304/2001; BGBl. 254/2006 und BGBl. 121/2007), die EU-Wasserrahmenrichtlinie, sowie die ÖNORM EN ISO 14688-1 sowie die ÖNORM B2400 von Relevanz.

Basis für die Erstellung der UVE ist das Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 – UVP-G 2000, NR: GP XVIII RV 269 AB 1179 S. 131. BR: 4639 AB 4624 S. 574.) BGBl. Nr. 697/1993 ST0257) und dessen Änderungen 2000 (NR: GP XXI IA 168/A AB 228 S. 33. BR: AB 6199 S. 667.) und 2009 (NR: GP XXIV AB 271 S. 29. BR: 8136 AB 8166 S. 774.) und der UVE-Leitfaden des Umweltbundesamtes (2002).

## 2.4.3 Untersuchungsmethodik

Untersuchungsrahmen:

- Regionalgeologische Verhältnisse
- Geologischer Aufbau
  - Anschüttung
  - Deckschichten
  - Verwitterungszonen
  - Lithologie (Gesteinskunde)
  - Stratigraphie (Gesteinsschichten und ihre zeitliche Zuordnung): Quartär oder Neogen
- Regionale hydrogeologische Verhältnisse
  - Aquifereigenschaften:
    - Mächtigkeit der Deckschichten
    - Mächtigkeit des Grundwasserleiters
    - Tiefenlage des Grundwasserstauers
    - Druckspiegellage oder/und Flurabstand
    - Porositäten
    - Gebirgsdurchlässigkeiten
  - Hydrologische Charakterisierung des Grundwassers
    - Schwankungsbreite des Grundwasserstandes
    - Strömungsrichtung
    - Gefälle
    - Abstandsgeschwindigkeit
  - Grundwasserqualität
  - Auswirkungen auf bestehende Grundwasserentnahmen

- Qualitative und quantitative Auswirkungen auf Oberflächengewässer

Bei den zur Anwendung gekommenen Untersuchungsmethoden kann grundsätzlich zwischen selbst ausgeführten Geländeuntersuchungen und Daten- bzw. Unterlagenrecherchen unterschieden werden.

Zur Erfassung und Beschreibung der regionalen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Untersuchungsraum wurden geologische und hydrogeologische Publikationen, unveröffentlichte Berichte und Studien ausgewertet. Weiters konnte auf die digitale geologische Karte des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung zurückgegriffen werden.

Die Beschreibung des Ist-Zustandes des geologischen Aufbaus, wie die stratigraphisch-lithologische Differenzierung verschiedener Einheiten, erfolgte in erster Linie anhand der recherchierten Unterlagen. Zur Beurteilung des Untergrundes wurden Bohrprofile in internen und externen Archiven erhoben. Diese wurden für die gegenständliche Fragestellung ausgewertet und interpretiert. Weiters wurden insgesamt 10 Untersuchungsbohrungen abgeteuft, 7 davon wurden als Grundwassermessstellen ausgebaut.

Die Ist-Zustands-Beschreibung der hydrogeologischen Verhältnisse bzw. der Grundwasserleiter erfolgte methodisch ebenfalls in einer Kombination aus Unterlagenauswertungen und Geländebegehungen. Dabei lässt sich die regionale hydrogeologische Situation anhand der Literatur beschreiben. Für die lokale Beschreibungen der Grundwasserleiter lieferten die Bohrungen wichtige Informationen. Diese Bohrprofile wurden hinsichtlich der Mächtigkeit des Grundwasserleiters, der Ausbildung der Deckschichten, der Druckspiegellagen oder/und der Flurabstände sowie in Hinblick auf Porositäten und Gebirgsdurchlässigkeiten ausgewertet und dargestellt. Bei den Kartierungen wurden die Besitzer erhoben und an den Brunnen die Parameter Grundwasserabstich, elektrische Leitfähigkeit des Wassers und die Wassertemperatur gemessen. Die Erhebung der Wasserfassungen wurde auch auf jenes Gebiet ausgedehnt, in welchem eine Beeinflussung des Grundwassers nach der numerischen Prognose durch die Kraftwerke zu erwarten ist.

Um die Grundwassernutzungssituation im Untersuchungsraum zu erheben und zu bewerten, wurden in einem ersten Schritt die wasserrechtlichen Bewilligungen für Grundwasserentnahmen sowie für Schutz- und Schongebiete bei den zuständigen Behörden recherchiert. Ergänzend wurde auf die Daten der hydrogeologischen Kartierung zurückgegriffen.

Sämtliche Daten die für die Beschreibung des geologisch-hydrogeologischen Ist-Zustandes des Untersuchungsraumes von Relevanz sind, wurden nach einer fachlichen Aufarbeitung in relationalen Datenbanken abgespeichert und in GIS-Layern kartenmäßig dargestellt.

Gemäß UVP-Gesetz gliedert sich die UVE in zwei Phasen. Phase 1 ist der Untersuchung und Darstellung des Istzustandes der Grundwasserströmung und –qualität gewidmet, Phase 2 dient der Prognose der Auswirkungen hinsichtlich Quantität und Qualität für den Bau- und Betriebszustand.

Für das Gesamtgebiet wurde im Rahmen der UVE für die inzwischen im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf ein instationäres Modell der Grundwasserströmung für die beiden Grundwasserfelder westlich und östlich der Mur für den Zeitraum 1.1.1993 bis 30.6.2006 kalibriert (T. HARUM et al., 2007). Das Modellgebiet schließt den Untersuchungsraum für das Stadtkraftwerk Graz zur Gänze ein, sodass das Modell für die gegenständliche UVE ohne Einschränkungen herangezogen werden kann.

Im Modellzeitraum sind sowohl Jahre mit extrem niedrigem Grundwasserstand und auch Jahre mit hohen Grundwasserständen vertreten, sodass das Modell die ganze Bandbreite möglicher hydrologischer Ereignisse ausreichend abdeckt. Es war somit keine Verlängerung des Modellzeitraums für die gegenständliche UVE notwendig.

Mit Hilfe des auf den Istzustand vor Errichtung der beiden inzwischen im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf kalibrierten Instationärmodells der Grundwasserströmung können in enger Zusammenarbeit mit der technischen Planung die Auswirkungen unterschiedlicher Bauvarianten und technischer Begleitmaßnahmen (Begleitdrainagen, Stauraumabdichtung) auf das Grundwasser simuliert werden. Dies ermöglicht die Planung der optimalen Lösung, was den Schutz des Grundwassers und bestehender Trinkwasserversorgungen betrifft. Auf die folgenden Punkte war besonders Wert zu legen:

- Keine gravierende Veränderung der Flurabstände des Grundwasserspiegels.
- Planung, Start und Fortführung des Monitoringprogrammes noch im Rahmen der UVE (im Istzustand) zur Erfassung und Quantifizierung etwaiger Einflüsse auf das Grundwasser während der Bauzeit und des Betriebs unter Berücksichtigung etwaiger Störfälle (Installation von Datensammlern an den Grundwasserpegeln, erste hydrochemische und isotopenhydrologische Beprobung).

Für die Bewertung der Einflüsse des geplanten Stadtkraftwerks Graz auf das Grundwasser ist nicht der Istzustand vor Errichtung der beiden bewilligten und inzwischen im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf relevant, sondern der Prognosezustand bei Dauerbetrieb der beiden Kraftwerke (aus T. HARUM et al., 2007), da dieser vor der Fertigstellung der beiden Kraftwerke eingetreten sein wird. Es erfolgen daher alle Beurteilungen der zukünftigen Entwicklung im Vergleich zu diesem Referenzzustand.

Durch die Simulation der geplanten Maßnahmen mit Hilfe des kalibrierten Modells ist es möglich, deren Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse in Zeit (durch Vergleich von Grundwasserstandsganglinien an ausgewählten Punkten) und Raum (durch Differenzenpläne

des Grundwasserstandes zu ausgewählten hydrologischen Zuständen) zu quantifizieren. Die Modellierung wurde mit dem Programmsystem FEFLOW durchgeführt. Die Diskretisierung des Modellgebietes erfolgte durch Dreiecks – Finite – Elemente, als Zeitschritte wurden durchgehend Tageswerte gewählt.

Die Bewertung des Istzustandes der Grundwasserqualität erfolgt auf Basis vorhandener Daten (Messnetze der Wasserwerksbetreiber und der Gewässerzustandserhebungsverordnung (GZÜV)) und eigener Qualitätsdaten, die im Zuge des Monitorings erhoben wurden.

Die Prognose der Auswirkungen auf die Grundwasserqualität erfolgte auf Basis der durch die Modellrechnungen zu erwartenden Veränderungen der Strömungsverhältnisse und aus der Literatur bekannten Auswirkungen von Flusstauen auf die Grundwasserqualität.

## **2.5 IST-ZUSTAND**

### **2.5.1 Geologische Randbedingungen (JOANNEUM RESEARCH)**

Das Grazer Feld wird im Westen und Norden durch Gesteine des Grazer Paläozoikums begrenzt. Der Plabutsch-Buchkogelzug besteht überwiegend aus Kalken, Dolomiten und Sandsteinen, am Osthang sind in den tieferen Lagen zum Teil Neogensedimente als Eggenberger Brekzie oder schluff-tonige und sandig-schluffige Ablagerungen angelagert.

Bezüglich der Möglichkeit der Ausbildung von Aquiferen in den paläozoischen Festgesteinen lassen diese sich wie folgt charakterisieren:

#### **2.5.1.1 Modellgrenze im Westen**

##### **2.5.1.1.1 Verkarstete bzw. verkarstungsfähige Kalke:**

Die Kalke des Grazer Paläozoikums sind ungeachtet ihres Alters, der faziellen Ausbildung und tektonischen Stellung in Hinblick auf die Wasserführung im Untergrund etwa gleich zu bewerten und zwar als teilweise verkarstet, bzw. verkarstungsfähig.

In diesen paläozoischen Kalken sind auch in vielen Bereichen des Plabutsch – Buchkogelzuges Verkarstungen bekannt und frühere Untersuchungen belegen auch, dass Teilbereiche dieses Bergrückens über Karsthohlräume in das Grazer Feld entwässern (Markierungsversuch Feliferhofschwinde mit Nachweis der Tracer in der Bründlquelle, dokumentiert in H. BATSCHE et al. (1967).



Der Plabutsch - Buchkogelzug wird in N-S-Richtung durch den Straßentunnel gequert, wobei nur relativ geringe Karstwassereintritte zu verzeichnen waren. Die Gesamtmenge beträgt am Südportal etwa 10-15 l/s, die in den Schottern der Würmterrasse südlich der Unterflurtrasse bei Webling zur Versickerung gebracht werden.

#### **2.5.1.1.2 Klüftige paläozoische Gesteine:**

Als gut geklüftet aber kaum verkarstungsfähig sind die diversen paläozoischen Dolomite (Mitteldevondolomit, Dolomite der Dolomitsandsteinfolge) einzustufen.

Innerhalb der Rannach Decke tritt im Bereich des Plabutsch - Buchkogelzuges in großflächiger Verbreitung eine Sandsteinbank auf. Sie zeichnet sich durch eine überwiegend regelmäßige Klüftung und ausgeprägte Bankung aus und ist hinsichtlich ihrer Wasserwegigkeit etwa den Dolomitgesteinen gleich zu setzen.

#### **2.5.1.1.3 Paläozoische Festgesteine, feinklüftig bis wasserstauend:**

Innerhalb des Grazer Paläozoikums treten mehrere nichtkarbonatische Gesteinsabfolgen wie Grüngesteine, Diabase und Diabastuffe, Tonschiefer und Phyllite auf.

Diese Gesteine sind zumeist tiefgründig verwittert und tektonisch stark beansprucht. Ihre Klüftung ist sehr fein, wenig ausgeprägt und zumeist hydrogeologisch kaum wirksam, da sie auch oft verkittet sind. Diese Gesteine sind als unbedeutend wasserführend bzw. sogar als Wasserstauer anzusprechen.

#### **2.5.1.1.4 Eggenberger Brekzie und feinklastische neogene Lockersedimente:**

Die Eggenberger Brekzie ist eine in-situ Bildung, die aus verkittetem altem Hangschuttmaterial besteht, wobei das Bindemittel vorwiegend kalkig ist. Die Eggenberger Brekzie gilt als praktisch frei von Klüften. Sie tritt im Stadtgebiet am Osthang des Plabutsch-Buchkogelzuges als lokale Dichtungsschürze entlang der paläozoischen Karbonatgesteine auf und übt hier eine wasserstauende Funktion aus. Die Grenzlinie paläozoische Karbonate – Eggenberger Brekzie ist oft durch Überlaufquellen markiert.

Im Bereich zwischen Wetzelsdorf und Webling sind neogene Feinsedimente an das paläozoische Festgestein angelagert, welche hier ebenso wie die Eggenberger Brekzie eine Dichtschürze bilden. In solchen Bereichen treten ebenfalls Überlaufquellen aus, welche die Oberkante des Neogens markieren.

#### **2.5.1.1.5 Kaiserwaldterrasse und Flur von Weitendorf - Windorf:**

Das Paläozoikum des Plabutsch - Buchkogelzuges taucht gegen Süden unter neogene Ablagerungen ab, welche ihrerseits wieder von älteren quartären Terrassen überlagert werden. Es sind dies im Wesentlichen die Kaiserwaldterrasse und die stellenweise zwischen Kaiserwaldterrasse und Würmhauptterrasse zwischengeschalteten Terrassenreste bei Pirka

und Unterpremstätten (Flur von Windorf) und an der Südspitze der Kaiserwaldterrasse zwischen Wundschuh- und Weitendorf. Während die Kaiserwaldterrasse als Präriß eingestuft wird, werden die Terrassenreste bei Windorf und Weitendorf als Äquivalente der Helfbrunner Terrasse angesehen und damit der Rißzeit zugeordnet.

Die neogene Basis der beiden Terrassen besteht im Nordwesten aus sandigem Schluff, Lehm und (oder) sandigem Ton (Bohrungen Südautohahn). Gegen Süden vergrößert sich das Sediment und es treten auch sandige oder sogar kiesige Einschaltungen auf (Bohrungen RAG) wobei allerdings stets reichlich bindige Anteile vorhanden sind. Der Neogensockel ist damit im Wesentlichen als Wasserstauer anzusprechen.

Da die Terrassenkanten sehr steil stehen und nicht verschleppt sind, kommt es daher zu zahlreichen Quellaustritten an den Terrassenrändern beidseitig der Kaiserwaldterrasse, also im Kainachtal ebenso wie im Grazer Feld, welche die Oberkante des Neogensockels markieren.

Die zwischen Kaiserwaldterrasse und Hauptterrasse zwischengeschalteten Reste der Riß-Terrasse verdecken den Neogensockel ersterer derart, dass es hier zu keinen Quellaustritten kommen kann. Eine Alimentation der Würmschotter aus der Kaiserwaldterrasse ist in diesen Abschnitten sicher vorhanden, erfolgt aber im Umweg über Reste der Rißterrasse.

Im Murtal ist unter der Rißterrasse stets ein deutlicher Neogensockel ausgebildet. So liegt z. B. die Neogenoberkante unter der Helfbrunner Terrasse stets deutlich über der Geländeoberfläche der Würmschotter und die Ausbisslinie wird durch zahlreiche Quellaustritte markiert. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch entlang der Terrassenkante der Rißterrasse zu den Würmschottern eine Erosionsstufe im neogenen Untergrund ausgebildet ist. Hinweise auf eine solche gibt die Bohrung 389 der RAG westlich Wundschuh, welche auf der Rißterrasse den neogenen Untergrund in einer Seehöhe von ca. 318 m antraf. Das ist 6 m tiefer als der Neogensockel im Westen unter der Kaiserwaldterrasse. Östlich liegt der neogene Untergrund der Würmschotter hingegen bereits bei ca. 310 m Seehöhe.

Daraus lässt sich ableiten, dass der Grundwasserkörper in den Würmschottern im Westen durch den Neogensockel der Kaiserwaldterrasse bzw. der ihr vorgelagerten Terrassenreste der Rißterrasse (Flur von Weitendorf und Windorf) begrenzt ist.

Die Kaiserwaldterrasse besteht aus einem Kieskörper welcher durchschnittlich 17 m mächtig ist. Der Kies tritt zumeist mit sandig - schluffigen Beimengungen auf wobei allerdings vor allem im Liegenden (wahrscheinlich durch Ausschwemmung) die bindigen Anteile prozentuell stark zurücktreten können. Die Kiese sind an ihrer Basis wasserführend. Grundwassermächtigkeiten sind im Bereich der Autohahnquerung im Norden mit 4m bis 8m (Angaben aus Bohrprofilen) bekannt.

Der Kieskörper wird von Staublehmdecken äolischen Ursprungs überlagert. Sedimentologisch handelt es sich um sandig, schluffig - tonigen Lehm.

Die aus der Terrasse austretenden Quellen weisen geringe Schüttungen auf (< 10 l/s).

### **2.5.1.2 Modellgrenze im Osten**

Nur im Norden von Graz greifen Festgesteine des Paläozoikums auf die linke Murseite über.

Sieht man von den Mündungsbereichen der Seitengraben ab, wird der Ostrand des Grazer Beckens südlich Andritz von neogenen Sedimenten aufgebaut die vom unteren Baden bis in das Pannon C reichen. Im Norden ist der inselförmige Grundgebirgsaufbruch (Dolomit des Schlossberges) aus der Schotterflur die Modellgrenze des östlichen Grundwasserfeldes.

Der Rest des Talrandes wird durch neogene Sedimente gebildet.

In der hydrogeologischen Karte werden entsprechend der lithologischen Ausbildung die folgenden Einheiten ausgeschieden:

#### **2.5.1.2.1 Sandig, kiesig dominierte Abfolge (Pannon C):**

Im höheren Pannon wurden überwiegend grobklastische Sedimente (Schemmerl Schotter, Kirchberger Schotter etc.) abgelagert. Sie werden in der hydrogeologischen Karte zu einer „sandig – kiesig dominierten Sedimentabfolge“ zusammengefasst. In dieser Abfolge können Aquifere ausgebildet sein, welche auch für lokale Wasserversorgungen genutzt werden. Die Schotter liegen feinklastischem Obersarmat auf und treten nicht unmittelbar mit quartären Schottern des Grazer Feldes in Kontakt.

#### **2.5.1.2.2 Schluffig- sandig dominierte Abfolge (Obersarmat bis Baden):**

In dieser Gruppe werden folgende Formationen zusammengefasst:

- Gleisdorfer Schichten des Obersarmat bzw. Obersarmat i. allg. Es handelt sich dabei vorwiegend um Tone, Schluffe, sandige Schluffe, untergeordnet sandiger Kies
- Graue Tonmergel des Mittelsarmat
- Tonmergel, Ton und Sand des Mittelsarmat
- Waldhofsichten und Untersarmat i. allg. (Ton, Tonmergel, sandige Tone, vereinzelt Schotter)
- Untersarmat i. allg. (Ton, Tonmergel, Sand, vereinzelt Schotter)
- Unteres Baden am südlichen Kainachufer (Wechselagerung von Schluffen und Sanden)
- Neogenreste am Ostfuß des Plabutsch- Buchkogelzuges (Schichten von Rein)

Aufgrund ihrer lithologischen Ähnlichkeit mit dem klaren Überwiegen feinklastischer Komponenten werden alle diese Schichtglieder zur „schluffig-sandig dominierten Abfolge“ zusammengefasst. Die Sedimente sind im Wesentlichen als Wasserstauer anzusprechen. Vereinzelt möglicherweise vorhandene Sand- oder auch Kieslagen sind nicht lokalisiert und prozentuell gegenüber den Feinklastika unbedeutend.

#### **2.5.1.2.3 Kalke des Baden:**

Südlich Werndorf treten linksufrig der Mur neogene Kalke bis an die quartäre Talfüllung des Murtales heran. Auch der Wildoner Schlossberg wird aus Kalken und Kalksandsteinen aufgebaut. Hydrogeologisch lassen sich die folgenden stratigraphischen Schichtglieder zusammenfassen.

- Nulliporenkalke des oberen Baden
- Leithakalke des mittleren Baden
- Nulliporenkalke und Sande des unteren Baden (Wildoner Schlossberg)

Hierzu gehören die Leithakalkvorkommen von Weißenegg, dem Kollischberg, Wurzing und dem Vorkommen von Afram - Sukdull. In Bohrungen für das STEWEAG Kraftwerk Werndorf und bei seiner Gründung wurden unter den quartären Schottern überwiegend Leithakalke angetroffen, welche auch verkarstet waren (H. NIEDERL, 1972).

Auf der gegenüberliegenden Murseite schlossen zwei Pegelbohrungen am östlichen Talrand ebenfalls Leithakalke auf.

Ein Zusammenhang aller dieser Vorkommen mit den Kalkvorkommen des Wildoner Schlossberges ist wahrscheinlich.

#### **2.5.1.3 Quartäre Lockersedimente**

Die quartären Kaltzeiten waren im Grazer Feld durch wiederholte Phasen der Erosion und Akkumulation gekennzeichnet. Heute ist das Becken mit überwiegend gut durchlässigen fluvioglazialen sandigen Kiesen aufgefüllt, die einen mengenmäßig bedeutenden Aquifer darstellen. Einen breiten Raum nimmt die höhere Teilflur der Würm-Niederterrasse (Bahnhofsterrasse) mit einem markanten Abfall zur bis etwa 2 km breiten holozänen Austufe ein. In manchen Bereichen sind noch tiefere Teilfluren der Würmterrasse zwischengeschaltet.

Zwei Grundgebirgsaufbrüche ragen im Stadtgebiet inselförmig aus der breiten Schotterflur: Der Schlossberg (Dolomit) und der Kalvarienberg (Schichten von Kehr).

Ältere Hochterrassen aus der Rißkaltzeit sind noch im Süden am Talrand vorhanden.

Die hydrogeologischen Verhältnisse im Bereich der Talränder sind in Hinblick auf die Alimentation des quartären Grundwasserleiters und mögliche Änderungen der Schotterdurchlässigkeiten aufgrund von Einschwemmungen neogener Feinklastika in die Quartärschotter von großer Bedeutung.

Das Grazer Becken ist von fluvioglazialen Terrassen und einer holozänen Austufe geprägt. Sie bestehen jeweils aus einem „Schotterkörper“ mit sandigen Kiesen mit einer unterschiedlich mächtigen feinklastischen Überlagerung.

Generell stellen alle Schotter der Würmteilfluren und der Austufe ausgezeichnete und auch in manchen Bereichen wasserwirtschaftlich bedeutende Aquifere dar. Der Aquifer der Würmschotter bzw. der holozänen Austufe wird für die Wasserversorgung von Graz genutzt. Aufgrund der geringen flächenhaften Ausdehnung der Schotter der älteren Terrassen (Kaiserwaldterrasse) sind diese Aquifere nur von untergeordneter Bedeutung.

Die Verteilung der Durchlässigkeiten ist eines der Ergebnisse der Modellkalibrierung (aus T. HARUM et al., 2007).

#### **2.5.1.3.1 Feinsande der Austufe:**

Im Gegensatz zur Schotterüberlagerung der älteren Terrassen lagern über den Schottern der flächenhaft bedeutenden holozänen Austufe Feinsande ohne nennenswerte Anteile an bindigem Material, welche Mächtigkeiten bis zu 2m erreichen können. Auch diese können als gut durchlässig eingestuft werden.

#### **2.5.1.3.2 Überlagerung der Würmschotter:**

Über den Würmschottern lagern lokal feinsandige Schluffe bis schluffige Feinsande, die im Osten Mächtigkeiten von mehreren Metern erreichen können. Sie können als gering bis mittel durchlässig eingestuft werden.

## **2.5.2 Für das Projekt relevante Daten und Untersuchungen (JOANNEUM RESEARCH)**

### **2.5.2.1 Großräumige Untersuchungen**

Im Folgenden werden nur aktuellere für das Projekt relevante Untersuchungen im Grazer Feld angeführt, deren Daten und Ergebnisse in die Untersuchungen eingeflossen sind.

Ältere stationäre Modelluntersuchungen im Zusammenhang mit der Ausbreitung von leichtflüchtigen Chlorkohlenwasserstoffen liegen von R. OTT & G. SCHICKOR (1990) vor.

Eine erste hydrogeologische Untersuchung des Talbodens der Mur südlich von Graz im Zusammenhang mit zwei damals geplanten Staustufen an der Mur erfolgte durch T. HARUM et al. (1994).

Eine Bewertung der hydrogeologischen Machbarkeit eines Murkraftwerkstandortes Puntigam erfolgte durch T. HARUM et al. (1996), im Zuge dieser Studie wurde ein stationäres Modell der Grundwasserströmung für beide Seiten des nördlichen Grazer Feldes kalibriert, Weiters erfolgten Untersuchungen des Einflusses der Murregulierung auf das Grundwasser, die in T. HARUM et al. (1997) publiziert sind.

Im südwestlichen Grazer Feld liegen umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Grundwasserströmungsverhältnisse vor. Das erste Grundwassermodell Kalsdorf wurde 1994 erarbeitet (J. FANK & G. ROCK, 1994) und später im Zuge unterschiedlicher Fragestellungen und Projekte laufend weiterentwickelt (J. FANK & G. ROCK, 2001; J. FANK et al., 2004), sodass im diesem Bereich mit Ausnahme der holozänen Talflur ein gut kalibriertes instationäres Grundwassermodell vorliegt, welches Basis für die weiteren Modellerweiterungen und Kalibrierungen war.

Für das Gesamtgebiet wurde im Rahmen der UVE für die inzwischen im Bau befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf ein instationäres Modell der Grundwasserströmung für die beiden Grundwasserfelder westlich und östlich der Mur für den Zeitraum 1.1.1993 bis 30.6.2006 kalibriert (T. HARUM et al., 2007). Das Modellgebiet schließt den Untersuchungsraum für das Stadtkraftwerk Graz zur Gänze ein, sodass das Modell für die gegenständliche UVE ohne Einschränkungen herangezogen werden kann und auch die wichtigste Grundlage darstellt.

Eine weitere Grundlage bezüglich geologisch-hydrogeologische Grundlagen stellen die Untersuchungen von W. GAMERITH & Ch. WOLF (2005) im Rahmen der UVE für den Abschnitt Landestraße B 67a – Grazer Ringstraße Südgürtel dar, der inzwischen genehmigt ist.

Bezüglich Grundwasserqualität ist vor allem die Nitratverteilungskarte des Grazer Feldes von J. FANK et al. (2000) von Bedeutung, die ein Bild über den Istzustand 1997 gibt. Erneute Darstellungen der Nitratverteilung erfolgte in den Jahren 2006 (H. KUPFERSBERGER & A. DALLA-VIA, 2006) und 2009 (J. FANK & A. DALLA-VIA (2009).

Bezüglich der thermischen Verhältnisse liegen nur wenige Unterlagen vor, eine erste Übersicht allerdings nur für das westliche Grazer Feld gibt eine aktuelle Studie der Geologie & Grundwasser GmbH (2009), an der Folgestudie für das östliche Grazer Feld wird derzeit gearbeitet, Ergebnisse liegen noch nicht vor.

### **2.5.2.2 Bestehende Messstellennetze**

In der ersten Phase der UVE erfolgte eine Kompilation aller verfügbaren Grundwasserdaten bestehender Messstellennetze.

Für die Erarbeitung der Höhenlage des präquartären Untergrundes und seiner Oberflächenmorphologie wurde auf Ergebnisse vorhandener Bohrungen sowie bereits existierender Untergrunddarstellungen und geophysikalischer Untersuchungen zurückgegriffen.

Messungen des Grundwasserspiegels standen vom Hydrographischen Dienst der Steiermark (Messstellen UW), vom Wasserverband Umland Graz, von den Grazer Stadtwerken (Messstellen KBR), der ÖBB-Infrastruktur GmbH und der AHP (Grundwasserspiegelmessungen für die Errichtung des KW Mellach, die allerdings mit Ende 1992 enden) und der ESTAG zur Verfügung).

Bezüglich der Grundwasserqualität liegen die Messnetze der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV), der Wasserwerksbetreiber und der ESTAG vor, deren Daten in die Bewertung einbezogen wurden. Auch hier erfolgte eine Verdichtung des Messnetzes im Rahmen einer Übersichtsbeprobung.

### **2.5.3 Erhebung bestehender Wasserrechte und Nutzungen (GEOTEAM)**

#### **2.5.3.1 Gebietsabgrenzung**

Die bestehenden Wasserrechte für Grundwassernutzungen wurden im Stadtgebiet von Graz in erster Linie im Bereich der holozänen Ablagerungen erhoben. Das Erhebungsgebiet wurde wie folgt abgegrenzt:

- Norden: Mursteg/Murinsel, Mariahilferplatz, Orpheumgasse, Strauchergasse
- Westen: Idlhofgasse, Lazarettgürtel, Triester Straße
- Süden: Süd-Autobahn (A2)
- Osten: Auwaldgasse, Friedmanngasse, Kloiberweg, Am Mühlgraben, Engelsdorfer Straße, Casalgasse, Kadettengasse, Puntigamer Straße, Liebenauer Hauptstraße, Münzgrabenstraße, Steyrergasse, Petersgasse, Mandellstraße, Franz-Graf-Allee, Burggasse, Hofgasse, Fuße des Schlossberges bis zum Mursteg

### **2.5.3.2 Datengrundlage**

Die Datenerhebung erfolgte im Juni und Juli 2009 mittels des digitalen Atlas der Steiermark, Wasserwirtschaft, Karte WIS-Wasserbuch:

*[http://gis2.stmk.gv.at/gis2.stmk.gv.at/gis/da/\(S\(g0fov445lsritd45o5ggczmr\)\)/init.aspx?karte nsammlung=wasser&Karte=wis\\_wb&Massstab=1000000](http://gis2.stmk.gv.at/gis2.stmk.gv.at/gis/da/(S(g0fov445lsritd45o5ggczmr))/init.aspx?karte%20nsammlung=wasser&Karte=wis_wb&Massstab=1000000)*.

Weiters wurden vom Auftraggeber direkt beim Amt der Steiermärkischen Landesregierung FA 19A - Wasserbuch Bescheide und technische Unterlagen erhoben und GEOTEAM zur Verfügung gestellt.

### **2.5.3.3 Verwaltung der Wasserrechte**

Die aus den digital erhobenen Wasserbuchauszügen entnommenen Daten sind in einer Beilage tabellarisch zusammengefasst.

#### **Datenerhebung**

Unter diesem Punkt werden bereits im Rahmen anderer Projekte erhobene Daten verwaltet.

### **2.5.3.4 Zusammenfassende Darstellung der Wasserrechte**

Für die Darstellung der grundwasserrelevanten wasserrechtlich bewilligten Anlagen wurden die im Wasserbuch differenzierten Typen zu Gruppen zusammengefasst (siehe nachstehende Tabelle). Dabei wurde die angegebene Nutzung sowie die Entnahme oder Einleitung des Grundwassers berücksichtigt.

Zuordnung der Anlagentypen gemäß Wasserbuch zu den Nutzungsgruppen der Kartendarstellung:



<b>Typ laut Wasserbuch</b>	<b>Typ in Darstellung</b>
Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser
Versorgungsanlage - Nutzwasser	Versorgungsanlage – Nutzwasser GW-Wärmepumpe – Entnahme GW-Wärmepumpe – Einleitung
Regenentwässerung – Einleitung bzw. Versickerung	Regenentwässerung - Versickerung
Wärmenutzung-Kühlwasseranlage-Kühlwasseranlage	GW-Wärmepumpe – Entnahme GW-Wärmepumpe – Einleitung
Wärmenutzung-Kühlwasseranlage-GW-Wärmepumpe	GW-Wärmepumpe – Entnahme GW-Wärmepumpe – Einleitung
Betrieb, Gebäude,... - Sonstige	GW-Wärmepumpe – Entnahme GW-Wärmepumpe – Einleitung Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser Versorgungsanlage Nutzwasser Regenentwässerung - Versickerung
Kläranlage	Kläranlage – Einleitung/Versickerung Regenentwässerung - Versickerung
Kläranlage (Wärmepumpe)	GW-Wärmepumpe – Einleitung

Im nächsten Projektschritt werden anhand der Simulationsergebnisse mögliche Auswirkungen auf die erhobenen Wasserrechte untersucht.

## **2.5.4 Bestehende zentrale Trinkwasserversorgungsanlagen, Schutz- und Schongebiete (JOANNEUM RESEARCH)**

Im weiteren Untersuchungsgebiet bestehen drei große Trinkwasserversorgungsanlagen, für die Schutz- und Schongebiete ausgewiesen sind. Es sind dies:

- Wasserwerk Feldkirchen
- Versorgungsbrunnen Kalsdorf
- Versorgungsbrunnen Gössendorf

Alle drei Versorgungsanlagen sind nicht unmittelbar durch das geplante Stadtkraftwerk betroffen, sodass eine nähere Darstellung aus hydrogeologischer Sicht nicht erforderlich ist.

Durch das Projekt und dessen Baumaßnahmen unmittelbar betroffen sind nur die Schongebiete des Wasserwerks Feldkirchen. So befinden sich das geplante Wehr und Teile des Stauraums im Weiteren Schongebiet. Die Unterwassereintiefungsstrecke liegt zum Teil im engeren, zum Teil im Weiteren Schongebiet.

Unmittelbar bis zur Mur reichen nur die Schutzgebiete der Brunnen Getina und Brauerei Puntigam.

## 2.5.5 Erweiterung des Beobachtungsnetzes (GEOTEAM)

### 2.5.5.1 Bestandsbohrungen

Das für die Simulation der Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf verwendete großräumige mathematische Grundwassermodell (T. HARUM et al., 2007) wird auch für Simulationen im Zusammenhang mit dem Murkraftwerk Graz herangezogen. Neben der Niederbringung von Bohrungen zur Verdichtung der geologischen Informationen im Stadtgebiet wurden im Vorfeld Recherchen über Bohrungen angestellt, die in den letzten Jahren innerhalb der holozänen Ablagerungen südlich der Keplerbrücke niedergebracht wurden und noch nicht im Modell Berücksichtigung fanden. Da in den wenigsten Fällen hydraulische Tests an den Bohrungen durchgeführt wurden, sind in erster Linie die jeweiligen Tiefenlagen des als Stauer fungierenden Neogens von Relevanz.

Neben in Behördenverfahren verwendeten Bohrdaten wurden auch in Zusammenhang mit Bauvorhaben stehende Untergrunderkundungen recherchiert. Dazu wurden Anfragen an Ingenieurbüros und Ziviltechnikerkanzleien gestellt, inwieweit sie Kenntnis von derartigen Bohrungen haben. In einigen Fällen wurden freundlicherweise Bohrdaten zur Verfügung gestellt, für die bei den jeweiligen Auftraggebern die Freigabe der Daten erwirkt wurde.

Die Eckdaten der recherchierten Bohrungen sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst.

Zusammenfassung der recherchierten ergänzenden Bestandsbohrdaten:

Bohrung	x Wert	y Wert	SH GOK	Stauer absolut	Stauer GOK	GWSp absolut	GWSp GOK	Stichtag	Pegelausbau	Eigentümer
KB IKEA 1	680 747.41	210 886.32	346.56	328.16	18.40	334.00	12.32	20.03.2002	ja	IKEA Einrichtungen-Handelsgesellschaft mbH
KB IKEA 2	680 830.57	210 997.64	350.61	325.41	25.20	334.32	17.27	20.03.2002	ja	IKEA Einrichtungen-Handelsgesellschaft mbH
KB IKEA 3	680 998.88	210 808.36	350.39	326.69	23.70	333.79	17.60	20.03.2002	ja	IKEA Einrichtungen-Handelsgesellschaft mbH
KB IKEA 4	680 981.94	210 684.13	349.88	<326,88	>23,00	333.49	17.36	20.03.2002	ja	IKEA Einrichtungen-Handelsgesellschaft mbH
EWS-STEBAT1	682 031.00	214 880.00	350.00	334.90	15.10	342.72	7.28	19.11.2008	nein	Steiermärkische Bank und Sparkassen AG
KB BL1	682 536.00	213 510.00	346.25	326.25	20.00	337.85	8.40	08.12.2007	ja	SAG Immobilien AG
KB BL2	682 588.00	213 468.00	345.49	324.49	21.00	337.59	7.90	08.12.2007	ja	SAG Immobilien AG
KB BL3	682 677.00	213 477.00	345.14	325.44	19.70	337.74	7.40	08.12.2007	ja	SAG Immobilien AG
KB BL4	682 648.00	213 544.00	345.20	324.20	21.00	337.90	7.30	08.12.2007	ja	SAG Immobilien AG
PTZ KB 01/09	683 955.00	213 718.00	359.00	324.30	16.70	349.37	9.63	01.07.2009	ja	TU Graz
B1	682 928.00	212 788.00	344.50	326.40	18.10	337.30	7.20	31.05.1995	ja	Kovac
B2	683 046.00	212 592.00	344.00	325.20	18.80	334.70	9.30	28.02.1996	ja	Kovac
B6	682 393.00	212 384.00	343.30			336.38	6.92	22.08.1997	ja	Kovac
KB 1/08	683 073.39	213 822.73	352.55	336.65	15.90	338.47	14.08	04.03.2008	ja	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 2/08	683 053.08	213 785.28	352.51	336.61	15.90	338.33	14.18	04.03.2008	ja	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 3/08	682 975.69	213 801.51	346.05	333.95	12.10	337.95	8.10	28.02.2008	nein	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 4/08	682 899.97	213 777.89	346.40	331.80	14.60	338.30	8.10	05.03.2008	nein	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 5/08	682 999.72	213 728.08	345.90	332.10	13.80	338.10	7.80	03.03.2008	nein	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 6/08	682 942.46	213 656.90	345.60	332.10	13.50	337.60	8.00	20.02.2008	nein	Ennstal - Neue Heimat - Wohnbauhilfe
KB 2/05	683 034.00	214 301.00	352.39	339.24	13.15	340.59	11.80	28.02.2005	nein	BIG
KB 3/05	683 066.00	214 282.00	352.28	339.13	13.15	341.78	10.50	24.02.2005	nein	BIG
KB 4/05	683 075.00	214 346.00	353.65	339.20	13.60	342.15	11.50	23.02.2005	nein	BIG
KB 5/05	683 026.00	214 356.00	353.60	339.40	14.20	341.90	11.70	18.02.2005	nein	BIG
KB 0 (K/S0)	682 214.74	212 081.55	341.14			335.72	5.42	16.07.2001	ja	T.S.D. / Immorent Süd
KB 01 (K/S1)	682 293.82	212 103.76	341.22			335.68	5.54	16.07.2001	ja	T.S.D. / Immorent Süd
KB 02 (K/S2)	682 327.63	212 007.94	340.92			335.48	5.44	16.07.2001	ja	T.S.D. / Immorent Süd
KB 03 (K/S3)	682 330.04	211 915.82	340.89			335.22	5.67	16.07.2001	ja	T.S.D. / Immorent Süd
KB 04 (K/S4)	682 327.14	211 711.36	340.80			334.69	6.11	16.07.2001	ja	T.S.D. / Immorent Süd
HKWG B05	682 180.00	212 416.00	342.50	316.50	26.00	335.73	6.77	03.04.2008	ja	Energie Steiermark
HKWG B04	682 099.00	212 364.00	342.50	316.25	26.25	335.84	6.66	03.04.2008	ja	Energie Steiermark
HKWG B03	682 028.00	212 333.00	342.00	316.75	25.25	335.44	6.56	03.04.2008	ja	Energie Steiermark
HKWG B02	681 928.00	212 330.00	342.00	316.05	25.95	335.85	6.15	03.04.2008	ja	Energie Steiermark
HKWG B01	681 860.00	212 578.00	342.00	315.75	26.25	335.60	6.40	03.04.2008	ja	Energie Steiermark

## **2.5.5.2 Bohrkampagne 2009**

### **2.5.5.2.1 Festlegung der Bohrpunkte**

Die Standorte der Bohrungen wurden nach geologisch-hydrogeologischen Kriterien von JOANNEUM RESEARCH und GEOTEAM sowie den Vorgaben des begleitenden Geotechnikers (Dr. Michael LESNIK) vorgeschlagen. Die tatsächlichen Bohrpunkte wurden nach der Verfügbarkeit von geeigneten Grundstücksflächen und dem Einverständnis der Grundeigentümer festgelegt. Die dazu notwendigen Erhebungen und Verhandlungen wurden von der Energie Steiermark durchgeführt.

### **2.5.5.2.2 Durchführung**

Im Zeitraum zwischen 12.08. und 07.10.2009 wurden im Auftrag der Energie Steiermark AG insgesamt zehn Bohrungen als Kernbohrungen mit Einfachkernrohr von der Firma Tiefbohr GesmbH. abgeteuft und ausgebaut. Der Kerndurchmesser beträgt bei allen Bohrungen 180 mm, die nachgezogene Hilfsverrohrung zur Sicherung des Bohrloches hat einen Durchmesser von 219 bzw. 244 mm. Die Bohrungen wurden bis zum Erreichen des neogenen Stauers niedergebracht. Nur die beiden Bohrungen entlang der Wehrachse (MKWG-KB 05/09 und MKWG-SB 03/09) wurden auf Wunsch des begleitenden Geotechnikers tiefer gebohrt (30 m bzw. 29 m).

Die Kodierung der Bohrungen erfolgte nach dem Akronym des Vorhabens Murkraftwerk Graz mit einer fortlaufenden Nummerierung und der Abkürzung KB für Kernbohrung und SB für geotechnische Sondierungsbohrung.

Entsprechend den Vorgaben der Geotechnik wurde während der Niederbringung der Bohrungen in ausgewählten Bohrungen und in verschiedenen Tiefen Standard Penetration Tests (SPT) durchgeführt.

Nach ihrer Fertigstellung wurden drei Bohrungen, die der geotechnischen Erkundung dienen, verfüllt. Sie tragen die Bezeichnung MKWG-SB 01/09 bis MKWG-SB 03/09. Die restlichen sieben Bohrungen MKWG-KB 01/09 bis MKWG-KB 07/09 wurden mit PVC Voll- und Filterrohren zu 5"-Pegeln (DN 125) ausgebaut. Der jeweilige Pegelausbau wurde von GEOTEAM nach den angetroffenen hydrogeologischen Verhältnissen festgelegt. Zum Schutz der Pegel wurde ein Überschubrohr aus verzinktem Stahl mit einem Überstand von ca. einem Meter über Gelände eingebaut und zementiert. Die Pegel sind durch eine SEBA-Abschlusskappe, die mit einem Innensechskant-Schlüssel zu öffnen ist, verschlossen. Die Pegel tragen die Bezeichnungen MKWG-KB 01/09 bis MKWG-KB 07/09.

Nach der Fertigstellung und dem Entsenden der Pegel wurde im Zeitraum 28.09. – 14.10.2009 mehrstufige Pumpversuche mit Förderraten bis zu 5 l/s durchgeführt.

Die Pegel wurden geodätisch vermessen.

Die Vermessung der Bohrpunkte der wiederverfüllten Sondierungsbohrungen erfolgte mittels GPS, die Höhenfindung über das digitale Höhenmodell auf dem GIS-Portal der Steiermärkischen Landesregierung.

Zur Durchführung einer quantitativen Grundwasserbeobachtung wurden am 20.10.2009 in allen Pegeln Drucksonden der Marke Aquitronic Beaver mit einem Aufzeichnungsintervall von 30 Minuten eingebaut.

#### **2.5.5.2.3 Bohrkernaufnahme und Darstellung der Daten**

Die Bohrkern wurden nach der Entnahme auf ein Areal der Energie Steiermark AG verbracht und aufgelegt. Die Kerne wurden von GEOTEAM geologisch aufgenommen und die Ergebnisse in Bohrprofilen dargestellt. Bei der Darstellung wurden die Bohrmeisterangaben betreffend die Konsistenz der Sedimente übernommen und bei unstimmgigen Angaben korrigiert.

In den Bohrprofilen sind außerdem sämtliche, für die Bohrungen relevanten Daten betreffend die Niederbringung, Ausbau, Lage und Grundwasserspiegel sowie die Ergebnisse aus den SPTs dargestellt.

### **2.5.5.3 Ergebnisse**

#### **2.5.5.3.1 Geologie**

Alle Bohrungen wurden auf dem Niveau der holozänen Talfüllung niedergebracht und erreichten den neogenen Stauer (Ablagerungen des Sarmatium).

Die Bohrkernaufnahme zeigt in allen Bohrungen schlecht sortierte klastische Sedimente der quartären Talfüllung. Diese Sedimente bestehen im Wesentlichen aus gröber klastischen Anteilen wie Steinen und Kiesen mit wechselnden Anteilen an Sanden. Vereinzelt wurden auch blockige Abschnitte sowie Lagen mit erhöhtem Schluffanteil erschlossen.

Das Liegende dieser Sedimente bilden neogene Schluffe/Siltsteine und Tone/Tonsteine mit wechselndem Feinsandanteil.

Die geologischen und hydrogeologischen Ergebnisse der Bohrungen sind in nachstehender Tabelle zusammengefasst, als Stichtag wurde für die Pegelbohrungen der 20.10.2009 gewählt, bei den wiederverfüllten Sondierungsbohrungen der angetroffene Grundwasserspiegel während der Bohrphase.

Zusammenfassung der Daten der Erkundungsbohrungen MKWG 2009:

	KB01_09	KB02_09	KB03_09	KB04_09	KB05_09
<b>rechts</b>	681.609,90	681.781,56	681.986,39	682.134,58	682.354,31
<b>hoch</b>	213.855,86	213.338,42	213.249,10	211.960,56	211.565,90
<b>Seehöhe ROK</b>	347,60	346,75	345,49	342,32	341,75
<b>Seehöhe GOK</b>	346,51	345,76	344,47	341,23	340,69
<b>Koordinatenfindung</b>	vermessen	vermessen	vermessen	vermessen	vermessen
<b>KG</b>	63105 Gries	63105 Gries	63106 Jakomini	63105 Gries	63118 Rudersdf.
<b>Grdstk. Nr.</b>	1449/4	1703	2101/1	2407/5	593

<b>Bohrbeginn</b>	09.09.2009	19.08.2009	12.08.2009	18.09.2009	24.09.2009
<b>Bohrende</b>	17.09.2009	21.08.2009	18.08.2009	23.09.2009	30.09.2009
<b>Durchführung Pumpversuch</b>	02.10.2009	01.10.2009	30.09.2009	28.09.2009	13.10.2009

<b>Abstich ROK 20.10.2009</b>	7,71	8,24	7,57	6,25	7,05
<b>RWsp. unter GOK</b>	6,62	7,25	6,54	5,16	5,99
<b>Rwsp. abs.</b>	339,89	338,51	337,92	336,07	334,70
<b>Stauer unter GOK</b>	29,9	26,6	26,0	24,4	28,6
<b>Stauer abs.</b>	316,61	319,16	318,47	316,83	312,09
<b>GW-Mächtigkeit</b>	23,28	19,35	19,46	19,24	22,61

	KB06_09	KB07_09	SB01_09	SB02_09	SB03_09
<b>rechts</b>	682.917,13	682.339,82	682.070	682.422	682.445
<b>hoch</b>	211.339,66	210.852,57	212.726	212.206	211.566
<b>Seehöhe ROK</b>	339,87	337,99	--	--	--
<b>Seehöhe GOK</b>	338,86	336,82	343,0	342,0	337,5

	KB01_09	KB02_09	KB03_09	KB04_09	KB05_09
<b>Koordinatenfindung</b>	vermessen	vermessen	GPS, GIS; $\pm 6$ m	GPS, GIS; $\pm 5$ m	GPS, GIS; $\pm 5$ m
<b>KG</b>	63113 Liebenau	63118 Rudersdf.	63105 Gries	63106 Jakomini	63113 Liebenau
<b>Grdstk. Nr.</b>	80/1	368/14	1736/3	2155/2	394/2

<b>Bohrbeginn</b>	24.08.2009	01.10.2009	--	--	--
<b>Bohrende</b>	26.08.2009	07.10.2009	--	--	--
<b>Durchführung Pumpversuch</b>	29.09.2009	14.10.2009	--	--	--

<b>Abstich ROK 20.10.2009</b>	6,05	4,47	--	--	--
<b>RWsp. unter GOK</b>	5,04	3,30	7,10	5,18	4,48
<b>Rwsp. abs.</b>	333,82	333,52	335,90	336,82	333,02
<b>Stauer unter GOK</b>	20,7	23,5	26,1	22,9	24,9
<b>Stauer abs.</b>	318,16	313,32	316,90	319,10	312,60
<b>GW-Mächtigkeit</b>	15,66	20,20	19,00	17,72	20,42

In MKWG-KB 01/09 wurde zwischen 23,9 und 24 m eine dichte Lage Schluff mit sandigen Anteilen durchfahren. Der Stauer wurde bei dieser Bohrung ab 29,9 m in Form von Schluffen

und Tonen mit feinsandigen Anteilen angetroffen. Ab 30,1 m tritt der Stauer als Mergelstein auf.

MKWG-KB 02/09 weist einen relativ hohen Schluffanteil in der Strecke ab 11,5 m auf. Der Stauer wurde nach einer 60 cm mächtigen Übergangszone in Form von tonig – feinsandigen Schluffen angetroffen.

In MKWG-KB 03/09 traten keine Auffälligkeiten auf, der Stauer wurde bei 26,0 m angefahren und wird durch tonig – feinsandige Schluffe gebildet.

MKWG-KB 04/09 zeigt blockige Lagen zwischen 17,1 und 17,5 m und zwischen 20,0 und 20,2 m sowie zwischen 24,1 und 24,3 vor der Übergangszone zum Neogen. Der Stauer wurde ab 24,7 m in Form von schwach feinsandigen Tonen und Schluffen angetroffen.

In MKWG-KB 05/09 wurde zwischen 10,8 und 11 m eine blockige Lage durchörtert, zwischen 24,5 und 24,8 m wurde eine feinsandige Schlufflage angetroffen. Den Stauer bilden ab 28,1 m feinsandige Tone und Schluffe.

In MKWG-KB 06/09 wurden die neogenen feinsandigen Tone und Schluffe nach einer 20 cm mächtigen Übergangszone in einer Tiefe von 20,7 m angefahren.

Bei MKWG-KB 07/09 ist der Stauer zwischen 23,1 und 24,0 m als feinsandige Schluffe und Tone ausgebildet, ab 24,0 m tritt er in Form von reinen Tonen auf.

In MKWG-SB 01/09 hat der Stauer eine Tiefenlage von 26,3 m.

MKWG-SB 02/09 zeigt Zwischenlagen mit relativ hohem Schluffanteil zwischen 16,2 und 18,2 m; der neogene Stauer tritt in Form von Schluffen und Tonen ab einer Teufe von 22,9 m auf.

Die Tiefenlage des Stauers in MKWG-SB 03/09 kann nach einer 70 cm mächtigen Übergangszone mit 24,9 m angegeben werden. Der Stauer wird auch hier von feinsandigen Schluffen und Tonen gebildet.

Unter Berücksichtigung der absoluten Höhen des in den Bohrungen angetroffenen Stauers lässt sich im neogenen Relief ein Ost-West-Gefälle ableiten. Dabei orientiert sich der rezente Murverlauf nicht am Untergrundrelief. Ein strukturelles Tief in der Neogenoberfläche (Rinne) zeigt sich im Bereich der Wehranlage (ca. 312 m ü.A.).

Die Strukturen in der Staueroberfläche steuern die Grundwassermächtigkeiten, die zwischen 15 m und 23 m schwanken. Die Flurabstände lagen am Stichtag zwischen 3,3 und 7,3 m.

Die Grundwasserspiegel lagen am Stichtag zwischen 339,89 m ü.A. (MKWG-KB01/09) im Norden und 333,52 m ü.A. bei MKWG-KB07/09 im Süden. Bei einer Entfernung von rund 3 km zwischen den beiden Messstellen und einer Grundwasserspiegeldifferenz von 6,4 m ergibt sich ein Gefälle von ca. 2 ‰.

### 2.5.5.3.2 Hydrogeologie

An den Grundwasserpegeln führte die Bohrfirma im Zeitraum 28.09. - 14.10.2009 mehrstufige Pumpversuche durch. Die Wasserspiegellagen wurden dabei automatisch mit einer Drucksonde erfasst und mit einem Datenlogger aufgezeichnet. Zusätzlich erfolgten noch Kontrollmessungen mittels Lichtlot. Die Förderrate wurde dabei über ein Messwehr kontrolliert und im Regelfall ausgehend von 3 l/s bis auf 4 bzw. 5 l/s gesteigert. Nach Erreichen eines Beharrungszustandes wurde der Pumpversuch beendet. Die Drucksonde blieb zur Aufzeichnung des Wiederanstieges im Pegel.

Zur geohydraulischen Auswertung der Absenkung und zur Ermittlung der Durchlässigkeiten wurde als erstes die orientierende Formel von Hölting (LANGGUTH & VOIGHT, 2004) herangezogen.

$$k_f = \frac{Q}{\left(h + \frac{s}{2}\right) \cdot s}$$

$k_f$  = Durchlässigkeitsbeiwert [m/s]

$Q$  = Fördermenge [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$s$  = Absenkungsbetrag [m]

$h$  = Wassersäule über Grundwasserstauer [m]

Als zweite Methode zur Bestimmung der Durchlässigkeitsbeiwerte wurde die Formel von Körner (EARTH MANUAL, 1963) verwendet.

$$k_f = \frac{Q}{s} \cdot \frac{\ln\left(\frac{L}{D} + \sqrt{1 + \left(\frac{L}{D}\right)^2}\right)}{2 \cdot \Pi \cdot L}$$

$D$  = Brunnendurchmesser [m]

$L$  = getestetes Intervall bzw. Aquifermächtigkeit [m]

Als drittes analytisches Verfahren zur Berechnung des  $k_f$ -Wertes wurde auf die geringfügig modifizierte Näherungsformel von Bogomolov (in B. HÖLTING & W. G. COLDEWEY (2005) zurückgegriffen.

$$k_f = \frac{Q \cdot \ln\left(\alpha \cdot \frac{2M}{d}\right)}{2\Pi \cdot M \cdot s}$$

$M$  = Grundwassermächtigkeit [m]

Alpha = Koeffizient (1,33)

$d$  = Brunnendurchmesser (m)

Neben der Auswertung der Absenkung wird bei Pumpversuchen der Wiederanstieg des Wasserspiegels nach Beendigung der Entnahme ("Aufspiegelung") ausgewertet. Dabei wurde auf die für gespannte Grundwässer anwendbare Methode von Horner (in B. HÖLTING & W. G. COLDEWEY (2005) zurückgegriffen, in der die dimensionslose Zeit  $[(t + t')/t']$ ;  $t$  = Förderzeit,  $t'$  = Schließzeit] den Aufspiegelungswerten in einer semilogarithmischen Darstellung gegenübergestellt wird. Bei einigen Tests konnten zwei Geradensteigungen differenziert werden. In diesen Fällen repräsentiert der erste Wert den pegelnahen, der zweite Wert den pegelfernen Bereich.

Die Auswertung der Pumpversuchsdaten ergab über die Auswertemethoden gemittelte Durchlässigkeitsbeiwerte ( $k_f$ -Werte) zwischen  $5,5 \cdot 10^{-4}$  m/s und  $2,2 \cdot 10^{-3}$ . Die berechneten Werte sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Pumpversuchsdaten und  $k_f$ -Werte:

	KB 01/09	KB 02/09	KB 03/09	KB 04/09	KB 05/09	KB 06/09	KB 07/09
<b>Durchführung PV</b>	28.09.2009	01.10.2009	30.09.2009	28.09.2009	13.10.2009	29.09.2009	14.10.2009
<b>max. Pumprate [l/s]</b>	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00
<b>max. Absenkung [m]</b>	0,18	0,58	0,17	0,14	0,24	0,13	0,10
<b><math>k_f</math> - Werte</b>	<b>[m/s]</b>						
<b>Höltling</b>	2,11E-03	4,43E-04	1,68E-03	1,94E-03	9,16E-04	2,01E-03	2,88E-03
<b>Körner</b>	1,80E-03	3,58E-04	1,34E-03	1,60E-03	7,75E-04	1,55E-03	2,39E-03
<b>Bogomolov</b>	1,90E-03	3,78E-04	1,42E-03	1,68E-03	8,16E-04	1,64E-03	2,52E-03
<b>Aufspiegelung I</b>	1,70E-03	1,50E-03	3,70E-03	1,00E-03	7,90E-03	1,80E-03	1,10E-03
<b>Aufspiegelung II</b>		6,60E-05	2,90E-04		8,40E-05	2,00E-04	
<b>Mittelwert</b>	<b>1,88E-03</b>	<b>5,49E-04</b>	<b>1,69E-03</b>	<b>1,55E-03</b>	<b>2,10E-03</b>	<b>1,44E-03</b>	<b>2,22E-03</b>

Gerundet weisen alle Bohrungen, bis auf die Bohrung MKWG-KB 02/09 ( $6 \cdot 10^{-4}$  m/s), Durchlässigkeitsbeiwerte von  $2 \cdot 10^{-3}$  m/s auf. Diese homogenen Durchlässigkeiten spiegeln sich auch in der lithologischen Zusammensetzung der quartären Ablagerungen wider. Die Bohrung MKWG-KB02/09 zeichnet sich im Gegensatz zu den anderen Bohrungen durch einen relativ hohen und konstanten Schluffanteil in der wassergesättigten Zone aus.

## 2.5.6 Monitoring der Grundwasserstände (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)

Es wurde zur Gänze das im Rahmen der UVE für die Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf erweiterte Messstellennetz übernommen. Definierter Messzeitraum ist 1.1.1993 – 30.6.2006.



Zusätzlich wurden die Daten der neuen Bohrungen übernommen, der Messzeitraum ist aber noch sehr kurz.

Alle Ganglinien des Grundwasserspiegels zeigen im Herbst – Winter einen nur einmal kurz unterbrochenen Rückgang, der auf die fehlende Grundwasserneubildung und Niedrigwasserführung der Mur zurückzuführen ist.

Die relativ hohen Grundwassertemperaturen spiegeln die typischen durch das Stadtgebiet geprägten thermischen Verhältnisse wider.

## **2.5.7 Morphologie und Ausprägung des präquartären Untergrundes (JOANNEUM RESEARCH)**

### **2.5.7.1 Definition Grundwasserstauer**

Laut ÖNORM B2400 ist der Grundwasserstauer ein „im Vergleich zum Grundwasserleiter gering durchlässiger Boden- oder Gesteinskörper, der als hydraulisch wirksame untere Begrenzung des Grundwasserleiters angesehen werden kann“.

Im Großteil des engeren Untersuchungsgebietes wird der Grundwasserstauer im Murtal ab Graz von der Neogenoberkante gebildet, während der Grundwasserleiter aus quartären Sedimenten zusammengesetzt ist. Wie jedoch einzelne Bohrprofilaufnahmen zeigen, gibt es auch Fälle in denen der untere Bereich der Quartärlagerungen verdichtet ist und somit der Grundwasserstauer entsprechend höher angesetzt werden muss. Dies war im Untersuchungsgebiet z.T. im östlichen Grazer Feld der Fall.

### **2.5.7.2 Bohrdatenbank Grazer Feld**

Die Bohrdatenbank Grazer Feld umfasst mit Stand September 2005 rund 900 Bohrungen im Grazer Feld von Andritz bis Wildon. Zu den einzelnen Bohrungen gibt eine lange Reihe von Attributen, wobei der Umfang der tatsächlich vorhandenen Attribute von Bohrung zu Bohrung stark variieren kann. Die wichtigsten Attribute sind die Koordinaten und die Absoluthöhe des Grundwasserstauers.

Daneben gibt es zum Teil Angaben über die Geländehöhe, die Quartärmächtigkeit, die Zusammensetzung des Grundwasserstauers, Bohrtiefe, Datum der Bohrung, Grundwasserspiegelhöhe laut Bohrprofil mit Datum, diverse Messstellenbezeichnungen (Synonyme), administrative Zuordnungen, Grundstücksnummer und Adresse. Nicht alle Bohrungen wurden bis zum Grundwasserstauer abgeteuft. Hier wurden meist Angaben über die Mindestquartärmächtigkeit gemacht (das Negativzeichen bedeutet: Stauer liegt tiefer als der angegebene Wert).

Die Bohrdaten stammen aus den verschiedensten digitalen und/oder analogen Quellen und wurden von folgenden Stellen zur Verfügung gestellt:

- Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 17c
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung Fachabteilung 19a
- Geodatenbank des Referats für Geologie und Paläontologie – Landesmuseum JOANNEUM
- Bohrkartei des Landesmuseums Joanneum
- In der Literatur beschriebene Bodenprofile (H. MOHR., 1927, V. MAURIN, 1956, 1961).
- Bohrarchiv des ehem. Institutes für Umweltgeologie und Angewandte Geographie JOANNEUM RESEARCH
- Grazer Stadtwerke (WW Andritz, WW Feldkirchen)
- Wasserverband Umland Graz (WW Kalsdorf)
- Wasserverband Grazer Feld Südost (WW Gössendorf)
- HLAG (Koralmbahn Feldkirchen – Wettmannsstätten, Puntigam-Werndorf...)
- Diverse Bohrungen im Zuge diverser Bauprojekte (LKH, Brückenbau, Autobahnbau, Bodenprüfstelle...)
- Bohrkampagnen im Rahmen der UVE für die Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (Stand Dezember 2005, T. HARUM et al., 2007)
- Bohrkampagne im Zuge der UVE-Untersuchungen für das geplante Heizkraftwerk Graz (A. DALLA-VIA & T. HARUM, 2008)
- Aktuelle Erhebungen durch GEOTEAM
- 10 Bohrungen, die im Rahmen der gegenständlichen UVE abgeteuft wurden.

### **2.5.7.3 Qualität der Bohrdaten**

Die Qualität der Daten ist je nach Herkunft der Bohrprofile unterschiedlich. Dies betrifft vor allem Höhenangaben (Höhen wurden vermutlich z. T. aus Karten abgeschätzt), Lage (Koordinaten mehr oder weniger genau aus Karten abgeschätzt). Natürlich ist auch die Qualität der Bohrprofilaufnahme vom Geologen bzw. Bohrmeister abhängig.

Aus diesen drei Gründen wurde bei widersprüchlichen Angaben zur Stauerhöhe, bei der Konstruktion der Grundwasserstauerkarte von Fall zu Fall entschieden, ob die eine oder

andere Bohrung bei der Konstruktion der Grundwasserstauerisolinien berücksichtigt wird oder nicht.

Trotz der in Summe hohen Anzahl von Bohrungen gibt es nach wie vor Bereiche im Grazer Feld, in denen die Höhenlage des Grundwasserstauers auf Grund eines nur dünnen Netzes an Bohrungen nur sehr grob bekannt ist. Daher wurde in manchen Fällen nicht auf die Verwendung von möglicherweise ungenauen Bohrdaten verzichtet.

Zahlreiche Bohrungen wurden nicht bis in den präquartären Untergrund niedergebracht. Angaben über den sedimentologischen oder lithologischen Aufbau des präquartären Untergrundes sind von sehr unterschiedlicher Qualität. Nur in wenigen Fällen, vorwiegend bei Bohrungen neueren Datums sind die angetroffenen Sedimente normgerecht beschrieben. Bei Angaben wie Opok, Tegel, Lehm sollte es sich z.B. erfahrungsgemäß um sandigen Schluff handeln. Die Quartärmächtigkeit resultiert aus der Differenz von Geländeoberkante und Oberkante des präquartären Untergrundes. Dabei bleiben stratigraphische Einstufungen der Schotter undifferenziert ebenso wie oberflächennah vorhandene sandig-bindige Ablagerungen oder anthropogene Bildungen (Asphalt, Beton, Baureste im Stadtgebiet).

## **2.5.7.4 Lithologie**

### **2.5.7.4.1 Neogen:**

Die größte Fläche unter den Quartärschottern im Stadtgebiet wird von neogenen tonig-sandigen Schluffen, untergeordnet auch Sanden eingenommen. Sie sind gegenüber den hangenden Quartärschottern im Wesentlichen als Wasserstauer anzusehen. Die eingelagerten Sandlagen sind erfahrungsgemäß nur geringmächtig, von untergeordneter Bedeutung und bezüglich ihrer Wasserführung bedeutungslos. Es gibt keine Angaben über die Lagerungsverhältnisse. Im Allgemeinen sollte die Lagerung in etwa horizontal sein.

### **2.5.7.4.2 Paläozoikum:**

Im engsten Bereich um den Schlossberg sind Gesteine der mitteldevonischen Dolomit-Sandsteinfoolge an der Quartärbasis vorhanden. Zwei Bohrungen in der Sackstraße schlossen den Dolomit des Schlossberges auf (Nr. 90). Am Westrand des Grazer Beckens wurden an der Quartärbasis zum Teil Ausläufer des Plabutsch-Buchkogelzuges wie z. B. bei der Unterflurtrasse in Webling (Nr.14), oder dem Dolomitsandstein der Bohrung in der Alte Poststraße (Nr.34) angetroffen. Ebenso ins Paläozoikum zu stellen sind die „Kalke“ in der Bohrung Nr. 36 in der Fichtenstraße oder der angegebene „Fels“ an der Basis der Bohrung 33 in der Mariengasse (beide im Norden in Nähe der Bundeslehranstalt für Frauenberufe). In der Bohrung 35 am Floßlendplatz werden Kalk und Tegel angegeben.

Bei den Untersuchungsbohrungen für die Gründung der Keplerbrücke wurden Tonschiefer und Dolomit angetroffen. Ebenfalls Tonschiefer wurden bei der Hauptbrücke erbohrt. Sonst besteht hier die Quartärbasis aus „Tegel“ oder „Lehm“ also Sedimenten die deutlich auf tertiäre Ablagerungen hinweisen.

Bei Untersuchungsbohrungen zur Gründung des Keplergymnasiums wurden laut Bohrbeschreibungen Tonschiefer und Diabasschiefer angetroffen.

#### **2.5.7.4.3 Morphologie**

Die erste Gesamtdarstellung des präquartären Untergrundes existieren vom Institut für Umweltgeologie und Angewandte Geographie (1986) sowie von G. SCHICKOR (1983) aus dem Raum Weinzödl und von R. OTT & G. SCHICKOR (1990) vom nördlichen Grazer Feld.

Eine neuere Bearbeitung von Teilbereichen erfolgte 1995 im Zuge einer Machbarkeitsstudie für das Murkraftwerk Puntigam der STEWEAG durch das Institut für Hydrogeologie und Geothermie der JOANNEUM RESEARCH, die Untergrundkarte ist in T. HARUM et al. (1997) publiziert. Im Zuge des Projektes „VERA“, Bewertung des Risikopotentials von Altstandorten im Grazer Stadtgebiet) wurde die Untergrundkarte durch JOANNEUM RESEARCH weiter aktualisiert, sie repräsentiert den Kenntnisstand von Ende 2002.

Im Rahmen des Projektes „Grundwassermodellierung Grazer Feld 2004 (J. FANK et al., 2004) wurde vor allem auf Basis neuer Bohrungen der HLAG der Grundwasserstauer verfeinert.

Die letzte Aktualisierung erfolgte im Rahmen der UVE für die Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (T. HARUM et al., 2007) und betraf einerseits die Einbeziehung neuerer Bohrungen aus externen Quellen und andererseits der im Rahmen der UVE niedergebrachten Bohrungen.

Im Zuge der UVE-Erstellung für das Stadtkraftwerk Graz erfolgte auf Basis der neuen Erhebungen und neuen Bohrungen eine erneute Aktualisierung.

Nach erfolgter digitaler Erfassung und Verifizierung der Bohrdaten wurden die Bohrungen mit Hilfe eines geographischen Informationssystems (ArcGIS 9.3) zunächst räumlich dargestellt und unter Berücksichtigung der Talgenese Isohypsen des Grundwasserstauers interpoliert.

Dominierendes Element des wasserstauenden Untergrundes des Grazer Beckens ist eine Tiefenrinne, welche beim Durchbruch durch das paläozoische Grundgebirge im Norden klammartig ausgebildet ist, gegen Süden verflacht und sich trichterförmig erweitert.

Im Bereich Weinzödl (nördliches Grazer Feld) ist durch eingehende Untersuchungen der GRAZER STADTWERKE mit zahlreichen Aufschlussbohrungen (G. SCHICKOR, 1986) ein klammartiger Mureinschnitt gut belegt.

Dabei wurde der Grundwasserstauer in einer Bohrung am tiefsten Punkt der Rinnenbasis in Form des paläozoischen Grundgebirges in einer Seehöhe von 322,5 m aufgeschlossen. Beim Hauptbahnhof wurde der tertiäre Untergrund in einer Seehöhe von 321,8 m angetroffen, was einer Quartärmächtigkeit von 37,5 m entspricht. Hier liegt ein weiterer Fixpunkt welcher den Verlauf der Tiefenrinnen markiert.

Die Tiefenrinne zieht von hier etwa im Bereich des heutigen Murverlaufes gegen Süden. Die meisten Untersuchungsbohrungen für die Koralmbahn liegen etwas westlich der Tiefenrinne. Südlich des Kalvarienberges ist eine Hochlage des präquartären Untergrundes durch allerdings nur wenige und randlich gelegene Bohrungen in groben Zügen erfasst. Die Lage der Tiefenrinne beschränkt sich damit hier auf einen engen Bereich zwischen besagter Grundgebirgshochlage und dem Plabutschzug im Westen.

Im Stadtpark/Geidorfviertel ist eine plateauartige Hochfläche zwischen 356 m und 359 m. ü. A. mit sehr unruhiger Kleinmorphologie vorhanden. Gegen den Schlossberg zeichnet sich ein Abfall des Untergrundes ab, wobei durch eine Bohrung eine Unterkante von 348,5 m belegt ist.

Gegen Süden tritt eine weitere Verflachung der Rinne bei einer gleichzeitigen Verbreiterung ein, wobei letztlich der ganze Bereich zwischen Kaiserwaldterrasse im Westen und dem Tertiärrand im Osten in die Rinnenstruktur einbezogen ist. An der breitesten und flachsten Stelle der Rinne südlich Kalsdorf werden die Untergrundmorphologie und Rinnenstruktur undeutlich.

Am Süden des Grazer Beckens, wo das Murtal durch die Leithakalke (bzw. die Grundgebirgshochlage der Sausalschwelle) zwischen Wildon und Wurzing (Kollischberg, Weißenegg) durchbricht, ist auch im neogenen Untergrund wieder eine deutliche Rinnenstruktur vorhanden.

Bezüglich der Untergrundverhältnisse am Übergang zur Kaiserwaldterrasse ist festzuhalten, dass die südlichste gesicherte Isolinie jene von 320 m ist, welche etwa vom Flughafen Thalerhof Richtung Unterpremstätten verläuft und mit der Bohrungen beim „Kogelkreuz“ fixiert ist. Der Neogensockel der Kaiserwaldterrasse muss beim Verschnitt dieser 320 m Isolinie in einer Seehöhe von ca. 331 m liegen. Es kann demnach davon ausgegangen werden, dass dieser Sockel sehr steil gegen Osten unter die Würmschotter abtaucht. Der Schotteruntergrund wird daher nur bis zum Rand der Kaiserwaldterrasse (bzw. der Flur von Weitendorf und Windorf) ausgezeichnet und der zu modellierende Aquifer mit den Terrassenrändern begrenzt. Im Raum Weitendorf wurde die Stauerkarte mit Hilfe geophysikalischer Untersuchungsergebnisse verfeinert.

Im Rahmen des gegenständlichen Projektes wurden im Sommer – Herbst 2009 vor allem im murnahen Bereich 10 neue Bohrungen abgeteuft. Die Bohrungen wurden jeweils bis in den

neogenen Untergrund abgeteuft und präzisieren hier nun das Bild der Morphologie des präquartären Untergrundes.

Im engeren Untersuchungsgebiet (murnaher Bereich) ergibt sich nun das Bild, dass die Tiefenrinne akzentuierter und um einige Meter tiefer ist, als bisher angenommen. Demzufolge sind im murnahen Bereich und insbesondere des Kraftwerksstandortes hohe Quartärmächtigkeiten bis zu rund 30 m gegeben.

Dies ist von hoher Relevanz für den Fachbereich Geotechnik (Gründung, Abdichtungsmaßnahmen), weniger aber für das Modell der Grundwasserströmung.

Zur Genauigkeit der Grundwasserstauerhöhen ist folgendes anzumerken. In der Isohypsendarstellung des präquartären Untergrundes wurde versucht, ein zwar hypothetisches auf der Talgenese basierendes und möglichst plausibles Bild zu entwerfen. In Bereichen mit hoher Bohrdichte im Grazer Stadtgebiet (z.B. Bereich Krankenkassengebäude oder wehrnaher Bereich KW Kalsdorf) weist der neogene Untergrund eine rege Kleinmorphologie auf (Seehöhenschwankungen von mehreren Metern auf kurzer Entfernung). Daher soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass die Bearbeitung und Interpretation der dargestellten quartär abgedeckten Untergrundkarte naturgemäß mit Ungenauigkeiten behaftet sein muss. Aufgrund der vielerorts ungünstigen Verteilung von bekannten Höhenkoten des Untergrundes müssen Annahmen getroffen werden, welche die logische Talentwicklung berücksichtigen.

Es wurden prinzipiell weitgehend gesicherte Daten verwendet. In Bereichen mit geringer Bohrnitzdichte mussten jedoch zwangsläufig zum Teil auch auf Aufzeichnungen minderer Qualität (geschätzte Höhenkoten und inexakte Situierungen, fragwürdige Bohraufzeichnungen...) zurückgegriffen werden.

## **2.5.8 Grundwasserströmung und –dynamik (JOANNEUM RESEARCH)**

### **2.5.8.1 Kalibrierung eines instationären Modells der Grundwasserströmung**

#### **2.5.8.1.1 Hydrogeologisches Konzeptmodell, Modellgrundlagen und Programmsystem**

Zur Untersuchung der Grundwasserströmungsverhältnisse wurde für die beiden Grundwasserfelder im Rahmen der UVE für die beiden Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (T. HARUM et al., 2007) jeweils ein 2D-horizontal ebenes Grundwasserströmungsmodell instationär kalibriert. Die Modellierung wurde mit dem Programmsystem FEFLOW durchgeführt. Die Diskretisierung des Modellgebietes erfolgte durch Dreiecke – Finite – Elemente, als Zeitschritte wurden durchgehend Tageswerte

gewählt. Für die Kalibrierung des instationären Grundwasserströmungsmodells wurde der Zeitraum 1993-Juni 2006 gewählt, in dem sowohl Jahre mit extrem niedrigem Grundwasserstand und auch Jahre mit hohen Grundwasserständen vertreten waren. Die Monitoringdaten des neuen Messstellennetzes werden zur Validierung herangezogen, nicht aber zur Kalibrierung, da der Messzeitraum noch zu kurz ist.

Die folgende Beschreibung ist aus J. FANK et al. (2004) entnommen:

*Die Finite Elemente Methode stellt eine diskrete Beschreibungsmöglichkeit der Grundwasserströmung dar, die direkt von den physikalischen Bedingungen der Grundwasserströmung ausgeht, nämlich von der Gültigkeit des Darcy'schen Gesetzes und von der Kontinuitätsbedingung. Die Erfüllung der Kontinuitätsbedingung ist vom Diskretisierungsgrad abhängig. Je kleiner die Dreieckselemente sind, desto besser kann der exakte Verlauf der Potentialverteilung approximiert werden. Eine zweite Abhängigkeit zur Erfüllung der Kontinuität ist durch die Form der Dreieckselemente gegeben. Ein gleichseitiges Dreieck stellt dabei die beste Form der Elemente dar.*

*Die Methode der Finiten Elemente ermöglicht es, über die physikalische Beschreibung im Innern und an den Rändern der Elemente die Potentialhöhen in den Knotenpunkten zu bestimmen. Dabei sind die Durchflussmengen als Knotenpunktergiebigkeiten aufzufassen. Bei der exakten Lösung der Strömungsgleichung erscheint die Potentialhöhenverteilung als Potentialfläche über der Strömungsebene, die stetig, glatt und in den meisten Fällen gekrümmt ist. In der diskretisierten Strömungsebene hängt die Gestalt der Potentialfläche von den Potentialhöhen an den Knotenpunkten des Netzes ab. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich die Potentialhöhe innerhalb und auf den Rändern eines Dreieckselementes linear in jede Richtung ändert, d.h., dass die von den Potentialhöhen der Knotenpunkte aufgespannte Raumfläche eine Ebene ist. Ergebnis der Berechnung der Knotenpunktergiebigkeiten für alle Knotenpunkte eines Strömungsmodells bildet ein lineares Gleichungssystem, dessen Lösung die diskrete Potentialhöhenverteilung in dem Strömungsfeld liefert.*

*Mathematisch gesehen bedeutet die Grundwassermodellierung, die Lösung partieller Differentialgleichungen 2. Ordnung mit Hilfe numerischer Verfahren. Diese Lösung ist nur durch die Vorgabe von Ausgangs- und Randbedingungen möglich. Die Randbedingungen beschreiben die Interaktion des Grundwassers im Modellgebiet mit seiner Umgebung.*

Im gegenständlichen Modell wurden die folgenden Arten von Rand- und Ausgangsbedingungen verwendet:

- Die untere Begrenzung des untersuchten Grundwasserleiters – der Grundwasserstauer – wurde aus Bohrungen interpoliert.
- Die Startverteilung der Durchlässigkeiten im Untersuchungsgebiet wurde aus Unterlagen früherer und neuer Untersuchungen und Modelle festgelegt.

- Die Startverteilung des Porenvolumens – ein wichtiger Systemparameter zur Beschreibung der Speicherfähigkeit in der instationären Modellierung – wurde ebenfalls aus den vorhandenen Modellen festgelegt.
- Relevante Grundwasserentnahmen als wesentliche Kontrollgröße der Relevanz der kalibrierten Durchlässigkeiten und Porenvolumina standen in Form von Messdaten zur Verfügung bzw. wurden aus der erarbeiteten Datenbasis abgeleitet. Es wurden nur tatsächliche Entnahmen größerer Versorgungsbrunnen berücksichtigt und nicht die bewilligten Konsensmengen, die in vielen Fällen beträchtlich höher sind, nicht aber den tatsächlichen Entnahmen entsprechen. Für den Zeitraum des Großpumpversuches beim Wasserwerk Feldkirchen Ende Jänner bis Mitte Mai 2006 lagen Entnahmedaten vor.
- Die Modellränder im Norden und Westen des westlichen Grundwassermodellgebietes wurden entlang von Grundwassermessstellen festgelegt. Die Ganglinien dieser Messstellen wurden zwischen den Pegeln linear interpoliert und als fixes (instationäres) Potential definiert. Der Südteil des Modellgebietes wurde aus J. FANK et al. (2004) übernommen, es erfolgte aber eine Erweiterung nach Norden. Einzige im Vergleich zum bestehenden Modell neue Randbedingung ist eine auf Basis von Min.-Max.-Angaben des Tunnelbetreibers (ASFINAG, 2006) und (wenn auch aufgrund der sehr unterschiedlichen Geologie nur ungenaue Übertragung der hydrologischen Modellierung simulierte Ganglinie des Abflusses aus dem Plabutschunnel, der zur Gänze zur Versickerung gebracht wird.
- Die Alimentation des östlichen Grundwasserfeldes durch die im Terrassenbereich über dem Grundwasserspiegel hängenden seitlichen Zubringer wurde als instationäre Leakage-Randbedingung definiert. Da es an den Seitenzubringern keine Pegelmessstellen mit kontinuierlichen Wasserstands- bzw. Abflussmessungen gibt, wurden die Abflüsse mittels des Niederschlag-Abfluss-Modells NAM simuliert, die Berechnung der Wasserspiegellagen erfolgte eindimensional mittels des gerinnehydraulischen Modells MIKE 11.
- Die Modellränder im Norden und Osten des östlichen Grundwassermodellgebietes wurden als instationäre Zuflüsse mittels des Niederschlag-Abfluss-Modells NAM simuliert.
- Die obere Randbedingung des Grundwasserströmungsmodells stellt die Grundwasserneubildung durch infiltrierende Niederschläge dar. Es wurden Neubildungsganglinien für die folgenden Typusflächen ermittelt:
  - Neubildung in der Au: Ermittlung aus Niederschlag - potentielle Referenzverdunstung unter Berücksichtigung der Schneeschmelzvorgänge.



- Neubildung auf den ebenen Terrassenflächen: Summe aus Overlandflow, Interflow und Neubildung im Bereich des östlichen Talrandes (Ergebnis von NAM).
  - Neubildung auf offenen Wasserflächen: Ermittlung aus Niederschlag minus potentielle Verdunstung.
- Die Randbedingungen an der Mur und den Lahnen wurden teils als fixes (instationäres) Potential und teils als instationäre Leakage-Randbedingung definiert. Von der Mur wurden dabei an allen Punkten mit Profilinformatoren Pegelschlüssel ermittelt und mittels dieses Pegelschlüssels und den Durchflüssen des hydrografischen Dienstes Wasserspiegelganglinien geschätzt. Diese Ganglinien wurden danach noch auf die Modellknoten interpoliert. Die Murrandbedingung konnte aufgrund der Ergebnisse des Pumpversuches beim Wasserwerk Feldkirchen nun als Leakage-Randbedingung kalibriert werden (In- und auch Exfiltrationsleakage).
  - Da ein großer Teil des südlichen Auebereichs Exfiltrationsgebiet des Grundwassers darstellt, sind die Wasserspiegellagen der Augerinne und Mühlgänge von größter Bedeutung für die Güte der Modellkalibrierung. Die entsprechenden Vermessungsdaten wurden vom Auftraggeber der UVE KW Gössendorf – Kalsdorf zur Verfügung gestellt.
  - Der 10m-Raster des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen für eine Auswertung der Flurabstände ist zu ungenau. Es wurde daher im Auftrag der Energie Steiermark eine Laserscanbefliegung durchgeführt, als Ergebnis liegt ein neuer 1m-Raster vor, der mit dem Raster der Laserscanbefliegung aus der UVE Kraftwerke Gössendorf – Kalsdorf zusammengeführt wurde.

Bei der Modellkalibrierung wurde vor allem Wert auf höchstmögliche Genauigkeit im murnahen Bereich gelegt, es weist somit im engeren Untersuchungsgebiet eine gute Prognosefähigkeit bezüglich der möglichen Änderungen durch das geplante Projekt auf.

#### **2.5.8.1.2 Modellierung der randlichen Oberflächenzuflüsse**

Am östlichen Modellrand münden sieben Bäche: der Etschbach, Ferbersbach, Grambach, Grazbach, Kroisbach, Petersbach und Raababach.

Da keiner dieser Bäche hydrographisch beobachtet wird, wurden die Abflüsse unter Anwendung des hydrologischen Modells NAM aus einem bezüglich der Gebietskennwerte ähnlichen Gebiet übertragen.

NAM ist ein konzeptionelles Niederschlags-Abfluss-Modell für die Simulation von Oberflächenabfluss, Interflow und Grundwasserabfluss als Funktion der Wasserspeicherung in vier verbundenen Speichern. Das Modell ermöglicht somit die Simulation der

Abflussdynamik und die Ermittlung der Dynamik der Grundwasserneubildung in Abhängigkeit von Boden, Landnutzung und Klima.

Für die sieben Bäche und das Referenzeinzugsgebiet wurden die Einzugsgebiete auf Basis des digitalen Geländemodells (10 m Raster) des BEV abgegrenzt, sodass Gebietsgröße und Höhenverteilung ermittelt werden können. Die Landnutzungsverteilung wurde übernommen durch Verschnitte der Einzugsgebiete mit der digitalen Landnutzungskarte aus dem Wasserversorgungsplan Steiermark (ermittelt durch Satellitenbilddauswertung, R. BENISCHKE et al., 2002).

Als Referenzeinzugsgebiet wurde jenes des Pegels Gerbersdorf der Hydrografischen Landesabteilung herangezogen, welches durch vergleichbare naturräumliche und klimatische Verhältnisse charakterisierbar ist.

#### Modellierung der Tagesabflüsse für das Referenzeinzugsgebiet Gerbersdorf:

Als Zeitreihen wurden die an der Station Kirchbach gemessenen Niederschläge, an der Station Gerbersdorf gemessenen Abflusswerte und an der Station Graz – Flughafen gemessene Lufttemperatur verwendet. Die Berechnung der Grasreferenzverdunstung erfolgte durch die ZAMG nach der Methode R. ALLEN et al. (1998). Sie stellt die maximal mögliche Verdunstung einer „Standardwiese“ mit definierter Grashöhe dar, die Umrechnung auf die lokalen dominierenden Landnutzungseinheiten Wald, Wiese und Acker erfolgt mit Hilfe von Crop Coefficients (R. ALLEN et al., 1998). Sämtliche Parameter sind Tagesmittel bzw. –summen.

Insgesamt werden 11 Parameter, die die Oberflächen-, Zwischen- und Basisabflussdynamik beschreiben, im NAM kalibriert. Die Güte der Kalibrierung wird durch die Anpassung der simulierten Abflusswerte an die gemessenen überprüft.

Die kalibrierten Parameter wurden auf die unbeobachteten Einzugsgebiete übertragen, und ihre Tagesabflusswerte mit Hilfe der örtlichen Niederschläge, Lufttemperatur und Referenzverdunstung simuliert.

Für diese Simulationen wurden folgende Zeitreihen verwendet: Niederschläge, Lufttemperatur und berechnete Referenzverdunstung der Station Graz – Flughafen, zusätzlich als Variantenrechnung auch die Niederschläge der Station Lassnitzhöhe. Die Referenzverdunstung wurde für jedes Einzugsgebiet für die lokale Landnutzung berechnet. Die Unterschiede zwischen beiden Abflussganglinien sind kaum in der zeitlichen Dynamik zu erkennen, sondern nur in der Abflusshöhe bei einzelnen Ereignissen.

Die Wasserspiegellagen in den Seitenzubringern ab ihrer Einmündung in das Murtal wurden aus den simulierten Durchflüssen und Bachprofilen mittels des Modells MIKE-11 instationär geschätzt.

Die simulierten Abflusswerte wurden für die mit MIKE11 durchgeführte hydrodynamische Modellierung als Randbedingungen (Inflow) weiter verwendet und zwar für die Flussstrecken:

- Grambach (Einzugsgebietsauslass bis Einmündung in den Raababach)
- Raababach (Einzugsgebietsauslass bis Einmündung in die Mur)
- Ferbersbach (Einzugsgebietsauslass bis Einmündung in den Mühlkanal)

Als untere Randbedingungen wurden die Murwasserstände als Tagesmittelwerte bzw. ein konstanter Wasserstand für den Mühlkanal eingesetzt. Weiters sind in MIKE11 38 Flussquerprofile implementiert, sodass bei jedem dieser Querprofile eine Wasserstandsganglinie (Tagesmittel 1.1.1993 bis 30.6.2006) simuliert wurde. Diese Ergebnisse dienen als Randbedingungen für die Grundwassersimulation mit FEFLOW.

Die Ermittlung der Infiltration in das Grundwasser aus den Seitenzubringern erfolgte durch Schätzung der Leakage-Parameter und Überprüfung derselben im Zuge der Modellkalibrierung.

#### **2.5.8.1.3 Randliche Hang- und Grundwasserzuflüsse**

Der Abfluss aus einem Einzugsgebiet setzt sich nach einem Niederschlagsereignis aus den Komponenten Oberflächenabfluss, Interflow und Baseflow (Grundwasserabfluss) zusammen. Nach längeren Trockenperioden wird das Gerinne nur mehr aus dem Grundwasserabfluss dotiert.

Das Niederschlags-Abfluss-Modell NAM liefert als Ergebnis Ganglinien des Oberflächen-, Zwischen-, Grundwasserabflusses und der Grundwasserneubildung der randlichen Einzugsgebiete für den gesamten Zeitraum der Kalibrierung (1993-2006).

Für die Abschätzung der direkt in den quartären Aquifer zufließenden Hangwässer des östlichen Talrandes kann davon ausgegangen werden, dass die Summe der Abflusskomponenten Oberflächenabfluss und Interflow für die randliche Grundwasseranreicherung ausschlaggebend ist. Da die Landnutzungs- und Bodenverhältnisse vergleichbar mit denjenigen der modellierten Einzugsgebiete sind, wurde diese Summe aus den Ergebnissen des Einzugsgebietes Grambach auf die Resteinzugsgebiete übertragen.

Eine weitere wichtige Randbedingung sind die Grundwasserzuflüsse aus den Talfüllungen der östlichen Seitenzubringer Ferbersbach, Grambach, Raababach, Petersbach und Grazbach. Da keine Untersuchungen über diese lokalen Porengrundwasserkörper vorliegen, können sie nur geschätzt werden. Dies erfolgte mittels der Kontinuitätsgleichung unter Annahme von Aquifermächtigkeiten und Durchlässigkeiten

$$Q = k_f * I * B * H$$

Wobei:

Q = Zufluss

$k_f$  = Durchlässigkeitsbeiwert in m/s

I = Talgefälle

B = Breite des Abstromquerschnitts in m

H = geschätzte mittlere Mächtigkeit des Aquifers in m

Unter der Annahme relativ geringer Durchlässigkeiten von  $5 \cdot 10^{-4}$  m/s aufgrund der Einzugsgebiete in feinklastischen neogenen Sedimenten errechnen sich die in nachstehender Tabelle dargestellten mittleren Zuflüsse.

Profil	$k_{fmax}$	B	H	I	Q (l/s)
Ferbersbach	5.00E-04	814	2	6.54E-03	5.32
Grambach	5.00E-04	240	1	9.93E-03	1.19
Raababach	5.00E-04	1334	2	7.50E-03	10.01
Petersbach	5.00E-04	404	1	2.26E-02	4.57
Grazbach	5.00E-04	779	3	8.33E-03	9.74
Summe GW					30.82

Die Dynamik wurde aus der mittels NAM modellierten Baseflowkomponente der randlichen Einzugsgebiete übertragen.

#### 2.5.8.1.4 Niederschlag, Verdunstung und Grundwasserneubildung

Die obere Randbedingung des Grundwasserströmungsmodells stellt die Grundwasserneubildung durch infiltrierende Niederschläge dar. Sie ist in der Hauptsache von den meteorologischen Randbedingungen, der Landnutzung und den Bodenverhältnissen abhängig.

Je nach vorhandener Datenlage gibt es sehr unterschiedliche Ansätze zur Regionalisierung der Grundwasserneubildung. J. FANK & G. ROCK (2001) leiteten die Neubildung für die Terrassenbereiche des südwestlichen Grazer Feldes aus den Spiegelschwankungen des Grundwassers ab, eine Methode, die aber vor allem in den Bereichen, in denen ein unmittelbarer Einfluss durch Oberflächengerinne (Augebiet) besteht, nur bedingt anwendbar ist.

Für das vorliegende Modell wurden für die Neubildung aus dem Niederschlag drei Teilbereiche definiert, in denen bezüglich Dynamik und Menge mit sehr unterschiedlichen Neubildungsraten gerechnet werden kann.

Es sind dies:

- Das Augebiet mit sehr geringen Flurabständen, die bewirken, dass die Vegetation ganzjährig ihren Wasserverbrauch aus der gesättigten Zone beziehen kann: Die Ermittlung erfolgte aus Niederschlag - potentielle Referenzverdunstung (Station Graz-Thalerhof, errechnet nach FAOPENMAN-MONTEITH, R. ALLEN et al., 1998) mit Simulation der Schneeschmelzvorgänge mittels eines einfachen Modells, welches die Schmelze aus der Lufttemperatur und Schneedecke ableitet.
- Die ebenen Terrassenflächen und jene Aubereiche mit größeren Flurabständen: Hier hängt aufgrund des tiefen Grundwasserspiegels der tatsächliche Wasserverbrauch vom Dargebot ab und ist natürlich deutlich geringer als die potentielle Referenzverdunstung. Es wurden daher die Ergebnisse der Wasserhaushaltsrechnung mittels NAM übertragen unter der Annahme, dass aufgrund der ebenen Flächen das Fehlen von Oberflächenabfluss und Interflow angenommen werden kann. Die Neubildung ist somit die Summe aus Overlandflow, Interflow und Neubildung.
- Offene Wasserflächen: Die Ermittlung erfolgt aus Niederschlag minus potentielle Referenzverdunstung, die Schneeschmelze kann vernachlässigt werden.

Meteorologische Eingangsgrößen sind für alle Berechnungen die in der ZAMG-Station Thalerhof gemessenen Tagessummen der Niederschläge, Tagesmittel der Lufttemperatur und die nach R. ALLEN et al. (1998) berechnete Grasreferenzverdunstung nach der FAOPENMAN-MONTEITH-Gleichung:

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)}$$

Wobei (zit. Aus R. ALLEN et al., 1998):

$ET_0$ reference evapotranspiration [ $\text{mm day}^{-1}$ ],
$R_n$ net radiation at the crop surface [ $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ],
$G$ soil heat flux density [ $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ],
$T$ mean daily air temperature at 2 m height [ $^{\circ}\text{C}$ ],
$u_2$ wind speed at 2 m height [ $\text{m s}^{-1}$ ],
$e_s$ saturation vapour pressure [ $\text{kPa}$ ],
$e_a$ actual vapour pressure [ $\text{kPa}$ ],
$e_s - e_a$ saturation vapour pressure deficit [ $\text{kPa}$ ],
$\Delta$ slope vapour pressure curve [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ],
$\gamma$ psychrometric constant [ $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ ].

Nachstehende Tabellen zeigen die Monats- und Jahressummen für die drei Flächentypen. Letztere zeigen deutlich die sehr hohen Unterschiede von Jahr zu Jahr.

Monats- und Jahressummen der Grundwasserneubildung für die Terrassen- und Aubereiche mit hohen Flurabständen:

Jahr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1993	1.9	0.3	4.1	1.7	2.4	3.1	4.3	12.6	6.1	81.9	39.1	33.7	191.3
1994	10.5	16.2	2.7	48.9	5.7	15.5	16.0	17.8	16.7	31.2	45.6	35.3	262.3
1995	2.7	53.2	66.6	10.6	3.0	30.5	27.9	32.1	62.7	0.4	0.7	18.8	309.2
1996	2.2	18.7	24.7	115.7	40.2	3.4	7.8	7.4	32.5	71.4	14.2	4.7	342.9
1997	1.5	0.3	1.7	0.5	2.3	11.5	62.8	18.3	93.0	0.7	30.4	49.6	272.6
1998	2.8	2.5	8.2	5.7	2.0	4.7	18.4	24.8	53.8	88.4	31.6	5.6	248.5
1999	1.3	3.8	8.5	5.7	29.0	38.5	54.3	64.1	15.2	3.6	12.4	28.6	264.8
2000	3.4	0.2	5.6	3.7	2.5	5.8	13.1	10.8	8.9	35.3	73.8	40.3	203.6
2001	23.0	1.4	14.3	20.1	5.2	5.8	0.8	0.0	11.2	1.0	0.5	0.2	83.4
2002	0.0	3.2	1.8	5.2	1.0	0.1	0.0	15.3	11.2	35.6	14.4	100.8	188.6
2003	9.3	0.1	0.8	1.7	0.7	0.0	3.1	3.3	11.0	19.3	13.5	15.4	78.3
2004	16.1	4.7	51.9	14.5	10.0	94.2	24.5	2.6	5.5	12.1	13.3	15.6	264.9
2005	1.5	9.6	1.8	12.4	8.2	4.7	19.0	115.0	53.7	9.6	0.5	16.5	252.4
2006	11.1	12.3	14.5	31.8	24.9	9.7							
Mittel	6.2	9.0	14.8	19.9	9.8	16.2	19.4	24.9	29.3	30.0	22.3	28.1	227.9
Min	0.0	0.1	0.8	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	5.5	0.4	0.5	0.2	78.3
Max	23.0	53.2	66.6	115.7	40.2	94.2	62.8	115.0	93.0	88.4	73.8	100.8	342.9

Monats- und Jahressummen der Grundwasserneubildung für die Aubereiche mit geringen Flurabständen:

Jahr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1993	-9.3	-14.5	-14.2	-61.6	-65.7	-13.4	-31.4	7.8	12.9	97.6	27.0	-3.1	-67.7
1994	10.6	17.4	31.5	24.1	-27.8	-29.8	-31.7	37.8	6.7	48.2	44.9	5.4	137.5
1995	0.4	49.6	39.6	28.1	-71.1	66.4	15.7	20.4	58.8	-31.3	-7.7	-2.9	166.0
1996	-1.8	-3.4	-15.6	157.6	77.9	-60.3	-67.8	35.9	51.4	75.9	2.6	-3.0	249.2
1997	-1.5	13.2	-15.0	-53.3	-67.1	22.3	76.7	0.9	80.7	-20.2	39.0	29.6	105.3
1998	-2.7	33.2	-5.8	-15.4	-64.2	-15.2	26.7	28.0	50.3	99.5	27.6	-2.2	160.0
1999	-2.3	-6.2	25.8	-18.6	23.5	11.9	39.9	80.8	-20.1	-2.3	16.7	-4.0	145.0
2000	-1.4	-1.1	41.1	-73.4	-35.7	-44.0	18.1	-66.0	17.6	68.1	97.2	15.4	35.9
2001	21.6	7.1	21.8	-20.6	-91.4	-10.5	-69.5	-115.1	100.1	-18.5	-12.3	-4.5	-191.9
2002	1.4	7.3	-43.6	8.7	-80.9	-98.0	-49.7	48.2	12.6	49.9	18.3	72.0	-54.0
2003	-2.0	-5.8	24.0	-44.4	-98.4	-77.1	-16.2	-56.9	17.8	32.1	38.8	6.8	-181.2
2004	-2.4	-6.2	95.8	-21.1	-13.6	111.7	-45.1	-58.0	2.2	35.7	24.2	18.9	142.2
2005	-7.0	-9.1	36.7	-9.0	-71.0	-42.1	29.7	135.8	49.1	-14.3	-8.1	-5.4	85.4
2006	-1.6	1.9	35.2	85.2	-2.6	-39.7							
Mittel	0.1	6.0	18.4	-1.0	-42.0	-15.6	-8.0	7.7	33.8	32.3	23.7	9.5	56.3
Min	-9.3	-14.5	-43.6	-73.4	-98.4	-98.0	-69.5	-115.1	-20.1	-31.3	-12.3	-5.4	-191.9
Max	21.6	49.6	95.8	157.6	77.9	111.7	76.7	135.8	100.1	99.5	97.2	72.0	249.2

Monats- und Jahressummen der Grundwasserneubildung für offene Wasserflächen:

Jahr	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1993	-4.0	-14.3	-16.8	-64.6	-65.7	-13.4	-31.3	7.8	12.9	97.6	85.9	42.2	36.3
1994	1.8	1.0	-47.5	24.1	-27.7	-29.8	-31.7	37.8	6.7	48.2	44.9	69.5	97.4
1995	14.4	38.0	28.3	-27.3	-71.1	66.4	15.7	20.4	58.8	-31.3	-7.7	88.4	193.1
1996	32.2	57.5	-2.9	20.4	16.3	-60.3	-67.8	35.9	51.4	75.9	13.1	16.6	188.1
1997	21.1	-22.1	-32.4	-53.3	-67.1	22.3	76.7	0.9	80.7	-17.3	58.0	72.6	140.1
1998	-8.3	-26.1	-5.7	-15.4	-64.2	-15.2	26.7	28.0	50.3	99.6	44.0	16.7	130.4
1999	0.1	-1.1	-17.0	-18.6	23.4	11.9	39.8	80.8	-20.1	-2.3	34.0	50.4	181.3
2000	-0.1	-23.0	-10.0	-73.4	-35.7	-43.9	18.1	-66.0	17.5	68.1	97.2	44.9	-6.3
2001	20.7	-21.5	21.8	-20.6	-91.4	-10.5	-69.5	-115.1	100.0	-18.5	-11.0	3.6	-212.1
2002	-0.3	-0.4	-43.6	8.7	-80.9	-98.0	-49.7	48.2	12.6	49.9	18.3	108.4	-27.0
2003	32.7	-1.5	-51.4	-44.4	-98.3	-77.0	-16.2	-56.9	17.8	45.6	25.2	15.9	-208.5
2004	28.5	14.0	43.6	-29.0	-13.6	111.7	-45.1	-58.0	2.2	35.7	24.2	29.6	143.8
2005	-5.8	34.7	-19.0	-9.0	-71.0	-42.1	29.6	135.8	49.1	-14.3	16.3	40.9	145.4
2006	30.8	12.6	-11.3	17.9	-2.6	-39.7							
Mittel	11.7	3.4	-11.7	-20.3	-46.4	-15.5	-8.0	7.7	33.8	33.6	34.0	46.1	61.7
Min	-8.3	-26.1	-51.4	-73.4	-98.3	-98.0	-69.5	-115.1	-20.1	-31.3	-11.0	3.6	-212.1
Max	32.7	57.5	43.6	24.1	23.4	111.7	76.7	135.8	100.0	99.6	97.2	108.4	193.1

### 2.5.8.1.5 Grundwasserentnahmen

In vielen Fällen besteht eine sehr hohe Diskrepanz zwischen den bewilligten Konsensmengen von Brunnen und den tatsächlichen Entnahmemengen, die meistens erheblich geringer sind. Extremfall sind hier die Brunnen des Wasserwerkes Feldkirchen mit einer bewilligten

Konsensmenge von 420 l/s und einer tatsächlichen Entnahme von praktisch 0 l/s, abgesehen von kurzfristigen geringen Entnahmen für die Wartung der Brunnen.

Es wurden nur jene Brunnen berücksichtigt, bei denen relevante tatsächliche Entnahmen während des Kalibrierungszeitraumes 1993 - Juni 2006 gegeben waren, die auch eine signifikante Auswirkung auf die Potentiallinienverteilung der beiden Grundwasserfelder haben und von denen Entnahmedaten verfügbar waren. Entnahmedaten der Brunnen der Wasserwerke Kalsdorf und Gössendorf wurden seitens des Wasserverbandes Umland Graz zur Verfügung gestellt, aufbereitet und als instationäre Entnahmeganglinien auf Tagesbasis im Grundwassermodell eingesetzt, ebenso die Betriebsdaten einiger Betriebsbrunnen und die temporären Wasserhaltungsdaten bei der Baugrube der Kläranlage Gössendorf.

Einen Sonderfall stellte der von Jänner bis Mai 2006 durchgeführte Großpumpversuch beim Wasserwerk Feldkirchen dar, während dem über einen langen Zeitraum auch die Konsensmenge entnommen wurde (T. HARUM et al., 2007).

#### **2.5.8.1.6 Vorflutbeziehung**

Vorflut beider Grundwasserfelder ist einerseits die Mur und im Südteil die Mühlgänge und die Lahnen, in denen das Grundwasser frei austritt.

Für die Mur wurden tägliche Wasserspiegellagen für alle Profile als dynamische Randbedingung herangezogen, von den meisten Lahnen und den Mühlgängen im Süden liegen vermessene Wasserspiegel vor, die im Auftrag der Energie Steiermark erhoben wurden. Für die Modellkalibrierung wurde diese Randbedingung aufgrund keiner im Kalibrierungszeitraum vorliegenden Daten als stationär angenommen.

#### **2.5.8.1.7 Instationäre Modellkalibrierung**

Ziel der instationären Kalibrierung der beiden Grundwasserströmungsmodelle ist es, unter den vorher definierten Randbedingungen (Wasserspiegellagen Augerinne und Mur, Leakage, Grundwasserneubildung) durch Variation der Systemparameter Durchlässigkeit und nutzbares Porenvolumen eine möglichst gute Anpassung der berechneten an die gemessenen Grundwasserstandsganglinien zu erreichen. Ein Hauptaugenmerk wurde bei der Kalibrierung auf die Messstellen im murnahen Projektgebiet gelegt, in den entfernten Bereichen sind die Unsicherheiten daher noch etwas größer, was aber keinen signifikanten Einfluss auf die Prognosen hat.

Der Leakage-Koeffizient ergibt sich aus dem Kf-Wert des Bachbettes und der Mächtigkeit M ( $K_f/M$ ). Leakageparameter wurden für In- und Exfiltration für die seitlichen Zubringer, die Lahnen und Mühlgänge definiert. Sie liegen für die Seitenzubringer zwischen 3 und 4/d bei Infiltration und 15 und 20/d bei Exfiltration, für die Mühlgänge zwischen 0,2 und 0,4/d bei Infiltration und 20 und 50/d bei Exfiltration. Für die Lahngerinne (z.B. Ochsenriesbach) wurden Werte um 0,1 bzw. 12/d geschätzt. Für die Mur wurden Leakage-Koeffizienten von 1

bis 5/d bei Infiltration und 15 bis 100/d bei Exfiltration kalibriert, im Gegensatz zu den Koeffizienten bei den Lahnen geht auch die Aquifermächtigkeit ein.

Details zur Kalibrierung des Modells sind in T. HARUM et al. (2007) dargestellt. Aus einem Vergleich der gemessenen und simulierten mittleren Grundwasserspiegelhöhen des Zeitraums 1993-2005 für alle Messstellen der Hydrographischen Landesabteilung kann abgeleitet werden, dass das Modell die Spiegelhöhen mit Ausnahme von wenigen größeren Abweichungen sehr gut nachbildet und mit einer Steigung von nahe 1 kein trendbehafteter Fehler gegeben ist. Auch der sehr nahe bei 1 liegende Korrelationskoeffizient  $R^2 = 0.9995$  belegt die Güte der Kalibrierung.

Eine noch bessere Bewertung der Güte der Kalibrierung ist durch die Darstellung der Residuen (Differenz gemessen zu berechnet) möglich. Eine Abbildung zeigt, dass 80 % der Messstellen der Hydrographischen Landesabteilung innerhalb eines Fehlers von + 50 und – 30 cm liegen, bei 60 % ist der Fehler kleiner als rund 25 cm. Die wenigen größeren Abweichungen befinden sich durchwegs in großer Entfernung von der Kernzone und des in Zukunft durch das Projekt beeinflussbaren Raumes. Es kann mit einem mittleren Fehler der Modellkalibrierung von etwa 20 cm gerechnet werden, in vielen Bereichen ist er noch beträchtlich geringer.

Die höchsten Genauigkeiten liegen im murnahen Bereich vor, in diesem Bereich ist das Modell bezüglich des geplanten Vorhabens mit sehr guter Genauigkeit prognosefähig. Das wird auch durch den Vergleich gemessener mit simulierten Ganglinien im engeren Untersuchungsgebiet klar ersichtlich.

Es ist deutlich ersichtlich, dass das Modell sowohl Dynamik als auch Absoluthöhen des Grundwasserspiegels mit zufrieden stellender Genauigkeit nachvollzieht. Die Genauigkeit ist naturgemäß nicht für jedes hydrologische Ereignis dieselbe.

### **2.5.8.2 Aquiferdurchlässigkeiten**

Die Verteilung der Durchlässigkeiten ist eines der Ergebnisse der Modellkalibrierung. Eine Abbildung zeigt ein auch bezüglich der Sedimentationsgeschichte des Grazer Beckens plausibles Bild mit sehr hohen Durchlässigkeiten im zentralen und westlichen Teil und einer, durch Einschwemmung von Feinsedimenten bedingten Abnahme, am östlichen durch das Neogen begrenzten Talrand.

### **2.5.8.3 Einfluss der Murregulierung und langjährige Tendenzen des Grundwasserspiegels**

Die Murregulierung stellte einen bedeutenden Eingriff in die Flussmorphologie und auch den Grundwasserhaushalt dar. Das Verständnis dieser Einflüsse ist daher für die Betrachtung des Verlaufs des Grundwasserspiegels bis heute von erheblicher Bedeutung. Über den Einfluss der Regulierungsarbeiten 1874-1891 auf den Grundwasserspiegel liegen leider keine



damaligen Messungen vor. Die Regulierungsarbeiten selbst sind aber sehr detailliert in F. HOCHENBURGER (1894) beschrieben, der die Veränderungen auch in einer Karte sehr genau darstellte.

Die Begradigung und Kanalisierung der Mur im Grazer Feld bewirkte eine beträchtliche Tieferlegung der Mursohle im Nordteil des Grazer Feldes, aber eher Anlandungen im südlichen Abschnitt (südlich der Kalsdorfer Brücke, vgl. T. HARUM et al., 1994). Es kann somit mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die Tieferlegung der Vorflut eine Absenkung des Grundwasserspiegels bewirkte.

Es ist somit für das Verständnis der Entwicklung des Grundwasserspiegels und der heutigen Situation notwendig, den Verlauf des Murwasserspiegels näher zu betrachten. Im Rahmen einer Studie für ein geplantes Murkraftwerk Puntigam wurden vom früheren Pegel bei der Grazer Hauptbrücke (ehemals Franz-Karl-Kettenbrücke) tägliche Messungen von 1850 bis 1984 erhoben (T. HARUM et al., 1996). Ab 1983 befand sich der Pegel in der Wartingergasse (Knapp nördlich Keplerbrücke, die Daten wurden linear zurückgerechnet. Die heutige Pegelstelle liegt in Puntigam). Eine unrealistische Verschiebung des Pegelnullpunktes 1964 wurde ebenfalls korrigiert.

Der Beginn der Regulierungsarbeiten im südlichen Stadtgebiet im Jahre 1877 bewirkte relativ rasch eine Tieferlegung der Mursohle und damit einen Rückgang des Murwasserspiegels. Dieser setzt bereits 1879 ein und setzt sich bis in das Jahr 1907 fort (Absenkung rund 2 m), wird dann durch einen einige Jahre dauernden Anstieg unterbrochen (wahrscheinlich durch die höheren Niederschläge 1908-1915), um sich dann bis in das Jahr 1933 fortzusetzen. Im Zeitraum 1934 bis 1947 dürfte es zu einer weitgehenden Stabilisierung der Mursohle gekommen sein. Auch die aktuellen Pegelmessungen geben keine Hinweise mehr auf eine fortschreitende Tieferlegung der Vorflut, abgesehen von einer leichten Eintiefung durch das große Hochwasser 1965 (H. KREPS, 1965).

Auf Basis dieser Ergebnisse beträgt die Gesamteintiefung der Mur an der Hauptbrücke rund 4 m. Somit kann für den murnahen Bereich von sehr ähnlichen Absenkungen des Grundwasserspiegels ausgegangen werden.

Die Mur als Vorflut des Grundwassers im gesamten Aueabschnitt übt naturgemäß einen erheblichen Einfluss auf langfristige Trends des Grundwasserspiegels in der holozänen Talflur aus. Vor Beginn der Regulierungsmaßnahmen im Jahre 1874 war die Au durch ein stark verzweigtes und wild mäandrierendes Gewässernetz gekennzeichnet. Die Murhochwässer flossen damals über die aktiven Gerinne in der Au ab und bewirkten auch eine stärkere Dotierung und Dynamik des Grundwassers. Die Regulierung 1874-1890 erzeugte aus dem mäandrierenden, verzweigten Flusssystem ein geradlinig verlaufendes Gerinne und streckenweise eine Tieferlegung der Vorflut, sodass die Mur heute als von der Au isolierter Kanal zu betrachten ist, der noch dazu seitlich mit Dammschüttungen versehen wurde. Heute gelangen nur mehr größere Hochwässer in der Au zum Abfluss.

Über den Einfluss der Regulierungsarbeiten 1874-1891 auf den Grundwasserspiegel liegen leider keine damaligen Messungen vor. Sehr genau dokumentiert sind aber in F. HOCHENBURGER (1894) die damaligen Flusswasserspiegel, sodass durch Vergleich mit den Spiegellagen nach Messungen im Auftrag der STEWEAG 1982 doch Rückschlüsse über die Veränderungen der Vorflut und damit auch des Grundwasserspiegels getroffen werden können. Zum Zeitpunkt der Messungen 1982 zwischen Mitte November und Anfang Dezember wurden an der Mur Durchflussmengen zwischen rund 77 und 118 m<sup>3</sup>/s gemessen, das entspricht etwa niedrigen bis normalen Mittelwasserverhältnissen. Die Messungen 1874 und 1891 wurden nach F. HOCHENBURGER (1894) zu Niedrigwasserzeiten durchgeführt, sodass ein annähernder Vergleich der Spiegellagen doch möglich erscheint.

Der Vergleich zeigt, dass es im Nordteil des Untersuchungsgebietes durch die Regulierungsarbeiten zu einer beträchtlichen Tieferlegung der Vorflut kam, und der Fluss sich auch nach Beendigung der Regulierung noch weiter durch die Erosion des Flussbettes eingetieft hat. In diesem Abschnitt liegt der heutige Flusswasserspiegel bis zu 2,5 m unter demjenigen von 1876 und immerhin noch rund 1,7 m unter demjenigen von 1891. Somit kann mit ausreichender Sicherheit ausgesagt werden, dass es im Nordteil der Au auch zu langfristigen Absenkungen des Grundwasserspiegels gekommen sein muss. Es handelt sich um jenen Bereich mit den höchsten Flurabständen des gesamten untersuchten Abschnittes der holozänen Talflur, die somit mit Sicherheit eine Folge der Regulierung und auch der späteren Eintiefung sind.

Eine mittels eines stationären Grundwassermodells durchgeführte Simulation der Grundwasserströmung vor der Murregulierung für den Nordteil des Grazer Feldes unter Einbeziehung der Murwasserstände aus F. HOCHENBURGER (1894) ergab, dass die Murregulierung beträchtliche Absenkungen des Grundwasserspiegels bewirkt haben muss (T. HARUM et al., 1997). Eine Abbildung zeigt als Ergebnis eine Karte der simulierten regulierungsbedingten Absenkungsbeträge des Grundwasserspiegels. Es ist deutlich sichtbar, dass die Absenkung durch die Tieferlegung der Vorflut weite Teile des nördlichen Grazer Feldes umfasste und sich bis zu den Talrändern ausgewirkt haben muss. Am größten sind die Absenkungsbeträge naturgemäß im Bereich der Talflur, wo sie im gesamten Innenstadtbereich zwischen 3 und 4 m liegen, im Raum Feldkirchen sogar darüber. Die heute größeren Flurabstände im Nordteil des Projektgebietes sind also eine Folge der Regulierungsmaßnahmen, sehr deutlich sind auch die heute inaktiven Altarmsysteme im Nordteil erkennbar.

Südlich des Bereiches ab etwa Flusskilometer 168,2 bewirkten hingegen die Regulierungsarbeiten 1876-1891 keine gravierenden Veränderungen der Vorflutverhältnisse und Flurabstände. Abschnittsweise liegt der Flusswasserspiegel vor der Regulierung sogar knapp über demjenigen von 1891. Die Spiegellagen 1982 liegen durchwegs sogar über demjenigen von 1891, sodass für diesen Abschnitt in den letzten 100 Jahren sogar eine Erhöhung der Flusssohle durch Akkumulation, zumindest aber ab etwa 3 km südlich der

Autobahnbrücke eine stabile Flusssohle anzunehmen ist. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die Vorflutverhältnisse in den letzten 100 Jahren im gesamten mittleren und südlichen Auabschnitt annähernd gleich geblieben sind, es also großflächig zu keinen gravierenden Absenkungen des Grundwasserspiegels mehr kam.

Die längsten durchgehenden Aufzeichnungen des Grundwasserspiegels liegen von einigen Messstellen der Hydrographischen Landesabteilung seit 1947 vor. In einer Abbildung sind Beispiele langjähriger Grundwasserganglinien dargestellt. Es sind bei allen Messstellen keine wirklich signifikanten negativen Trends erkennbar. Deutlich sind wiederum die großen Unterschiede in der Dynamik zwischen Nord- und Südteil erkennbar.

#### **2.5.8.4 Grundwasserströmungsverhältnisse im derzeitigen Istzustand**

Eines der Hauptergebnisse der Modellkalibrierung sind Potentiallinien des Grundwasserspiegels bei unterschiedlichen hydrologischen Verhältnissen. Bezugszeitraum ist jeweils der Kalibrierungszeitraum des Modells (1.1.1993 – 30.6.2006).

Für die Darstellung von typischen niedrigen, mittleren und hohen Grundwasserständen des Istzustandes wurden in T. HARUM et al. (2007) als Überschreitungsdauerwerte das 25 %-, 50 %- und 75 %-Quantil (Q25, Q50 und Q75) ausgewählt.

Für die gegenständliche UVE ist der derzeitige Istzustand aufgrund der bewilligten und im Bau befindlichen Wasserkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf nicht mehr relevant, da in Falle der Bewilligung des Stadtkraftwerkes Graz zum Zeitpunkt der Errichtung desselben die beiden Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf bereits in Betrieb sein werden. Der derzeitige Istzustand wird daher nur der Vollständigkeit halber in stark verkürzter Form dargestellt.

Im Gesamtgebiet ist beidseitig der Mur eine Hauptabstromrichtung mit einem relativ geringen Gefälle von rund  $I=3 \cdot 10^{-3}$  zur Mur hin festzustellen, die im murnahen Bereich annähernd murparallel umschwenkt bzw. in flachem Winkel eine Strömungsrichtung zur Mur hin anzeigt (Exfiltration von Grundwasser in die Mur). Nur im Bereich südlich des Schlossberges ist linksufrig eine deutliche Infiltration von der Mur in das Grundwasser sichtbar.

Das Grundwasser wird durch Zuflüsse von den Talrändern (in diesen Bereichen größeres Gefälle) und auf den Terrassenflächen versickernde Niederschläge gespeist und strömt von beiden Seiten in die Au. Generell sind die Abstromverhältnisse in der Hauptsache durch den „Flaschenhalseffekt“ im Bereich der das südliche Grazer Feld abschließenden Talenge geprägt.

Im gesamten Nordteil bildet ausschließlich die Mur die Vorflut.

Ab etwa einer Linie Wagnitz – Gössendorf verschneidet sich der Grundwasserspiegel beidseitig der Mur mit der Geländeoberfläche in jenen Bereichen, in denen sie durch Altarme vertieft ist. Dies bewirkt das Austreten von Grundwasser in die Lahnen der Au, die

murparallel nach Süden abströmen. Die drainierende Wirkung der Augerinne ist deutlich in den Potentiallinien erkennbar. Bis etwa zur Kalsdorfer Brücke ist zusätzlich aber auch die Mur bei Niedrig- bis Mittelwasserverhältnissen die Vorflut. Südlich der Kalsdorfer Brücke werden die Lahnen sowohl von den Terrassenzuflüssen als auch von der Mur her gespeist.

Auch die beiden Mühlgänge üben im Südteil des Gebietes eine Vorflutfunktion für das Grundwasser aus, während der westliche Mühlgang im Nordteil über dem Grundwasser hängt.

Ganz im Südteil tritt das Grundwasser in die Begleitdrainagen bzw. in das Unterwasser des KW Mellach über, das Gefälle ist in diesem Bereich mit rund  $I = 8 \cdot 10^{-3}$  deutlich größer.

### **2.5.8.5 Grundwasserströmungsverhältnisse im rechtlichen Istzustand (Betrieb der beiden Wasserkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf)**

Der rechtliche Referenzistzustand entspricht den Grundwasserverhältnissen bei Betrieb der beiden derzeit im Bau befindlichen Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf und somit den im Rahmen der UVE für dieselben (T. HARUM et al., 2007) erarbeiteten Prognoseszenarien.

Da aufgrund neuerer Untersuchungen mit keiner vollkommenen Kolmatierung zu rechnen ist, wurde als Referenzistzustand das Prognoseszenario 1 (Prognose bei tatsächlichen Istentnahmen – Teilkolmatierung) ausgewählt, welches am ehesten dem zu erwartenden Istzustand entspricht. Alle nachfolgenden Erläuterungen und Darstellungen werden für dieses Szenario gemacht.

#### **2.5.8.5.1 Grundwasserströmungsverhältnisse und Flurabstände des Grundwasserspiegels**

Eines der Hauptergebnisse der Modellkalibrierung sind Potentiallinien des Grundwasserspiegels bei unterschiedlichen hydrologischen Verhältnissen. Bezugszeitraum ist jeweils der Kalibrierungszeitraum des Modells (1.1.1993 – 30.6.2006).

Für die Darstellung von typischen niedrigen, mittleren und hohen Grundwasserständen des Istzustandes wurden als Unterschreitungsdauerwerte das 5 %-, 50 %-, 75 %- und 95 %-Quantil (Q5, Q50, Q75 und Q95) ausgewählt.

Im Gesamtgebiet ist beidseitig der Mur eine Hauptabstromrichtung mit einem relativ geringen Gefälle von rund  $I=3 \cdot 10^{-3}$  zur Mur hin festzustellen, die im murnahen Bereich annähernd murparallel umschwenkt bzw. in flachem Winkel eine Strömungsrichtung zur Mur hin anzeigt (Exfiltration von Grundwasser in die Mur). Nur im Bereich südlich des Schlossberges ist linksufrig eine deutliche Infiltration von der Mur in das Grundwasser gegeben.

Das Grundwasser wird durch Zuflüsse von den Talrändern (in diesen Bereichen größeres Gefälle) und auf den Terrassenflächen versickernde Niederschläge gespeist und strömt von beiden Seiten in die Au. Generell sind die Abstromverhältnisse in der Hauptsache durch den „Flaschenhalseffekt“ im Bereich der das südliche Grazer Feld abschließenden Talenge geprägt.

Im gesamten Nordteil bildet ausschließlich die Mur die Vorflut und steht in enger Wechselbeziehung mit dem Grundwasser. Der Mühlgang hängt im gesamten Bereich über dem Grundwasser.

Die Begleitdrainagen des KW Gössendorf übernehmen die bisher durch die Mur gegebene Vorflut und regulieren den Grundwasserspiegel. Nördlich des Beginns der beiden Drainagen kommt es zu Infiltrationen aus dem zukünftigen Stauraum des KW Gössendorf in das Grundwasser und damit verbunden zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels und leichten Verringerung der Flurabstände. Die Anhebung liegt im Vergleich zum Zustand vor der Kraftwerkserrichtung auf maximal 0,5 m oberhalb des Q75-Zustandes und somit weit unterhalb der im Istzustand vor Errichtung der Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf gemessenen höchsten Grundwasserstände. Ab der Einmündung des Eisbaches tritt das Grundwasser in Zukunft in die beidseitig des Stauraums situierten Drainagen über und wird auf einen mittleren Grundwasserstand des Istzustandes vor Errichtung des KW Gössendorf reguliert.

Hervorzuheben ist, dass als Folge der Eintiefung der Mur aufgrund der Regulierung im gesamten engeren Untersuchungsraum (holozäne Talflur) im Gegensatz zum südlichen Aubereich relativ hohe Flurabstände des Grundwasserspiegels gegeben sind (im südlichen Abschnitt des engeren Untersuchungsraums 3 - 5 m mit einer Zunahme nach Norden auf 5 - 10 m). In den Bereichen der Terrassen liegen sehr hohe Flurabstände des Grundwasserspiegels bis zu über 15 m vor.

#### **2.5.8.5.2 Dynamik des Grundwasserspiegels**

Die Dynamik des Grundwasserspiegels wird durch die randlichen Zuflüsse, Neubildung durch Niederschläge und Vorflutbeziehung gesteuert. Die Dynamik wird nur für den Zustand bei Istentnahmen dargestellt, da das Bild bei Konsensentnahmen (Brunnen Feldkirchen) praktisch identisch ist.

Bezüglich der Dynamik lassen sich mehrere sehr unterschiedliche Teilbereiche unterscheiden:

- Der nördlichste Talflurbereich des Grazer Feldes ist beidseitig der Mur durch eine ausgeprägte Dynamik gekennzeichnet und zeichnet - je nach Entfernung von der Mur - sehr deutlich deren Abflussregime nach. Er wird durch die Messstelle 3503 repräsentiert.

- Die Zuflüsse aus der westlichen und östlichen Hauptterrasse im Norden zeigen ebenfalls eine beträchtliche Schwankungsbreite. Die Spiegelschwankungen sind vor allem durch die Infiltrationsmechanismen im Stadtgebiet geprägt (Maximum im Juli-August durch verstärkte Infiltration von Dach-, Fahrbahnwässern etc. im Sommer) und andererseits durch die auf den Terrassenflächen versickernden Niederschläge und randlichen Zuflüsse geprägt. Der rechtsufrige Hauptterrassenzufluss im Süden ist durch den überwiegenden Einfluss aus der Infiltration von Niederschlagswässern auf den großen landwirtschaftlich genutzten Terrassenflächen des südlichen Grazer Feldes geprägt, im Gegensatz zu den nördlichen Terrassenzuflüssen mit Beeinflussung durch das südliche Stadtgebiet ist der Einfluss punktueller Infiltration im Sommer stark reduziert. Der Hauptteil der Grundwasserneubildung erfolgt flächenhaft durch die Schneeschmelze im März auf den Terrassenflächen und bewirkt im Frühjahr ein gedämpftes Maximum.
- Im südlichen Taluebereich des Grazer Feldes inklusive der Holozänterrassen (Messstelle 3550) ist durch die Mühlgänge, Augerinne und die Exfiltrationsbereiche in der Au im Zusammenhang mit den geringen Flurabständen eine starke Reduktion der Grundwasserdynamik gegeben. Die Ganglinien zeigen nicht mehr den durch das Murregime geprägten Jahresgang, nur einzelne kurzfristige Spitzen unterbrechen die generell schwankungsarme Ganglinie. Sie werden durch Infiltration lokaler Starkniederschläge und/oder in die Au abfließende extremere Murhochwässer verursacht. Der Einfluss der jährlich im Juni/Juli stattfindenden Mühlgangabkehr ist deutlich durch entsprechende Absenkung des Grundwasserspiegels erkennbar.
- Im Einflussbereich des Stauraums des KW Gössendorf ist die Grundwasserdynamik durch den Stauraum und die Drainagen des Kraftwerks mit Spiegelschwankungen im murnahen Bereich unter 0,5 m, im etwas entfernteren Bereich zwischen 0,5 und 1 m deutlich reduziert.

#### **2.5.8.5.3 Aquifermächtigkeit**

Aus der Differenz der Seehöhen des Grundwasserspiegels und der Staueroberkante ergeben sich die Grundwassermächtigkeiten, die in einer Karte für einen mittleren Grundwasserstand (Q50) dargestellt sind. Die höchsten Mächtigkeiten (bis über 20 m) sind im Bereich der Tiefenrinne gegeben.

Bei Vergleich von dieser Darstellung und der Verteilung der Durchlässigkeiten des Aquifers wird klar, dass der zentrale Teil des Grazer Feldes aufgrund der guten Durchlässigkeiten und hohen Mächtigkeiten ein wasserwirtschaftlich bedeutendes Gebiet mit einem hohen Grundwasserdargebot darstellt, während die Talränder und hier vor allem der östliche nur geringe Grundwasserabstrommengen aufweisen.

## **2.5.9 Grundwasserqualität (JOANNEUM RESEARCH)**

### **2.5.9.1 Bestehende Messnetze und Qualitätsmonitoring im Rahmen des Projektes**

Grundlage für die Bewertung des Istzustands der Grundwasserqualität sind Grundwasserqualitätsdaten aus Versorgungs- und Kontrollbrunnen des Wasserwerks Feldkirchen (Graz AG), Grundwassermessstellen, welche im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV) erfasst und von der Gewässeraufsicht (Amt der Steiermärkischen Landesregierung - Fachabteilung 17c) bereitgestellt wurden sowie Grundwasserqualitätsdaten aus dem Monitoringprogramm der Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (HCG-Messstellen).

Im Hinblick auf eine Beweissicherung im Rahmen des gegenständlichen Projektes wurden im zentralen Bereichen des Untersuchungsgebietes Bohrungen errichtet und am 25.11.2009 beprobt (MKWG-Messstellen und untersuchte Parameter, siehe nachstehende Tabellen).

Die Probennahmen und Messungen der Feldparameter erfolgten durch GEOTEAM, die Analytik Qualität und Untersuchung des stabilen Umweltisotops Sauerstoff-18 und Deuterium durch das Wasserlabor von JOANNEUM RESEARCH (Ergebnisse siehe nachstehende Tabelle)

Von den GZÜV-Messstellen und Messstellen des Wasserwerkes Feldkirchen wurden jene ausgewählt, welche sich in der Kernzone des Projektgebietes befinden. Für die Darstellung des IST-Zustandes wurden je nach Verfügbarkeit die Daten des Zeitraums 1.1.2007 bis ca. Mitte 2009 herangezogen. Die untersuchten Messzeiträume sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Zusammenstellung der Qualitätsmessstellen:

Mst	Quelle	von	bis	Rechtswert	Hochwert
60104012	GZÜV	19.02.2007	10.02.2009	681534	215528
60104472	GZÜV	19.02.2007	09.02.2009	680202	215628
60105462	GZÜV	28.02.2007	10.02.2009	682119	212258
60105482	GZÜV	28.02.2007	09.02.2009	680779	212702
60106042	GZÜV	28.02.2007	10.02.2009	681950	213803
60106062	GZÜV	19.02.2007	10.02.2009	683259	212871
60107252	GZÜV	19.02.2007	16.02.2009	684820	209050
60107402	GZÜV	19.02.2007	16.02.2009	684162	211168
60107442	GZÜV	19.02.2007	10.02.2009	684233	210202
60114122	GZÜV	19.02.2007	09.02.2009	679202	215822
60115032	GZÜV	19.02.2007	09.02.2009	679052	213380
60116242	GZÜV	28.02.2007	09.02.2009	680210	211490
60117282	GZÜV	19.02.2007	12.02.2009	682440	208860
60117292	GZÜV	19.02.2007	12.02.2009	682780	210860
60608492	GZÜV	28.02.2007	16.02.2009	684044	206441
60611072	GZÜV	01.03.2007	17.02.2009	685530	207050
HFB2	WW Feldkirchen	10.01.2007	19.08.2009	683600	207755
KBR117	WW Feldkirchen	11.01.2007	24.08.2009	683469	207786
KBR123	WW Feldkirchen	11.01.2007	24.08.2009	682629	208663
KBR124	WW Feldkirchen	11.01.2007	24.08.2009	683151	208868
KBR127	WW Feldkirchen	11.01.2007	24.08.2009	682923	208242
KBR98	WW Feldkirchen	11.01.2007	24.08.2009	683268	208572
SBR4	WW Feldkirchen	10.01.2007	05.05.2008	683497	208102
SBR5	WW Feldkirchen	10.01.2007	02.06.2008	683446	208367
3894	HCG	08.03.2007	28.10.2008	684651	206720
HCG-KB 1	HCG	07.03.2007	27.10.2008	684320	206598
ID_27	HCG	08.03.2007	28.10.2008	684287	208100
WWF_KBR096	HCG	07.03.2007	27.10.2008	683566	208652
Dr. Eichtinger KEG	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	682833	214480
HCG-KB27	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	683309	209448
HCG-KB28	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	683483	209475
KWP_01	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	682874	210381
KWP_08	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	683072	211704
Landeshypoth. Stmk.	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	682160	214529
MKWG_KB_09_01	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	681610	213856

Mst	Quelle	von	bis	Rechtswert	Hochwert
MKWG_KB_09_02	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	681782	213338
MKWG_KB_09_03	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	681986	213249
MKWG_KB_09_04	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	682135	211961
MKWG_KB_09_05	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	682354	211566
MKWG_KB_09_06	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	682917	211340
MKWG_KB_09_07	MKWG	25.11.2009	25.11.2009	682340	210853
Stmk. Sparkasse Graz	MKWG	25.11.2009	26.11.2009	682036	214890

Parameter für Monitoring MKWG und Beweissicherung Qualität:



Parameter	Einheit
Calcium	[mg/l]
Chlorid	[mg/l]
elektrische Leitfähigkeit	[µS/cm]
Eisen gesamt gelöst	[mg/l]
Hydrogencarbonat	[mg/l]
Kalium	[mg/l]
Magnesium	[mg/l]
Mangan	[mg/l]
Natrium	[mg/l]
Ammonium	[mg/l]
Nitrit	[mg/l]
Nitrat	[mg/l]
pH-Wert	
Ruhewasserspiegel	[m]
Sauerstoff	[mg/l]
SO <sub>4</sub>	[mg/l]
Temperatur	[°C]
TOC	[mg/l]

Übersichtsbeprobung am 25.-26.11.2009: Hydrochemische und isotonhydrologische Untersuchung ausgewählter Probenahmestellen:

Probenbez.	Leitfähigkeit [µS/cm (25°C)]	Temp [°C]	pH [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]	Na [mg/l]	K [mg/l]	Mg [mg/l]	Ca [mg/l]	NH <sub>4</sub> [mg/l]	Fe [mg/l]	Mn [mg/l]	Cl [mg/l]	NO <sub>2</sub> [mg/l]	NO <sub>3</sub> [mg/l]	SO <sub>4</sub> [mg/l]	HCO <sub>3</sub> [mg/l]	TOC [mg/l]	DELTA H <sup>2</sup>	DELTA O <sup>18</sup>
Eichtinger	842	13.2	6.91	6.46	44.74	12.71	16.43	94.40	<0.01	<0.05	<0.05	65.33	<0.02	57.08	63.53	223.3	1.19	-65.1	-9.20
HCG KB 27	722	13.6	7.07	4.90	20.63	5.57	21.56	103.92	0.03	<0.05	<0.05	36.00	<0.02	29.36	52.37	331.9	1.40	-67.8	-9.71
HCG KB 28	809	13.2	7.17	6.37	24.98	6.99	20.53	111.55	<0.01	<0.05	<0.05	50.88	<0.02	42.10	59.87	314.3	1.06	-67.5	-9.61
KWP 01	693	14.1	7.04	5.02	18.62	4.25	19.13	100.26	0.06	<0.05	<0.05	29.60	<0.02	23.77	46.42	325.8	0.96	-67.8	-9.80
KWP 08	808	11.6	7.32	5.68	26.09	5.75	23.18	113.07	<0.01	0.12	<0.05	49.77	0.05	35.88	61.41	333.2	1.64	-63.9	-9.15
Landeshypo Stmk	945	16.2	7.46	7.36	50.36	14.11	25.58	97.20	<0.01	<0.05	<0.05	97.52	<0.02	56.24	67.49	267.9	1.00	-70.1	-9.90
MKWG KB 09 01	715	14.6	7.16	7.18	29.25	5.66	17.52	93.09	<0.01	<0.05	<0.05	47.24	<0.02	31.60	55.10	271.5	1.13	-70.5	-10.04
MKWG KB 09 02	621	12.7	7.35	5.76	18.26	4.10	16.63	87.50	<0.01	<0.05	<0.05	33.09	<0.02	19.39	44.69	268.5	1.12	-73.0	-10.41
MKWG KB 09 03	616	12.5	7.24	1.66	17.29	4.60	16.30	87.95	<0.01	<0.05	0.07	28.70	0.02	18.27	48.97	271.5	1.42	-73.9	-10.52
MKWG KB 09 04	665	13.9	7.09	4.77	21.14	4.34	16.38	93.34	0.01	<0.05	<0.05	30.30	<0.02	19.66	43.00	305.7	1.20	-70.7	-10.04
MKWG KB 09 05	710	15.0	7.02	4.46	20.52	4.47	18.25	103.54	0.06	<0.05	<0.05	32.24	<0.02	21.85	48.50	325.2	1.21	-70.9	-10.08
MKWG KB 09 06	750	13.0	7.12	5.27	21.14	5.09	19.84	107.11	0.03	<0.05	<0.05	38.82	<0.02	30.60	52.38	322.8	1.59	-71.7	-10.14
MKWG KB 09 07	576	12.1	7.17	5.24	14.65	3.69	14.79	83.15	0.01	<0.05	<0.05	21.81	<0.02	18.08	43.19	265.4	1.67	-71.1	-10.14
Stmk. Sparkasse Mur	611	16.9	7.63	5.42	20.05	5.49	22.97	73.39	<0.01	<0.05	<0.05	28.26	<0.02	18.86	62.33	250.8	0.80	-78.3	-11.01
																			-10.81

## 2.5.9.2 Istzustand der Grundwasserqualität

Zur Hilfestellung bei der Betrachtung der Bewertung sind in nachstehender Tabelle die relevanten gesetzlichen Schwellenwerte, Richtzahlen und zulässigen Höchstkonzentrationen gemäß Trinkwasserverordnung aufgelistet.

Schwellenwert, Richtzahl und zulässige Höchstkonzentration relevanter Parameter:

Parameterbezeichnung	EINHEIT	CHEM CODE <sup>1</sup>	SW <sup>2</sup>	RZ <sup>3</sup>	ZHK <sup>4</sup>
<b>Feldparameter</b>					
WASSESTEMPERATUR °C	°C	T	-	25	-
ELEKTR. LEITF. (bei 25°C)	µS/cm	LF	-	-	-
pH-WERT		pH	-	6.5-8.5	-
<b>Anorganische Basisparameter</b>					
AMMONIUM	mq/l	NH4	0.03	0.5	-
BOR	mq/l	Bor	0.6		1
CALCIUM	mq/l	Ca	-	-	-
CHLORID	mq/l	Cl	200	200	-
KALIUM	mq/l	K	12	-	-
MAGNESIUM	mq/l	Mg	-	-	-
NATRIUM	mq/l	Na	30	-	-
NITRAT	mq/l	NO3	45	-	50
NITRIT	mq/l	NO2	0.01	-	0.1
ORTHOPHOSPHAT	mq/l	o-PO4	0.18	-	-
SÄUREKAPAZITÄT BIS pH 4.3	mmol	KS4.3	-	-	-
SULFAT	mq/l	SO4	-	250	-
TOC	mq/l	TOC	-	-*	-
<b>Schwermetalle</b>					
ARSEN	mq/l	As mq/l:	0.03	-	0.01
BLEI	mq/l	Pb mq/l:	0.03	-	0.01
CADMIUM	mq/l	Cd mq/l:	0.003	-	0.005
CHROM-GESAMT	mq/l	Cr mq/l:	0.03	-	0.05
EISEN	mq/l	Fe mq/l:	-	0.2	
MANGAN	mq/l	Mn mq/l:	-	0.05	
<b>Allgemeine organische Parameter</b>					
POLYZYKLISCHE AROMATISCHE	µq/l	PAK	-	-	0.1
SUMME ALIPHATISCHE	mq/l	S-KW's	-	-	-
<b>CKW</b>					
CHLOROFORM	µq/l	CHCl3	-	-	30**
1,1,1-TRICHLORETHAN	µq/l	111-TRI	-	-	30**
TRICHLORETHEN	µq/l	TRI	-	-	10
TETRACHLORETHEN	µq/l	PER	6	-	10
TETRACHLORMETHAN	µq/l	CCL4	1.8	-	-
* ohne abnormale Veränderung, **Trihalomethane gesamt					
<sup>1</sup> Parameterbezeichnung in der Datenbank					
<sup>2</sup> Grundwasserschwellenwert gemäß Grundwasserschwellenwertverordnung					
<sup>3</sup> Richtzahl (Indikatorwert)					
<sup>4</sup> zulässige Höchstkonzentration (Parameterwert)					

### 2.5.9.2.1 Beurteilung der allgemeinen Grundwasserqualität

Als Indikatoren für die allgemeine Beurteilung der Grundwasserqualität des oberflächennahen Grundwassers können z.B. die Standardparameter elektrische Leitfähigkeit, Chlorid, Nitrat, Kalium, Ammonium, Sulfat und TOC herangezogen werden. Mit diesen Parametern können vor allem diffuse Stoffeinträge, die nicht unmittelbar einem Verursacher oder einer punktuellen Emissionsquelle zugeordnet werden können, erfasst werden. Solche diffuse Quellen können z. B. die Landnutzung durch intensive Landwirtschaft sein. Daneben werden auch Verkehrswege als linienförmige Anlagen den diffusen Quellen zugeordnet. Nicht eindeutig zu lokalisierende und zu quantifizierende punktuelle Stoffeinträge in das Grundwasser führen in der Summation ebenfalls zu diffusen Belastungen (z.B. undichte Abwasserkanäle). Welche Stoffe und Stoffmengen tatsächlich in das Grundwasser gelangen, hängt von den Retentions- und Abbauprozessen ab, denen der Stoff auf seinem Weg zum Grundwasser unterworfen ist.

- Elektrische Leitfähigkeit: Die elektrische Leitfähigkeit spiegelt als Summenparameter die Gesamtmineralisierung des Grundwassers wider. Anthropogene Stoffeinträge in das Grundwasser z.B. von Chlorid, Sulfat und Nitrat machen sich daher oft schon in erhöhten Leitfähigkeitswerten bemerkbar.
- Chlorid: Erhöhte Chloridkonzentrationen gelten Indiz für eine allgemeine Verunreinigung des Grundwassers und geben außerdem Hinweise auf die Salzbelastung u.a. durch winterlichen Streusalzeinsatz.
- Nitrat: Die wichtigste Quelle der Nitratbelastung des Grundwassers stellen die flächenhaften Stickstoffeinträge unter landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen dar. Lokal begrenzte starke Erhöhungen können aber auch durch Leckagen in der Abwasserentsorgung verursacht werden.
- Kalium: Da Kalium im Boden im Vergleich zu Natrium eine wesentlich stärkere Adsorption erfährt, liegen die Kaliumkonzentrationen in unbelasteten Grundwässern meist in Bereich von wenigen mg/l. Kalium findet sich in erhöhter Konzentration in Fäkalien und kommunalen Abwässern. Außerdem sind Kaliumsalze Bestandteil verschiedener Pflanzendünger. Stark erhöhte Gehalte in Grundwässern stammen deshalb meist aus der Leckagen in der Abwasserentsorgung oder aus der Landwirtschaft.
- Sulfat: Stark erhöhte Sulfatgehalte sind im Wesentlichen auf Trümmer- bzw. Bauschuttalagerungen zurückzuführen, der sulfathaltigen Gips enthält, welcher vom Niederschlagswasser ausgewaschen werden kann.
- TOC: Der TOC-Gehalt (totaler organischer Kohlenstoff) im Grundwasser stellt einen Hinweis auf die gesamtorganische Belastung des Grundwassers dar. Weder in der Trinkwasserverordnung noch in der EG-Richtlinie sind Grenz- bzw. Richtwerte für den TOC-Gehalt angegeben. Daher wurde ein Beurteilungswert von  $\geq 10$  mg/l angesetzt, ab dem erfahrungsgemäß erhöhte organische Belastungen vorliegen können.

Für die Analyse des Istzustandes der Grundwasserqualität wurden einerseits Mittelwerte ausgewählter Parameter und andererseits Überschreitungen von Parameterwerten und Indikatorwerten (laut Trinkwasserverordnung) und Schwellenwerten (laut Grundwasserschwellenwertverordnung) für dem Zeitraum 1.1.2007 bis Mitte 2009 herangezogen.

Insgesamt wurden 16 GZÜV-Messstellen, 8 Messstellen der Graz-AG (WW Feldkirchen), 7 Bohrungen die im Rahmen des MKWG-Projektes errichtet wurden sowie 14 Brunnen und Bohrungen die im Rahmen des MKWG-Monitorings beobachtet werden. Dazu kommen noch Daten von 4 HCG-Messstellen (KW Gössendorf). In Summe sind dies 49 Messstellen (siehe nachstehende Tabelle).

Parameterwerte sind zulässige Höchstkonzentrationen, die laut Gesetz (Trinkwasserverordnung 2001) nicht überschritten werden dürfen. Die Parameterwerte sind besonders niedrig angesetzt, damit auch bei lebenslangem täglichem Genuss des Wassers keine gesundheitlichen Schäden auftreten.

Indikatorwerte sind Richtwerte, die Gehalte an Inhaltsstoffen angeben bei deren Überschreitung zu prüfen ist ob bzw. welche Maßnahmen zur Aufrechterhaltung einer einwandfreien Wasserbeschaffenheit erforderlich sind.

Messstellen Grundwasserqualitätsmonitoring:

Gruppe	Qualitätsmonitoring	Anzahl Messstellen
GZÜV	Gewässerzustandsüberwachungsverordnung	16
Graz-AG	Graz AG (Wasserwerk Feldkirchen)	8
MKWG-Bohrungen	Mur Kraftwerk Graz Bohrungen (2009)	7
MKWG-Sondermessstellen	Brunnen und HCG-Bohrungen	14
HCG-Messstellen	Beweissicherung KW Gössendorf und Kalsdorf	4
	<b>Summe</b>	<b>49</b>

Die Messstellendichte in der Kernzone des Projektgebietes ist durch die Verdichtung mit den 2009 neuerrichteten MKWG-Bohrungen und MKWG-Messstellen relativ ausgeglichen. Die Messintervalle unterscheiden sich je nach Messstellentyp (GZÜV und HCG: vierteljährliche Messungen; Graz AG: z.T. 14-tägig; MKWG: Übersichtsbeprobung am 25. und 26.11.2009).

In Abbildungen sind Mittelwerte des Zeitraumes 1/2007 – 6/2009 der Parameter Leitfähigkeit, Nitrat, gelöster Sauerstoff, Mangan, Eisen und Chlorid dargestellt, Parameter, die am ehesten durch einen zukünftigen Stau verändert werden können.

Die **elektrischen Leitfähigkeiten** als Parameter für die Summe der gelösten Wasserinhaltsstoffe zeigen generell eine relativ hohe Mineralisierung des Grundwassers aus den westlichen und östlichen Terrassenbereichen, die auf eine starke anthropogene Überprägung und eine weitgehend fehlende Verdünnung durch Oberflächeninfiltrat zurückzuführen ist.

Die **Nitratkonzentrationen** im Projektgebiet liegen meist zwischen 25 und 50 mg/l. Der Grenzwert von 50 mg/l wird im Mittel nur an drei Messstellen überschritten, wobei es sich bei den zwei Messstellen in der Grazer Altstadt im östlichen Grazer Feld um Einzelmessungen am 25./26.11.2009 handelt. Die höchste mittlere Nitratkonzentration tritt an der GZÜV-Messstelle 60107252 im östlichen Grazer Feld nördlich von Thondorf auf. Die geringsten Nitratkonzentrationen findet man in der Regel im Aubereich (Uferfiltrateinfluss).

Die Grundwässer der westlichen und östlichen Terrasse sind stark durch den Einfluss der Landwirtschaft geprägt, wie die mittleren Nitratkonzentrationen mit großteils Werten zwischen 25 und 50 mg/l zeigen, ebenso die Wässer der nördlichen holozänen Talflur. Es bestätigt sich weitgehend das Bild der Nitratverteilungskarten des Grazer Feldes (J. FANK et

al., 2000; und H. KUPFERSBERGER & A. DALLA-VIA, 2006), allerdings aufgrund des aktuellen Monitorings mit einem größeren Detaillierungsgrad in der südlichen Au (Bereich Kalsdorf bis Mellach, nicht mehr im engeren Untersuchungsgebiet), in der die neuen Ergebnisse aufgrund der reduzierenden Verhältnisse sehr geringe Nitratwerte zeigen.

Die Verteilung der mittleren **Sauerstoffkonzentrationen** zeigt einen von den Talrändern zur Mur hin abnehmende mittlere Sauerstoffkonzentrationen. Die Ursachen liegen in der höheren Sauerstoffnachlieferung durch die Grundwasserneubildung, die erhöhte Grundwasserdynamik an den Talrändern und mögliche verstärkte mikrobielle Aktivitäten im Aubereich (T. HARUM et al., 2007). In Zukunft ist nach Inbetriebnahme des Kraftwerkes Gössendorf in den Bereichen mit reduzierter Dynamik mit sauerstoffzehrenden Prozessen zu rechnen.

Die Verteilung der mittleren **Mangankonzentrationen** zeigt einen von den Talrändern zur Mur hin zunehmenden Trend. Dabei zeigt sich mancherorts ein Zusammenhang mit den Sauerstoffkonzentrationen. Die GZÜV-Messstelle 60106042, im Altstadtbereich nahe am östlichen Murofer weist eine sehr hohe mittlere Mangankonzentration (0.16 mg/l) bei gleichzeitig extrem niedriger mittlerer Sauerstoffkonzentration (2.46 mg/l) auf. Die zu erwartenden sauerstoffzehrenden Prozesse im Nahbereich des Stauraums Gössendorf könnten in Zukunft in den Bereichen mit reduzierter Dynamik zu Auftreten von Mangan im Grundwasser führen, dasselbe gilt für Eisen und Nitrit, während für Nitrat eine Reduktion zu erwarten ist.

Die Verteilung der mittleren **Eisenkonzentrationen** zeigt einen von den Talrändern zur Mur hin zunehmenden Trend. Dabei zeigt sich wie beim Mangan mancherorts ein Zusammenhang mit den Sauerstoffkonzentrationen.

Die Verteilung der mittleren **Chloridkonzentrationen** ist sehr heterogen. Auf der einen Seite gibt Hinweise auf Verdünnungseffekte durch die Mur, auf der anderen Seite lokal hohe Konzentrationen welche überwiegend auf den Einfluss von Straßensalzung im Stadtgebiet zurückzuführen ist.

Im Folgenden sind Messstellen dargestellt in denen im Zeitraum 1/2007 bis 6/2009 zumindest einmal der Parameterwert (Grenzwert), Indikatorwert (Richtwert) bzw. Schwellenwert überschritten wurde.

Der Indikatorwert des Parameters **Mangan** (0,05 mg/l) wurde an drei Messstellen mindestens einmal überschritten. Zwei Messstellen befinden sich im Nahbereich der Mur mit einer vergleichsweise geringen Grundwasserdynamik und im Falle der Messstelle 60106042 sehr geringen Sauerstoffkonzentration.

Der Indikatorwert des Parameters **Eisen** (0,2 mg/l) wurde nur an einer Messstelle mindestens einmal überschritten (östliches Grazer Feld – Messstelle 60106202).

Der Parameterwert des Parameters **Nitrit** (0,1 mg/l) wurde nur an einer Messstelle mindestens einmal überschritten (westliches Grazer Feld – Messstelle SBR5).

Der Parameterwert des Parameters **Nitrat** (50 mg/l) wurde an neun Messstellen im Beobachtungszeitraum 1/2007 bis 6/2009 mindestens einmal überschritten. Die zeitliche Entwicklung der Nitratkonzentrationen im nördlichen Grazer Feld ist sehr unterschiedlich. Während im unmittelbaren Einzugsbereich der Brunnen Feldkirchen die Nitratgehalte seit Mitte der 1990er Jahre keinen ausgeprägten Trend aufweisen, sind an ausgewählten GZÜV-Messstellen sowohl ansteigende als auch fallende Trends festzustellen.

Der Parameterwert des Parameters **Atrazin** (0,1 mg/l) wurde an sechs Messstellen mindestens einmal überschritten. Fünf Messstellen liegen im Süden der Kernzone im westlichen Grazer Feld. Im östlichen Grazer Feld gab es im Beobachtungszeitraum keine Überschreitungen des Parameterwertes. An der Messstelle 60107252 wurden Anfang 2007 der Parameterwert unterschritten und blieb seit dem knapp darunter. An den Messstellen im westlichen Grazer Feld sind ebenfalls deutliche Rückgänge der Atrazinkonzentrationen zu verzeichnen. Das Herbizid Atrazin ist in Österreich seit 1995 verboten.

**Desethylatrazin** ist das Hauptabbauprodukt von Atrazin. Überschreitungen des Parameterwerts wurden daher überwiegend an denselben Messstellen festgestellt. Analysen der zeitlichen Entwicklung zeigen ebenfalls einen vergleichbaren Rückgang wie bei Atrazin.

Der Schwellenwert des Parameters **Chlorid** (60 mg/l) wurde an drei Messstellen im westlichen und fünf Messstellen im östlichen Grazer Feld im Beobachtungszeitraum mindestens einmal überschritten.

Diese Ergebnisse zeigen den doch erheblichen Einfluss der Landwirtschaft auf die beiden Grundwasserfelder.

Laut Untersuchungsbefunden gab es im Untersuchungsgebiet keine Überschreitung des Summenparameterwertes für **Tetrachlorethen** und **Trichlorethylen**.

Da das Kraftwerk Gössendorf derzeit noch im Bau befindlich ist, ist die derzeitige Beurteilung der Grundwasserqualität nur eine vorläufige, da naturgemäß noch keine Qualitätsdaten während des Betriebszustands existieren. Vergleiche werden in Zukunft nach dem Aufstau der Mur in Gössendorf mit den dortigen Beweissicherungsuntersuchungen herzustellen sein. Veränderungen sind im Einflussbereich des zukünftigen Stauraums Gössendorf vor allem bei den Parametern gelöster Sauerstoff, Mangan, Eisen Nitrit und Nitrat (letzeres reduziert) zu erwarten.

#### **2.5.9.2.2 Altstandortrelevante Schadstoffe**

Altstandorte haben in Abhängigkeit von ihrer früheren Nutzung oft ein typisches Schadstoffspektrum.

Am häufigsten sind die folgenden Schadstoffe und Schadstoffgruppen:

- chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) wie z.B. Tetrachlorethen, Trichlorethen, 1,1,1 Trichlorethan,
- Tetrachlormethan.
- aliphatische Kohlenwasserstoffe.
- polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK).
- Arsen und Schwermetalle: Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink.

Diese Schadstoffe und Schadstoffgruppen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften, mikrobiellen und abiotischen Abbaubarkeit sowie ihrer Human- und Ökotoxizität. Auf ausgewählte Eigenschaften dieser Stoffe wird im folgenden Text näher eingegangen (LfU, 1997a; KALBERLAH et al., 1993):

- Chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW): CKW's versickern aufgrund ihrer niedrigen Viskosität und ihrer höheren Dichte (im Vergleich zu Wasser) im Boden etwa doppelt so schnell wie Wasser. Durch die geringeren Benetzungseigenschaften werden sie zwar vom Korngerüst des Bodens nur in geringem Maße zurückgehalten, bilden aber dennoch eine Quelle für lang anhaltende Kontaminationen, da die CKW durch in den Boden eindringendes Niederschlagswasser nur langsam und in geringer Mengen ausgewaschen werden. CKW's sind im Boden als sehr persistent einzustufen. Ein mikrobieller Abbau erfolgt, wenn überhaupt, nur in sehr großen Zeiträumen, die je nach Konzentration und Bodenverhältnissen Jahrzehnte bis Jahrhunderte betragen können. Zu berücksichtigen ist ferner, dass der Abbau über verschiedene Metaboliten führt, die ihrerseits wieder lange Abbauezeiten besitzen können und z.T. als noch problematischer für die Umwelt einzuschätzen sind. Sich verflüchtigende CKW's sind schwerer als die Bodenluft; es bilden daher auf der Grundwasseroberfläche bzw. über schwer durchlässigen Bodenhorizonten Gaskörper aus, die sich mit der Zeit anreichern. CKW's können nachhaltig die Qualität des Grundwassers beeinträchtigen. Aufgrund ihrer gegenüber Wasser größeren Dichte und des geringen Rückhaltevermögens des Bodens erreichen CKW's relativ schnell das Grundwasser. Dort sinken sie auf die Sohle des Grundwasserleiters ab und bilden ortsbeständige Lachen, die sich in geringem Maße in Strömungsrichtung des Grundwassers ausbreiten. Die Wasserlöslichkeit von CKW's ist als gering zu bezeichnen, jedoch reicht der über sehr lange Zeiten in Lösung gehende Anteil aus, um das Grundwasser großräumig und langanhaltend zu verunreinigen. Diese Kontamination wiegt umso schwerer, als CKW's im Grundwasser noch schwerer abgebaut werden als im Boden. Ursachen für Boden- und Grundwasserverunreinigungen mit CKW's waren häufig auch unerkannt gebliebene Leckagen, Unfälle oder ein zu sorgloser oder gar fahrlässiger Umgang mit diesen

Lösungsmitteln. Im Einzelnen wurden folgende CKW's in die Untersuchungen einbezogen:

- Per (Tetrachlorethen): Vor dem 2. Weltkrieg wurde Tetrachlorethen hauptsächlich als Detachiermittel in der Textilindustrie und im Haushalt verwendet. Nach dem 2. Weltkrieg erhielt es Bedeutung als chemisches Reinigungsmittel und in zunächst geringem Umfang als Entfettungsmittel für Metalle und Leder. Außerdem wurde es als Befettungsmittel für Metalle eingesetzt. In Tierkörperverwertungsanstalten dient Tetrachlorethen als Extraktionsmittel. Weitere Anwendungsmöglichkeiten sind die Herstellung von Gummilösungen, Abbeizern, Druckfarben, Fleckenwasser und Lösungsmittelseifen.
  - Tetra (Tetrachlormethan): Seit 1900 dient Tetrachlormethan in der Technik und im Labor als Extraktions- und Lösungsmittel, z.B. für Asphalt, Fette, Öle, Harze, Pech, Bitumen, Teer und Firnis. In chemischen Wäschereien und in der Textilindustrie wurde es zur Entfleckung von Textilien und zum Reinigen der Maschinen eingesetzt. In der Lederindustrie dient Tetrachlormethan zum Entfetten des Leders. Es wurde in der Galvanotechnik und für Metallputzmittel, zur Herstellung von Kautschuklösungen bzw. -kitten und Carboneol, zur Entfernung von Harzen und zur Extraktion von Riechstoffen verwendet. Bei der Herstellung von Öllacken diente es als Verdünnungsmittel.
  - 1.1.1-Tri (1,1,1-Trichlorethan): Das hauptsächliche Anwendungsgebiet für stabilisiertes 1,1,1-Trichlorethan ist nach wie vor die Reinigung und Entfettung von Metalloberflächen, speziell die Kaltreinigung von Maschinen, Motoren, Karosserieblechen, Werkstücken und Instrumenten, aber auch von elektrischen Maschinen, elektronischen Bauteilen sowie von Kunststoffen und Filmen.
  - Tri (Trichlorethen): Seit Beginn seiner technischen Produktion wird Trichlorethen in großem Maße als Extraktionsmittel an Stelle von Benzin eingesetzt. Seit 1930 dient es als Lösungsmittel in chemischen Reinigungen und in der Textilindustrie sowie für die Reinigung von Metallteilen. Auch heute sind die Anwendungsbereiche von Trichlorethen sehr vielfältig. Ein großer Teil wird bei der Metallentfettung und Oberflächenreinigung benutzt, in der Farb-, Textil- und Lederindustrie wird es als Lösungsmittel verwendet.
- Summe aliphatische Kohlenwasserstoffe: Aliphatische KW kommen insbesondere durch Mineralölprodukte in Grund- und Oberflächenwasser. Sie sind nur in geringem Maße biologisch abbaubar und schwierig aus dem Wasser zu entfernen. Die unter dem Begriff Mineralöle zusammengefassten Produkte haben sehr unterschiedliche physikalische Eigenschaften. Für die Beurteilung ihres Verhaltens in Boden und



Grundwasser ist ihre Viskosität (Zähflüssigkeit) von entscheidender Bedeutung. Benzin, Diesel und extra leichtes Heizöl haben eine geringe Viskosität und sind im Boden sehr mobil, dagegen besitzen Rohöle und schwere Heizöle eine hohe Viskosität und sind vergleichsweise immobil. Die erstgenannten Stoffe versickern sehr schnell im Boden und können tiefere Bodenschichten bzw. das Grundwasser erreichen. Mineralöle werden von der Porenoberfläche des Bodens zurückgehalten. Das Rückhaltevermögen des Bodens ist außer von der Viskosität des Öls auch von der Größe der Porenoberfläche und vom Feuchtegehalt des Bodens abhängig. Je feuchter der Boden und je dünnflüssiger das eindringende Mineralöl, desto geringer ist die zurückgehaltene Menge. Die Rohöle und schweren Heizöle dringen daher nur in die oberen Bodenschichten ein. Ist die Kapazität der Porenoberfläche überschritten, so kann das Mineralöl auch in tiefere Bodenschichten gelangen. Die Bindung an die Porenoberfläche ist so stark, dass durch Niederschlagswasser nur die wasserlöslichen Bestandteile der schweren Öle ausgewaschen werden und tiefere Bodenschichten bzw. das Grundwasser erreichen können. Die leichtflüchtigen Bestandteile der Mineralöle, insbesondere des leichtflüchtigen Benzins, verdampfen im Boden und verdrängen die Bodenluft. Da die Gase schwerer sind als Luft, sinken sie auf schwer durchlässige Bodenschichten bzw. auf die Grundwasseroberfläche ab und breiten sich dort aus. Mineralöle können sowohl im Boden als auch im Grundwasser relativ gut abgebaut werden. Die Abbaugeschwindigkeit hängt dabei von der Art und der Menge des Mineralöls, der Konzentration und der Art der vorhandenen Mikroorganismen, dem Sauerstoffgehalt und dem Nährstoffangebot des Bodens ab.

- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK): Bodenkontaminationen mit PAK sind überall dort zu erwarten, wo Steinkohlenteeröle und daraus hergestellte Produkte verwendet wurden, z.B. Straßenteer, Gussasphalt, Pech, Dachpappen, Dachanstrichmittel, Anstrichmittel auf Kohleteer und Bitumenbasis, Imprägnieröle, Rußöle und Motorschmieröl. Die meisten PAK sind in Wasser nur schlecht löslich und werden an den organischen Bestandteilen des Bodens adsorbiert. Durch langsame Auswaschung kann das Grundwasser lange Zeit belastet werden. Adsorbierte PAK können bei einem Absinken des pH-Wertes remobilisiert werden. PAK können im Boden mikrobiell abgebaut werden. Die Abbaugeschwindigkeit sinkt mit zunehmendem Molekulargewicht, der Zunahme der Konzentration im Boden und der Abnahme des pH-Wertes. Beim Vorliegen von Teerverunreinigungen wird der Abbau durch andere Inhaltsstoffe des Teers, z.B. Phenole, gehemmt.
- Arsen: Arsen findet sich in Sedimentgesteinen und daher auch in geringen Mengen in Grund- und Oberflächenwässern. Hohe Arsenkonzentrationen sind in der Regel bedingt durch gewerbliche Abwässer aus Gerbereien oder Deponien. Im Boden liegt Arsen hauptsächlich in Form von anorganischen Verbindungen vor. Einige dieser Verbindungen sind gut wasserlöslich. Die Löslichkeit der Verbindungen hängt vom pH-Wert im Boden ab und wird mit Abnahme des pH-Wertes größer. Im Boden

können schwerlösliche Arsenverbindungen langsam zu leichter löslichen Verbindungen reagieren.

- Blei: Lösliche Bleiverbindungen, hauptsächlich Bleinitrat, werden im Boden häufig als schwerlösliches Sulfid oder Carbonat gefällt, so dass die Mobilität von Blei im Boden als sehr gering einzuschätzen ist. Darüber hinaus wird Blei von Tonmineralen und Humusstoffen stark adsorbiert, so dass eine Akkumulation in den oberen Bodenschichten erfolgt. Blei kommt daher nahezu nie in natürlichen Gewässern vor, sondern ist meist durch Rohrsysteme in das Wasser gelangt. Technische Verwendung finden Blei und seine Verbindungen in der Hüttenindustrie, der Batterieherstellung, der elektronischen Industrie, der Farbherstellung, der Glas- und Kunststoffindustrie sowie bei der Herstellung von Schädlingsbekämpfungsmitteln.
- Cadmium: Die wichtigste Emission von Cadmium erfolgt durch die technische Gewinnung von Zink, wobei dieses als Begleitelement anfällt. Es wird aber auch bei Verbrennungsprozessen freigesetzt. Daneben werden metallisches Cadmium und seine Verbindungen vorwiegend zur Herstellung von Farbpigmenten, Stabilisatoren (vorwiegend für PVC), Akkumulatoren, Legierungen und anderen Produkten sowie zur galvanischen Oberflächenveredlung verwendet. Cadmiumverbindungen werden an Tonmineralen und Humusbestandteilen des Bodens stark adsorbiert. Dadurch kommt es zu einer verstärkten Akkumulation im Oberboden. Einige Cadmiumverbindungen sind in Wasser leicht löslich. Die Löslichkeit und damit die Mobilität von Cadmium im Boden hängt entscheidend vom pH-Wert des Bodens ab. Im neutralen und basischen Bereich ist die Löslichkeit der Verbindungen geringer. Sie steigt mit sinkendem pH-Wert durch die Bildung löslicher organischer und anorganischer Komplexverbindungen.
- Chrom: Chrom wird u.a. in der Galvanikindustrie zum Veredeln von Metalloberflächen verwendet. Ebenso findet man es in Metalllegierungen, in Farbpigmenten, als Katalysator, zur Holzimprägnierung und als Gerbstoff bei der Lederverarbeitung. Altlastenrelevante Chromverbindungen kommen vor allem Imprägniermittel in der Holzindustrie, der Chromgerberei und der Galvanik zum Einsatz. Die technisch wichtigen Chrom-(VI)-verbindungen (Chromate, Dichromate) sind alle leicht löslich, d.h. sie sind sowohl bei basischen wie auch bei sauren Bodenverhältnissen relativ mobil. Dichromat ist ein starkes Oxidationsmittel, welches im Boden und im Wasser schnell zu schwer löslichem Chrom-(III) reduziert wird. Chromverbindungen werden von Tonmineralien leicht adsorbiert. Bei sinkendem pH-Wert nimmt die Adsorptionsfähigkeit ab, d.h. die Mobilität von Chrom nimmt in sauren Böden zu. Unter anaeroben Verhältnissen findet, im Gegensatz zu fast allen anderen Schwermetallen, keine Sulfidbildung statt, da das Chromsulfid sofort hydrolysiert wird und das schwerer lösliche Chromhydroxid ausfällt.

- Eisen: Eisen kommt in Spuren in nahezu allen natürlichen Gewässern vor.  $\text{Fe}^{2+}$  ist bei Vorliegen von reduzierenden Verhältnissen im Grundwasser in Konzentrationen bis zu mehreren Milligramm pro Liter anzutreffen. Im oberflächennahen Grundwasser können sich reduzierende Bedingungen z.B. infolge lokal begrenzt organischer Kontaminationen ausbilden. Insbesondere in normalerweise gut sauerstoffversorgten Aquiferen sind erhöhte Eisenkonzentrationen oft ein Indiz für das Vorliegen einer lokalen organischen Kontamination.
- Mangan: Mangan wird ebenso wie Eisen geogen in Abhängigkeit vom pH-Wert und dem Redoxpotential gelöst. Erhöhte Mangankonzentrationen sind daher ähnlich wie die Anwesenheit von erhöhten Eisenkonzentrationen zu bewerten.

Zur Erhebung des hydrochemischen Istzustandes des Grundwassers in den quartären Schottern des Grazer Feldes im Stadtgebiet wurden im Rahmen des Projektes VERA (N. PLASS et al., 2002) im September bis November 2000 96 Wasserproben gezogen. Die Probenahmepunkte wurden nach statistischen Gesichtspunkten so ausgewählt, dass ein möglichst repräsentatives Bild des qualitativen Istzustandes der Grundwasserqualität erhalten werden kann. Für die Beprobung wurden sowohl Brunnen als auch Bohrungen herangezogen. Die Probenahme erfolgte in der Zeit vom 25. September bis 28. November 2000 durch JOANNEUM RESEARCH, wobei auch verschiedene Geländeparameter erfasst wurden. Die Schwermetallanalysen wurde im Labor der Fachabteilung 1a, nunmehr Fachabteilung 17c (Referat Gewässergüteaufsicht) der Steiermärkischen Landesregierung durchgeführt, die übrige anorganische und organische Analytik erfolgte im Labor der Grazer Stadtwerke AG. Die Ergebnisse zeigen im Vergleich zu früheren Untersuchungen mit Schadstofffahren eine deutliche Verbesserung der Grundwasserqualität und können somit zur Beurteilung des Istzustandes herangezogen werden.

Im Folgenden werden kurz die Ergebnisse, was den Einfluss von Industriestandorten betrifft, wiedergegeben.

#### Trichlorethen (TRI):

Im Einzugsgebiet des Leonhardbaches wurde beim Brunnen „Ursulinenkloster“ ein Wert von  $1720 \mu\text{g/l}$  gemessen. Bei diesem Wert scheint es sich, wie Folgeuntersuchungen durch das Magistrat Graz zeigten, jedoch um eine lokal eng begrenzte Kontamination zu handeln, deren genaue Ursache bisher allerdings nicht festgestellt werden konnte. Hier wäre unter Umständen die Einbeziehung spezieller Untersuchungen auf Grundlage von Feinvariationsisotopenmessungen sinnvoll. Des Weiteren wurden in einigen wenigen Brunnen geringe, deutlich unter dem Grenzwert von  $10 \mu\text{g/l}$ , liegende TRI-Gehalte festgestellt, wobei die Einträge offenbar eher punktuell erfolgen. Die TRI-Vorkommen linksufrig der Mur können eventuell auf einen wesentlichen Verursacher zurückzuführen sein („TRI-Fahne“).

### Tetrachlorethen (Perchlorethen, PER):

Das Grundwasser im Stadtbereich ist großflächig mit PER kontaminiert, wobei allerdings der Grundwasserschwellwert von 6 µg/l, bzw. Parameterwert von 10 µg/l nur in einem Fall überschritten wird. Der Höchstwert lag bei 11,4 µg/l der Median bei 0,2 µg/l).

Auffällig ist generell die Zunahme der PER-Gehalte in Strömungsrichtung. Das ist dahingehend zu interpretieren, dass eine große Zahl von Reinigungsanstalten, welche statistisch über das Stadtgebiet verteilt sind, das Grundwasser mit PER belasten. In Strömungsrichtung kommt es daher zwangsläufig zu einem Aufsummierungseffekt. Östlich der Mur zeichnet sich u.U. wiederum eine Kontaminationsfahne ab.

### Tetrachlormethan (Tetra):

Der Schwellenwert von 1,8 µg/l wird nur im Brunnen „Ursulinen“ überschritten. Vereinzelt sind weiter gering erhöhte Werte vorhanden, welche aber keine weitere Interpretation erlauben. Die Belastung mit Tetra kann daher als eher gering eingestuft werden.

### Aliphatische Kohlenwasserstoffe:

Aliphatische Kohlenwasserstoffe als Hinweis auf Mineralölkohlenwasserstoffe konnten in keiner der untersuchten Wasserproben nachgewiesen werden.

Zwar zählen Mineralölkohlenwasserstoffe (inkl. BTEX und PAK) zu den häufigsten Schadstoffen, die in Schadensherden im Untergrund nachgewiesen werden (z.B. Tankstellen), gleichzeitig bilden diese Verbindungen aber nur kurze Schadstofffahnen im Grundwasser aus. Dies geht aus verschiedenen Statistiken zur mittleren Fahnenlänge organischer Schadstoffe im Grundwasser hervor. Im Gegensatz dazu werden die chlorierten Lösemittel, die aerob nicht bzw. nur sehr langsam abbaubar sind, im Grundwasser sehr weit transportiert (GRATHWOHL, 2000).

### PAK (Polyzyklische aromatische KW):

Über 90% der Standorte lagen unter der Nachweisgrenze. Der Maximalwert für den Parameter PAK lag mit 0.6 µg/l leicht über dem Parameterwert und wurde bei einer Probe am südlichen Stadtrand angetroffen. Daneben konnten in vereinzelt Proben leicht bis mäßig erhöhte PAK-Gehalte nachgewiesen werden. Eine Zuordnung dieser Belastungen zu bestimmten Altstandorten ist jedoch nicht möglich. Generell ist die Belastung des Grundwassers mit PAK jedoch als eher gering einzustufen.

### Schwermetalle:

Schwermetalle wurden im Allgemeinen nur untergeordnet und nur sehr lokal angetroffen.

### 2.5.9.3 Charakterisierung des Mureinflusses mit Hilfe stabiler Umweltisotope

Natürliche Wässer weisen in Abhängigkeit von ihrer Herkunft charakteristische Isotopensignaturen auf. Auf der Grundlage von isopenhydrologischen Untersuchungen ist es daher möglich, zusätzliche Informationen über die gegenseitige Beeinflussung von Oberflächen- und Grundwasser zu erhalten. Gleichzeitig lassen sich aus den Isotopensignaturen des Grundwassers Informationen über Fließ- und Mischungsvorgänge im Aquifer ableiten, da die stabilen Isotope Sauerstoff-18 ( $^{18}\text{O}$ ) und Deuterium ( $^2\text{H}$ ) als natürlicher Bestandteil des Wassermoleküls einen idealen Tracer für die Wasserbewegung darstellen.

Mit steigender mittlerer Seehöhe des Einzugsgebietes nehmen die  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^2\text{H}$ -Gehalte eines Oberflächengewässers ab. Die Oberflächengerinne mit hoch liegenden Einzugsgebieten (Mur und Mühlgang) besitzen deshalb im Vergleich zu dem lokal neu gebildeten Grundwasser deutlich niedrigere, d.h. abgereicherte  $\delta^{18}\text{O}$  und  $\delta^2\text{H}$ -Gehalte und ermöglichen somit die Ermittlung von Anteilen von Infiltrat derselben im Grundwasser.

Wenn auch die Ergebnisse nur ein Momentanbild für den Zeitpunkt der Beprobung liefern, so ist doch eine deutliche Mischungsreihe von nur lokal aus den Niederschlägen neugebildeten bis zu durch die Mur mehr oder weniger beeinflussten Wässern erkennbar. Da die Umweltisotope keinen Veränderungen während der Untergrundpassage unterliegen, lässt sich aus dieser Mischungsreihe der Anteil von Murinfiltrat für den Zeitpunkt der Probenahme ermitteln. Er liegt vor allem in den linksufrigen Messstellen nahe der Mur deutlich höher, was in gutem Einklang mit der Strömungssituation in diesem Bereich steht (die Mur gibt in das Grundwasserfeld südlich des Schlossbergs ab).

Diese Anteile sind naturgemäß in Abhängigkeit von der Murwasserführung jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Sie haben einen Einfluss auf die Wasserqualität, da sie die von den Rändern zuströmenden hoch mineralisierten Wässer verdünnen, und damit auch manche Schadstoffkonzentrationen verringern.

### 2.5.9.4 Thermische Situation des Grundwassers

Im Grazer Feld besteht nur ein sehr grobmaschiges Netz von Messstellen mit Messung der Wassertemperatur. Generell ist die Situation im Stadtgebiet durch vergleichsweise hohe deutlich über dem Jahresmittel der Lufttemperatur liegende Grundwassertemperaturen geprägt, die durch diverse anthropogene Einflüsse (Nutzungen für Kühlanlagen, Abwärme von Gebäuden und insbesondere tiefen Einbauten wie Tiefgaragen etc.) verursacht werden.

Für das westliche Grundwasserfeld liegt eine erste aktuelle Übersichtsarbeit von Geologie & Grundwasser GmbH (2009) vor, für das östliche Feld ist sie derzeit noch in Arbeit und kann daher im Rahmen der Erstellung dieser UVE noch nicht herangezogen werden.

Die jahreszeitlichen Schwankungen der Grundwassertemperatur sind in den Bereichen mit hohen Flurabständen (Terrassen) stark gedämpft, im Bereich der Austufe aber deutlicher

ausgeprägt. Sie weisen zum Teil im Vergleich zur Lufttemperatur eine sehr deutliche Phasenverschiebung auf (Maximum im Winter).

Zusätzlich spielt die Mur eine erhebliche Rolle in jenen Bereichen, in denen sie das Grundwasser alimentiert.

Manche Messstellen zeigen einen deutlich steigenden Trend der Grundwassertemperatur und erreichen bereits Werte über 16 °C (Geologie & Grundwasser GmbH, 2009). Die von Geologie & Grundwasser GmbH (2009) für drei Stichtage erstellten Isothermenkarten für eine Tiefe von 1,5 m unter Grundwasserspiegel sowie bestehende thermische Grundwassernutzungsanlagen sind in einer Abbildung dargestellt. Die Karte zeigt eine sehr heterogene Temperaturverteilung mit deutlichen Wärmeinseln, deren genaue Ausbreitung aufgrund des zu weitmaschigen Messstellennetzes nicht erfassbar ist.

Die Ergebnisse für das westliche Grundwasserfeld werden von Geologie & Grundwasser GmbH (2009) wie folgt zusammengefasst:

*Eindeutige anthropogene Einflüsse auf die Grundwassertemperatur, Temperaturerhöhungen von rund 3 bis 4 °C im Vergleich zur durchschnittlichen Grundwassertemperatur) sind im dicht verbauten Stadtzentrum mit tief in den Untergrund bzw. das Grundwasser eingreifenden baulichen Strukturen (mehrere Kellergeschoße, Tiefgaragen) feststellbar. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass im Untersuchungsbereich Grundwasserflurabstände den wesentlichsten Einflussfaktor für die Grundwassertemperatur darstellen:*

- *Auf der Niederterrasse (Grundwasserflurabstände zw. 10 und 25 m) sind sehr geringe bis keine jahreszeitlichen Temperaturschwankungen feststellbar.*
- *Auf der Austufe bei Grundwasserflurabständen zw. rund 3 m und rund 10 m sind jährliche Grundwassertemperaturänderungen feststellbar, wobei die höchsten Temperaturen, zeitlich versetzt zu den Lufttemperaturen, in den Monaten November bis Jänner auftreten und die niedrigsten Temperaturen in den Monaten April bis Juni.*
- *Bei Grundwasserflurabständen geringer als rund 3 m wirkt sich die Lufttemperatur deutlich auf die Grundwassertemperatur aus (gemessene max. jährliche Temperaturschwankungen von 5 °C).*

*In der Austufe des Grazer Beckens treten in den Monaten April bis Juni die tiefsten Grundwassertemperaturen auf. In den Monaten November bis Jänner werden die wärmsten Temperaturen gemessen. Thermische Grundwasseranlagen führen im Sommer warme Wässer (Kühlanlagen) und im Winter kalte Wässer (Heizanlagen) in den Aquifer rück. Diese gegenläufigen Temperaturkurven von Aquifertemperatur und rückgeführtem Wasser bewirken höchstwahrscheinlich auch eine gewisse Aufhebung des Temperatureinflusses der Wärmepumpenanlagen, welche in der Austufe situiert sind. Allerdings ist die Anzahl der in*

*der Austufe liegenden Wärmepumpenanlagen derzeit zu gering um diesbezüglich spezifische Aussagen treffen zu können.*

*Weiters existiert im Untersuchungsraum kein Schluckbrunnen in welchen die thermisch veränderten Wässer direkt in den Aquifer geleitet werden. Sämtliche thermisch veränderten Wässer durchfließen die ungesättigte Zone (Rückführung über Rigole oder Sickerschächte) und passen sich vor Einmündung in den Aquifer zumindest zum Teil an die vorherrschenden Untergrundtemperaturen an.*

Im östlichen Grundwasserfeld sind die Arbeiten von Geologie & Grundwasser mbH noch im Gange, es liegen noch keine Ergebnisse vor, die thermische Situation ist daher derzeit noch weitgehend unbekannt.

## **2.5.9.5 Zusammenfassung**

### **2.5.9.5.1 Nicht altstandortspezifische Kontaminationen:**

Das Grundwasser ist großflächig anthropogen belastet und zwar hauptsächlich durch Kontaminanten welche nicht Alt- (oder Neu-) standortspezifisch sind. Diese Grundbelastung, welche bei den meisten Parametern von Nord nach Süd deutlich zunimmt, stammt im Wesentlichen aus diffusen Einträgen aus Landwirtschaft, Kanalisation, Straßenabwässern usw. Hinzu kommen einige wenige Messstellen, in deren Nahbereich offensichtlich stärkere punktuelle Einträge vorhanden sind wie am Färberplatz und am Katzlbach.

### **2.5.9.5.2 Altstandortspezifische Kontaminationen:**

CKW stellen in Graz die altstandortrelevanten Hauptkontaminanten und damit das größte Gefahrenpotenzial dar.

Ein weiterer Parameter der zur Belastung des Grundwassers beiträgt sind die PAK.

Schwermetalle und aliphatische Kohlenwasserstoffe haben als Kontaminanten nur eine sehr eingeschränkte bzw. keine Bedeutung.

### **2.5.9.5.3 Thermische Belastung:**

Das Grundwasser ist durch diverse anthropogene Einflüsse deutlich thermisch belastet, es liegen aber noch zu wenig flächendeckende Untersuchungen vor.

## 2.5.10 Zusammenfassende Wertung und Sensibilität des Istzustandes (JOANNEUM RESEARCH)

### 2.5.10.1 Hydrogeologischer Istzustand

Der hydrogeologische Istzustand des Projektgebietes ist bezüglich Flurabständen, In- und Exfiltrationsverhältnissen, Ergiebigkeit des Aquifers, Grundwasserdynamik und Qualität durch eine Zweigliederung des Untersuchungsraumes zu charakterisieren:

- Im gesamten engeren Untersuchungsraum ist das Grundwasserfeld durch die Tieferlegung der Vorflut der Mur im Zuge der Murregulierung 1876-1891 und auch die anschließende erosive Eintiefung des Flussbetts deutlich beeinflusst. Durch die Eintiefung der Mur wurde der Grundwasserspiegel in den letzten 100 Jahren abgesenkt. Es liegen in diesem Gebiet für eine Talaue relativ hohe Flurabstände des Grundwasserspiegels mit rund 3 – 5 m im Südabschnitt und bis 5 - 10 m im Nordabschnitt vor.
- Aufgrund der hohen Grundwassermächtigkeiten von bis zu über 20 m hat die Tieferlegung aber keinen erheblichen Einfluss auf die sehr hohe Ergiebigkeit des Aquifers. Trendberechnungen des Grundwasserspiegels zeigen sehr unterschiedliche Ergebnisse, die durch die Überlagerung der verschiedensten Einflüsse auf das Grundwasser (Entnahmen, Neubildung) geprägt sind (T. HARUM et al., 1994). Insgesamt gibt es keine Anzeichen auf eine weitere deutliche Eintiefung der Mur und damit verbunden einen rückläufigen Trend des Grundwasserspiegels.
- Die Dynamik des Grundwasserspiegels ist im Bereich der holozänen Talflur hauptsächlich von der Mur abhängig mit Grundwasserspiegelschwankungen von 1,5 bis über 2,5 m. Die Hauptabstromrichtung ist generell von den Terrassen zur Mur hin gerichtet, südlich des Schlossberges ist linksufrig eine Infiltration der Mur in das Grundwasser gegeben. Im Nahbereich der Mur ist je nach Wasserständen derselben ein Wechsel zwischen In- und Exfiltration gegeben.
- Die Qualität des Grundwassers zeigt deutliche anthropogene Überprägung durch Einträge aus Landwirtschaft (im S), Industrie, Strassenabwässer und diverse andere Einträge im Stadtgebiet, die sich generell in einer hohen Mineralisierung widerspiegelt. Aufgrund der höheren Flurabstände ist im Aubereich ein besserer lokaler Schutz des Grundwassers gegeben, die Qualität wird kaum durch mikrobiologische Aktivitäten beeinflusst. Infiltrationen der Mur bewirken im Nahbereich derselben eine Verdünnung diverser Qualitätsparameter.



- Die Grundwassertemperaturen sind sehr stark durch diverse Einflüsse aus dem Stadtgebiet (Gebäudeabwärme, tiefe Einbauten, thermische Nutzungen) geprägt und liegen im überwiegenden Teil weit über dem Jahresmittel der Lufttemperatur.
- Von Bedeutung ist das im Süden des Untersuchungsgebietes gelegene Wasserwerk Feldkirchen der Graz AG, welches derzeit kaum in Betrieb ist, aber ein bestehendes Wasserrecht mit einer Konsensmenge von 420 l/s aufweist. Die Ergebnisse eines Großpumpversuches im Jänner – Mai 2006 belegen die hohe Ergiebigkeit, die Konsensmenge kann auch auf Dauer entnommen werden (T. HARUM et al., 2007). Bei Betrieb des Wasserwerks bewirkt die Vermischung mit Murinfiltrat (Anteil im Istzustand rund 35 - 41 %) eine Verdünnung von Schadstoffparametern wie Nitrat, Sulfat, Atrazin, Desethylatrazin und somit eine Verbesserung der Qualität, gleichzeitig besteht aber ein erhöhtes Risiko einer kurzfristigeren Kontamination aus der Mur.
- Es wurden alle relevanten Grundwassernutzungen erhoben.
- Ein Großteil des geplanten Vorhabens befindet sich im Schongebiet des Wasserwerks Feldkirchen, Weiters gibt es Schutzgebiete anderer Nutzungen, die zum Teil bis fast zur Mur reichen.

### **2.5.10.2 Sensibilität des Istzustandes des Schutzguts Grundwasser**

Die Sensibilität des Schutzguts Grundwasser ist im Untersuchungsraum generell als hoch zu bewerten und zwar aus folgenden Gründen:

- Ein Großteil des geplanten Vorhabens befindet sich im Schongebiet des Wasserwerks Feldkirchen, weiters gibt es Schutzgebiete anderer Nutzungen, die zum Teil bis fast zur Mur reichen.
- Im Gesamtgebiet besteht ein hoher anthropogener Entwicklungsdruck auf das Grundwasser durch zunehmende Besiedelung, Industrialisierung, Infrastrukturmaßnahmen und intensive Landwirtschaft (letztere im Süden). Es besteht somit ein hohes Konfliktpotential zwischen Grundwasserschutz und Landnutzung.
- Durch die Lage im Stadtgebiet, bekannter früherer Kontaminationen und die Ergebnisse der Erhebung von Altlasten und Altlastenverdachtsflächen (vgl. Fachbereich 3, Abfallwirtschaft und Altlasten) ist die Sensibilität des Aquifers gegenüber möglichen Verunreinigungen hoch und auch bei einigen Kontaminanten bereits eine gewisse Grundlast gegeben.
- Die Summe der bewilligten Konsensmengen im Grazer Feld liegt weit über den tatsächlichen Grundwasserentnahmen und überschreitet das vorhandene Grundwasserdargebot. Es ist allerdings aufgrund der Wasserverbrauchsentwicklung

der letzten Jahre mit Ausnahme des Wasserwerks Feldkirchen mit keiner drastischen Erhöhung der tatsächlichen Entnahmemengen zu rechnen.

### **2.5.10.3 Absehbare Entwicklungen**

Das in Bau befindliche Murkraftwerk Gössendorf wird nicht als absehbare Entwicklung sondern als rechtlicher Istzustand betrachtet, es wurden daher für die Bewertung die Prognosen herangezogen.

Als realistische absehbare Entwicklung ist eine Steigerung des Wasserverbrauchs des Wasserwerks Feldkirchen der Grazer Stadtwerke AG anzusehen. Die bewilligte Konsensmenge beträgt 420 l/s, im gesamten Kalibrierungszeitraum 1993-2006 wurden aber, mit Ausnahme eines Großpumpversuches 2006, nur sehr geringe Mengen zur Instandhaltung der Brunnen und Probennahmen entnommen.

Der geplante Südgürtel mit einer zum Teil in das Grundwasser reichende Wanne wurde 2009 UVP-rechtlich bewilligt und ist daher als absehbare Entwicklung werten.

## **2.6 PROJEKTAUSWIRKUNGEN**

### **2.6.1 Auswirkungen in der Bauphase (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)**

#### **2.6.1.1 Auswirkungen ohne Verbesserungsmaßnahmen**

Die Bauarbeiten wurden soweit wie möglich hydrogeologisch optimiert, d.h. Verbesserungsmaßnahmen sind bereits in die technische Planung eingeflossen. Es gibt daher keine Prognose der Auswirkungen ohne Verbesserungsmaßnahmen.

#### **2.6.1.2 Beschreibung von Maßnahmen zur Verbesserung und Verminderung der Auswirkungen**

Hydrogeologische Verbesserungsmaßnahmen in technischer und zeitlicher Hinsicht wurden bereits in der Bauplanung integriert. Somit erübrigt sich eine Beschreibung verbessernder und vermindernder Maßnahmen.

Es ist aber in jedem Fall ein an die Bauphasen adaptiertes quantitativ-qualitatives Beweissicherungsprogramm durchzuführen, um im Falle von etwaigen gravierenden Beeinträchtigungen rechtzeitig Maßnahmen zur Sanierung treffen zu können.

### 2.6.1.3 Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen

Da die machbaren hydrogeologischen Verbesserungsmaßnahmen im Projekt berücksichtigt wurden, entsprechen die Auswirkungen in der Bauphase jenen Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen, die im Folgenden dargestellt werden.

Die hydrogeologische Betrachtung der Bauphase erfolgt auf Basis des Baustellenkonzepts vom 25.02.2010, Band 0202 der Technischen Planung. Nach der räumlichen Anordnung der geplanten Maßnahmen lässt sich der Bau des Murkraftwerks Graz in drei Bereiche gliedern:

- Hauptbauwerk
- Stauraum bzw. Oberwasser
- Unterwasser

Das geplante Wehr und Teile des Stauraums befinden sich im weiteren Schongebiet des Wasserwerks Feldkirchen, die Unterwassereintiefungsstrecke liegt zum Teil im engeren, zum Teil im weiteren Schongebiet. Es sind die angeführten Auflagen der Schongebietsverordnung einzuhalten.

Eine zeitliche Differenzierung der Bereiche ist nicht möglich, da in allen drei Abschnitten gleichzeitig Baumaßnahmen gesetzt werden. Die Baumaßnahmen werden mit einem umfangreichen qualitativen und quantitativen Grundwassermonitoring-Programm überwacht, das aber aufgrund der zeitlichen Verschränkung der Bauarbeiten in den einzelnen Abschnitten weder räumlich noch zeitlich aufgeteilt werden kann.

Der dem Baustellenkonzept beiliegende Grobzeitplan umfasst vier Baujahre, wobei mit den vorbereitenden Bauarbeiten, wie das Einrichten der Baustelle inklusive der Baustraßen, im September des ersten Baujahres begonnen wird. Die zeitliche Zuordnung der betrachteten Bauarbeiten orientiert sich am Zeitplan und erfolgt durch Angabe von Monat und Jahr (z.B. 09/01).

Das **Hauptbauwerk** umfasst in erster Linie das Krafthaus, die Wehranlage und die Fischmigrationshilfe sowie die mit der Herstellung des Bauwerks verbundenen Baumaßnahmen.

Für die Dauer der Errichtung des Hauptbauwerks ist eine Umleitung der Mur im Bereich des linksufrigen Vorlandes vorgesehen. Das Umleitungsgerinne wird auf ein 30-jährliches Hochwasser mit einer Wasserführung von 985 m<sup>3</sup>/s ausgelegt. Die Baumleitung ist bei einer Sohlbreite von 40 m im Querschnitt trapezförmig, wobei die Böschung mit schweren Wasserbausteinen gesichert wird.

Bevor der Aushub des Gerinnes erfolgt, wird eine geankerte Längsschlitzwand zwischen der Baugrube und der Umleitung errichtet. Danach wird der Aushub im Gerinne auf das Niveau der zukünftigen Unterwassereintiefung von 331,70 m ü.A. hergestellt. Der

Niveauunterschied zur Bestandssohle der Mur von 333,50 m ü.A. wird mit einer Rampe ausgeglichen. Diese erste Phase der Baumleitung ist im Zeitraum 10 - 12/01 vorgesehen.

Durch die Umleitung und Voreintiefung der Mur ist mit ersten Auswirkungen auf das Grundwasser zu rechnen, die je nach Wasserführung der Mur in der Bauphase unterschiedlich sein werden. Bei erhöhter Wasserführung ist oberwasserseitig durch die Verletzung der Kolmatierungsschicht mit einer verstärkten Infiltration in das Grundwasser zu rechnen, unterwasserseitig wird es auf jeden Fall zu Absenkungen kommen, die ungefähr denjenigen der Betriebsphase entsprechen, sodass ein fließender Übergang von der Bauphase in die Betriebsphase gegeben ist.

Nach der Fertigstellung des Gerinnes wird die Mur umgeleitet und 12/01 mit den Arbeiten für die Baugrubenumschließung begonnen. Im Ober- und Unterwasser wird die Baugrube durch Schmalwände abgedichtet, die an die östliche Schlitzwand anbinden. Rechtsufrig bzw. im Westen erfolgt die Baugrubenumschließung mit einer rückverankerten DSV-Lamellenwand. Die Baugrubenumschließung wird 02/02 abgeschlossen. Alle Abdichtungsmaßnahmen werden bis in den neogenen Grundwasserstauer vorgetrieben.

Mit dem Aushub der Baugrube wird 01/02 noch während der Abdichtungsarbeiten begonnen, wobei in dieser Phase nur die wasserungesättigten Sedimente entnommen werden. Erst nach Fertigstellung der Baugrubenabdichtung erfolgt bis 03/02 der Baugrubenaushub in den wasserführenden Abschnitten des Quartärs.

#### **Zu erwartende Wasserhaltung und Auswirkungen:**

Die Baugrube hat einen Gesamtumfang von rund 695 m und wird im Osten von der umgeleiteten Mur begrenzt. Laut technischem Bericht kommen drei unterschiedliche Abdichtungsmaßnahmen zur Anwendung; welche alle bis zum Grundwasserstauer reichen.

Die hydrogeologischen Untersuchungen im Hinblick auf eine Prognose der Auswirkungen durch die Baugrube umfassen zwei Schritte:

- Abschätzung der Wasserhaltungsmengen in der Baugrube mittels eines vertikalen Schnittmodells
- und Bewertung der Auswirkungen der Baugrube auf die Grundwasserstände in der Umgebung.

Eingangsdaten und Annahmen für die Modellierung sind drei Abdichtungsabschnitte. Länge und Ausführung stammen aus dem Technischem Bericht bzw. dem geotechnischen Gutachten (Dr. Lesnik).

Abschnitt 1: Abdichtung entlang der umgeleiteten Mur am Ostrand der Baugrube mittels Schlitzwand (Stärke der Schlitzwand: 80 cm; Durchlässigkeit laut Geotechnischem Gutachten (Dr. M. Lesnik):  $5 \cdot 10^{-9}$  m/s. Die Länge dieses Abschnitts beträgt ca. 179 m.

Abschnitt 2: Abdichtung gegen das Grundwasser im Norden und Süden der Baugrube in Bereichen, die sehr nahe zur umgeleiteten Mur liegen, mittels Schmalwand (Stärke 15 cm; Durchlässigkeit laut Geotechnischem Gutachten (Dr. M. Lesnik):  $5 \cdot 10^{-8}$  m/s. Die Länge dieses Abschnitts beträgt ca. 320 m.

Abschnitt 3: Abdichtung gegen Grundwasser im Westen der Baugrube mittels Düsenstrahlverfahren (Stärke 150 cm; Durchlässigkeit laut Geotechnischem Gutachten (Dr. M. Lesnik):  $5 \cdot 10^{-7}$  m/s. Die Länge dieses Abschnitts beträgt ca. 196 m. Der Gesamtumfang der Baugrube beträgt somit rund 695 m.

#### **Weitere Annahmen:**

Durchlässigkeiten der quartären Sedimente:  $k_f = 6 \cdot 10^{-3}$  m/s bis  $1 \cdot 10^{-3}$  (in die Tiefe abnehmende Durchlässigkeiten)

Anisotropie von 5 und eine Absenkung des Grundwasserspiegels auf unter 318,9 m (Baugrubensohlniveau überwiegend zwischen 317,9 und ca. 322 m; Stauer 312,6 m).

Für den Stauer wurde eine Durchlässigkeit von  $k_f = 1 \cdot 10^{-6}$  m/s angenommen. Alle Abdichtungsvarianten reichen bis in den Stauer der laut Bohrungen in rund 25 bis 29 m Tiefe erreicht wurde.

Vollkommen offene Mursohle im Bereich des Bauumleitungsgerinnes ( $k_f = 1 \cdot 10^{-3}$  m/s bei einer Schichtdicke von 2 cm). Die Höhendifferenz zwischen Staueroberkante in der Baugrube und mittlerem Murwasserspiegel beträgt etwa 15,2 m.

Mittlerer Wasseranfall in der Baugrube differenziert nach Abdichtungsabschnitten unter oben genannten Annahmen aus dem vertikalen Schnittmodell:

	Schlitzwand	Schmalwand	DSV-Säulen	Summe
Wasseranfall (mittel)	2 l/s	43 l/s	28 l/s	73 l/s

Die Sensitivität des Parameters Wasserstand der Mur auf das Berechnungsergebnis beträgt +/-10%, die der Stauerdurchlässigkeit +/-5%, die der Anisotropie +/-10% und die des Grundwasserstandes +/- 7%. Daraus ergibt sich eine Bandbreite der Wasserhaltung von rund 50 bis 100 l/s.

Das derart simulierte Ergebnis ist in erster Linie extrem stark vom  $k_f$ -Wert abhängig, der nur ungenau bestimmbar bzw. abschätzbar ist und oft durch hohe lokale Variabilität bzw. Heterogenität gekennzeichnet ist. Inhomogenitäten der Durchlässigkeiten bzw. nicht vorhersehbare Schmalwandfenster können durchaus erhebliche Abweichungen bewirken.

Die Beeinflussung des Grundwasserspiegels während der Bauphase wird in erster Linie vom Wasserspiegelniveau der Mur und den Begleitmaßnahmen abhängen.

Die Ergebnisse sind bezüglich der Wasserhaltung eher als worst-case zu betrachten, da sie von einer konstanten Wasserhaltung während der gesamten Zeit ausgehen. Andererseits gehen sie von einer optimalen Wirkung der Abdichtungsmaßnahmen, vor allem bezüglich der Einbindung der Schmalwände in den Grundwasserstauer aus.

Wirklich hohe Absenkungen sind naturgemäß nur in der Baugrube selbst gegeben. Es ist mit keinen weitreichenden Absenkungsbereichen westlich der Mur zu rechnen, im Osten ist keine Beeinflussung durch die Wasserhaltung zu erwarten. Innerhalb der lokalen und temporären Absenkungszone befinden sich nur wenige Grundwassernutzungen. Eine entsprechende Beweissicherung und gegebenenfalls Ersatzversorgung ist notwendig und dargestellt.

Insgesamt kann die quantitative Beeinflussung des Grundwasserkörpers durch die Wasserhaltung in der Baugrube während der Bauzeit als geringfügig gewertet werden, da sie auf einen kleinen Raum begrenzt, nur temporärer Natur ist und die Absenkungen im Vergleich zur Grundwassermächtigkeit gering sind.

In einer zweiten Phase wird die Baumleitung 03/02 mit einer Rampe an die zwischenzeitlich im Anschluss an die Baugrube hergestellte Unterwassereintiefung angebunden.

Krafthaus und Wehranlage mit den zugehörigen Flügel- und Ufermauern werden in der gegenüber dem Grundwasser abgedichteten Baugrube errichtet und der Bau dieser Gebäude ist daher für das Grundwasser nicht von Relevanz.

Die Baumleitung wird nach Fertigstellung des Hauptbauwerks bzw. der Rückleitung der Mur aufgelassen und im Zeitraum 05-08/03 rückgebaut sowie verfüllt. Parallel dazu ist bis 10/03 die Errichtung der Fischmigrationshilfe und der linksufrigen Vorlandgerinne vorgesehen. Da die beiden letztgenannten Maßnahmen außerhalb des Grundwassers gesetzt werden, sind sie aus quantitativer Sicht für das Grundwasser zu vernachlässigen.

Im **Unterwasser** stellt die Unterwassereintiefung den aus hydrogeologischer Sicht markantesten Eingriff dar. Die Unterwassereintiefung hat ausgehend vom Hauptbauwerk bis zum Mur-km 173,021 eine Länge von ca. 2,2 km und weist einen maximalen Eintiefungsbetrag von 3,5 m auf.

Die Eintiefung ist in drei Bauabschnitte aufgeteilt, wobei ihren quantitativen Auswirkungen durch zeitgleich gesetzte, seitliche Abdichtungsmaßnahmen im Bereich des linken und rechten Ufers über eine Länge von 465 m bzw. 490 m begegnet wird. Als abdichtende Elemente sind Schmalwände und DSV-Lamellenwände vorgesehen, die bis zum neogenen Grundwasserstauer reichen.

Die Unterwassereintiefung wird in zwei Phasen errichtet. In der ersten Phase (10/01 - 03/02) wird eine durchgehende Tiefenrinne hergestellt, die zu einer Absenkung des Flusswasserspiegels führt. Am Ende dieser Phase wird auch die Baumleitung auf das neue

Niveau der Flusssohle angepasst. In der zweiten Eintiefungsphase (10/02 - 03/03) wird die Tiefenrinne auf die geplante Ausbaubreite erweitert.

Quantitative Auswirkungen auf den Grundwasserkörper sind in einem unmittelbaren zeitlichen Zusammenhang mit den Eintiefungsarbeiten zu erwarten. Da aber die Untergrundabdichtung zeitgleich mit der Eintiefung im Unterwasser eingebracht wird, werden die durch die Absenkung des Flusswasserspiegels induzierten Grundwasserabsenkungen zumindest soweit kompensiert, wie sie dem simulierten Betriebszustand entsprechen. D.h., es sind in der Bauphase keine Absenkungen zu erwarten, die größer sind als jene, die anhand der simulierten Betriebsphasen prognostiziert wurden.

Da die Eintiefungsarbeiten ausschließlich im Flussbett der Mur erfolgen, sind durch die Grabungsarbeiten keine bestehenden Wasserschutzgebiete berührt, auch nicht das weitere Brunnenschutzgebiet der Brauerei Puntigam, welches nicht ganz bis zur Mur reicht.

Im **Oberwasser** des Hauptbauwerks sind im Bereich des geplanten Stauraumes in erster Linie in den neogenen Stauer einbindende, uferseitige Abdichtungen mit Schmalwänden und DSV-Lamellenwände für das Grundwasser von Relevanz. Linksufrig weist die Abdichtung ab dem Kraftwerk eine Länge von 1.850 m, rechtsufrig eine Länge von 1.645 m auf.

Mit den Abdichtungsmaßnahmen werden einerseits ein, aufgrund des erhöhten Potentials der Vorflut nicht vertretbarer Grundwasseranstieg und andererseits die Infiltration von größeren Mengen an Murwasser in das Grundwasser verhindert. Die Errichtung der abdichtenden Wände ist über den Zeitraum 10/01 bis 03/03 vorgesehen.

Weiters sind im Stauraum Begleitdrainagen vorgesehen, die zwischen 10/01 und 03/03 parallel zu den Dichtwänden auf dem Niveau der Q75-Grundwasserspiegellinie des Ist-Zustandes verlegt werden. Die linksufrige Drainage ist 2.250 m lang und reicht im Oberwasser über die Abdichtung hinaus. Rechtsufrig besitzt die Drainage eine Länge von 1.820 m und reicht ebenfalls über die Abdichtung hinaus.

Durch die Abdichtungsmaßnahmen erfolgt in erster Linie eine Abkopplung der Vorflut vom Grundwasser. Da im Ist-Zustand im Wesentlichen eine Grundwasserströmung parallel zur Mur gegeben ist, wirken sich die Abdichtungen bei Niedrig- bis Mittelwasserführung der Mur nur geringfügig auf die Grundwasserspiegellagen aus. In Bereichen, wo im Istzustand eine Infiltration von Murwasser in den Grundwasserkörper stattfindet, wird es wahrscheinlich zu geringfügigen Grundwasserabsenkungen kommen. Murabschnitte, die im Ist-Zustand dem Grundwasser als Vorflut dienen und wo eine Exfiltration stattfindet, werden durch die Abdichtung eine geringe Potentialerhöhung erfahren. Signifikante Auswirkungen sind durch den Bau im Oberwasser nicht zu erwarten.

Durch die Bauarbeiten für die rechtsufrige Drainage und Schmalwand wird das weitere Schutzgebiet des Brunnens der Firma Getina Getränkeindustrie AG berührt, welches im

Osten an den Radweg grenzt. Der Brunnen ist seit Jahren nicht mehr in Betrieb, das Wasserrecht ist aber aufrecht ebenso wie der Schutzgebietsbescheid aus dem Jahr 1979.

Aus hydrogeologischer Sicht ist unabhängig von der Realisierung des gegenständlichen Projekts eine Löschung dieses Wasserrechts sinnvoll, zumal der Brunnen im Areal des Altstandortes „Alpenteer“ liegt, in dem erhebliche Kontaminationen der ungesättigten Zone und des Grundwassers nachgewiesen wurden, sodass eine Aktivierung der Nutzung des Brunnens unwahrscheinlich und auch nicht sinnvoll erscheint.

Im Folgenden sei ein Auszug aus Umweltbundesamt (2008): Altstandort „Alpenteer“ - Gefährdungsabschätzung und Prioritätenklassifizierung wiedergegeben:

*Im Zuge der Grundwasseruntersuchungen konnte festgestellt werden, dass insbesondere am südlichen Rand des Altstandortes im Abstrom der ehemaligen Teerbehälter sehr hohe Belastungen des Grundwassers durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Mineralölkohlenwasserstoffe und Phenole gegeben sind. Im unmittelbaren Abstrom der Teerbehälter (G-GW4, G-GW5) wurden in den Pumpproben Konzentrationen an PAK15 von maximal 83 µg/l und an Naphthalin von max. 57 µg/l gemessen. Ein Vergleich mit dem Prüfwert der ÖNORM S 2088-1 für PAK15 von 0,5 µg/l zeigt, dass eine massive Verunreinigung des Grundwassers gegeben ist. Zusätzlich wurden im Zuge der Grundwasseruntersuchungen auch massive Verunreinigungen durch Mineralölkohlenwasserstoffe und Phenole festgestellt.*

*Im unmittelbaren Abstrom des Altstandortes ist die Schadstofffracht im Grundwasser erheblich (ca. 2 g/d PAK15, ca. 4 g/d Naphthalin).*

*Im Abstrombereich der oberflächennah verunreinigten Bereiche wurde auch eine Beeinflussung der Grundwasserqualität festgestellt. Es ist daher davon auszugehen, dass in diesen Bereichen die Verunreinigungen stellenweise tiefer reichen und es ebenfalls zu einem Eintrag von Schadstoffen in das Grundwasser kommt.*

*Zusammenfassend zeigen die Untersuchungsergebnisse, dass neben flächenhaften, oberflächennahen Verunreinigungen vor allem im Bereich der ehemaligen Teerbehälter eine massive Verunreinigung des Untergrundes mit Teeröl existiert. Insbesondere für PAK15, Naphthalin, Mineralölkohlenwasserstoffe und Phenole ist nachgewiesen, dass ein erheblicher Schadstoffeintrag in das Grundwasser stattfindet. Der Altstandort „Alpenteer“ stellt daher eine erhebliche Gefahr für das Schutzgut Grundwasser dar.*

Untersuchungen von A. DALLA-VIA & T. HARUM (2008) im grundwasserabstromigen unmittelbar benachbarten Areal des Fernheizwerkes Graz zeigten, dass die Schadstoffe offensichtlich bereits nach kurzer Untergrundpassage abgebaut werden, da in den dortigen Grundwassermessstellen keinerlei Kontaminationen nachweisbar waren.



Die Grabungsarbeiten für die rechtsufrige Drainage liegen zwar außerhalb der vom Umweltbundesamt definierten Grenze des Altstandortes, es ist aber trotzdem erhöhte Vorsicht anzuraten und im Falle des Auftretens von kontaminierten Materials dieses fachgerecht zu entsorgen.

Im Flussbett des linksufrigen Oberwassers verläuft noch der Zentrale Speicherkanal (ZSK) der Stadt Graz der zwischen 10/01 und 03/03 errichtet wird. Der Kanal ist nicht Teil des gegenständlichen UVP-Verfahrens, wird aber zeitgleich mit den anderen Arbeiten im Oberwasser über eine Länge von 2.165 m verwirklicht. Für den Kanalbau sind temporäre Wasserhaltungen notwendig, die lokal zu geringfügigen Grundwasserabsenkungen führen können. In Abschnitten wo Stauraumabdichtungen bereits vor dem Kanal hergestellt werden, beschränken sich die Auswirkungen auf das unmittelbare Flussbett.

Ab 05/03 wird mit dem Einstau begonnen. Es ist ein langsamer und kontinuierlicher Verlauf vorgesehen, der 12/03 abgeschlossen ist. Ende des dritten Baujahres ist auch die Inbetriebnahme der beiden Maschinensätze vorgesehen.

Mit der Inbetriebnahme des Kraftwerks sowie dem Räumen der Baustellen und Baustraßen bis 02/04 ist die Bauphase abgeschlossen und geht in die Betriebsphase über.

Gewässer- und Grundwasserschutzmaßnahmen der Bauphase sind bereits im Baustellenkonzept dokumentiert. Wesentliche Punkte sind:

- Grundwassersichere Lagerung von Baustoffen und Baugeräten
- In die Baugrube des Hauptbauwerks eindringende Grundwässer und anfallende Niederschlagswässer werden in Pumpensümpfen gesammelt, über Absetzbecken geführt und in die Mur gepumpt.
- Niederschlagswässer, die auf den Baustraßen und Baustelleneinrichtungsflächen anfallen, werden im freien Gefälle der Mur zugeführt.
- Ölbindemittel werden in ausreichendem Umfang vorgehalten.

Aufgrund der nur lokalen Einflüsse sind keine Auswirkungen auf das Wasserwerk Feldkirchen der Graz AG gegeben. Auch die übrigen Auswirkungen halten sich mit Ausnahme der Absenkungen im Unterwasserbereich in Grenzen, wobei hier die Aussagen und Maßnahmen der Betriebsphase relevant sind sowie die vorgeschlagene Beweissicherung, um etwaige Einflüsse rechtzeitig erkennen und Maßnahmen ergreifen zu können.

#### **2.6.1.4 Bewertung der Umweltverträglichkeit in der Bauphase**

Die Auswirkungen nach Wirksamwerden der Ausgleichsmaßnahmen (d.h. die Restbelastung) werden wie in nachstehender Tabelle dargestellt beurteilt.

#### **Beurteilung der Projektauswirkungen in der Bauphase:**

Keine Auswirkungen:

*Es sind keine qualitativen und/oder quantitativen Auswirkungen auf das Wasserwerk Feldkirchen der Graz AG zu erwarten. Aufgrund der Lage eines Großteils der Baumaßnahmen im Schongebiet sind aber die in der Schongebietsverordnung angeführten Auflagen unbedingt einzuhalten und besondere Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers zu treffen.*

Geringfügig nachteilige Auswirkungen:

*Die Auswirkungen auf das Grundwasser können für die Bauphase als geringfügig bewertet werden, da sie einerseits nur temporärer Natur sind und andererseits auf lokale Bereiche beschränkt sind und alle etwaigen Beeinträchtigungen durch ein entsprechendes an die Bauphasen zu adaptierendes Beweissicherungsprogramm erfasst werden können, um rechtzeitig Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers und insbesondere bestehender Wasserversorgungen treffen zu können.*

*Die qualitativen Auswirkungen sind unter Beachtung der entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen geringfügig.*

*Als quantitativen Auswirkungen werden Absenkungen des Grundwasserspiegels durch die Unterwassereintiefung auftreten, diese sind aber aufgrund der hohen Grundwassermächtigkeiten und Durchlässigkeiten geringfügig.*

*Es ist ein fließender Übergang von der Bauphase zur Betriebsphase gegeben, für ihn gilt die Bewertung der Auswirkungen in der Betriebsphase ebenso wie die für die Betriebsphase angeführten Ausgleichsmaßnahmen und das vorgeschlagene Beweissicherungsprogramm.*

## **2.6.2 Projektauswirkungen in der Betriebsphase**

### **2.6.2.1 Auswirkungen ohne Verbesserungsmaßnahmen (JOANNEUM RESEARCH)**

Aufgrund der hohen Sensibilität des Grundwassers würden die geplanten Aufstau und Unterwassereintiefungen ohne entsprechende technische Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers zu massiven Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel und dessen Flurabstände vor allem in Form von Erhöhungen im Einflussbereich des geplanten Stauraums führen und damit vor allem zur negativen Beeinflussung von Gebäuden und tiefen Einbauten im Stadtgebiet.

Die beiden Kraftwerke wären daher ohne entsprechende technische Verbesserungsmaßnahmen aufgrund gravierender quantitativ nachteiliger Beeinflussungen des Schutzguts Grundwasser als untragbare Auswirkung einzustufen und somit umweltunverträglich. Bezüglich qualitativer Auswirkungen würden die Einflüsse als

wesentliche Auswirkungen eingestuft, da erhebliche Einflüsse von Murinfiltrat aus dem Stauraum auf das Grundwasser eintreten würden.

### **2.6.2.2 Beschreibung von Maßnahmen zur Verbesserung und Verminderung der Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH)**

Es wurden daher in intensiver Zusammenarbeit mit der Technischen Planung Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers und auch der Vegetation erarbeitet.

Die Maßnahmen und Auswirkungsanalyse wurden in einem iterativen Prozess mit wiederholten Variantenrechnungen mittels des kalibrierten Grundwassermodells erarbeitet. Sie sollen in der Hauptsache die folgenden umweltunverträglichen Auswirkungen verhindern bzw. minimieren:

- Im Nordteil der Au zu geringe Flurabstände des Grundwasserspiegels und damit verbunden etwaige Schäden an Gebäuden.
- Zu hohe negative quantitative Auswirkungen durch die Unterwassereintiefungen auf bestehende Wasserversorgungsanlagen.
- Zu starke qualitative Auswirkungen auf bestehende Wasserversorgungsanlagen.

Im Folgenden wird kurz der endgültige Stand der hydrogeologisch relevanten Maßnahmen aufgelistet.

#### **2.6.2.2.1 Maßnahmen im Stauraum**

##### Untergrundabdichtungen:

Zur Verhinderung von Unterströmungen und zur Vermeidung von Sickerverlusten sowie zur Minimierung von Grundwasseranhebungen im Oberwasserbereich werden vom Hauptbauwerk ausgehend Schmalwände bzw. DSV-Wände im Untergrund angeordnet, die in die gering- bis undurchlässige Neogenschicht einbinden.

Sämtliche Festlegungen hinsichtlich der Ausführung der Dämme und der Abdichtungen (Längen und Tiefen, Querschnitte) wurden gemeinsam mit der Technischen Planung und dem Gutachter für Geotechnik (INSITU Geotechnik ZT GmbH) getroffen und entsprechen dem derzeitigen Wissen bzgl. des Untergrundes und der Grundwasserverhältnisse.

Die Einbindetiefe der Schmalwände in das Tertiär beträgt je nach Verwitterungsschicht der Tertiär-Oberkante rund 1 m. Die Oberkante der Abdichtungen im Stauraum liegt in Dammbereichen 0,5 m über dem Stauziel. In den Bereichen ohne Dämme wird die Abdichtung bis zur bestehenden Gelände Oberkante geführt.

In jenen Bereichen, wo aus technischen Gründen oder in sensiblen Bereichen (Lärm, Erschütterungen) keine Schmalwände hergestellt werden können (z.B. im Bereich von Brückenfundamenten) kommen DSV-Wände (Lamellenwände) zum Einsatz.

#### Begleitdrainagen:

Durch die Errichtung der Uferbegleitdämme und dem damit verbundenen Aufstau der Mur gegenüber dem Ist-Zustand kann die Mur künftig im Stauraumbereich für das Grundwasser keine Vorflut-Funktion übernehmen. Um bei steigendem Grundwasserstand eine Anhebung des GW-Spiegels und damit eine Verschlechterung gegenüber dem Ist-Zustand zu vermeiden, werden beidseitig der Dämme Begleitdrainagen errichtet. Die Festlegung der Längen und der Höhenlage dieser Begleitmaßnahmen erfolgte iterativ anhand mehrerer Prognosevarianten. Bei einem Ansteigen des Grundwasserspiegels wird das anfallende Wasser über die Drainagen abgeführt. Im Falle des Absinkens übernimmt die Drainage eine Dotierungsfunktion durch die oberwasserseitig anfallenden Abstrommungen.

Der Bemessung der Drainagen liegen Werte aus dem Grundwassermodell (Zutritt aus dem Grundwasserfeld) sowie Dammdurchströmungsberechnungen zugrunde. Hierfür wurden an drei ausgewählten Querprofilen (ohne vorgesehene Abdichtungen) die Sickerraten pro Laufmeter aus dem Stauraum für zwei Kolmatierungszustände (teilkolmatiert und kolmatiert) ermittelt (Technische Planung). Die Sickerwassermengen in den zwischen den untersuchten Querprofilen liegenden Abschnitten wurden durch Interpolation ermittelt.

In den Dammdurchströmungsberechnungen wurden die Drainagen auf einen hohen Grundwasserstand des IST-Zustandes (GW75-IST) gelegt. Die Ergebnisse der Durchströmungsberechnung dienten sowohl als Grundlage für die Festlegung von Abdichtungsmaßnahmen, als auch für die Dimensionierung der Begleitdrainagen.

Für die Dimensionierung der Begleitdrainagen und der zugehörigen Transportrohre wurden die Ergebnisse für eine teilkolmatierte Mursohle herangezogen. Da von einer gewissen Kolmatierung der Mursohle auszugehen ist, stellen diese Werte eine Obergrenze der zu erwartenden Sickermengen dar.

Die Berechnung der Zuströmungen aus dem Grundwasserfeld erfolgte mittels des Grundwassermodells. Hierbei wurden die Zutrittswassermengen für die rechts- und linksufrige Begleitdrainage ermittelt und für 200 m lange Abschnitte eine prozentuelle Aufteilung angegeben. Darauf aufbauend erfolgte eine Ermittlung der Zutrittsraten pro Laufmeter.

Die wirksame Höhenlage der Drainage wurde auf Höhe eines hohen Grundwasserspiegels (Q75 des Istzustands), festgelegt. Aufgrund baulicher Rahmenbedingungen (murnahe Bebauung) wird die linksufrige Begleitdrainage in einem Teilabschnitt 0,5 m höher verlegt. Die anfallenden Wässer werden im Transportsystem in das Unterwasser des Kraftwerkes abgeleitet.

Aufstau:

Der Aufstau der Mur erfolgt langsam über einen Zeitraum von vier Monaten, in denen somit ein kontinuierlicher Übergang von der Bau- in die Betriebsphase gegeben ist. Dies bewirkt bereits eine gewisse Teilkolmatierung des Stauraums.

Wendepiegelregelung:

Es ist gemäß Technischem Bericht vorgesehen durch einen im Stauraum situierten Wendepiegel den Stauspiegel des Murkraftwerks Graz automatisiert regeln. Der Wendepiegel hat die Aufgabe, die Steuerung der Wehranlage im Hochwasserfall zu übernehmen und den Wasserspiegel im Bereich des Pegels auf einem bestimmten Niveau zu halten. Dadurch kann der Bereich der Stauwurzel von Geschiebeanlandungen freigehalten werden. Die Wendepiegelsteuerung hängt nicht nur vom Abfluss, sondern auch vom Verlandungsgrad der Mursohle ab. Die angegebenen Abflüsse gelten nur für die unverlandete Mursohle. Im verlandeten Zustand beginnt die Wendepiegelsteuerung bei entsprechend geringeren Abflüssen.

Diese Wendepiegelregelung bringt aus hydrogeologischer Sicht zwei Vorteile mit sich:

- Geringere Kolmatierung im Bereich des oberen Teils des Stauraums.
- Verbesserte Dynamik des Wasserspiegels im Stauraum und damit auch des Grundwasserspiegels.

**2.6.2.2 Maßnahmen im Unterwasser**Unterwassereintiefung:

Durch die Unterwassereintiefung würde es ohne technische Maßnahmen zu einem weiterreichenden Absenken des Grundwasserspiegels kommen. Zur Vermeidung von zu großen Absenkungen werden im obersten Unterwasserbereich der Kraftwerksanlage Schmalwände errichtet.

Die Einbindetiefe der Schmalwände in das Tertiär beträgt je nach Verwitterungsschicht der Tertiäroberkante rd. 1,0 m. Die Oberkante der Schmalwände wird auf ein Q75 des Ist-Zustandes ausgeführt.

Au-Biotop Rudersdorf:

Flussab der Puntigamer Brücke ist im Vorland ein Nebengerinne samt Überflutungsflächen als ökologische Ausgleichsfläche geplant. Hierfür wird die derzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche westlich des Radweges um bis zu 7,0 m abgesenkt und strukturiert. Innerhalb dieser Fläche verläuft ein mäandrierendes Gerinne, welches bereits bei MQ durchflossen wird. Die Gestaltung dieses Areals erfolgt derart, dass bei höheren Wasserführungen Flächen überflutet werden, sodass auartige Verhältnisse entstehen. Innerhalb dieser

Ausgleichsfläche werden mehrere Ebenen auf unterschiedlichen Höhen ausgeführt, sodass bei unterschiedlichen Wasserführungen in der Mur definierte Bereiche überströmt sind. Die Höhenlage dieser Ebenen erfolgte mit den Wasserspiegellagen der Mur bei den Abflüssen HQ1, HQ5 und HQ30.

Die Fläche wurde als neue Randbedingung für die Prognosen implementiert in der Annahme, dass die Spiegellagen denjenigen der Mur entsprechen. Kleine Abweichungen sind im Hinblick auf deren Auswirkungen nicht relevant.

### **Fischmigrationshilfe**

Die Fischmigrationshilfe wird rechtsufrig im Anschluss an das Krafthaus in Form eines Vertical Slot Pass (VSP) errichtet. Damit wird ein durch das Abschlussbauwerk unterbrochenes aquatisches Kontinuum verbunden und eine Aufstiegsmöglichkeit für Fische und Kleinstlebewesen geschaffen. Der Einstieg der Fischmigrationshilfe ist unmittelbar im Unterwasser des Krafthauses situiert, wodurch eine ausreichende Lockstromdotations zur Auffindung des Einstieges vorhanden ist.

Die Dotationsmenge beträgt 474 l/s. Die Fischaufstiegshilfe liegt im gesamte Bereich über dem Grundwasserspiegel, wird daher das Grundwasser dotieren, was aber aus hydrogeologischer Sicht nur einen sehr lokal begrenzten Einfluss darstellt (geringfügige Erhöhung des Grundwasserspiegels), der sich nicht negativ auswirkt.

### **2.6.2.3 Zur Frage der Kolmatierung von Stauräumen (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)**

Bezüglich der Kolmatierung von Stauräumen liegen sehr umfangreiche Untersuchungen vom Donaukraftwerk Freudenau vor (A.P. BLASCHKE et al., 2002). Sie zeigen eine Verringerung der Durchlässigkeit der Flusssohle in einem Zeitraum von 4 Jahren nach Aufstau der Donau um 2 Zehnerpotenzen von  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s auf  $1 \cdot 10^{-7}$  m/s).

K. INGERLE (1991) untersuchte die Flussbettdurchlässigkeit und die Sauerstoffzehrung des Uferfiltrates im Staubereich von Donaukraftwerken. Unter anderem wurde dabei der Stauraum Altenwörth bearbeitet, wo die Durchlässigkeiten des Grundwasserkörpers ("Donauschotter") mit  $k_f = 0,015$  m/s angegeben werden. Durch die Ablagerung von feinsten Feststoffteilchen an der Oberfläche des Flussbettes wurde die Durchlässigkeit der Flussbettsohle auf  $k_f = 2,9 \cdot 10^{-7}$  m/s herabgesetzt.

Hinweise auf die zeitliche Entwicklung einer Kolmationsschicht liefert die Arbeit von V. HARB (1988), die den Vorgang der Selbstdichtung von Flussstauräumen am Beispiel der Errichtung und des Betriebs des Mürzkraftwerks Mürzhofen im Rahmen einer Diplomarbeit mit Hilfe eines Rechenmodells untersuchte. Dabei wurde die zeitliche Entwicklung der Ausbildung einer gering durchlässigen Schicht im Bereich der Stauraumsohle und ihre hydraulische Wirksamkeit über Abflussmessungen an den dammbegleitenden Rohrdrainagen erfasst. Die

Untersuchung ergab, dass sich die Durchlässigkeit der Stauraumsohle, bedingt durch die Selbstdichtung, innerhalb eines Monats um den Faktor 6 verringerte.

Untersuchungen im Zusammenhang mit dem Murkraftwerk Fischen (T. HARUM et al., 2004) zeigen bezüglich der Fortschreitung der Kolmatierung sehr ähnliche Ergebnisse (A.P. BLASCHKE et al. 2002) mit einem Quasi-Endzustand der Kolmatierung ca. 4-5 Jahre nach Aufstau. Der Zeitraum nach Vollstau war durch einen kontinuierlichen Rückgang des Grundwasserspiegels im gesamten Einflussbereich des Stauraumes charakterisiert, der sich bis Ende 1998 (also 5 Jahre nach Aufstau) fortsetzt, anschließend deutlich verflachte. Da die Mur nach wie vor den Hauptfaktor für die Grundwasserneubildung im südlichen Aichfeld - Murboden darstellt, kann der lang andauernde Rückgang nur auf die zunehmende Kolmatierung im Stauraum durch Ablagerung von Feinsedimenten zurückzuführen sein. Eine 5,5 Jahre nach Aufstau durchgeführte Stauraumspülung bewirkte eine deutliche Verstärkung der Infiltration aus dem Stauraum.

Die Korngrößenanalyse einer im Frühjahr 2006 aus dem nächstgelegenen Murstauraum (Wehrbereich des seit über 20 Jahren in Betrieb befindlichen Murwasserkraftwerks Mellach) gezogenen Sedimentprobe zeigt einen sehr hohen Schluffanteil von über 50 % und nur einen geringen Anteil im Feinkiesbereich von rund 8 %. Sieblinienauswertungen nach BEYER und ZIESCHANG (zit. in H.R. LANGGUTH & R. VOIGT, 2004) ergeben sehr geringe Durchlässigkeiten des Stauraumsedimentes von  $k_f = 7,9 - 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$  (T. HARUM et al., 2007), Größenordnungen, die auch beim Stauraum des KW Graz zu erwarten sind.

Im März 2008 erfolgten im Rahmen der Untersuchungen für die UVE des geplanten Murkraftwerkes Gratkorn durch die AHP Freeze-Core-Beprobungen in den beiden Stauräumen des KW Sappi und KW Weinzödl und in der freien Fließstrecke der Mur (T. HARUM et al., 2009). Selbst die Kernproben aus den Stauräumen zeigten durchwegs einen sandig-kiesigen Sedimentaufbau mit sehr hohen Grobkornanteilen. Der zu hohe Ungleichförmigkeitsgrad der Sedimente lässt keine genaue  $k_f$ -Wert-Bestimmung zu, es sind aber in jedem Fall sehr hohe Durchlässigkeiten gegeben; wahrscheinlich liegen die Probenahmepunkte im Bereich einer Rinne im Stauraum.

In den Randbereichen der Stauräume liegen schluffigere Feinsedimente, die Sieb-Schlämmanalyse einer aus dem abgesenkten Stauraum des KW Sappi entnommenen Sedimentprobe ergibt einen  $k_f$ -Wert von rund  $9 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$ , ist also gut mit der Probe aus dem Stauraum Mellach vergleichbar.

Der mittlere Leakage nach erfolgtem Aufstau und Kolmatierung wird also im Bereich zwischen diesen extrem unterschiedlichen Sedimenttypen liegen.

Die Transferinraten des Flussbettes der Mur (Leakage) im Raum Gratkorn variieren je nach Kolmationsgrad im Extremfall bis um den Faktor 50 (T. HARUM et al., 2009), es sind im Raum Graz ähnliche Verhältnisse anzunehmen. Die höchsten Kolmatierungsraten sind im Ist-

Zustand naturgemäß in den Staubereichen der Kraftwerke vorhanden. Die aus Durchlässigkeit und Kolmationsdicke abgeleiteten Transferinraten liegen hier bei etwa 5000, das entspricht zum Beispiel einem kf-Wert von  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s und einer Kolmationsschicht von 85 cm. Den am geringsten abgedichteten Flussbereichen liegen beispielsweise kf-Werte von  $7 \cdot 10^{-5}$  m/s und Kolmationsschichtdicken von ca. 30 cm zu Grunde.

Es ist gemäß Technischem Bericht vorgesehen durch einen im Stauraum situierten Wendepiegel den Stauspiegel des Murkraftwerks Graz automatisiert regeln. Der Wendepiegel hat die Aufgabe, die Steuerung der Wehranlage im Hochwasserfall zu übernehmen und den Wasserspiegel im Bereich des Pegels auf einem bestimmten Niveau zu halten. Dadurch kann der Bereich der Stauwurzel von Geschiebeanlandungen freigehalten werden. Die Wendepiegelsteuerung hängt nicht nur vom Abfluss, sondern auch vom Verlandungsgrad der Mursohle ab. Die angegebenen Abflüsse gelten nur für die unverlandete Mursohle. Im verlandeten Zustand beginnt die Wendepiegelsteuerung bei entsprechend geringeren Abflüssen.

Diese Wendepiegelregelung bringt aus hydrogeologischer Sicht zwei Vorteile mit sich:

- Geringere Kolmatierung im Bereich des oberen Teils des Stauraums.
- Verbesserte Dynamik des Wasserspiegels im Stauraum und damit auch des Grundwasserspiegels.

Für das Prognoseszenario wurde bewusst keine Kolmatierung der Flusssohle angenommen, das heißt, es wurden für den Bereich ohne Maßnahmen (keine Abdichtung und keine Drainage) die Leakageparameter aus dem Istzustand in das Grundwassermodell übernommen. Somit stellen die Prognosen ein Worst-Case-Szenario dar, das den Zustand der ersten Jahre nach dem Aufstau repräsentiert. Grund dafür war vor allem, dadurch einen weiteren Sicherheitszuschlag bezüglich der Vermeidung von Gebäudeschäden zu erreichen.

## **2.6.2.4 Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen**

### **2.6.2.4.1 Quantitative Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH)**

Mittels der auf den Ist-Zustand (Zeitraum 1993-Juni 2006) kalibrierten instationären Grundwassermodelle für das westliche und östliche Grazer Feld ist es möglich, die quantitativen Auswirkungen des Projektes auf das Grundwasser, seine Dynamik und den Flurabstand des Grundwasserspiegels zu prognostizieren. Hierfür wurde die Modellgeometrie an die neuen Randbedingungen angepasst. Die folgenden Inputdaten und Randbedingungen wurden in die beiden Grundwassermodelle implementiert:

- Instationäre Wasserspiegellinien der Mur im zukünftigen Stauraum und der Unterwassereintiefungsstrecke (aus Modellrechnungen des Fachbereichs Technische Planung). Daraus wurden für jedes Querprofil unter Berücksichtigung der



Wendepiegelregelung Pegelschlüssel (Abfluss-Wasserstand-Beziehung) ermittelt. Aus diesen errechnen sich aus den Tagesmitteln der Abflüsse am Pegel Graz für jedes Profil Ganglinien der Tagesmittel des Wasserstandes.

- Durchlässigkeit des Murbettes im zukünftigen Stauraum, der nicht durch Schmalwände abgedichtet wird. Es wird von einer Kolmatierung wie im Istzustand ausgegangen, um den worst-case der ersten Jahre reproduzieren zu können.
- Alle technischen Maßnahmen, die zum Schutz des Grundwassers vorgesehen wurden.
- Die Randbedingungen (Zuflüsse am Ostrand, Potentiale am Westrand, Grundwasserneubildung) wurden aus dem kalibrierten Modell des Ist-Zustands übernommen und gleich gehalten.
- Im Stauraumbereich sind die beidseitigen Drainagen Randbedingungen, oberhalb die Mur, im Unterwasserbereich die Mur.
- Entsprechend dem Ist-Zustand und den zu erwartenden Verhältnissen im Projektzustand gibt es ein Prognoseszenario.
- Rechtlicher Referenzistzustand für alle Vergleiche ist der Prognosezustand bei Betrieb der KW Gössendorf und Kalsdorf (T. HARUM et al., 2007). Der Referenzzeitraum reicht vom 1.1.1993 bis zum 30.6.2006.

In allen Kartendarstellungen der Prognosen sind auch die wichtigsten technischen Maßnahmen (Stauraum, Abdichtung, Drainagen und Unterwassereintiefung) dargestellt.

Die Ergebnisse stellen sich wie folgt dar:

#### Oberwasser:

- Im Oberwasser übernehmen die beidseitigen auf das Niveau eines höheren (Q75) Grundwasserstandes aus dem rechtlichen Ist-Zustand gesetzten Begleitdrainagen die bisher durch die Mur gegebene Vorflut und regulieren den Grundwasserspiegel und dessen Dynamik.
- Nördlich des Beginns der beiden Drainagen kommt es zu Infiltrationen aus dem zukünftigen Stauraum in das Grundwasser und damit verbunden zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels und leichten Verringerung der Flurabstände.
- Bei Mittelwasserverhältnissen kommt es im Großteil des Einflussbereichs des Stauraums zu Anhebungen des mittleren Grundwasserspiegels und damit zu einer Verringerung der mittleren Flurabstände, welche aber in Anbetracht der Tiefenlage des Grundwasserspiegels als nicht kritisch zu sehen ist. Die höchsten Anhebungsbeträge sind in jenem Bereich, in dem keine Drainagen vorgesehen sind

und betragen dort im murnahen Bereich 1 bis 1,5 m bzw. knapp über 1,5 m im Bereich des Augartens, liegen aber weit unterhalb der mittleren Grundwasserstände vor der Murregulierung. Die Flurabstände des Grundwasserspiegels liegen im Großteil des murnahen Bereich auch in Zukunft im Mittel bei > 5 m, in dem oben erwähnte murnahen Abschnitt (Augarten) zwischen 3 und 5 m. In den Terrassenbereichen sind die Veränderungen der Flurabstände vernachlässigbar gering. Die Auswirkungen reichen sehr weit nach Osten und Westen, sind aber in den entfernteren Bereichen vernachlässigbar gering.

- Tiefe Grundwasserstände (Q05) werden in weiten Bereichen deutlich höher sein als im Istzustand, im murnahen Bereich bis zu knapp über 1,5 m. Die Flurabstände liegen ähnlich wie im Mittelwasserzustand im Großteil des Gebiets über 5 m, in einem kleinen murnahen Teilbereich (Augarten) zwischen 3 und 5 m. In den Terrassenbereichen sind die Veränderungen der Flurabstände vernachlässigbar gering. Die Auswirkungen reichen sehr weit nach Osten und Westen, sind aber in den entfernteren Bereichen vernachlässigbar gering.
- Bei erhöhten Grundwasserständen (Q75) sind im Einflussbereich der Drainagen kaum Veränderungen gegeben, da diese auf das Niveau Q75 ausgelegt sind.
- Hohe Grundwasserstände (Q95) werden in Zukunft im Einflussbereich ohne Drainagen geringfügig höher sein als im Istzustand, was eine äquivalente geringfügige Verringerung der Flurabstände nach sich zieht. Ab dem Einflussbereich der Drainagen kommt es zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels um 0,2 bis 0,5 m und damit zu einer äquivalenten Erhöhung der Flurabstände, was als positiver Nebeneffekt und sogar Verbesserung hinsichtlich der Verhinderung von Gebäudeschäden durch Vernässungen aber auch der Verhinderung des Einstaus von Altlastenverdachtsflächen zu werten ist.
- Die Strömungsrichtung des Grundwassers ändert sich lokal im murnahen Bereich insofern, dass es in den Teilen des Stauraums ohne Begleitdrainagen vor allem linksufrig (Bereich Augarten) zu verstärkten Infiltrationen in das Grundwasser kommt, rechtsufrig ändert sich das Strömungsbild nur geringfügig. Ab dem Beginn der Drainagen übernehmen diese die Vorflutfunktion bei hohen Grundwasserständen (Grundwasser tritt in die Drainagen über) bzw. ist weiterhin ein annähernd murparalleles Abströmen des Grundwassers wie im Istzustand gegeben.

#### Unterwasser:

- Im obersten Abschnitt der Eintiefungsstrecke halten die beidseitig bis zum Grundwasserstauer angelegten Schmalwände den Grundwasserspiegel auf einem Q75-Niveau des rechtlichen Istzustands, sodass bei tiefen bis mittleren Grundwasserständen sogar Erhöhungen gegeben sind.

- Südlich davon bewirkt die Tieferlegung der Vorflut durch die Unterwassereintiefung eine beidseitige Absenkung des Grundwasserspiegels. Diese ist bei niedrigen Grundwasserständen am geringsten, bei mittleren Grundwasserständen (Q50) breitet sich der Absenkungstrichter beidseitig der Mur weiter aus und ist bei hohen Grundwasserständen (Q75 und Q95) am größten. Als relevant für die Beeinflussung bestehender Grundwassernutzungen wird der Mittelwasserzustand Q50 betrachtet. Die größten Absenkungen sind hier auf einen kleinen murnahen Bereich mit 1 bis 1,5 m beschränkt, ein weiterer Bereich liegt zwischen 0,5 und 1 m. Die Zone bis 0,2 m nimmt einen relativ großen Bereich ein. Als Grenzwert für eine nachweisbare Beeinflussung wird eine Absenkung von 25 cm bei Mittelwasser definiert. Er liegt knapp über der Genauigkeit des Grundwassermodells und beträgt etwa nur 10 % der natürlichen Schwankungsbreite. Geringere Absenkungen wären im Zuge der Beweissicherung kaum nachweisbar. Es ist somit eine deutliche quantitative Beeinflussung des Grundwasserkörpers im Einflussbereich der Unterwassereintiefung gegeben, wodurch nicht ausgeschlossen werden kann, dass bei manchen Brunnen Vertiefungen notwendig sein könnten. Dies ist aber aufgrund der hohen Grundwassermächtigkeiten ohne Probleme möglich. Es ist in jedem Fall eine Beweissicherung dieses Bereiches erforderlich.
- Die Flurabstände vergrößern sich bei allen betrachteten Strömungszuständen entsprechend, was aber aufgrund der bereits im Istzustand für einen Aubereich relativ hohen Flurabstände von im Großteil des Gebietes 5 bis 10 m, in kleineren Bereichen 3 bis 5 m als geringfügig betrachtet werden kann.

#### Dynamik des Grundwasserspiegels:

- Die Dynamik des Grundwasserspiegels (errechnet aus der Differenz zwischen Q95 und Q05) wird beidseitig des Stauraums im Vergleich zum Ist-Zustand deutlich reduziert. Eine etwas reduzierte Dynamik ist auch im Unterwasser gegeben, da sich die Stauwurzel des im Bau befindlichen Kraftwerks Gössendorf durch die Unterwassereintiefung nach Norden verschiebt, diese Veränderungen betreffen aber nicht den Nahbereich des Wasserwerks Feldkirchen, der unverändert bleibt.

#### Grundwassermächtigkeit und Wasserhaushalt:

- Eine Karte zeigt die Verteilung der Grundwassermächtigkeiten im Betriebszustand des geplanten Murkraftwerkes Graz. Es ist im Vergleich zum Istzustand deutlich ersichtlich, dass die Veränderungen untergeordneter Natur sind.
- Somit wird der Wasserhaushalt des Grundwasserkörpers insgesamt nur geringfügig und lokal verändert, die Grundwassermächtigkeiten bleiben weitgehend dieselben wie im Ist-Zustand mit einer geringfügigen Zunahme im Einflussbereich des

Stauraums und geringfügigen Abnahme im Einflussbereich der Unterwassereintiefung.

#### **2.6.2.4.2 Qualitative Auswirkungen (JOANNEUM RESEARCH)**

Der Aufstau von Flüssen hat generell vier Arten von Effekten zur Folge, die sich auf die Qualität des Grundwassers auswirken können:

- Verschlechterung der Wasserqualität im Stauraum während der Passage des Uferfiltrats durch die Stauraumsedimente.
- Verringerung der Dynamik der Spiegelschwankungen und damit verbunden sauerstoffzehrende Prozesse, die zum Auftreten von Eisen, Mangan, Nitrit und Ammonium führen können.
- Verringerung der Flurabstände des Grundwasserspiegels im Oberwasserbereich.
- Erhöhung der Flurabstände des Grundwasserspiegels im Unterwasserbereich.

Hinsichtlich einer möglichen qualitativen Beeinträchtigung des Grundwassers kann aus hydrogeologischer Sicht zwischen den folgenden möglichen Einflussbereichen unterschieden werden:

##### Bereiche mit unmittelbarem Einfluss von Staurauminfiltrat:

Es handelt sich um jene Bereiche, in denen auf Basis der Modellprognosen eine direkte Anreicherung des Grundwassers aus dem zukünftigen Stauraum gegeben sein wird. Durch die beschriebenen technischen Maßnahmen werden diese Bereiche kleinräumig gehalten. Es handelt sich um den nördlichsten Bereich des Stauraums des Kraftwerkes. Es ist aufgrund der prognostizierten Strömungsverhältnisse nur ein murnaher Bereich bis zum Beginn der beidseitigen Drainagen betroffen. In diesem Gebiet kann es aufgrund der zu erwartenden sauerstoffzehrenden Verhältnisse des Oberflächeninfiltrats während der Untergrundpassage zu einer lokalen Beeinflussung der Grundwasserqualität (vermehrtes Auftreten von Eisen, Mangan, Nitrit und Ammonium) kommen.

##### Bereiche mit Reduktion der Grundwasserdynamik:

Es sind jene Teile des Untersuchungsgebietes, in denen durch den Aufstau eine Verringerung der Grundwasserspiegelschwankungen zu erwarten ist. Dies ist im gesamten stauraumnahen Bereich der Fall. In diesem Gebiet ist ein gehäuftes Auftreten von reduzierenden Verhältnissen durch weniger Wechselwirkung mit dem Sauerstoff in der Bodenluft möglich. Dies hat zwar einerseits den positiven Effekt der Reduktion von Nitrat zur Folge, andererseits kommt es aber zum Auftreten von Mangan, Eisen, Nitrit und möglicherweise Ammonium.

Mit Hilfe geochemischer Modellrechnungen im Rahmen der UVE für das Murkraftwerk Gratkorn (T. HARUM et al., 2009) konnte gezeigt werden, dass im betrachteten

Grundwasserleiter, insbesondere im murnahen Bereich, bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt redoxsensitive Elemente wie Mangan und Eisen leicht mobilisiert werden können und in nennenswerten Konzentrationen im Grundwasser nachgewiesen werden können. In geringerem Maße finden sich auch die Stickstoffspezies Nitrit und Ammonium. Ausgehend von den Ergebnissen der Berechnungen muss damit gerechnet werden, dass es im Zuge des geplanten Staus zumindest lokal zu einer Erhöhung der Mangan- und Eisenkonzentrationen im Aquifer kommen kann. Dasselbe zeigen die Untersuchungen von T. HARUM et al. (2007) mit erhöhten Mangankonzentrationen in Bereichen mit geringer Dynamik in der Au des südlichen Grazer Felds. Auch ein Anstieg der Nitrit und Ammoniumkonzentrationen ist möglich.

Einen Hinweis dafür, zeigt eine Gegenüberstellung der mittleren Mangankonzentrationen und der Grundwasserdynamik bei Istzustand (Q75 minus Q25) im Grazer Feld für den Zeitraum 2005/2006 (intensives Monitoring im Rahmen der Voruntersuchungen für die geplanten Kraftwerke Kalsdorf und Gössendorf (T. HARUM et al., 2007). An Messstellen die in Bereichen mit geringer Grundwasserdynamik liegen, treten wesentlich häufiger erhöhte Mangankonzentrationen auf als an Messstellen mit erhöhter Grundwasserdynamik und umgekehrt.

Es gibt in diesem Gebiet einige, allerdings zum Großteil für Nutzwasser verwendete Hausbrunnen, aber auch für die Trinkwasserversorgung genutzte Brunnen. Es wird ein umfangreiches Programm der Beweissicherung notwendig sein, um im Falle einer qualitativen Beeinträchtigung sofort Maßnahmen setzen zu können.

Neben konventionellen oberirdischen Methoden zur Eisen- und Manganentfernung – wie der chemischen oder biochemischen Oxidation und Filtration nach der Förderung des Wassers – könnten eventuell auch modernere In-situ-Verfahren in Betracht gezogen werden. Bei Letzteren werden die Eisen- und Manganoxide durch zyklische Injektion von sauerstoffreichem Wasser bereits im Aquifer abgeschieden. Dies hat den Vorteil, dass das auf diese Weise geförderte Wasser bereits frei von Eisen- und Manganverbindungen ist und es daher weder im Brunnenfilter noch bei der anschließenden Injektion zu Problemen kommen kann. Untersuchungen in Deutschland haben außerdem gezeigt, dass durch die Ausfällungen bei dem In-situ-Verfahren die Durchlässigkeit des Untergrunds nicht nennenswert verringert wird (HENNING, & ROTT, 2003).

#### Bereiche mit einer Verringerung der Flurabstände und möglicher Mobilisierung von Schadstoffen aus Altlasten:

Hohe Grundwasserstände werden auf Basis der technischen Maßnahmen weitgehend gering gehalten bzw. sogar reduziert. Aus hydrogeologischer Sicht relevant sind jene Bereiche, in denen einerseits hohe Grundwasserstände des Istzustands in Zukunft deutlich überschritten werden und andererseits so geringe Flurabstände gegeben sind, dass eine Mobilisierung von Schadstoffen möglich ist.

Eine Karte zeigt die derzeit bekannten Altlasten, Verdachtsflächen, Altablagerungen und Altstandorte im Vergleich Grundwasserschichtenlinien bei hohem Grundwasserstand (Q95) in Zukunft und zu den zu erwartenden Veränderungen des Grundwasserspiegels bei einem extrem hohen Grundwasserstand (Q95, das entspricht einem Grundwasserstand wie er unter Zugrundelegung des Zeitraums des Grundwassermodells von 13,5 Jahren nur an 5 % der Tage erreicht oder überschritten werden kann).

Auf Basis dieser Informationen und aufgrund vorliegender Hinweise über die derzeit erfassten 1858 Altlasten und Verdachtsflächen wurden folgende Ausweisungen getroffen:

- für welche Flächen ist die Veränderung des Grundwasserspiegels von Bedeutung = die räumliche Abgrenzung, und
- von welchen Flächen ist aufgrund vorliegender Informationen in der Betriebsphase eine mögliche Beeinflussung des Schutzgutes Grundwasser gegeben.

Aufgrund der hydrogeologischen Situation und der zu erwartenden Veränderungen wurde das Gefährdungspotential der 1858 Standorte nach folgenden Kriterien reduziert:

- Bereiche mit zukünftigen Absenkungen des Grundwasserspiegels können von vorn herein ausgeschieden werden ebenso wie Bereiche mit keinen Veränderungen bzw. nur geringfügigen Anstiegen des Grundwasserspiegels, die die bisherigen hohen Grundwasserstände nicht überschreiten.
- Da im Stadtgebiet keine tieferen Altablagerungen zu erwarten sind, wurden Bereiche mit einem Flurabstand bei Q85 größer als 5 m ausgeschieden.
- Weiters wurden jene Bereiche ausgeschieden, in denen aufgrund der Modellprognosen ein Anstieg bei Q95 kleiner als 50 cm zu erwarten ist. Dies stellt ein sehr strenges Kriterium dar, da wie oben erwähnt, derartige hohe Grundwasserstände nur an 5 % der Tage des Beobachtungszeitraums und auch nicht jedes Jahr erreicht oder überschritten werden können.

Auf Basis dieser Auswertung ergeben sich die Restflächen bzw. ausgewählten 42 Altstandorte, die durchwegs im innerstädtischen murnahen Talflurbereich etwa zwischen der Augartenbrücke und der Eisenbahnbrücke liegen. Diese verbleibenden Altstandorte sind in nachstehender Tabelle aufgelistet.

Eine genauere Beurteilung des Gefährdungspotentials dieser Altstandorte liegt noch nicht vor bzw. ist auch in den meisten Fällen mangels Informationen sehr schwierig. Es ist aber aufgrund des sehr strengen Kriteriums und der nur an wenigen Tagen auftretenden hohen Grundwasserstände mit keinen nachhaltigen Kontaminationen zu rechnen bzw. wenn so auch nur durch temporäre Mobilisierung. Dazu kommt, dass es derzeit auf Basis der vorliegenden Grundwasserqualitätsdaten keine Hinweise auf flächig größere Kontaminationen gibt.

Alle anderen Bereiche sind aus hydrogeologischer Sicht nicht wirklich relevant, im Bereich mit Absenkungen kann sogar von einer gewissen Verbesserung gesprochen werden.

Nicht in diesen Bereich fallen Altstandorte mit vorliegenden bereits untersuchten Kontaminationen wie z.B. „Alpenteer“, „Puchwerk“ und „Gaswerk Rudersdorf“.

Es ist in jedem Fall eine entsprechende Beweissicherung vonnöten.

Liste der Altstandorte in Bereichen mit Flurabständen unter 5 m und zu erwartenden Anstiegen des Grundwasserspiegels bei Q95 von mehr als 50 cm:

NAME	LFDRNR	BEZEICHNUNG	VDRNUMMER	STATUS	STAND	KLASSIFIZI	GADB ID	GKX	GKY	KG	UTMX	UTMY	BEZNAME	KATAHR
1/1099	1099	Garlgruber Josef, k. u. k. priv. Fabrik	6922-102/378	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879151	681730	214240	Gnes	77355.6	5227302.2	Graz - Stadt	63105
1/2906	2906	Städtischer Schlachthof	6922-102/652	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881036	681620	214190	Gnes	77243.6	5227256.6	Graz - Stadt	63105
1/2907	2907	Krajsic Stefan, vormals Brand Franz	6922-102/653	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881037	681610	214150	Gnes	77231.2	5227219.4	Graz - Stadt	63105
1/1765	1765	Elektro Neon Elger Ges.m.b.H. Helmut Stark	6922-102/408	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879895	681660	214060	Gnes	77275.9	5227126.4	Graz - Stadt	63105
1/2652	2652	Stadt Schlachthaus	6922-102/610	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880834	681580	214020	Gnes	77193.5	5227091.2	Graz - Stadt	63105
1/1769	1769	Neulasser Rudolf	6922-102/403	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879899	681670	214000	Gnes	77262.3	5227065.8	Graz - Stadt	63105
1/1770	1770	Stojer Raim und, vormals Sotoscheg Anton, vormals Johann Schwab	6922-102/402	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879900	681660	213980	Gnes	77271.1	5227046.4	Graz - Stadt	63105
1/3191	3191	Michlmayer Josef	6922-102/749	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881167	681150	213970	Gnes	76760.5	5227066.9	Graz - Stadt	63105
1/1499	1499	Haas Otto & Sohn, vormals k. u. k. priv. Fabrik	6922-102/413	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879560	681570	213950	Gnes	77179.3	5227021.8	Graz - Stadt	63105
1/1771	1771	Kern Hans	6922-102/401	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879901	681660	213950	Gnes	77269.3	5227016.4	Graz - Stadt	63105
1/1237	1237	Litographische Anstalt Franck, Jossek & Co.	6922-102/923	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879368	681620	213920	Gnes	77227.5	5226988.8	Graz - Stadt	63105
1/1501	1501	Thomann Heinrich	6922-102/414	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879552	681560	213910	Gnes	77166.9	5226962.4	Graz - Stadt	63105
1/2472	2472	Murz Jakob Ludwig	6922-102/762	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880370	681660	213890	Gnes	77265.7	5226956.4	Graz - Stadt	63105
1/1104	1104	Heidinger	6922-102/580	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879235	681730	213865	Gnes	77334.2	5226927.2	Graz - Stadt	63105
1/1504	1504	Roschker Alfried	6922-102/417	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879555	681570	213860	Gnes	77173.9	5226931.8	Graz - Stadt	63105
1/1500	1500	Gerberei Manker	6922-102/418	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879551	681500	213830	Gnes	77102.1	5226906.0	Graz - Stadt	63105
1/1774	1774	Habel Georg	6922-102/397	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879904	681725	213825	Gnes	77326.8	5226887.5	Graz - Stadt	63105
1/1502	1502	Kuss Helmut KG, Autohaus Subaru, vormals Kuß Simon	6922-102/419	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879553	681500	213800	Gnes	77100.3	5226876.0	Graz - Stadt	63105
1/1777	1777	Stele Vinzenz, vormals Strebel (Strobl) Anton	6922-102/396	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879907	681750	213800	Gnes	77350.3	5226861.0	Graz - Stadt	63105
1/1503	1503	Georg Schönfelder	6922-102/420	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879554	681500	213790	Gnes	77099.7	5226866.0	Graz - Stadt	63105
1/2555	2555	Hainzer Zeno	6922-102/607	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880837	681660	213780	Gnes	77259.1	5226846.4	Graz - Stadt	63105
1/1103	1103	ESSO Standard Austria	6922-102/362	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879234	681750	213780	Gnes	77349.1	5226841.0	Graz - Stadt	63105
1/1935	1935	Kuss Helmut KG, Autohaus	6922-102/421	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879556	681500	213750	Gnes	77187.3	5226820.6	Graz - Stadt	63105
1/1778	1778	Jeschik Anton	6922-102/395	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879908	681725	213750	Gnes	77322.3	5226812.5	Graz - Stadt	63105
1/2242	2242	Janda Hermann, vormals Janda Viktor, vormals De Martin August	6922-102/1075	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880294	681900	213750	Jakomini	77497.3	5226802.1	Graz - Stadt	63106
1/1779	1779	Essc-Standard Austria AG	6922-102/294	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879909	681725	213725	Gnes	77320.8	5226787.5	Graz - Stadt	63105
1/1506	1506	Brauner Josef	6922-102/202	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879557	681500	213720	Gnes	77145.5	5226793.0	Graz - Stadt	63105
1/1252	1252	Emil Meyer & Gebrüder Biler, vormals Josef Fels. Tuch- und Filzfabri	6922-102/175	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879383	681580	213690	Gnes	77173.7	5226761.2	Graz - Stadt	63105
1/2244	2244	Puff Stefan Ges.m.b.H., vormals Jelenz Wilhelm	6922-102/1073	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880296	681900	213670	Jakomini	77542.5	5226719.1	Graz - Stadt	63106
1/2245	2245	Meixner Hans Peter, vormals Stumpfegger Otto, vormals Stumpfegger Gab	6922-102/1072	Altstandort	registriert	Altstandort	S1880297	681900	213660	Jakomini	77541.9	5226709.1	Graz - Stadt	63106
1/3083	3083	Schmolzer J. & Co., Seifen-, Fettwaren- und Kristallsodafabrik, vorma	6922-102/731	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881367	681450	213650	Gnes	77041.4	5226729.0	Graz - Stadt	63105
1/1780	1780	Mill Pientl, Westermann-Seeburger & Co., Papierwarenfabrik Marymill,	6922-102/393	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879910	681680	213650	Gnes	77271.4	5226715.2	Graz - Stadt	63105
1/1105	1105	Binder Richard	6922-102/363	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879236	681760	213630	Gnes	77370.2	5226695.3	Graz - Stadt	63105
1/1482	1482	Zni Hans, Eisengießerei, vorm. Mathias Harb	6922-102/201	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879456	681700	213590	Gnes	77367.6	5226649.3	Graz - Stadt	63105
1/1781	1781	Fleisch- und Wurstsalzcherei Fr. Pöllinger	6922-102/392	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879911	681750	213575	Gnes	77336.9	5226636.1	Graz - Stadt	63105
1/3087	3087	Schwarz M. Schuhwarenfabrik	6922-102/198	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881371	681540	213560	Gnes	77126.0	5226633.6	Graz - Stadt	63105
1/3089	3089	Avanti Ges.m.b.H., vormals BP Austria AG	6922-102/735	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881373	681500	213550	Gnes	77086.4	5226626.0	Graz - Stadt	63105
1/1478	1478	Schratter Ges.m.b.H., vormals PS - Pistol- & Schratter KG	6922-102/195	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879452	681420	213540	Gnes	77004.8	5226620.8	Graz - Stadt	63105
1/1481	1481	Schöba Bartholomäus	6922-102/200	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879455	681700	213500	Gnes	77332.4	5226561.1	Graz - Stadt	63105
1/1480	1480	Pugl Hans Ges.m.b.H.	6922-102/199	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879454	681560	213495	Gnes	77142.1	5226567.4	Graz - Stadt	63105
1/3090	3090	Brüder Hatzi & Co Gütertransport Graz OHG	6922-102/736	Altstandort	registriert	Altstandort	S1881374	681480	213450	Gnes	77059.4	5226527.2	Graz - Stadt	63105
1/1253	1253	Ferch Rudolf Ges.m.b.H.	6922-102/391	Altstandort	registriert	Altstandort	S1879384	681500	213450	Gnes	77129.4	5226523.0	Graz - Stadt	63105

### Thermische Auswirkungen:

Wie ausgeführt, ist das Grundwasser im Stadtgebiet erheblich thermisch anthropogen beeinflusst. Es gibt auch einige thermischen Nutzungen, deren Auswirkungen mangels ausreichender Messstellendichte und Abgrenzung von anderen thermischen Einflüssen nicht möglich ist.

Durch den Aufstau der Mur ist vor allem in jenen Bereichen eine größere thermische Beeinflussung zu erwarten, in denen direkt Oberflächenwasser aus dem Staureaum in das Grundwasser gegeben sein wird. Wie Untersuchungen von T. HARUM et al. (2008) zeigen, ist durch einen Aufstau der Mur keine gravierende Veränderung der Murwassertemperaturen zu erwarten. Es ist aber sehr wohl zu erwarten, dass durch die verstärkte Infiltration in den Sommermonaten verstärkt Oberflächenwasser mit im Vergleich zum Grundwasser höherer Temperatur in das Grundwasser infiltriert, in den Wintermonaten mit tieferer Temperatur. Je nach Länge des Fließweges pflanzt sich dieses Temperatursignal zunehmend abgeschwächt und verzögert fort und kann bestehende thermische Nutzungen bis zu einem gewissen Grad beeinflussen. Es wird daher notwendig sein, eine entsprechende Beweissicherung vorhandener thermischer Nutzungen durchzuführen.

### **2.6.2.4.3 Auswirkungen auf Grundwasserentnahmen (GEOTEAM)**

#### Einleitung:

Auf Basis der Simulationsergebnisse der Maßnahmen im Bereich des Kraftwerks und der Unterwassereintiefung wurde für die hydrologische Situation Q50 eine Fläche abgegrenzt, in der für diesen hydrologischen Zustand Grundwasserabsenkungen größer als 25 cm zu erwarten sind. Der Betrag von 25 cm wurde gewählt, da dieser Wert mit der mittleren Modellgenauigkeit korrespondiert und im Zuge eines Monitoringprogrammes noch quantifizierbar ist. Er ist kombiniert mit einer Zone, die durch die Wasserhaltung in der Baugrube mögliche temporäre Absenkungen erfährt.

Bedingt durch die Unterwassereintiefung nehmen die Beträge der Grundwasserabsenkung vom Rand in Richtung Mur zu. Eine Karte zeigt, dass in einem zentralen Bereich Absenkungen zwischen 0,50 m und 1,0 m bei mittlerem Grundwasserstand zu erwarten sind. Im Bereich der Puntigamer Brücke existiert links- und rechtsufrig noch ein schmaler Streifen, für den Absenkungsbeträge von 1,0 m bis 1,5 m zu erwarten sind.

Im prognostizierten Absenkungsbereich befinden sich wasserrechtlich bewilligte Grundwasserentnahmen und Einzelwasserversorgungen ("Hausbrunnen"), die möglicherweise durch das Vorhaben quantitativ berührt werden. Diese wurden erhoben und werden im Folgenden dargestellt.

#### Wasserrechtlich bewilligte Grundwasserentnahmen:

Vorstehend wurden die wasserrechtlich bewilligten Grundwasserentnahmen und -einleitungen für den holozänen Talboden als engeres hydrogeologisches Untersuchungsgebiet dargestellt. Diejenigen wasserrechtlich bewilligten Anlagen, die nun im prognostizierten Einflussbereich der Grundwasserabsenkung des Unterwasserabschnittes liegen, finden sich separat ausgewiesen in nachstehender Tabelle.

Wasserrechtlich genehmigte Grundwassernutzungen im prognostizierten Grundwasserabsenkungsbereich:



WB_PZ	Berechtigter Name	Adresse Berechtigter		Nutzung Art	WR-Konsens	
		Straße	PLZ		l/s	m³/d
1/260	Brau Union Österreich AG	Reininghausstr. 1-7	8020	Versorgungsanlage - Trink u. Nutzwasser (Brunnen C)	10	
1/260	Brau Union Österreich AG	Reininghausstr. 1-7	8020	Versorgungsanlage - Trink u. Nutzwasser (Brunnen A)	20	
1/289	ELBAK Akumuatorenfabrik Ges.m.b.H.	Puntigamerstr. 127	8020	Versorgungsanlage - Nutzwasser		80
1/507	Kirbis Helene	Plüddemanng. 83c	8010	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		1
1/514	Murchemie Leimüller & Comp.	Auer-Welsbachg. 35	8020	Versorgung mit Kühlwasser (2 Brunnen)	3,25	
1/574	Obst- und Gemüseverwertungsges.	Puntigamerstr. 88-90	8020	Trink- Nutzwasserversorgung		240
1/576	Märkt Anton	Casa lg. 48	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		0,3
1/577	Musger Johann und Maria	Casa lg. 47	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		0,2
1/578	Holzer Anton	Casa lg. 64	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat und Gärtnerei?)		3
1/579	Hierzer Johann und Maria	Casa lg. 68	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat und Gärtnerei?)		4
1/582	Roschker Anton und Maria	Engelsdorferstr. 47	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat, Zehrerstr. 83)		0,8
1/583	Schreiner Alois und Aurelia	Casa lg. 75	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		8
1/584	Wallner Johann und Walpurga	Murfelderstr. 21	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat, Murfelderstr. 21)		5
1/587	Koller Alois und Maria	Liebenaue-Hauptstr. 136	8041	Trink- Nutzwasserversorgung (privat und Gärtnerei?)		3
1/589	Pözl Augustin und Aloisia	Zehrerstr. 78	8041	Nutzwasserversorgung (Gärtnerei)		5
1/592	Wasmayer Färberei und Putzerei	Murfelderstr. 27	8041	Trink- Nutzwasserversorgung (privat, Betrieb)		3
1/613	Tober Franziska	Zehrerstr. 70-72	8041	Trink- und Nutzwasserversorgung (Gärtnerei/Wohnhaus)		6,8
1/614	Haar Alois und Josefa (verstorben; nun: Acator Projektmanagement)	Zehrerstr. 77	8041	Trink- und Nutzwasserversorgung (Gärtnerei/Wohnhaus)		2,6
1/617	Republik Österreich Bundesgebäudeverwaltung		8010	Nutzwasserversorgung (Anstaltsschwimmbad)		25
1/622	Koller Franz	Engelsdorferstr. 1	8041	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		5
1/623	Koller Josefine, Augustine und Josef	Engelsdorferstr. 1a	8041	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		4
1/623	Koller Josefine, Augustine und Josef	Engelsdorferstr. 1a	8041	Trink- Nutzwasserversorgung (privat)		
1/653	Wassergenoss Ringleitung Liebenau		8041	Trink- Nutzwasserversorgung (Eigenheimsiedlung)		100
1/882	Eldra GmbH	Puntigamerstr. 128	8056	Trinkwasserversorgung (Betrieb) Brunnen GSt. 328/1, Schutzzone		500
1/908	Land Stmk. Landesbauamt FA III b		8010	Nutzwasserversorgung (Bauhof)		0,5
1/957	Reiterer Fritz	Liebenaue-Hauptstr.	8041	Kläranlage (Versickerung/ Einleitung mechanisch geklärt)		
1/1070	Witz Gottfried Inh. Georg und Christina Schuster Fa.	Auer-Welsbachg. 54	8055	Nutzwasserversorgung	3,3	
1/1154	Fergner Magdalena	Prankerg. 66	8020	Trink- Nutzwasserversorgung (privat, Murfelderstr. 103)		1
1/1197	Eldra-MAG Fuchs KG	Puntigamerstr. 127	8055	Versickerung von Kühlwässern		1316*
1/1322	Hemeth Günter und Brigitte	Tiergartenweg 26	8020	Bewässerung Gärtnerei (am Gasometerweg)		30
1/1358	Reiter Herbert	Hafnerstr. 53	8055	Trinkwasserversorgung (privat)		1
1/1413	Reiter Herbert	Hafnerstr. 53	8055	Versickerungsanlage für Niederschlagswasser		
1/1413	Reiter Herbert	Hafnerstr. 53	8055	Versickerung		
1/1478	Kadanik Dr. Heinrich	Liebenaue-Hauptstr.	8041	Grundwasserwärmepumpe (Entnahmebrunnen)		2,7
1/1478	Kadanik Dr. Heinrich	Liebenaue-Hauptstr.	8041	Grundwasserwärmepumpe (Versickerung)		
1/1569	Resch Alfred	Engelsdorferstr. 57	8042	Wärmepumpenanlage (Schachtbrunnen)		
1/1569	Resch Alfred	Engelsdorferstr. 57	8042	Versickerung		
1/1639	Neue Heimat gemein. Wohnungs- u. Siedlungsges. d. Stmk GmbH	Wasling. 7	8010	Oberflächenentwässerung (Murfelderstr. 27-31)		
1/1656	R.A.L. Handelsges. m. b. H.	Granderstr. 140	8054	Oberflächenentwässerung (in der Puntigamerstr.)		
1/1782	Golfzentrum Andritz Betriebsges.m.b.H	Andritzer Reichsstr. 157	8046	Nutzwasserversorgung (Filterrohrbrunnen)	7,5	130
1/1783	Golfzentrum Andritz Betriebsges.m.b.H	Andritzer Reichsstr. 157	8046	Oberflächenentwässerung (in Puntigam)		
1/1810	GPI Bauges.m.b.H	Harterstr. 1	8053	Entsorgung von Niederschlagswasser		27,9*
1/1824	XAL GmbH	Kopemikusg. 7	8010	Versickerung Regenwasser		
1/1887	Lidl Austria GmbH	Kämtnerstr. 390	8054	Oberflächenwässerversickerung (Regenwasser)		
1/1909	ETS Egger GmbH	Gmeinstr. 19	8055	Oberflächenwässerversickerung (Gmeinstr. 19)		
1/1940	GIWOG Gemeinn. Industrie-Wohnungs-AG.	Welsnerstr. 41	4060	Grundwasserwärmepumpe (1 Bohrbrunnen)	8,1	
1/1940	GIWOG Gemeinn. Industrie-Wohnungs-AG.	Welsnerstr. 42	4060	Grundwasserwärmepumpe (5 Schlagbrunnen)		
1/1943	GIWOG Gemeinn. Industrie-Wohnungs-AG.	Welsnerstr. 42	4060	Grundwasserwärmepumpe (1 Bohrbrunnen)	4,5	16,2
1/1943	GIWOG Gemeinn. Industrie-Wohnungs-AG.	Welsnerstr. 42	4060	Grundwasserwärmepumpe (5 Schlagbrunnen)		
1/1945	Boels Immobilien Österreich GmbH	Johann Steinböck	2345	Regenentwässerung / Vermischung von Oberflächenwässern		

### Einzelwasserversorgungen:

Im Bereich des für Q50 prognostizierten Grundwasserabsenkungsbereiches wurden flächendeckend die Hausbrunnen aufgenommen. Bei der Brunnenaufnahme konnte lokal auf eine Erhebung für das Bauvorhaben "Südgürtel" (Geologie & Grundwasser mbH, 2005) zurückgegriffen werden. Die im Überlappungsbereich der beiden Vorhaben gelegenen Brunnen wurden in einer Begehung überprüft.

Bei der Aufnahme der Wasserfassungen wurden die folgenden Parameter erhoben:

- Name und Anschrift des Besitzers

- Art der Wasserfassung (Schachtbrunnen, Quelfassung, Bohrbrunnen etc.)
- Ausbaumaterial (Betonringe, Ziegel, Steine, Rohr etc.)
- Material der Brunnenabdeckung (Metall, Beton)
- Gesamttiefe (mittels Lichtlot ertastet)
- Abstich bzw. Wasserspiegel (Messung mittels Lichtlot)
- Durchmesser (lichte Weite)
- Elektrische Leitfähigkeit
- Wassertemperatur
- Ermittlung der geografischen Position mittels GPS
- Art der Nutzung (Trinkwasser, Brauchwasser, Anzahl der mit der Wasserfassung versorgten Personen bzw. Tiere)

In Gesprächen mit den Eigentümern wurden - wenn möglich - noch ergänzende Daten ermittelt, wie zum Beispiel ein eventuell auftretendes Trockenfallen des Brunnens oder eine allfällige Anbindung an die öffentliche Wasserleitung. Wurde der Zutritt verweigert oder es war kein Eigentümer da, erfolgte keine Aufnahme. Der Brunnen wird ohne nähere Angaben in den Tabellen geführt.

Grundsätzlich werden die erhobenen Angaben zu den Brunnen in einer Datenbank verwaltet und sind in einem Datenband dargestellt. Die relevanten Daten der berührten Brunnen sind in nachstehender Tabelle dargestellt.

Einzelwasserversorgungen im prognostizierten Grundwasserabsenkungsbereich:

ID	Besitzer	Adresse
MKWG01	nicht bekannt (n.b.)	8055 Flösserweg 7
MKWG02	nicht bekannt	8055 Flösserweg 6
MKWG03	Kreiter Ludmilla	8055 Flösserweg 9
MKWG04	Ahne Emil	8055 Flösserweg 11
MKWG05	Pichler Heinrich	8055 Flösserweg 15
MKWG06	nicht bekannt	8055 Flösserweg 12
MKWG07	nicht bekannt	8055 Flösserweg 19
MKWG08	Skoff Josef	8055 Flösserweg 14
MKWG09	Modl Karl	8055 Puntigamer Straße 141
MKWG10	Breyer Alferd	8055 Rudersdorferstraße 28
MKWG11	Robier Julaianna	8055 Rudersdorferstraße 35A
MKWG12	nicht bekannt	8055 Rudersdorferstraße 35
MKWG13	nicht bekannt	8055 Pulvermühlweg 1
MKWG14	Lorenz Brigitte	8055 Pulvermühlweg 4
MKWG15	Udl Adolf	8055 Pulvermühlweg 6
MKWG16	Bauer Friederike	8055 Pulvermühlweg 5
MKWG17	Leybold Rosa	8055 Pulvermühlweg 7
MKWG18	Wasif Ezzat	8055 Gmeinstraße 27
MKWG19	nicht bekannt	8055 Pulvermühlweg 8
MKWG21	Wallner Agnes	8055 Gmeinstraße 29
MKWG23	nicht bekannt	8055 Gmeinstraße 30
MKWG24	Grassegger Wolfgang	8055 Gmeinstraße 50
MKWG25	Breznik Alois	8055 Rudersdorferstraße 45
MKWG26	nicht bekannt	8055 Im Erlengrund 4
MKWG27	nicht bekannt	8055 Im Erlengrund 5
MKWG28	Bisser Gabriele	8055 Im Erlengrund 11
MKWG29	nicht bekannt	8055 Im Erlengrund 6
MKWG30	Weiß Aloisia	8055 Im Erlengrund 12
MKWG31	Pötz Karl-Heinz	8055 Im Erlengrund 21
MKWG32	Hasbia Ernst	8055 Im Erlengrund 16
MKWG38	nicht bekannt	8055 Gmeinstraße 43
MKWG39	Volkenberger senior (t)	8055 Rudersdorferstraße 53
MKWG40	Volkenberger senior (t)	8055 Rudersdorferstraße 56
MKWG41	Jeritic Stefan	8055 Rudersdorferstraße 51
MKWG42	Matzer Florian	8055 Rudersdorferstraße 49
MKWG43	nicht bekannt	8055 Rudersdorferstraße 43
MKWG44	Finster Sgfried	8055 Am Mühlengrund 6
MKWG47	Unger Gertraud	8041 Murfelder Straße 107
MKWG49	Lauss Erich	8041 Murfelder Straße 101
MKWG50	nicht bekannt	8041 Liebenauer Hauptstraße 151
MKWG51	Franz Bauer	8041 Murfelder Straße 99
MKWG52	nicht bekannt	8041 Murfelder Straße 83
MKWG53	Sturmann Ludwig	8041 Rainweg 8
MKWG54	nicht bekannt	8041 Rainweg 10
MKWG55	Harzl Helmut	8041 Eichbachgasse 18a
MKWG56	Wurzinger	8041 Eichbachgasse 120
MKWG57	nicht bekannt	8041 Eichbachgasse 22
MKWG58	Steiner Erich	8041 Eichbachgasse 24
MKWG59	nicht bekannt	8041 Liebenauer Hauptstraße 159
MKWG60	Christa Kropf	8041 Trenkgasse 9
MKWG63	Alter Joesef	8041 Herbert Boeckl Gasse 12
MKWG64	Kurzmann Karin	8041 Herbert Boeckl Gasse 14
MKWG65	Faschauer Astrid	8041 Herbert Boeckl Gasse 26
MKWG66	Wogg Berndt	8041 Messendorfer Straße 40
MKWG67	Grabenbauer Herma	8041 Messendorfer Straße 36
MKWG68	Bauer-PognerTrude	8041 Messendorfer Straße 20
MKWG69	Tribel Adelheit	8041 Meisenweg 6
MKWG70	nicht bekannt	8041 Meisenweg 1
MKWG71	Reiter Astrid	8041 Meisenweg 8
MKWG72	nicht bekannt	8041 Banngabenweg 155
MKWG73	Erickner	8041 Banngabenweg 157
MKWG74	Müller Esa	8041 Banngabenweg 158
MKWG75	Trummer Karl	8041 Banngabenweg 161
MKWG76	nicht bekannt	8041 Banngabenweg (in der Nähe 161)
MKWG77	Koller Heinz	8041 Johann Koller Weg 19c
MKWG78	Koller Johann	8041 Johann Koller Weg 23

MKWG79	Koller Gerald	8041	Johann Koller Weg 13
MKWG80	nicht bekannt	8041	Liebenaauer Hauptstraße 169
MKWG81	nicht bekannt	8041	Esserweg 3
MKWG82	Kohl Herbert	8041	Esserweg 9
MKWG83	Riffl Adrienne	8041	Esserweg 11
MKWG84	nicht bekannt	8041	Esserweg 27
MKWG85	Permes Wolfgang	8041	Esserweg 30
MKWG86	Fuchs Elfriede	8041	Esserweg 31
MKWG95	nicht bekannt	8041	Kadettengasse 15
MKWG96	nicht bekannt	8041	Kadettengasse 29
MKWG98	Emmert Freida	8041	Andersengasse 17
MKWG100	Gerlitz Felix	8041	Andersengasse 5
MKWG101	Gerlitz Lorenz	8041	Andersengasse 1
MKWG102	Schipfer	8041	Ziehrerstraße 30
MKWG107	Komander Wilhelm	8041	Lagnergasse 334
SG001	Zach Gottfried	8041	Puntigamerstraße 70
SG002	Lang Rosa	8041	Speidelgasse 1
SG003	Katter Evely	8041	Speidelgasse 3
SG004	Fam. Marek	8041	Puntigamerstraße 77
SG005	Grobelscheg Ludwig	8041	Puntigamerstraße 81
SG006	nicht bekannt	8041	Casalgasse 85
SG007	Dr. Friedl Rupert	8041	Speidelgasse 12
SG008	Schreiner Alois	8041	Casalgasse 75
SG009	Kickmaier Cäcilia	8041	Sedlerweg 2
SG010	Preitloh Margarethe	8041	Sedlerweg 7
SG011	nicht bekannt	8041	Sedlerweg 10
SG012	Wallner Hans	8041	Murfeldstraße 21
SG013	nicht bekannt	8041	Krummer Weg 2
SG014	Meier Friderika	8041	Krummer Weg 11
SG015	Kraser	8041	Krummer Weg 17
SG016	nicht bekannt	8041	Rainweg/ Gst. 180/13
SG017	Wassergenossenschaft Graz-Murfeld	8041	Rainweg/ Gst. 3/1
SG018	Vidovic	8041	Stanglmühlstraße 25
SG019	Lang Michael	8041	Müllergasse 1
SG020	Hütter Maria	8041	Dorferstraße 61
SG021	Olga Konrad	8041	Stanglmühlstraße 22
SG022	Thaler Margarethe	8041	Stanglmühlstraße 23
SG023	nicht bekannt	8041	Stanglmühlenstraße; Gst. 42/3
SG024	Reisinger	8041	Stanglmühlenstraße 31
SG025	Binder Margaretha	8041	Stanglmühlenstraße 27
SG026	Stangl Christian	8041	Stanglmühlenstraße 30
SG027	Stangl Christian	8041	Stanglmühlenstraße 30
SG028	Merdonik Anton	8041	Dorfstraße 64
SG029	Tüchler Anton	8041	Dorfstraße 62
SG030	Adl Peter	8041	Engelsdorferstraße 54
SG031	Resch Alfred	8041	Engelsdorferstraße 57
SG032	Risza Erna	8041	Engelsdorferstraße 57a
SG033	Fussi Caroline	8041	Engelsdorferstraße 59
SG034	nicht bekannt	8041	Engelsdorferstraße 51
SG035	Fa. Olymp	8041	Stanglmühlstraße 14
SG036	Maier-Haar	8041	Stanglmühlstraße 12
SG037	Maier Johann	8041	Engelsdorferstraße 41
SG038	Staruska Josef & Theresia	8041	Engelsdorferstraße 39
SG039	Stoisser Ernst	8041	Enheldorferstraße 37
SG040	Hübl Alfred/ Erika	8041	Engelsdorferstraße 35a
SG050	Hierzer Johann jun.	8041	Casalgasse 68
SG051	Niederl Maria	8041	Casalgasse 64
SG052	Leber Thersia	8041	Casalgasse 52
SG053	Wetl Arnold	8041	Casalgasse 54
SG054	Merkel Grete	8041	Casalgasse 48
SG055	Daxböck Gottfried	8041	Casalgasse 45
SG056	Musger Sophie	8041	Casalgasse 47
SG057	Neubauer Elisabeth	8041	Casalgasse 49
SG058	Affenberger Helmut	8041	Casalgasse 56
SG059	Koller Franz jun.	8041	Kollerweg 29
SG060	Koller Franz jun.	8041	Kollerweg 29
SG061	Schuschnik Horst	8041	Suttnerweg 19

SG062	Larisegger Walter	8041	Engelsdorferstraße 14
SG063	Kirbis Manfred & Silvana	8041	Engelsdorferstraße 12
SG064	Ring Andreas	8041	Engelsdorferstraße 10
SG065	Kern Franz	8041	Engelsdorferstraße 16
SG066	Dr. Lytwyn	8041	Sedlerweg 9
SG067	Hiebaum Franz	8041	Casalgasse 71
SG068	Luttenberger Johann/ Waltraud Tiefengraber	8041	Engelsdorferstraße 63
SG069	Fa. Trummer	8041	Liebenaauer Hauptstraße 104
SG070	Schusteritsch Josef	8041	Liebenaauer Hauptstraße 206
SG073	Fink Gerhard	8041	Liebenaauer Hauptstraße 189
SG074	Promitzer Ferdinand	8041	Liebenaauer Hauptstraße 194
SG075	Fam. Geiger	8041	Liebenaauer Hauptstraße 196
SG076	Fam. Kleinhappel	8041	Stanglmühlenstraße 16
SG077	Fa. Gillich	8041	Puntigamerstraße 98
SG078	Fa. Obst & Gemüse Genossenschaft	8041	Puntigamerstraße 88/90
SG079	Fam. Hütter	8041	Liebenaauer Hauptstraße 198
SG080	Temmel Anna	8041	Liebenaauer Hauptstraße 202a
SG081	Freger Maria & Ägidius	8041	Casalgasse 46
SG082	Fam. Geiger	8041	Liebenaauer Hauptstraße 196
SG083	Scheuer Gottfried	8041	Sedlerweg 10
SG084	Müller Maria	8041	Puntigamerstraße 54
SG085	PfarramtLiebenau - St. Paul	8041	St. Paulus Platz
SG086	Gspalt/ Konrad	8041	Speidalgasse 12
SG087	Steuble Peter (Firma)	8041	Murfeldstraße 61a
SG088	Eisenberger Stefan/ Theresia	8041	Riedweg 8
SG089	Ortner Harald	8041	Riedweg 5
SG090	Vidic Walter	8041	Murfeldstraße 65c
SG091	Steubler Peter	8041	Riedeg 9
SG092	Dr. Schweighofer Hubert	8041	Sedlerweg 16
SG093	Renschak Anna	8041	Murfeldstraße 55
SG094	Bucher Ernst	8041	Kammerwehrgasse 10
SG095	Fam. Hofer	8041	Kammerwehrgasse 7
SG096	Puchmeier Herbert	8041	Kammerwehrgasse 5
SG097	Hager Theresia & Keusch Heidi Maria	8041	Kammerwehrgasse 5a
SG098	Hammerl	8041	Liebenaauer Hauptstraße 184
SG099	Großschedel Heinrich	8041	Stanglmühlstraße 5
SG100	nicht bekannt	8041	Murfeldstraße - Grst Nr. 28/ 118
SG101	nicht bekannt	8041	Liebenaauer Hauptstraße 156
SG102	Trappler Helene& Konrad	8041	Hopferwiesergasse 6
SG103	A. Deger GmbH Security & More	8041	Casalgasse 21
SG104	Graber Rosa	8041	Casalgasse 35
SG105	Premm Helmuth	8041	Casalgasse 37
SG106	Dipl. Helmut Spitzer	8041	Casalgasse 41
SG107	Ing. Moll Erich	8041	Casalgasse 43
SG108	Miatovic Bozidar	8041	Speidalgasse 2
SG109	Dipl. Kiriazaner K. & Glaser Veronika	8041	Speidalgasse 5
SG110	Geiger Johann	8041	Speidalgasse 8
SG111	Faller Irmgard	8041	Krummerweg 20
SG112	Skarket Barbara	8041	Speidalgasse 7
SG113	Wenzel Alois & Elfriede	8041	Speidalgasse 10
SG114	Scharlach Martin	8041	Speidalgasse 9
SG115	Spath Silvia	8041	Speidalgasse 9a
SG116	Wallgram Ekhart	8041	Speidalgasse 21
SG117	Filipic Margaretha	8041	Speidalgasse 17
SG118	Potocnik Harald	8041	Speidalgasse 15
SG119	Zom Maria	8041	Speidalgasse 14
SG120	nicht bekannt	8041	Firma Steuble (Nähe Murfeldstraße 61a)
SG121	nicht bekannt	8041	Murfeldstraße ?
SG121a	Steubler Peter (Firma)	8041	Murfeldstraße 61a
SG122	nicht bekannt	8041	Murfeldstraße 45
SG123	nicht bekannt	8041	Sedlerweg 17
SG124	nicht bekannt	8041	Krummerweg 18
SG125	Reiterer Maria	8041	Liebenaauer Hauptstraße 186
SG126	nicht bekannt	8041	Murfeldstraße 55
SG127	Amt der Steiermärkischen Landesregierung Hydro	8041	Stempfergasse ?
SG128	Brau AG	8041	Reinighausstraße 1-7
SG129	Brau AG	8041	Reinighausstraße 1-7

### Ausgleichsmaßnahmen:

Für die Bau- und Betriebsphase des Kraftwerks ist ein dichtes qualitatives und quantitatives Grundwassermonitoring vorgesehen. Sollte das laufende Monitoring eine negative Beeinflussung von Wassergewinnungsanlagen entsprechend den Prognoserechnungen zeigen und/oder ein Trend in diese Richtung aus den Daten ableitbar sein, so werden vom Konsenswerber im Einverständnis mit den berührten Brunneneigentümern umgehend Ersatz- bzw. Ausgleichsmaßnahmen umgesetzt. Diese können eine oder mehrere der folgenden Maßnahmen auf Basis von zivilrechtlichen Vereinbarungen umfassen:

- Stellen von Ersatzwasser aus dem Leitungsnetz der Stadt Graz: Nach Auskunft der Graz AG vom 25.5.2010 sind in dem Absenkungsbereich rechtsufrig der Mur Hydrantenleistungen von insgesamt 135 l/s vorhanden, linksufrig der Mur 122 l/s. Diese liegen somit merklich höher als die Konsensmengen möglicherweise betroffener Brunnen.
- Tiefersetzen der Fördereinrichtung
- Brunnenregenerierung
- Vertiefung des Brunnens
- Finanzielle Abgeltung
- Errichtung eines Ersatzbrunnens

#### **2.6.2.4.4 Auswirkungen auf absehbare Entwicklungen (JOANNEUM RESEARCH)**

### Konsensentnahme im Wasserwerk Feldkirchen:

Als realistische absehbare Entwicklung ist eine Steigerung des Wasserverbrauchs des Wasserwerks Feldkirchen der Grazer Stadtwerke AG anzusehen. Die bewilligte Konsensmenge beträgt 420 l/s, im gesamten Kalibrierungszeitraum 1993-2006 wurden aber, mit Ausnahme eines Großpumpversuches 2006, nur sehr geringe Mengen zur Instandhaltung der Brunnen und Probennahmen entnommen. Im Falle einer Dauerentnahme der Konsensmenge bildet sich ein weitreichender Absenkungstrichter aus (T. HARUM et al., 2007), der aber das durch das Stadtkraftwerk Graz beeinflusste Gebiet nur sehr randlich berührt. Es ist somit aus hydrogeologischer Sicht keine nachweisbare quantitative Auswirkung des Stadtkraftwerks Graz auf das Wasserwerk Feldkirchen auch bei dortiger Konsensdauerentnahme zu erwarten.

### Projekt Südgürtel:

Der geplante Südgürtel mit einer zum Teil in das Grundwasser reichende Wanne wurde 2009 UVP-rechtlich bewilligt und ist daher als absehbare Entwicklung zu werten.



Gemäß der Untersuchung von W. GAMERITH & Ch. WOLF (2005a, b) reichen die geplanten Kunstbauten teilweise bis in den Grundwasserkörper und verlaufen zum Teil quer zur Grundwasserfließrichtung. Der eingeeengte Abflussquerschnitt bedingt die Erhöhung des hydraulischen Gradienten und damit verbunden einen Aufstau im Grundwasseranstrom. Aufgrund der geringen Breite der wasserdichten Wanne [ca. 30 m] sowie des relativ geringen Grundwasserspiegelgefälles ergeben sich jedoch, rein rechnerisch, nur geringe Aufstauhöhen ( $< 0,2$  m, wobei für die gegenständlichen Berechnungen vom höchsten zu erwartenden Grundwasserstand und einem etwas höheren Gefälle [0,004] ausgegangen wurde).

Der geplante Südgürtel liegt in einem Bereich, in dem aufgrund der geplanten Unterwassereintiefung durch das geplante Murkraftwerk Graz Absenkungen zu erwarten sind, sodass bezüglich möglichen Auftriebsproblemen der Unterflurtrasse eine Verbesserung der Situation gegeben ist. Auch in der Bauphase ist mit einer geringeren Wasserhaltung als prognostiziert zu rechnen.

### **2.6.2.5 Bewertung der Umweltverträglichkeit in der Betriebsphase (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM))**

Es gibt im Vergleich zum hydrogeologischen Istzustand keine Auswirkungen des Vorhabens, die wesentliche qualitative und/oder quantitative Beeinflussungen des Schutzguts Grundwasser haben. Ebenso wenig gibt es Auswirkungen des Vorhabens, die so gravierende qualitativ und quantitativ nachteilige Beeinflussungen des Schutzguts Grundwasser bewirken, dass dieses dadurch in seinem Bestand gefährdet werden könnte und damit eine Umweltunverträglichkeit gegeben wäre.

Die Auswirkungen nach Wirksamwerden der Ausgleichsmaßnahmen (d.h. die Restbelastung) werden wie in nachstehender Tabelle dargestellt beurteilt.

#### **Schema Beurteilung der Projektauswirkungen in der Betriebsphase:**

##### Keine Auswirkungen:

*Es kommt auf Basis der Datenlage und der der Modellprognosen zu keiner quantitativen Beeinflussung zentraler Wasserversorgungsanlagen (Versorgungsbrunnen Feldkirchen, Gössendorf und Kalsdorf).*

##### Geringfügig nachteilige Auswirkungen:

*Unter Voraussetzung der implementierten technischen Maßnahmen verursacht das Projekt keine gravierenden großräumigen Veränderungen des Grundwasserhaushalts.*

*Bereiche mit unmittelbarem Einfluss von Staurauminfiltrat werden aufgrund der technischen Maßnahmen klein gehalten. In ihnen sind aber lokal begrenzte Beeinträchtigungen der Grundwasserqualität möglich.*

*Im Einflussbereich des Stauraums wird die Dynamik des Grundwasserspiegels durch das Vorhaben erheblich reduziert. Dies ist zwar aufgrund der dort vorherrschenden Flurabstände kein Problem, es sind aber dadurch Auswirkungen auf die Grundwasserqualität durch ein häufigeres Auftreten von reduzierenden Verhältnissen durch weniger Wechselwirkung mit dem Sauerstoff in der Bodenluft der im Istzustand temporär ungesättigten Zone wahrscheinlich. Die hat zwar einerseits den positiven Effekt der Reduktion von Nitrat, andererseits kann es aber zum Auftreten von Mangan, Eisen, Nitrit und möglicherweise Ammonium kommen.*

*Der Bereich, in dem signifikant höhere Grundwasserstände und niedrigere Flurabstände als im Istzustand und vorhandene Altstandorte vorkommen, wurde ermittelt. Eine genauere Beurteilung des Gefährdungspotentials dieser Altstandorte liegt noch nicht vor bzw. ist auch in den meisten Fällen mangels Informationen sehr schwierig. Es ist aber aufgrund des sehr strengen Kriteriums und der nur an wenigen Tagen auftretenden hohen Grundwasserstände mit keinen nachhaltigen Kontaminationen zu rechnen bzw. wenn so auch nur durch temporäre Mobilisierung. Dazu kommt, dass es derzeit auf Basis der vorliegenden Grundwasserqualitätsdaten keine Hinweise auf flächig größere Kontaminationen gibt. Alle anderen Bereiche sind aus hydrogeologischer Sicht nicht wirklich relevant, im Bereich mit Absenkungen kann sogar von einer gewissen Verbesserung gesprochen werden.*

*Es ist in jedem Fall eine entsprechende Beweissicherung vonnöten.*

*Es ist keine Verschlechterung der Gesamtsituation des Grundwasserkörpers im Hinblick auf das Verschlechterungsverbot in der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu erwarten. Die Auswirkungen auf die Flurabstände des Grundwasserspiegels können unter Voraussetzung der Funktionstüchtigkeit der technischen Maßnahmen flächenmäßig relativ gering gehalten werden und sind aufgrund der für einen Aubereich sehr hohen Flurabstände als geringfügig zu werten.*

*Die Absenkungen des Grundwasserspiegels im Unterwassereintiefungsbereich des Kraftwerkes konnten so minimiert werden, dass sie nur im murnahen Bereich stärker wirken. Aufgrund der hohen Mächtigkeiten des Aquifers in den Bereichen mit größerer Absenkung ist keine erhebliche Verringerung der Ergiebigkeit des Grundwasserkörpers zu erwarten. Der Gesamtwasserhaushalt des Grundwasserkörpers wird nicht nachhaltig beeinflusst. Für möglicherweise betroffene Brunnen sind je nach Ergebnissen der Beweissicherung Ersatzmaßnahmen vorgesehen.*

### **2.6.3 Projektauswirkungen im Störfall (JOANNEUM RESEARCH)**

Als Störfälle werden gemäß Technischem Bericht ausschließlich „anormale Betriebsphasen“ betrachtet, welche ursächlich mit dem Betrieb des Kraftwerkes zusammenhängen. Anormale



Betriebszustände sind technisches Fehlverhalten von Kraftwerksteilen, störungsbedingte Ausfälle von Kraftwerken und Kraftwerkskomponenten. Von diesen Störfall-Szenarien ausgeschlossen sind daher Katastrophen aufgrund höherer Gewalt.

Es werden im Technischen Bericht folgende Störfälle angeführt:

- Ölaustritt
- Stromausfall
- Brandfall

### **2.6.3.1 Ölaustritt**

Für die Hydrauliköle, vor allem im nahen Wasserbereich (Wehranlage) werden gemäß Technischem Bericht ökologisch abbaubare Typen verwendet. Anfallende verschmutzte Wässer werden gesammelt (z. B. in dichten Wannen) und bei Bedarf über einen Ölabscheider abgepumpt bzw. entsorgt. Sollte es durch unvermeidbare Brüche trotzdem zu einem Austreten von Öl in die Umwelt kommen, ist dafür in jeder Anlage eine Ölnotfallbox eingerichtet, die Bindemittel, Ölsperren und entsprechende ölsaugende Materialien enthält. Die Vorgangsweise ist in einem Notfallplan samt Verständigung usw. für Ölunfälle geregelt (kommt pro Anlage eventuell einmal bis zweimal in 50 Jahren vor).

Bei Ölaustritten in geschlossenen Anlagen (z.B. Maschinenhaus, Turbinenkeller, Sickerwasserschacht, Trafogrube, etc.), werden o.a. Erstmaßnahmen getroffen und die Zuständigen gemäß Ölalarmplan verständigt. Die Schadensbehebung wird unverzüglich durchgeführt. Um ein Eindringen von Ölen ins Gewässer zu verhindern, sind die betroffenen Aggregate abzuschalten. Bei größeren Ölmengen wird eine Entsorgungsfirma zur Beseitigung angefordert. Grundsätzlich werden alle von Öl verunreinigten Abwässer über einen Ölabscheider einem Pumpensumpf zugeführt und anschließend fachgerecht entsorgt.

Handelt es sich um Ölaustritte in Gewässer oder Erdreich außerhalb der Kraftwerksanlage, die umweltrelevant sind, wird unverzüglich die örtliche Feuerwehr sowie die Zuständigen gemäß Ölalarmplan verständigt.

Auch im Falle von Versickerungen von Öl im Kraftwerksbereich hätte dies nur sehr lokale Auswirkungen auf das Grundwasser, da es nach kurzer Fließstrecke ins Unterwasser austritt. Es kann somit von keiner relevanten qualitativen Gefährdung des Grundwassers ausgegangen werden.

### **2.6.3.2 Stromausfall**

Stromausfälle haben keine signifikanten oder nachhaltigen Auswirkungen auf das Grundwasser, da keine grundwasserrelevanten Maßnahmen davon betroffen sind.

### 2.6.3.3 Brandfall

Zu Bränden kommt es manchmal gemäß technischem Bericht durch schadhafte elektrische Einrichtungen, die aber meist örtlich begrenzt bleiben. Größere Brände sind im Wasserkraftwerksbereich kaum bekannt.

Anfallende Löschwässer würden zum Großteil in die Mur abfließen. Im Falle einer Beeinträchtigung des Grundwassers durch Versickerung von Löschwässern hätte dies nur sehr lokale Auswirkungen auf das Grundwasser, da es nach kurzer Fließstrecke ins Unterwasser austritt. Es kann somit von keiner relevanten qualitativen Gefährdung des Grundwassers ausgegangen werden.

Die Auswirkungen nach Wirksamwerden der Ausgleichsmaßnahmen (d.h. die Restbelastung) werden wie folgt beurteilt:

#### **Bewertung der Umweltverträglichkeit im Störfall**

##### Keine Auswirkungen:

*Stromausfälle haben keine signifikanten oder nachhaltigen Auswirkungen auf das Grundwasser, da keine grundwasserrelevanten Maßnahmen davon betroffen sind.*

##### Geringfügig nachteilige Auswirkungen:

*Ölaustritt: Im Falle von Versickerungen von Öl im Kraftwerksbereich hätte dies nur sehr lokale Auswirkungen auf das Grundwasser, da es nach kurzer Fließstrecke ins Unterwasser austritt. Es kann somit von keiner relevanten qualitativen Gefährdung des Grundwassers ausgegangen werden.*

*Brandfall: Anfallende Löschwässer würden zum Großteil in die Mur abfließen. Im Falle einer Beeinträchtigung des Grundwassers durch Versickerung von Löschwässern hätte dies nur sehr lokale Auswirkungen auf das Grundwasser, da es nach kurzer Fließstrecke ins Unterwasser austritt. Es kann somit von keiner relevanten qualitativen Gefährdung des Grundwassers ausgegangen werden.*

## **2.6.4 Auswirkungen alternativer Lösungen und bei Unterbleiben des Vorhabens (JOANNEUM RESEARCH)**

### **2.6.4.1 Auswirkungen bei Unterbleiben des Vorhabens (Null-Variante)**

Im Falle des Unterbleibens des Vorhabens bleibt der derzeitige hydrogeologische Istzustand erhalten. Wie dargestellt, sind in absehbarer Zeit keine signifikanten Veränderungen zu

erwarten. Es sind auch aus dem zeitlichen Verlauf des Grundwasserspiegels keine negativen Trends durch etwaige Tieferlegungen der Mursohle erkennbar.

### 2.6.4.2 Auswirkungen von Standortvarianten

Im Technischen Bericht wurden drei Standortvarianten geprüft:

- Standort 1: Mediensteg Mur-km 176,272
- Standort 2: Puchsteg Mur-km 175,698
- Standort 3: Olympiawiese Mur-km 175,166

**Standort 1** hätte eine massive Unterwassereintiefung in Bezug auf Länge und Höhe zur Folge, die ohne entsprechende sehr aufwendige Maßnahmen sehr negative Auswirkungen auf den Grundwasserspiegel nach sich ziehen würde.

Auch beim **Standort 2** wäre eine beträchtlich größere Unterwassereintiefung erforderlich mit denselben Begleiterscheinungen wie bei Standort 1.

Beim **Standort 3** sind im Hinblick auf die Abdichtungen (Schmalwände) im Oberwasser mehr Abdichtungsflächen erforderlich. Im Unterwasser sind jedoch im Vergleich zu den anderen Standortvarianten die geringsten Schmalwandflächen erforderlich.

Somit ist auch aus hydrogeologischer Sicht der Standort 3 der sinnvollste und wurde neben technischen, wirtschaftlichen und topographischen auch aus diesem Grund ausgewählt.

### 2.6.5 Gesamtbewertung der Umweltverträglichkeit (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)

Das geplante Vorhaben kann aus hydrogeologischer Sicht insgesamt als umweltverträglich betrachtet werden. Es ergibt sich die folgende Bewertung:

Grundwasser Quantität	Quantitative Gewässeränderungen	Trennwirkung, Geländeänderungen
Bauphase		
Betriebsphase		
Störfall		
Grundwasser Qualität	qualitative Gewässeränderungen und flüssige Emissionen	
Bauphase		
Betriebsphase		
Störfall		

	keine Auswirkungen
	geringfügig nachteilige Auswirkungen

## **2.7 MASSNAHMEN (JOANNEUM RESEARCH)**

Es wurden in intensiver Zusammenarbeit mit der Technischen Planung technische Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers und auch der Vegetation erarbeitet.

Die Maßnahmen wurden in einem iterativen Prozess mit wiederholten Variantenrechnungen mittels des kalibrierten Grundwassermodells und Überprüfung deren Auswirkung erarbeitet. Sie sollen in der Hauptsache die folgenden umweltunverträglichen Auswirkungen verhindern bzw. minimieren:

- Im Nordteil der Au zu geringe Flurabstände des Grundwasserspiegels und damit verbunden etwaige Schäden an Gebäuden und Mobilisierung von Schadstoffen aus Altstandorten.
- Zu hohe negative quantitative Auswirkungen durch die Unterwassereintiefungen auf bestehende Wasserversorgungsanlagen.
- Zu hohe qualitative Auswirkungen auf bestehende Wasserversorgungsanlagen.

Im Folgenden wird kurz der endgültige Stand der hydrogeologisch relevanten Maßnahmen aufgelistet.

### **2.7.1 Maßnahmen im Stauraum**

#### **2.7.1.1 Untergrundabdichtungen**

Zur Verhinderung von Unterströmungen und zur Vermeidung von Sickerverlusten sowie zur Minimierung von Grundwasseranhebungen im Oberwasserbereich werden vom Hauptbauwerk ausgehend Schmalwände bzw. DSV-Lamellenwände im Untergrund angeordnet, die in die gering- bis undurchlässige Neogenschicht einbinden.

#### **2.7.1.2 Begleitdrainagen**

Durch die Errichtung der Uferbegleitdämme und dem damit verbundenen Aufstau der Mur gegenüber dem Ist-Zustand kann die Mur künftig im Stauraumbereich für das Grundwasser keine Vorflut-Funktion übernehmen. Um bei steigendem Grundwasserstand eine Anhebung des GW-Spiegels und damit eine Verschlechterung gegenüber dem Ist-Zustand zu vermeiden, werden beidseitig der Dämme Begleitdrainagen errichtet. Die Festlegung der

Längen und der Höhenlage dieser Begleitmaßnahmen erfolgte iterativ anhand mehrerer Prognosevarianten.

Der Bemessung der Drainagen liegen Werte aus dem Grundwassermodell (Zutritt aus dem Grundwasserfeld) sowie Dammdurchströmungsberechnungen zugrunde.

In den Dammdurchströmungsberechnungen wurden die Drainagen auf einen hohen Grundwasserstand des IST-Zustandes (GW75-IST) gelegt. Die Ergebnisse der Durchströmungsberechnung dienten sowohl als Grundlage für die Festlegung von Abdichtungsmaßnahmen, als auch für die Dimensionierung der Begleitdrainagen.

Die wirksame Höhenlage der Drainage wurde auf Höhe eines hohen Grundwasserspiegels (Q75 des Istzustands) festgelegt. Aufgrund baulicher Rahmenbedingungen (murnahe Bebauung) wird die linksufrige Begleitdrainage in einem Teilabschnitt 0,5 m höher verlegt.

### **2.7.1.3 Aufstau**

Der Aufstau der Mur erfolgt langsam über einen Zeitraum von vier Monaten, in denen somit ein kontinuierlicher Übergang von der Bau- in die Betriebsphase gegeben ist. Dies bewirkt bereits eine gewisse Teilkolmatierung des Stauraums.

### **2.7.1.4 Wendepiegelregelung**

Es ist gemäß Technischem Bericht vorgesehen durch einen im Stauraum situierten Wendepiegel den Stauspiegel des Murkraftwerks Graz automatisiert zu regeln. Der Wendepiegel hat die Aufgabe, die Steuerung der Wehranlage im Hochwasserfall zu übernehmen und den Wasserspiegel im Bereich des Pegels auf einem bestimmten Niveau zu halten. Dadurch kann der Bereich der Stauwurzel von Geschiebeanlandungen freigehalten werden. Die Wendepiegelsteuerung hängt nicht nur vom Abfluss, sondern auch vom Verlandungsgrad der Mursohle ab. Die angegebenen Abflüsse gelten nur für die unverlandete Mursohle. Im verlandeten Zustand beginnt die Wendepiegelsteuerung bei entsprechend geringeren Abflüssen.

Diese Wendepiegelregelung bringt aus hydrogeologischer Sicht zwei Vorteile mit sich:

- Geringere Kolmatierung im Bereich des oberen Teils des Stauraums.
- Verbesserte Dynamik des Wasserspiegels im Stauraum und damit auch des Grundwasserspiegels.

## **2.7.2 Maßnahmen im Unterwasser**

### **2.7.2.1 Unterwassereintiefung**

Durch die Unterwassereintiefung würde es ohne technische Maßnahmen zu einem weiterreichenden Absenken des Grundwasserspiegels kommen. Zur Vermeidung von zu großen Absenkungen werden im obersten Unterwasserbereich der Kraftwerksanlage Schmalwände bis in das Tertiär errichtet. Die Oberkante der Schmalwände wird auf ein Q75 des Ist-Zustandes ausgeführt.

### **2.7.2.2 Au-Biotop Rudersdorf**

Flussab der Puntigamer Brücke ist im Vorland ein Nebengerinne samt Überflutungsflächen als ökologische Ausgleichsfläche geplant. Innerhalb dieser Fläche verläuft ein mäandrierendes Gerinne, welches bereits bei MQ durchflossen wird. Die Gestaltung dieses Areals erfolgt derart, dass bei höheren Wasserführungen Flächen überflutet werden, sodass auartige Verhältnisse entstehen. Innerhalb dieser Ausgleichsfläche werden mehrere Ebenen auf unterschiedlichen Höhen ausgeführt, sodass bei unterschiedlichen Wasserführungen in der Mur definierte Bereiche überströmt sind. Die Höhenlage dieser Ebenen erfolgte mit den Wasserspiegellagen der Mur bei den Abflüssen HQ1, HQ5 und HQ30.

Die Fläche wurde als neue Randbedingung für die Prognosen implementiert in der Annahme, dass die Spiegellagen denjenigen der Mur entsprechen. Kleine Abweichungen sind im Hinblick auf deren Auswirkungen nicht relevant.

### **2.7.2.3 Fischmigrationshilfe**

Die Fischmigrationshilfe wird rechtsufrig im Anschluss an das Krafthaus in Form eines Vertical Slot Pass (VSP) errichtet. Damit wird ein durch das Abschlussbauwerk unterbrochenes aquatisches Kontinuum verbunden und eine Aufstiegsmöglichkeit für Fische und Kleinstlebewesen geschaffen. Der Einstieg der Fischmigrationshilfe ist unmittelbar im Unterwasser des Krafthauses situiert, wodurch eine ausreichende Lockstromdotations zur Auffindung des Einstieges vorhanden ist.

Die Dotationsmenge beträgt 475 l/s. Die Fischaufstiegshilfe liegt im gesamten Bereich über dem Grundwasserspiegel und ist gegenüber dem Untergrund abgedichtet, sodass keine Einflüsse auf das Grundwasser gegeben sind.

## 2.7.3 BEWEISSICHERUNG (JOANNEUM RESEARCH, GEOTEAM)

### 2.7.3.1 Weitere Beobachtung des Istzustands

Grundsätzlich sollte das während der Untersuchungen im Rahmen der UVE gestartete Monitoringprogramm unverändert sowohl in der Bauphase als auch zumindest die ersten 5 Jahre nach der Inbetriebnahme weiter laufen.

### 2.7.3.2 Beobachtung in der Bau- und Betriebsphase

Das nachfolgend dargestellte Beweissicherungs- und Monitoringprogramm betrifft sowohl Quantität als auch Qualität und wurde auf Basis der Prognoseergebnisse erarbeitet. Da eine genaue Abtrennung von Bau- und Betriebsphase aufgrund des fließenden Übergangs nicht möglich ist, ist es für beide Phasen zusammengefasst.

Nachstehende Tabelle gibt eine Übersicht über das bestehende und neue Messstellennetz, welches im Rahmen der Beweissicherung beobachtet werden sollte. Nicht dargestellt sind Fremdbeobachtungen anderer Betreiber wie Hydrographische Landesabteilung, Graz AG, GZÜV, Beweissicherung im Rahmen des Kraftwerkes Gössendorf), deren Daten aber in die Auswertung der Beweissicherung einbezogen werden sollten.

Es sind aus hydrogeologischer Sicht keine weiteren Bohrungen erforderlich.

Weiters sind relevante meteorologische Daten (ZAMG, Hydrographische Landesabteilung), Murwasserstände und –durchflüsse (Hydrographische Landesabteilung) und die offiziellen GZÜV-Daten in die Auswertung mit einzubeziehen.

Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Beweissicherung jährlich darzustellen, zu dokumentieren und ableitend daraus gegebenenfalls Anpassungen des Beweissicherungsprogramms vorzunehmen. Im Falle etwaiger auftretender Kontaminationen wäre das Programm in Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen zu verdichten.

Im Bedarfsfall wird eine Aktualisierung des bestehenden instationären Grundwassermodells vorgeschlagen, um gegebenenfalls neue Kalibrierungen und Prognosen durchführen zu können. Es kann hiermit als Instrument zur Auswertung der Beweissicherung (Differenzierung unterschiedlicher projekt- oder nicht projektbedingter Einflüsse) dienen.

#### Folgendes Programm wird vorgeschlagen:

##### ➤ Quantität:

- Alle 31 Messstellen gemäß nachstehender Tabelle: Grundwasserspiegellage und –temperatur zumindest täglich, automatisiert.
- Zeitraum: das bereits bestehende Messnetz soll weiter geführt werden.

- Zeitraum: Das erweiterte Messnetz soll mindestens ein Jahr vor Baubeginn bis zumindest 5 Jahre nach Inbetriebnahme.

➤ Qualität:

- 25 Messstellen gemäß nachstehender Tabelle.
- Parameterblock 1: elektr. Leitfähigkeit, Temperatur, pH-Wert, gelöster Sauerstoff, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Hydrogenkarbonat, Eisen, Mangan, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Ammonium, TOC, stabiles Umweltisotop Sauerstoff-18 zur Quantifizierung des Murwasseranteils.
- Parameterblock 2 (altstandortrelevante Schadstoffe): chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW Tetrachlorethen, Trichlorethen, 1,1,1 Trichlorethan, Tetrachlormethan), aliphatische Kohlenwasserstoffe, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Arsen, Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink).
- Zeitraum und Intervalle:
  - Parameterblock 1: 6 Monate vor Baubeginn, bis 1 Jahr nach Vollstau monatlich, danach zumindest 5 Jahre vierteljährlich.
  - Parameterblock 2: 6 Monate vor Aufstaubeginn bis 2 Jahre nach Vollstau vierteljährlich, danach zumindest 4 Jahre halbjährlich.

### 2.7.3.3 Beobachtung im Störfall

Als relevantere Störfälle können vor allem Ölaustritte im Kraftwerksbereich angesehen werden. Sollte trotz aller Vorsorgemaßnahmen eine Gefährdung des Grundwassers gegeben sein, ist in Absprache mit der Behörde bzw. einem Hydrogeologen kurzfristig in Anlehnung an Art und Lokalität des Störfalls und die dortigen lokalen Strömungsverhältnisse ein entsprechendes qualitatives Beweissicherungsprogramm zu planen und durchzuführen. Als Hauptparameter sollte in diesem Falle auf Mineralölsubstanzen untersucht werden.

Zusammenfassung des geplanten Grundwasserbeobachtungsprogramms für Bau- und Betriebszeit:



Nr.	Mst	Bezeichnung in Karte	Qual	Is	WB_PZ	Anschrif	Bemerkung	Wfl. Is	Wfl. m3d	Hohe. müA	Schutzgeb	Wasser. Ar	Mstyp
1	1/1259 - Dr. Eichinger KEG	Eichinger KEG	1	ja	1/1259	Diätichsteinplatz 10	Nutzwasserversorgung			10,00			Enunnen
2	1/1292 - Landeshyath. Strnk	Landeshyath. Strnk	1	ja	1/1292	Radetzkystr. 15-17	GW für Klimaanlage			25,00			Enunnen
3	1/1946 - Strnk Sparkasse Graz	Strnk. Spark. Graz	1	ja	1/1946	Landhausg. 14-18	Nutzwasser für Kühlzwecke, 2 Brunnen (Soalkessendatz)			10,00			Enunnen
4	1/603 - Konvent der Barmherzigen Brüder (KWP_07)	Barmherzige Br.	1	ja	1/603	Annenstr. 4	Versorgung des Krankenhauses				346,09		Entnahme
5	HCG_KB_27/09 (Pegel)	HCG_KB_27/09	1	ja			neue Bohrung für KW Gossendorf						Bohrung
6	HCG_KB_28/09 (Pegel)	HCG_KB_28/09	1	ja			neue Bohrung für KW Gossendorf						Bohrung
7	1/514 - Murchanis Leimüller & Comp. (KWP_01)	Murchanis Leimüller	1	ja	1/514	Auer-Welsbochg. 35	Versorgung mit Kühlwasser	3,25			336,62		Entnahme
8	1/515 - Schweighofer Ignaz (KWP_08)	Schweighofer	1	ja	1/515	Ziehnerstr. 47	Nutzwasserversorgung (Gätkerei)			5,00		ja	Entnahme
9	MKWG_KB_09_01 (Pegel)	MKWG_KB_09_01	1	ja			Bohrung MKWG				347,60		Bohrung
10	MKWG_KB_09_02 (Pegel)	MKWG_KB_09_02	1	ja			Bohrung MKWG				346,75		Bohrung
11	MKWG_KB_09_03 (Pegel)	MKWG_KB_09_03	1	ja			Bohrung MKWG				345,49		Bohrung
12	MKWG_KB_09_04 (Pegel)	MKWG_KB_09_04	1	ja			Bohrung MKWG				342,32		Bohrung
13	MKWG_KB_09_05 (Pegel)	MKWG_KB_09_05	1	ja			Bohrung MKWG				341,75		Bohrung
14	MKWG_KB_09_06 (Pegel)	MKWG_KB_09_06	1	ja			Bohrung MKWG				339,07		Bohrung
15	MKWG_KB_09_07 (Pegel)	MKWG_KB_09_07	1	ja			Bohrung MKWG				337,99		Bohrung
16	1/93 - Lettner & Söhne H.G.	Lettner & Söhne	1	nein	1/93	Angere. 41-43	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			50	343,56	ja	Gesamtkonsens
17	1/260 - Brau Union Österreich AG	Brau Union Österr.	1	nein	1/260	Reinringhausstr. 1-7	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser					ja	Enunnen
18	1/545 - Bürger Ferdinand	Bürger F.	1	nein	1/545	Puchstr. 131	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			5	342,63		Gesamtkonsens
19	1/593 - Teerag AG, Zweigstelle/Leitung Graz, Davabst. Asdag	Teerag AG	1	nein	1/593	Elisabethstr. 29	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			5			Gesamtkonsens
20	1/574 - Obst- und Gemüseverwertungsges. Graz Weststrnk	Obst- u. Gemüseverw.	1	nein	1/574	Puntigamerstr. 68-90	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			240			Gesamtkonsens
21	1/593 - Schreiner Alois und Aurelia	Schreiner A. u. A.	0	nein	1/593	Cassala 75	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser						Enunnen
22	1/594 - Wallner Johann und Walburga	Wallner J. u. W.	1	nein	1/594	Murfaßstr. 21	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser					ja	Enunnen
23	1/592 - Wasmayer Faberei und Putzerei	Wasmayer	0	nein	1/592	Murfaßstr. 27	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			3			Gesamtkonsens
24	1/524 - Sackl Karl und Anna	Sackl K. u. A.	1	nein	1/524	Mühlgangweg 26	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			1	343,33	ja	Gesamtkonsens
25	1/553 - Wassergenoss. Ringleitung Liebenau	Wassergen. Liebenau	0	nein	1/553		Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			100		ja	Gesamtkonsens
26	1/909 - Land Strnk. Landesbauamt FA II b	Landesbauamt FA II b	0	nein	1/909		Versorgungsanlage - Nutzwasser			0,5		ja	Gesamtkonsens
27	1/1143 - Caldonazzi Sigfried	Caldonazzi S.	0	nein	1/1143	Eichbochg. 44a	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser				1		Gesamtkonsens
28	1/1154 - Ferar Magdalena	Ferar M.	0	nein	1/1154	Frankerg. 55	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			1			Gesamtkonsens
29	1/1235 - Gillich Ges.m.b.H. u. Co. KG	Gillich	1	nein	1/1235	Puntigamerstr. 90	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			1	339,24		Gesamtkonsens
30	1/1273 - Erste Stein. Dausenbiagerei	Dausenbiagerei	1	nein	1/1273	Lagerg. 300	Versorgungsanlage - Trink und Nutzwasser			1,5		ja	Gesamtkonsens
31	HKWG_B01	HKWG_B01	1	nein			Bohrung Heizkraftwerk Graz				343,70		Bohrung

## 2.8 SCHWIERIGKEITEN (JOANNEUM RESEARCH)

Eines der großen Probleme bei der instationären Grundwassermodellierung stellt die Erhebung der Entnahmemengen von Brunnen dar. In vielen Fällen liegen diese nicht in geeigneter Form vor bzw. werden überhaupt nicht aufgezeichnet. Es wäre von großem Vorteil und auch von wasserwirtschaftlicher Bedeutung, wenn Betreiber bedeutender Brunnen verpflichtet würden, ihre Entnahmemengen und deren zeitliche Änderungen aufzuzeichnen. Dies wäre auch für die Bemessung von Konsensmengen von immenser Bedeutung, wofür das nun bestehende Grundwassermodell eine wichtige Grundlage darstellen würde.

Ein weiteres Problem speziell im Grazer Feld stellt die bisher nur ungenügend genau erfassbare thermische Situation des Grundwassers dar. Hier wäre eine Verdichtung des Messstellennetzes und eine darauf basierend Modellierung des Wärmehaushalts vonnöten, um die Auswirkungen von Gebäudeabwärme und diversen thermischen Nutzungen des Grundwassers besser nachvollziehen zu können und damit auch die Basis für zukünftige Nutzungen und bessere Abschätzung der gegenseitigen Beeinflussungen schaffen zu können.

## **2.9 Der Nachbesserung (Juni 2011) ist zu den Fragen des h.a hydrogeologischen ASV folgendes zu entnehmen:**

### **2.9.1 AUFGABENSTELLUNG**

Gemäß Nachbesserungsauftrag vom 10.11.2010 sind die folgenden Verbesserungen Nachbesserungen zu liefern:

1. Die auf der CD vorhandenen Kartendarstellungen 12 bis 26 (Anhang 1) fehlen in der zugehörigen Projektmappe (hier Nr. 10). Dies wäre zu ergänzen.
2. Dem Projekt sind ein Längs- und mehrere repräsentative Querprofile (zumindest auf Höhe Mitte Oberwasser, Mitte Unterwasser und durch Wehranlage) beizufügen, aus denen die Veränderungen des Grundwasserspiegels bei unterschiedlichen Bemessungsgrundwasserständen (Q5, Q50 und Q95) ablesbar sind.
3. Richtigerweise wurde darauf hingewiesen, dass im Betrachtungsraum zahlreiche thermische Nutzungen des Grundwassers vorhanden sind. Eine erhebliche Beeinträchtigung stellt in diesem Zusammenhang dar, wenn es zu einer wesentlichen negativen Änderung der Vorlauftemperatur dieser Anlagen kommt. Nun wäre detaillierter darzustellen, ob durch die teilweise Veränderung der Grundwasserströmungsrichtung, des Einflusses der Mur, der Grundwasserdynamik und/oder der Flurabstände zur Oberfläche bzw. zu großflächigen unterirdischen Einbauten (z.B. Tiefgaragen) es zu maßgeblichen Veränderungen der Grundwassertemperatur im Einzugsbereich dieser Nutzungen kommt und – als Abschätzung – in welchem Ausmaß. Weiters sind die davon betroffenen Nutzungen herauszufinden und Strategien zur Bereitstellung von Ersatzmaßnahmen zu entwerfen. Die reine Beweissicherung, wenngleich sinnvoll und notwendig, stellt keinen Ersatz für eine Prognose der Einwirkung dar.
4. Ebenso können die Eingrenzungskriterien zur Beurteilung der möglichen Beeinflussung aus Altablagerungen und –standorten nachvollzogen werden. Es besteht jedoch die Erfordernis die verbliebenen Verdachtsflächen hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials näher zu definieren, d.h. den zu erwartenden Schadstoffaustrag (Elution der ev. vorhandenen vertikalen Schadstofffahne) und die Ausbreitung unter Berücksichtigung des branchenspezifischen Schadstoffspektrums, der geänderten Wasserspiegellagen, Grundwasserströmungsverhältnisse und insbesondere auch des teilweise geänderte Chemismus („Sauerstoffzehrung“) abzuschätzen.

5. Wie im Projekt dargestellt, ist durch die Verringerung der Grundwasserdynamik in den diesbezüglich prognostizierten Bereichen mit einem Anstieg bestimmter Parameterwerte (Eisen, Mangan, Nitrit u.dgl.) zu rechnen. Im Verein mit anderen Kraftwerksprojekten sind nicht unbeträchtliche Teile des Grundwasserkörpers Grazer Feld von diesem Effekt berührt. Es ist daher darzulegen, ob es zu nachteiligen Veränderungen der Qualität des Grundwasserkörpers (Abweichen vom „guten Zustand“ = Entstehen eines Beobachtungs- oder vorläufigen Maßnahmengbietes) kommen kann. Zur Beurteilung sind die Kriterien der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010) heranzuziehen.

## **2.9.2 NACHBESSERUNG**

### **2.9.2.1 Kartendarstellungen 12-26**

Diese sind nun in der Projektmappe enthalten.

### **2.9.2.2 Längs- und Querprofile**

Es sind im Anhang ein Längenschnitt und fünf Querprofile beigelegt, aus denen die Veränderungen des Grundwasserspiegels bei unterschiedlichen Bemessungsgrundwasserständen (Q5, Q50 und Q95) ablesbar sind.

### **2.9.2.3 Einfluss auf thermische Nutzungen**

#### **2.9.2.3.1 Einleitung**

Es wurde ein Detailmodell aus dem vorhandenem Strömungsmodell erstellt. Südlich des Petersbach wurde entlang der Elementgrenzen abgeschnitten und die Wasserspiegel an den Modellknoten als neue Randbedingung aufgebracht. Das neue Strömungsmodell wurde überprüft. Die Wasserspiegel an den vorhandenen Hydro-Pegeln sind ident mit dem Gesamtmodell. Dies wurde sowohl für das Ist-Zustands-Modell (Modell für UVE KW Gössendorf-Kalsdorf) als auch für das Plan-Zustand-Modell für das MKWG Graz durchgeführt. Auf das lokale Strömungsmodell wurde ein Wärmetransportmodell aufgesetzt.

Für das Ist-Zustandsmodell wurden eine Reihe von Quasi-Kalibrations-Rechnungen durchgeführt, um den vorhandenen Messungen wenigstens nahe zu kommen, aber auch um die Auswirkung unterschiedlicher Temperaturrandbedingungen und Wärmetransportparameter zu testen.

#### **2.9.2.3.2 Modellansatz**

Für das Modell wurde ein selbst entwickelter Modellansatz "Multi-Layer-Modell" verwendet. Mittels dieses Ansatzes ist es möglich Wärmetransport im 2D-horizontalen Modell zu

berechnen. Bei diesem Ansatz wird der Temperatureinfluss an der Bodenoberfläche über die ungesättigte Zone mittels je einer Bodensäule (mit Schichten von 0.5 m) über jedem FE-Element angenähert. Dabei wird in jedem Zeitschritt der Temperatureintrag aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen der Schichten über die Wärmeleitung und Wärmespeicherung aus der aktuellen Bodenoberflächentemperatur und der GW-Temperatur im letzten Zeitschritt ermittelt. Der Temperatureintrag ins Grundwasser ist der Temperaturfluss zwischen letzter Schicht über und unter dem Grundwasserkörper. Die Grundwasserneubildung wird als Temperatureintrag in die oberste Schicht berücksichtigt. Der Wasserfluss in der ungesättigten Zone wird natürlich nicht berechnet, spielt aber keine große Rolle, da das Wasser sehr schnell die Temperatur der Bodenmatrix annimmt. Die Grundwasserspiegelschwankung wird insofern berücksichtigt, dass bei steigendem GW um 0.5 m die Wärme der nächsten Schicht ins GW eingetragen wird und die Schicht aus der ungesättigten Zone entfernt wird. Bei sinkendem Grundwasserspiegel von 0.5 m wird wieder eine Schicht dazugegeben. Diese hat dann die Temperatur der gesättigten Zone. Zusätzlich wird eine 31 m dicke Stauerschicht als mehrere Layer nachgebildet, um den grundwassertemperaturabhängigen Einfluss der Wärmezufuhr aus dem Erdinneren zu modellieren.

Seitens der Theorie ist zu beachten, dass dies natürlich wie in jedem 2D-horizontalen Modell keine Differenzierung der Temperatur in vertikaler Richtung im Grundwasser der gesättigten Zone ermöglicht. Es wird wie bei der Strömung eine perfekte Durchmischung angenommen.

Eine echte Modellkalibrierung ist nicht möglich und zwar aus zwei Gründen:

- Es gibt zu wenige Temperaturmessstellen, sehr oft ist auch ihre Repräsentativität in Frage zu stellen.
- Im Stadtgebiet von Graz existieren sehr viele thermische Einflüsse (Gebäude, Tiefgaragen, genehmigte und nicht genehmigte Wärmeinleitungen in das Grundwasser), die derzeit nicht erfasst und quantifizierbar sind.

Die ermittelten Temperaturganglinien des Grundwassers sind somit als Absolutwerte nur als grobe Näherung zu betrachten, es ist aber möglich, mittels des Modells relative Änderungen (Differenzen Plan- zu Istzustand) zu abzuschätzen, die somit als Grundlage für die Bewertung einer Beeinflussung durch das Vorhaben dienen.

#### Modellparameter und Randbedingungen

- Für die Temperatur in 31 m unter Stauer wurden 14°C angenommen.
- Das Porenvolumen wurde mit 0,23 angenommen (für Wärmetransport ist natürlich das gesamte Porenvolumen anzugeben).
- Die Speicherkapazität: Wasser 4, 2 (Feflow-Einheiten), Feststoffe mit 2,52

- Temperaturleitung: Wasser 0,65, Feststoffe 3,0
- Dispersivität longitudinal 75, transversal 2. Die longitudinale Dispersivität ist sicher etwas hoch, stellt aber den ungünstigeren Fall dar und ist daher für diese Fragestellung geeignet.
- Für die ungesättigte Zone wurde ein mittlerer Wassergehalt von 10% angenommen.
- Als Temperaturrandbedingung an Mur (und auch an den Drainagen!) wurde die Temperaturganglinie der Mur am Pegel Graz angesetzt.
- Als Bodenoberflächentemperatur wurde die Lufttemperatur der Station Graz-Universität verwendet. Die Ganglinie wurde um 2 K erhöht und die negativen Temperaturen auf -2°C beschränkt.
- Als Temperaturrandbedingung am östlichen Talrand wurde eine Sinuswelle generiert, die zwischen 12,25 und 13,75 °C liegt und ihr Minimum im Mai und Maximum im November aufweist. Dies entspricht in etwa der Wirkung des mittleren Flurabstandes am Ostrand (mittlere Temperatur von 13°C angenommen).

### **2.9.2.3.3 Gebiet und bearbeitete Wärmenutzungen**

Eine Abbildung zeigt einen Vergleich der Potentiallinien und Flurabstände des Grundwasserspiegels im Ist- und Planzustand. Es ist deutlich ersichtlich, dass größere Veränderungen der Strömungsrichtung durch den Aufstau nur im murnäheren Bereich zu erwarten sind, der somit relevant für eine nähere Betrachtung allfälliger Änderungen der thermischen Situation ist.

Ein signifikanter thermischer Einfluss auf bestehende Wärmenutzungen durch den Aufstau der Mur ist somit nur in jenen Bereichen des Stauraums möglich, in denen durch den Aufstau signifikante Veränderungen der Strömungsrichtung des Grundwassers gegeben sind. Es ist dies vor allem der nördlichste Teil des Stauraums bis zur Stauwurzel, in dem keine Drainagen die Vorflutfunktion der Mur übernehmen, sondern vor allem linksufrig eine Infiltration von thermisch unterschiedlichem Stauraumwasser in das Grundwasser erfolgen kann.

In diesem Bereich befindet sich rechtsufrig der Mur nur eine sehr murnahe thermische Nutzung, linksufrig sind es mehrere in unterschiedlicher Entfernung zur Mur.

### **Ergebnisse**

Die Ergebnisse zeigen, dass der dominanteste Parameter für die Grundwassertemperatur der Flurabstand des Grundwasserspiegels ist. Der Einfluss der Mur spielt nur im ganz murnahen Bereich eine bedeutendere Rolle.

Eine Abbildung zeigt das Beispiel eines sehr murnahen Bereichs (Anlage 1/697) und eine Abbildung in etwas größerer Entfernung (Messstelle UW3421, Hauptplatz). Dargestellt sind die Ergebnisse der Simulation für den Ist- und den Planzustand. Die simulierten Grundwassertemperaturen dürfen nur als Relativwerte aufgefasst werden, da diverse derzeit nicht erfasste Wärmeeinträge im Stadtgebiet nicht in das Modell implementiert werden konnten.

Die Ergebnisse zeigen im murnahen Bereich deutlich, dass die winterliche Abkühlung im Planzustand etwas verzögert erfolgt und weniger ausgeprägt ist, als im Istzustand. Im Sommer ist die Erwärmung etwas geringer. Der Grund dafür liegt in der im Planzustand verlangsamten Fließgeschwindigkeit und damit längeren Zeitspanne für die Anpassung an die lokale Erdoberflächentemperatur sowie in der geringfügig veränderten Fließrichtung. Dazu kommt, dass durch den südlich der Stauwurzel steigenden Grundwasserspiegel eine geringe Infiltration von Murwasser aus dem Bereich oberhalb der Stauwurzel im Planzustand erfolgen kann.

Nur in relativ geringer Entfernung (Bereich Hauptplatz) ist bereits keine signifikante Beeinflussung mehr nachweisbar.

Auf Basis der Modellergebnisse ergeben sich somit die folgenden Aussagen:

- Es können Abschätzungen über die zu erwartenden Temperaturänderungen als Differenzen zum Istzustand getroffen werden.
- Die Beeinflussungen sind nicht weiträumig und auf einen relativ murnahen Bereich beschränkt, in dem es nur sehr wenige bewilligte Wärmenutzungen gibt.

Nachstehende Tabelle zeigt die zu prognostizierten Temperaturveränderungen als Differenz zwischen Plan- und Istzustand. Die größten Veränderungen liegen bei der ersten Gruppe vor, der Einfluss ist aber eher als positiv zu beurteilen (Erwärmung im Winter, Abkühlung im Sommer. Bei der 2. Gruppe sind die Einflüsse absolut geringfügig, bei der 3. Gruppe (Anlage 1/1615), die trotz größerer Entfernung am direktesten aus dem Stauraum angeströmt wird, ist generell über das ganze Jahr eine leichte Abkühlung zu verzeichnen.

Geschätzte Temperaturveränderungen des Grundwassers im stauräumenahen Bereich als Differenz zwischen Plan- und Istzustand (in °K):

	Murnahe 1/1697, 1/1670	Murferner 1/1576, 1/1564	Murferner mit stärkerem Stauraumeinfluss 1/1615
Jan	3.8	0.3	-0.7
Feb	3.7	0.1	-0.7
Mar	2.5	0.0	-0.7
Apr	1.0	0.0	-0.7
Mai	0.2	0.2	-0.6
Jun	-0.7	0.2	-0.6
Jul	-1.2	0.3	-0.7
Aug	-1.3	0.4	-0.7
Sep	-0.2	0.5	-0.8
Okt	0.9	0.5	-0.9
Nov	2.3	0.4	-0.9
Dez	3.7	0.4	-1.0
Jahr	1.2	0.3	-0.8

Die Ergebnisse sind insgesamt als sehr unsicher zu betrachten, da beim derzeitigen Kenntnisstand bei weitem nicht alle Wärmeeinflüsse im Stadtgebiet erfasst sind und kaum Kontrollmessungen vorliegen.

In jedem Fall sollten bei den in der Tabelle angeführten fünf Wärmepumpenanlagen zum Zwecke der Beweissicherung Temperaturdatenlogger bereits im Istzustand installiert werden, um etwaige Veränderungen auch wegen möglicher Schadensansprüche exakt erfassen zu können.

Insgesamt können die Veränderungen aber als geringfügig beurteilt werden. Es sind auch aufgrund der geänderten Strömungsverhältnisse keine geänderten gegenseitigen Beeinflussungen zu erwarten.

#### 2.9.2.4 Mögliche Beeinflussung aus Altablagerungen und –standorten

Die Gefahr einer möglichen Beeinflussung der Grundwasserqualität durch die Mobilisierung von altlastenrelevanten Schadstoffen im Untergrund aus vertikalen Schadstoffbahnen von Altablagerungen und –standorten infolge der Verringerung der Grundwasserdynamik ist eher gering einzuschätzen. Während die altlastenrelevanten Schadstoffgruppen CKW, PAK, LHKW und BTEX durch die geplanten Maßnahmen nicht beeinflusst werden, besteht jedoch ein gewisses Mobilisierungspotential bei den vorwiegend altstandortrelevanten Schwer- und Halbmetallen (Antimon, Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink).

Diese Stoffe können zumindest theoretisch, unter gewissen Umständen wie z.B. geänderte Milieuänderungen im Untergrund mobilisiert werden. Gleichzeitig befindet sich in dem fraglichen Bereich eine Vielzahl von Altstandorten. Allerdings kamen die genannten Stoffe auf den Altstandorten nur in wenigen Branchen (4%) auch in Mengen zum Einsatz, die für die genannte Fragestellung überhaupt von Bedeutung sind. Dies sind die Branchen Galvanik, Gerberei, Emaillierung, Feuerveredelung, Herstellung von Batterien und Akkumulatoren. Diese Branchen besitzen daher ein gering altlastenrelevantes Gefährdungspotential hinsichtlich der Gefahr einer möglichen Beeinflussung der Grundwasserqualität durch die Mobilisierung von altlastenrelevanten Schadstoffen.

Eine Auflistung der Branchen mit geringem Gefährdungspotential an den Altstandorten in Einflussbereichen mit deutlich reduzierter Dynamik durch die im Bau befindlichen

Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (rechtlicher Istzustand) und das Stadtkraftwerk Graz findet sich in nachstehender Tabelle. Bei Standorten mit Branchenwechseln wurde jeweils die Branche mit der größten Altlastenrelevanz berücksichtigt.

Auflistung der Branchen mit geringem Gefährdungspotential an den Altstandorten in Einflussbereichen mit deutlich reduzierter Dynamik durch die im Bau befindlichen Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf (rechtlicher Istzustand) und das Stadtkraftwerk Graz:

Flächen_ID	Rechtswert	Hochwert	Branchencode	BRANCHE
20323	682368,960	214059,7548	462	Emaillierung
20332	681680,862	214498,6752	462	Emaillierung
20333	681643,216	214527,496	721	Gerberei
20815	682342,086	214338,4013	461	Galvanik
20876	681771,462	213631,9299	721	Gerberei
20879	681633,194	214488,9892	461	Galvanik
20881	681617,468	214418,8305	510	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren
20883	681617,251	214378,1518	463	Feuerveredelung
20889	681537,458	214352,0835	461	Galvanik
20889	681537,458	214352,0835	463	Feuerveredelung
21261	681474,805	213952,1332	721	Gerberei
21271	681495,826	213825,005	721	Gerberei
21525	681738,339	214391,5765	721	Gerberei
21555	681730,700	213226,5751	721	Gerberei
21556	681799,450	213375,6465	461	Galvanik
21557	681858,670	213205,4806	461	Galvanik
21582	681818,052	212247,9237	461	Galvanik
21582	681818,052	212247,9237	463	Feuerveredelung
21613	682057,225	213685,8191	461	Galvanik
21613	682057,225	213685,8191	463	Feuerveredelung
22013	681959,351	213751,3706	461	Galvanik
22518	682302,687	214278,4776	721	Gerberei
22546	682114,987	213548,5389	510	Herstellung von Batterien und Akkumulatoren
22550	682197,746	213655,8547	461	Galvanik

Allerdings bedeutet die Einstufung einer Branche als gering altlastenrelevant nicht zwangsläufig, dass tatsächlich schadstoffrelevante Mengen am jeweiligen Standort in den Untergrund gelangt sind. So wurden diese Verbindungen beispielsweise bei Grundwasseruntersuchungen im Stadtgebiet bisher nur untergeordnet und sehr lokal angetroffen. Bei der überwiegenden Anzahl der Branchen kann hingegen das altlastenrelevante Potential als irrelevant (91,1%) oder sehr gering (4,9%) eingestuft werden.

Selbst wenn während des Betriebszeitraumes von Altstandorten Schwer- oder Halbmetalle in den Boden gelangt sind, stellen diese meist keine direkte Gefährdung für das Grundwasser dar, weil sie oft bereits im Oberboden fixiert wurden. Die Mobilität und Verfügbarkeit der genannten Stoffe in eventuell in der ungesättigten und gesättigten Zone befindlichen vertikalen Schadstofffahnen, hängt vielmehr von zahlreichen Faktoren wie z.B. chemischer



Bindungsform, pH-Wert, Redoxpotential Gehalt von organischen Kohlenstoffverbindungen und Tonmineralien im Boden, Anwesenheit von Komplexbildnern usw. ab. Da viele dieser Faktoren im konkreten Fall aber nicht bekannt sind, lassen sich die Mobilität und Verfügbarkeit dieser Stoffe im fraglichen Bereich nur relativ allgemein abschätzen.

Den größten Einfluss auf die Mobilisierbarkeit der genannten Verbindungen besitzen Änderungen des pH-Wertes und des Redoxpotentials. Generell weisen die meisten Schwermetallverbindungen bei niedrigen pH-Werten die höchsten Löslichkeiten auf. Bestimmte Metalle wie z.B. Cadmium und Zink sind jedoch auch bei höheren pH-Werten relativ gut löslich. Die Mobilisierbarkeit in Böden beginnt bei Cadmium und Zink bereits bei pH-Werten knapp unter 6,5. Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei und Quecksilber werden hingegen erst bei deutlich niedrigeren pH-Werten (<4,5) eluiert. Diese pH-Werte werden jedoch aufgrund der Pufferwirkung von karbonatischen Sedimentbestandteilen im fraglichen Gebiet normalerweise nicht erreicht. Unter diesen Bedingungen erscheint auch die Gefahr einer nennenswerten Mobilisierung von eventuell im Untergrund gebundenen Arsen, Chrom, Kupfer, Nickel, Blei und Quecksilber generell unwahrscheinlich.

Neben dem pH-Wert wirkt sich das Redoxpotential im Boden und Grundwasserbereich auf die Mobilität von Schwer- und Halbmetallen aus. Eine Absenkung des Redoxpotentials kann einerseits eine Auflösung von Metalloxiden bewirken, andererseits können bei einem Wechsel zu reduzierenden Verhältnissen ursprünglich gelöste Schwermetalle als Sulfide gefällt und damit immobilisiert werden. Einen Sonderfall stellen die insbesondere in Gerbereien verwendeten Chrom(VI)-verbindungen dar. Diese sind wesentlich besser wasserlöslich als Chrom(III)-verbindungen und damit im Boden deutlich mobiler. Während unter oxydativen Bedingungen die mobilen Chrom(VI)-verbindungen relativ stabil sind, erfolgt unter reduzierenden Bedingungen, wie sie im Einflussbereich des zukünftigen Stauraums aufgrund der reduzierten Dynamik auftreten können, eine Umwandlung in die deutlich schlechter löslichen und weniger toxischen Chrom(III)-verbindungen. Damit verbunden ist eine Verringerung des Gefährdungspotentials durch mögliche Chromkontaminationen insbesondere im Bereich der ehemaligen Gerberei- und Galvanikstandorte.

Einen weiteren mobilitätsbestimmenden Parameter für altlastenrelevante Halb- und Schwermetalle im Untergrund stellt die Adsorptionsfähigkeit an Tonmineralien und Oxiden dar. Während an Tonpartikeln meist nur eine schwache unspezifische Adsorption stattfindet, werden Halb- und Schwermetalle an hydroxylierten Oberflächen von Eisen-, Mangan und Aluminiumoxiden stark adsorbiert. Der Grad der Immobilisierung infolge dieser spezifischen Adsorption nimmt in folgender Reihenfolge zu Cadmium < Nickel < Zink << Kupfer < Blei. Bei einer Absenkung des Redoxpotentials ist eine partielle Auflösung oxydischer Eisen- und Manganphasen möglich. Dadurch könnten unter Umständen an diese Phasen gebundene altlastenrelevante Schadstoffe mobilisiert werden.

Generell wird jedoch das Risiko einer möglichen Beeinflussung der Grundwasserqualität durch die Mobilisierung von altlastenrelevanten Schadstoffen gering eingestuft. Es sind keine Trinkwasserversorgungen durch die bewerteten Verdachtsflächen unmittelbar gefährdet. Trotzdem sollten die Parameter Arsen und Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink) in Abweichung vom ursprünglich geplanten Monitoringprogramm wie folgt beprobt werden:

- Istzustand 2 mal vor Baubeginn
- Bauphase vierteljährlich
- Auftau- und Betriebsphase bis 1 Jahr nach Vollstau monatlich, danach über 3 Jahre vierteljährlich.

Das im Rahmen der UVE definierte qualitative Messstellennetz ist für die Fragestellung ausreichend dicht.

### 2.9.2.5 Veränderungen der Qualität des Grundwasserkörpers

Das geplante Vorhaben betrifft gemäß NGP (2009) den Porengrundwasserkörper GK100097 Grazer Feld (Graz/Andritz – Wildon), der eine Fläche von 165,89 km<sup>2</sup> aufweist.

Der Grundwasserkörper befindet sich gemäß NGP (2009) in einem guten chemischen und mengenmäßigen Zustand. Von den 38 für den Zeitraum 2006-2008 ausgewerteten Messstellen ergeben sich nur wenige gefährdete Messstellen für die Parameter Nitrat, Orthophosphat, Atrazin, Desethylatrazin und Metalochlor.

Ergebnisse der Überwachungsprogramme – Grundwasserqualität - Anzahl der gefährdeten Messstellen je Grundwasserkörper je Parameter (Quelle: NGP, 2009):

Grundwasserkörper (Nummer)	Grundwasserkörper (Name)	Anzahl Messstellen ausgewertet 06-08	Ammonium	Arsen	Blei	Bor	Chlorid	Chrom (gesamt)	Nickel	Nitrat	Nitrit	Orthophosphat	Sulfat	Atrazin	Bentazon	Desethylatrazin	Desisopropylatrazin	Metazachlor	Metolachlor	Prometyln	Propazin	Simazin	Terbutylazin	Pestizide gesamt	Tetrachlorethen und Trichlorethen	Elektr. Leitfähigkeit (bei 20 °C)
GK100097	Grazer Feld (Graz/Andritz - Wildon) [MUR]	38							9	1			2		4			1								

6 von 39 dieser GZÜV Messstellen des Grazer Feldes liegen in der Zone Q95-Q5 kleiner 50 cm (bei Betrieb der Kraftwerke Gössendorf, Kalsdorf und MKWG Graz), in welcher eine negative Beeinflussung der Grundwasserqualität durch reduzierende Verhältnisse nicht auszuschließen ist; das sind also rund 15 %.

Es ist daher nach den Kriterien der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010) sogar unter Einbeziehung der beiden im Bau befindlichen Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf mit keinen nachteiligen Veränderungen der Qualität des Grundwasserkörpers (Abweichen vom „guten Zustand“ = Entstehen eines Beobachtungs- oder vorläufigen Maßnahmegebietes) zu rechnen.

## **3 Gutachten im engeren Sinn**

### **3.1 Gutachten nach UVP-G**

#### **3.1.1 Grundsätzliche Feststellungen**

##### **3.1.1.1 Abgrenzung des Beurteilungsumfanges**

Das Schutzgut Grundwasser stellt den alleinigen Gegenstand einer hydrogeologischen Beurteilung dar und wird der Rahmen von den einschlägigen Bestimmungen des Wasserrechtsgesetzes (WRG) BGBl. Nr. 215/1959, i.d.g.F. BGBl. I Nr. 123/2006, die in der ggst. Verfahrensbestimmung (UVP-G) Anwendung finden (siehe § 3 Zif.3), abgesteckt.

§ 17 Abs.2 Zif.2 UVP-G 2000 i.d.g.F. besagt, dass soweit dies nicht schon in anzuwendenden Verwaltungsvorschriften – hier Wasserrechtsgesetz - vorgesehen ist, die Immissionsbelastungen zu schützender Güter möglichst gering zu halten sind, wobei jedenfalls Immissionen zu vermeiden sind, die geeignet sind, u.a. den Zustand der Gewässer bleibend zu schädigen.

§ 17 Abs.5 selben Gesetzes drückt aber auch aus, dass ein Antrag nur dann abzuweisen ist, wenn schwerwiegende Umweltbelastungen zu erwarten sind, die durch Auflagen, Bedingungen, Projektmodifikationen u.dgl. nicht verhindert oder auf ein erträgliches Maß vermindert werden können.

Zu diesem Gesichtspunkt formuliert das Wasserrechtsgesetz grundsätzlich das Ziel, dass insbesondere Grundwasser sowie Quellwasser so rein zu halten ist, dass es als Trinkwasser verwendet werden kann (§ 30 Abs. 1). Dieses Bestreben wird in den, unter § 30 c, Zif.1 im Wasserrechtsgesetz implementierten Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie dahingehend näher dargelegt, wonach Grundwasser derart zu schützen, zu verbessern und zu sanieren ist, dass eine Verschlechterung des jeweiligen Zustandes verhindert und bis spätestens 22.12.2015 der gute mengenmäßige und chemische Zustand erreicht wird.

Dies bedeutet nicht, dass grundsätzlich jede Maßnahme, die in einer Beeinflussung des Grundwassers mündet, nicht einer Bewilligung zugeführt werden kann (siehe § 32 WRG 1959), obgleich die Einwirkung – wenn sie schon nicht zur Gänze verhinderbar ist – dem betroffenen Grundwasserkörper keinen dauerhaften Schaden (Beeinträchtigung) zufügen darf.

Als Beeinträchtigung ist eine derartige Veränderung der Ergiebigkeit und/oder der physikalischen, chemischen und bakteriologischen Eigenschaften des berührten Grundwasserkörpers zu sehen, sodass für die notwendige Versorgung von Kommunen weder die ausreichende Wassermenge noch die erforderliche Trinkwasserqualität (bei Einhaltung der Grenzwerte gemäß Trinkwasserverordnung BGBl. II Nr. 304/2001 i.d.g.F. sowie gemäß Österreichisches Lebensmittelbuch, Codexkapitel B1 i.d.g.F.) mehr zur Verfügung steht.

Hinsichtlich des Einbringungsverbotes bestimmter Stoffe in das Grundwasser, aber auch bezüglich der Voraussetzungen für den guten Zustand der Grundwasserkörper sei auf die Bestimmungen der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (BGBl. II Nr. 98/2010 i.d.g.F.) verwiesen.

Ist diese Vorgabe "keine dauerhafte Beeinträchtigung des Grundwasserkörpers" bzw. "Erhaltung des guten Zustandes" erfüllt, so kann von einer Umweltverträglichkeit für das Schutzgut "Grundwasser" ausgegangen werden. Dies auch dann, wenn es zu einer Beeinträchtigung fremder Rechte – per Definition WRG alle rechtmäßig geübten Wassernutzungen und das Grundeigentum – kommen kann, jedoch unter der Voraussetzung, dass diese ausgeglichen oder entsprechend abgegolten werden bzw. das Grundeigentum betreffend, wenn trotz Veränderung des Grundwasserstandes das betroffene Grundstück auf die bisher geübte Art benutzbar bleibt (§ 12 WRG).

### **3.1.1.2 Beurteilung der Projektunterlagen**

Das **vorgelegte Projekt** ist hinsichtlich der hydrogeologischen Detailspekte als fachkundig erstellt zu bewerten. Da die Projekterstellung von fachkundigen und hierfür befugten Personen erfolgte - die umfangreiche Erfahrung der Projektanten mit den hydrogeologischen Verhältnissen im Grazer Feld, basierend auf zahlreiche Studien seit dem Jahre 1994, soll nicht verborgen bleiben – kann und muss - weil im Detail nicht gänzlich prüfbar (nachrechenbar) - von der Richtigkeit der ermittelten Daten und durchgeführten Berechnungen ausgegangen werden.

Augenscheinliche Fehler, Missinterpretationen u. dgl. wurden im Zuge der Beurteilung des ggst. hydrogeologischen Projektsteiles nicht offenkundig, alle wesentlichen Aspekte scheinen berücksichtigt und abgehandelt. In die fachliche Beurteilung wurden sämtliche maßgeblichen Phasen (Bau- und Betriebsphase), Sonderfälle (Störfall) und Varianten inkludiert, wobei den Varianten – im Gegensatz zu den Phasen – nur wenig Raum gewidmet wurde.

Die durchgeführten Untersuchungen und Berechnungen münden in einer weitestgehend schlüssigen und nachvollziehbaren Bewertung der möglichen Auswirkungen auf das Grundwasser und gegebenenfalls fremder Rechte in Form von Grundwassernutzungen sowie

der daraus resultierenden technischen Maßnahmen. Die Bewertung der Umweltauswirkungen, wie sie von den Projektanten vorgenommen wurde, ist diskutabel.

Der in der Projektierungs- aber auch in der Beurteilungsphase aufgetretene **Ergänzungsbedarf** wurde erkannt, akzeptiert und erfüllt.

Die hydrogeologische Bearbeitung erfolgte einerseits durch eine umfangreiche Erhebungs- und Ermittlungstätigkeit, in deren Rahmen - zu den zahlreichen bestehenden - zusätzliche 7 Grundwasserbeobachtungsstellen errichtet und Oberflächengewässer in ein Beobachtungsprogramm mit einbezogen wurden und andererseits durch eine detaillierte instationäre Modellierung, die in der durchgeführten Qualität sich natürlichen Grundwasserverhältnissen weitestgehend annähert und daher auch für die künftigen Entwicklungen eine hohe Prognosegenauigkeit erwarten lässt. Aufgrund der großen Anzahl an Grundwasseraufschlüssen war eine stärkere Verdichtung des Untersuchungsprogramms nicht erforderlich.

In das **Modell** wurden alle, mittlerweile z.T. umfangreich vorliegenden Untersuchungen eingebunden – beispielhaft seien die Untersuchungen zum Grazer Südgürtel und Teile der Studie zum geothermischen Potential im Raum Graz genannt - und widerspricht die Darstellung des Ist-Zustandes nicht den Erfahrungen und lokalen Kenntnissen des ha. hydrogeologischen ASV. Der Prämisse der Minimierung des Eingriffes in das Schutzgut Grundwasser wurde – die Verhältnismäßigkeit im Auge behaltend – dahingehend entsprochen, dass die Kraftwerksanlage derart geplant ist, dass aus der Sicht der Konsenswerberin mit möglichst geringen Einwirkungen auf das Grundwasser ausgekommen werden kann. Verbesserungsmaßnahmen fanden bereits in die Planung Eingang.

Das Untersuchungs- bzw. Modellgebiet wurde ausreichend ausgedehnt und die randlichen Ein-(Zu-)flüsse berücksichtigt.

Mit der Kalibrierung des Grundwassermodells konnte eine gute Übereinstimmung der gemessenen Daten mit jenen der Simulation erzielt werden, wie Vergleichsganglinien unter dem Kapitel "instationäre Modellkalibrierung" belegen. Die Korrelation der gemessenen mit den simulierten Grundwasserspiegelhöhen darf mit  $R = 0,9995$  als hoch bewertet werden. Der Untersuchungs- bzw. Kalibrierungszeitraum kann mit 12 Jahren (1993 bis 2005) als ausreichend lang und Extremereignisse umfassend erachtet werden, was der Genauigkeit der Modellrechnung zu Gute kommt. Auch kann die durchschnittliche Prognosegenauigkeit von in etwa 10% der natürlichen Grundwasserspiegelschwankung (ca. 25 cm) als befriedigend bewertet werden.

Naturgemäß liegen auch einige, z.T. wesentliche Daten nicht in der Form und Genauigkeit vor, wie es für die Modellierung und in weiterer Folge Beurteilung wünschenswert wäre. Nicht zu Unrecht wurde seitens der Projektanten unter dem Kapitel „Schwierigkeiten“ das Fehlen von Aufzeichnungen der Entnahmemengen an wesentlichen Grundwasserentnahmen

und das zu weitmaschige Netz der thermischen Beobachtung des Grundwassers kritisiert. Dieser Mangel kann jedoch im zumutbaren Projektierungszeitraum und mit verhältnismäßigem Untersuchungsaufwand nicht behoben werden und ist mit den vorliegenden Daten auszukommen oder sind diese durch eine qualifizierte Schätzung (siehe z.B. Randzuflüsse) zu ergänzen respektive zu ersetzen - naturgemäß mit dem Mangel an Prognosegenauigkeit.

Dass bei der Darstellung des Ist-Zustandes nur die tatsächlichen Entnahmemengen und nicht die erteilten Konsense Eingang fanden, war fachlich erforderlich, weil offensichtlich die Nutzung sämtlicher bewilligter Entnahmemengen im Betrachtungsgebiet zu einem vollständigen Verlust des Grundwasserkörpers führen würde (siehe dazu die detaillierten Ausführungen zur Stellungnahme des wasserwirtschaftlichen Planungsorgans). Daraus resultiert aber kein Handlungsbedarf für die Konsenswerberin, sondern für die zuständigen Behörden im Verein mit der wasserwirtschaftlichen Planung, zumal durch die Kraftwerksanlage kein Grundwasser entnommen und dieses auch nicht derart abgesenkt wird, sodass zur befürchten wäre, dass der kritische Grundwasserstand erreicht wird. Dies ist jener Grundwasserstand bei dessen Unterschreiten der gute mengenmäßige Zustand des Grundwasserkörpers nicht mehr gegeben ist.

Dass als Ist-Zustand auch der Prognosezustand der in Errichtung befindlichen Murkraftwerke Gössendorf und Kalsdorf integriert sein muss, ruht am Umstand, dass diese im selben Grundwasserkörper gelegen sind und jedenfalls vor Inbetriebnahme des Kraftwerkes Graz in Betrieb gehen, sohin als Bestand zu erachten sind. Dies führt jedoch dazu, dass die Prognose für das Kraftwerk Graz auf eine noch nicht verifizierte Prognose für die Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf aufzusetzen war, was die Erwartungen an die Aussagekraft und Nachbildungsfähigkeit des Modelles deutlich schmälert.

### **3.1.1.3 Sonstige Anmerkungen**

Auf Basis der oben getätigten Aussagen bezüglich Projektsqualität war es die logische Konsequenz, dass der Inhalt dieses Gutachtens auch zur Gänze als Befund übernommen wurde. Die durchgeführten örtlichen Besichtigungen ergaben kein widersprechendes Bild, die fachlichen Feststellungen des hydrogeologischen Amtssachverständigen, insbesondere hinsichtlich Darstellung des Ist-Zustandes (Befund) würden sich von der projektsgemäßen Darstellung nicht wesentlich unterscheiden. Die Meinung der Projektanten hinsichtlich der Auswirkungen der Maßnahmen (deren Gutachten) muss als Diskussionspunkt dargelegt sein.

Auf die Wiedergabe der im Projekt enthaltenen Abbildungen und Literaturhinweise wurde aus platzökonomischen Gründen verzichtet. Sie können im Projekt eingesehen werden und stellen eine Beurteilungsgrundlage dar, wenngleich die Abbildungen bzw. die daraus ziehbaren Erkenntnisse großteils auch verbal beschrieben sind.

Allfällige kleinere Änderungen, die durch den beurteilenden Amtssachverständigen vorgenommenen wurden, waren rein orthografischer Natur.

Weiters darf darauf hingewiesen werden, dass die Erhebung fremder Rechte mit Abschluss und Vorlage der Projektunterlagen endete. Es muss zugestanden werden, dass es sehr wahrscheinlich ist, dass aufgrund der sich zeitlich recht deutlich erstreckenden Projekts- und Verfahrensdauer zwischenzeitlich zahlreiche fremde Rechte dazugesellt haben können. Diese können jedoch nur in die Beurteilung mit aufgenommen werden, wenn sie von ihrem Recht des Parteienghörs Gebrauch machen.

### **3.1.2 Beurteilung der Auswirkungen auf das Grundwasser**

#### **3.1.2.1 Quantitative Auswirkungen**

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass es bei Betrieb eines Flusskraftwerkes im Oberwasserbereich durch die Erhöhung des Wasserspiegels der Vorflut zu einem generellen Anstieg des Grundwasserspiegels kommt. Dies entweder durch eine erhöhte Infiltration in den Grundwasserkörper oder durch Verhinderung der Exfiltration und damit Rückstau, bzw. durch eine Kombination beider Umstände.

Demgegenüber steht die absenkende Wirkung des Unterwasserbereiches, wenn dieser deutlicher in den Grundwasserkörper einschneidet, als dies ohnedies durch die natürliche Vorflut gegeben war.

Zur Minimierung der quantitativen Beeinträchtigungen des Grundwasserkörpers sind technische Ausgleichsmaßnahmen in Form von Dichtwänden und Begleitdrainagen geplant.

Die Umschließung der Baugrube der Kraftwerksanlage (Spund-/Schmalwandkombination laut Projekt) dient im Wesentlichen der Reduktion der erforderlichen Grundwasserhaltung, nicht nur im Sinne der Konsenswerberin (Verringerung der Pumpzeiten und –mengen) sondern auch des Schutzes fremder Rechte (Verringerung der Auswirkungen der Absenkung auf den umliegenden Grundwasserkörper). Die Einwirkung auf das Grundwasser durch diese Maßnahme kann sowohl qualitativ als auch zeitlich als geringfügig bewertet werden.

Durch den Aufstau der Mur im Oberwasserbereich würde grundsätzlich die grundwasserhydraulische Interaktion zwischen Grundwasser und Vorflut Mur zugunsten der Infiltration (Anreicherung des Grundwassers) stark verändert. Dies würde sowohl einen erheblichen qualitativen Einfluss durch in das Grundwasser eindringendes Murwasser als auch quantitativ ein Ansteigen des Grundwassers bewirken. Um die übermäßige Infiltration in dafür kritischen Bereichen hintanzuhalten, ist die Errichtung von Schmalwänden beidseits der Mur vorgesehen.

Andererseits hat die Mur bei bestimmten Bemessungsgrundwasserständen eine Vorflutwirkung, die ebenfalls durch die Umschließung verloren geht. Dem wird nun durch Begleitdrainagen entgegen gewirkt, die das Grundwasser dauerhaft auf das Niveau des mittleren hohen Grundwasserstandes ( $Q_{75}$ ) einregelt. Dass dadurch vor allem im vorflutnahen Bereich ein guter Teil der Grundwasserdynamik, d.h. des natürlichen Schwankungsverhaltens verloren geht, liegt in der Natur der Sache.

Die Verringerung der Grundwasserdynamik ist quantitativ als kein Nachteil zu bewerten. Einen Vorteil stellt sowohl die Verhinderung des Auftretens extrem hoher Grundwasserstände für bei diesem Wasserstand ansonsten benetzter Bauwerken als auch die Verhinderung des Auftretens extrem niedriger Wasserstände für ansonsten trocken fallende Brunnen dar. Auf allfällige qualitative Auswirkungen wird nachstehend eingegangen.

Der Schlussfolgerung des Projektanten, dass in jenem Bereich der Kraftwerkes, der von Dichtwand und Drainagen umfasst ist, keine mehr als geringfügigen quantitativen Einwirkungen auftreten, weil bei diesen Bemessungsgrundwasserständen im Ist-Zustand ohnedies eine Mur parallele Grundwasserströmung vorherrscht, kann gefolgt werden.

Nicht gänzlich von der Hand zu weisen ist die Ansicht, dass das Kappen hoher und das Anheben niedriger Grundwasserstände als Vorteil gesehen werden kann.

Gesichert muss die Abfuhr der, bei höheren Bemessungswasserständen ( $>Q_{75}$ ) anfallenden Grundwässer durch die Drainagen sein, warum diese entsprechend zu bemessen und auf Bestandsdauer des Kraftwerkes zu überwachen und zu warten sein werden. Diesbezüglich wird auf die Ausführungen des wasserbautechnischen Amtssachverständigen verwiesen.

Dass andererseits in jenen Bereichen, in denen diese Maßnahmen nicht gesetzt werden, z.T. nicht unbeträchtliche Aufhöhungen (Oberwasser) bzw. Absenkungen (Unterwasser) stattfinden, konnte ebenfalls veranschaulicht werden. Unter Berücksichtigung der Kolmationsvorgänge mindert sich dieser Effekt im Oberwasser jedoch binnen der ersten ca. 5 Jahre nach Vollstau zusehends ab.

Unabhängig davon wird bei  $Q_{95}$  (Grundwasserhochstand) in Teilen der Bezirke Gries und Jakomini mit Aufhöhungen des Grundwasserspiegels von immerhin noch 20 bis 50 cm, im Gebiet des Augartens und zwischen Griesplatz und Karlauergürtel bis zu 1 m zu rechnen sein, da hier die Umschließungsmaßnahmen und Drainagierungen keine Wirkung mehr zeigen (enden weiter südlich). Die Flurabstände verbleiben dennoch – aufgrund der hohen natürlichen Flurabstände – über 3 m u.GOK („obligate Kellertiefe“). Bauwerke mit tieferen Einbauten mussten auch derzeit schon damit rechnen, dass sie bei extrem hohen Bemessungswasserständen mit dem Grundwasser in Berührung kommen.

Im Unterwasserbereich kommt es bei  $Q_{05}$  vor allem in Teilen der Bezirke Liebenau und Puntigam zu Absenkungen von etwa 20 bis 50 cm, wobei mit bis zu 1 m der Bereich



Rudersdorf besonders betroffen ist. Dies kann durchwegs Brunnen in ihrer Ergiebigkeit beeinträchtigen, wofür entsprechende Ersatzmaßnahmen (siehe Kapitel „Mögliche Auswirkungen auf fremde Rechte“) vorzusehen sein werden.

Jedenfalls kommt es auch im großen Teilen der Bezirke Innere Stadt und Jakomini zu einer Verswenkung der Grundwasserströmungsrichtung von murparallel (Richtung Süden bis Südsüdost) nach gegen Südost.

Was dargestellt werden konnte ist, dass aufgrund der großen Grundwassermächtigkeit – die auch weiterhin erhalten bleiben soll - maßgebliche Ergiebigkeitseinschränkungen des berührten Grundwasserkörpers nicht stattfinden; eine Aussage von wasserwirtschaftlicher Bedeutung.

### **3.1.2.2 Qualitative Auswirkungen**

In der Bauphase ist jedenfalls mit dem Austrag von Schadstoffen in das berührte Grundwasser zu rechnen. Einerseits bedingen Grabungsarbeiten ausnahmslos das Auftreten von Trübe und den Eintrag von Keimen aus dem Bodenhorizont. Andererseits bestimmen Betonarbeiten durch das anfängliche Auslaugverhalten der Bauteile die Veränderung von u.a. pH-Wert und Sulfatgehalt.

Alle diese Veränderungen sind typisch für Grabungs- und Betonarbeiten zur Errichtung von Bauwerken aller Art und stellen daher keine projektspezifische Einwirkung auf das Grundwasser dar. Des weiteren sind solche sowohl kleinräumig als auch kurzfristig auf die Bauphase beschränkt, wodurch daraus keine weit reichenden und dauerhaften Beeinträchtigungen des Grundwasser zu erwarten sind und diese Einwirkung daher im Lichte des öffentlichen Interesses als tolerierbar zu erachten ist.

Dies insbesondere deshalb, weil die größten Grabungsarbeiten im Bereich der Mur stattfinden und von einer intensiven Wasserhaltung begleitet werden. Dies bewirkt, dass möglicherweise auftretende Schadstoffe durch das nach innen geneigte Grundwassergefälle den Pumpenanlagen, die der Wasserhaltung dienen, wieder zuströmen und nicht in den Grundwasserkörper gelangen können, zumal die abgepumpten Wässer in die Mur abgeleitet werden sollen.

Auf mögliche ebenso kurzfristige Einwirkungen auf fremde Rechte wird nachstehend eingegangen werden.

Weiters kann, trotz Wahrung der Sorgfaltspflicht (siehe § 31 WRG) das Auftreten von Störfällen nicht ausgeschlossen werden. Entsprechende Vorschriften, sowohl hinsichtlich Prävention als auch hinsichtlich Reaktion sind im nachstehenden Auflagenkatalog zu finden bzw. auch im Projekt verankert.

Nicht gesondert sollte darauf hingewiesen werden müssen, dass die Lage in wasserrechtlich besonders geschützten Gebieten und die größere Anzahl an Wasserversorgungen im

Projektgebiet eine über die übliche Sorgfaltspflicht hinausgehende Achtsamkeit und Gewissenhaftigkeit, insbesondere den bauausführenden Firmen abverlangt. Dies beinhaltet einerseits den Einsatz bester und einwandfrei funktionstüchtiger Gerätschaft, das Abstellen dieser auf fix vorgegebenen und entsprechend zum Untergrund hin abgedichteter sowie dem Stand der Technik entsprechend entwässerter Flächen; weiters klare Regelungen hinsichtlich Einsatz und Lagerung wassergefährdender Stoffe. Andererseits ist beim Störfall unverzüglich und qualifiziert zu reagieren, sodass eine Ausbreitung in bzw. über das Grundwasser hintan gehalten wird. Auch die Meldekette wird exakt zu definieren und einzuhalten sein.

Da die Grabungen für die Begleitdrainage zeitgleich mit den anderen Vorbereitungsarbeiten (Dichtwände etc.) erfolgt – kann davon ausgegangen werden, dass nahezu sämtliche Verunreinigungen über den vorerst hergestellten Graben und dann über die fertiggestellte Drainage abgeleitet werden. Die weiteren Baumaßnahmen erfolgen dann weitestgehend im Schutze der Drainage.

Der Beweis der Kurzfristigkeit und des Umfanges der Auswirkungen auf das Grundwasser generell und auf Grundwassernutzungen im speziellen wird durch ein ausgedehntes Beweissicherungsprogramm angetreten, das nachstehend beschrieben wird.

Der Betrieb der Kraftwerke ist ohne die geplanten Begleitmaßnahmen undenkbar, zumal neben den o.a. quantitativen Auswirkungen auch mit solchen, qualitativer Natur zu rechnen ist. Der Einfluss des Oberflächengewässers Mur wird jedoch durch die Dichtwand eingeschränkt.

Für jene Bereiche, die eine Verringerung der Grundwasserschwankung (Dynamik) mit den damit verbundenen qualitativen Begleiterscheinungen erfahren, ist längerfristig eine Verschlechterung der Grundwasserqualität nicht auszuschließen. Dieses Ergebnis erbrachte die durchgeführte Modellierung, die eine deutliche Reduktion der Dynamik (Grundwasserschwankung) von z.T. über einem 1 im murnahen Bereich zwischen Innerer Stadt und Liebenau nachwies.

Nun kann den prognostizierten Veränderungen mit geeigneten technischen Mittel großräumig nicht entgegen getreten werden, wenngleich kleinräumig (im Einzugsgebiet von Wasserversorgungen) sehr wohl wirksame Gegenmaßnahmen ergriffen werden können. Mit einer dauerhaften Verminderung des Grundwasserqualität ist sohin für jenen Abschnitt, in dem die Grundwasserschwankung auf kleiner 50 cm reduziert wird zu rechnen, wenngleich in diesem Bereich eine Beeinträchtigung durch Überschreiten einzelner Grenzwerte für bestimmte Grundwasserinhaltsstoffe, wie z.B. Eisen, Mangan, Nitrit u.dgl. nicht als zwingend erachtet werden muss.

Demgegenüber sind Grenzwertüberschreitungen in jenem Areal, wo die Grundwasserdynamik auf weniger als 25 cm sinkt mit hoher Wahrscheinlichkeit zu

prognostizieren, wenngleich versucht wurde mit technischen Maßnahmen, wie z.B. der Wendepegelregel mit der Wirkung einer geringeren Kolmation und daher höheren Dynamik, dem zu begegnen.

Auf die diesbezüglichen Konsequenzen hinsichtlich Verschlechterungsverbot und fremde Rechte wird in den folgenden Abschnitten des Gutachtens eingegangen werden.

Qualitative Besonderheiten des Raumes Graz liefern einerseits die zahlreichen Verdachtsflächen und andererseits die thermische Vorbelastung des Grundwassers. Zu diesen Themen, die ausschließlich die Grundwasserqualität betreffen ist folgendes auszuführen:

#### Zu den Verdachtsflächen:

Betrachtet wurden jene Verdachtsflächen, die im Bereich mit einer prognostizierten Erhöhung des Grundwasserhochstandes ( $Q_{95}$ ) bei gleichzeitigem Auftreten eines geringen Flurabstandes gelegen sind. Unter diesen Rahmenbedingungen war zu befürchten, dass das Grundwasser im Zuge der hydrologisch bedingten Schwankungen in möglicherweise kontaminierte Bereiche der Bodensäule eintaucht, die bislang nicht berührt waren, und sohin Schadstoffe ausschwemmt.

Wie gering die Wahrscheinlichkeit zusätzlicher Eluation ist verdeutlicht einerseits der Umstand, dass Verdachtsflächen prinzipiell Flächen sind, von denen aufgrund der früheren Nutzungsform Gefahren für die Umwelt ausgehen **können** (§ 2, Zif.11 Altlastensanierungsgesetz ALSAG i.d.g.F.). Es besteht sohin lediglich der Verdacht einer Verunreinigung, die keinesfalls erwiesen ist. Andererseits kommt es nur in einem sehr begrenzten Bereich zu einem Anstieg des Grundwassers von mehr als 50 cm bei einem Grundwasserhochstand, der ohnedies nur an 5% der Tage in 13,5 Jahren überschritten wird. Somit verbleiben im gesamten Gebiet lediglich ca. 2% der Verdachtsflächen als relevant und von diesen ist keinesfalls gesichert anzunehmen, dass eine Gefahr für das Grundwasser ausgeht.

Bei einer derart hohen Zahl von Verdachtsflächen würde bei deutlich höherem Gefahrenpotential bereits jetzt eine Beeinträchtigung für das Grundwasser ausgehen müssen, die im offiziellen Grundwasserbeobachtungsmessnetz des Bundes (nach Gewässerzustandsüberwachungsverordnung GZÜV i.d.g.F.) zu beobachten wäre, was jedoch nicht der Fall ist. Bei einer rein auf die Veränderung des Grundwasserspiegels eingeeengten Betrachtung, eine nachvollziehbare These.

Die Mitberücksichtigung der Auswirkungen der chemischen Veränderungen des Grundwassers durch die Reduktion der Dynamik auf möglicherweise im Grundwasserschwankungsbereich situierte Verdachtsflächen wurde nachgefordert und daraufhin fachkundig erstellt nachgereicht. Demzufolge wird der lithologischen Zusammensetzung des berührten Grundwasserleiters ein hohes Puffer- (pH-Wert) und nicht

unbedeutendes Adsorptionsvermögen (an Eisen-, Mangan- und Aluminiumoxiden) attestiert und wird von einem geringen Risiko ausgegangen. Eine durchwegs nachvollziehbare und angesichts des oben ausgeführten schlüssige Argumentation.

#### Zur thermischen Veränderung:

In jenem Stauabschnitt, in welchem keine Schutzvorkehrungen für den Begleitgrundwasserkörper geplant sind, sind deutliche Veränderungen der Grundwasserströmungsrichtung zu erwarten. Dies bedeutet, dass bestehende thermische Grundwassernutzungen in den Einflussbereich grundwasserstromaufwärtig gelegener Wiederversickerungen von thermisch genutztem Grundwasser gelangen, die bisher nicht beeinflusst waren.

Dazu wurde seitens des Projektanten festgestellt, dass das Grundwasser bereits derzeit einer deutlichen thermischen Beeinflussung unterliegt und wurde auch davon ausgegangen, dass in Bereichen, in welchem verstärkt Murwasser in den Grundwasserkörper infiltriert mit thermischen Veränderungen zu rechnen ist. Die Durchführung einer dementsprechenden Beweissicherung wurde angeregt.

In der geforderten Projektergänzung wurde zur näheren Spezifizierung der Auswirkungen der thermischen Veränderung mittels Modellierung versucht, das Problem der gegenseitigen aber auch der infiltrationsbedingten thermischen Beeinflussung zu lokalisieren und zu quantifizieren.

Aufgrund diverser Rahmenbedingungen, aber vor allem aufgrund fehlender Grunddaten kann das Modellergebnis als sehr unsicher bewertet werden. Die Ansicht, dass Temperaturveränderung von bis zu 4°K, wenngleich im murnahen Bereich als geringfügig bewertet werden können, kann nur deshalb geteilt werden, weil in den Wintermonaten in dem die Aufwärmung wirksam wird, ausschließlich wärmeres Grundwasser zu Heizzwecken von Vorteil ist und umgekehrt. Dennoch kommt man offensichtlich nicht umhin, dieses Problem zum überwiegenden Teil mittels Beweissicherung zu lösen.

Dies hat zur Folge, dass aus hydrogeologischer Sicht ein sowohl zeitlich als auch lagemäßig enges Beweissicherungsprogramm aufzuziehen sein wird und jedenfalls alle durch Veränderung der Grundwassertemperatur verursachten energetischen Verluste thermischer Grundwassernutzungen abzugelten sein werden.

Es ist jedoch zu erwarten, dass es zu keiner generellen großflächigen (über das gesamte Projektgebiet) Veränderung der Grundwassertemperatur kommen wird, zumal der verstärkte Einfluss der Mur im obersten Bereich des Stauraumes durch den minimierten Einfluss im Bereich der Abdichtung und dem Areal der Exfiltration ausgeglichen werden kann.

Mittlerweile liegen auch Isothermenkarten des linken Murufers von der im Projekt genannten Studie vor und zeigen diese eine nicht unbeträchtlich höhere Grundwassertemperatur im Gebiet des Bezirkes Innere Stadt. Die dazu geschätzten Änderungen im Ausmaß von etwa 1°K können als nicht gravierend beurteilt werden.

Zum Thema der Grundwasserqualität generell sei angemerkt, dass man sich trotz guter, gesetzlich verankerter Grundwasserschutzmaßnahmen und trotz des redlichen Ansatzes, dass Grundwasser immer als Trinkwasser zu erhalten ist, sich nicht der Illusion hingeben darf, dass man in urbanen Gebieten permanent genusstaugliches Grund- respektive Trinkwasser gewinnen kann. Zu sehr überwiegen nicht greif- bzw. regelbare Einflüsse, wobei das Spektrum hier von Versickerungen von ev. mit Vogelkot verunreinigten Dachwässern in unmittelbarer Nähe zu Hausbrunnen, über undichte Kanalisationen, die erhöhte Störfallneigung durch intensive gewerbliche, industrielle aber auch verkehrstechnische Nutzungen bis z.T. den sorglosen Umgang mit Düngemitteln und Pestiziden in Hausgärten und Privateinfahrten reicht.

### **3.1.3 Öffentliche Interessen und fremde Rechte**

#### **3.1.3.1 Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen**

In diesem Kapitel wird einerseits auf die im Wasserrechtsgesetz (WRG) implementierten Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie, im speziellen das Verschlechterungsverbot und andererseits auf die im Sinne der §§ 34 und 54 WRG wasserrechtliche besonders geschützten Gebiet einschließlich der durch diese begünstigten Wasserversorgungsanlagen eingegangen werden.

##### **3.1.3.1.1 Verschlechterungsverbot**

Das Vorhaben liegt im **Grundwasserkörper Grazer Feld, GK 100097**. Dieser umfasst den gesamten Talboden der Mur zwischen Raach nördlich von Graz bis Wildon, seitlich begrenzt durch die paläozoischen Gesteine des Grazer Berglandes im Norden und Nordwesten, die gute lehmbedeckten Sedimente quartären Hochterrassen im Westen sowie dem Neogen im Osten. Dieser Grundwasserkörper befindet sich zurzeit in einem guten mengenmäßigen und qualitativen Zustand.

Nun besteht – wie bereits ausgeführt - die Möglichkeit, dass durch die Verringerung der Grundwasserdynamik geogene Vorbelastungen des Grundwassers, insbesondere durch Eisen, Mangan und das zum Großteil anthropogen indizierte Nitrit, verstärkt auftreten oder erst geschaffen werden. Dies trifft insbesondere auf das Augebiet der Mur, beidseitig des Gewässers zu.

Die gesamte Fläche des Grundwasserkörpers beträgt in etwa 166 km<sup>2</sup>, während das als „voraussichtlich beeinflusst (Dynamik < 50 cm)“ prognostizierte Areal – einschließlich der vorhandenen veränderten Areale (KW Weinzöttl, KW Gössendorf, KW Kalsdorf und KW Mellach) - eine solche von in etwa 42 km<sup>2</sup> aufweist. Es wird durch das Vorhaben daher in etwa 25% des gesamten Grundwasserkörpers hydrochemisch verändert. Zusammenfassend kann der qualitative Eingriff daher als **„mit merklich nachteiligen Auswirkungen“** bewertet werden.

Zu einem vergleichbaren Ergebnis gelangt man durch die Prüfung nach den Kriterien der **Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW)**, BGBl. II Nr. 98/2010. Es sollte grundsätzlich durch das Vorhaben zu keiner derartigen Verschlechterung der Grundwasserqualität kommen, dass bei mehr als 30% der offiziellen Messstellen der Gewässeraufsicht, die auf Basis der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV), BGBl. II Nr. 479/2006 eingerichtet wurden und laufend beprobt werden, die Beschaffenheit des Grundwassers als gefährdet anzusehen ist. Dies würde die Ausweisung eines Beobachtungsgebietes, bei Überschreiten der 50%-Marke eines vorläufigen Maßnahmenggebietes nach sich ziehen.

Die Qualität des Grundwasserkörpers „Grazer Feld“ wird gemäß GZÜV laufend über insgesamt 39 Messstellen bestimmt. Von diesen liegen insgesamt etwa 10 Sonden, also ca. 26% aller Messstellen im möglichen bzw. prognostizierten Einflussbereich des geplanten und der bestehenden Kraftwerke. Die Schwelle für ein Beobachtungsgebiet wird damit knapp unterschritten, was jedoch aufgrund der naturgegebenen Ungenauigkeit der Prognosen der qualitativen Entwicklung als keinesfalls beruhigend abgesichert zu bewerten ist.

Jedoch normiert der §5 Abs.1 Zif.2 lit. a QZV Chemie GW, dass sich ein Grundwasserkörper auch dann in einem guten chemischen Zustand, wenn zwar an einer oder mehreren gemäß den §§20 bis 27 GZÜV beobachteten Messstellen die Beschaffenheit des Grundwasser als gefährdet gilt, jedoch diese Gefährdung an weniger als 50% der Messstellen eines Grundwasserkörpers gegeben ist, was hingegen erfüllt wird.

Hinzuweisen ist auch darauf, dass diese Bewertung jedoch nur für den Parameter Nitrit gilt und dieses Problem nur auftritt, wenn hinlänglich Nitrat (dessen chemische Reduktion Nitrit entsteht) im Zustrom vorhanden ist. Diese Parameter werden dezidiert nicht von einem Kraftwerk emittiert.

Für die Parameter Eisen und Mangan sind keine Schwellenwerte verordnet, wodurch diese „Spielregeln“ für jene Parameter streng genommen nicht anzuwenden sind. Da beide Grundwasserinhaltsstoffe jedoch sehr wohl dazu geeignet sind, die Trinkwassertauglichkeit zu beeinträchtigen - diesbezügliche Grenzwerte sind in der Bezug habenden Trinkwasserverordnung festgelegt – werden zur Beurteilung der Grundwasserverträglichkeit die Vorgaben der QZV Chemie Grundwasser sinngemäß angewandt.

Dass zwischen der Projektdarstellung und der Beurteilung des Unterfertigten Diskrepanzen in der Anzahl der berührten GZÜV-Messstellen auftreten, liegt daran, dass der Projektant deren Lage und Anzahl offensichtlich im GIS Stmk. recherchiert hat, das jedoch nicht den aktuellen Stand der Grundwasserqualitätsüberwachung widerspiegelt.

**Quantitative Beeinflussungen** finden statt. Wie bereits ausgeführt werden im Schnitt die niedrigen und mittleren Bemessungswasserstände erhöht und die höchsten Bemessungswasserstände gekappt. Es ist daher mit dem Erreichen des für den mengenmäßigen Zustand als Verschlechterung geltenden kritischen Grundwasserstandes (Minimalgrundwasserstand) nicht zu rechnen.

Zusammenfassend kann daher für den gesamten Grundwasserkörper ein Abweichen vom gemäß §30c, WRG 1959 i.d.g.F. geforderten guten mengenmäßigen Zustand nicht prognostiziert werden. Bezüglich qualitativen Zustandes sind jedoch merklich nachteilige Auswirkungen zu prognostizieren.

Das Vorhaben befindet sich auch im Gebiet des **Tiefengrundwasserkörper „Oststeirisches Becken“** mit der Kennung TGWK 100169. Aufgrund der geologischen Eigenschaften der trennenden Medien (Grundwasserstauer) zwischen oberflächennahen Grundwasserstockwerk und Tiefengrundwasserstockwerk und der geringen Eindringtiefe des Vorhabens sind Auswirkungen auf diesen grundsätzlich auszuschließen.

#### **3.1.3.1.2 Wasserrechtlich besonders geschützte Gebiete**

Wie bereits seitens des Projektanten festgestellt, berührt das Vorhaben weite Teile des Grundwasserschongebietes (engeres und weiteres) zum Schutze des Wasserwerkes Graz-Feldkirchen, verordnet mit BGBl. Nr. 41/1962. Es wurden die Bewilligungs- und Anzeigepflichten herausgearbeitet, wobei es sich im Wesentlichen um Eingriffe in den Untergrund durch Grabungen, Bohrungen usw. über eine Tiefe von 2 m bzw. bis zum Grundwasser handelt.

Die entsprechenden Bewilligungserfordernisse werden ohnedies in diesem Verfahren abgehandelt.

Es muss jedoch kritisch angemerkt werden, dass die verringerte Grundwasserdynamik mit den bereits erörterten Folgen auch große Teile des Grundwasserschongebietes umfasst. Eine Beeinträchtigung des dadurch geschützten Wasserwerkes Feldkirchen ist jedoch allein aufgrund der Maßnahmen (z.B. dynamisierte Drainage) und erzielten Effekte (Verschwenken des Einzugsgebietes gegen Nordwesten) am bzw. durch das Kraftwerk Gössendorf nicht zu erwarten.

Weiters wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der verringerten Dynamik überschlüssig ermittelt über 20 mit Schutzgebieten versehene Wasserversorgungsanlagen mit nachteiligen Veränderungen der Beschaffenheit ihres Trinkwassers zu rechnen haben.

Quantitativ sind weniger, aber wie das am Beispiel der Brunnen der „Brauerei Puntigam“ verdeutlicht wird, nicht unbedeutende Grundwasserfassungen berührt resp. betroffen. Für diese sind im Betrieb der Kraftwerksanlage Absenkbeträge von bis zu 1,5 m prognostiziert. Einvernehmliche Regelungen über den Ersatz des ermittelten Schadens finden sich nicht im Projekt, sind jedoch obligatorisch.

Im ausgewiesenen weiteren Schutzgebiet des Brunnen „Getina“ werden projektsgemäß Bauarbeiten durchgeführt. Gemäß beigefügtem Schutzgebietsbescheid sind in diesem Grabungen über einer Tiefe von 2,0 m ohne wasserrechtliche Bewilligung verboten. Diese kann mit dem ggst. Verfahren erteilt werden, zumal allein aufgrund des Vorhandenseins und der Sanierung der Altstandortes „Alpentee“ Kontaminationen vorhanden waren und Maßnahmen gesetzt wurden, die die Nutzung des Brunnen zur Trinkwassergewinnung konterkarieren. Der Vorschlag der Löschung der Schutzgebietes kann nachvollzogen werden, liegt jedoch nicht im Handlungsspielraum der Konsenswerberin.

Zu den sonstigen mit Schutzgebieten ausgestatteten Grundwassernutzungen sei auf die Äußerungen zur Stellungnahme des wasserwirtschaftlichen Planungsorganes verwiesen.

### **3.1.3.2 Mögliche Auswirkungen auf fremde Rechte**

Als fremde Rechte lassen sich – entsprechend dem Parteienbegriff des Wasserrechtsgesetzes – folgende definieren:

- Trink- und/oder Nutzwasserbrunnen
- Grundwasserwärmepumpenanlagen
- Teichanlagen, die entweder aus einem Brunnen oder ein vom Grundwasser dotiertem Gerinne bzw. direkt aus dem Grundwasser gespeist werden
- Grundflächen mit land- und/oder forstwirtschaftlicher Nutzung
- Einbauten in den Untergrund, im wesentlichen Keller, Unterführungen aber auch Deponien

Diese Rechte wurden sowohl über das Wasserbuch als auch örtlich erhoben und geht sohin die Betrachtung über jene der Konsensinhaber von aufrechten wasserrechtlichen Bewilligungen hinaus.

Einschränkend ist jedoch in Hinblick auf die Anführung sämtlicher bestehender Rechte anzumerken, dass das Wasserbuch im Amt der Stmk. Landesregierung nur jene auch Aufzeichnen und Aktualisieren kann, die entsprechend gemeldet wurden. Die Qualität des Wasserbuches steht und fällt mit dem Verantwortungsbewusstsein der Konsensinhaber. Aus diesem Grund kann es durchwegs vorkommen, dass Grundwassernutzungen nicht oder



falsch genannt werden, was jedoch weitestgehend nicht im Ermessen des Projektanten gelegen ist.

Wie aus dem Ergebnis der Grundwassermodellierung zu erkennen ist, kommt es in weiten Teilen des vom Kraftwerk berührten Grundwasserstockwerkes zu einer Anhebung des Grundwasserspiegels, was im Endeffekt eher den Status einer Verbesserung der Ergiebigkeit vermittelt.

Demgegenüber steht ein klar abgegrenzter Bereich in welchem Grundwasserabsenkungen von bis zu 1,5 m zu erwarten sind. Dieses Gebiet wurde vorweg schon abgegrenzt und darin sämtliche Grundwassernutzungen erhoben.

Eine für die Trink- und Nutzwasserversorgung geeignete und dem Stand der Technik entsprechende Grundwasserfassung (Brunnen) lässt sich dadurch charakterisieren, dass selbst bei niedrigen Grundwasserständen, aber jedenfalls bei mittleren ausreichend Grundwasser gewonnen werden kann. Da jedoch dieses Maß im klar definierten Areal teilweise deutlich überschritten wird, muss von Beeinträchtigungen fremder Rechte ausgegangen werden.

Einen außerordentlichen Eingriff, wenngleich kurzfristig und keinesfalls nachhaltig, stellt die Wasserhaltung für die Errichtung der Kraftwerksanlage selbst dar. Durch die technische Umschließung der Baugrube ist außerhalb dieser mit nur geringen Absenkbeträgen zu rechnen, von denen jedoch sehr wohl fremde Rechte betroffen sein können. Eine Beweissicherung (siehe nachstehendes Kapitel) ist ebenso vorgesehen, wie ein Ersatz im Beeinträchtigungsfall.

In qualitativer Hinsicht kann es in der Bauphase zu Trübungen oder Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit (z.B. pH-Wert und Sulfat durch Betonarbeiten) kommen. In der Betriebsphase bewirkt der durch die verringerte Grundwasserdynamik reduzierte Sauerstoffgehalt des Grundwassers und damit verbunden die Erhöhung der Gehalte von Eisen, Mangan etc. eine mögliche Beeinflussung von Wasserversorgungsanlagen. Während dies für die Nutzwassergewinnung keine Beeinträchtigung darstellt, zumal dafür keine rechtlich bindenden, qualitativen Kriterien gelten, kann die Eignung als Trinkwasser durchwegs beeinträchtigt sein.

Diesbezüglich wurde reagiert und ein Beweissicherungsprogramm dergestalt repräsentativ definiert, dass an allen Grundwasserentnahmen Aussagen über die Beeinträchtigungen getroffen werden können. Bei nachweislicher Beeinträchtigung sind Ausgleichsmaßnahmen für die Konsenswerberin verpflichtend.

Sämtliche Ersatzwasserversorgungen (Ausgleichsmaßnahmen) sind derart einzurichten, dass binnen 24 Stunden Wasser in ausreichender Menge und entsprechender Qualität - für Trinkwasser gelten die Anforderung der Trinkwasserverordnung i.d.g.F. bzw. des Lebensmittelbuches Codexkapitel B1 i.d.g.F. - von Seiten und auf Kosten der

Konsenswerberin zur Verfügung gestellt wird. Ob dies in Form von Ersatzmaßnahmen (Installation Aufbereitung, Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung u.dgl.) oder in Form einer angemessenen Entschädigung erfolgt, bleibt den abzuschließenden zivilrechtlichen Vereinbarungen vorbehalten. Zu den Ersatzmöglichkeiten wurden einige schlüssige im Projekt aufgezeigt.

Hinsichtlich der Grundflächen und Einbauten in den Untergrund gilt das zum Thema „Quantitative Auswirkungen“ Gesagte. Es wird über weite Teile mit Begleitdrainagen dafür gesorgt, dass hohe Grundwasserbemessungswasserstände in Hinkunft nicht überschritten werden. Dort wo diese nicht wirken, sind Anhand der Projektdarstellungen keine mehr als geringfügigen Unterschreitungen des für bestehende eingeschossige Tiefbauten maßgeblichen Flurabstandes von 3 m zu befürchten. Tiefere Einbauten müssten in Gebieten mit geringeren Flurabständen bereits jetzt mit Grundwassereintritten rechnen und daher dementsprechend technisch gesichert sein.

Für den genehmigten „Südgürtel“ ergibt sich durch die Grundwasserabsenkung im davon berührten Gebiet der Vorteil der geringeren Wasserhaltung in Bau und Betrieb.

### 3.1.4 Beweissicherung

Die geplante Beweissicherung verfolgt folgende Ziele:

- Prüfung der tatsächlichen Beeinträchtigung fremder Rechte
- Verifizierung des Grundwassermodells
- Prüfung der ordnungs- und bescheidgemäßen Errichtung und Betriebsführung der zu bewilligenden Anlage.
- Vorwarn- und Sicherungssystem für größere Trinkwasserversorgungsanlagen

Dafür wurden Beweissicherungsstellen ausgesucht, die derart repräsentativ über den berührten Grundwasserkörper angeordnet sind, damit jeder der o.g. Punkte ausreichend genau erfüllt werden kann. Im Sinne der Verhältnismäßigkeit können nicht sämtliche, im prognostizierten Einflussbereich des Kraftwerkes gelegenen Brunnen in das Beweissicherungsprogramm mit einbezogen werden. Bei nachweislicher Beeinträchtigung einer repräsentativen Messstelle wird jedoch das Beweissicherungsprogramm auf den jeweils nächstgelegenen Brunnen auszudehnen sein.

Für die laufende Evaluierung der Prognoseergebnisse ist es unumgänglich, auch die quantitativen und qualitativen Messungen über einen längeren Zeitraum – zumindest 5 Jahre - fortzuführen. Dafür wurden seitens der Projektanten Messstellen vorgeschlagen, die

angesichts der Tatsache, dass das berührte Grundwasserfeld relativ dicht auch mit Untersuchungsstellen anderer Institutionen (kommunale Wasserversorgungen, Hydrografische Landesabteilung etc.) ausgestattet ist, als ausreichend zu erachten sind und daher direkt übernommen werden. Ausgeweitet wird lediglich die Überwachung der Grundwassertemperatur für im Wasserbuch eingetragene thermische Grundwassernutzungen im Einflussbereich des oberen Stauraumes.

Die Aussagekraft der Beweissicherung einerseits und die rasche Möglichkeit auf unerwartetes Grundwasserverhalten zu reagieren wird dadurch gestützt, dass der Aufstau langsam über 7 Monate und kontinuierlich erfolgen soll.

Hinsichtlich der detaillierten Regelung des Beweissicherungsprogramms wird auf den nachstehenden Auflagenkatalog verwiesen.

Letztlich sei darauf verwiesen, dass das Ergebnis der Beweissicherung auch seitens der Behörde einer laufenden Kontrolle unterzogen und ein eventueller Anpassungsbedarf erkannt und wahrgenommen werden wird.

### **3.1.5 Wasserrechtliche Bauaufsicht**

Aufgrund der Bedeutung des berührten Grundwasserkörpers, der vorhandenen kommunalen Wasserversorgungen und der Fülle an fremden Rechten ist die Bestellung einer wasserrechtlichen Bauaufsicht aus hydrogeologischer Sicht unumgänglich.

**Diese ist mit folgenden Pflichten zu versehen:**

- Zu kontrollieren sind, die Einhaltung sämtlicher grundwasserrelevanten Auflagen, die grundwasserverträgliche, bescheid- und projektsgemäße Durchführung der Bautätigkeiten und des Beweissicherungsprogrammes.
- Unterstützung der örtlichen Bauaufsicht bei der Störfallbekämpfung und die Prüfung der dabei einzuhaltenden Meldepflichten,
- Überwachung der Anzeige- und Bewilligungspflichten hinsichtlich Abänderungen des eingereichten Projektes.
- Erstellung von Jahresberichten über den Baufortschritt, die Bescheiderfüllung, die durchgeführten Kontrollen und deren Ergebnis und allfällige Störfälle samt deren Bereinigung.

Die Bauaufsicht hat dies generell mindestens einmal wöchentlich zu kontrollieren und ist – als "verlängerter Arm der Behörde" – mit allen dafür erforderlichen Befugnissen (Zutritts- und Einsichtsrechte) zu versehen.

### 3.1.6 Verbindung mit anderen Fachbereichen

Seitens des Fachbereiches Wasserbau wäre die ordnungsgemäße und dem Stand der Technik entsprechende Planung der technischen Begleitmaßnahmen (Dichtheit der Schmalwände, Abfuhrvermögen der Begleitdrainage u.dgl.) sowie der Ausgestaltung der Oberflächen und Entwässerungen der Baustelleneinrichtungen sowie die Lagerung wassergefährdender Stoffe zu beurteilen.

Seitens der Fachbereiche Forst und Naturschutz wäre die Veränderung des Grundwasserspiegels, insbesondere im Aubereich zu berücksichtigen.

Seitens des Fachbereiches Umweltmedizin wäre die Möglichkeit der Beeinträchtigung von Hausbrunnen in die Begutachtung einzubauen.

Die Richtigkeit der erhobenen Verdachtsflächen und die Beurteilung der Auswirkungen wären seitens der altlastenfachlichen Sachverständigen zu prüfen.

## 3.2 Gutachten nach weiteren Verwaltungsvorschriften

Wie bereits ausgeführt, berührt das Vorhaben weite Teile des Grundwasserschongebietes zum Schutze des Wasserwerkes Graz-Feldkirchen, verordnet mit BGBl. Nr. 41/1962.

Es wurden im Projekt die Bewilligungs- bzw. Anzeigepflichten herausgearbeitet, wobei es sich im Wesentlichen um forstwirtschaftliche Eingriffe (Rodungen, Kahlschlag) und um solche in den Untergrund durch Grabung, Bohrungen bzw. Vertiefungen von Brunnen handelt, im Detail wie folgt:

.....

§ 3: Im engeren Schongebiet (§ 2) bedürfen nachstehende Maßnahmen vor ihrer Durchführung einer Bewilligung der Wasserrechtsbehörde:

.....

3. alle Rodungen;
4. jeder Kahlschlag, der für sich allein oder unter Hinzurechnung einer unmittelbar angrenzenden schon kahlgelegten oder noch nicht aufgeforsteten Fläche mehr als 0,25 ha beträgt;

.....

7. Grabungen und Bohrungen aller Art, wenn sie bis zum Grundwasser oder tiefer als 2 m unter Gelände reichen; ausgenommen sind Grabungen bei Instandsetzungsarbeiten;

.....

§ 4: Im engeren Schongebiet (§ 2) sind nachstehende Maßnahmen vor ihrer Durchführung der Wasserrechtsbehörde unter Vorlage der Pläne anzuzeigen:

.....

3. die Errichtung von neuen und die Vertiefung von bestehenden Brunnen sowie ihre Auflassung, wenn diese Brunnen nicht schon nach § 10 des Wasserrechtsgesetzes 1959 bewilligungspflichtig sind;

.....

5. Grabungen aller Art, die nach § 3 Z 7 nicht bewilligungspflichtig sind.

.....

§ 7: Im weiteren Schongebiet sind alle Grabungen und Bohrungen, wenn sie bis zum Grundwasser reichen, und die im § 4 Z 1 angeführten Maßnahmen vor Inangriffnahme der Wasserrechtsbehörde anzuzeigen. Eine Anzeigepflicht für Maßnahmen nach § 4 Z 1 besteht nicht, wenn die Abwässer in wasserrechtlich bewilligte Kanalanlagen eingeleitet werden.

§ 8: Das Ausfließen von chemisch oder biologisch nicht oder schwer abbaubaren Stoffen innerhalb des engeren oder weiteren Schongebietes, wie insbesondere von Mineralölen, Pflanzenschutzmitteln und dergleichen, sind unverzüglich vom Verursacher sowie vom Eigentümer, Besitzer oder Nutznießer des betroffenen Grundstückes der Wasserrechtsbehörde anzuzeigen. Als solche Fälle sind jedenfalls das Auslaufen eines 200 l fassenden Treibstoffbehälters oder eines Behälters mit unverdünntem Pflanzenschutzmittel anzusehen.

§ 9:

(1) Bei der Handhabung der Bestimmungen der §§ 31 bis 34 des Wasserrechtsgesetzes 1959 für dieses Gebiet ist maßgebend, dass das Grundwasservorkommen nicht verunreinigt wird. Die Beseitigung der Abwässer hat daher in hygienisch einwandfreier Weise zu erfolgen.

(2) Im Gebiet der Stadt Graz und des politischen Bezirkes Graz-Umgebung dürfen neue Einleitungen von Abwässern in die Mur nicht bewilligt werden, wenn sie die Beschaffenheit des Grundwassers des Wasserwerkes Graz-Feldkirchen beeinträchtigen können.

(3) Wasserrechtliche Bewilligungen dürfen nur insoweit erteilt werden, als der Wasserspiegel der Mur im Bereich des Schutz- und Schongebietes des Wasserwerkes Graz-Feldkirchen keine die Grundwassernutzung beeinträchtigende Änderung erfährt.

Da aufgrund der vorliegenden Unterlagen eine Beeinträchtigung des durch dieses Schongebiet begünstigten Wasserwerkes Graz-Feldkirchen der Holding Graz nicht zu erwarten ist, bestehen gegen die wasserrechtliche Bewilligung gemäß und bei Einhaltung o.a. Grundsätze – insbesondere die Inhalte der §§ 8 und 9 - keine Einwände bzw. wird die Anzeige der Maßnahmen zustimmend zur Kenntnis genommen.

### **3.3 Maßnahmen- und Auflagenvorschläge**

#### **Allgemeines:**

1. Den Projektsinhalten des hydrogeologischen Teilgutachtens und den befundgemäßen Vorgaben ist zu entsprechen.
2. Der Inhalt der Auflagen ist den bauausführenden Firmen nachweislich (mit unterzeichnetem Übernahmeprotokoll) zur Kenntnis zu bringen.
3. Die wasserrechtliche Bauaufsicht ist 3 Monate vor Baubeginn unter Anschluss eines vidierten Projektes zu verständigen. Dieser sind über Verlangen die notwendigen Unterlagen zur Beurteilung der fach- und vorschriftsgemäßen Ausführung der Anlage zur Verfügung zu stellen und die Teilnahme an Baubesprechungen zu gewähren.
4. Innerhalb des Schongebietes ist den jeweiligen Verantwortlichen bzw. Beauftragten der Holding Graz - Wasserwirtschaft jederzeit und ungehindert Zutritt zu gewähren. Auch sind diesen jederzeit über Verlangen alle Untersuchungsbefunde und Messergebnisse, insbesondere jene der Beweissicherung zur Verfügung zu stellen.

#### **Baudurchführung:**

1. Es dürfen nur Transportfahrzeuge, Ladegeräte und Baumaschinen zum Einsatz gelangen, wenn sie sich im Hinblick auf die Reinhaltung des Grundwassers in einem einwandfreien Zustand befinden.
2. Sämtliche eingesetzten Transportfahrzeuge, Ladegeräte und Baumaschinen sind während der Zeit, in der sie nicht unmittelbar im Einsatz stehen, außerhalb der Baustellen auf einem Abstellplatz abzustellen. Dieser Abstellplatz hat über eine Befestigung und eine ordnungsgemäße Oberflächenentwässerung zu verfügen. Der Abstellplatz ist regelmäßig zu reinigen. Ölreste sind nachweislich einem befugten Abfallsammler zu übergeben.

3. Wassergefährdende Stoffe dürfen nur auf befestigtem Untergrund in einer flüssigkeitsdichten und chemikalienbeständigen Wanne mit dem Mindestvolumen der Summe der darin aufbewahrten Behältnisse gelagert werden.

#### **Störfallvorsorge und –bekämpfung:**

1. Während der Bauarbeiten ist streng darauf zu achten, dass keine Mineralölprodukte oder sonstige wassergefährdenden Stoffe in den Boden oder das Grundwasser gelangen. Mit solchen verunreinigtes Erdreich ist unverzüglich zu binden, zu beseitigen und ordnungsgemäß und nachweislich zu entsorgen.
2. Im Bereich der Baustelle ist zur Bekämpfung von Mineralölverunreinigungen stets ein geeignetes Ölbindemittel in einer Menge von mind. 200 kg bereitzustellen.
3. Bei jedem Austritt von wassergefährdenden Stoffen ist unverzüglich die wasserrechtliche Bauaufsicht zu verständigen. Bei einem Austritt von mehr als 100 l wassergefährdender Stoffe in den Boden bzw. bei jeder Verunreinigung des Grundwassers ist zusätzlich nach dem Chemiealarmplan des Landes Stmk. "Chemiealarm" zu geben sowie die zuständige Behörde, die nächst- und abströmig gelegene Brunneneigentümer und bei Eintritt des Schadens im Schongebiet Graz-Feldkirchen die Holding Graz zu verständigen.

#### **Beweissicherung:**

1. Das qualitative Beweissicherungsprogramm ist wie folgt durchzuführen:

##### Beweissicherungsstellen:

- Die Pegel:
  - HCG\_KB27/09
  - HCG\_KB28/09
  - MKWG\_09\_01
  - MKWG\_09\_02
  - MKWG\_09\_03
  - MKWG\_09\_04
  - MKWG\_09\_05
  - MKWG\_09\_06
  - MKWG\_09\_07

- HKWG\_B01
- Die fremden Rechte:
  - Dr. Eichtinger KEG, PZ: 1/1258
  - Landeshypothekenbank Steiermark, PZ: 1/1292
  - Stmk. Sparkasse Graz, PZ: 1/946
  - Konvent der Barmherzigen Brüder, PZ: 1/603
  - Murchemie Leimüller & Comp., PZ: 1/514
  - Schweighofer Ignaz, PZ: 1/616
  - Lettner & Söhne H.G., PZ: 1/33
  - Brau Union Österreich AG, PZ: 1/260
  - Brugner Ferdinand, PZ: 1/546
  - Teerag AG, Zweigniederlassung Graz, PZ: 1/563
  - Obst- und Gemüseverwertungsges. Graz, PZ: 1/574
  - Schreiner Alois und Aurelia, PZ: 1/583
  - Wallner Johann und Walpurga, PZ: 1/584
  - Wasmayer Färberei und Putzerei, PZ: 1/592
  - Sackl Karl und Anna, PZ: 1/624
  - Wassergenossenschaft Ringleitung Liebenau, PZ: 1/653
  - Land Stmk. Landesbauamt, PZ: 1/908
  - Caldonazzi Siegfried, PZ: 1/1140
  - Ferger Magdalena, PZ: 1/1154
  - Gillich GesmbH & Co.KG, PZ: 1/1235
  - Erste Steir. Baueisenbiegerei, PZ: 1/1273

Zeitraum:

- generell von 6 Monaten vor Baubeginn bis 5 Jahre nach Bauvollendung

Intervall:



- von 6 Monate vor Baubeginn bis 1 Jahre nach Vollstau in monatlichen Abständen.
- Von 1 Jahre nach Vollstau bis 5 Jahre nach Vollstau in vierteljährlichen Abständen.
- Grundwassertemperatur kontinuierlich (zumindest täglich)

Parameter:

- Mindestuntersuchung gem. Trinkwasserverordnung, BGBl. II Nr. 304/2001 i.d.g.F. 121/2007 zuzüglich der Parameter:
  - Sauerstoffgehalt
  - Kohlenwasserstoffindex
  - $\delta O18$
  - TOC
  - CKW (Tetrachlorethen, Trichlorethen, 1,1,1-Trichlorethan, Tetrachlormethan)
  - Aliphatische Kohlenwasserstoffe
  - PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)
  - Arsen
  - Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber, Zink)

2. Das quantitative Beweissicherungsprogramm ist wie folgt durchzuführen:

Beweissicherungsstellen:

- Die Pegel:
  - HCG\_KB27/09
  - HCG\_KB28/09
  - MKWG\_09\_01
  - MKWG\_09\_02
  - MKWG\_09\_03
  - MKWG\_09\_04
  - MKWG\_09\_05

- MKWG\_09\_06
- MKWG\_09\_07
- HKWG\_B01
- Die fremden Rechte:
  - Dr. Eichtinger KEG, PZ: 1/1258
  - Landeshypothekenbank Steiermark, PZ: 1/1292
  - Stmk. Sparkasse Graz, PZ: 1/946
  - Konvent der Barmherzigen Brüder, PZ: 1/603
  - Murchemie Leimüller & Comp., PZ: 1/514
  - Schweighofer Ignaz, PZ: 1/616
  - Lettner & Söhne H.G., PZ: 1/33
  - Brau Union Österreich AG, PZ: 1/260
  - Brugner Ferdinand, PZ: 1/546
  - Teerag AG, Zweigniederlassung Graz, PZ: 1/563
  - Obst- und Gemüseverwertungsges. Graz, PZ: 1/574
  - Schreiner Alois und Aurelia, PZ: 1/583
  - Wallner Johann und Walpurga, PZ: 1/584
  - Wasmayer Färberei und Putzerei, PZ: 1/592
  - Sackl Karl und Anna, PZ: 1/624
  - Wassergenossenschaft Ringleitung Liebenau, PZ: 1/653
  - Land Stmk. Landesbauamt, PZ: 1/908
  - Caldonazzi Siegfried, PZ: 1/1140
  - Ferger Magdalena, PZ: 1/1154
  - Gillich GesmbH & Co.KG, PZ: 1/1235
  - Erste Steir. Baueisenbiegerei, PZ: 1/1273

Zeitraum: von 6 Monate vor Baubeginn bis 5 Jahre nach Erreichen des Vollaufstaues

Intervall: kontinuierlich (zumindest wöchentlich)

Parameter: Wasserstand bzw. Schüttung (Drainage, Wasserhaltung)

3. An folgenden fremden Rechte ist 6 Monate vor Baubeginn bis 5 Jahre nach Vollstau kontinuierlich die Grundwassertemperatur aufzuzeichnen:
  - 1/1697
  - 1/1570
  - 1/1576
  - 1/1564
  - 1/9615
4. Einmal jährlich ab einem Jahr nach Vollstau ist durch einen Fachkundigen das bestehende Grundwassermodell anhand der gemessenen Daten zu kalibrieren, mit der antragsgegenständlichen Prognose zu vergleichen und bei allfälligen Abweichungen ein Maßnahmenprogramm (Änderung der Bau- und Betriebsweise, Anpassung der Beweissicherung, Angabe der zusätzlichen oder weggefallenen fremden Rechte etc.) zu entwickeln. Des Weiteren sind sämtliche Messwerte grafisch darzustellen, hinsichtlich Trendentwicklung auszuwerten und durch einen Fachkundigen zu begutachten. Über den Zeitraum von Beginn der Beweissicherung bis Vollstau ist ein Statusbericht über das Ergebnis der Beweissicherung samt Darstellung und Begründung besondere Abweichungen von den Prognosen, Grundwasserverunreinigungen u.dgl. abzuliefern.
5. Über sämtliche Auswertungen gem. Auflagenpunkt 4. ist jährlich ein Bericht der Behörde unaufgefordert vorzulegen. Dies hat vorerst bis 5 Jahre nach Vollstau erfolgen. Die Behörde behält sich anhand der Ergebnisse der Modellierung vor, Abänderungen am Beweissicherungsprogramm vorzunehmen. Nach Ablauf der Frist ist über die Fortführung der Beweissicherung erneut behördlich abzusprechen.
6. Alle möglichen Beeinträchtigungen von Brunnen, die außerhalb des Prognosebereiches gelegen sind, alle Veränderungen des Grundwasserspiegels in den Messstellen von > 0,5 m gegenüber der Prognose, die nicht natürlichen Ursprungs sind und sämtliche Grenzwertüberschreitungen an den qualitativen Messstellen, die nicht schon vor Baubeginn bestanden, sind unverzüglich der Behörde sowie der wasserrechtlichen Bauaufsicht unter Angabe von Gründen zu melden. Weiters ist die Beweissicherung auf die jeweils nächstgelegenen Messstellen auszudehnen.
7. Bei Beeinträchtigung eines fremden Rechtes in Form einer Grundwasserfassung (Brunnen) ist – entsprechend der jeweiligen Nutzung des Brunnens - unverzüglich (binnen 24 Stunden) Ersatzwasser in ausreichender Menge und Qualität (bei

Trinkwasserversorgungen gem. Trinkwasserverordnung i.d.g.F.) im Einvernehmen mit dem Grundeigentümer bereitzustellen. Bei vorhandenem Anschluss an das öffentliche Versorgungsnetz ist der Mehrbezug aus diesem abzugelten bzw. sind gegebenenfalls sonstige Sanierungsmaßnahmen (z.B. Brunnenvertiefung) einvernehmlich und auf Kosten der Konsenswerberin durchzuführen.

## **3.4 Zu den Stellungnahmen und Einwendungen**

### **3.4.1 Dr. Heinrich Vana für Adolf Egger vom 23.8.2011 (OZ: 40)**

Hr. Adolf Egger befürchtet durch das geplante Kraftwerk, dass durch die geplanten Maßnahmen in die Grundwasserverhältnisse und damit auch in die Bodenqualität seiner Liegenschaften eingegriffen wird. Da anhand des Schreibens der rechtsfreundlichen Vertretung die Lage der Liegenschaften (Grundstücksnummer, Adresse) nicht auszumachen ist, kann auch keine Beurteilung darüber abgegeben werden, ob die Bodenqualität der Liegenschaften von Hrn. Egger tatsächlich berührt ist.

### **3.4.2 Systematisierte Stellungnahme von Bürgern von Graz vom August 2011 (OZ: 41 bis 115)**

In diesen Stellungnahmen wird die Gefährdung der Brunnen und eine nachteilige Veränderung des Grundwasserspiegels infolge der Unterwassereintiefung unterhalb der Staumauer befürchtet.

Dazu ist festzuhalten, dass es richtig ist, dass Brunnen im Unterwasserbereich des Kraftwerkes, dort wo die Sicherungsmaßnahmen per Dichtwand und Drainage enden (murnaher Bereich der Bezirke Liebenau und Puntigam), deutlich beeinflusst sein können. Hier treten durchschnittlich Absenkungen des Grundwasserspiegels von ca. 0,5 m, im schlimmsten Fall bis 1,5 m auf. Der Bereich wurde modelltechnisch abgegrenzt und wird mit einer repräsentativen Beweissicherung verifiziert. Für beeinträchtigte Brunnen muss es Ersatzmaßnahmen, sei es ein Tiefergraben, ein Anschluss an die öffentliche Wasserleitung, u.dgl. geben.

Andererseits muss angemerkt werden, dass im berührten Bereich Grundwassermächtigkeiten von 10 bis über 15 m vorherrschen, wodurch eine Absenkung von 0,5 bis 1,5 m (in etwa 10% der verfügbaren Wassersäule), noch dazu auf einem, im

Verhältnis zu gesamten berührten Grundwasserkörper kleinen Gebiet, für den Grundwasserkörper keine erheblich nachteilige Einwirkung bedeutet.

### **3.4.3 Bernd Scherak (OZ: 85)**

Hr. Bernd Scherak stellt die Frage, was mit seinem Hausbrunnen passiert und ob sein Grundwasserspiegel sinkt. Er hat ein großes Grundstück (Zieherstraße 8), das bewässert werden will.

**Vorerst darf angemerkt werden**, dass nach einer Recherche im GIS Stmk. in Liebenau keine Zieherstraße existiert. Es konnte jedoch eine Zieherstraße ausfindig gemacht werden und wird daher von einem Druckfehler in der Stellungnahme ausgegangen.

Das Anwesen liegt in jenem Bereich, in welchem aufgrund der Unterwassereintiefung mit Absenkungen des Grundwasserspiegels zwischen 0,2 und 0,5 m zu rechnen ist. Seitens der Konsenswerberin (Energie Steiermark) wird daher zu recherchieren sein, ob der Brunnen für den angegebenen Zweck trotz Absenkung noch nutzbar ist, widrigenfalls für entsprechende Ersatzmaßnahmen zu sorgen ist.

### **3.4.4 Stadt Graz vom 26.8.2011 (OZ: 86)**

Unter dem Kapitel „Soziologische Aspekte“ konnte eine grundwasserbezogene Fragestellung entdeckt werden, u.z. ob es einen Konflikt zur Zielformulierung des Stadtplanungsamtes „Keine wesentliche Veränderung des Grundwasserspiegels“ gibt.

**Dazu ist grundsätzlich festzuhalten**, dass es im Großraum Graz zu wesentlichen Veränderungen des Grundwasserspiegels kommen wird. Unter den Rahmenbedingungen des Wasserrechtes ist jedoch für den Grundwasserkörper „Grazer Feld“ mit dem Erreichen oder Unterschreiten des kritischen Grundwasserstandes - Mindestgrundwasserstand für „guten mengenmäßigen Zustand“ nach EU-Wasserrahmenrichtlinie – nicht zu rechnen, wodurch für diesen Parameter (Grundwassermenge) „keine erheblich nachteiligen Auswirkungen“ auf den Grundwasserkörper attestiert werden können.

Ergänzend sei festgehalten, dass der geplante zentrale Speicherkanal der Stadt Graz in einem eigenen wasserrechtlichen Verfahren abgehandelt wird.

### **3.4.5 Blatt-Form vom August 2011 (OZ: 111)**

Seitens der Blattform wird moniert, dass die Abdichtung des Stauraumes in seinen nachhaltigen Konsequenzen nicht ausreichend dokumentiert ist. Im Speziellen fehlen Daten zur exakten Einschätzung der Veränderung der Bodenfeuchte außerhalb des Bauareals und mögliche daraus resultierende Feuchtigkeitsprobleme in Kellern und aufgehendem Mauerwerk. Des Weiteren fehlt eine Kartierung möglich betroffener Keller in Hinblick auf die Kellertiefe und den aktuellen bauphysikalischen Zustand. Ebenso fehlt eine Vorgabe, Hausbesitzerinnen und Hausbesitzer zumindest darauf aufmerksam zu machen, die Ist-Situation ihrer Gebäude vor Baubeginn zu dokumentieren, um mögliche Schadensersatzforderungen - über die Projektwerberin, bzw. über den Gutachter aufgrund der Wertverminderung der Immobilie und der Sanierungskosten auch durchsetzen zu können.

**Dazu ist festzuhalten**, dass die quantitativen Auswirkungen auf das Grundwasser, sprich jene auf den Grundwasserstand, sehr wohl einer umfangreichen Betrachtung unterzogen wurde. Für unterschiedliche Bemessungswasserstände (hoch [Q95] – mittel [Q50] – niedrig[Q05]) wurden die Veränderungen modelliert und dargestellt.

Dabei stellte sich heraus, dass es vor allem in großen Teilen der Bezirke Innere Stadt, Jakomini und Gries bei einem hohen Grundwasserstand (Q95) zu Grundwasseranhebungen bis zu 0,5 m, im murnahen Bereich bis 1,0 m kommt. Bei einem natürlichen Flurabstand von durchschnittlich 5 bis 10 m in diesem Bereich und unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Kellertiefe von 3 m kann nicht von gravierenden Änderungen für das Bauwerk ausgegangen werden. Deutlich tiefer Einbauten musste bislang schon, aufgrund der Lage im Grundwasserschwankungsbereich, auf die dichte Ausführung achten.

Im Einflussbereich der Drainagen, die die Grundwasserschwankung im höheren Niveau kappen, kann von einer geringen Verbesserung ausgegangen werden.

Dass es Sinn macht, dass HausbesitzerInnen vor Baubeginn den Zustand ihrer Einbauten (Keller, Tiefgaragen u.dgl.) kontrollieren sollten, ist zu unterstreichen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass aufgrund der Medienpräsenz des Vorhabens und des öffentlichen Ediktes „Jedermann“ vom Vorhaben Kenntnis erlangt hat bzw. erlangen wird.

### **3.4.6 Bernhard Pekari vom 31.8.2011 (OZ: 113)**

Hr. Pekari sieht, gleichlautend zur systematisierenden Stellungnahmen von Bürgern der Stadt Graz eine Gefährdung von Brunnen und nachteilige Veränderungen des Grundwasserspiegels infolge der Unterwassereintiefung unterhalb der Staumauer.

**Dazu ist festzuhalten**, dass es richtig ist, dass Brunnen im Unterwasserbereich des Kraftwerkes, dort wo die Sicherungsmaßnahmen per Dichtwand und Drainage enden (murnaher Bereich der Bezirke Liebenau und Puntigam), deutlich beeinflusst sein können. Hier treten durchschnittlich Absenkungen des Grundwasserspiegels von ca. 0,5 m, im schlimmsten Fall bis 1,5 m auf. Der Bereich wurde modelltechnisch abgegrenzt und wird mit einer repräsentativen Beweissicherung verifiziert. Für beeinträchtigte Brunnen muss es Ersatzmaßnahmen, sei es ein Tiefergraben, ein Anschluss an die öffentliche Wasserleitung, u.dgl. geben.

Andererseits muss angemerkt werden, dass im berührten Bereich Grundwassermächtigkeiten von 10 bis über 15 m vorherrschen, wodurch eine Absenkung von 0,5 bis 1,5 m (in etwa 10%), noch dazu auf einem, im Verhältnis zu gesamten berührten Grundwasserkörper kleinen Gebiet, für den Grundwasserkörper keine erheblich nachteilige Einwirkung bedeutet.

### **3.4.7 Umweltschadhaftigkeit vom 31.8.2011 (OZ: 114)**

Der Endbericht zur Ermittlung der Ökosystemleistungen, der sich als einziger mit dem Grundwasser am Rande beschäftigt, enthält keine Fragestellungen, Angaben oder Einwände, die einer Erörterung bedürfen.

### **3.4.8 Edith Aschenbrenner vom 31.8.2011 (OZ: 116)**

Die Familie Aschenbrenner befürchtet die Durchfeuchtung des Kellers ihres Anwesens in der Dr. Theodor-Pfeiffer-Straße 63 und daher gesundheitliche Auswirkungen auf Ihren an Asthma erkrankten Sohn.

Dahingehend können die berechtigten Sorgen der Familie beruhigt werden, zumal sie nach der wissenschaftlichen Prognose bei höheren Grundwasserständen (Q75) außerhalb jeglichen Einflusses des Kraftwerkes gelegen ist. Somit verändert sich bezüglich der hohen Grundwasserstände als Maß für die Berührung unterirdischer Einbauten nichts.

Unabhängig davon kann an der nahegelegenen Sonden Nr. 3490 der hydrografischen Landesabteilung der Beweis dafür geführt werden.

### **3.4.9 Wasserwirtschaftliches Planungsorgan vom 30.8.2011 (OZ: 117)**

#### **Seitens des wasserwirtschaftlichen Planungsorgans wurde folgendes festgestellt:**

Das vorliegende Projekt kann jedenfalls als fachkundig erstellt und größtenteils schlüssig erachtet werden. Manche Projekteinhalte müssen jedoch bezüglich des Schutzgutes Wasser, Bereich Grundwasser, als mangelhaft bewertet werden. Zum besseren Verständnis werden diese nachfolgend entsprechend kommentiert:

#### Projektgrundlagen

„Es wurden nur tatsächliche Entnahmen größerer Versorgungsbrunnen berücksichtigt und nicht die bewilligten Konsensmengen, die in vielen Fällen beträchtlich höher sind, nicht aber den tatsächlichen Entnahmen entsprechen.“

Diese Vorgehensweise kann als nicht korrekt angesehen werden, da der rechtlich gültige Zustand als Basis herangezogen werden muss.

„Die Summe der bewilligten Konsensmengen im Grazer Feld liegt weit über den tatsächlichen Grundwasserentnahmen und überschreitet das vorhandene Grundwasserdargebot. Es ist allerdings aufgrund der Wasserverbrauchsentwicklung der letzten Jahre mit Ausnahme des Wasserwerks Feldkirchen mit keiner drastischen Erhöhung der tatsächlichen Entnahmemengen zu rechnen.“

Auch diese Aussage, die im Technischen Bericht nicht belegt wird (es wird lediglich angemerkt, dass in vielen Fällen die bei den Brunnen entnommene Wassermengen nicht in geeigneter Form bzw. gar nicht aufgezeichnet werden; einzelne Brunnen werden nicht genannt), kann eine ausschließliche Berücksichtigung lediglich tatsächlicher Entnahmen größerer Versorgungsbrunnen nicht rechtfertigen. Eine Gegenüberstellung und Bewertung beider Entnahmeszenarien (tatsächlich und konsensgemäß) ist jedenfalls erforderlich.

„Die Prognose (...) erfolgte auf Basis der durch die Modellrechnungen zu erwartenden Veränderungen der Strömungsverhältnisse (...).“

Durch die Veränderungen der Strömungsverhältnisse (Richtung und Abstandsgeschwindigkeit) sind jegliche fremden Rechte gefährdet bzw. sind die rechtlichen Grundlagen für die Bewilligung dieser fremden Rechte (und der von jenen möglicherweise beeinflussten fremden Rechte) neu zu bewerten. So können sich beispielweise Einzugsparabeln und Absenktrichter dieser fremden Rechte (z.B. Grundwasserentnahmen und -rückgaben) sowohl in ihrer Lage als auch in ihrer Ausbreitung verändern und abströmige fremde Rechte neu gefährden. Schutzgebiete für bestehende Wasserentnahmen



müssen neu dimensioniert werden. Die Funktionsfähigkeit von Wasserwärmepumpen inkl. richtiger Positionierung der Schluckanlagen müssen hinterfragt und Wärmefahnausbreitungen neu berechnet werden. Eine derartige Darstellung und Bewertung im Projekt fehlt zur Gänze.

„Das in Bau befindliche Murkraftwerk Gössendorf wird nicht als absehbare Entwicklung sondern als rechtlicher Ist-Zustand betrachtet, es wurden daher für die Bewertung die Prognosen herangezogen.“

Zwar wurde das derzeit in Bau befindliche Murkraftwerk Gössendorf bereits bewilligt, eine Kenntnis über den tatsächlichen Ist-Zustand ist aber nicht gegeben, da das Kraftwerk noch nicht in Betrieb ist und daher der tatsächliche Ist-Zustand auch noch nicht erhoben werden konnte.

Darüber hinaus beruht der rechtliche Ist-Zustand beim Kraftwerk Gössendorf auf einer mit vielen Unsicherheitsfaktoren behafteten Modellierung:

„Das derart simulierte Ergebnis ist in erster Linie extrem stark vom kf-Wert abhängig, der nur ungenau bestimmbar bzw. abschätzbar ist und oft durch hohe lokale Variabilität bzw. Heterogenität gekennzeichnet ist. Inhomogenitäten der Durchlässigkeiten bzw. nicht vorhersehbare Schmalwandfenster können durchaus erhebliche Abweichungen bewirken.“

Diese Aussage zur Modellierung des Murkraftwerkes Graz findet sich sinngemäß auch in den Technischen Berichten zu den Kraftwerken Gössendorf, Kalsdorf und Gratkorn, deren Planungen von denselben Büros durchgeführt wurden.

Somit muss festgestellt werden, dass der hier dargestellte Projektzustand auf einer Modellierung beruht, die sich auf eine Modellierung stützt, deren Richtigkeit die Autoren selber in Frage stellen.

### Fremde Rechte

„Die Datenerhebung erfolgte im Juni und Juli 2009 mittels des digitalen Atlas der Steiermark, Wasserwirtschaft, Karte WIS-Wasserbuch.“

Seit dem oben genannten Zeitpunkt sind bei der Fachabteilung 19A alleine etwa 15 Planungsanzeigen für Grundwasserwärmepumpen im Stadtgebiet von Graz eingebracht und großteils bereits auch bewilligt worden. Die dabei projektierten Entnahmen aus dem Grundwasser betragen in Summe mehr als 100 l/s. Zumindest diese fremden Rechte wurden im Zuge der Planungen nicht berücksichtigt.

„Durch die Bauarbeiten für die rechtsufrige Drainage und Schmalwand wird das weitere Schutzgebiet des Brunnens der Firma Getina Getränkeindustrie AG berührt, welches im Osten an den Radweg grenzt. (...) Aus hydrogeologischer Sicht ist unabhängig von der Realisierung des gegenständlichen Projekts eine Löschung dieses Wasserrechts sinnvoll,

zumal der Brunnen im Areal des Altstandortes „Alpenteer“ liegt, in dem erhebliche Kontaminationen der ungesättigten Zone und des Grundwassers nachgewiesen wurden, sodass eine Aktivierung der Nutzung des Brunnens unwahrscheinlich und auch nicht sinnvoll erscheint.“

Die bescheidmäßig ausgesprochenen Schutzgebietsauflagen für den Brunnen der Firma Getina Getränkeindustrie AG schließen die oben angeführten Bauarbeiten aus. Eine Einigung mit der Konsensinhaberin bezüglich einer allfälligen Löschung des Wasserrechtes wurde zum derzeitigen Zeitpunkt nicht vorgelegt. Darüber hinaus wurde der Altstandort „Alpenteer“ mittlerweile saniert. Auch in diesem Fall geben die Projektunterlagen nicht den aktuellen rechtlichen Zustand wieder.

### Grundwasserdynamik

„Die Dynamik des Grundwasserspiegels wird beidseitig des Stauraums im Vergleich zum Ist-Zustand deutlich reduziert. Eine etwas reduzierte Dynamik ist auch im Unterwasser gegeben, da sich die Stauwurzel des im Bau befindlichen Kraftwerks Gössendorf durch die Unterwassereintiefung nach Norden verschiebt.“

Um die von der Vorflut Mur gesteuerten Grundwasserspiegelschwankungen bzw. Vernässungen und/oder Grundwasserabsenkungen auf ein umweltverträgliches Maß zu reduzieren, sollen entlang beider Ufer Begleitdrainagen errichtet werden, die die Vorflut vom Grundwasser bei Beibehaltung einer gewissen – jedoch stark reduzierten – Grundwasserdynamik entkoppeln. Dieses System wurde bereits bei den Murkraftwerken Gössendorf, Kalsdorf und Gratkorn bewilligt und soll unter der Voraussetzung regelmäßiger Stauraumpülungen auch funktionieren. Der Beweis dafür konnte in der Praxis aufgrund des Fehlens von bereits länger beobachteten vergleichbaren Beispielen jedoch noch nicht erbracht werden. Da die Kolmation im Stauraum in der Regel so rasch fortschreitet, dass ein Austausch des Grundwasserstroms mit dem Vorfluter trotz Stauraumpülungen sehr bald zum Erliegen kommt, wird die dauerhafte Funktionsfähigkeit dieser Methode angezweifelt.

Darüber hinaus wird – wie oben bereits angeführt – auch bei voller Funktionsfähigkeit dieser Begleitdrainagen – die Grundwasserdynamik stark vermindert, was durch die daraus resultierenden reduzierenden Verhältnisse eine Gefahr für die Grundwasserqualität darstellt. Verstärkt wird dieser negative Einfluss durch die Summenwirkung in Kombination mit den Murkraftwerken Kalsdorf, Gössendorf und Gratkorn, durch die eine mehrere 10er-Kilometer lange Strecke entsteht, die von derselben technischen Lösung betroffen ist und den qualitativen Zustand des gesamten Grundwasserkörpers gefährden kann.

### Thermische Auswirkungen

„Die Grundwassertemperaturen sind sehr stark durch diverse Einflüsse aus dem Stadtgebiet (Gebäudeabwärme, tiefe Einbauten, thermische Nutzungen) geprägt und liegen im überwiegenden Teil weit über dem Jahresmittel der Lufttemperatur. (...) Durch den Aufstau

der Mur ist vor allem in jenen Bereichen eine größere thermische Beeinflussung zu erwarten, in denen direkt Oberflächenwasser aus dem Stauraum in das Grundwasser gegeben sein wird. (...) Es ist (...) sehr wohl zu erwarten, dass durch die verstärkte Infiltration in den Sommermonaten verstärkt Oberflächenwasser mit im Vergleich zum Grundwasser höherer Temperatur in das Grundwasser infiltriert, in den Wintermonaten mit tieferer Temperatur.“

Abgesehen von einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit diverser Wasserwärmepumpenanlagen und der damit verbundenen Beeinträchtigung fremder Rechte – vor allem bei Kühlung im Sommer (mit laut Projekt wärmerem Grundwasser) und Heizen im Winter (mit laut Projekt kühlerem Grundwasser) – ist durch eine weitere Zunahme der ohnehin schon anthropogen bedingt stark erhöhten Grundwassertemperaturen im Stadtgebiet von Graz und einer damit einhergehenden stärkeren mikrobiologischen Belastung des Grundwassers eine Gefährdung des guten qualitativen Zustandes des Grundwasserkörpers gegeben.

#### Zusammenfassung Fachbereich Grundwasser

Aus hydrogeologischer Sicht basiert das geplante Projekt auf teilweise nicht nachgewiesenen Annahmen (Modellierung der Grundwasserströmungsverhältnisse inklusive Funktionsfähigkeit der Grundwasserdynamisierung mittels Begleitdrainage) und nimmt nicht den rechtlichen Zustand hinsichtlich der Konsensentnahmen als Grundlage sondern einen nicht näher definierten bzw. nachzuweisenden Ist-Zustand.

Weiters berücksichtigt das Projekt nicht den aktuellen Stand an allfällig beeinflussten fremden Rechten bzw. bewertet nicht die Auswirkungen möglicher geänderter Grundwasserströmungsverhältnisse auf diese Rechte. Dazu wird angemerkt, dass die Auswirkungen auf die Grundwasserströmungsverhältnisse sowie mögliche fremder Rechte wesentlich schlüssiger nach einer mehrjährigen Betriebsdauer der Kraftwerke Gössendorf, Kalsdorf und Gratkorn nach Stabilisierung der geänderten Grundwasserverhältnisse beurteilt werden könnten. Generell ist eine Verschlechterung des qualitativen Zustandes des Grundwasserkörpers Grazerfeld nicht auszuschließen, zumal im Projekt selbst zumindest für den Nahbereich der Mur maßgebliche Verschlechterungen angenommen werden. Das Projekt müsste jedenfalls das Szenario eines Versagens der Steuerung der Grundwasserdynamik darstellen und hinsichtlich seiner Auswirkungen bewerten.

Weiters müssten für diesen Fall eventuell in weiterer Folge erforderliche Maßnahmen (z.B. künstliche Sauerstoffanreicherung des Grundwassers) aufgezeigt werden, um den guten Zustand des Grundwasserkörpers sowie die bestehenden Wasserrechte abzusichern. Insgesamt besteht durch das zur Bewilligung vorgelegte Projekt, auch wenn die maßgeblichen zur Trinkwasserversorgung genutzten Grundwasservorkommen nicht wesentlich beeinträchtigt werden sollten, die generelle Gefahr einer erheblichen Auswirkung auf den Grundwasserkörper, jedenfalls wird der flächendeckende Grundwasserschutz im gesamten Grundwasserkörper nicht aufrecht zu erhalten sein.

Zusätzlich wird aufgrund der Vielfalt der Altlasten, die vom gegenständlichen Projekt betroffen sein könnten, das Vorhaben als nicht exakt einschätzbar und daher kritisch betrachtet.

Somit wird das gegenständliche Vorhaben auf Basis der vorgelegten Unterlagen, insbesondere hinsichtlich der reduzierten Grundwasserdynamik durch die Entkoppelung des Grundwassersystems vom Vorfluter und den daraus resultierenden reduzierenden Grundwasserverhältnissen in Kombination mit den bereits bewilligten bzw. in Bau befindlichen Murkraftwerken im Raum Graz und Umgebung negativ beurteilt. Gleiches gilt auch für die thermischen Auswirkungen auf den ohnehin schon anthropogen thermisch vorbelasteten Grundwasserkörper.

**Dazu ist folgendes festzustellen:**

Eingangs wurde als unkorrekt bemängelt, dass nur die tatsächlichen Entnahmen größerer Versorgungsbrunnen berücksichtigt wurden und nicht die tatsächlichen Entnahmemengen. Es wurde die Aussage des Projektanten in Zweifel gezogen, dass die Summe der bewilligten Konsensmengen im Grazer Feld weit über den tatsächlichen Grundwasserdarbot gelegen ist.

Zu diesem Thema hat sich der Unterfertigte der Mühe unterzogen sämtliche bewilligten und daher im Wasserbuch eingetragenen Brunnen in der Stadt Graz im Wasserbuch des Landes Steiermark (angesiedelt in der FA19A – Wasserwirtschaft) zu erheben. Allein in der Landeshauptstadt gibt es 524 eingetragene Wasserrechte (nur Trink- und Nutzwasserversorgungen und thermische Grundwassernutzungen ohne Wiederversickerung) mit einem erteilten Konsens von insgesamt ca. 135.000 m<sup>3</sup>/d (ca. 50 Mio. m<sup>3</sup>/a), mit den Unsicherheiten der zahlreichen Wasserrechte, für die keine Konsens verzeichnet ist ca. 150.000 m<sup>3</sup>/d (ca. 55 Mio. km<sup>3</sup>/a).

Der gesamte berührte Grundwasserkörper „Grazer Feld“ weist eine Fläche von ca. 166 km<sup>2</sup> auf. Bei einer durchschnittlichen - hoch angesetzten, weil geringere Neubildung im Aubereich oder in der Stadt Graz mit Ableitung der Oberflächenwässer in die Vorflut - Grundwasserneubildung von 25% des Jahresniederschlages (= ca. 860 mm) beträgt diese in absoluten Zahlen ca. 36 Mio. m<sup>3</sup>. Die Seitenbäche bringen laut Projekt noch etwa 31 l/s (= ca. 1 Mio. m<sup>3</sup>/a). D.h. laut erteilter Konsense darf allein in der Stadt Graz um 19 Mio. m<sup>3</sup>/a mehr Grundwasser entnommen werden, als im ganzen Grazer Feld, von Gratkorn-Süd bis Wildon neu gebildet wird. Dabei sind jedoch die bewilligungsfreien privaten Grundwasserentnahmen und die kommunalen und gewerblichen Entnahmen im Umfeld von Graz (Grazer Feld) nicht berücksichtigt, die grob geschätzt den Entnahmewert noch verdreifachen würden (allein die Wasserwerke Graz-Feldkirchen und Kalsdorf, die nicht berücksichtigt wurden, verfügen über einen Konsens von ca. 540 l/s = ca. 17 Mio. km<sup>3</sup>/a).

Die Aussage der Projektanten ist demzufolge wohl glaubwürdig. Es liegt daher an der zuständigen Behörde im Zusammenwirken mit dem wasserwirtschaftlichen Planungsorgan,

seinen Aufgaben entsprechend, den verfügbaren Grundwasservorrat derart zu verteilen, dass eine Übernutzung des Grundwasserkörpers auszuschließen ist; nicht jedoch – weil dafür weder zuständig noch befugt – in den Händen eines einzelnen Konsenswerbers.

Richtig ist, dass sich in Teilbereichen des Einflussgebietes des geplanten Kraftwerkes die Grundwasserströmungsrichtung ändert. Dies ist in jenen Arealen der Fall, in welchen keine technischen Maßnahmen in Form von Abdichtung und Drainage geplant sind. Betroffen sind im Einzelnen die innere Stadt (Bezirke Gries, Innere Stadt und Jakomini), in welcher allein aufgrund der urbanen Verhältnisse größere Grundwassernutzungen mit ausgewiesenen Schutzzonen nicht vorhanden und auch fachlich nicht vertretbar sind.

Betroffen sind auch die südlichen Teile der Bezirke Liebenau und Puntigam. Hier trifft es eine größere Zahl von mit Schutzgebieten gesicherten Wasserversorgungen (u.a. Brauunion), entsprechende privatrechtliche Vereinbarungen über Ersatz oder Entgelt wären zu schaffen.

Wie eine Recherche im GIS Stmk. ergab, sind die übrigen Schutzgebiete entweder nur einzonig oder ohne Relation zur tatsächlichen Grundwasserströmungsrichtung (weil falsch ausgerichtet oder kreisrund) ausgewiesen. Jedenfalls entspricht keines dieser Schutzgebiete dem Stand der Technik und schützt nicht im Mindesten das reale unmittelbare Einzugsgebiet der jeweiligen Grundwasserfassung. Eine Veränderung des Einzugsgebietes ist für diese darum ebenso wenig von Belang, wie für jene Wasserversorgungen, die über kein Schutzgebiet verfügen. Eine Änderung des Einzugsgebietes von „urbanes Gebiet“ samt gewerblicher, industrieller oder intensiv landwirtschaftlicher Nutzung, Kanalisationen unbekannter Dichtheit und Versickerungen von Oberflächenwässern unbekannter Qualität auf „urbanes Gebiet“ selbiger Eigenschaften wird nicht als Verschlechterung angesehen.

Dass thermische Grundwassernutzungen allein schon aufgrund der Änderung der Grundwasserströmungsrichtung und der verstärkten Infiltration von Oberflächenwasser beeinträchtigt sein können, wird nicht in Abrede gestellt. Aufgrund der derzeitigen Datenlage ist eine exakte Modellierung nicht möglich, eine entsprechende Beweissicherung wird diesen Umstand zu beheben haben. Allfällige Entschädigungen bei Beeinträchtigung sind obligatorisch.

Zur Frage der Berücksichtigung der Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf bei der Modellierung der Grundwasserverhältnisse (Wertung als Ist-Zustand) darf festgehalten werden, dass diese Kraftwerke einer Bewilligung nach dem UVP-G unterzogen und die getroffenen hydrogeologischen Aussagen – auch von wasserwirtschaftlicher Seite - als schlüssig und nachvollziehbar bewertet wurden. Diese Ansicht wird vom Unterfertigten, der auch bei den beiden genannten Kraftwerken Gutachter war, auch weiterhin geteilt. Es wäre allerdings wünschenswert bereits auf Erfahrungswerte aus dem Betrieb der Kraftwerke zurückgreifen zu können.

Dass die Datenerhebung bezüglich fremder Rechte mit Juli 2009 endete, liegt wohl daran, dass mit diesem Zeitpunkt auch die Projektierung finalisiert wurde. Auch wenn sich über eine entsprechend lange Verfahrensdauer Änderungen daran ergeben, wird daraus nicht die Notwendigkeit abgeleitet, permanent Anpassungen vorzunehmen, was das Verfahren im jeweiligen Widerspiel von Änderung des Projektes zu Begutachtung durch Sachverständige in unendliche Länge treiben würde. Dies findet so auch nicht bei z.T. Jahre währenden Verfahren vor den Ministerien oder den obersten Gerichtshöfen statt.

Die Ansicht, dass die bescheidgemäß ausgesprochenen Schutzgebietsauflagen für den Brunnen Getina Getränkeindustrie AG die Bauarbeiten für Drainage und Dichtwand ausschließen würden, beruht aller Voraussicht nach auf einem Irrtum. Dem Projekt liegt der maßgebliche Auszug aus dem Bescheid bei und darin ist für das ausschließlich berührte weitere Schutzgebiet lediglich definiert, dass bestimmte Maßnahmen – darunter auch Grabungen über eine Tiefe von 2,0 m – ohne wasserrechtliche Bewilligung verboten sind. Es stellt sich angesichts der Nutzungen im Zustrombereich und der vorhandenen massiven Kontamination die Frage, warum eine solche Bewilligung nicht erteilt werden soll, vor allem weil eine Nutzung des Grundwassers zur Trinkwasserversorgung zum derzeitigen Stand der Erkenntnisse und technischen Regeln keinesfalls einer Bewilligung zugeführt werden könnte. Die Forderung des Projektanten nach Löschung des Wasserrechtes kann daher nachvollzogen werden.

Zur Problematik der verringerten Grundwasserdynamik mit den damit verbundenen Begleiterscheinungen, die in einer effektiven Verschlechterung der Grundwasserqualität münden, ist anzumerken, dass die Summationswirkung sehr wohl Berücksichtigung fand. Es wird jedenfalls – so auch vom Unterfertigten beurteilt – zu einer flächenhaft gesehen, nicht unbedeutenden Einwirkung auf das Grundwasser kommen. Dennoch stellen die Normen des Wasserrechtes – hier: Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser – die einzig zulässigen Beurteilungskriterien dar und ist nach diesen mit unvermeidbar nachteiligen Auswirkungen nicht zu rechnen. Die Miteinbeziehung des KW Gratkorn wird – weil in einem anderen Grundwasserkörper gelegen („Murdurchbruchstal“) – als fachlich nicht begründet erachtet.

Der Austausch mit der Vorflut ist ohnedies weitestgehend nicht geplant, da dieser zwischen Dichtwand eingekapselt und von Drainagen hydraulisch ersetzt, eine solche Funktion auch nicht mehr erfüllen kann. Die Kolmation ist in diesem Fall, vor allem auch wegen der durchwegs murparallelen Grundwasserströmung nur von untergeordneter Bedeutung.

Dass durch die Veränderung des thermischen Regimes und der Änderung der Grundwasserströmung fremde Rechte beeinträchtigt werden können, steht außer Streit. In Zweifel gezogen wird hingegen die Aussage, dass durch die weitere Zunahme der bereits anthropogen veränderten Grundwassertemperatur die mikrobiologische Belastung derart zunimmt, dass eine Gefährdung des guten qualitativen Zustandes des Grundwasserkörpers eintritt. Dies einerseits aufgrund des Umstandes, dass mikrobiologische Parameter in der für

die Bewertung des Zustandes maßgeblichen Qualitätszielverordnung nicht vorkommen. Weiters wird bezweifelt, dass an einem Grundwasserkörper, an welchen laufend Einwirkungen mikrobiologische Art stattfinden, sei es durch Grabungen im Grundwasserschwankungsbereich, durch lecke Kanalisationen, durch Versickerung von Oberflächenwässern u.v.m. noch gravierende, messbare Verschlechterungen stattfinden können. Letztlich wird der Einfluss der Mur über das gesamte Gebiet durch die technischen Maßnahmen deutlich minimiert und dadurch wieder ausgeglichen.

### **3.4.10 Plattform Rettet die Mur vom 30.8.2011 (OZ: 119)**

Seitens der Plattform „Rettet die Mur“ wird darauf hingewiesen, dass auf die bestehenden Altlasten im Bereich des KW-Standortes (linksseitig der Mur) in den Einreichunterlagen nicht konkret eingegangen wird. Einige Annahmen in [0301] sind nicht plausibel bzw. nicht nachvollziehbar, etwa (S. 44), dass "im Stadtgebiet keine tieferen Ablagerungen zu erwarten sind", wo sogar in der Plandarstellung in Abb. 7 auf dem Gelände der Remise (Steyrergasse) umfangreichere Altlasten bestanden und auf S. 44 auch explizit darauf hingewiesen wird, dass eine genauere Beurteilung des Gefährdungspotentials der Altstandorte noch nicht vorliegt. Damit sind aber auch eine ausreichend konkrete Beurteilung und ein Ausschluss von allfälligen Beeinträchtigungen und Gefährdungen nicht möglich.

Im Gutachten zur Geotechnik wird bestätigt, dass durch die Stauung bzw. Unterwassereintiefung der Mur hydrologische Veränderungen auftreten werden. Diesen soll durch technische Maßnahmen (wie Dichtwände und Begleitdrainagen) entgegen gewirkt werden, sodass keine auf hydrologische Faktoren zurückzuführenden Veränderungen des Untergrundaufbaus und der Untergrundstabilität auftreten. Allerdings kann nicht mit 100 prozentiger Sicherheit davon ausgegangen werden, dass die technischen Maßnahmen von Betriebsbeginn an greifen. Die Feinabstimmung dauert bei Wasserkraftwerken oft Jahre. Falls die Drainagen zu groß sind, kann zu viel Grundwasser abrinnen und das Umland trocknet aus, sind sie zu klein, steht das Umland unter Wasser. Da man sich noch nicht einmal bei den Projekten Gössendorf und Kalsdorf sicher ist, wie sich der Stau auf die Trinkwassersituation auswirken wird, kann auch hier der Fall auftreten, dass die technischen Maßnahmen nicht den gewünschten Ausgleich erfüllen. Deshalb kann man die möglichen hydrologischen Veränderungen nicht unberücksichtigt lassen.

**Dazu ist festzustellen**, dass aus fachlicher Sicht kein Widerspruch zwischen der Aussage, dass im Stadtgebiet keine tieferen Ablagerungen zu erwarten sind und dem Vorhandensein des Altstandortes „Steyrergasse“ erkannt werden. Bei Ablagerungen handelt es sich um alte Deponien, während Altstandorte betriebsbedingte Kontaminationen des Untergrundes definieren. Dass letztere auch deutlich tiefer reichen können wird nicht bestritten.

Dass durch zu große Drainagen zu viel Grundwasser abrinnt und das Umland austrocknen kann, widerspricht den fachlichen Kenntnissen, zumal für den Umstand ob Grundwasser abgeführt wird oder nicht primär die Höhenlage der Drainage maßgeblich ist. Diese werden auf Höhe eines hohen Mittelwasserstandes situiert, der bislang natürlich schon häufig unterschritten wurde, ohne dass das Umland ausgetrocknet ist.

Das ausreichende Abfuhrvermögen der Drainage wird vom wasserbautechnischen ASV geprüft.

### **3.4.11 Arge Müllvermeidung vom 31.8.2011 (OZ: 120)**

Die ARGE Müllvermeidung äußert, dass es laut Antragsteller zu keiner qualitativen Beeinflussung zentraler Wasserversorgungsanlagen kommen soll. Es besteht jedoch eine theoretisch mögliche Mobilisierung von Schadstoffen aus Altstandorten, sprich Altlasten, vor allem rechts und links der Mur im Bereich Lazarettgürtel, Neuholdaugasse, nördlich des Karlauergürtels, in dessen Bereich das Grundwasser ansteigen soll. Mögliche Auswirkungen werden als "geringfügig nachteilig" bezeichnet.

Wie sehen hier angeführte Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen aus? Für entsprechende Information ihrerseits wären wir hier sehr dankbar.

**Dazu ist festzustellen**, dass hinsichtlich der Beurteilung der Gefahr durch Mobilisierung von Schadstoffen aus Altstandorten insbesondere auf die vom Unterfertigten verlangte Projektergänzung verwiesen sei, die sich eingehend mit der Problematik beschäftigen und deren Schlussfolgerungen aus fachlicher Sicht auch als nachvollziehbar zu erachten sind.

### **3.4.12 WWF vom 31.8.2011 (OZ: 121)**

Aus den Äußerungen des WWF konnte keine Fragestellung, den Fachbereich Grundwasserschutz betreffend, abgeleitet werden.

### **3.4.13 BI „Unser Lebensraum“ vom August 2011 (OZ: 123)**

Die Bürgerinitiative meint, dass auf die bestehenden Altlasten im Bereich des Standortes (linksseitig der Mur) in den Einreichunterlagen nicht konkret eingegangen wird.

Einige Annahmen in [0301] sind nicht plausibel bzw. nicht nachvollziehbar. Etwa auf S. 44, dass "im Stadtgebiet keine tieferen Altablagerungen zu erwarten sind". Und ebendort wird



explizit darauf hingewiesen, dass eine genauere Beurteilung des Gefährdungspotentials der Altstandorte noch nicht vorliegt.

Damit ist aber auch eine ausreichend konkrete Beurteilung und ein Ausschluss von allfälligen Beeinträchtigungen und Gefährdungen nicht möglich! Etwa 1985 wurden Abfallreste entdeckt. In vielen Bereichen Schönau - Grünanger können derartige Abfälle nicht ausgeschlossen werden.

Die südlichen Stadtteile von Graz waren in den letzten Jahrzehnten stärker von wasserbezogenen Beeinträchtigungen betroffen als andere.

Massive Auswirkungen hat es (u. a.) gegeben durch - die Chrom-Belastung im Bereich Puchwerk, - die Perchloräthylen-Verschmutzungen, - die durch mehrere Ursachen nötige Abdichtung der Deponie Köglerweg, - die Nitratbelastung des Wasserwerks Feldkirchen (langsame Besserung), - eine Vielzahl von Altlasten und -Verdachtsflächen, etc.

Die Fragestellung sollte sein, ob durch das vorliegende Projekt die langsame Verbesserung der Grundwasser-Verhältnisse unterstützt wird oder nicht, ob die Gewässergüte verbessert wird oder nicht, die Selbstreinigungskraft verbessert wird oder nicht, ob die Artenzahl (bzw. die Vielfalt) vergrößert wird oder gefährdet, etc.

**Dazu ist festzuhalten**, dass hinsichtlich der Beurteilung der Gefahr durch Mobilisierung von Schadstoffen aus Altstandorten insbesondere auf die vom Unterfertigten verlangte Projektergänzung verwiesen sei, die sich eingehend mit der Problematik beschäftigen und deren Schlussfolgerungen aus fachlicher Sicht auch als nachvollziehbar zu erachten sind.

Ein Vorhaben dieser Art – und das ist auch nicht seine Aufgabe – kann und muss nicht der Unterstützung der Verbesserung der Grundwasserverhältnisse dienen.

### **3.4.14 Naturschutzbund vom 31.8.2011 (OZ: 124)**

Der Naturschutzbund erhält seit zwei Jahren laufend Anfragen von besorgten Bürgern, was betreffend feuchter werden von Kellern zu erwarten ist und wie man sich dann gegenüber einem großen mit Rechtsanwälten ausgestatteten Konzern wehren kann. Diese Frage wird an die Politik von Graz weitergegeben, die sich wahrscheinlich damit in den nächsten Jahrzehnten in zahlreichen Streitfällen – ob berechtigt oder nicht – beschäftigen wird müssen.

An die Betreiber wird der Wunsch gerichtet, diesbezüglich ganz klare Richtlinien im Sinne einer für den Bürger kostenfreien Schadloshaltung zu erklären.

**Dazu ist festzuhalten**, dass die quantitativen Auswirkungen auf das Grundwasser, sprich jene auf den Grundwasserstand, sehr wohl einer umfangreichen Betrachtung unterzogen wurde.

Bei unterschiedlichen Wasserständen (hoch [Q95] – mittel [Q50] – niedrig[q05]) wurden die Veränderungen modelliert und dargestellt.

Dabei stellte sich heraus, dass es vor allem in großen Teilen der Bezirke Innere Stadt, Jakomini und Gries bei einem hohen Grundwasserstand (Q95) zu Grundwasseranhebungen bis zu 0,5 m, im murnahen Bereich bis 1,0 m kommt. Bei einem natürlichen Flurabstand von durchschnittlich 5 bis 10 m in diesem Bereich und unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Kellertiefe von 3 m kann nicht von gravierenden Änderungen für das Bauwerk ausgegangen werden. Deutlich tiefer Einbauten musste bislang schon, aufgrund der Lage im Grundwasserschwankungsbereich, auf die dichte Ausführung achten.

Dass es Sinn macht, dass HausbesitzerInnen vor Baubeginn den Zustand ihrer Einbauten (Keller, Tiefgaragen u.dgl.) kontrollieren sollten, kann nur unterstrichen werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass aufgrund der Medienpräsenz des Vorhabens und des öffentlichen Ediktes „Jedermann“ vom Vorhaben Kenntnis erlangt haben dürfte.

### **3.4.15 Umweltdachverband vom 31.8.2011 (OZ: 125)**

In Zusammenhang mit der Unterwassereintiefung, die in der Betriebsphase zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen kann, wird nur auf ausgewählte Wasserversorgungsanlagen eingegangen.

- Warum wurden nicht alle Wasserversorgungsanlagen erfasst? Wenn Wasserversorgungsanlagen ausgeschlossen werden, so muss dieser Ausschluss nachvollziehbar begründet werden.
- Bezüglich der Grundwasserqualität wird in der UVE darauf hingewiesen, dass in der Betriebsphase die Dynamik des Grundwasserspiegels im Einflussbereich des Stauraums erheblich reduziert wird. Dadurch sind geringfügig nachteilige Auswirkungen auf die Grundwasserqualität infolge des verringerten Sauerstoffaustausches mit der Bodenluft wahrscheinlich.

Welche Gründe sind für die genannte Umweltverträglichkeit der Qualitätsverschlechterung zu nennen?

**Dazu ist festzustellen**, dass alle jene Wasserversorgungen erfasst wurden, die erhebliche Beeinträchtigungen durch Absinken des Grundwasserspiegels zu erwarten haben. Geringfügige Einwirkungen sind nicht zu betrachten.

Dass die prognostizierte Qualitätsverschlechterung als umweltverträglich zu beurteilen ist, ist ausschließlich die fachliche Ansicht der Projektanten. Ob das auch wirklich so zu sehen ist, kann dem Gutachten des Unterfertigten entnommen werden.

### 3.4.16 OEAV vom 29.8.2011 (OZ: 130)

Der OEAV stellt fest, dass die Grabungsarbeiten für die rechtsufrige Drainage in der Nähe des Altstandortes "Alpenteer" erfolgen werden. Durch das Vorhaben sind die Schongebiete des Wasserwerks Feldkirchen unmittelbar betroffen.

Ein Teil des flussbegleitenden Waldsaums (südlich der B. v. Suttner Friedensbrücke, ab der Eisenbahnlinie) befindet sich in einem verordneten Wasserschongebiet. Wie wirkt sich die kumulierte Beeinträchtigung der fehlender Beschattung und verzögerten Fließgeschwindigkeit auf den qualitativen Zustand des Wasserschongebietes aus?

Der UVE ist zu entnehmen, dass aufgrund der Wasserverbrauchsentwicklung der letzten Jahre mit Ausnahme des Wasserwerks Feldkirchen mit keiner drastischen Erhöhung der tatsächlichen Entnahmemengen zu rechnen ist. Was bedeutet drastisch? Der Begriff „drastisch“ wird in den Materiengesetzen nicht präzisiert.

In Zusammenhang mit der Unterwassereintiefung, die in der Betriebsphase zu einer Absenkung des Grundwasserspiegels führen kann, wird nur auf ausgewählte Wasserversorgungsanlagen eingegangen. uE müssen ausnahmslos alle Wasserversorgungsanlagen erfasst werden. Wenn Wasserversorgungsanlagen ausgeschlossen werden, so ist dieser Ausschluss nachvollziehbar zu begründen.

Bezüglich der Grundwasserqualität wird in der UVE darauf hingewiesen, dass vorhabensbedingt in der Betriebsphase die Dynamik des Grundwasserspiegels im Einflussbereich des Stauraums erheblich reduziert wird. Dadurch sind geringfügig nachteilige Auswirkungen auf die Grundwasserqualität infolge des verringerten Sauerstoffaustausches mit der Bodenluft wahrscheinlich. Es wird in der UVE allerdings nicht dargestellt, was ursächlich dafür ist, dass diese Qualitätsverschlechterung dennoch umweltverträglich ist.

**Dazu ist festzuhalten**, dass die Aussage, dass durch die Grabungsarbeiten in der Nähe des Altstandortes Alpenteer das Schongebiet Feldkirchen betroffen sein kann, nicht geteilt werden kann. Dies im Lichte dessen, dass dieser Altstandort derzeit in Sanierung begriffen ist respektive bereits saniert ist und im Rahmen dieser Sanierung weitaus massiver Eingriffe direkt in die Kontamination erfolgten, ohne dass Auswirkungen erkennbar waren.

Nachdem das Grundwasser erwiesenermaßen unterirdisch fließt, wird die fehlende Beschattung wohl von untergeordneter Bedeutung sein, ebenso wie die davon völlig unabhängige Fließgeschwindigkeit des Oberflächengewässers.

Die Definition von „drastisch“ obliegt dem Projektanten, wird aber vom Unterfertigten als „maßgeblich“ bzw. „erheblich“ verstanden.

Dass die prognostizierte Qualitätsverschlechterung als umweltverträglich zu beurteilen ist, ist ausschließlich die fachliche Ansicht der Projektanten. Ob sie auch wirklich so zu sehen ist, kann dem Gutachten des Unterfertigten entnommen werden.

### **3.4.17 Ilse und Helmut Trantin vom 30.8.2011 (OZ: 131)**

Die Familie Trantin stellt fest, dass anhand der Ausführungen in Kapitel 3 „Methodik“ auf Seite 11 zur Aufnahme der Ist-Situation im engeren Betrachtungsgebiet 10 Untersuchungsbohrungen existieren mit deren Hilfe eine Kalibrierung eines „instationären Modells der Grundwasserströmung“ erfolgte. Unter Zuhilfenahme dieses Berechnungsmodells wurden die Auswirkungen des geplanten Kraftwerks auf den Grundwasserspiegel errechnet. Im kompletten 179 seitigen Bericht findet sich keine Erklärung oder Beschreibung über den Aufbau und die Funktionsweise des Berechnungsmodells. Es ist somit unmöglich dies zu überprüfen und auch die Ergebnisse zu verifizieren! Da weder Aufbau noch Funktionsweise des Modells bekannt sind, ist nicht klaggestellt, ob das Modell den „Stand der Wissenschaften“ repräsentiert, oder ob es dem anerkannten „Stand der Technik“ zuzurechnen ist und folglich bereits national und international, eventuell auch in Normen Verwendung findet. Weiters ist anzumerken, dass ausschließlich die Berechnungsergebnisse des Modells zur Beurteilung der Auswirkungen des geplanten Kraftwerkbaus auf den Grundwasserspiegel herangezogen werden. Etwaige praktische reale Versuche und Erprobungen sowie Überprüfungen wurden nicht durchgeführt! Angesichts der immensen Wichtigkeit des Grundwasserspiegels und dessen Auswirkungen für immerhin über 34.000 betroffene Menschen wäre die Erteilung der Umweltverträglichkeit, alleine auf Basis von Simulationsergebnissen eines nicht verifizierbaren instationären Modells, grob fahrlässig. Die Umweltverträglichkeit ist somit zu untersagen.

Im Abschnitt 4.8.1.1 auf Seite 45 ist erwähnt, welche Arten von Rand- und Ausgangsbedingungen im Berechnungsmodell bei der Simulation verwendet wurden.

Allerdings gibt es keine konkreten Angaben, welche Werte tatsächlich herangezogen wurden. Auszug: „Die Startverteilung des Porenvolumens - ein wichtiger Systemparameter zur Beschreibung der Speicherfähigkeit in der instationären Modellierung – wurde aus ebenfalls aus den vorhandenen Modellen festgelegt.“

Wie bereits erwähnt ist eine Überprüfung und Verifikation unmöglich!

Im Abschnitt 4.8.1 .7 „Instationäre Modellkalibrierung“ Seite 59 ff ist die Güte der Kalibrierung (Differenz gemessen zu berechnet) des instationären Modells wie folgt dargestellt. „Abbildung 22 zeigt, dass 80% der Messstellen der Hydrographischen

Landesabteilung innerhalb eines Fehlers von +50 cm und -30 cm liegen, bei 60% ist der Fehler kleiner als rund 25 cm."

Diese Aussage ist falsch!

Je nach ausgewähltem Teilabschnitt aus Abbildung 22 liegen:

80% der Messst. innerhalb eines Fehlers von +50 cm bis -30 cm (Summe 80 cm) 60% der Messst. innerhalb eines Fehlers von +30 cm bis -20 cm (Summe 50 cm) 100% der Messst. innerhalb eines Fehlers von +165 cm bis -55 cm (Summe 220 cm)

Weiters ist angeführt, dass mit einem mittleren Fehler der Modellkalibrierung von etwa 20 cm gerechnet werden kann. Dies ist grob fahrlässig! Laut Abbildung 22 weisen maximal 20% der Messstellen eine Fehlerabweichung von in Summe 20 cm auf! Den mittleren Fehler der Modellkalibrierung mit 20 cm anzunehmen ist falsch. Die Ermittlung des mittleren Fehlers der Modellkalibrierung muss auf statistisch - mathematischen Grundsätzen basieren! Mindestens 80% der Messstellen sollten abgedeckt sein - damit würde der mittlere Fehler der Modellkalibrierung bei etwa 100 cm liegen. Eine Erteilung der Umweltverträglichkeit auf Basis einer Berücksichtigung des mittleren Fehlers der Modellkalibrierung von in Summe 20 cm ist grob fahrlässig! Die Umweltverträglichkeit ist somit zu untersagen!

In Abschnitt 4.8.3 „Einfluss der Murregulierung und langjährige Tendenzen des Grundwasserspiegels" wird auf Seite 64 ff angeführt, dass die Gesamteintiefung der Mur an der Hauptbrücke seit der Murregulierung im Jahre 1877 rund 4 Meter beträgt und somit für den murnahen Bereich von sehr ähnlicher Absenkung des Grundwasserspiegels ausgegangen werden kann. Es ist absolut nicht nachvollziehbar, warum im Bericht ständig auf einen willkürlich gelegten Zeitpunkt (Murregulierung) bezogen wird. Die Murregulierung wurde aufgrund von Überschwemmungen durchgeführt und war notwendig. Die nachfolgende Eintiefung der Mur und der damit sinkende Grundwasserspiegel hat dazu geführt, dass Überschwemmungsgebiete nicht mehr überschwemmt wurden und einst sumpfige Wiesen zu Bauland umgewidmet werden konnten. Der Großteil des Murumlandes ist nun verbaut, dies ist Tatsache! Ein künstliches Anheben des Murwasserspiegels durch das geplante Kraftwerk führt unweigerlich zu einem Ansteigen des Grundwasserspiegels! Wenn schon permanent auf die Murregulierung um 1877 bezogen wird ist auch ein Vergleich der Flächenwidmungspläne „Vor der Regulierung" und „Heute" durchzuführen und jede Umwidmung nach 1877 neuerlich zu bewerten bzw. eine im nächsten Punkt angeführte Überprüfung aller betroffenen Häuser und Keller durchzuführen. Eine Erteilung der Umweltverträglichkeit ohne präzise Erhebung und Überprüfung (Niveauüberprüfung) der bestehenden Gebäude ist grob fahrlässig! Die Umweltverträglichkeit ist somit zu untersagen!

Bei der Beurteilung der „Auswirkungen mit Verbesserungsmaßnahmen" auf Seite 135 ist angeführt, dass es bei „Mittelwasserverhältnissen im Großteil des Einflussbereichs des Stauraums zu Anhebungen des mittleren Grundwasserspiegel und damit zu einer

Verringerung der mittleren Flurabstände, welche aber in Anbetracht der Tiefenlage des Grundwasserspiegels als nicht kritisch zu sehen ist kommen kann.

Die höchsten Anhebungsbeträge sind in jenem Bereich, in dem keine Drainagen vorgesehen sind und betragen dort 1,5 m bzw. knapp über 1,5 m im Bereich des Augartens, liegen aber weit unterhalb der mittleren Grundwasserstände vor der Regulierung.

Der Bezug auf diesen Zeitpunkt ist absolut sinnlos!

Die Begleitdrainagen wurden auf Niveau Q75 vorgesehen, dies bedeutet, dass bei Realisierung des Projektes weiträumig dieser permanent erhöhte Grundwasserspiegel gegeben sein wird. Die Simulation der berechneten Grundwassererhöhung mit dem instationären Modell, von 1,5 m bei Mittelwasserverhältnissen ist wie bereits angeführt fehlerbehaftet. Berücksichtigt - hoffentlich - wurde ein Fehler von 20 cm, welcher aber wie bereits angeführt sicher nicht repräsentativ ist. Berücksichtigt man den zuvor abgeschätzten Fehler von +/- 50 cm liegt die Erhöhung des Grundwasserspiegels bereits bei 1,9 Meter, im Bereich Augarten darüber. Die Erhöhung des Grundwasserspiegels von über 1,5 Meter bis 1,9 Meter und mehr führt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit zu Überschwemmungen in Kellern und Tiefgaragen. Leider wurde bei der Erstellung des Gutachtens kein Wert auf detaillierte Recherchen und praktische Überprüfung gelegt. Die Errechnung des Erhöhungsbetrages des Grundwasserspiegels mit abschließendem Verweis auf ein höheres Grundwasserniveau vor 1877 ist bei weitem nicht ausreichend.

Die Errechnung des Erhöhungsbetrages des Grundwasserspiegels ist erst der erste Schritt. Die nachfolgend durchzuführende detaillierte geometrische Niveauüberprüfung aller betroffenen Gebäude, vor allem der Keller, fehlt gänzlich.

Bei den Hausbrunnen, ebenfalls im selben Gutachten, wurde dies zumindest begonnen. Ein „Notfallplan - Aktionsplan“ für den Fall, dass Überschwemmungen eintreten ist ebenfalls nicht enthalten. Angesichts der Fehler und Versäumnisse des Berichts wäre es grob fahrlässig 34.000 betroffene Menschen der Überschwemmungsgefahr auszusetzen. Die Umweltverträglichkeit ist somit zu untersagen.

Anmerkungen zur unmittelbaren Betroffenheit als direkt angrenzender Grundstücksmiteigentümer

Der Keller und die Tiefgarage unseres Wohnhauses (Am Langedelwehr 26) reicht sehr nahe (Abstand des Notausganges von der Mur ca. 5 Meter) an die Mur heran. Keller und Tiefgarage liegen ca. 3 m unter der Erde. Der Boden der Tiefgarage ist aufgrund von Sickerschächten nach unten offen ausgeführt. Wir sind seit 1994 Am Langedelwehr 26 wohnhaft und hatten seit diesem Zeitpunkt keine Wasserprobleme in Keller bzw. Tiefgarage. Aufgrund des Sickerschachts ist der Grundwasserspiegel gut erkennbar und dieser liegt knapp unter Bodenniveau der Tiefgarage. Somit würde auch ein geringer Anstieg des Grundwasserspiegels eine Überschwemmung der Tiefgarage unmittelbar nach sich ziehen.

Die Tiefgarage wurde auch als Schutzraum mit Küchen/WC-Anlagen und zusätzlichem Notausgang für ca. 500 Personen konzipiert und steht somit im öffentlichen Interesse.

**Dazu ist festzustellen**, dass aufgrund der ins Treffen gebrachten statistisch-mathematischen Grundkenntnisse ein mittlerer Fehler von 20 cm dann eintritt, wenn einerseits bei 50% der Messstellen eine solcher zu verzeichnen ist oder an 50% der Messstellen (zwischen 30 und 80% der Messstellen) kein größerer Fehler als +20 cm oder –20 cm zu verzeichnen ist. Die genannte Darstellung untermauert diese Aussage.

Dass die Modellrechnung respektive die dafür angewandten Methoden dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse entspricht kann bei entsprechender Fachkunde auch festgestellt werden.

Weiters ist für den ha. hydrogeologischen ASV der Stand vor der Murregulierung nicht außerordentlich maßgeblich, jedoch durchwegs interessant und lässt doch Schlüsse darauf zu, dass für zahlreiche Altbauten durchwegs andere Bemessungswasserstände schon geherrscht haben.

Zur Überschwemmungsgefahr wurde bereits im Gutachten festgestellt, dass die quantitativen Auswirkungen auf das Grundwasser, sprich jene auf den Grundwasserstand, sehr wohl einer umfangreichen Betrachtung unterzogen wurde. Bei unterschiedlichen Wasserständen (hoch [Q95] – mittel [Q50] – niedrig[q05]) wurden die Veränderungen modelliert und dargestellt.

Dabei stellte sich heraus, dass es vor allem in großen Teilen der Bezirke Innere Stadt, Jakomini und Gries bei einem hohen Grundwasserstand (Q95) zu Grundwasseranhebungen bis zu 0,5 m, im murnahen Bereich bis 1,0 m kommt. Bei einem natürlichen Flurabstand von durchschnittlich 5 bis 10 m in diesem Bereich und unter Berücksichtigung einer durchschnittlichen Kellertiefe von 3 m kann nicht von gravierenden Änderungen für das Bauwerk ausgegangen werden. Deutlich tiefer Einbauten mussten bislang schon, aufgrund der Lage im Grundwasserschwankungsbereich, auf die dichte Ausführung achten.

Laut GIS Stmk. liegt die genannte Adresse in jenem Bereich, in welchem bereits Dichtwand und Drainage vorhanden sind und somit mit keinen gravierenden Erhöhungen des Grundwasserstandes zu rechnen ist. Die Drainage auf Höhe des mittleren Hochwasserstandes (Q75) gewährleistet, dass höhere Grundwasserstände (Q95), wie sie auch natürlich auftreten könnten, nicht mehr vorkommen sollten. Hochwasserspitzen werden nach oben hin gekappt.

Gedankt wird für den Hinweis, dass an dieser Adresse offensichtlich Oberflächenwässer einer Tiefgarage direkt in das Grundwasser eingebracht werden, was laut Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser verboten ist und daher einen wasserrechtlichen Missstand darstellt. Die zuständige Behörde wird dem Umstand nachzugehen haben. Ebenso die Baubehörde, da allein aufgrund der natürlichen

Grundwasserspiegelschwankung, die hier bis über 2 m betragen können, mit Überschwemmungen der Tiefgarage zu rechnen ist.

### **3.4.18 Alliance for nature vom 30.8.2011 (OZ: 137)**

Diese Vereinigung äußert, dass es durch das Kraftwerksprojekt zu nicht umweltverträglichen Eingriffen in den Natur und Wasserhaushalt der vom KW-Projekt betroffenen Region kommt. Aspekte der Geologie, Hydrogeologie und Hydrologie wurden für eine ordnungsgemäße, dem UVP-G entsprechende UVP unzureichend analysiert. Die geplanten Ausgleichsmaßnahmen sind unzureichend und entsprechen nicht den Bestimmungen des UVP-G.

Dazu ist festzuhalten, dass die Frage ob etwas umweltverträglich ist oder nicht und ob etwas ausreichend analysiert wurde oder nicht, als reine (fachliche) Ansichtssache zu bewerten ist.

## **3.5 Zu den Varianten und Alternativen**

Als einzige Alternative wird die Nullvariante einer weiteren Betrachtung unterzogen. Diese birgt den Vorteil, dass in den Grundwasserkörper nicht eingegriffen wird und in logischer Konsequenz auch keine Beeinflussungen des Grundwassers stattfinden. Andere Varianten wurden genannt aber nicht in beurteilungsfähiger Schärfe.

## **4 Zusammenfassung**

**In Conclusio** muss festgestellt werden, dass das Vorhaben zwar bedeutende kommunale Wasserversorgungen nicht berührt, jedoch in den Grundwasserkörper erheblich eingreift.

Grundwasserströmung, Grundwasserstände und Grundwasserschwankungen werden deutlich, teilweise zum Nachteil verändert. Zum Nachteil insofern, dass durch die Veränderung der Grundwasserströmungsrichtung fremde Rechte sich nunmehr gegenseitig beeinflussen könnten, was aufgrund der bisherigen bewilligten Situation nicht der Fall war. Die Grundwasserstände werden im Bereich der Inneren Stadt erhöht, was wenig Nachteil mit sich bringt, während die nicht unbeträchtliche Absenkung im Süden von Liebenau und Puntigam zahlreiche Brunnen zu beeinträchtigen vermag.



Beide Umstände können bzw. müssen mittels Beweissicherung geklärt und der Schaden durch entsprechenden Ersatz (als Sach- oder Leistungsbezug respektive monetär) beseitigt werden.

Da jedoch mit dem Erreichen des maßgeblichen kritischen Grundwasserstandes nicht zu rechnen ist, stellt diese **quantitative Veränderung** noch einen **gering nachteiligen Eingriff** dar.

Demgegenüber steht jedoch die qualitative Beeinflussung des Grundwasserkörpers durch die Verringerung der Grundwasserdynamik. Wenn das Ausmaß und die flächige Erstreckung dieses Effektes auch nicht in letzter Konsequenz (sprich zu 100%) klärbar ist, so ist – im Verein mit den bereits bewilligten bzw. bestehenden Kraftwerken - dennoch eine nicht unbeträchtliche Beeinflussung auszumachen.

Sowohl was die berührte Fläche auch was die Zahl der möglicherweise beeinflussten Messstellen sind nahezu  $\frac{1}{4}$  des gesamten Grundwasserkörpers davon berührt. 30% ist die Schwelle für die Ausweisung eines Beobachtungsgebietes, bei Überschreiten der 50% muss dem Grundwasserkörper der „gute Zustand“ abgesprochen werden.

Somit kommt es durch den **qualitativen Eingriff**, trotz **hoher Maßnahmenwirksamkeit** und **fehlender Beeinträchtigung bedeutender kommunaler Wasserversorgungen** zu **merklich nachteiligen Auswirkungen** auf das Schutzgut Grundwasser.

Dies auch deswegen, weil gewisse Fragestellungen nur grob abgeschätzt werden konnten, beispielhaft sei die Problematik der thermischen Beeinflussung genannt. Auch hat das wasserwirtschaftliche Planungsorgan nicht zu Unrecht die mangelnde Erfahrung mit den Modelprognosen beanstandet. Dies ist von geringer Relevanz, wenn es sich um ein neues Kraftwerk handelt, wo auf einen messtechnisch erfassbaren Ist-Zustand aufgesetzt werden kann. Jedoch im Fall der Erstellung eines Modelles auf Basis eines Ist-Zustandes, der selbst modelliert wurde (das sind die in Bau befindlichen Kraftwerke Gössendorf und Kalsdorf), spielt dies eine wesentlich bedeutendere Rolle. Somit können die vorliegenden **Prognosen** als **wahrscheinlich**, jedoch schwerlich als abgesichert erachtet werden.

Graz, am 10.01.2012

Der hydrogeologische ASV

(OBR Mag. Peter Rauch eh.)