



5 JAHRE ARTESER AKTIONSPROGRAMM

M. FERSTL

BERICHTE DER WASSERWIRTSCHAFTLICHEN PLANUNG - BAND 85, GRAZ 2014

AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG
ABTEILUNG 14 - WASSERWIRTSCHAFT, RESSOURCEN UND NACHHALTIGKEIT
REFERAT WASSERWIRTSCHAFTLICHE PLANUNG



Das Land
Steiermark

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Wasserwirtschaftliche Betrachtung von Tiefengrundwasservorkommen	7
2.1 Bedeutung von Tiefengrundwasser	7
2.2 Wasserwirtschaftliche Fragestellungen	7
3. Tiefengrundwasser in den Bundesländern	10
4. Tiefengrundwasser in der Steiermark	12
5. „Gespannt“ oder „artesisch gespannt“?	22
6. Aktuelle Datenlage in der Steiermark	26
7. Stand der Technik bei Tiefbrunnenanlagen	29
7.1 Vorgaben	29
7.2 Überprüfung	30
8. Das „Arteser Aktionsprogramm“	34
8.1 Zustandserhebung	35
8.2 Sanierung des Altbestands (Hausarteeser)	47
8.3 Rückbau des Tiefbrunnens	49
8.4 Nachhaltiger Nutzen	71
9. Kalkulationsbeispiele	78
9.1 Rückbau eines Hausarteesers	78
9.2 Neuerrichtung eines Hausarteesers	80
9.3 Geophysikalische Bohrlochmessungen	81
10. Literatur	82

1. Einleitung

Die EU-Wasserrahmenrichtlinie und somit auch das Österreichische Wasserrechtsgesetz haben unter anderem das Ziel einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Tiefengrundwässern. Darunter wird sowohl die Nutzung von Tiefengrundwässern als Trinkwasser als auch für verschiedene balneologische oder energetische Zwecke in der Art und Weise verstanden, dass auch für zukünftige Generationen eine Nutzung der Wasserressourcen in möglichst gleichem Ausmaß und gleicher Qualität wie heute möglich sein soll. Hinsichtlich der Nachhaltigkeit sind vor allem die Faktoren Quantität, Qualität, Stoff- und Energieeinsatz sowie die Gesamtkosten der Nutzung zu berücksichtigen, wodurch ein Abbau der Ressourcen verhindert werden soll. Daraus resultiert in jedem Einzelfall die Festlegung einer bedarfsgerechten Entnahmemenge im Rahmen des nutzbaren Dargebotes. Vorrang hat natürlich die Versorgung mit qualitativ einwandfreiem Trinkwasser.

In der Fachliteratur existieren viele unterschiedliche Bezeichnungen und Definitionen für tiefere Grundwässer:

WEITHOFER (1936) spricht von „Tiefenstandswasser“ und meint damit absolut unbewegliches Wasser in großen Tiefen, das nur sehr selten vorkommt (z.B. Formationswasser oder konnates Wasser). Der DVWK (1983) sieht als Voraussetzung für „tiefes Grundwasser“ die langsame Zirkulation. Die entscheidenden Kriterien für „Tiefengrundwasser“ sind für ZÖTL (1978) Verweildauer und Chemismus. GOLDBRUNNER (1984) definiert den Begriff Tiefengrundwasser folgendermaßen: *„Unter Tiefengrundwässern werden Grundwässer verstanden, welche aufgrund einer weiträumigen Überdeckung durch minderdurchlässige Schichten nicht unmittelbar durch Infiltrationen von der Oberfläche alimentiert werden. Die Neubildung eines am Wasserkreislauf teilnehmenden Tiefengrundwassers erfolgt in einem vielfach nicht näher bekannten Regenerationsgebiet. Als Abgrenzung zu anderen Wässern werden der fehlende Gehalt an gelöstem Sauerstoff ($< 0,2 \text{ mg/l}$) und der Tritiumgehalt ($< 1 \text{ TU}$) im Wasser herangezogen.“*

Tritium wird in der Atmosphäre auf natürliche Weise erzeugt und gelangte in den 50er und 60er Jahren durch Atombombentests auch künstlich in die Atmosphäre. Wässer, die schon länger als 50 Jahre im Untergrund lagern, sind tritiumfrei.

Aufgrund der Tiefenlage der Grundwasserkörper sind Sanierungsmaßnahmen nach einem Schadensfall in der Regel nur schwer möglich (ÖWAV 2000, 2009). Die Erschließung von Tiefengrundwasser hat daher generell so zu erfolgen, dass Schadstoffeinträge mit Sicherheit vermieden werden können. Gefahrenquellen stellen z.B. ein mangelhafter Ausbau und Be-

trieb der Brunnen und Wärmegewinnungsanlagen sowie die durch Übernutzung der Grundwasservorkommen hervorgerufenen Druckspiegelabsenkungen dar.

Oberste wasserwirtschaftliche Zielsetzung muss daher ein umfassender Schutz der Tiefen Grundwasservorkommen in quantitativer und qualitativer Hinsicht sowie die weitgehende Erhaltung der natürlichen Druckverhältnisse sein.

2. Wasserwirtschaftliche Betrachtung von Tiefengrundwasservorkommen

2.1 Bedeutung von Tiefengrundwasser

Tiefengrundwasser wird in vielen Gebieten der Erde für die Wasserversorgung genutzt (FERSTL 2002). Voraussetzung dafür sind eine geeignete chemisch-physikalische Beschaffenheit und eine ausreichende Ergiebigkeit des Aquifers. Bei einer ressourcenschonenden Nutzung muss die Regeneration des Grundwasservorkommens gewährleistet sein.

Durch die Möglichkeit einer qualitativen Beeinträchtigung seicht liegender Grundwässer durch nukleare Störfälle (Kernkraftwerke), Kriege mit Anwendung von ABC-Waffen, einer Überschreitung der Qualitätsziele (z.B. Nitrat, Pestizide) oder auch in quantitativer Sicht für die Notversorgung in Trockenperioden gewinnt Tiefengrundwasser eine zusätzliche Bedeutung für die Wasserversorgung. Denn Wässer mit einer Verweilzeit von über 50 Jahren im Untergrund sind von solchen Gefahren zunächst sicher nicht betroffen. Sie sind daher die einzigen Vorkommen für eine im Ernstfall mögliche und erforderliche Notversorgung mit unverseuchtem Trinkwasser in ausreichender Menge.

2.2 Wasserwirtschaftliche Fragestellungen

In durch menschliche Aktivitäten unbeeinflussten Aquiferen steht die Grundwasserneubildung mit dem natürlichen Abfluss im Gleichgewicht. Das bedeutet, dass der Wasserspiegel bzw. das Druckniveau stabil bleibt. Wenn dieser stationäre Zustand durch Entnahmen gestört wird, reagieren die Wasserspiegel- bzw. Druckspiegellagen entsprechend darauf. Aus diesem Grund kann die nachhaltig entnehmbare Grundwassermenge aus einem Aquifer niemals größer als die durchschnittliche Grundwasserneubildung sein. Tatsächlich treten aber bereits bei weit darunter liegenden Entnahmen starke lokale Beeinflussungen der Druckwasserspiegel auf (HERLICSKA 2000).

In diesem Zusammenhang muss allerdings berücksichtigt werden, dass es auch natürliche Druckspiegelschwankungen gibt, die von folgenden Faktoren beeinflusst werden können (FERSTL 2002):

- Abänderung des Druckspiegelniveaus als Folge von Luftdruckschwankungen; diese liegen im Bereich von einigen Zentimeter bis zu mehreren Dezimeter und treten kurzfristig auf.
- Abänderung des Druckspiegelniveaus als Folge von hydrometeorologischen Schwankungen; diese liegen im Bereich von einigen Dezimetern und repräsentieren jahreszeitliche Schwankungen in Abhängigkeit von der Aufnahmekapazität der Grundwasserleiter.

In Kombination mit den technischen Messungenauigkeiten (im Zentimeterbereich) kann daher festgestellt werden, dass Druckspiegelschwankungen im Bereich von etwa einem halben Meter vernachlässigbar sind. Bei einer Druckspiegelabminderung von etwa 0,5 bar (5 Meter) innerhalb der letzten Jahrzehnte muss allerdings jedenfalls schon von einer signifikanten Absenkung gesprochen werden.

Sofern Tiefengrundwässer als Trink- und Brauchwässer erschlossen bzw. genutzt werden, gelten für sie nach DVWK (1987) prinzipiell die gleichen Anforderungen wie für oberflächennahe Grundwasservorkommen. Zur Bewertung ihrer Nutzungsmöglichkeit müssen folgende Mengen- und Qualitätsaspekte sowie versorgungstechnische und wirtschaftliche Kriterien herangezogen werden:

- Überprüfung, ob für eine bedarfsgerechte langfristige Entnahme ausreichend große Ressourcen vorhanden sind:

Die Grundwasserneubildung ist bei tief liegenden Aquiferen relativ gering. Stärkere Wasserentnahmen können daher das Gleichgewicht des Grundwassersystems verändern. Insbesondere kommt es bei gespannten Vorkommen zu starken Druckabsenkungen. Da Tiefengrundwässer aber von kurz- und langfristigen Schwankungen der Grundwasserneubildungsrate nicht abhängig sind, sind für gewisse, abgegrenzte Zeiträume stärkere Förderraten durchaus vertretbar, solange das Grundwassersystem nicht auf lange Sicht überbeansprucht wird. Weiters ist die Veränderung des Grundwassersystems durch Verlagerung des Exfiltrationsgebietes vom natürlichen Vorfluter zu Entnahmebrunnen möglich. Dies ermöglicht in manchen Fällen aufgrund eines wachsenden Grundwasserdargebots eine langfristig steigende Entnahmemenge.

Bezüglich der Ressourcen gespannter Tiefengrundwasserkörper gibt es aufgrund des nur schwer zu erfassenden Aufbaus der Aquifere beachtliche Unsicherheitsfaktoren. Höhere Erschließungskosten und Schwierigkeiten bei einer Integration der Tiefengrundwasserkörper in wasserwirtschaftliche Versorgungsstrategien sind die Folge.

- Geeignete Aquifereigenschaften, die einen wirtschaftlichen Bau und Betrieb von Wassergewinnungsanlagen ermöglichen:
Meist sind die Durchlässigkeiten und Speicherkoeffizienten tiefer Aquifere gering, so dass die Wassergewinnung aus solchen Schichten verhältnismäßig aufwendig sein kann. Durch entsprechende Voruntersuchungen optimiert, kann punktuell bereits aus einem einzigen tiefen Bohrbrunnen eine erhebliche Wassermenge (rund 10 l/s) gefördert werden.
- Die Grundwasserqualität soll den Nutzungsanforderungen entsprechen und auch auf längere Sicht weder durch geogene noch anthropogene Einflüsse beeinträchtigt werden:
Tiefengrundwässer sind aufgrund der dichten Deckschichten in für eine Bewirtschaftung maßgeblichen Zeiträumen vor anthropogenen Verunreinigungen geschützt. Zwar ist die Mineralisierung in der Regel höher als bei oberflächennahen Grundwässern, gelöste Stoffe wie zum Beispiel Eisen und Mangan können in kommunalen Wasserversorgungsanlagen durch eine Wasseraufbereitung ohne Schwierigkeiten entfernt werden.

Wie aus den oben genannten Überlegungen zu entnehmen ist, wird Tiefengrundwasser besonders dann für die Wasserversorgung herangezogen, wenn oberflächennahes Grundwasser bzw. Quellwasser nicht in ausreichender Menge vorhanden oder qualitativ beeinträchtigt ist.

Der ständig steigende Wasserbedarf hat zur Folge, dass auch immer mehr Erschließungsabsichten geäußert und Tiefengrundwasser gefördert wird. Eine stärkere Entnahme verursacht allerdings Reaktionen im Grundwassersystem, die sich in vielerlei Hinsicht negativ auswirken können. Daher sollte eine ungezügelter Tiefengrundwassernutzung unterbunden werden.

3. Tiefengrundwasser in den Bundesländern

Gem. § 31c Abs. 5 lit. b WRG 1959 i.d.F. BGBl. I Nr. 98/2013 sind die Grenzen der Gebiete, in denen mit gespannten oder artesisch gespannten Grundwasservorkommen gerechnet werden muss, im Wasserbuch in geeigneter Weise ersichtlich zu machen.

Der Darstellung im Wasserbuch folgend sind nahezu über das gesamte Bundesgebiet gespannte oder artesisch gespannte Grundwasserverhältnisse zu erwarten. Ob es sich dabei jedoch um Tiefengrundwasser handelt, wird nicht beantwortet.

Überblicksmäßig kann lt. ZETINIGG (1999) festgestellt werden, dass im Wiener Becken Grundwässer im Tertiär erschlossen und genutzt werden, die nach ihrer chemischen und physikalischen Beschaffenheit als Tiefengrundwässer zu bezeichnen sind. In manchen Bereichen (Hochscholle um Mistelbach, Reintal etc.) treten diese Wässer auch artesisch zu Tage. Darüber hinaus sind artesische Brunnen auch im südlichen Wiener Becken und im Nordburgenland (Seewinkel) in größerer Zahl vorhanden.

Auch die Molassezone Niederösterreichs ist durch das Vorkommen artesischer Grundwässer gekennzeichnet. Aus der Flyschzone sind vereinzelt kleinräumige Vorkommen artesischer Wässer bekannt. Im oberösterreichischen Abschnitt der Molassezone unterliegen artesische Wässer einer intensiven Nutzung.

Die Frage, ob in den kleinen inneralpinen Tertiärbecken artesisches Grundwasser vorhanden ist, kann heute nur unzureichend beantwortet werden. Grundsätzlich treten auch in diesen Tertiärvorkommen wasserleitende und wasserstauende Schichten in Wechsellagerung auf. So wird in der Literatur darauf hingewiesen, dass beispielsweise im Tertiär des Lavanttales artesisches Grundwasser in unbekanntem Ausmaß vorhanden ist.

Artesische Grundwässer sind jedoch nicht nur in großen sedimentären Becken, sondern auch in anderen geologischen Landschaftstypen zumindest örtlich bzw. in Einzelfällen vorhanden. So wurden z. B. in Kluftsystemen kristalliner Gebirgszüge solche kleinräumigen Vorkommen gefunden (z. B. bei Sondierbohrungen für den Gleinalmtunnel und den Semmeringbasistunnel in der Steiermark sowie beim Brennerbasistunnel im Wipptal).

Häufig sind artesische Grundwässer auch in quartären Ablagerungen anzutreffen. Ein großes derartiges Vorkommen befindet sich im Ennstal im Abschnitt vom Gesäuseeingang bei Admont bis ca. Stainach und in Teilen des Inntals. Die übrigen Vorkommen in den quartären Ablagerungen – wie z. B. in den glazialen Ablagerungen im Raum westlich des Ossiacher Sees bei St. Ruprecht und St. Andrä oder in der Umgebung des Faaker Sees – sind demgegenüber von geringer Bedeutung.

Der überwiegende Anteil an Tiefengrundwasservorkommen befindet sich allerdings in den Bundesländern Burgenland, Oberösterreich und in der Steiermark.

Im Burgenland werden die beiden Tiefengrundwasserkörper GK100168 „TGWK Steirisches und Pannonisches Becken“ und GK100193 „TGWK Rabinzeinzugsgebiet“ intensiv von Wasserverbänden, Gemeinden und Betrieben zur Trink- und Nutzwasserversorgung bzw. zur Mineralwassererzeugung genutzt.

Der Schwerpunkt artesischer Brunnen in Oberösterreich befindet sich in den Bereichen der Grundwasserkörper GK100157 „TGWK Tertiärsande“ und GK100160 „TGWK Tertiärsande“ in der Oberösterreichischen Molassezone. Konkret handelt es sich dabei um die Sande am Molassenordrand (z.B. Linz-, Plesching-, Natternbach-Formation) sowie im zentralen Beckenbereich (z.B. Atzbach-, Mehrnbach-Formation), welche durch kommunale Anlagen, Wassergenossenschaften, aber vor allem durch eine Vielzahl von Hausbrunnen für Trinkwasserzwecke genutzt werden.

Auf die steirischen Tiefengrundwasservorkommen wird anschließend ausführlich eingegangen.

Abschließend kann festgestellt werden, dass im Wiener und Steirischen Becken sowie in Randbereichen des Westpannonischen Beckens, weiters in der Molassezone des nördlichen Alpenvorlandes, die zusammen etwa 10 % der Fläche Österreichs einnehmen, generell mit artesischem Tiefengrundwasser, das sich als Trinkwasser eignet, zu rechnen ist.

In der Verordnung zum Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan (NGPV 2008) wurden jedoch nur Tiefengrundwasserkörper in der Steiermark, im Burgenland und in Oberösterreich ausgewiesen. Für die Trinkwasserversorgung sind dabei folgende Tiefengrundwasserkörper von Bedeutung:

- GK100157 TGWK Tertiärsande
- GK100159 TGWK Enns
- GK100160 TGWK Tertiärsande
- GK100162 TGWK Donau Ost – Heideboden
- GK100168 TGWK Steirisches u. Pannonisches Becken
- GK100169 TGWK Oststeirisches Becken
- GK100171 TGWK Weststeirisches Becken
- GK100193 TGWK Rabinzeinzugsgebiet

4. Tiefengrundwasser in der Steiermark

Während im quartären Tiefengrundwasserkörper GK100159 „TGWK Enns“ nur wenige Wassernutzungen vorliegen, sind in der Ost- und Weststeiermark (GK100173 „TGWK Weststeirisches Becken“, GK100168 „TGWK Steirisches und Pannonisches Becken“ und GK100169 „TGWK Oststeirisches Becken“) zahlreiche artesischen Brunnenanlagen bekannt, aus denen etwa 130 l/s Wasser durch Pumpbetrieb entnommen werden und etwa 210 l/s frei ausfließen. Diese frei ausfließende Tiefengrundwassermenge ist bedeutend höher, als durch sämtliche öffentliche Wasserversorgungsanlagen aus dem gesamten Porengrundwasserkörper des Bezirkes Leibnitz gefördert wird bzw. doppelt so hoch wie die Porengrundwasserentnahmen im Bezirk Südoststeiermark (FERSTL 2011 (a)).

Von diesen artesischen Brunnenanlagen entsprechen ca. 95 % nicht dem heutigen Stand der Technik, etwa ein Drittel der Brunnen ist nicht einmal wasserrechtlich bewilligt, die rechtmäßigen Brunnen sind zumeist unbefristet wasserrechtlich bewilligt (FERSTL 2013).

Die meisten Arteser befinden sich im Bezirk Südoststeiermark, gefolgt von den Bezirken Hartberg-Fürstenfeld, Weiz und Leibnitz.

Aus den zuvor genannten Gründen wurde von der Fachabteilung 19A – Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft (jetzt Abteilung 14 – Wasserwirtschaft, Ressourcen und Nachhaltigkeit), bereits im Jahr 2004 ein Strategiepapier (derzeit in der Fassung 2011) erstellt, das auch eine zukünftige, nachhaltige Nutzung von Tiefengrundwässern gewährleisten soll.

Zahlreiche Einzelstudien wurden in den letzten Jahrzehnten zu diesem Thema erstellt. Die Ende des Jahres 2005 finalisierte umfassende Studie „Hydrogeologische Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Tiefengrundwässer im Bereich des Oststeirischen und Pannonischen Beckens (NANUTIWA)“, die vom Lebensministerium in Kooperation mit den Bundesländern Steiermark und Burgenland finanziert wurde, zeigt eindrücklich, dass ein schonungsvoller Umgang mit dieser wertvollen Ressource höchst an der Zeit und eine strengere Handhabung bei Bewilligungen unumgänglich ist. Eine der Kernaussagen dieser Studie ist, dass der größte Anteil der Tiefbohrungen sanierungsbedürftige Hausbrunnen ausmacht, von denen aber nur etwa 20 % tatsächlich genutzt werden. Die Wassermenge, die unterirdisch aufgrund einer fehlenden Verrohrung in seichtere Aquifere übertritt und dadurch verloren geht, kann nur geschätzt werden und liegt wohl auch in einer Größenordnung von etwa 200 l/s.

Regional ist das Druckspiegelniveau seit Beginn der Aufzeichnungen bereits um bis zu 3 bar zurückgegangen. Die Ergiebigkeiten haben sich örtlich – auch bei Brunnen, die annähernd dem Stand der Technik entsprechen – auf einen Bruchteil reduziert (BERNHART ET AL., 1972; ERHART-SCHIPPEK & MEYER 1998; FERSTL 2006, 2011 (a, b), 2013; GEOLOGIE & GRUNDWASSER GMBH 2013; GOLDBRUNNER 1988, 1997; JANSCHKE ET AL., 1975; JOANNEUM RESEARCH et al. 2005; RONNER & SCHMIED 1968; WINKLER-HERMADEN & RITTLER 1949; ZETINIGG 1973, 1982, 1983, 1999; ZOJER 1981; ZOJER & ZETINIGG 1987; ZÖTL 1983)

Eine wichtige Rolle bei der Einschätzung des Trendverhaltens spielen die Druckspiegelmessungen an insgesamt 35 Messstellen des hydrographischen Dienstes der Steiermark, die ausschließlich zu Monitoringzwecken verwendet werden.

Die Datenerfassung von Entnahmemengen und Druckniveaus bei den von öffentlichen Wasserversorgern betriebenen Tiefbrunnen ist derzeit leider Großteils mangelhaft. Hier wird es erforderlich sein, dass die zuständigen Behörden in naher Zukunft einheitliche Messprogramme vorschreiben.

Das zentrale Problem stellt die Nicht-Einhaltung des Standes der Technik – insbesondere die fehlende Verrohrung – dar. Aufgrund dieser Tatsache kommt es bereits nachweislich zu einer Vermischung von Grundwasserhorizonten bzw. -stockwerken, was durch Abnahme der Druckunterschiede sowie ein Angleichen der bei Leitfähigkeits- und Temperaturmessungen ermittelten Werte dokumentiert werden kann (JOANNEUM et al. 2005). Darüber hinaus gleichen sich die Grundwasserspiegelschwankungen im Tiefengrundwasser immer mehr an die des oberflächennahen Grundwassers an. Fast durchgehend an allen Messstellen des hydrographischen Dienstes kann diese Tendenz – wenn auch in unterschiedlicher Intensität – nachverfolgt werden, wobei sie in Gebieten mit vielen artesischen Hausbrunnen ausgeprägter ist als in Bereichen, wo nur wenige Tiefengrundwassererschließungen bekannt sind (s. Abb. 1 bis 3). Bei der Betrachtung der Diagramme muss allerdings beachtet werden, dass sich die Grundwasserspiegelschwankungen der seichten Grundwasservorkommen zwar auf die tiefer liegenden Grundwasserstockwerke durchpausen, die Amplituden der Schwankungen mit der Tiefe aber deutlich abnehmen. Besonders deutlich ist die Abnahme des rezenten Wasseranteils mit der Tiefe in Abbildung 4 erkennbar.

Jedenfalls kann durch diese Vergleiche festgestellt werden, dass zumindest die ersten beiden Grundwasserstockwerke in großen Teilen der Oststeiermark mittlerweile eindeutig flächendeckend miteinander verbunden sind und gleichermaßen auf rezente Grundwasserneubildungen reagieren, was wohl auf die mangelhaft hergestellten privaten Hausbrunnen, die

vorwiegend das oberste (artesisch) gespannte Grundwasserstockwerk nutzen, zurückzuführen ist.

Auch bei Isotopenmessungen kann ermittelt werden, dass zunehmend jüngere Wasserkomponenten im ansonsten teilweise mehrere tausend Jahre alten Tiefengrundwasser enthalten sind (JOANNEUM et al. 2005), sodass aktuelle Trockenperioden bereits in den Schüttungsmengen der einzelnen Entnahmebrunnen zu erkennen sind. Das Tiefengrundwasser verliert somit zunehmend seine speziellen Eigenschaften.

Da der Trend sinkender Druckwasserspiegel nach wie vor anhält, wurden 2 der 4 Tiefengrundwasserkörper der Steiermark (GK100168 „TGWK Steirisches und Pannonisches Becken“ und GK100169 „TGWK Oststeirisches Becken“) für den Entwurf zum Nationalen Gewässerbewirtschaftungsplan 2015 (NGP 2015) als im schlechten mengenmäßigen Zustand befindlich gemeldet.

Um weitere Neuerschließungen auf ein Mindestmaß zu reduzieren und die Tiefengrundwasserressourcen vor schädigenden Eingriffen besonders zu schützen, hat die wasserwirtschaftliche Planung ein Regionalprogramm gem. § 55g WRG 1959 zum Schutze der Tiefengrundwasserkörper GK100168 „TGWK Steirisches und Pannonisches Becken“, GK100169 „TGWK Oststeirisches Becken“ und GK100171 „TGWK Weststeirisches Becken“ erarbeitet.

Dieses Regionalprogramm, das u.a. das Verbot für Neuerschließungen von Tiefengrundwasser für private Zwecke vorsieht, soll demnächst (Stand 02/2014) verordnet werden.

Einige typische private Arteser sind in den Abbildungen 5 bis 14 dargestellt.

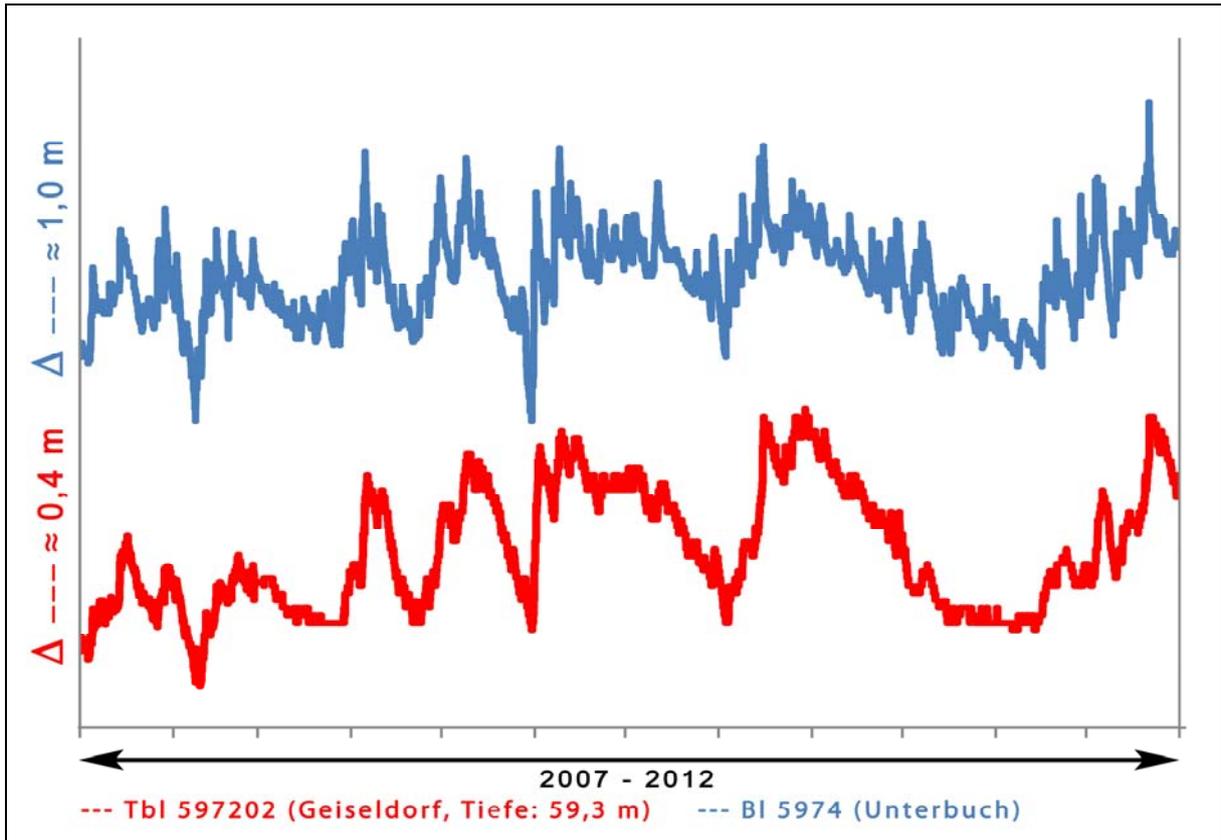


Abb. 1: Vergleich der Grundwasserspiegelschwankungen in der Gemeinde Buch-St. Magdalena

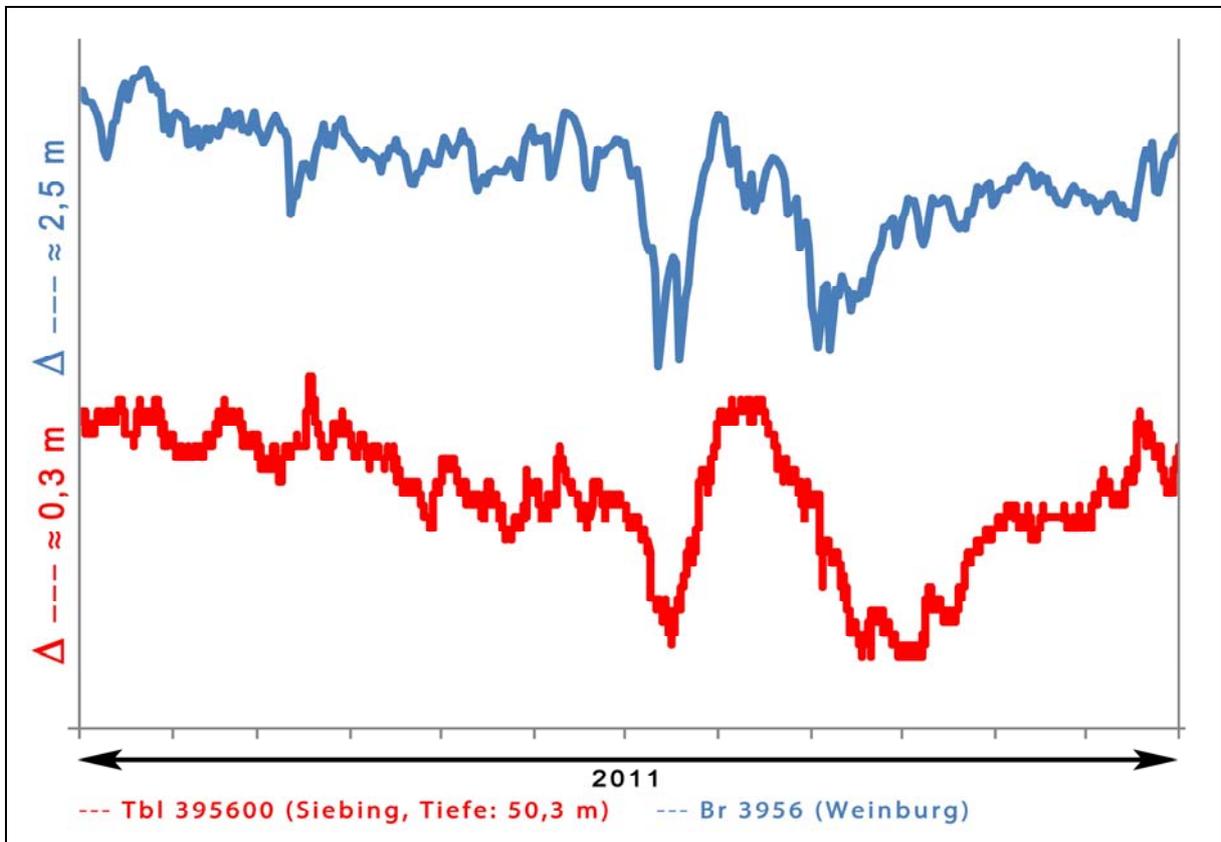


Abb. 2: Vergleich der Grundwasserspiegelschwankungen in der Gemeinde Weinburg am Saßbach

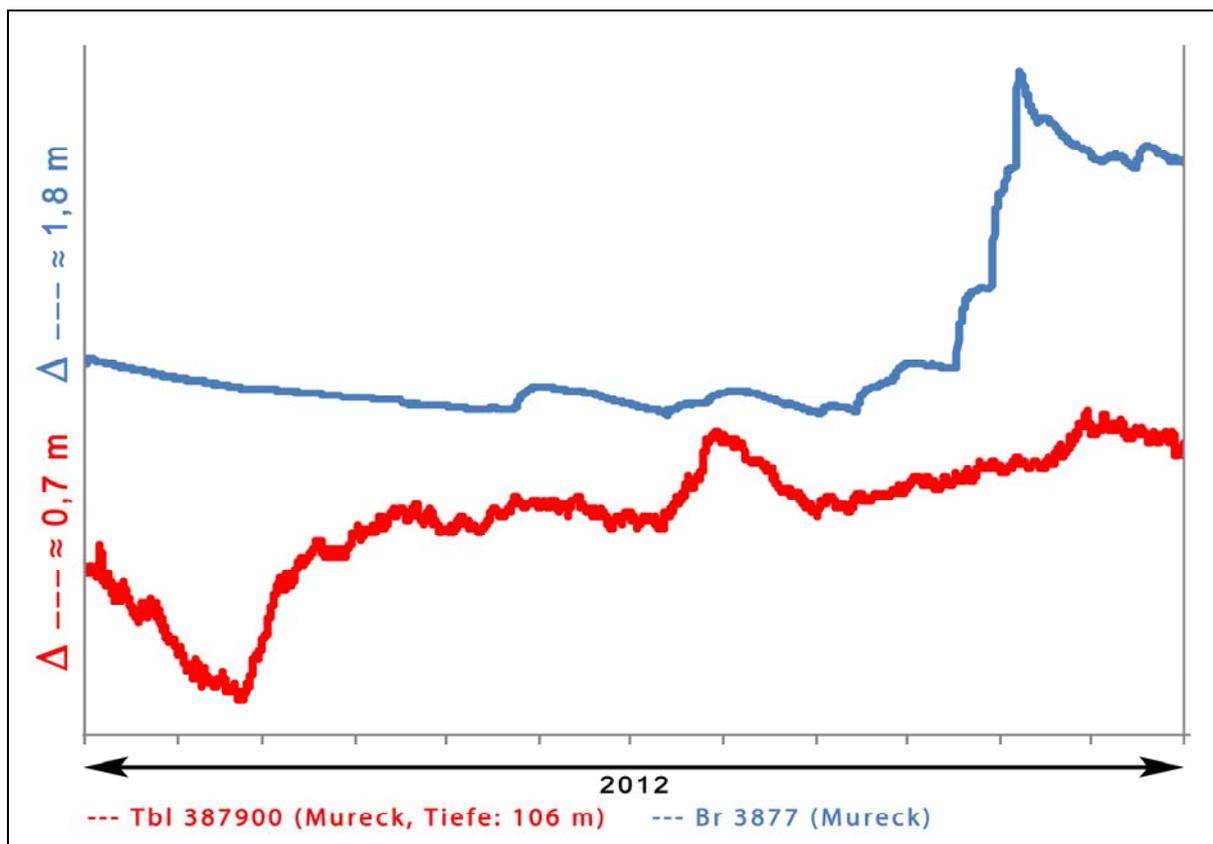


Abb. 3: Vergleich der Grundwasserspiegelschwankungen in der Stadtgemeinde Mureck

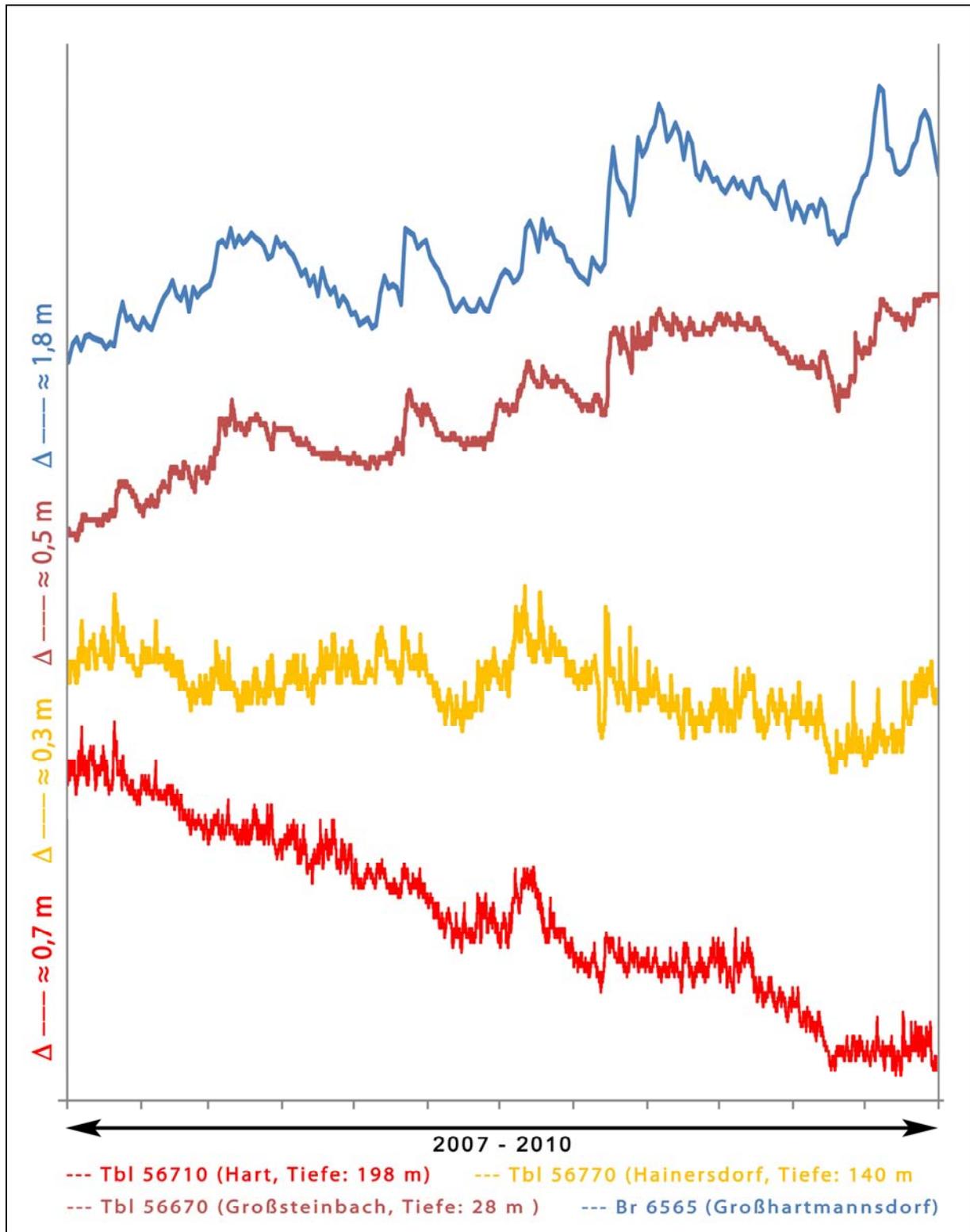


Abb. 4: Vergleich der Grundwasserspiegelschwankungen in den Gemeinden Großhart – Großsteinbach – Hainersdorf; alle Messstellen befinden sich innerhalb eines Radius' von 3,5 km



Abb. 5: Arteser in Fehring



Abb. 6: Arteser in Hohenbrugg - Weinberg



Abb. 7: Arteser in Johnsdorf - Brunn



Abb. 8: Arteser in Leitersdorf im Raabtal



Abb. 9: Arteser in Altenmarkt bei Fürstenfeld



Abb. 10: Arteser in St. Ruprecht an der Raab

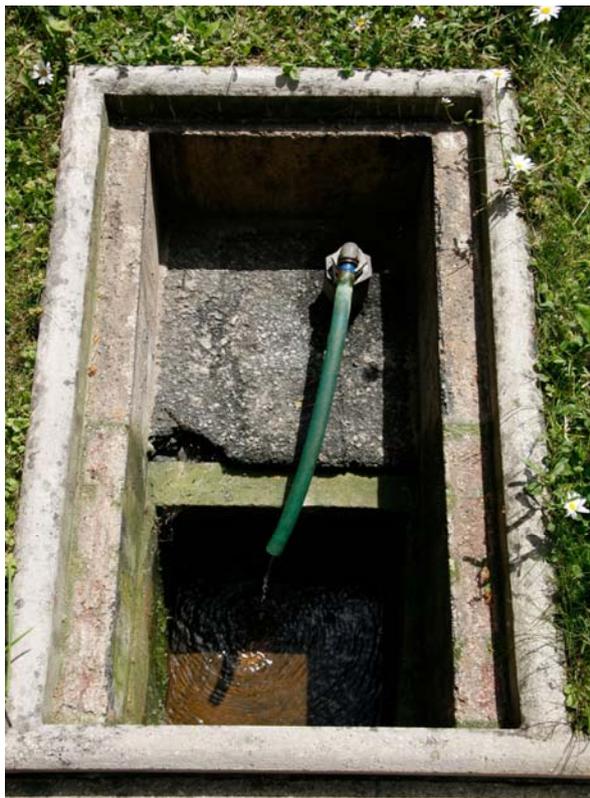


Abb. 11: Arteser in Grafendorf bei Hartberg



Abb. 12: Arteser in Trössing



Abb. 13: Arteser in Gersdorf an der Feistritz

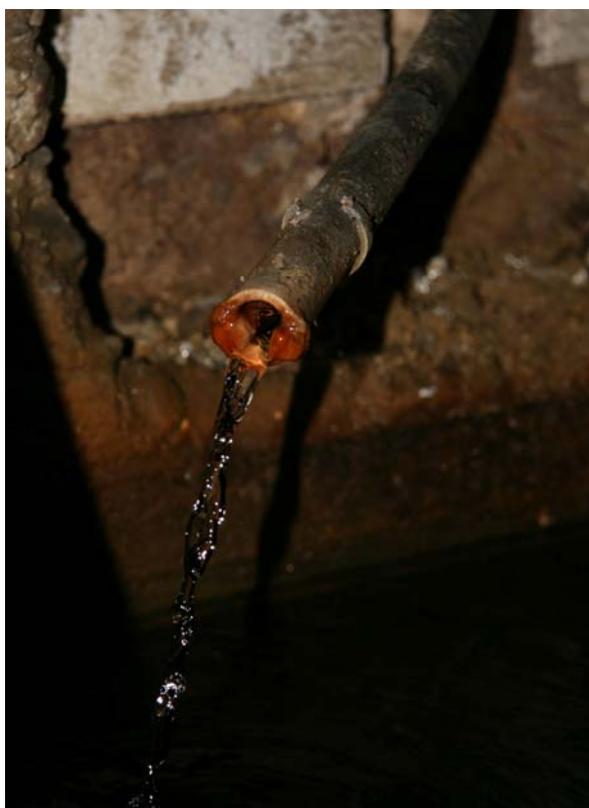


Abb. 14: Arteser in St. Peter am Ottersbach

5. „Gespannt“ oder „artesisch gespannt“?

Die gesetzlichen Grundlagen für die Nutzung und den Schutz von Tiefengrundwasser, das in der Regel in gespannter oder artesisch gespannter Form vorliegt, finden sich im Wasserrechtsgesetz (WRG 1959 i.d.F. der Novelle 2013).

Die Bewilligungspflicht für artesische Brunnen für einen über den Haus- und Wirtschaftsbedarf des Grundeigentümers hinausgehenden Zweck wurde bereits mit § 10 WRG 1934 begründet, die Bewilligungspflicht generell mit § 10 WRG-Novelle 1959, BGBl Nr. 54. Bisher bewilligungsfreie Nutzungen (für den Haus- und Wirtschaftsbedarf) konnten nur dann rechtmäßig weiterhin ausgeübt werden, wenn sie binnen Jahresfrist dem Wasserbuch zur Eintragung bekanntgegeben wurden.

Das WRG 1959 enthält allerdings keine rechtsverbindliche Definition des Begriffs „artesisch“.

In Wasserrechtskommentaren wird als artesisch bzw. artesisch wirkend bezeichnet:

- *ein in gespanntes Grundwasser reichender Brunnen, bei dem das an seiner Sohle erschlossene Wasser unter einem höheren Druck als die oberen Wasserschichten im Brunnen steht und damit über den Spiegel dieser Wasserschichten und bei geeigneten Höhenverhältnissen selbst über Terrainoberfläche steigt* (PEYRER VON HEIMSTÄTT 1898);
- *ein Brunnen, bei dem das Wasser, das sich unter einer undurchlässigen Deckschicht fortbewegt, eine solche Spannung erlangt, dass es in Bohrlöchern durch die undurchlässige Schicht über Tag emporsteigt* (HAAGER-VANDERHAAG 1936);
- *ein Brunnen, bei dem das Wasser nicht erst durch irgendwelche Vorrichtungen aus dem Brunnenschacht gefördert werden muss, sondern durch eigenen Druck frei auströmt, wenn die undurchlässige Deckschicht durchstoßen wird* (HARTIG & GRABMAYER 1961).

Laut ÖNORM B 2400 ist artesisches Grundwasser „*gespanntes Grundwasser, dessen natürliche Grundwasser-Druckfläche über der Geländeoberkante liegt*“.

Laut ÖNORM B 2601 ist ein artesischer Brunnen „*ein Brunnen, in dem der Ruhewasserspiegel über der örtlichen Erdoberfläche liegt*“.

Manchmal tritt jedoch die Situation ein, dass Brunnen, die zum Zeitpunkt ihrer Errichtung eindeutig artesisch gespanntes Grundwasser erschloßen, nach mehreren Jahren oder Jahrzehnten nur noch gespanntes Grundwasser erschließen. Dies hätte zur Folge, dass Arteser, die beispielsweise im Jahr 1959 nach § 10 Abs. 3 WRG 1959 eindeutig bewilligungspflichtig waren, bzw. neu zu errichtende Brunnen (neben einem ehemals artesischen Brunnen) keiner wasserrechtlichen Bewilligung mehr bedürfen.

In der Regel ist die Verminderung des Druckniveaus auf eine zu intensive Nutzung durch eine Vielzahl von Brunnenanlagen zurückzuführen, die nicht dem Stand der Technik entsprechen. Örtlich ist die Grenze der Entnahmemöglichkeit bereits überschritten, weswegen die Ergiebigkeit der Brunnenanlagen stetig zurückgeht. Sinkende Druckwasserspiegel weisen also auf eine schon vorherrschende Übernutzung hin. Dies ist die Ursache, wieso die Druckwasserspiegel vielerorts bereits um mehrere Zehntel bar bis mehrere bar zurückgegangen sind.

Darüber hinaus kann eine Verminderung des Druckwasserspiegels auch auf die mangelhafte Ausführung der Erschließungsform zurückzuführen sein. Tiefengrundwasser aus Bohrungen, die an der Sohle von Schachtbrunnen ausgeführt wurden, kann beispielsweise aufgrund eines undichten Schachtes nur in gespannter Form zu Tage treten, auch wenn seine natürliche Grundwasser-Druckfläche über der Geländeoberkante liegt. Gleiches gilt für nur teilweise verrohrte Brunnenanlagen, bei denen das artesisch gespannte Tiefengrundwasser eventuell unterirdisch in seichte Grundwässer abströmen kann und deswegen nur als gespanntes Grundwasser erkennbar ist.

Nach VwGH 25.10.1994, 93/07/0018, ist *„artesisch – und damit bewilligungspflichtig – ein Brunnen auch dann, wenn der Umstand, dass das Wasser nicht mehr durch eigenen Druck frei ausströmt, nicht auf natürliche Veränderungen zurückzuführen ist, sondern auf die Wasserentnahme aus diesem wie auch aus fremden Brunnen“*.

Es wird damit eindeutig klargestellt, dass Brunnen, die ehemals artesisch aufspiegelten, nach wie vor als Arteser anzusehen sind, auch wenn sie (aufgrund anderer Brunnen oder nicht dem Stand der Technik entsprechender Erschließung) nicht mehr über die Geländeoberkante aufspiegeln.

Dabei ist bei der Erschließung von Tiefengrundwasser aus wasserwirtschaftlicher Sicht der Unterschied zwischen „gespannt“ und „artesisch gespannt“ und damit zwischen „nicht bewilligungspflichtig“ und „bewilligungspflichtig“ von untergeordneter Bedeutung, betrifft doch beides die gleiche Ressource. Mangelhaft errichtete Bohrungen, die „gespanntes“ oder „arte-

sisch gespanntes“ Tiefengrundwasser erschroten, können gleichermaßen – abgesehen vom oberirdischen Überlauf – das Tiefengrundwassersystem beeinträchtigen, insofern als eine Vermischung unterschiedlicher Grundwasserstockwerke und damit eine Qualitätsminderung gleichermaßen wie eine quantitative Beeinflussung anzunehmen ist. Entscheidend ist immer die Einhaltung des Standes der Technik!

Leider gibt es bezüglich der Frage der artesischen Hausbrunnen kein Erkenntnis des Verwaltungsgerichtshofes hinsichtlich der Anwendung des § 21a (Anpassung an den Stand der Technik). Dabei wäre gerade für die Bewirtschaftung von Tiefengrundwasser Klarheit erforderlich.

Aufgrund der Tatsache, dass die meisten artesischen Brunnenanlagen vor 1959 errichtet und erst nach in Kraft treten des Wasserrechtsgesetzes (sehr antragsstellerfreundlich) nachträglich bewilligt wurden, existieren wenig aussagekräftige und nachvollziehbare Unterlagen über den Altbestand. Darüber hinaus wurde – aus welchen Gründen auch immer – die wasserrechtliche Bewilligungspflicht und die nachträglichen Anträge dafür – von Bezirk zu Bezirk, von Gemeinde zu Gemeinde – unterschiedlich gehandhabt, sodass nach wie vor eine Vielzahl unbewilligter artesischer Brunnenanlagen existiert. Was wasserrechtlich eindeutig zu beurteilen ist, ist wasserwirtschaftlich aber äußerst unbefriedigend. So kommt es nicht selten vor, dass zwei Nachbarn über jeweils eine eigene artesische Brunnenanlage verfügen, die im gleichen Jahr vom gleichen Brunnenbauer errichtet wurde. Beide entsprechen schon lange nicht mehr dem Stand der Technik, beide schädigen den Tiefengrundwasserkörper nachweislich sowohl quantitativ als auch qualitativ. Beide Brunnenanlagen stellen wasserwirtschaftlich gesehen den gleichen gravierenden Missstand dar.

Es kann aber durchaus sein, dass der eine Eigentümer über eine unbefristete wasserrechtliche Bewilligung verfügt, der andere aber – aus welchen Gründen auch immer – über keine.

Somit kann für die unbewilligte Brunnenanlage – rechtlich völlig korrekt – ein Beseitigungsauftrag gem. § 138 WRG 1959 ausgesprochen werden, für die andere bleibt – wenn die Anlage bescheidgemäß betrieben wird – ein Verfahren nach § 21a WRG 1959 zur Anpassung an den Stand der Technik. Für die Anwendbarkeit des § 21a WRG 1959 ist im Wesentlichen jedoch der Nachweis erforderlich, dass eben diese eine Brunnenanlage dem öffentlichen Interesse widerspricht, dass eben durch diese eine Brunnenanlage so viel Wasser verschwendet wird, dass eben diese eine Brunnenanlage eine Abminderung der Wasserqualität zur Folge hat. Und sollte doch der entsprechende Nachweis erbracht werden können, so ist immer noch die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme zu prüfen. Jedenfalls ein Verfahren, das selten als dringlich angesehen wird.

Und wird versucht, eine Anpassung an den Stand der Technik im Rahmen einer Schongebietsverordnung gem. § 34 Abs. 2 WRG 1959 oder eines Regionalprogramms gem. § 55g WRG 1959 vorzuschreiben, so werden Entschädigungsforderungen in den Raum gestellt, sodass die Umsetzbarkeit einer derartige Verordnung äußerst schwierig bis unmöglich wird.

Natürlich ist es völlig unvertretbar, rechtmäßige und rechtswidrige Anlagen gleich zu behandeln. Das Wasserrechtsgesetz bietet für die unterschiedlichen Fallkonstellationen jeweils entsprechende Handlungsmöglichkeiten. Dass behördliches Vorgehen – zugeschnitten auf den Einzelfall – auch fachlich entsprechend begründet werden muss, liegt auf der Hand. Dieses sollte aber – weil mühsam und aufwendig – nicht hinausgezögert werden.

Die Optik für die Öffentlichkeit ist jedoch fatal, da der Normalverbraucher lediglich zwei Brunnenanlagen sieht und nicht weiß, wieso die eine weiter betrieben werden darf, während die andere rückgebaut und verpresst werden muss, wo doch beide den gleichen offensichtlichen wasserwirtschaftlichen Missstand darstellen.

6. Aktuelle Datenlage in der Steiermark

Die im NANUTIWA-Projekt (2005) erstellte Datenbank (PRODATA) stellt eine Weiterentwicklung bestehender Datenbanken, die im Rahmen der Projekte „Artesische Wässer im Südburgenland, Erstellung wasserwirtschaftlicher Grundlagen“ vom Büro Dr. J. MEYER in den Jahren 1994 bis 1996 und „Untersuchung artesischer Wasservorkommen in der Südoststeiermark, Wasserwirtschaftliche Grundlagenerhebung“ von ERHARTSCHIPPEK, MASCHA & PARTNER in den Jahren 1996 bis 1997 erstellt wurden.

Zusätzlich wurden Erhebungsergebnisse Dritter und Aktualisierungen im Rahmen des NANUTIWA-Projektes in PRODATA überführt, sodass 2005 die Ergebnisse nachstehender Erhebungen in PRODATA zur Verfügung standen:

- Artesische Wässer im Südburgenland, Erstellung wasserwirtschaftlicher Grundlagen, Büro Meyer, 1994-1996
- Untersuchung artesischer Wasservorkommen in der Südoststeiermark, Wasserwirtschaftliche Grundlagenerhebung, Joanneum Research, 1994
- Untersuchung artesischer Wasservorkommen in der Südoststeiermark, Wasserwirtschaftliche Grundlagenerhebung, ESM&P, 1996-1997
- Arteseraufnahmen des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, Fa 3a, 1997-2002
- Ergänzende Aufnahmen artesischer Brunnen für den Bereich Burgenland, Büro Meyer, 2001-2002
- Erhebung von CF-Bohrungen für den Bereich Burgenland, Büro Meyer 2001-2002
- Erhebung von Bohrungen für den Bereich Steiermark beim Landesmuseum Joanneum, Geoteam, 2002
- Bohrungen mit Bohrlochlogs, Joanneum Research – GPH, 2002

Im Jahr 2005 waren insgesamt 4.709 Datensätze in PRODATA vorhanden.

Von diesen etwa 4.700 Datensätzen befinden sich etwa 3.600 in der Steiermark. Zieht man von dieser Zahl Erkundungs- und Versuchsbohrungen ab, so reduziert sich die Zahl auf ca. 2.100 artesische Brunnen. Untersuchungen der letzten Jahre haben allerdings ergeben, dass die von freien Mitarbeitern der Fachabteilung 3a zwischen 1997 und 2002 durchgeführten Arteseraufnahmen leider äußerst mangelhaft bzw. fachunkundig durchgeführt wurden, sodass hier die Datenbank jedenfalls einen Qualitätsverlust hinnehmen musste. Dies insofern, als Brunnen teilweise als „vermutlich artesisch“ titulierte wurden (obwohl es sich dabei

tatsächlich um die Erschließung oberflächennahen Grundwassers handelte) bzw. nicht zwischen „gespannt“ und „artesisch gespannt“ unterschieden wurde. Dieser Unterschied spielt wasserrechtlich natürlich eine immense Rolle, da nur die Erschließung „artesisch gespannten Grundwassers“ für private Zwecke einen bewilligungspflichtigen Tatbestand darstellt. Von diesen fehlerhaften Aufnahmen sind in erster Linie die Bezirke Graz Umgebung, Leibnitz und Deutschlandsberg betroffen.

Die Zahl der fälschlich als „Arteser“ bewilligten oder in der Datenbank der Abteilung 14 als „Arteser“ bezeichneten Brunnenanlagen lässt sich jedenfalls nur schwer abschätzen, da bei der Überprüfung selbst wasserrechtlich bewilligter Arteser in manchen Fällen eindeutig nachweisbar war, dass es sich dabei um „gespanntes“ und nicht um „artesisch gespanntes“ Grundwasser handelte.

Daher muss davon ausgegangen werden, dass von diesen 2.100 Artesern im Jahr 2005 nur mehr etwa 1.800 existierten bzw. in Betrieb standen, die übrigen waren nicht mehr auffindbar oder erschlossen eben nur „gespanntes“ Grundwasser.

Im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes wurden bis Ende 2013 etwa 175 Brunnen fachgerecht rückgebaut, sodass nach derzeitigem Kenntnisstand in der Steiermark noch ca. 1.625 tatsächliche Arteser existieren, von denen geschätzte 95 % nicht dem Stand der Technik entsprechen.

Diese Zahl lässt sich in bewilligte und unbewilligte Brunnenanlagen aufteilen, wobei auch hier die Problematik zwischen „gespannt“ und „artesisch gespannt“ evident ist.

Eine endgültige Klärung der Anzahl der derzeit (lt. ÖNORM B 2400 und ÖNORM B 2601) tatsächlich „artesisch gespannten“ Brunnenanlagen kann daher nur eine Momentaufnahme darstellen und nur dann stattfinden, wenn alle Brunnenanlagen noch einmal überprüft werden.

Im Wasserbuch finden sich Einträge von folgenden 1.170 artesischen Brunnen (Stand 02/2014):

Deutschlandsberg: 67

Graz-Umgebung: 39

Hartberg-Fürstenfeld: 497

Leibnitz: 36

Südoststeiermark: 420

Weiz: 111

Darüber hinaus sind über die Aufzeichnungen der Abteilung 14 noch 590 unbewilligte Arteser bekannt (Stand 02/2014):

Deutschlandsberg: 21

Graz-Umgebung: 28

Hartberg-Fürstenfeld: 67

Leibnitz: 82

Südoststeiermark: 289

Weiz: 103

7. Stand der Technik bei Tiefbrunnenanlagen

7.1 Vorgaben

Angesichts der wasserrechtlichen Rahmenbedingungen bezüglich der Erhaltung eines guten mengenmäßigen Zustandes und der Vermeidung von Wasserverschwendung sowie der wasserwirtschaftlichen Bedeutung der Tiefengrundwässer auch im Hinblick auf eine allfällige weitreichende und funktionierende Notwasserversorgung (ÖVGW 2006) darf eine Nutzung von Tiefengrundwässern nur mit Anlagen erfolgen, die dem Stand der Technik entsprechen.

Gemäß ÖNORM B 2601 (2004) hat der Ausbau eines Tiefbrunnens grundsätzlich mit Filter- und Vollrohren zu erfolgen, wobei je Bohrung nur ein zusammenhängender Grundwasserleiter erschlossen werden darf. Mehrstöckige Bohrlochausbauten sind nicht zulässig. Dies ist insofern von großer Bedeutung, als bei Brunnen mit zunehmender Tiefe das Durchörtern von mehreren Grundwasserstockwerken durchaus als gegeben angesehen werden muss.

Um die Nutzung nur eines einzigen Grundwasserstockwerkes sicherstellen zu können, ist das erschlossene Grundwasser-Stockwerk gegenüber anderen Grundwasser-Stockwerken und Oberflächenwässern abzudichten, wofür geeignete Ringraumverfüllungen (z.B. Bentonit-Pellets, Volltonkugeln, Zementation) vorzusehen sind. Gemäß den jeweiligen Regelblättern des ÖWAV (2000, 2002, 2009) entsprechen bestehende Bohrbrunnen zur Erschließung und Nutzung gespannter Grundwasservorkommen hinsichtlich ihres Bohrlochausbaus nur dann dem Stand der Technik, wenn unter Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse durch entsprechende Verrohrung, Abdichtungsmaßnahmen und Verschlussorgane gewährleistet wird, dass sowohl ein oberirdischer als auch ein unterirdischer Wasseraustritt wirksam hintan gehalten werden kann. Hinsichtlich der Betriebsweise ist die Forderung nach einer nachweislich bedarfsgerechten Wassernutzung vorrangig zu Trinkwasserzwecken zu erfüllen.

Brunnen zur Erschließung und Nutzung gespannter Grundwasservorkommen – insbesondere auch artesische Hausbrunnen – entsprechen somit grundsätzlich nur dann dem Stand der Technik, wenn

- eine sichere Abdichtung gegenüber dem ungespannten Grundwasser bzw. gegenüber dem Gelände gegeben ist,
- nur ein Grundwasser-Stockwerk erschlossen ist (nachzuweisen z.B. durch Bohrprofil, Bohrlochmessung),
- die Standfestigkeit der unverrohrten Bohrung gegeben ist,
- eine bedarfsgerechte Wassernutzung erfolgt und
- die Kontrolle der bedarfsgerechten Entnahme (z.B. Wasserzähler) möglich ist.

7.2 Überprüfung

Bei bereits errichteten Brunnenanlagen kann die Einhaltung des Standes der Technik mit verschiedenen geophysikalischen Bohrlochmessungen nachgewiesen werden. Die Mehrzahl der bereits bestehenden Brunnenanlagen (Altbestand), durch die Tiefengrundwasser erschlossen wird, verfügt allerdings über nur sehr kleine Bohrdurchmesser, wodurch die Einsatzmöglichkeiten stark eingeschränkt sind. Bei Tiefbrunnen < 2 Zoll sind lediglich eine Kamerabefahrung sowie die Ermittlung eines Temperaturprofils realistisch. Für Tiefbrunnen mit einem Durchmesser von 2,5 Zoll stehen derzeit die unter 7.2.1 bis 7.2.5 angeführten Methoden zur Verfügung (FRICKE & SCHÖN 1999, DVGW 2005, VÖBU 2013), wobei angemerkt werden muss, dass die jeweilige Untersuchungsmethode im Einzelfall auf ihre Anwendbarkeit und Sinnhaftigkeit bzw. den generellen Zustand der Bohrung (Hindernisse im Bohrloch) abgestimmt werden muss.

7.2.1 Bildgebende Verfahren

CAM-AX: Axialkamera (Sonden-DM = 30 mm)

CAM-SK: Schwenkkopfkamera (Sonden-DM = 38 mm)

Bei diesen Verfahren wird ein Farbvideo des Bohrloch bzw. des Brunnens erstellt.

- Offenes Bohrloch
 - Optische Inspektion des Bohrlochs
 - Bestimmung der Geologie
 - Identifikation von Wasserzuflusszonen
 - Analyse von Kaliberausbrüchen

- Verrohrtes Bohrloch
 - Optische Inspektion von Brunnen oder Rohren

7.2.2 Elektrische und elektromagnetische Verfahren

RES1664: Resistivity Log (Sonden-DM = 36 mm)

(D)FEL: (Dual) Fokussiertes Elektrik Log (Sonden-DM = 36 mm)

Bei diesen Verfahren wird der scheinbare elektrische Widerstand [Ohm * m] der Formation ermittelt.

- Offenes Bohrloch
 - Identifikation von Aquiferen und Grundwasserstauern (ausschließlich zusammen mit Natural Gamma Ray, Temperatur, Gamma Gamma Dichte)
 - Identifikation schwach konsolidierter Zonen im Festgestein

- Verrohrtes Bohrloch
 - Lithologisches Profil (zusammen mit Natural Gamma Ray)
 - Identifikation von permeablen und nicht permeablen Schichten (zusammen mit Natural Gamma Ray, Temperatur, Gamma Gamma Dichte)
 - Identifikation schwach konsolidierter Zonen im Festgestein

7.2.3 Kernphysikalische Verfahren

NGR: Natural Gamma Ray (Sonden-DM = 36 mm)

Bei diesem Verfahren wird die natürliche Gammastrahlung [Messeinheit API, American Petroleum Institute] der Formation ermittelt.

- Offenes Bohrloch
 - Lithologisches Profil (zusammen mit Widerstandslog)
 - Tongehalt
 - Identifikation von permeablen und nicht permeablen Horizonten (zusammen mit Widerstandslog, Temperaturlog, Gamma Gamma Dichtelog)

- Verrohrtes Bohrloch
 - Identifikation von Tonabdichtungen im Ringraum mit Abdichtungsmaterialien die mindestens einen Gammawert von 150 API aufweisen.

7.2.4 Hydraulische Verfahren

7.2.4.1 Qualitative Wasser Leit-Parameter

Bei diesen Verfahren werden die Temperatur [°C] und die Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$ bei 25°C] des Grundwassers ermittelt.

FTEMP: Fluid Temperatur (Sonden-DM = 20 mm)

FCON: Fluid Leitfähigkeit (Sonden-DM = 36 mm):

- Leitparameter für pauschale Wasserbeschaffenheit
- Identifikation verschiedener Grundwasserstockwerke
- Erkennen von schwachem Horizontal - oder Vertikalfließen

7.2.4.2 Quantitative Wasser Leit-Parameter

7.2.4.2.1 Horizontale Fließvorgänge

CFL: Colloidal Flow Log (Sonden-DM = 44 mm)

Bei diesem Verfahren werden die horizontale Grundwasser-Fließrichtung und die horizontale Grundwasser-Fließgeschwindigkeit [m/Tag] ermittelt.

7.2.4.2.2 Vertikale Fließvorgänge

Bei diesen Verfahren werden die vertikalen Fließvorgänge [l/s] im Bohrloch ermittelt. Die Flowmeter können in ihrer Empfindlichkeit in folgende Verfahren untergliedert werden.

IPFLOW: Impeller Flowmeter (Sonden-DM = 43 mm)

EMFLOW: Electromagnetic Flowmeter (Sonden-DM = 43 mm)

HPFLOW: Heat Pulse Flowmeter (Sonden-DM = 43 mm)

- Erkennen von Vertikalfießvorgängen in Bohrungen, Kurzschluss von Aquiferen
- Berechnung von Zuflusskurven (Tiefe gegen Menge) in bepumpten Bohrlöchern / Brunnen
- Ermittlung der Einzeltransmissivitäten von Kluffzonen
- Tiefenzuordnung von Pumpproben
- Kontrolle der hydraulischen Durchlässigkeit des Ringraums hinter dem Filterrohr
- Kontrolle von Regenerations- und Reinigungsmaßnahmen
- Zuflussmessung in Horizontalfilterbrunnen

7.2.5 Verfahren zur Bestimmung der Bohrlochgeometrie

CAL1 - 1-Arm Kaliber Log (Sonden-DM = 36 mm)

Bei diesem Verfahren wird der Bohrl Lochdurchmesser [mm] ermittelt.

- Offenes Bohrloch
 - Berechnung und Darstellung der Bohrlochgeometrie
 - Berechnung des Bohrlochvolumens
 - Orientierte Analyse von Kaliberausbrüche

- Verrohrtes Bohrloch
 - Feststellen von Rohrdeformationen
 - Lokalisierung der Rohrverbindungen

8. Das „Arteser Aktionsprogramm“

Nach Auswertung der „NANUTIWA“-Studie fanden zunächst umfangreiche Gespräche mit den betroffenen Baubezirksleitungen und den Wasserrechtsreferenten der einzelnen Bezirkshauptmannschaften statt.

Nachfolgend wurden mehrere Gemeinden, in denen der größte Wasserverlust (durch nicht dem Stand der Technik entsprechende Arteser) zu verzeichnen ist, zu Informationsveranstaltungen eingeladen.

Nach Gesprächen mit den Leitern der Bezirksverwaltungsbehörden wurde vereinbart, den Bezirkshauptmannschaften die Arteser-Datenbank der damaligen Fachabteilung 19A zu übermitteln und in weiterer Folge mit den Besitzern von nicht bewilligten Brunnenanlagen in Kontakt zu treten, mit dem Ziel, einen rechtlich und/oder technisch ordnungsgemäßen Zustand herzustellen. Dies kann einerseits die Anpassung an den geltenden Stand der Technik oder andererseits die fachkundige Verschließung nicht mehr genutzter Arteser bedeuten.

Der Schutz der Tiefengrundwässer vor Übernutzung und das Erhalten der hohen Qualität ist vor allem im Interesse der Sicherung öffentlicher Wasserversorgungseinrichtungen gelegen. Unter Beachtung wasserwirtschaftlicher Prioritäten wurden daher mit den öffentlichen Wasserversorgern (Gemeinden) Überlegungen zur Umsetzung von Projekten begonnen. Bei Detailgesprächen wurde darauf hingewiesen, dass aus Sicht des Ressourcenschutzes kein Unterschied in der Bewertung von bewilligten/unbewilligten Brunnenanlagen gemacht werden kann. Weiters wurde den Gemeinden mitgeteilt, dass im Sinne einer nachhaltigen Sicherung der Wasserversorgung auch von den öffentlichen Wasserversorgern selbst ein Beitrag zur Sanierung des Altbestandes geleistet werden soll.

Aufgrund unterschiedlicher Ausgangssituationen kann es sich dabei natürlich nur um Vorschläge handeln. So sind in manchen Gemeinden (z.B. St. Ruprecht an der Raab) flächendeckend ein Ortsnetz sowie Hausanschlüsse vorhanden. Die Brunnen werden in erster Linie zu Nutzwasserzwecken (z.B. Blumengießen) verwendet. Andere Gemeinden (z.B. Altenmarkt bei Fürstenfeld) verfügen nur teilweise über ein ausreichendes Leitungsnetz, Hausbrunnen werden noch zu Trinkwasserzwecken genutzt.

Hinsichtlich der konkreten Vorgehensweise hat sich in den letzten fünf Jahren natürlich einiges verändert. So konnte die „Arteser-Datenbank“ evaluiert und aktualisiert werden, For-

schungsprojekte zum aktuellen Zustand der Arteser realisiert, Methoden zur Anpassung an den Stand der Technik überprüft und diverse Regelungen zum Rückbau artesischer Brunnenanlagen erprobt werden.

Hinsichtlich der Finanzierung sieht das Arteser Aktionsprogramm derzeit (Stand 02/2014) vor, dass unter Mitarbeit der jeweils betroffenen Gemeinde, die in koordinierender Funktion und als Förderwerber auftritt, 70 % der Kosten für eine Verschließung einer artesischen Brunnenanlage von Land und Bund übernommen werden (55 % Landesförderung, 15 % Bundesförderung). Für die übrigen 30 % kommt im Idealfall die jeweilige Gemeinde auf, so dass vom Brunnenbesitzer nur die Kosten für eine allfällige Herstellung eines Hausanschlusses an das öffentliche Wasserversorgungsnetz zu tragen sind.

8.1 Zustandserhebung

Da die meisten artesischen Brunnenanlagen (Altbestand) lediglich über einen Bohrdurchmesser von 2 Zoll verfügen und sich vielfach in einem desolaten Zustand befinden, gestaltet sich eine Zustandserhebung als äußerst diffizil. Aus geophysikalischer Sicht erscheint einzig eine Kamerabefahrung als durchführbar (s. auch Kapitel 7.2). Hierbei muss angemerkt werden, dass mittlerweile Kameras ab ca. € 1.000 erhältlich sind, die eine Grobabschätzung des Bohrloches (verrohrt oder unverrohrt, großflächige Verbrüche etc.) erlauben. Diese Kameras sind jedoch aufgrund der mangelnden Druckbeständigkeit lediglich bis in eine Tiefe von etwa 30 bis 40 m einsetzbar und verfügen über eine nur eingeschränkte Lichtstärke. Erst Kameras ab einem Preis von etwa € 10.000 gewährleisten eine adäquate Qualität, um detailliertere Ergebnisse (Rohrübergänge, Korrosionserscheinungen etc.) auch bis zur Endteufe liefern zu können.

Folgende Probleme traten bei den Kamerabefahrungen vermehrt auf:

- Zugänglichkeit des Standrohres: Schwanenhals bzw. sonstige Leitungen können nicht ohne bleibende Schäden entfernt werden, da die Rohrverbindungen zu stark korrodiert sind bzw. das Standrohr nicht stabil genug ist (bricht, dreht durch etc.).
- Brunnen ist bis nahe an die Geländeoberkante aufgesandet.
- Außenrohrdurchmesser stimmt nicht mit dem Innenrohrdurchmesser überein (kleiner dimensioniertes Standrohr wurde mit größerem überschlagen).
- Der Brunnen ist aufgrund des nicht vorhandenen Ringraumes und der fehlenden Verkiesung stark schwebstoffführend und daher optisch nicht bewertbar.

- Schweißnähte, Rohrbeläge bzw. Korrosionen verengen den Innendurchmesser derart, dass die Kamera nicht weiter vordringen kann.
- Brunnen ist verstürzt.

Zusammenfassend lässt sich aussagen, dass sich die meisten artesischen Hausbrunnen, die vor 1975 errichtet wurden, in einem desolaten technischen Zustand befinden. Die Standrohre sind zum Teil stark korrodiert und deformiert, Löcher und Risse in der Rohrwandung treten in nahezu jedem Standrohr auf. Die freien Bohrlochstrecken sind oft kavernenartig verbrochen, wobei die Größe dieser unterirdischen Hohlräume mit der Schüttung der Brunnenanlagen generell ansteigt. Zusammenschlüsse von Horizonten (bzw. Grundwasserstockwerken) können genauso detektiert werden wie unterschiedliche Schwebstofffrachten und daraus resultierende Trübungen in Abhängigkeit von der Anzahl und den Eigenschaften der einzelnen erschlossenen Grundwasserhorizonte.

Hinsichtlich der in den wasserrechtlichen Bewilligungs- und Überprüfungsbescheiden festgeschriebenen Kennwerte muss festgestellt werden, dass diese kaum bis gar nicht mit der Realität in Einklang stehen. So sind die Brunnenanlagen teilweise tiefer, teilweise seichter als attestiert, das Ende der Verrohrung, deren Durchmesser oftmals auch fehlerhaft angegeben wurde, befindet sich in der Regel in einer anderen Tiefe als angegeben.

Diese Tatsache rührt in erster Linie daher, dass die meisten Arteser nachträglich bewilligt wurden und keinerlei Ausbaupläne mehr zur Verfügung standen. Die Daten wurden mündlich innerhalb der Generationen weitergegeben und hängen in ihrer Richtigkeit einzig und allein vom Gedächtnis des Errichters ab.

In den nachfolgenden Abbildungen ist der Arbeitsablauf bei der Durchführung einer Kamerainspektion dokumentiert (Abb. 15 bis 22). Anschließend sind einige charakteristische Bohrlöchaufnahmen dargestellt (Abb. 23 bis 33).



Abb. 15: Wasserbehälter mit Überlauf



Abb. 16: Öffnen des Artesers



Abb. 17: Artesischer Überlauf



Abb. 18: Freispülen



Abb. 19: Kamera



Abb. 20: Übertragungskabel



Abb. 21: Aufnahmegeräte



Abb. 22: Monitor mit Live-Bild



Abb. 23: Starke Schwebstoffführung



Abb. 24: Intakte Verrohrung



Abb. 25: Starker Rohrbelag



Abb. 26: Rohrverbindung



Abb. 27: Rohrverbindung mit Krustation



Abb. 28: Übergang verrohrtes Bohrloch – unverrohrtes Bohrloch



Abb. 29: Unverrohrtes Bohrloch (Quarzsand)

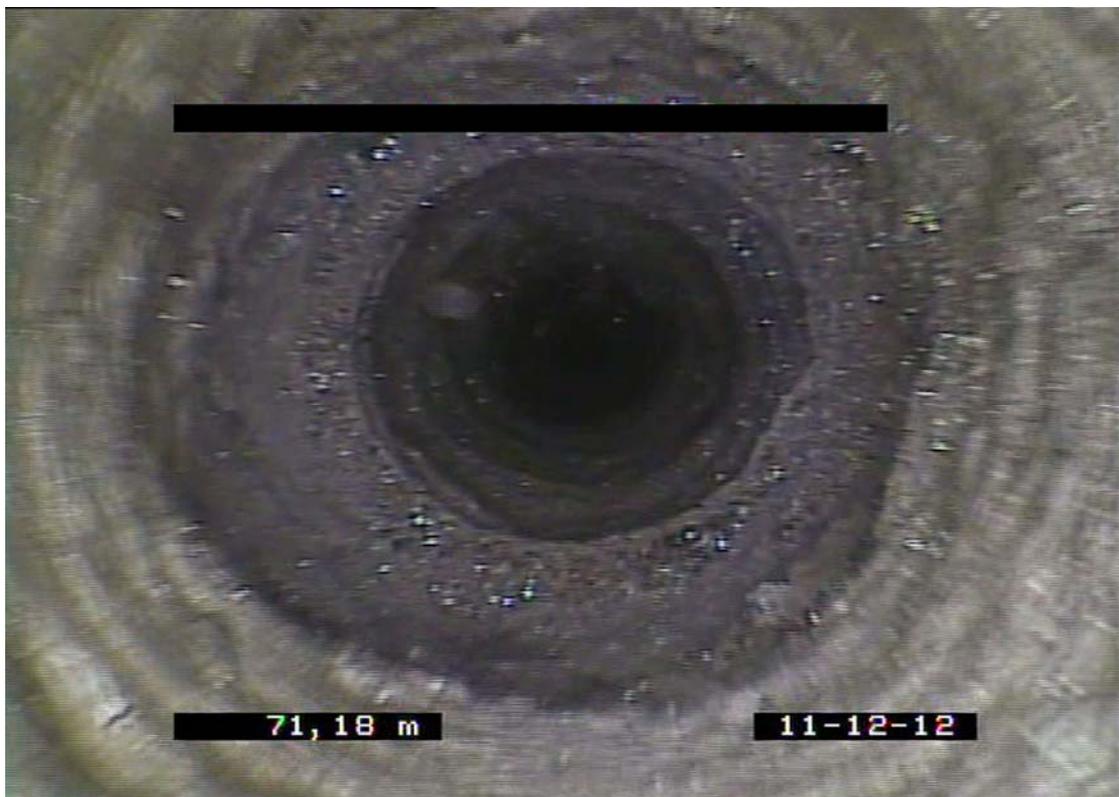


Abb. 30: Unverrohrtes Bohrloch (Übergang Siltstein – Quarzsand)



Abb. 31: Unverrohrtes Bohrloch (Verbruch)



Abb. 32: Unverrohrtes Bohrloch (Endkaverne)



Abb. 33: Unverrohrtes Bohrloch (Abweichung beim nachträglichen Überschlagen)

8.2 Sanierung des Altbestands (Hausart eser)

Im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes wurden mehrere Varianten geprüft, wie artesi-sche Brunnenanlagen saniert und welche Verfahren dafür nicht oder nur eingeschränkt her-angezogen werden können:

8.2.1 Anpassung an den Stand der Technik

8.2.1.1 Nicht oder nur eingeschränkt anwendbare Verfahren

8.2.1.1.1 Überbohren

Das Überbohren einer bereits bestehenden Tiefbrunnenanlage wird immer wieder als mögli-che Sanierungsart bei einem mangelnden Ausbau angesehen (DVGW 1998 (b)). Dazu muss angemerkt werden, dass ältere Brunnenanlagen teilweise noch händisch bzw. mit teilweise unzureichenden Verfahren niedergebracht wurden und daher eine hohe Wahrscheinlichkeit besteht, dass die ursprüngliche Bohrung nicht absolut senkrecht verläuft. Eine Ablenkung von bis zu mehreren Metern bis zur Endteufe ist durchaus möglich. Weiters kann es zu grö-ßeren Verbrüchen im Bohrloch gekommen sein. Aus diesem Grunde müsste vor dem Über-bohren mittels einer geophysikalischen Bohrlochmessung die Lage des Bohrloches bzw. der Zustand der Bohrstrecke ermittelt werden, damit dann für das Überbohren ein ausreichender Durchmesser gewählt und die Bohrung entlang der ursprünglichen Bohrlochachse geführt werden kann.

Da die bereits bestehenden Tiefbrunnenanlagen (Altbestand) in der Regel Bohrdurchmesser < 2,5 Zoll aufweisen, muss diese Sanierungsart abgelehnt werden, da die Bestimmung der Raumlage der bestehenden Bohrungen bei den gegebenen kleinen Durchmessern mit den zur Verfügung stehenden Bohrlochlogs unmöglich ist.

Aus diesen Gründen ist durch das Überbohren nur dann eine Anpassung an den Stand der Technik möglich, wenn eine Führung (Pilot) des Bohrlochwerkzeugs verwendet wird. Diese Methode ist aber nur in begründeten Einzelfällen anwendbar.

8.2.1.1.2 Sanierung einer bestehenden Verrohrung

Die Rohr- in Rohrtechnik ist als sogenanntes „Inliner-Verfahren“ bei der Sanierung von undichten Kanalisationsanlagen und sanierungsbedürftigen großkalibrigen Brunnen, mit welchen ungespanntes Grundwasser gefasst wird, bekannt und erprobt (HARTEL 2009).

Die Anwendung bei bestehenden Tiefbrunnenanlagen (Altbestand) ist wegen folgender abweichender Rahmenbedingungen nicht möglich:

- kleine bis kleinste Durchmesser, teilweise mit Abweichungen von der Vertikalen,
- teilweise nicht kamerabefahrbar und daher Sanierung nicht zielgerecht planbar,
- unterschiedliche hydraulische Druckverhältnisse durch Zudrang von gespanntem Grundwasser aus teils unterschiedlichen Grundwasserstockwerken und
- nicht vorhandenes respektive bekanntes und erprobtes Rohrwandmaterial.

Dazu kommt, dass das Rohrwandmaterial nicht ausreichend flexibel ist, um bündig an eine keinesfalls ebenmäßig ausgebildete Innenfläche einer Bohrung angepresst werden zu können und ausreichend formstabil ist, um gegen den Druck des aufsteigenden Grundwassers eingebracht werden zu können. Zudem darf das Rohrwandmaterial nach Anpressen an die Innenfläche der Bohrung seine Form nicht mehr verändern. Schlussendlich müsste es dem Druck abgedichteter Grundwasserstockwerke standhalten und Umläufigkeiten entlang der Rohraußenwand verhindern sowie an geeigneter Stelle eine Perforation zulassen.

Aus diesen Gründen stellt eine derartige Sanierungsvariante keine Anpassung an den Stand der Technik dar.

8.2.1.1.3 Einführen einer zusätzlichen Innenverrohrung

Eine mögliche Sanierungsvariante für eine schadhafte bzw. nicht vorhandene Verrohrung stellt das Einführen einer kleinerkalibrigen Verrohrung in das Standrohr der Tiefbrunnenanlage dar (DVGW 1998 (b)). Laut ÖNORM B 2601 richtet sich „*der Bohrdurchmesser (...) nach dem vorgesehen Ausbaudurchmesser. Dieser sollte DN 100 nicht unterschreiten. Der Bohrdurchmesser muss bei Ausbau mit Ringraumverkiebung ausreichend sein, um Filtermaterial und notwendige stockwerkstrennende Abdichtungen in den Ringraum einbauen zu können.*“ Da diese Voraussetzungen bei den bereits bestehenden Tiefbrunnenanlagen (Altbestand) aufgrund des Bohrdurchmessers von < 2,5 Zoll nicht gegeben sind, stellt eine derartige Sanierungsvariante hier keine Anpassung an den Stand der Technik dar.

Erst bei Brunnenanlagen mit einem Durchmesser > 6 Zoll erscheint eine derartige Sanierungsvariante denkbar.

8.2.1.2 Empfohlenes Verfahren

Als technisch und wirtschaftlich sinnvollste Variante zur Anpassung einer Tiefbrunnenanlage an den Stand der Technik wird der Rückbau der bestehenden Brunnenanlage mit anschließender Neuerrichtung erachtet. Dabei muss beachtet werden, dass als erster Schritt die bestehende Brunnenanlage fachgerecht verpresst wird. Erst danach darf der neue Brunnen gebohrt werden.

Dies deswegen, da bei bereits bestehenden Tiefbrunnenanlagen (Altbestand) aufgrund des zu geringen Bohrdurchmessers die Bestimmung der Raumlage bei den gegebenen kleinen Durchmessern mit den zur Verfügung stehenden Bohrlochlogs unmöglich ist. Es besteht daher bei umgekehrter Reihenfolge der Arbeiten die begründete Befürchtung, dass beim Verpressvorgang die Zuflüsse zur neuen Brunnenanlage zumindest teilweise unterbunden werden und die Leistungsfähigkeit des neuen Tiefbrunnens stark herabgesetzt wird. In Ermangelung einer genaueren Untergrundkenntnis und aufgrund der zu erwartenden Ablenkung der ursprünglichen Brunnenbohrung von der Vertikalen samt Verbrüchen kann hier nur dann eine Aussage über einen Mindestabstand zur bestehenden Brunnenanlage angegeben werden, wenn im bestehenden Bohrloch eine Richtungs- und Neigungsmessung durchgeführt wurde.

8.3 Rückbau des Tiefbrunnens

Der Rückbau einer Tiefbrunnenanlage, durch die (artesisch) gespanntes Tiefengrundwasser erschlossen wird, stellt eine große Herausforderung dar (DVGW 1998 (b)), insbesondere, was den historischen Altbestand betrifft. Die mehrere Jahrzehnte alten Hausbrunnen verfügen nämlich zumeist über geringe Bohrdurchmesser $< 2,5$ Zoll und eine unzureichende oder nicht vorhandene Verrohrung. Oftmals wurden mehrere Grundwasserstockwerke zusammengeschlossen, die Bohrlochstrecken sind teilweise verstürzt, Ausbaupläne nicht vorhanden.

Bohrlochgeophysikalische Untersuchungen belegen, dass die in Bescheiden – v.a. Ende der 50er und in den 60er Jahren für nachträglich zu erteilende Bewilligungen – befundeten Kenngrößen in der Regel nur kaum bis gar nicht mit der Realität in Einklang stehen.

Darüber hinaus befinden sich diese Brunnenanlagen mittlerweile in zum Teil unzugänglichen Bereichen (z.B. Keller etc.), sodass ein Rückbau mit schwerem Gerät als unmöglich oder unverhältnismäßig erachtet werden muss.

8.3.1 Verpresssuspensionen

Risikobereiche stellen insbesondere die Art der zu verwendenden Verpresssuspension dar, deren Dichte so gewählt werden muss, dass sie schwer genug ist, um dem Druck des aufsteigenden Wassers entgegenzuwirken und gleichzeitig so viskos, dass sie klumpenfrei injiziert werden kann, ohne dass sie Entmischungsprozessen unterliegt (DVGW 1998 (a)).

Die Überprüfung der entscheidenden Kenngrößen – Dichte und Viskosität – erfolgt folgendermaßen (STEIN et al. 2007):

- **Dichte:**

Die Dichte von Suspensionen wird in der Regel mit Hilfe einer Spülungswaage oder durch Wägung eines bekannten Suspensionsvolumens bestimmt. Eine Spülungswaage ist eine auf einer mittleren Schneide gelagerte Balkenwaage. An einem Ende des Waagebalkens befindet sich ein Suspensionsbehälter bekannten Volumens, der mit der zu prüfenden Suspension gefüllt wird. An dem anderen Ende kann ein Tariergewicht solange hin- und hergeschoben werden, bis der Balken im Gleichgewicht ist. Die Dichte der Suspension kann jetzt an der Stellung des Tariergewichtes an einer Skala direkt abgelesen werden

- **Viskosität:**

Eine einfache Methode zur relativen Beschreibung der Viskosität ist der Marshtrichter-Versuch. Bei dieser Prüfung wird die Zeit gemessen, die ein Liter Flüssigkeit benötigt, um durch einen genormten Durchlaufkonus (Marshtrichter) zu fließen. Je geringer die Viskosität der Flüssigkeit, desto schneller fließt sie aus dem Marshtrichter heraus und umso kleiner ist die gemessene Marshzeit. Wasser hat z. B. eine Marshzeit von 28 Sekunden, während hingegen hochviskose Bentonit-suspensionen im Schlitzwandbau Marshzeiten von über 60 Sekunden aufweisen können.

8.3.1.1 Nicht geeignete Suspensionen

8.3.1.1.1 Zementsuspensionen

Zementsuspensionen sind instabile Suspensionen, da die Zementkörner nur durch Bewegung in der Schwebelage gehalten werden. Entscheidend für die Fließeigenschaften, die Festigkeit und Beständigkeit der Suspension ist der Wasser-Zement-Faktor. Zur vollständigen Hydratation des Zements ist ein Wasser-Zement-Faktor von 0,4 nötig.

Die ÖNORM EN 197-1 unterteilt den Zement in fünf Hauptzementarten:

- Portlandzement CEM I
- Portlandkompositzement CEM II
- Hochofenzement CEM III
- Puzzolanzement CEM IV
- Kompositzement CEM V

Diese Hauptzementarten werden entsprechend der Zugabemenge ihrer Hauptbestandteile in weitere 27 Zementarten unterteilt, wobei in Österreich – aufgrund der klimatischen Bedingungen – elf eingesetzt werden.

Diese fünf Hauptzementarten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Bestandteile und somit auch in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften (z.B. Aushärtung, Festigkeit, Dichte etc.) voneinander.

8.3.1.1.2 Bentonitsuspensionen

Als Bentonite werden Tone bezeichnet, die aufgrund ihrer mineralischen Zusammensetzung eine gute Wasseraufnahmefähigkeit und ein damit verbundenes hohes Quellvermögen aufweisen. Durch diese wesentlichen Eigenschaften haben sich Bentonite für zahlreiche Anwendungen im Tiefbau als sehr vorteilhaft erwiesen. Des Weiteren gelten sie als umweltverträglich und sehr kostengünstig. In Abhängigkeit des mineralogischen Aufbaues lassen sich die folgenden im Bauwesen relevanten natürlichen Bentonite unterscheiden:

- Calciumbentonite
- Natriumbentonite

Da Calciumbentonit eine sehr viel geringere Quelfähigkeit als Natriumbentonit aufweist, jedoch Natriumbentonit in natürlichen Lagerstätten sehr selten ist, wird über ein Ionenaustauschverfahren natürlicher Calciumbentonit in sogenannten „Aktivbentonit“ umgewandelt. Der auf diese Weise gewonnene Aktivbentonit ist in der Regel preisgünstiger als der natürliche Natriumbentonit, entspricht in seinen Eigenschaften jedoch weitgehend diesem. Außerdem kann die Produkteigenschaft während der Aufbereitung genau gesteuert werden und hierdurch eine konstante Qualität erreicht werden (OSEBOLD 2008). Wird aus Bentonit und Wasser eine Suspension hergestellt, entsteht ein thixotropes Gel.

Durch eine entsprechende Mischtechnik wird der Bentonit in seine Elementarschichten zerlegt. Vor der Dispergierung sind die Elementarschichten in dicht gelagerten Paketen angeordnet. Durch den kolloidalen Aufschluss bilden die Bentonitplättchen im Wasser eine Gerüststruktur aus, die mit dem eines Kartenhauses vergleichbar ist. Durch diese Struktur steigt die innere Reibung der Flüssigkeit und die Fließfähigkeit wird herabgesetzt. Wird das Gerüst durch mechanische Einwirkungen zerstört, verflüssigt sich die Suspension wieder und die Viskosität sinkt. In einer weiteren Ruhephase ordnen sich die Bentonitplättchen wieder zu einem neuen, immobilisierenden Gerüst an (STEIN et al. 2007).

8.3.1.2 Geeignete Suspension

Als einzig geeignete Suspension für das Verpressen von Tiefbrunnenanlagen hat sich eine Zement-Tonmineral-Suspension bewährt, wobei in der Regel Bentonit verwendet wird.

Reine Zementsuspensionen mit hohen Wasseranteilen neigen stark zur Sedimentation der Feststoffe. Deshalb wird diesen wässrigen Suspensionen Bentonit als Stabilisator zugegeben. Durch die strukturbildenden Eigenschaften der Bentonitplättchen wird das Absetzen der Zementbestandteile verhindert und eine homogene Verteilung der Feststoffe gewährleistet. Die Sedimentationsstabilität wird bereits bei geringen Bentonitzusätzen erreicht. Empfohlen wird ein Bentonitzusatz von 10 bis 20 % bezogen auf das Zementgewicht. Zu hohe Zugabemengen können zu Festigkeitseinbußen führen, wodurch die Qualität des Abdichtungskörpers beeinträchtigt wird (OSEBOLD 2008).

Für den Einsatz in Zement-Bentonit-Suspensionen eignen sich nur zementstabile Aktivbentonite, bei denen durch eine spezielle Behandlung ein negativer Ionenaustausch zwischen Zement und Bentonit unterbunden wird.

Die Mindestdichte der Zement-Bentonit-Suspensionen muss jedenfalls $1,3 \text{ g/cm}^3$ überschreiten, sicherheitshalber wird aber eine Dichte von etwa $1,6 \text{ g/cm}^3$ empfohlen, wenngleich bei speziellen Konstellationen auch höhere Suspensionsdichten erforderlich sein können (LLUR 2011, UM 2012). Die Marshzeit muss in jedem Fall über 40 Sekunden betragen (LLUR 2011). Bei Verwendung eigener Rezepturen muss der Bentonit jedenfalls 10 Minuten vorgequollen werden.

Zertifizierten Fertigprodukten, die die erforderlichen Eigenschaften (z.B. Dichte) garantieren, sollte der Vorrang gegenüber eigenen Rezepturen gegeben werden.

Es ist davon auszugehen, dass nahezu alle bereits errichteten (artesisch) gespannten Tiefbrunnen in Österreich, unabhängig davon, mit welchem Durchmesser sie gebohrt wurden, welchen Schließdruck sie aufweisen und welche Wassermengen sie erschroten, mit einer Suspension dieser Zusammensetzung und dieser Dichte beherrscht und verpresst werden können.

Natürlich können auch Suspensionen anderer Zusammensetzung und anderer Dichte eingesetzt werden. In diesen Fällen ist aber im Einzelfall abzuwägen, ob der Verpressvorgang in einem Arbeitsschritt vorgenommen werden kann oder allenfalls die eventuell vorhandenen und kurzgeschlossenen verschiedenen Grundwasserstockwerke separat verpresst werden müssen. Auch ein Totpumpen des Tiefbrunnens (Abpressen mit einer wässrigen Lösung höherer Dichte, z.B. einer Salzlösung) bis zum temporären Ende der Schüttung kann in Erwägung gezogen werden.

8.3.2 Vorgehensweise

Die neuralgische Stelle im Tiefbrunnen stellt der Übergang zwischen unverrohrtem Bohrloch und dem Standrohr dar. Dieser Bereich muss absolut dicht verpresst sein, damit es zu keinen Umläufigkeiten entlang des Standrohres bzw. in einen allenfalls vorhandenen Ringraum kommt. Aus diesem Grund muss dieser Bereich jedenfalls freigelegt sein. Sollte es im Bohrloch zu Verbrüchen gekommen sein oder der Brunnen bis hinauf in die Verrohrung versandet sein, so darf der Verpressvorgang erst begonnen werden, wenn dieser Bereich z.B. durch Spülung wieder zugänglich gemacht wurde. Der generelle Verpressvorgang sollte jedenfalls in einem nach oben offenen System erfolgen (Möglichkeit des Überlaufes), um ein unkontrolliertes Aufbrechen der geologischen Formation zu verhindern.

Beim Rückbau der artesischen Brunnenanlagen sind folgende Arbeitsschritte vorzunehmen:

- Sollten keinerlei Informationen über die Brunnenanlage vorhanden sein, so ist vor Beginn der Rückbauarbeiten eine Kamerabefahrung durchzuführen.
- Es ist anzustreben den Brunnen bis zur vermuteten Endteufe freizuspülen. Der Übergang zwischen verrohrter und unverrohrter Bohrlochstrecke muss jedenfalls freigelegt sein.
- Am Standrohr ist eine Absperrvorrichtung (Kugelhahn, Packer o.ä.) für die Nachverpressung zu montieren. Sollte kein Standrohr vorhanden sein, so muss dieses vor Beginn der Injektionsarbeiten mit einer Mindestdiefe von 3 m unter GOK gesetzt werden.
- Die Schüttung und der Schließdruck sind zu messen.
- Mittels eines Zirkulationsversuchs mit Wasser ist die Injizierbarkeit sicherzustellen. Dabei ist der optimale Injektionsdruck für die Zement-Tonmineral-Suspension zu ermitteln.
- In das Standrohr der Brunnenanlage ist ein PE-Hartschlauch/Injektionsgestänge mit einem Mindestdurchmesser von ½ Zoll einzubringen. Dieser/Dieses ist so weit wie möglich in den Brunnen abzusenken. Dabei ist die Einbringtiefe mit der Ausbautiefe des Brunnens zu vergleichen.
- Im Anschluss daran ist eine Injektionsanlage – ausgestattet mit einer Möglichkeit zur Aufzeichnung von Druck und Mengen – mit entsprechenden Nebeneinrichtungen am Brunnenstandpunkt aufzustellen.
- Die Zement-Bentonit-Suspension muss eine Dichte von etwa 1,6 g/cm³ aufweisen. Die Marshzeit muss in jedem Fall über 40 Sekunden betragen.
- Zur Sicherstellung einer gleich bleibenden Qualität muss die Verpresssuspension chargenweise zubereitet werden. Dabei sind jeweils die Dichte und die Viskosität zu bestimmen.
- Über den abgesenkten Injektionsschlauch/das Gestänge ist Injektionsgut vom Brunnentiefsten bis zum Brunnenmund einzubringen, wobei der Injektionsschlauch nach und nach zu ziehen ist.
- Die Dichte des Injektionsgutes, das nach vorläufigem Abschluss der Injektionsarbeiten aus dem Bohrloch austritt, muss identisch sein mit der Dichte des eingebrachten Injektionsgutes.

- Anschließend ist über Kopf mit entsprechendem Druck über das Verschlussorgan (Kugelhahn, Packer o.ä.) weitere Suspension bis zu einem signifikante Druckanstieg einzupressen. Erst danach sind die Injektionsarbeiten abgeschlossen.
- Die Rückbauarbeiten sind zu dokumentieren und fotografisch festzuhalten. Abschließend ist ein Technischer Bericht zu verfassen.

Diese einzelnen Arbeitsschritte sind in den Abbildungen 34 bis 50 dargestellt.



Abb. 34: Arteser



Abb. 35: Kamerainspektion

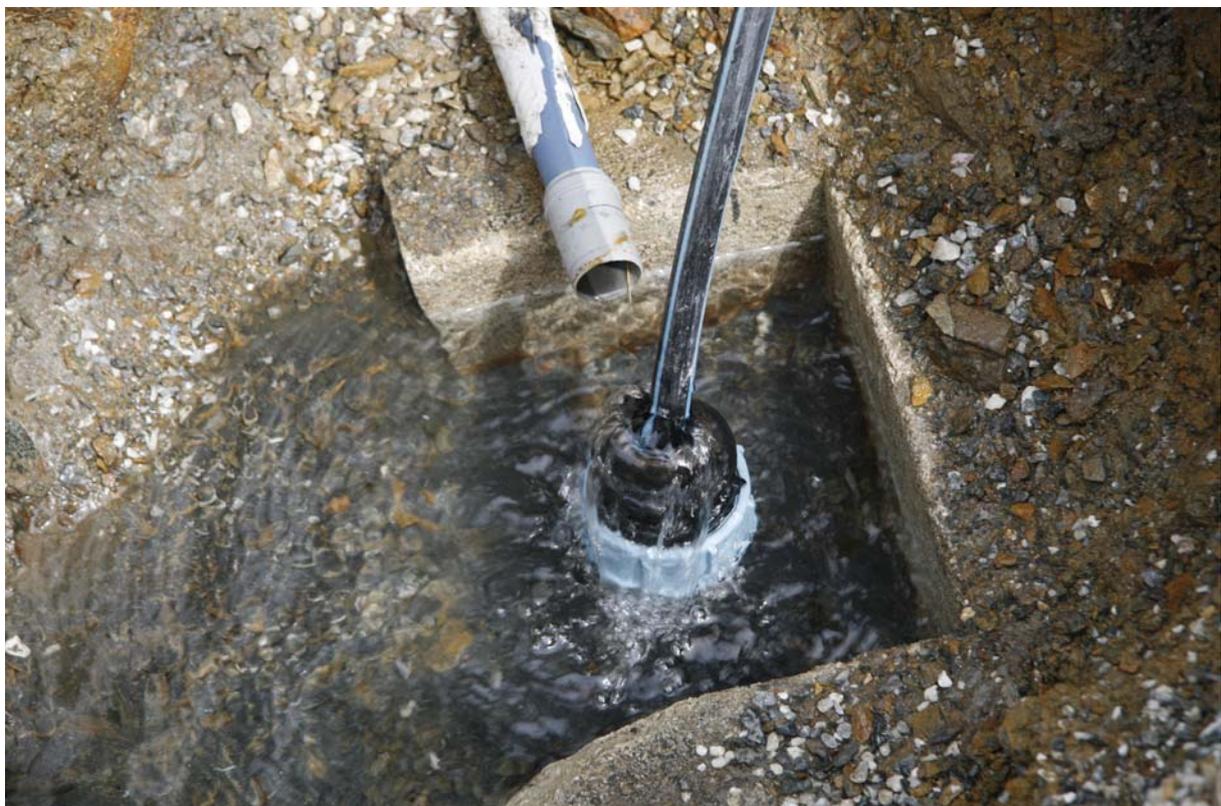


Abb. 36: Freispülen



Abb. 37: Zirkulationsversuch



Abb. 38: Ermitteln des optimalen Injektionsdrucks



Abb. 39: Herstellen der Suspension



Abb. 40: Messen der Viskosität der Suspension



Abb. 41: Messen der Suspensionsdichte

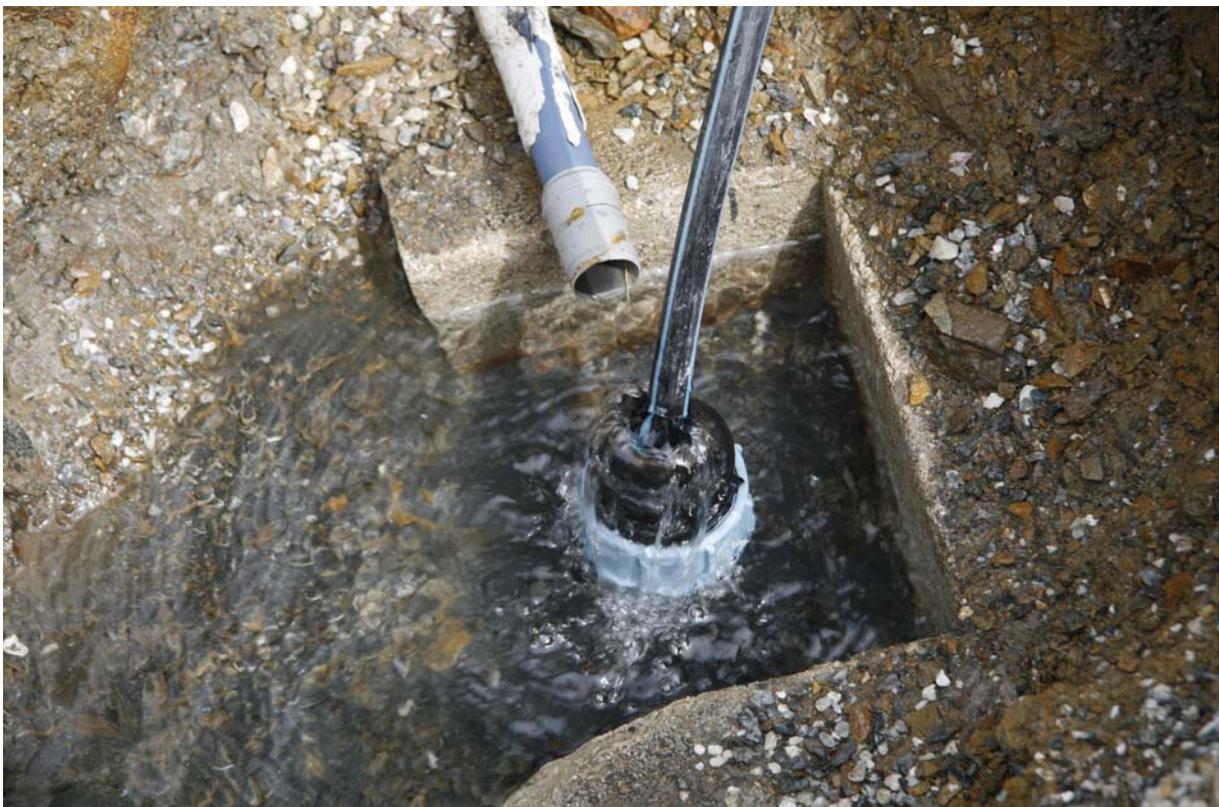


Abb. 42: Einführen des Injektionsschlauches



Abb. 43: Injektionsdruck

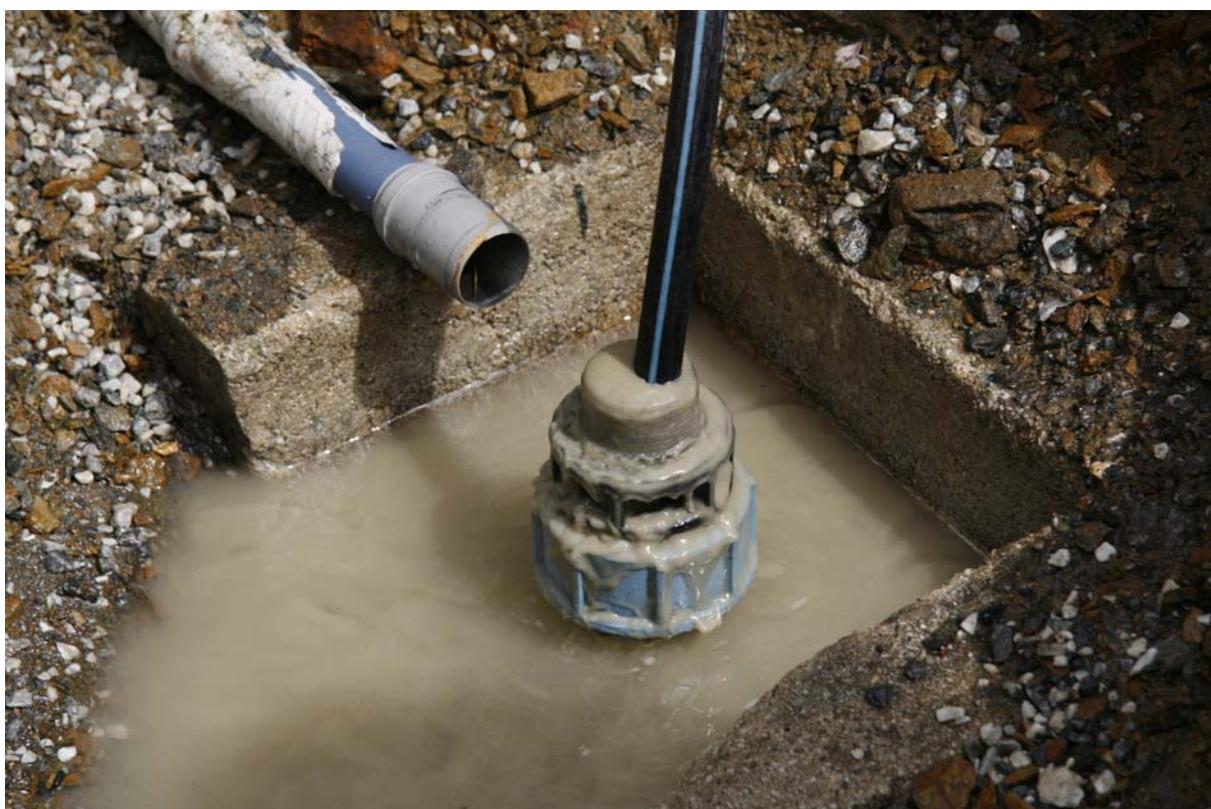


Abb. 44: Verpressen von unten nach oben – Beginn



Abb. 45: Verpressen von unten nach oben - Ende



Abb. 46: Entnehmen der verpressten Suspension

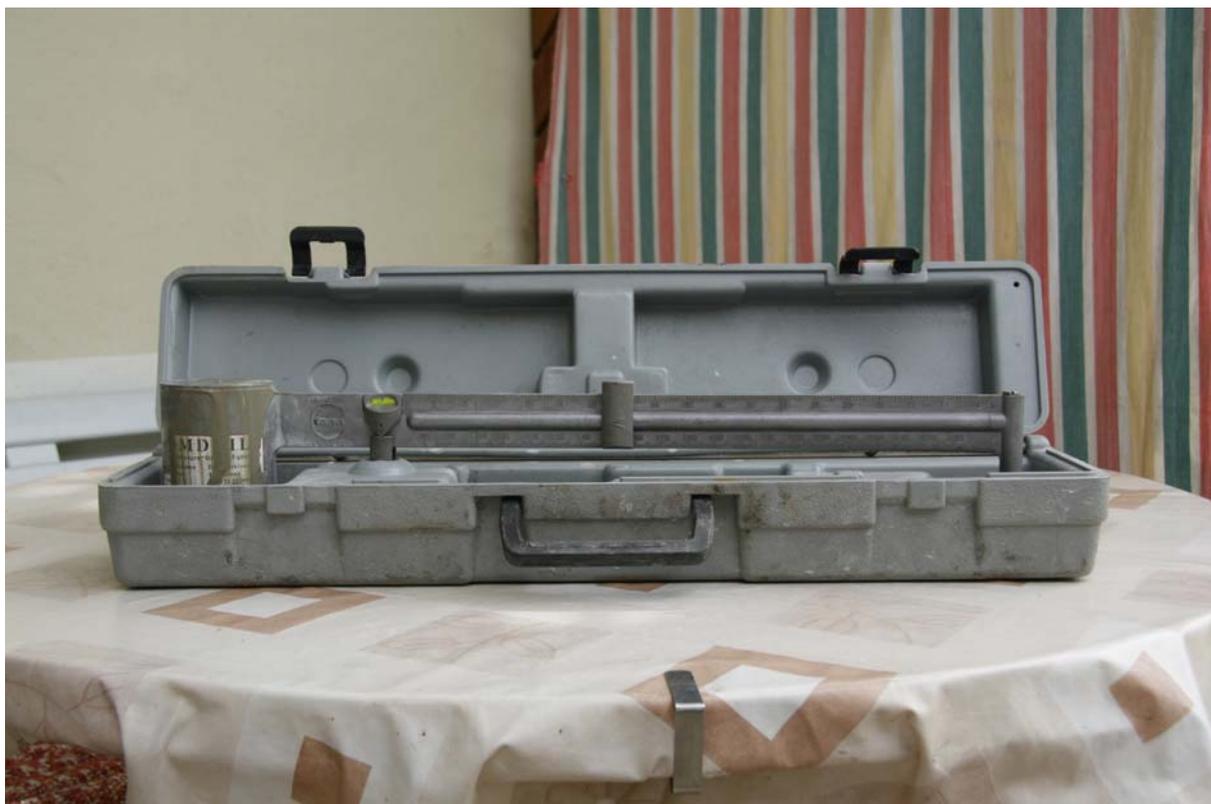


Abb. 47: Dichtekontrolle der entnommenen Suspension

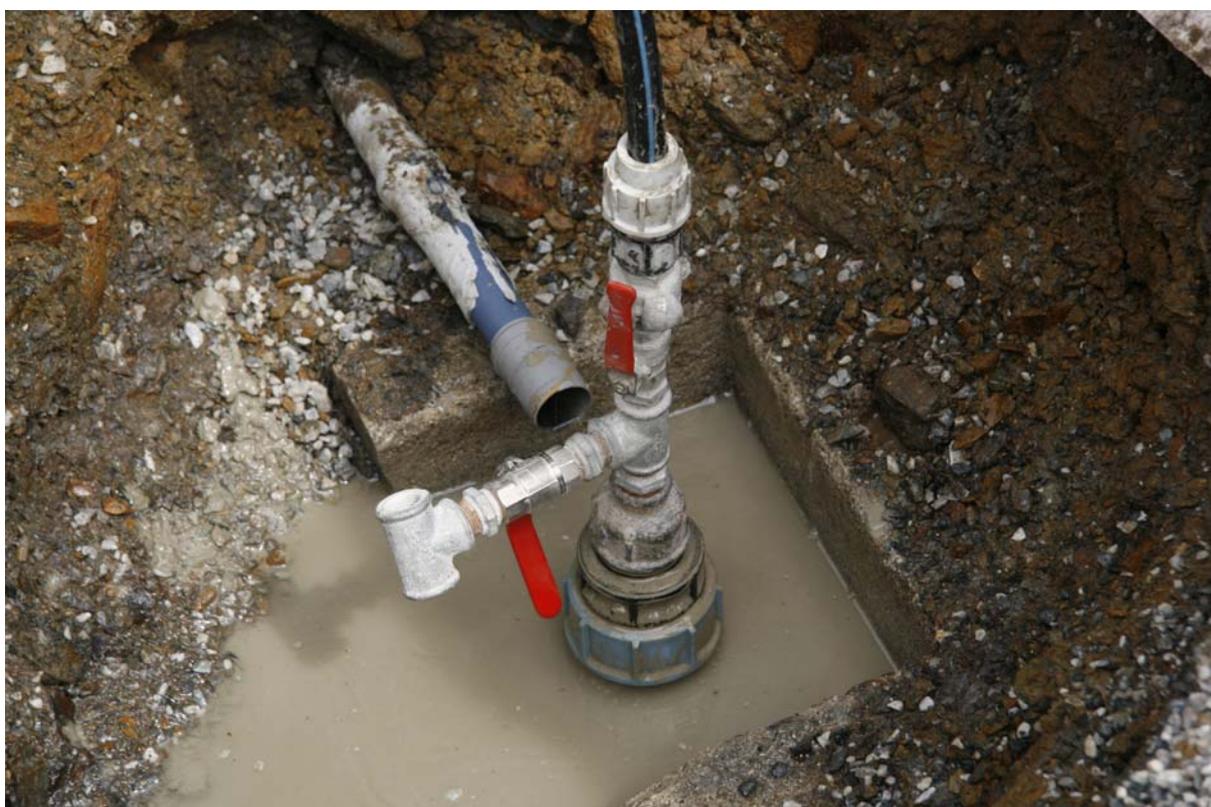


Abb. 48: Nachverpressen über Kopf



Abb. 49: Signifikanter Druckanstieg

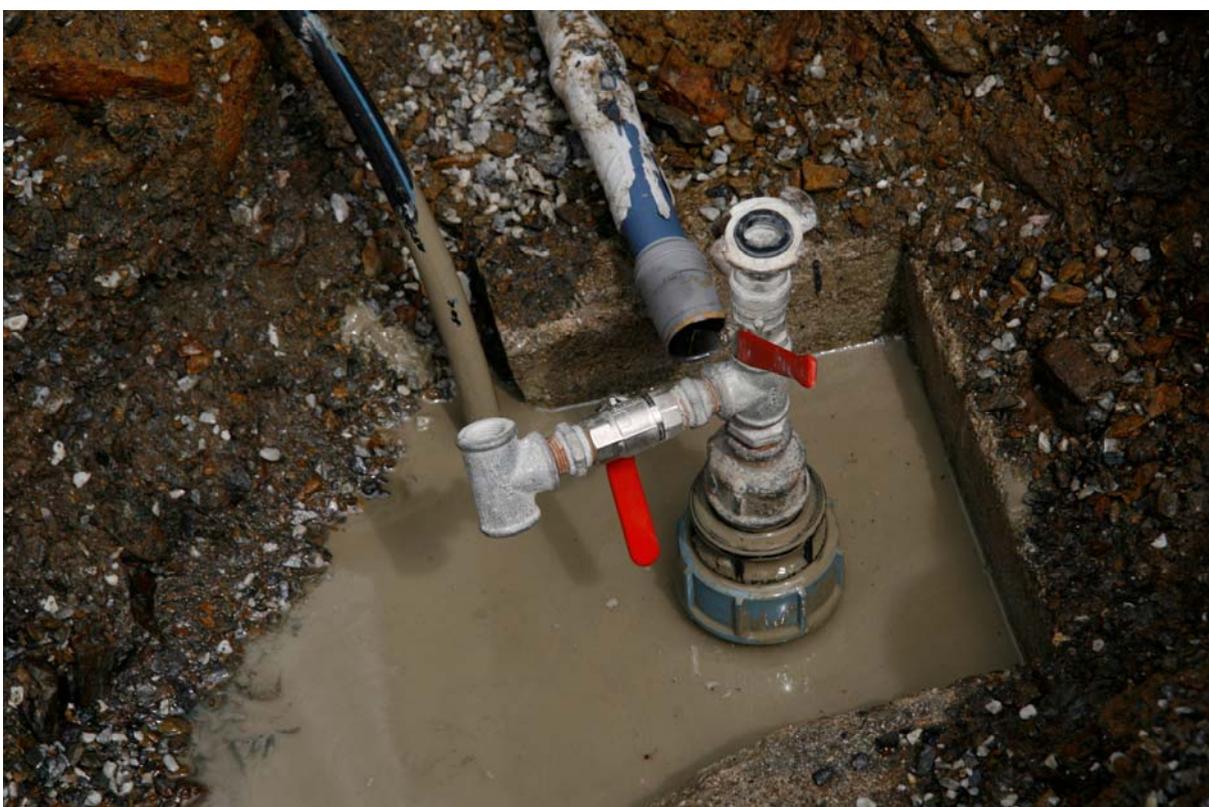


Abb. 50: Absperren der Bohrung zum Nachquellen und Aushärten

Die oben angeführten Arbeitsschritte bilden das Ergebnis aus 5 Jahren Praxisanwendung und haben sich als zielführend herausgestellt und bewährt. Nur dreimal konnte dieses Schema nicht angewendet werden, da die betroffenen Brunnen durch Alterungsprozesse nicht mehr befahrbar waren. In diesen drei Fällen musste die teilweise verfallene Bohrlochstrecke teilweise überbohrt werden. Erst danach waren die Verpressarbeiten durchführbar.

8.3.3 Geförderte Arteserverschließungen

Im Zuge des Arteser Aktionsprogrammes wurden bisher in den Gemeinden Altenmarkt bei Fürstenfeld, Feldbach, Fürstenfeld, Gersdorf an der Feistritz, Gniebing-Weißenbach, Grafendorf bei Hartberg, Hofstätten an der Raab, Hohenbrugg-Weinberg, Ilztal, Johnsdorfbrunn, Ludersdorf-Wilfersdorf, Mühldorf, Raabau, St. Margarethen an der Raab, St. Peter am Ottersbach, St. Ruprecht an der Raab, Trössing, Unterfladnitz und Weinburg am Saßbach, insgesamt 175 artesische Brunnenanlagen, die nicht dem Stand der Technik entsprachen, verschlossen. Etwa zwei Fünftel dieser Brunnenanlagen waren wasserrechtlich bewilligt, ca. drei Fünftel verfügten über keine wasserrechtliche Bewilligung. Dabei konnte ein freier Überlauf von etwa 50 l/s unterbunden werden. Das entspricht gemäß ÖNORM B 2538 einer Wassermenge, mit der etwa 25.000 Personen versorgt werden können.

Die durchschnittlichen Kosten beliefen sich auf etwa 2.000,-- exkl. MwSt. pro Brunnen und umfassten die fachgerechte Verschließung des Brunnens durch eine Brunnenbohrfirma sowie Planung, Bauaufsicht und Förderabwicklung durch ein Planungsbüro.

8.3.3.1 Detailübersicht

Planer: DDI Depisch und DI Kerschbaumer-Depisch ZT GmbH

Brunnenbohrfirma: Etschel + Meyer GmbH & CoKG

Bauaufsicht: DDI Depisch und DI Kerschbaumer-Depisch ZT GmbH

Altenmarkt bei Fürstenfeld: 9 Brunnen (2009); Förderung 100 % (Land Steiermark)

Fürstenfeld: 11 Brunnen (2009); Förderung 100 % (Land Steiermark)

Gersdorf an der Feistritz: 4 Brunnen (2009); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Ilztal: 6 Brunnen (2009); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Planer: Technisches Büro Mag. Bernd Böchzelt

Bohrfirma: Brunnenservice GmbH

Bauaufsicht: Technisches Büro Mag. Bernd Böchzelt

Ludersdorf-Wilfersdorf: 11 Brunnen (2009); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Hofstätten a.d. Raab: 1 Brunnen (2009); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Planer: FA19A

Bohrfirma: Josef Fuchs GmbH

Bauaufsicht: A14

Trössing: 1 Brunnen (2010); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Weinburg am Saßbach: 3 Brunnen (2013); Förderung 50 % (Land Steiermark)

Planer: A14

Bohrfirma: KDS GmbH

Bauaufsicht: A14

St. Peter am Ottersbach: 4 Brunnen (2012), Förderung 100 % (Land Steiermark)

Planer: A14

Bohrfirma: Brunnenbau Hofer

Bauaufsicht: Geologie & Grundwasser GmbH

Feldbach: 3 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Gniebing-Weißbach: 1 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Hohenbrugg-Weinberg: 2 (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Johnsdorf-Brunn: 2 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Mühldorf: 8 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Raabau: 4 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

St. Margarethen a. d. Raab: 1 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Planer: A14

Bohrfirma: Tiefbohr GmbH

Bauaufsicht: Kohl GmbH

Grafendorf bei Hartberg: 59 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Planer: A14

Bohrfirma: Tiefbohr GmbH

Bauaufsicht: Kohl GmbH

St. Margarethen a. d. Raab: 3 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Planer: A14

Bohrfirma: Josef Fuchs GmbH

Bauaufsicht: Kohl GmbH

St. Ruprecht a. d. Raab: 39 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

Planer: A14

Bohrfirma: Josef Fuchs GmbH

Bauaufsicht: Kohl GmbH

Unterfladnitz: 1 Brunnen (2013); Förderung 55 % Land Steiermark, 15 % Bund

8.3.4 Schadensfälle

Beim Rückbau von 175 artesischen Brunnenanlagen kam es lediglich viermal zu einem Schadensfall, der aber kein einziges Mal auf die mangelhafte Durchführung der Arbeiten oder eine falsche Vorgehensweise zurück zu führen war. Alle Schadensfälle traten in Zusammenhang mit einer nicht mehr vollständig intakten – in der Regel korrodierten – Verrohrung auf und werden nachfolgend beschrieben.

Ausgangspunkt war immer folgender Arbeitsablauf (s. Abb. 51):

In eine teilweise verrohrte artesische Brunnenanlage wird ein Schlauch bis zur Sohle der Bohrung eingeführt. Anschließend wird das Bohrloch von unten nach oben mit einer Zement-Bentonitsuspension verfüllt.

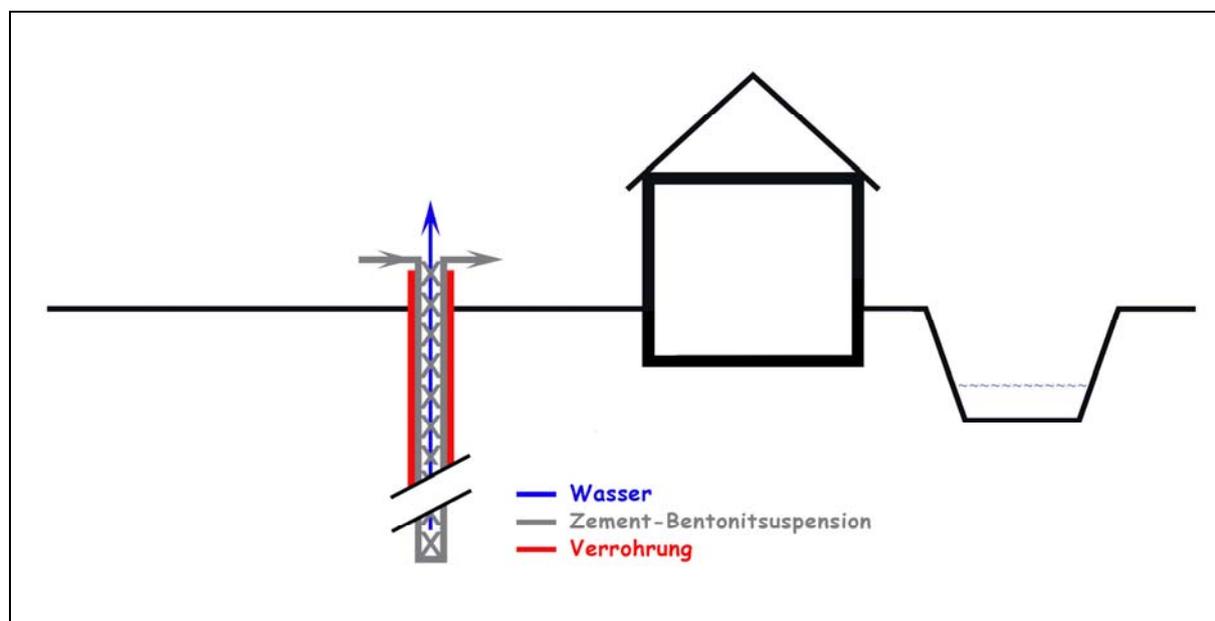


Abb. 51: Schematische Darstellung des Arbeitsablaufs

Schadensfall 1

In eine teilweise verrohrte artesische Brunnenanlage wurde ein Schlauch bis zur Sohle der Bohrung eingeführt. Anschließend wurde das Bohrloch von unten nach oben mit einer Zement-Bentonitsuspension verfüllt.

Aufgrund einer nicht mehr vollständig intakten Verrohrung kam es bei den Rückbauarbeiten zu einem Austritt der Suspension in mehreren Metern Tiefe. Über die Rollierung der Hofpflasterung gelangte die Suspension an die Oberfläche und hob einige Pflastersteine.

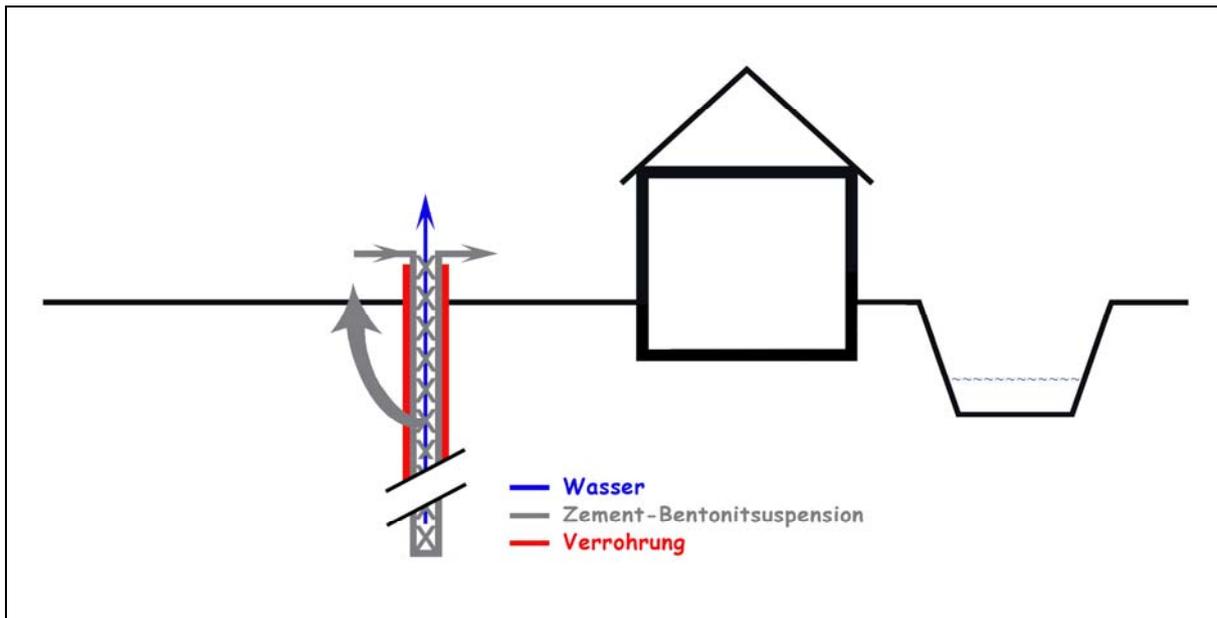


Abb. 52: Schematische Darstellung von Schadensfall 1

Schadensfall 2

In eine teilweise verrohrte artesischen Brunnenanlage wurde ein Schlauch bis zur Sohle der Bohrung eingeführt. Anschließend wurde das Bohrloch von unten nach oben mit einer Zement-Bentonitsuspension verfüllt.

Aufgrund einer nicht mehr vollständig intakten Verrohrung kam es bei den Rückbauarbeiten zu einem Austritt der Suspension in mehreren Metern Tiefe. Über die Rollierung des Wohnhauses gelangte die Suspension in dessen Drainageleitung und von dort über eine Überlaufleitung in den angrenzenden Vorfluter, wo der Schaden erst bemerkt und der Hergang rekonstruiert werden konnte. Glücklicherweise konnten vor Aushärtung der Suspension die Drainageleitungen gespült und freigelegt werden, wodurch kein bleibender Schaden am Objekt entstand.

Laut Auskunft des Eigentümers trat nach Abschluss der Rückbauarbeiten eine deutliche Reduktion der anfallenden Drainagewässer auf, was den Schluss nahelegt, dass ein erheblicher Anteil der Drainagewässer aus dem artesischen Brunnen stammte.

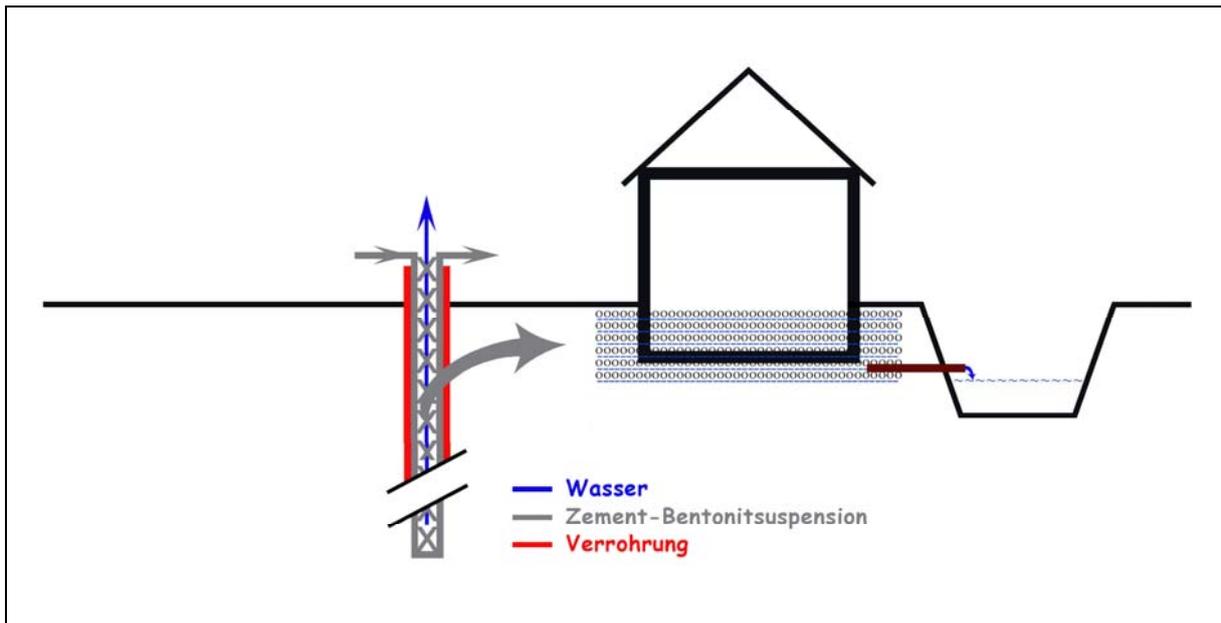


Abb. 53: Schematische Darstellung von Schadensfall 2

Schadensfall 3

Laut Auskunft des Eigentümers wurde der im Eingangsbereich des Hauses gelegene artesische Brunnen während des Zweiten Weltkrieges durch einen Granateneinschlag zerstört und verschüttet.

An einer vernässten Stelle – die genaue Lage des Brunnens war nicht mehr ersichtlich – wurde daraufhin provisorisch ein kurzes Steigrohr mit 2,5 Zoll Durchmesser platziert und in dieses ein Rohr mit einem Durchmesser von 20 mm und einer Länge von ca. 3,5 m auf Verdacht eingeschlagen, woraufhin die Schüttung wieder einsetzte. Da die Wassermenge zur Versorgung der Bewohner ausreichte, wurde dieser Zustand dauerhaft beibehalten.

Bei den Rückbauarbeiten wurde in Ermangelung der Kenntnis dieser Sachlage beim Freilegen versehentlich – so meinte man – das Rohr mit einem Durchmesser von 20 mm abgebrochen (tatsächlich war der provisorische Ringraum schon so unterspült, dass das eingerammte Rohr keinen festen Halt mehr hatte). Daraufhin wurde ein Rohr nachgeschlagen, woraufhin die Schüttung des Brunnens stark zurückging. Wenige Stunden später stand der Keller des Wohnhauses mehrere Zentimeter unter Wasser, da sich das artesische Wasser unterirdisch einen Weg in den nicht dicht errichteten Keller gesucht hatte.

Daraufhin wurde von der durchführenden Firma ein Schachtbrunnen errichtet, bis in einer Tiefe von ca. 5,5 m unter GOK die ursprüngliche, unverrohrte Bohrung freigelegt werden konnte. In diese wurde nun eine Rammlanze eingebracht, über die die Bohrung fachgerecht

verschlossen werden konnte, sodass der Wasserzutritt zum betroffenen Keller dauerhaft unterbunden werden konnte.

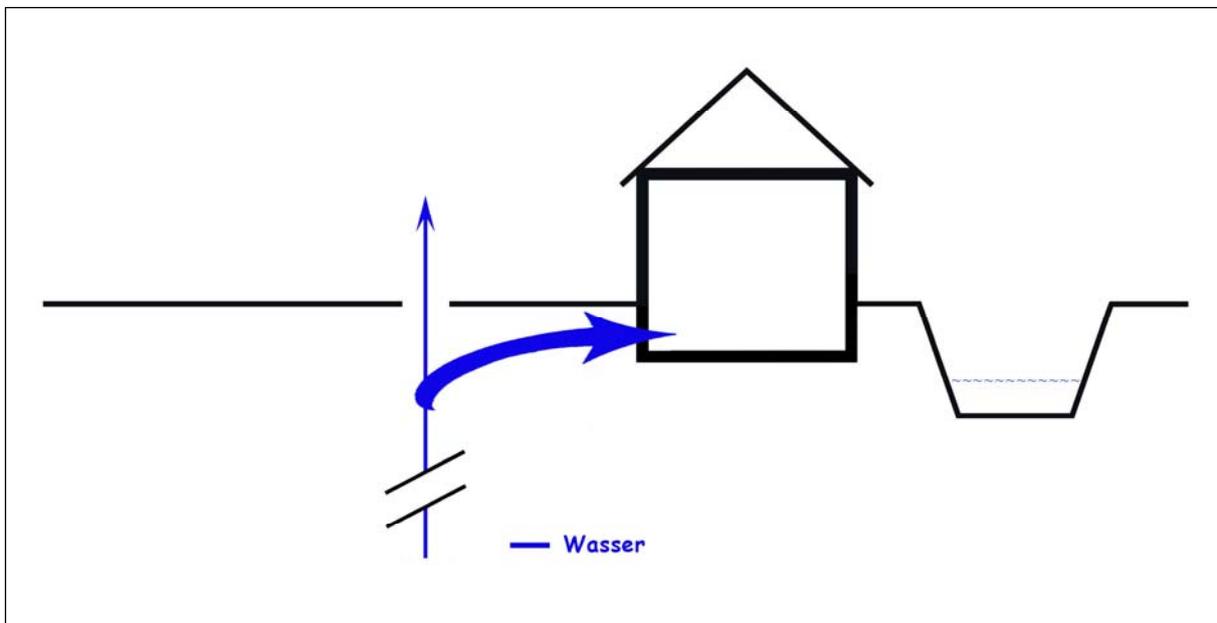


Abb. 54: Schematische Darstellung von Schadensfall 3

Schadensfall 4

In eine teilweise verrohrte artesische Brunnenanlage wurde ein Schlauch bis zur Sohle der Bohrung eingeführt. Anschließend wurde das Bohrloch von unten nach oben mit einer Zement-Bentonitsuspension verfüllt.

Aufgrund einer nicht mehr vollständig intakten Verrohrung kam es bei den Rückbauarbeiten zu einem Austritt der Suspension in mehreren Metern Tiefe. Diese gelangte in weiterer Folge in eine nicht mehr dichte Sammelgrube und füllte diese teilweise.

Das Wohnobjekt war wenige Jahre davor an die öffentliche Kanalisationsanlage angeschlossen worden, wobei die Verbindung zwischen Hauskanal und öffentlichen Kanal in dieser Sammelgrube vorgesehen war. Aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen wurde der öffentliche Kanal zwar auch in diese Sammelgrube geführt, dort jedoch nicht mit dem Hauskanal zusammengeschlossen. In Folge dessen waren diese beiden Kanalstränge ungehindert befahrbar.

Im Zuge des Verpressvorgangs gelangte nun die Zement-Bentonitsuspension über die undichte Sammelgrube in diese Kanalstränge. In Summe wurden 7 m Hauskanal mit einem Durchmesser von 150 mm 11 m öffentlicher Kanal mit einem Durchmesser von 200 mm ver-

füllt. Da dieser Umstand erst am Tag darauf erkannt wurde und die Suspension bereits ausgehärtet war, mussten die Kanalstränge wieder aufgebohrt werden.

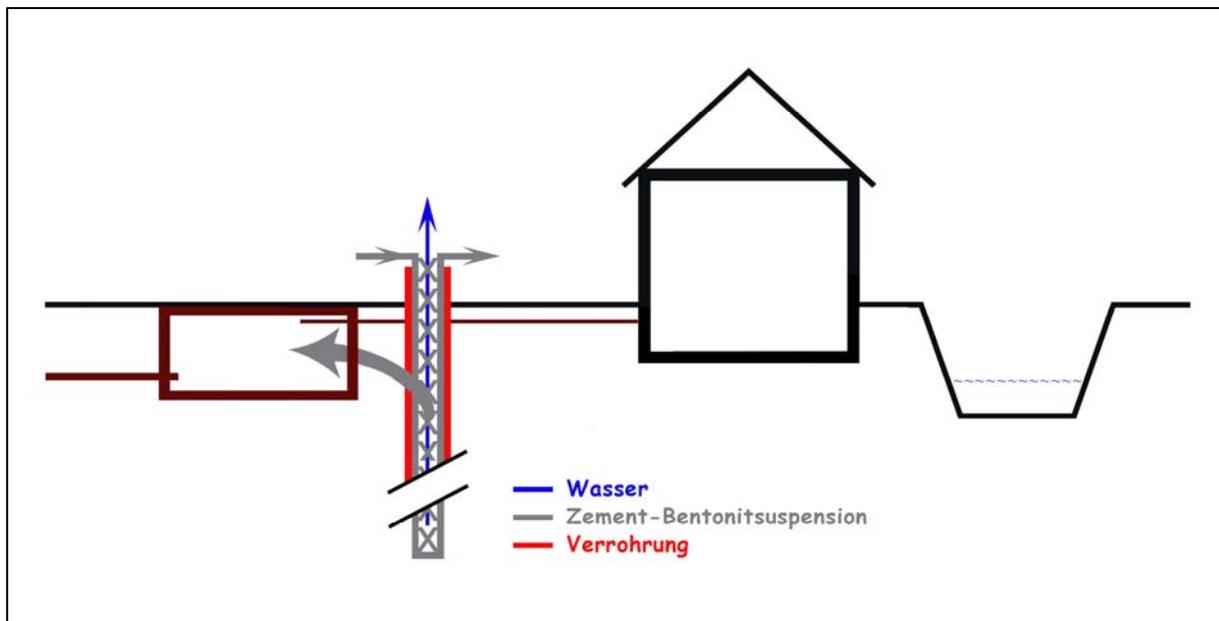


Abb. 55: Schematische Darstellung von Schadensfall 4

8.4 Nachhaltiger Nutzen

8.4.1 Öffentliche Wahrnehmung

Während das Arteser Aktionsprogramm von den Fachkollegen zunächst ob der Aussichtslosigkeit in der Umsetzung und der Diffizilität des Rückbaus von artesischen Hausbrunnen mit Skepsis betrachtet wurde, wird es von dieser nun rückblickend als voller Erfolg und als ressourcenschonende und zielorientierte Maßnahme gelobt.

Die Bewertung durch den Laien differiert hingegen. Nicht betroffene Bürger und einzelne Brunneneigentümer in vorwiegend urban geprägten Gemeinden anerkennen die Sinnhaftigkeit des Projektes zwar, zweifeln jedoch teilweise an der Notwendigkeit. Brunneneigentümer in überwiegend ländlichen Regionen stellen sich heftig zur Wehr, gründen Initiativen und Vereine und reichen Beschwerden bei der Volksanwaltschaft ein.

All diese Meinungen widerspiegeln sich in über 30 Artikeln, die in den steirischen Printmedien innerhalb der letzten fünf Jahre erschienen sind, mehr als die Hälfte davon im Jahr 2013. Während die gängigen Tageszeitungen versuchen, eine neutrale Berichterstattung zu gewährleisten, steht in – vorwiegend unentgeltlich verteilten – regionalen Zeitschriften in reiße-

rischen Artikeln die Polemik im Vordergrund, die dem Land Steiermark berechnende Geldgier und Enteignung der Bürger vorwirft.

Einen zwischenzeitlichen Höhepunkt der Berichterstattung stellte die Diskussion in der Fernsehsendung „BürgerAnwalt“ im Sommer 2012 dar.

Ausgangspunkt der vielfachen Diskussionen und Auseinandersetzungen stellte die Gemeinde Altenmarkt bei Fürstenfeld dar:

Im Jahr 2007 ersuchte die Gemeindeführung die damalige Fachabteilung 19A, Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft, um Hilfestellung, da sie die Versorgung ihrer Bürger mit Trinkwasser in ausreichender Menge gefährdet sah. Zusätzlich wurde die Fachabteilung durch besorgte Bürger der Gemeinde über stark rückgehende artesische Schüttungen informiert.



Abb. 56: „Motto“ des Vereins (aus www.arteserbrunnen.at)

Im Zuge mehrerer Gespräche wurde beschlossen, ein Planungsbüro zu beauftragen, eine Studie zur Sicherstellung der Wasserversorgung in der Gemeinde Altenmarkt bei Fürstenfeld zu erstellen. Diese Studie sah als fachlich und wirtschaftlich zweckmäßigste Variante den Anschluss der Gemeinde Altenmarkt an das Wasserversorgungsnetz der Stadtgemeinde Fürstenfeld oder alternativ die Errichtung eines neuen Zentralbrunnens bei gleichzeitiger Stilllegung der privaten Hausarteser vor. Da dieses Ergebnis bei den Brunneigentümern auf wenig Gegenliebe stieß, wurde eine weitere Studie

beauftragt, die Alternativen zur bereits vorliegenden Studie – z.B. die Sammlung und Einspeisung der Überwässer der bestehenden Arteser – behandeln sollte. Da auch diese Studie zu keinem neuen Ergebnis führte, wurde letztmalig ein von der Gemeinde Altenmarkt bestellter Sachverständiger mit der Prüfung der Sachlage betraut, doch auch durch diesen wurde

die Kernaussage der ursprünglichen Studie bestätigt: Es führt kein Weg vorbei an der Anpassung an den Stand der Technik oder der Stilllegung der bestehenden Hausarteser.

Da die Altenmarkter Brunneneigentümer ihre Interessen nicht ausreichend gewürdigt sahen, entwickelte sich im Zuge dieser Studien eine Interessengemeinschaft, die schlussendlich zur Gründung des Vereins „Arteserbrunnen-Steiermark“ führte. Dieser Verein, der als Forderung „die Erhaltung der steirischen Arteserbrunnen in ihrer Vielfalt“ nennt, verfügt laut Aussagen „über mehrere 100 Mitglieder“, eine genaue Anzahl kann seiner Homepage (www.arteserbrunnen.at) jedoch nicht entnommen werden.

Dieser Verein stellt sich dem Arteser Aktionsprogramm entschieden zur Wehr und versucht mit Hilfe von Zeitungsartikeln, Bürgerversammlungen und Anfragen an politische Büros Bürger und Volksvertreter auf seine Seite zu bringen. Unter anderem wurde auch ein „Arteser-Schutzbrief“ entwickelt (s. Abb. 57)

Aus fachlicher Sicht wurde das Arteser Aktionsprogramm mit Interesse speziell auch durch die Bundesländer Oberösterreich und Burgenland aufgegriffen, die mit einer ähnlichen Problematik zu kämpfen haben. Gemeinsam mit dem Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband wurde ein Arbeitsausschuss eingerichtet, der derzeit ein Regelblatt zur „Ressourcenschonenden Tiefengrundwasserbewirtschaftung“ erstellt. Dieses Regelblatt liegt in einem unveröffentlichten Entwurf bereits vor und sollte Mitte des Jahres 2014 veröffentlicht werden.

Darüber hinaus behandeln derzeit die Fachhochschule Joanneum und die Universität Graz dieses Thema in Form von zwei Diplomarbeiten.

Während sich die eine Diplomarbeit allgemein mit dem Arteser Aktionsprogramm und den artesischen Hausbrunnen in der Oststeiermark beschäftigt, widmet sich die zweite Diplomarbeit dem nachhaltigen Nutzen für das Tiefengrundwassersystem der Oststeiermark anhand der Beispiele Grafendorf bei Hartberg und St. Ruprecht an der Raab und den Techniken beim Rückbau der Brunnenanlagen im internationalen Vergleich.

SCHUTZBRIEF

Interessengemeinschaft der Arteser Steiermark



Aushändigungsdatum: _____

„Es ist der Interessengemeinschaft der Arteser Steiermark gelungen mit den beiden bekannten Rechtsanwaltskanzleien der Imre & Schaffer Rechtsanwälte OG, Ludersdorf 201, 8200 Gleisdorf, Tel.: 03112/2261-0 Fax: 03112/2261-23, Email: office@rechtsanwalt-stmk.at, Homepage: www.rechtsanwalt-stmk.at, und der Rechtsanwaltsgemeinschaft Wasserbauer-Possnig-Maurer, Lederergasse 10/2, 8160 Weiz, Tel.: 03172/2442 Fax: 03172/2442-14, Email: office@ra-wpm.at, Homepage: www.ra-wpm.at, folgende Vereinbarung hinsichtlich der Beratung und Vertretung in den behördlichen Verfahren zu treffen:

- 1.) Die Kosten betragen je Brunnen € 250,00 brutto und sind binnen 2 Wochen ab Aushändigung dieses Schutzbriefes auf das dafür eingerichtete Anderkonto, lautend auf Imre & Schaffer „Arteser“, bei der Volksbank für den Bezirk Weiz IBAN:AT52423051470308, BIC: VBOEATWWWEI, einzuzahlen.
- 2.) Mit dieser Einzahlung erwirbt der Einzahler nachstehende Leistungen:
 - a) Überprüfung eines rechtskonformen Vorgehens der Behörde.
 - b) Rechtliche Beratung hinsichtlich der notwendigen Vorgangsweise in den behördlichen Verfahren in den diversen Gruppenveranstaltungen.
 - c) Einzelberatung durch einen Rechtsanwalt mit diesbezüglicher Sichtung der vorzulegenden schriftlichen Unterlagen; dies im Rahmen der allgemeinen Informationsveranstaltungen.
 - d) Führung eines verwaltungsrechtlichen Musterverfahrens einschließlich notwendiger Beschwerden vor dem Verfassungs- und Verwaltungsgerichtshof, wobei das konkrete Verfahren aufgrund tatsächlicher und rechtlicher Gegebenheiten von den Rechtsanwälten ausgewählt wird.
Die diesbezüglichen Barauslagen (Beschwerdegebühren, Sachverständigengebühren usw.) sind nicht enthalten und gesondert zu ersetzen.
 - e) Zur Verfügungstellung der Schriftsätze und Rechtsmittel im „Musterverfahren“.

Die Interessengemeinschaft der Arteser Steiermark tritt kostenlos als Vermittler auf, lehnt daher jeden Haftungsanspruch an ihr ab.

AUFTRAGSBESTÄTIGUNG

EmpfängerInName/Firma IMRE & SCHAFFER „ARTESER“		
IBANEmpfängerIn AT524232030051470308		
BIC(SWIFT-Code) der Empfängerbank VBOEATWWWEI		
EUR	Betrag	Cent
	250	--
Zahlungsreferenz		
IBANKontoinhaberIn/AuftraggeberIn		
Verwendungszweck		

AT

ZAHLUNGSANWEISUNG

EmpfängerInName/Firma IMRE & SCHAFFER „ARTESER“			
IBANEmpfängerIn AT524232030051470308			
BIC(SWIFT-Code) der Empfängerbank VBOEATWWWEI		Ein BIC ist immer verpflichtend, wenn die EmpfängerIn IBAN ungleich AT beginnt.	
EUR	Betrag	Cent	
	250	--	
Verwendungszweck			
IBANKontoinhaberIn/AuftraggeberIn			
KontoinhaberIn/AuftraggeberInName/Firma			
			006
			30+
Unterschrift Zeichnungsberechtigter			

Abb. 57: Arteser-Schutzbrief (aus www.arteserbrunnen.at)

8.4.2 Druckspiegel- und Schüttungsmessungen

Die getätigten Maßnahmen sollten im Idealfall einen Anstieg der Druckspiegel hervorrufen und die Schüttung der dem Stand der Technik entsprechenden Brunnen erhöhen. Beides konnte eindrucksvoll nachgewiesen werden.

Natürlich ist die nachhaltige Verbesserung der Tiefengrundwasserverhältnisse in erster Linie dort nachzuweisen, wo möglichst viele Brunnen saniert oder rückgebaut wurden. Zur Dokumentation bietet sich daher die Marktgemeinde Grafendorf bei Hartberg an, da hier auch diverse Messungen hinsichtlich Druckspiegel und Schüttungsmengen durchgeführt werden konnten:

In der Arteser-Datenbank der wasserwirtschaftlichen Planung sind in Grafendorf 82 artesische Brunnenanlagen verzeichnet, von denen 1997 bis auf eine einzige alle noch existent waren.

Laut NANUTIWA (2005) kommt es durch diese Brunnenanlagen zu einem freien Überlauf von etwa 9,5 l/s.

2012 entsprachen jedenfalls acht Brunnenanlagen dem Stand der Technik.

Von den übrigen Artesern wurden im Zuge des Arteser Aktionsprogrammes 59 rückgebaut.

Einem Bescheid der BEZIRKSHAUPTMANNSCHAFT HARTBERG-FÜRSTENFELD (2013) ist zu entnehmen, dass es bei drei in unmittelbarer Nähe gelegenen artesischen Brunnen in der KG Grafendorf, die auf etwa die gleiche Tiefe niedergebracht wurden, nach Anpassung an den Stand der Technik (Verpressen der alten Brunnenanlage und Niederbringung einer neuen Bohrung) zu einer Erhöhung des Schließdruckes von 0,0 bar (vor Beginn der Maßnahmen im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes) auf 0,7 bar (nach Beendigung der Maßnahmen im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes im Oktober 2013) kam. Darüber hinaus konnte auch eine Schüttungsmengensteigerung von ursprünglich in Summe 15 l/min auf 330 l/min erzielt werden.

Bei einem weiteren Brunnen in der KG Obersafen kam es nach Anpassung an den Stand der Technik zu einer Erhöhung des Schließdruckes von 0,1 bar (vor Beginn der Maßnahmen im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes) auf 2,0 bar (nach Beendigung der Maßnahmen im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes im Oktober 2013). Darüber hinaus

konnte auch in diesem Fall eine Schüttungsmengensteigerung von ursprünglich 3 l/min auf 100 l/min erzielt werden.

Der Arteser Grafendorf III (neu) der Stadtwerke Hartberg ist mit einer Drucksonde ausgestattet, die den Druckspiegel alle 15 Minuten misst und aufzeichnet. Abbildung 58 ist zu entnehmen, dass sich das (relative) Druckniveau im Rahmen des Fördergeschehens in pumpfreien Zeiten konstant auf ein Niveau von etwa 5,1 bis 5,2 bar einpendelt.

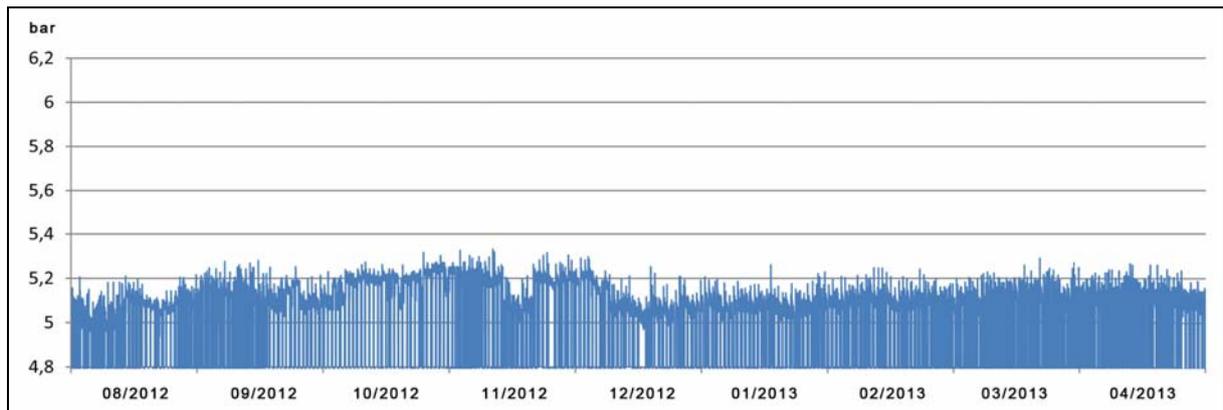


Abb. 58: Druckspiegel des Artesers Grafendorf III (neu) der Stadtwerke Hartberg vor Beginn der Arbeiten im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes

Während der Rückbauarbeiten im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes kam es zu einer starken Schwankung des Druckniveaus (s. Abb. 59). Dies ist darauf zurückzuführen, dass während der Arbeiten immer wieder Drosseleinrichtungen bei Brunnen entfernt wurden und zeitweise mehrere Brunnen ungehindert ausliefen. Erst nach Abschluss der Arbeiten kam es zu einem steten Anstieg des Druckwasserspiegels, sodass Anfang 2014 ein (relatives) Druckniveau von etwa 5,9 bar erreicht werden konnte. Es kann somit ein Druckanstieg an diesem Brunnen von etwa 0,8 bar innerhalb von 5 Monaten nachgewiesen werden.

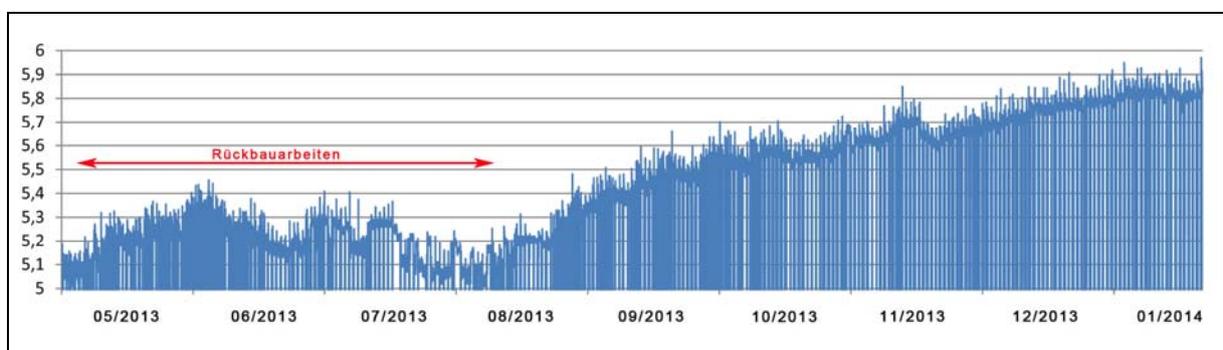


Abb. 59: Druckspiegel des Artesers Grafendorf III (neu) der Stadtwerke Hartberg während und nach den Arbeiten im Rahmen des Arteser Aktionsprogrammes

Schlussendlich muss auch noch darauf eingegangen werden, dass mehrere Haus- und Artesereigentümer in Grafendorf über nasse Keller klagten und im Laufe der Jahre Drainageleitungen etc. errichteten. Im Zuge der Rückbaumaßnahmen konnte eindeutig geklärt werden, dass als Ursache oftmals artesische Wässer heranzuziehen waren, die unterirdisch aus bereits korrodierten Standrohren austraten.

Demzufolge schätzen die ausführende Firma und die Bauaufsicht die Menge Wasser, die aus den Bohrungen ober- und unterirdisch austrat, und nunmehr unterbunden werden konnte, auf etwa 25 l/s, das entspricht gemäß ÖNORM B 2538 (2002) einer Wassermenge, mit der etwa 12.500 Personen versorgt werden können.

9. Kalkulationsbeispiele

9.1 Rückbau eines Hausartesers

Die anfallenden Kosten für den Rückbau von artesischen Brunnenanlagen sind schwer zu kalkulieren, da viele Unwägbarkeiten zu berücksichtigen sein können:

Teilweise befindet sich der an der Oberfläche sichtbare Brunnenkopf bzw. das Brunnenleitwerk nicht an der Stelle der eigentlichen Bohrung, sodass der Bohraufschlagpunkt erst gesucht werden muss. Hierbei können erhebliche Regiekosten anfallen, da Erd- und Stemmarbeiten durchgeführt werden müssen. Weiters hängt der Aufwand auch von der Art und Weise ab, wie bzw. wo der Arteser errichtet wurde (Standrohr bis über Geländeoberkante oder abgeteuft an der Sohle eines Schachtbauwerkes, sodass dieses erst freigepumpt werden muss).

Die benötigte Menge an Verpresssuspension hängt stark von den unterirdischen Wegsamkeiten und Verbrüchen ab und kann das errechnete Volumen oft um ein Vielfaches überschreiten. In den unten angeführten Beispielen stimmte die benötigte Menge im seltensten Fall mit dem berechneten Wert überein, einmal wurde die berechnete Menge sogar um das 8,5-fache überschritten. Im Mittel wurde 3-mal mehr Verpresssuspension benötigt als berechnet. Dazu kommt, dass die Brunnen oft stark aufgesandet sind und die Bohrstrecke durch fachkundiges Spülen erst mit erheblichem Zeitaufwand wieder freigelegt werden muss. Darüber hinaus kann es durch Materialermüdungen oder mutwillige Beschädigungen im und am Standrohr zu unvorhergesehenen Hindernissen oder Leckagen kommen, wodurch die Arbeiten zusätzlich erschwert werden. Und fehlt ein stabiles Standrohr überhaupt, so muss dieses erst geschlagen werden, um ein Nachverpressen über Kopf bewerkstelligen zu können.

Und schlussendlich müssen auch Wasser und Strom bereitgestellt sein, was in der Regel nicht der Fall ist. Aus diesem Grund ist eine pauschale Angabe für die Kosten eines Brunnenrückbaus unmöglich.

Beispiel 1:

Das im Folgenden dargestellte Beispiel beinhaltet mehrheitlich leicht zugängliche und einfach rückzubauende artesische Brunnen:

Eine konzessionierte Brunnenbaufirma wurde im Frühjahr 2013 beauftragt, gemäß den Vorgaben dieses Regelblattes insgesamt 19 artesische Hausbrunnenanlagen in fünf benachbarten Gemeinden der Oststeiermark rückzubauen. Davon betroffen waren sowohl Arteser mit Schwanenhals als auch Arteser, die an der Sohle von Schachtbauwerken abgeteuft worden waren, der Standrohrdurchmesser betrug in der Regel 2 Zoll. Die Tiefen der Brunnen schwankten zwischen 32 und 92 m, in Summe wurden ca. 1.100 m Bohrlochstrecke verpresst. Die Schüttung der Brunnen betrug zwischen 0,02 l/s und 0,7 l/s, insgesamt wurde ein freier Überlauf von 3,4 l/s unterbunden.

Die durchschnittlichen Kosten (exkl. MwSt.) beliefen sich auf € 20,3 pro Meter Bohrlochstrecke und € 190,- pro Brunnen Regiearbeiten.

Beispiel 2:

Das im Folgenden dargestellte Beispiel beinhaltet sowohl leicht zugängliche und einfach rückzubauende artesische Brunnen als auch Arteser unbekannter Lage und komplex rückzubauende Hausbrunnen, die nur mit viel Material- und Zeitaufwand verpresst werden konnten:

Eine konzessionierte Brunnenbaufirma wurde im Sommer 2013 beauftragt, gemäß den Vorgaben dieses Regelblattes insgesamt 34 artesische Hausbrunnenanlagen in einer oststeirischen Gemeinde rückzubauen. Davon betroffen waren sowohl Arteser mit Schwanenhals als auch Arteser, die an der Sohle von Schachtbauwerken abgeteuft worden waren, der Standrohrdurchmesser betrug in der Regel 2 Zoll. Die Tiefen der Brunnen schwankten zwischen 24 und 80 m, in Summe wurden ca. 1.700 m Bohrlochstrecke verpresst. Die Schüttung der Brunnen betrug zwischen 0,01 l/s und 0,5 l/s, insgesamt wurde ein freier Überlauf von 7 l/s unterbunden.

Die durchschnittlichen Kosten (exkl. MwSt.) beliefen sich auf € 25,2 pro Meter Bohrlochstrecke und € 425,- pro Brunnen Regiearbeiten.

9.2 Neuerrichtung eines Hausartesers

9.2.1 Innendurchmesser 2 Zoll, Tiefe 60 m

In einer oststeirischen Gemeinde wurde im Sommer 2013 eine 60 m tiefe artesische Brunnenanlage gem. ÖNORM B 2601 und nach dem in diesem Regelblatt beschriebenen Stand der Technik errichtet. Die Bohrung wurde im Spülbohrverfahren mit einem Durchmesser von 168 mm niedergebracht und mit einem Sumpfrohr, Filterrohr und einem Vollrohr ausgebaut. Als Verrohrungsmaterial wurde ein PVC-Rohr mit einer Wandstärke von 3,5 mm und einem Innendurchmesser von 2 Zoll gewählt. Der Ringraum wurde mit Quarzkorn (Körnung: 2 mm – 4 mm) verfüllt, für die Trennung der Grundwasser-Stockwerke und zur Abdichtung gegen Oberflächenwasser wurde eine geeignete Ringraumverfüllung gewählt.

Nach Abschluss der Komplettierungsarbeiten wurde der Brunnen entsandet und ein 5-stündiger Brunnentest durchgeführt.

Anschließend wurde ein Brunnenvorschacht aus Fertigbetonringen mit einer Wandstärke von 9 cm und einem Durchmesser von 1 m und einer Höhe von 1,5 m errichtet und mit einem 60 x 60 cm großen verzinkten Einstiegsdeckel versehen.

Die Gesamtkosten für die auftragsgemäße Ausführung der Arbeiten beliefen sich auf € 9.400,- exkl. MwSt.

9.2.2 Innendurchmesser 125 mm, Tiefe 100 m

In einer oststeirischen Gemeinde wurde im Sommer 2013 eine 100 m tiefe artesische Brunnenanlage gem. ÖNORM B 2601 und nach dem in diesem Regelblatt beschriebenen Stand der Technik errichtet. Die Bohrung wurde im Spülbohrverfahren mit einem Durchmesser von 273 mm niedergebracht und mit einem Sumpfrohr, Filterrohr und einem Vollrohr ausgebaut. Als Verrohrungsmaterial wurde ein PVC-Rohr mit einer Wandstärke von 3,5 mm und einem Innendurchmesser von 125 mm gewählt. Der Ringraum wurde mit Quarzkorn (Körnung: 2 mm – 4 mm) verfüllt, für die Trennung der Grundwasser-Stockwerke und zur Abdichtung gegen Oberflächenwasser wurde eine geeignete Ringraumverfüllung gewählt.

Nach Abschluss der Komplettierungsarbeiten wurde der Brunnen entsandet und ein 5-stündiger Brunnentest durchgeführt.

Anschließend wurde ein Brunnenvorschacht aus Fertigbetonringen mit einer Wandstärke von 9 cm und einem Durchmesser von 1 m und einer Höhe von 1,5 m errichtet und mit einem 60 x 60 cm großen verzinkten Einstiegsdeckel versehen.

Die Gesamtkosten für die auftragsgemäße Ausführung der Arbeiten beliefen sich auf € 19.666,- exkl. MwSt.

9.3 Geophysikalische Bohrlochmessungen

9.3.1 Allgemein

In einer oststeirischen Gemeinde wurden im Dezember 2012 diverse geophysikalische Bohrlochmessungen an vier artesischen Brunnen mit einer gesamten Bohrlochstrecke von 374 m (Tiefe der einzelnen Brunnen: 76m, 80 m, 85 m, 133 m) durchgeführt.

Ziel war es, ein Zuflussprofil zu erstellen, verschiedene Grundwasserstocke zu untergliedern und die Bohrlochgeometrie (Durchmesser, Ausbrüche) zu ermitteln.

Angewendet wurden folgende Verfahren:

- CAM Axialkamera
- CAL1 1-Arm Kalibermessung
- FCON Fluid Leitfähigkeit
- FTEMP Fluid Temperatur
- IPFLOW Impeller Flowmeter
- NGR Natürliche Gammastrahlung
- RES1664 Widerstandsnormale, 16- bzw. 64-Zoll spacing

Die Gesamtkosten für die auftragsgemäße Ausführung der Arbeiten inkl. Interpretation der ermittelten Kennwerte beliefen sich auf € 8.700,- exkl. MwSt.

9.3.2 Kamerabefahrung

Im Rahmen der Tätigkeit als Bauaufsicht beim Rückbau diverser Tiefbrunnenanlagen in einer oststeirischen Gemeinde im Sommer 2013 wurde von einem Brunnenmeisterbetrieb auch die Durchführung einer Kamerabefahrung samt Festlegung der erforderlichen Maßnahmen für die Verpressung der Arteser inkl. Archivierung des Filmmaterials angeboten.

Die Kosten dafür beliefen sich auf € 245,- exkl. MwSt. pro Brunnen.

10. Literatur

BERGMANN, H.: Dynamik gespannter Grundwässer; Wiener Mitteilungen, Wasser-Abwasser-Gewässer, ÖWAV-Seminar Grundwasserdynamik, 148, Wien 1998

BERGMANN, H., LETTOWSKY, A., NIESNER, E., SCHMID, C., SCHÖN, J., ÜBERWIMMER, F.: Untersuchungen der gespannten Grundwasservorkommen im Feistritz- und Safental, Oststeiermark; Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, 75, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1993

BERNHART, L., ZÖTL, J. & ZETINIGG, H.: Untersuchungen an artesischen Wässern in der nördlichen Oststeiermark; Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 21, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1972

BEZIRKSHAUPTMANNSCHAFT HARTBERG-FÜRSTENFELD: Bescheid der Bezirkshauptmannschaft Hartberg-Fürstenfeld vom 15.10.2013, GZ: 3.0-292/2011

BUMBERGER, L. & HINTERWIRTH, D.: WRG Wasserrechtsgesetz; Neuer Wissenschaftlicher Verlag GmbH Nfg KG, 2. Auflage, Wien 2013

CORAZZA, O.: Geschichte der artesischen Brunnen; Wien – Leipzig 1902.

DVGW: Verwendung von Spülmittelzusätzen in Bohrspülungen bei Bohrarbeiten im Grundwasser; Technische Mitteilung, Merkblatt W 116, Bonn 1998 (a)

DVGW: Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen; Technische Regel, Arbeitsblatt W 135, Bonn 1998 (b)

DVGW: Bohrungen zur Erkundung, Gewinnung und Beobachtung von Grundwasser; Technische Regel, Arbeitsblatt W 115, Bonn 2001

DVGW: Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen; Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen; Technische Regel, Arbeitsblatt W 110, Bonn 2005

DVGW: Brunnenregenerierung; Technische Regel, Arbeitsblatt W 130, Bonn 2006

DVWK: Beiträge zu tiefen Grundwässern und zum Grundwasser-Wärmehaushalt; DVWK – Schriften, 61, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin, 1983

DVWK: Erkundung tiefer Grundwasser- und Zirkulationssysteme – Grundlagen und Beispiele; DVWK – Schriften, 81, Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin 1987

ERHART-SCHIPPEK, W. & NIEDERBACHER, P.: Tiefengrundwasservorkommen in Niederösterreich. Schwerpunkt Nördliches Inneralpines Wiener Becken; Wasser- und Abfallwirtschaft NÖ, Amt der NÖ Landesreg., Abt. B/9 Wasser- und Abfallwirtschaft, Wien 1995

ERHART-SCHIPPEK, W. & MEYER, J.: Wasserwirtschaftliche Grundlagenerhebungen artesischer Brunnen im Burgenland und in der Steiermark; Berichte der wasserwirtschaftlichen Planung, Sonderband 2, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1998

FERSTL, M.: Erfassungs- und Bewertungskriterien für eine nachhaltige Tiefengrundwasserbewirtschaftung unter besonderer Berücksichtigung des Gallneukirchner Beckens; Dissertation – Universität für Bodenkultur, Wien 2002

FERSTL, M.: Strategiepapier Tiefengrundwasser; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 19A, Graz 2011 (a)

FERSTL, M.: Arteser Aktionsprogramm; Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 19A, Graz 2011 (b)

FERSTL, M.: Arteser Aktionsprogramm; in: 24. Umweltschutzbericht, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 2013

FRICKE, S. & SCHÖN, J.: Praktische Bohrlochgeophysik; Enke im Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1999

GEOLOGIE & GRUNDWASSER GMBH: Quantitative Trendanalyse an artesischen Brunnen der Oststeiermark; Unveröffentlichter Endbericht, Graz 2013

GRABMAYER, P. & ROSSMANN, H.: Das österreichische Wasserrecht; Manz, Wien 1978

GOLDBRUNNER, J. E.: Zur Hydrogeologie des Oberösterreichischen Molassebeckens; Steir. Beitr. Hydrogeol., 36, Graz 1984

GOLDBRUNNER, J. E.: Tiefengrundwässer im Oberösterreichischen Molassebecken und im Steirischen Becken; Steir. Beitr. Hydrogeol., 39, Graz 1988

GOLDBRUNNER, J. E.: Endbericht zum Projekt Tiefengrundwasseruntersuchungen im seichten NE-Teil des Oberösterreichischen Molassebeckens westlich von Linz; Inst. f. Hydrogeol. u. Geothermie, Joanneum Research, Graz 1993

GOLDBRUNNER, J. E.: Vergleich von Isotopenuntersuchungen an Tiefengrundwässern des Steirischen Beckens und des Oberösterreichischen Molassebeckens; Mitteilungen der Österr. Geol. Ges., 88, 1997

GRUBINGER, H.: Gespannte Grundwässer im südlichen Wiener Becken; Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 3, H 11, Wien 1951

HAAGER-VANDERHAAG, K.: Das neue österreichische Wasserrecht; Manz, Wien 1936

HAUSER, A & HANFSTINGL, F: Die artesischen Brunnen von Heiligenkreuz am Waasen; Steir. Beitr. Hydrogeol., Graz 1954

HARTEL, K. H.: Ratgeber Dichtheitsprüfung und Kanalsanierung privater Liegenschaften; Hirthammer, 1. Auflage, München 2009

HARTIG, E. & GRABMAYER, P.: Das österreichische Wasserrecht; Verl. d. Österr. Staatsdruckerei, Wien 1961

HERLICKSKA, H.: Ergebnisse aus der Anwendung von Mess- und Datenerfassungssystemen zur kontinuierlichen quantitativen Beobachtung von Tiefbrunnenanlagen im Südburgenland; Mitteilungsblatt des hydrographischen Dienstes in Österreich, 80, Wien 2000 (a)

HERLICKSKA, H.: Wasserwirtschaftliche Aspekte zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Tiefengrundwasservorkommen unter besonderer Berücksichtigung von Fallbeispielen des Burgenlandes; Dissertation – Universität für Bodenkultur, Wien 2000 (b)

JANSCHKE, H., KÜPPER, J., POLESNY, H., ZETINIGG, H.: Hydrogeologische Untersuchungen an Bohrungen und Brunnen in der Oststeiermark, Bd 33, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1975

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Geothermie und Hydrogeologie: Hydrogeologische Untersuchungen artesischer Wässer im Oö. Alpenvorland (Detailprogramm 1985, Phase V)

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, GEOTEAM, TU-GRAZ, MEYER, J. W., NIEDERBACHER P., ERHART-SCHIPPEK, W.: Hydrogeologische Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung der Tiefengrundwässer im Bereich des Oststeirischen und Pannonischen Beckens („NANUTIWA“); Unveröffentlichter Endbericht, Graz 2005

LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (LLUR): Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes; Schriftenreihe LLUR SH – Geologie und Boden, 18, Kiel 2011

LEIBUNDGUT, Ch.; MALOSZEWSKI, P. & KÜLLS, Ch. (2009): Tracers in Hydrology. ISBN 978-0-470-51885-4, John Wiley & Sons

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT (UM): Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden (LQS EWS); Baden-Württemberg 2012

MOOK, W.G. [Hrsg.] (2001): Environmental Isotopes in the Hydrological Cycle: Principles and Applications. IHP-V International Hydrological Programme (Technical Documents in Hydrology, No. 39), UNESCO/IAEA

OBERLEITNER, F.: Aufgaben und Pflichten des Sachverständigen in Umweltverfahren – Information für Sachverständige, Planer und Prüforgane; Schriftenreihe Recht der Umwelt – RdU, Band 7, Manz, Wien 1999

OBERLEITNER, F. & BERGER, W.: Wasserrechtsgesetz; 3. Auflage, Manz, 2011

ÖNORM B 2400, Hydrologie – Hydrographische Fachausdrücke und Zeichen, Ergänzende Bestimmungen zu ÖNORM EN ISO 772; Wien 2003

ÖNORM B 2538 „Transport-, Versorgungs- und Anschlussleitungen von Wasserversorgungsanlagen“; Wien 2002

ÖNORM B 2601, Wassererschließung – Brunnen: Planung, Bau und Betrieb; Wien 2004

ÖNORM EN197-1, Zement: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement, Wien 2008

OSEBOLD, R.: Entwicklung und Erprobung mineralischer Injektionssuspensionen zur Sanierung von Grundleitungsnetzen; Abschlussbericht der RWTH Aachen, Aachen 2008

ÖVGW: Trinkwassernotversorgung – Krisenvorsorgeplanung in der Wasserversorgung; Wien 2006

ÖWAV: Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer; ÖWAV – Regelblatt, 211, Wien 2000

ÖWAV: Tiefbohrungen zur Wassergewinnung; ÖWAV – Regelblatt 213, Wien 2002

ÖWAV: Nutzung und Schutz von Thermalwasservorkommen; ÖWAV – Regelblatt 215, Wien 2009

ÖWAV: Ressourcenschonende Tiefengrundwasserbewirtschaftung; ÖWAV – Regelblatt, unveröffentlichter Entwurf, Wien 2014

ÖWWV: Tiefengrundwässer und Trinkwasserversorgung; ÖWWV – Regelblatt, 202, Wien 1986

PEYRER VON HEIMSTÄTT, C.: Das österreichische Wasserrecht: mit vorzüglicher Rücksicht auf die Entstehungsgeschichte und die Spruch- und Verwaltungspraxis; 3. Auflage, Manz, Wien 1898

RONNER, F. & SCHMIED, J.: Raubbau an artesischem Wasser in der Oststeiermark; Steir. Beitr. Hydrogeol., Graz 1968.

SCHUCH, M. F.: Hydrogeologische Gegebenheiten in Niederösterreich; Wiener Mitt. Wasser-Abwasser-Gewässer, Bd 5, Wien 1970.

STEIN, D., SCHÖßER, B., STATETZNI, C.: Entwicklung und Erprobung von optimierten Injektionsmitteln und -verfahren zur kontinuierlichen Ringspaltstützung beim Rohrvortrieb im heterogenen Baugrund; Abschlussbericht der Ruhr-Universität Bochum, Bochum 2007

STINI, J.: Gespannte Wässer im Gebirge; Österr. Wasserwirtschaft, Jg. 4, H 10, Wien 1952.

TAUBER, A. F., K. KNIE, H. GAMS u. E. PESCHEK: Die artesischen Brunnen des Seewinkels im Burgenland; Wasser u. Abwasser, Bd 1958, Wien 1958

ÜBERWIMMER, F.: Untersuchung der Ressourcen gespannter Grundwassersysteme mit hydraulischen und hydrologischen Modellen; Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, 3, Graz 1992

VASVÁRI, V: Ein numerisches Modell zur Bewirtschaftung gespannter Grundwasservorkommen am Beispiel des Mittleren Safentales; Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, 22, Graz 1996

VASVÁRI, V. & ARCHIMANDRITIS, A.: Systematische Beobachtung, Auswertung und Analyse langfristiger Druckspiegelzeichnungen an Versuchsbohrungen in der zentralen Oststeiermark; Mitteilungsblatt des hydrographischen Dienstes in Österreich, 78, Wien 1998
VÖBU: Bohrhandbuch; Wien 2012

VOHRYZKA, K.: Hydrogeologie von Oberösterreich; Amt d. OÖ Landesreg., Abt. Wasser u. Energierecht, Linz 1972.

WEITHOFER, K. A.: Das Tiefenstandswasser; Z. dt. geol. Gesellschaft, 88, Hannover 1936

WINKLER-HERMADEN, A. & RITTLER, W.: Erhebungen über artesische Wasserbohrungen im Steirischen Becken unter Berücksichtigung ihrer Bedeutung für die Tertiärgeologie; Geol. u. Bauwesen, 17 (2/3), Wien 1949

YAQUIN, J.: Die artesischen Brunnen in und um Wien; Wien 1831.

ZETINIGG, H.: Die artesischen Brunnen in der Südweststeiermark; Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 26, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1973

ZETINIGG, H.: Die artesischen Brunnen im Steirischen Becken; Mitt., Abt. Geol. Paläont., Bergb. Landesmus. Joanneum, H 43, Graz 1982

ZETINIGG, H.: Die Erschließung von gespanntem und artesischem Grundwasser; Gas-Wasser-Wärme, 37, Wien 1983

ZETINIGG, H.: Der derzeitige Stand der Kenntnisse über die gespannten Grundwässer im Mitterennstal; Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 69, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1988

ZETINIGG, H.: Der Schutz gespannter und artesischer Grundwässer und die ÖVGW-Richtlinie W 72/1995 „Schutz- und Schongebiete“; Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Techn. Univ. Graz, 30, Graz 1998

ZETINIGG, H. (1999): Die Bedeutung artesischen Wassers für die Wasserversorgung in Österreich; Österr. Wasser- und Abfallwirtschaft, 51, 11/12, Wien.

ZOJER, H.: Untersuchung der geothermischen Tiefenstufe mittels Temperaturmessungen bei artesischen Brunnen in der Oststeiermark und im südlichen Burgenland; Verh. Geol. B.-A., 3, Wien 1977

ZOJER, H.: Untersuchungen artesischer Wässer im zentralen Steirischen Becken (Großwilfersdorf – Blumau); Festschrift J. G. Zötl, Graz 1981

ZOJER, H. & ZETINIGG, H.: Beiträge zur Kenntnis der artesischen Wässer im steirischen Becken; Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung, Bd 68, Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz 1987

ZÖTL, J. G.: Tiefengrundwasser – Nutzung und Beherrschung; Österr. Wasserwirtschaft, 30, 3/4, Graz 1978

ZÖTL, J. G.: Tiefengrundwässer im oststeirischen Becken (Österreich); Z. dt. geol. Gesellschaft, 134, Hannover 1983