



LAND

OBERÖSTERREICH

# Gutachten artesische Brunnen

Bericht

Oktober 2017



GTW

# Gutachten artesische Brunnen

## Bericht

### Impressum

**Medieninhaber:** Land Oberösterreich

**Herausgeber:**

Amt der Oö. Landesregierung  
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft  
Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft  
Kärntnerstraße 12, 4021 Linz  
Tel.: (+43 732) 7720-12478  
Fax.: (+43 732) 7720-212662  
E-Mail: [gtw.post@ooe.gv.at](mailto:gtw.post@ooe.gv.at)

**Projektleiter:**

DI Bernhard Brunn, GTW

**Autor/innen:**

FHCE-Ingenieurbüro Dr. Flögl  
Ziviltechniker GmbH, Linz;  
Dr. Robert Spendlingwimmer, Neumarkt i. Mkr.;  
KR Alfons Forster, St. Florian;

**Foto:**

Deckblatt: [www.fotolia.com](http://www.fotolia.com)

**Erscheinungsdatum:** Oktober 2017

**Copyright:** Grund- und Trinkwasserwirtschaft

Informationen zum Datenschutz finden Sie unter:  
[www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz](http://www.land-oberoesterreich.gv.at/datenschutz)



Dr. Floegl  
Hydro Consulting Engineers



GTW

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1</b>	<b>Ausgangssituation - Veranlassung ..... 1</b>
<b>2</b>	<b>Aufgabenstellung - Fragestellung ..... 3</b>
<b>3</b>	<b>Mindestanforderungen an neue artesische Brunnen..... 4</b>
3.1	Einleitung - Problematik..... 4
3.2	Geologisch - hydrogeologische Rahmenbedingungen in weiten Teilen des OÖ - Hausruckviertels..... 6
3.3	Kriterien zur Beurteilung der dauerhaften Standsicherheit des Gebirges bei nur teilverrohrten geplanten artesischen Brunnen ..... 7
3.4	Geeignete Bohrverfahren und technische Brunnenausführung für verschiedene geologische Formationen und die zur Auswahl des Bohrverfahrens erforderlichen bzw. zweckmäßigen geologischen Informationen ..... 13
3.5	Ringraumproblematik und Unterbindung der Stockwerksverbindungen ..... 26
<b>4</b>	<b>Kriterien zur Beurteilung von bestehenden artesischen Brunnen..... 27</b>
4.1	Einleitung..... 27
4.2	Abdichtung gegenüber dem über der Sperrschicht gelegenen unge-spannten Grundwasser und dem Gelände ..... 28
4.3	Verbindung von Grundwasserstockwerken..... 30
4.4	Standfestigkeit des Gebirges ..... 31
<b>5</b>	<b>Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung von bestehenden artesischen Brunnen..... 32</b>
5.1	Einleitung..... 32
5.2	Sanierungsverfahren und deren Grenzen..... 33
<b>6</b>	<b>Möglichkeiten und Grenzen des Rückbaues von bestehen- den artesischen Brunnen..... 40</b>
6.1	Einleitung..... 40
6.2	Rückbau bzw. Verpressung teilverrohrter artesischer Brunnen..... 42
6.3	Rückbau bzw. Verpressung voll ausgebauter artesischer Brunnen ..... 43
<b>7</b>	<b>Hauptproblempunkte bei Neubau, Anpassungs-, Sanierungs- und Rückbaumaßnahmen artesischer Brunnen ..... 45</b>
7.1	Technische Risiken in den verschiedenen Phasen der Brunnenerrichtung und des Brunnenbetriebes..... 45
7.2	Dauernder Arteserüberlauf – Wasserverschwendung-Wasserbedarf..... 52
7.3	Qualitative Probleme und Erschließungsrisiko (Wasserqualität) ..... 54
7.4	Grundsätzliches zu Haftungsfragen aus der Sicht der Autoren ..... 56
7.5	Finanzielle Belastungen der Brunnenbesitzer..... 58

<b>8</b>	<b>Möglichkeiten und Grenzen von Kamerabefahrungen und geophysikalischen Bohrlochuntersuchungen.....</b>	<b>60</b>
8.1	Einleitung.....	60
8.2	TV-Kamerabefahrung und bildgebende Verfahren.....	62
8.3	Elektrische und elektromagnetische Verfahren.....	63
8.4	Kernphysikalische Verfahren.....	64
8.5	Akustisch-elastische Verfahren.....	65
8.6	Verfahren zur Bestimmung der Bohrlochgeometrie.....	66
8.7	Hydraulische Bohrloch-Logs.....	66
<b>9</b>	<b>Stellungnahme zu spezifischen Problemfällen im Bezirk Grieskirchen:</b>	
	<i>XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt).....</i>	<b>69</b>
9.1	<i>XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt).....</i>	69
9.2	<i>XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt).....</i>	69
9.3	<i>XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt).....</i>	69
9.4	<i>XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt).....</i>	69
<b>10</b>	<b>Behandlung artesischer Brunnen in Bayern.....</b>	<b>70</b>
<b>11</b>	<b>Verwendete Unterlagen.....</b>	<b>76</b>

## Anhang

Linz, Oktober 2017  
D.I. Sz/la

# Technischer Bericht

## 1 Ausgangssituation - Veranlassung

Zahlreiche anstehende wasserrechtliche Wiederverleihungs- und Anpassungsverfahren bei Betreibern von artesischen Brunnen im Hausruck- und Innviertel führten zu einem Interessenskonflikt zwischen den, auf Grundlage des öffentlichen Interesses in Bezug auf den Schutz von Tiefengrundwässern formulierten wasserwirtschaftlichen Zielen des Amtes der OÖ LR (Arteserschutzprogramm) und den Besitzern bzw. Betreibern dieser artesischen Brunnen.

Bei neuen w.r. Bewilligungsverfahren sowie bei w.r. Wiederverleihungsverfahren von artesischen Brunnen, deren Bewilligungsfrist abgelaufen ist, muss gemäß den Bestimmungen des Wasserrechtsgesetzes (§21, Abs3) sichergestellt sein, dass „öffentliche Interessen nicht im Wege stehen und die Wasserbenutzung nach dem Stand der Technik erfolgt“. Nur bei w.r. Anpassungsverfahren (§21a) von rechtmäßig bestehenden Brunnen muss *zusätzlich* noch die Verhältnismäßigkeit vorgeschriebener Anpassungsmaßnahmen geprüft werden, wobei als Anpassungsmaßnahme „jeweils nur das gelindeste noch zum Ziele führende Mittel“ gewählt werden darf.

Bei den zahlreichen, nur teilverrohrten artesischen Brunnen wurden dazu seitens des Landes OÖ in einem Grundsatzgutachten (lit. 10.31) als Mindestanforderungen für den Stand der Technik folgende Kriterien angegeben:

1. Nachweis der Standfestigkeit des Gebirges;
2. Es dürfen keine Grundwasserstockwerksverbindungen bestehen;
3. Vorhandensein einer gesicherten Abdichtung gegenüber dem ungespannten Grundwasser und dem Gelände;
4. Vorliegen einer bedarfsgerechten Nutzung (keine Wasserverschwendung, etwa durch dauerndes Ausfließen von Artesern, keine ausschließliche Nutzwasserverwendung).

Wenngleich das zitierte Gutachten des Landes OÖ dem Titel nach nur für teilverrohrte artesische Brunnen gilt, bezieht sich nur der vorstehend angeführte Punkt 1) auf teilverrohrte Brunnen allein, die übrigen Punkte 2) – 4) gelten als Stand der Technik grundsätzlich uneingeschränkt und unbestritten für alle artesischen Brunnen, unabhängig davon, ob diese voll- oder nur teilverrohrt sind.

Das öffentliche Interesse im Zusammenhang mit der Nutzung artesischer Grundwasservorkommen liegt - vereinfacht ausgedrückt - insbesondere in deren hoher Bedeutung für die langfristige qualitative und quantitative Sicherung für die Trinkwasserversorgung der Bevölkerung und der besonderen Schutzwürdigkeit dieser artesischen Grundwässer (eingeschränktes Dargebot, langsame Erneuerung, hohes Wasseralter) .

Gegenüber der konsequenten Anwendung vorstehend beschriebener Kriterien in den Wasserrechtsverfahren durch die WR-Behörde bzw. die Amtssachverständigen formierte sich in der Folge die „Interessensgemeinschaft Arteser“ (IG Arteser), die die fachliche Argumentation der ASV anzweifelte. Vor allem gegenüber der strengen Auslegung des „Standes der Technik“, der auch durch diverse Regelwerke definiert ist, entbrannte eine lebhaft diskutierte Diskussion, da demzufolge zahlreiche, insbesondere nur teilverrohrte Arteser rückzubauen und durch neue, alle diesbezüglichen aktuellen Vorgaben einhaltende neue artesischen Brunnen zu ersetzen wären.

Nach diversen Vorgesprächen (07.07.2015 bei der BH in Grieskirchen und 19.05.2015 beim Amt der OÖ Landesregierung) wurde vom Zivilingenieurbüro Dipl.-Ing. [XXXX \(aus Datenschutzgründen entfernt\)](#) dem Hydrogeologen Dr. Robert Spendlingwimmer und dem Brunnenmeister Alfons Forster in Abstimmung mit dem Land OÖ ein Katalog für zu erbringende Ingenieurleistungen in Zusammenhang mit Fragen der Errichtung, Sanierung und des Rückbaues artesischer Brunnen in Oberösterreich erstellt.

Nachdem eine diesbezügliche Beauftragung zunächst nicht realisiert werden konnte, wurde die FHCE - ZT GmbH eingeladen, im Rahmen einer 3-köpfigen Expertengruppe gemeinsam mit Dr. Spendlingwimmer und Brunnenmeister Forster die oben erwähnten Fragestellungen im Rahmen eines Gutachtens zu bearbeiten.

Federführend für das 3-köpfige Expertenteam ist die FHCE – ZT GmbH, Sachbearbeiter bei der FHCE - ZT GmbH ist Herr Dipl.-Ing. Rudolf Szewieczek.

## 2 Aufgabenstellung - Fragestellung

Neben der Erhebung, Sichtung und Auswertung der verfügbaren relevanten Unterlagen beim Amt der OÖ LR und sonstigen maßgeblichen Stellen, insbesondere hinsichtlich relevanter Bohrungs- und Brunneninformationen, sowie von geophysikalischen Ergebnissen sollten auch die relevante Fachliteratur und die maßgeblichen Regelwerke berücksichtigt werden.

Unter Berücksichtigung der ÖWAV-Regelblätter 211 und 218, sowie der ÖNORM B2601 und der in Teilen des Hausruckviertels geologisch bedingten besonderen spezifischen bohrtechnischen Anforderungen sollten die Mindestanforderungen an neue artesische Brunnen an Hand eines konkreten Leistungsverzeichnisses beschrieben werden.

Insbesondere sollten praktikable Ausführungsvarianten, abgestimmt auf diese lokalen spezifischen geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse in Oberösterreich, diskutiert und beschrieben werden:

- ñ Kriterien zur Beurteilung der dauerhaften Standfestigkeit des Gebirges im Hinblick auf bestehende Brunnen und Neuerrichtungen
- ñ adäquate Bohrverfahren für die verschiedenen geologischen Formationen mit Aussagen, welche geologischen Informationen zur Auswahl des Bohrverfahrens zweckmäßig/erforderlich sind.
- ñ Ringraumproblematik (Ausmaß, Abdichtung, Verfilterung, etc.)
- ñ Unterbindung von Stockwerksverbindungen
- ñ Umgang mit Komplikationen und sonstigen Risiken
- ñ Allfällige sonstige, einschränkende Rahmenbedingungen und Kriterien für die Tiefengrundwasserbewirtschaftung, die über den Brunnentest hinausgehen.

In einem eigenen Kapitel sollten auch die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen und Risiken bei der Sanierung von bestehenden artesischen Brunnen behandelt werden.

Weiters sollten auch die Möglichkeiten und Grenzen bei Verschluss und Rückbau von bestehenden artesischen Brunnen diskutiert werden, wobei dabei auf die dauerhafte Abdich-

tung, die gegebenen Risiken und die Anwendbarkeit des diesbezüglichen Leistungsverzeichnisses im ÖWAV-Regelblatt 218 - mit eventuellen Alternativvorschlägen - einzugehen war.

Die Erörterung von Sicherheitsfragen, eine Bewertung der technischen Risiken und der finanziellen Belastungen sollten das Thema der Verhältnismäßigkeit der Anpassungsmaßnahmen beleuchten.

In einem weiteren Punkt sollten die Möglichkeiten und Grenzen von Kamerabefahrungen und geophysikalischen Bohrlochuntersuchungen, auch hinsichtlich Aussagekraft und Interpretation der Ergebnisse, diskutiert werden.

Schließlich sollten folgende spezifische Problemfälle im Detail betrachtet werden.

ñ *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

### **3 Mindestanforderungen an neue artesische Brunnen**

#### **3.1 Einleitung - Problematik**

In der ÖNORM B 2601 Wassererschließung - Brunnen, Planung, Bau und Betrieb (2016) und im ÖWAV Regelblatt 218, Brunnen in gespannten Grundwässern (2015) werden die Kriterien bei der Neuerrichtung von Brunnen gemäß dem Stand der Technik angeführt.

Im Wesentlichen sind dies:

- Abdichtung gegenüber ungespanntem Grundwasser und dem Gelände;
- Vollverrohrter Ausbau von nur einem GW-Stockwerk (teilverrohrter Ausbau nur bei nachweislicher Standfestigkeit des Bohrloches zulässig);
- Bedarfsgerechte Wassernutzung mit Erfassung der genutzten Wassermenge durch einen Wasserzähler;

Für den Brunnenbau steht dabei die Berücksichtigung der jeweiligen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im Vordergrund.

Zentrales Ziel ist dabei, einen unkontrollierten Wasseraustritt über Gelände und Übertritte in andere Horizonte von vornherein konstruktiv zu verhindern.



Gewährleistet werden kann dies dadurch, dass artesische GW-Horizonte gegenüber ungespannten Grundwässern bzw. dem Gelände ausreichend abgedichtet werden und so ein Grundwasseraustritt aus dem zu erschließenden gespannten Horizont sowohl unterirdisch in andere Grundwasserhorizonte als auch über Gelände wirksam unterbunden wird („Brunnenverwilderung“).

Weiters muss nach diesen Vorgaben gewährleistet sein, dass durch einen Brunnen nur ein Grundwasserstockwerk erschlossen wird:

Während bei klaren und von vornherein gut bekannten hydrogeologischen Gegebenheiten (eindeutiger Grundwasserhorizont, abgrenzbare Dichtschichten) artesische Brunnen in der Regel von erfahrenen Brunnenbauunternehmen problemlos so errichtet werden können, dass obige Hauptkriterien des Standes der Technik eingehalten werden können, ergibt sich in vielen Gebieten mit unzureichend genau bekannten und komplexen geologisch-hydrogeologischen Verhältnissen das entscheidende Problem bei der Umsetzung dieser beiden Forderungen aber bereits bei der Planung des Brunnens, da der Brunnenausbau vielfach erst während der Aufschlussarbeiten fixiert bzw. fortlaufend adaptiert werden muss.

Da aus Kostengründen für kleinere Wassererschließungen eine ausschließlich zur Erkundung dienende Aufschlussbohrung, die später wieder dicht verpresst wird, kaum durchsetzbar erscheint, werden Bohrungen niedergebracht, die einerseits der Erkundung dienen sollen, andererseits später auch als Brunnen Verwendung finden sollen.

Bei den üblichen Aufschlussbohrverfahren wird das durchörterte Gebirge zumeist aufgrund des Bohrschmantaustrages (Bohrgut) beurteilt, es ergibt sich eine grobe geologisch-hydrogeologische Einschätzung der durchörterten Formationen.

Eine verlässliche Erkennung und Beurteilung über die tatsächlichen hydrogeologischen und hydraulisch wirksamen Zufluss-Horizonte ist dabei nicht immer eindeutig möglich, da lithologisch einheitlich erscheinende Sedimentserien hinsichtlich ihrer wirksamen Zuflusshorizonte oft äußerst heterogen sind.

Dies wird immer wieder durch die Ergebnisse von Flowmetermessungen bestätigt, die allerdings erst im Nachhinein Nachweise von unerwünschten Verbindungen verschiedener Horizonte erbringen können.

Vor allem bei den nachstehend unter Pkt. 3.2 behandelten artesischen Aquiferen innerhalb der Atzbach Formation (Atzbacher Sande) mit Gebirgsdurchlässigkeiten zwischen  $10E-5$  bis  $10E-6$  m/s ist für ein ausreichendes Erschließungsziel erfahrungsgemäß je nach benötigter Wassermenge eine längere Filterstrecke (oft 10m und mehr) erforderlich.

### 3.2 Geologisch - hydrogeologische Rahmenbedingungen in weiten Teilen des OÖ - Hausruckviertels

In Teilen Oberösterreichs erfolgt die öffentliche und auch private Wasserversorgung aus der Nutzung von artesisch gespannten Tiefengrundwässern, gleichgültig ob diese Grundwässer aus tiefliegenden Sandaquiferen, mächtigen Schluff-Feinsandaquiferen, klüftigen Schlierhorizonten oder kristallinen Kluftaquiferen stammen.

Dabei stellen die komplexen hydrogeologischen Gegebenheiten in weiten Teilen des Bezirkes Grieskirchen im Vergleich mit den zumeist klarer gegenseitig abgrenzbaren artesischen Aquiferen und Dichtschichten in den anderen Landesteilen sowohl aus brunnentechnischer Sicht als auch aus Sicht der Sachverständigenbeurteilung besondere Herausforderungen dar, weshalb darauf nachstehend besonders eingegangen wird.

Vor allem im Gebiet des Hausruckviertels aber auch des Innviertels wurden in der Vergangenheit (zwischen 1900 und 1960) zahlreiche, oft sehr tiefe kleinkalibrige Schlagbohrbrunnen niedergebracht, die nur im oberen Brunnenabschnitt eine Verrohrung bzw. Abdichtung aufweisen, der tiefere Brunnenabschnitt bis zur Endteufe aber ohne Ausbau freisteht. Insbesondere in weiten Bereichen des Bezirkes Grieskirchen zwischen Grieskirchen, Gallspach, Haag a.H., Pram und Neumarkt a.H. sind Brunnentiefen von bis zu 300 m dokumentiert. Möglich war diese, auch aus heutiger Sicht, effiziente Bauweise vor allem aufgrund der sehr spezifischen tertiären Sedimentabfolge und -ausbildung von Ottnanger Schlier (Ott nang Formation) und der unterlagernden, gegen Norden abtauchenden Atzbach Formation (Atzbacher Sande).

Schon die Ottnang Formation erweist sich bei genauerer Betrachtung als äußerst heterogenes Schichtpaket, das einerseits durch Wechsellagerung, andererseits durch laterale Übergänge auch keinen einheitlichen Aquifer oder eine einheitliche Dichtschicht darstellt. Geologisch betrachtet handelt es sich bei der Ottnang Formation um eine marine Serie von stärker konsolidierten Tonmergeln, die mit tonig-schluffigen bis feinsandig-schluffigen Lagen wechsellagern. Die Grundwasserführung beschränkt sich dabei vorwiegend auf klüftige Strukturen innerhalb der Tonmergel, untergeordnet auch auf feinsandig-schluffige Horizonte.

Auch die Atzbach Formation, gemeint sind eigentlich die „Atzbacher Sande“, bestehen aus einer Abfolge schluffig-toniger Sedimentlagen, in denen fein- bis mittelkörnige Sand-

lagen eingeschaltet sind. Dass diese Sandhorizonte keinen tatsächlich fassbaren Leithorizont darstellen, ergibt sich aus den diversen Bohrlochlogs auch in räumlich kleinen Abschnitten zwischen Neumarkt a.H., Rottenbach und Haag a.H.. Vielfach sind fließende Übergänge vorhanden, die eine klare Trennung zwischen Ottwang Formation und Atzbach Formation nicht (oder nur lokal) erlauben. Bemühungen, eine klare stratigraphisch-lithologische Grenzlinie zwischen beiden Formationen zu ziehen, stießen zuletzt immer wieder auf Schwierigkeiten, die bezüglich der absoluten Höhen dieser Grenzlinie auch in stark unterschiedlichen Angaben verschiedener Autoren zum Ausdruck kommt (lit. 10.21).

Die ersten Ergebnisse der GBA Studie (lit.10.21) zeigen, dass sich auch hydrochemisch und isotopehydrologisch die stratigraphisch definierten Formationsgrenzen hydrogeologisch oftmals als nicht relevant erweisen. Damit ist auch eine klare Trennung der zugeordneten Aquifere praktisch nicht immer möglich.

### 3.3 Kriterien zur Beurteilung der dauerhaften Standsicherheit des Gebirges bei nur teilverrohrt geplanten artesischen Brunnen

#### 3.3.1 Einleitung – Problematik

Ein geeigneter Nachweis der Standfestigkeit eines nur teilverrohrten Brunnens ist gemäß lit.10.30 eine der Mindestanforderungen an den S.d.T. und somit bisher Voraussetzung für eine positive Sachverständigenbeurteilung im w.r. Bewilligungsverfahren. Begründet wird dies auch durch das gegebene öffentliche Interesse für eine dauerhafte und wirtschaftlich – ökonomisch optimale Grundwassernutzung eines Brunnens.

Eine nicht ausreichende Standfestigkeit des Bohrloches kann zu einer teilweisen Bohrlochverfüllung durch Materialnachbrüche und Versandung (Ausschluss wasserführender Schichten an der GW-Gewinnung - Reduzierung der Brunneneignigkeit) bzw. im schlimmsten Fall durch ein vollständiges Verfallen des Bohrloches zu einem Totalausfall der Brunnenbohrung führen.

Nach Kenntnisstand der Autoren wird das Kriterium des Nachweises einer ausreichenden Standfestigkeit bei nur teilverrohrten Brunnen nach derzeitiger Rechtsmeinung bei Privatbrunnen nicht mehr als Bewilligungsvoraussetzung betrachtet, da dadurch der allgemeine Schutz artesischer Grundwässer nicht gefährdet wird und ein teilweiser oder vollständiger Verfall des Bohrloches als Baugrundrisiko des Bauherrn bzw. eine privatrechtliche Angelegenheit zwischen Bauherrn und dem Brunnenbauer (Haftung des Brunnenbauers für ein von ihm hergestelltes Gewerk) gesehen wird. Dies ist dadurch begründet, dass in Bezug auf die Versorgungssicherheit von Einzelbrunnen kein öffentliches Interesse besteht.

Anders wird dies rechtlich bei Brunnen einer, meist mit öffentlichen Mitteln geförderten öffentlichen Wasserversorgung gesehen, da hier öffentlich-wirtschaftliche Interessen an einer langlebigen und entsprechend den hydrogeologischen Gegebenheiten ergiebigen Brunnennutzung bestehen, der ein teilweiser oder vollständiger Bohrlochverfall entgegenstehen würde.

**Jedenfalls muss, unabhängig davon, ob es sich um einen privaten oder öffentlichen Brunnen handelt, eine sichergestellte Standfestigkeit von Brunnen als wichtiges Ziel und Qualitätskriterium im Brunnenbau eingefordert werden.**

Die Sicherstellung der Standfestigkeit von Brunnen ist zweifellos im Interesse des Brunnenbetreibers und auch ein wesentliches Gebot für den Brunnenbauer. Dieser hat jedenfalls sicherzustellen, dass die Bohrung bzw. der Brunnen auch langfristig betriebsfähig bleibt (Haftungsfragen).

Die Beurteilung der Standfestigkeit stößt aber im Detail bzw. in der Praxis auf erhebliche Probleme, da es dafür keine verlässlichen bzw. einheitlichen Kriterien gibt und verschiedene Gutachter oft zu unterschiedlichen Bewertungen kommen.

Gemäß ÖNORM B 2601 entsprechen teilverrohrte Brunnen bei standfestem Gebirge durchaus dem Stand der Technik, wobei dies aber entsprechend nachzuweisen ist. (Pkt. 5.3.2 S. 20: Bohrbrunnen im Festgestein ohne Filterausbau; „Die Standfestigkeit des nicht verrohrten Bohrlochabschnittes muss durch vergleichbare Bohrungen oder durch ein geologisches bzw. geophysikalisches Gutachten nachgewiesen sein und durch eine entsprechende Kamerabefahrung nach Errichtung des Brunnens dokumentiert werden“). Auch im ÖWAV-Regelblatt 218 werden nicht ausgebaute Brunnen grundsätzlich nicht untersagt, wenn der Nachweis der Standfestigkeit erbracht wird.



*Abb. 1: Atzbacher Sande, Sandgrube NE Gaspoltshofen*

Bei neu zu errichtenden Brunnen ist in jedem Fall ein Sperrrohr vorzusehen, das über die gesamte Länge gegenüber dem Gebirge zur Abdichtung zementiert werden muss. Durch den offenen Bohrlochabschnitt darf keine bleibende Verbindung unterschiedlicher Grundwasser-Stockwerke entstehen.

Aus Sicht der Autoren haben – eine entsprechende Bohrlochstandfestigkeit und eine ausreichende Abdichtung mit Sperrrohr und Zementation vorausgesetzt – nur teilverrohrte gegenüber vollverrohrten Brunnen oftmals keine Nachteile bzw. manchmal durchaus auch Vorteile:

- Dass Brunnen, sowohl nicht ausgebaute als auch ausgebaute Brunnen, bei längerem Entnahmebetrieb, stark abhängig von der Sedimentzusammensetzung, etwas Aufsanden bzw. es im Laufe der Zeit zu Sedimenteinträgen und Ablagerungen kommt, ist hinlänglich bekannt und nicht zu verhindern. Insbesondere sind tiefe Brunnenabschnitte, die keinen Wasserzulauf aufweisen oft völlig sedimentgefüllt bzw. weisen schwebende Schwimmschichten auf. Eine Beeinträchtigung des Brunnenbetriebes oder eine Beeinträchtigung öffentlicher Interessen ist davon nicht abzuleiten.
- Erfahrungsgemäß weisen nicht ausgebaute stabile und standfeste Bohrbrunnen sogar vielfach etwas höhere Ergiebigkeiten auf, insbesondere bei Brunnenalterung aufgrund der Fällungen oder Versandung der Filter. Ein nachträglicher Ausbau von

unverrohrten Bohrbrunnen führt zwangsläufig zu einer Erhöhung des Brunnen-Eintrittswiderstandes, auch wenn der Ausbau nur als Stützfunktion fungiert.

- Nicht ausgebaute Brunnen sind bei ausreichender Standfestigkeit für allfällige Sanierungen und Verbesserungen nachträglich jedenfalls besser zugänglich. Demgegenüber sind falsch ausgebaute Brunnen zumeist kaum oder nur mit extremen Aufwand sanierungsfähig. Horizontverbindungen innerhalb des Filterkiesringraums hinter einer Vollwandverrohrung sind bei ausgebauten Brunnen nur aus dem regionalen Vergleich erkennbar und nur mit hohem Aufwand sanierbar. Dies bedeutet, dass aus der Sicht des öffentlichen Interesses und der Vermeidung von Stockwerksverbindungen ein voll ausgebauter Brunnen unter Umständen problematischer erscheint als nicht ausgebaute Bohrbrunnen, da bei ersterem der Mangel nicht erkennbar ist und nachträglich bei vorhandenem Stahlrohrausbau auch wirtschaftlich (s. Pkt.5.2.1) nicht behoben werden kann. Bei vorhandenem PVC-Ausbau ist eine Sanierung durch Überbohren möglich.
- Beim ausgebauten Brunnen führt die tiefenwasserspezifische Hydrochemie im Filterkies und im Bereich der Filterrohre – auf Grund der dort vergleichsweise größeren Brunneneintrittsgeschwindigkeiten - leichter zu Fällungserscheinungen (Brunnenverockerung) als beim unverrohrten Brunnen.
- Bei nicht verfilterten Bohrbrunnen sind diese Fällungserscheinungen minimiert, so dass eine Regenerierung dieser Bohrbrunnen kaum nötig ist. Es liegt auf der Hand, dass ein Vollausbau damit höhere Kosten verursacht und gleichzeitig eine frühzeitige Verockerung eintreten kann (geringere Lebensdauer - höhere Wartungskosten).

Wesentlich für die Standfestigkeit eines Bohrbrunnens ist selbstverständlich auch der Bohrdurchmesser. Es erscheint klar, dass ein kleinkalibriges Bohrloch mit 2“ aufgrund der Geometrie (Gewölbewirkung) wesentlich standfester sein wird als ein 8“-Bohrloch.

Als messtechnische Methoden zur Beurteilung der Standfestigkeit kommen praktisch nur eine Kamerabefahrung oder ein Kaliberlog in Frage, die aber jeweils hinsichtlich ihrer Aussagekraft auch nicht unumstritten sind:

Kamerabefahrungen in nur teilausgebauten Bohrbrunnen geben zweifellos wichtige Informationen zur Standfestigkeit dieser Bohrungen. Der Nachteil dabei ist, dass diese Sichtkontrolle nur dann einsetzbar ist, wenn die Bohrung augenscheinlich ausreichend standfest und das Wasser ausreichend klar ist, so dass eine Kamerabefahrung überhaupt möglich ist.

Auch eine Beurteilung der Standfestigkeit von nicht ausgebauten Bohrungen mittels Kaliberlog muss kritisch beurteilt werden.

Kaliberausweitungen, mangelnde Maßhaltigkeit und stark wechselnde Bohrlochdurchmesser können nicht unmittelbar mit geringer Standfestigkeit korreliert werden. Stark wechselnde Bohrdurchmesser stehen in direkter Abhängigkeit von der Sedimentzusammensetzung, dem Konsolidierungsgrad, der Festigkeit und auch dem Bohrverfahren bzw. dem Vorgehen des Bohrmeisters bei den Bohrarbeiten.

### 3.3.2 Vorschlag der Autoren zur Beurteilung der Standfestigkeit von nur teilverrohrt geplanten Brunnen

Gemäß vorstehenden Ausführungen sollte die Frage der Standfestigkeit aus Sicht der Autoren wie folgt behandelt werden: Bei neuen Brunnen ist lt. Vorgabe der ÖN B 2601 jedenfalls

- „die Standfestigkeit des nicht verrohrten Bohrlochabschnittes durch vergleichbare Bohrungen oder durch ein geologisches bzw. geophysikalisches Gutachten nachzuweisen und
- durch eine entsprechende Kamerabefahrung nach Errichtung des Brunnens zu dokumentieren.“

Grundsätzlich basiert die Planung eines Bohrbrunnens entweder auf vorhandenen geologischen Ergebnissen aus dem Umfeld oder es wird bei größeren Erschließungsvorhaben eine kleinkalibrige Probebohrung zur Beurteilung durchgeführt.

Bei neuen Brunnen kann nur dann auf einen Ausbau verzichtet werden, wenn die Standfestigkeit des Gebirges mit ausreichender Sicherheit prognostiziert werden kann.

Neben den in der ÖNORM geforderten Nachweisen, die z.T. erst nach Abschluss des Brunnenbaues erfolgen können, ist eine Beurteilung der Standfestigkeit vor allem vom Bohrmeister von Bedeutung.

Der Bohrmeister ist aufgrund des Bohrfortschrittes, der Sedimentzusammensetzung und der verschiedenen anderen Bohrparameter am besten in der Lage, die ausreichende Standfestigkeit des Bohrloches bzw. des Brunnens zu beurteilen.

Der allfällige Zusammenbruch eines Bohrbrunnens erfolgt zumeist bereits während der Bohrarbeiten, wenn das Gebirge von vornherein nicht standfest genug ist und der Bohrmeister kein adäquates Stützverfahren einsetzt (Bohrspülung, Hilfsverrohrungen).

Schließlich haftet die Bohrfirma für eine, dem S.d.T. entsprechende technisch einwandfreie Ausführung des Brunnens, **sodass eine schriftliche Gewährleistung der Bohrfirma, dass die Standsicherheit auch ohne vollständigen Brunnenausbau gegeben ist, im Sinne der Bestimmungen der ÖN B 2601 gleichwertig mit einem entsprechenden Fachgutachten und als Nachweis der Standsicherheit geeignet erscheint.**

Dazu ist, entsprechend den Bestimmungen der zitierten ÖN, als weitere Voraussetzung für eine positive Sachverständigenbeurteilung eine Dokumentation durch eine Kamerabefahrung erforderlich.

Für den Bereich der Atzbacher Sand Formation ist bei der Errichtung von Bohrbrunnen, insbesondere für Brunnen für die öffentliche Wasserversorgung und bei entsprechend großem Bohrdurchmesser, im Regelfall jedenfalls eine Vollverrohrung (Vollrohr, Filterrohr und Sumpfrohr) vorzusehen, da bei öffentlichen Brunnen das öffentlich Interesse der sicheren Wasserversorgung berücksichtigt wird, während dies bei privaten Brunnen i.W. auf die Haftungsfrage der Bohrfirma begrenzt werden kann.

Dass auch innerhalb der Atzbach-Formation (Atzbacher Sande) zahlreiche, nur teilausgebaute Brunnen mit ausreichender Standfestigkeit voll funktionsfähig sind, zeigt aber, dass die Frage der Bohrlochstabilität innerhalb dieser Formation nicht immer unzureichend sein muss. Auch der Umstand, dass eine Abteufung im Airliftverfahren mit Bohrtiefen von bis zu 300 m überhaupt möglich ist, zeigt, dass das Gebirge aufgrund der sehr spezifischen sandig-tonig-schluffigen Wechselabfolge vergleichsweise standfest sein muss. Insbesondere die oft mm-dünnen Silt-Zwischenlagen wirken wie eine Bewehrung, welche die sandigen Lagen stabilisiert. Auch der oft hohe Konsolidierungsgrad der Sande führt vielerorts zu vergleichsweise stabilen Bohrlöchern.

Bei der Herstellung von tiefen teilverrohrten Brunnen, bei welchen von vornherein die Standfestigkeit nicht garantiert werden kann, sollte der Bohrdurchmesser so gewählt werden (mind. DN 220 mm), dass ein nachträglicher Ausbau immer noch möglich ist, da bei zu klein gewähltem Bohrdurchmesser ein nachträgliches Überbohren erforderlich wäre, eine Maßnahme, die wirtschaftlich nicht vertretbar ist.

**Zusammenfassend ist festzustellen, dass bei neuen Brunnen eine ausreichende Standfestigkeit, die eine nur teilverrohrte Ausführung ermöglicht, i.A. nur bei den Bodenklassen 6 und 7 (ÖN B2205) angenommen werden kann und im Zweifelsfall immer eine Verrohrung eingebaut werden sollte. Dies erscheint sowohl für den Bauherrn als auch aus Haftungsgründen aus der Sicht des Brunnenbauers zweckmäßig.**



**Dabei wird im w.r. Verfahren, wie unter Pkt. 3.3.1 beschrieben, auch zwischen privaten und öffentlichen Brunnen unterschieden, da bei öffentlichen Brunnen in Hinblick auf das öffentlich Interesse (Versorgungssicherheit) im Zweifelsfall bescheidmäßig immer eine Verrohrung vorgeschrieben wird.**

3.4 Geeignete Bohrverfahren und technische Brunnenausführung für verschiedene geologische Formationen und die zur Auswahl des Bohrverfahrens erforderlichen bzw. zweckmäßigen geologischen Informationen

3.4.1 Erforderliche geologische Informationen zur Auswahl des Bohrverfahrens

Die tertiären Serien wurden innerhalb der alpinen Vorsenke der Molassezone sedimentiert. Die Molassesedimente bestehen, wie die Stratigraphie zeigt (Tab. 1), aus einer Wechselserie aus sandig-schluffigen Sedimenten, schluffig-tonigen Serien und reinen Quarzsanden. Eine scharfe Abgrenzung der jeweiligen stratigraphischen Einheit ist zumeist aufgrund lateraler Variationen in der Geologie und der häufig auftretenden großräumigen und mächtigen Übergangsbereiche nicht möglich.

Die tertiären Sandvorkommen Oberösterreichs sind aufgrund ihrer meist großen Mächtigkeiten und ihrer überregionalen Verbreitung damit auch von hohem wasserwirtschaftlichen Interesse.

Die aus wasserwirtschaftlicher Sicht relevanten, stratigraphischen Einheiten der Sandvorkommen in Oberösterreich sind:

- ñ Treubacher Sande
- ñ Mehrnbacher Sande
- ñ Atzbacher, Kletzenmarkter und Enzenkirchner Sande
- ñ Pleschinger Phosphoritsande bzw. Fossilführende Grobsande
- ñ Linzer Sande

Die Verbreitung erstreckt sich über die Bezirke Braunau, Eferding, Grieskirchen, Linz, Linz- Land, Perg, Ried im Innkreis, Schärding, Urfahr, Urfahr-Umgebung, Vöcklabruck, Wels und Wels-Land (s. Abb. 2).

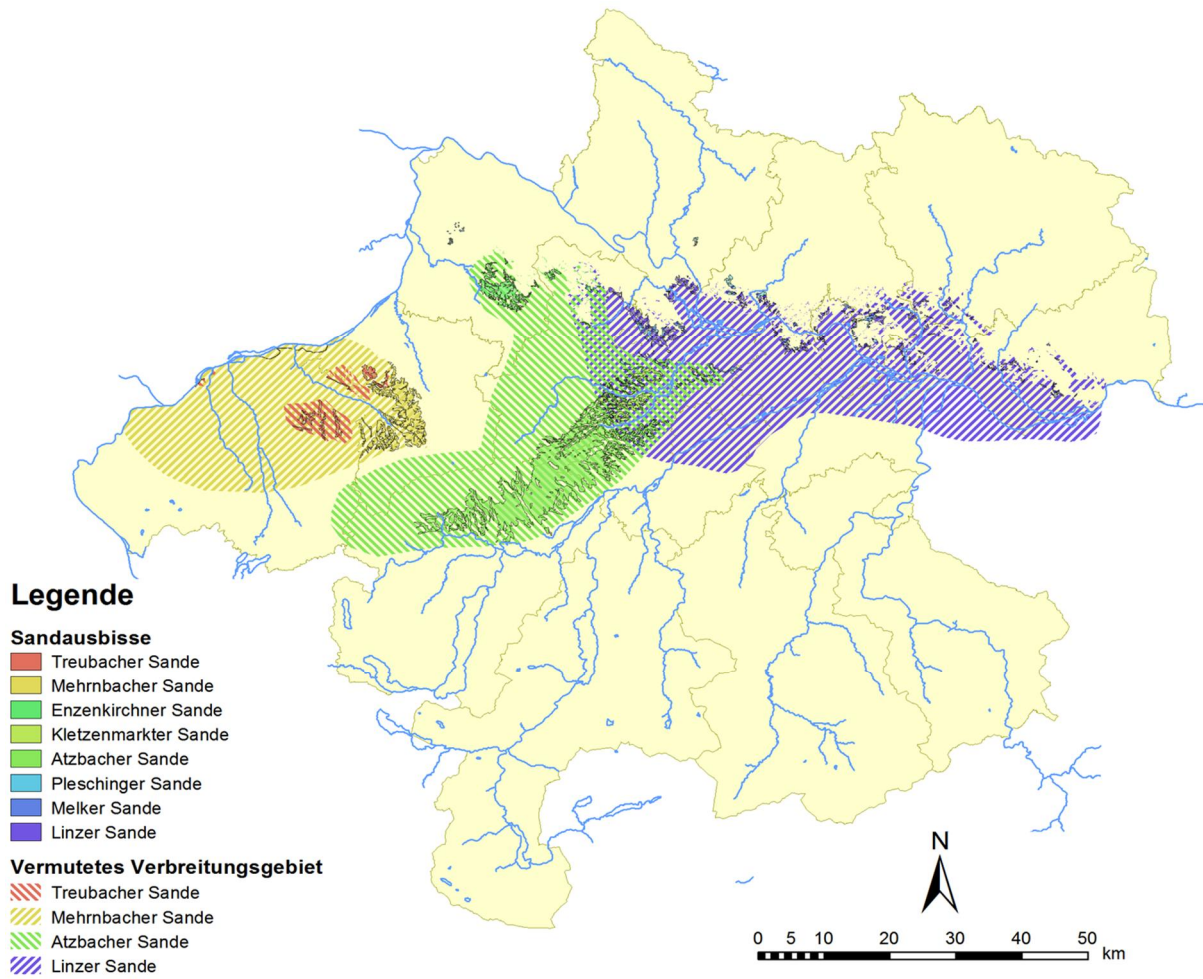


Abb. 2: Verbreitungskarte der tertiären Sandvorkommen in Oberösterreich, (Heiß et al., 2003)

Geologische Zeiteinheit		Serie	Schichtbezeichnung	Maximale Mächtigkeit
OTTNANG	Helvet	Innvierter Serie	Oncophoraschichten	25 m
			<b>Traubacher Sande</b>	<b>30 m</b>
			Braunauer Schlier	50 m
			<b>Mehrnbacher Sande</b>	<b>80 m</b>
			Rieder Schichten	80 m
			Ottninger Schlier	100 m
			<b>Atzbacher, Kletzenmarkter und Enzenkirchner Sande,</b>	<b>80 m</b>
Vöckla-Schichten	280 m			
EGGENBURG	Burdigal		Phosphoritsande und Fossilführende Grobsande (am Beckennordrand), Haller Schlier	550 m
EGER	Aquitain		Melettaschlier, Schieferton	520 m
	Chatt		<b>Linzer Sande</b> Beckenfazies: Tonmergel	<b>30-100 m</b> 470 m

Tab. 1: Auszug aus der Schichtfolge der Molassezone  
 (aus: Vohryzka, K.; 1973, verändert ) in Heiß et al.d., 2003

Lithologie, Stratigraphie und zum Teil auch hydrogeologische Aspekte der einzelnen Formationen sind in der Studie „Wasserwirtschaftliche Vorrangflächen gegenüber Sandabbau (WWVF Sande)“ detailliert beschrieben (Heiß, G., Jung, M., Metz, A., Spendlingwimmer, R., 2003).

Grundsätzlich ist danach innerhalb der tertiären Molasse-Formationen mit einer sehr heterogenen Wechselabfolge von sandig-schluffigen Sedimenten, schluffig-tonigen Serien und reinen Quarzsanden zu rechnen. In vielen Fällen ist in diesen Formationen mit gespanntem bzw. artesisch gespanntem Grundwasser zu rechnen.

„Während die Linzer und Enzenkirchner Sande, bedingt durch ihre transgressive Lagerungsweise, in Buchten und tektonischen Randsenken dem Kristallin auflagern und meist gegen Süden unter die tonig-schluffigen Schliererien abtauchen, treten die Sande des zentraleren Beckenbereiches (Atzbacher, Traubacher und Mehrnbacher Sande) als großflächige und konkordant eingeschaltete Serien auf.“ (Heiß, G., Jung, M., Metz, A., Spendlingwimmer, R., 2003).

Aus bohrtechnischer Sicht ergeben sich damit auch stark wechselnde Anforderungen an das Bohrverfahren, da die detaillierte Schichtfolge oft nicht bekannt ist und gut dokumentierte Referenzbohrungen oft nicht verfügbar stehen.

Während die zumeist standfeste Schlierüberlagerung im Allgemeinen kein bohrtechnisches Problem darstellt, ist beim Bohrfortschritt innerhalb der unterlagernden Sandhorizonte aus bohrtechnischer Sicht große Sorgfalt und Aufmerksamkeit gefordert, die unter Umständen einen Wechsel des Bohrverfahrens verlangen.

Weitsichtige Bohrunternehmen oder Planer erstellen auf Basis vorhandener Informationen und möglicher Schichtfolgen zumindest eine grobe Prognose über die erwartbaren Sedimentabfolgen, die Tiefenlage der Aquifere und allfällige artesisch gespannte Horizonte.

### 3.4.2 Adäquate Bohrverfahren und technische Brunnenausführung für den Bereich Atzbacher Formation / Ottnanger Schlier

Um diesem, vorstehend beschriebenen, sehr spezifischen geologisch-hydrogeologischen Untergrund Rechnung zu tragen, werden in der Folge Bohrverfahren vorgeschlagen, die geeignet erscheinen, sowohl den wasserwirtschaftlichen Anforderungen als auch den wirtschaftlichen Interessen der Brunnenbetreiber in diesem Gebiet zu entsprechen.

Grundsätzlich steht das gewählte Bohrverfahren und der Bohrdurchmesser in direkten Zusammenhang mit dem generellen Erschließungsziel, d.h. dem erwarteten Gebirge, der geplanten Endteufe, dem Brunnenausbau und der beabsichtigten Entnahmemenge.

Die Besonderheit der Aquifere innerhalb der Ottnang-Atzbach-Formation besteht einerseits in der konzentrierten Kluftwasserführung innerhalb des Ottnanger Schliers, andererseits in der sehr geringen Durchlässigkeit der Atzbacher Sande mit seiner variablen Wechsellagerung sandig-schluffiger und stärker mergelig-toniger Lagen.

Aufgrund der spezifischen geologischen Verhältnisse und zweifelhaften Standfestigkeit sind zumindest im sandigen Aquiferbereich jedenfalls entsprechende Stützmittel notwendig. Die Standfestigkeit beim Bohren kann dabei entweder durch eine Bohrspülung oder durch eine Hilfsverrohrung sichergestellt werden.

Aufgrund der großen Endteufen und der stark tonig-schluffigen, im Aquiferbereich stark sandigen Formationen, ist aus Kostengründen entweder eine Spülbohrung oder ein kombiniertes Bohrverfahren zu bevorzugen.

Der Einsatz einer Hilfsverrohrung zur Stabilisierung der Bohrung ist aufgrund der hohen Wandreibungen der Hilfsverrohrung stark tiefenbegrenzt und hier wirtschaftlich nicht umsetzbar.

Bei bekannten geologischen Verhältnissen kann im festen Schlier, d.h. im Überlagerungsbereich der Sandaquifere, auch der Einsatz des Airliftverfahrens zur Anwendung kommen. Dies setzt aber ein hohes Maß an Bohrerfahrung bei derartigen Verhältnissen und die Kenntnis der regionalen geologisch-hydrogeologischen Untergrundverhältnisse voraus.

In jedem Fall sind bei den Bohrmethoden ohne Hilfsverrohrung in sandigen Aquiferbereichen Spülbohrverfahren zu bevorzugen, da beim Airlift-Bohrverfahren ohne entsprechende Vorkehrungen das Risiko eines unkontrollierten artesischen Ausbruches bzw. einer massiven Kavernenbildung in hohem Maße gegeben ist und Komplikationen auch wirtschaftlich zu extremen und nicht vorhersehbaren Mehrkosten führen können.

Kurzbeschreibung der möglichen Bohrverfahren und deren Rahmenbedingungen:

**a) Spülbohrung mit Bohrspülung zur Stabilisierung des Bohrlochs**

Aufgrund der geologisch-hydrogeologischen Bedingungen und der notwendigen Teufen bis zu 300 m ist zur Bohrlochstabilisierung auch gegenüber dem artesischen Wasserauftrieb eine angepasste Bohrspülung erforderlich.

Die Dichte und die Viskosität (Marsh-Zeit) der Stützflüssigkeit müssen den zu erwartenden Druckverhältnissen des gespannten Grundwasserkörpers angepasst werden. Die dazu eingesetzten Spülungszusätze sollen vorübergehend einen möglichst dünnwandigen Filterkuchen aufbauen der durch seine geringe Durchlässigkeit Infiltrations- und Exfiltrationsvorgänge zwischen Formation und Bohrloch begrenzt. Zusätzlich führen Spülungszusätze auch zu einer Verbesserung der Bohrgutförderung.

Als Spülungszusätze sind nach DVGW Richtlinie W116 nur trinkwasserträgliche Substanzen zulässig (Bentonite, Bentonit-Polymergemische, etc.).

Wegen des Verkeimungsrisikos sollte der Einsatz von Carboxy-Methyl-Cellulose (CMC) vermieden werden, was wegen der hier ausschließlich behandelten ge-

spannten Grundwasserzutritte i.d.R. auch möglich ist. Die Verwendung von Polyacrylamiden (PAA) erhöht die Schutzkolloidwirkung der Spülung, womit das quellen von Tonen unterbunden wird. Ein erhöhtes Verkeimungsrisiko ist bei PAA nicht nachweisbar. Mittelmolekulare Polyacrylamide werden zumeist in Kombination mit Bentoniten eingesetzt.

Der große Vorteil dieses Verfahrens besteht in der dauernden Sicherstellung der Stabilität des Bohrlochs während der gesamten Bohrzeit einschließlich notwendiger Stillstandszeiten bei Arbeitspausen und für bohrlochgeophysikalische Messungen für die Ausbauplanung (Bohrlochlogs).

Als Nachteil des Spülverfahrens, insbesondere bei erhöhten Spülungsverlusten, erweist sich eine aufwendigere Brunnenentwicklung, d.h. die Entfernung allfälliger Spülungsreste und Feinsedimente im gesamten Brunnennahbereich. Bei Artesern mit ausreichendem Wasserauftrieb sind höhere Spülungsverluste aber eher untypisch.

Bei der Errichtung eines Brunnens im gespannten oder artesisch gespannten Grundwasser ist während der Bohr- und Ausbauarbeiten Beschwerungsmaterial (z.B. Kreidemehl, Schwerspat) bzw. Absperrvorrichtungen bereit zu halten.

**b) Spülbohrung mit Hilfsverrohrung zur Stabilisierung des Bohrlochs**

Ein Bohrverfahren mittels Hilfsverrohrung ist für die Errichtung von Brunnen grundsätzlich gut geeignet und die technisch beste Methode, da der gesamte Ausbau im Schutz der Hilfsverrohrung erfolgen kann und eine Spülung (Dickspülung) zur Stabilisierung des Bohrlochs wegfällt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich aus dem Vermeiden allfälliger Spülungsverluste und der damit verbundenen Verringerung der Wasserwegigkeiten im brunnenumgebenden Sediment.

Die Spülung dient ausschließlich der Ausbringung des Bohrgutes und verfügt über keine oder nicht ausreichende Stützfunktion. Dabei kann entweder Wasser oder Luft als Spülmedium verwendet werden.

Das Bohren und Verrohren erfolgt gleichzeitig in einem Arbeitsgang, d.h. die Bohrung erfolgt im Schutz der Hilfsverrohrung.

**Bei größeren Bohrtiefen ist dieses Verfahren aber nur unter bestimmten Voraussetzungen wirtschaftlich zielführend. Vor allem bei quellenden Tonlagen und stark bindigem Gebirge ist eine Hilfsverrohrung oft schon bei 20 m nicht mehr einsetzbar, da schon kurze Stehzeiten das Ziehen der Hilfsverrohrung unmöglich machen kann.** Auch bohrlochgeophysikalische Messungen sind aufgrund der Stahlverrohrung nicht zielführend einsetzbar.

Bei größeren Bohrtiefen und einem vorgegebenen Endausbaudurchmesser sind bei der zumeist notwendigen Teleskopierung von vornherein größere Bohrdurchmesser vorzusehen um den gewünschten Enddurchmesser zu erreichen. Es ergeben sich im Vergleich zum Spülbohrverfahren jedenfalls deutlich höhere Bohrkosten, auch ein Verlust der Hilfsverrohrung ist als Risiko in Betracht zu ziehen.

Aufgrund der sehr spezifischen geologischen Verhältnisse und der großen Bohrtiefen ist dieses Verfahren mit den verbundenen Risiken hier nicht wirtschaftlich einsetzbar (unverhältnismäßig hoher Aufwand durch mehrfaches Teleskopieren).

Wenn die technischen Grenzen dieses Verfahrens zur Stabilisierung des Bohrlochs mittels Hilfsverrohrung erreicht sind, kann die Bohrung anschließend bis zur gewünschten Endteufe nur durch Umstellung auf eine stabilisierende Bohrspülung weiter abgeteuft werden.

**c) Airliftverfahren**

Bei diesem Verfahren wird zur Spülung, d. h. zur Ausbringung des Bohrgutes, Druckluft eingesetzt. Die Lösung des Gebirges erfolgt mittels Flügel, Rollenmeißel bzw. im Fels schlagend als Hammerbohrung.

Die Stabilität des Bohrloches ist beim Airliftverfahren aufgrund der extremen Druckschwankungen, bedingt durch die Pressluftbeaufschlagung von 20-30 bar, vergleichbar der Stoßbelastung beim Betrieb mittels Mammutpumpe, hohen Belastungen ausgesetzt. Dies führt dazu, dass dieses Verfahren in nicht ausreichend standfesten Böden nur mit Hilfsverrohrung eingesetzt werden kann.

Das Bohren und Verrohren erfolgt dann gleichzeitig in einem Arbeitsgang, d.h. die Bohrung erfolgt im Schutz der Hilfsverrohrung, deren Einsatzmöglichkeit, wie vorstehend beschrieben, bei großen Bohrtiefen und stärker bindigem Gebirge, aber sehr begrenzt ist.

Durch die Begrenzung der Luftmenge ergibt sich auch eine Begrenzung des Bohrdurchmessers auf max. 300mm, je nach Maschinenausstattung.

Der Einsatz dieses Bohrverfahrens ist vornehmlich für Bodenklasse 6-7 (lt. ÖNORM B2205: Schräm- u. Sprengböden) geeignet (Festgesteine) und daher im hier besprochenen Bereich der Atzbacher Formation /Ottmanger Schlier nur sehr bedingt geeignet.

Der Einsatz eines Preventers, wie er aus der Erdölbohrtechnik bekannt ist, erscheint bei der Errichtung von Artesern nicht erforderlich. Es genügt das Vorhalten einer entsprechenden Absperrvorrichtung.

Erfahrungsgemäß eignet sich das Airliftverfahren hier allenfalls in der gut standfesten Schlierüberlagerung, da bereits während der Bohrarbeiten eine hydrologische Aussage über die GW-Horizonte (Wasserzulauf) und Druckspiegellage möglich ist. Der Einsatz des Airliftverfahrens in der sandig-tonigen Atzbach Formation ist, wie zahlreiche Erfahrungen zeigen, als sehr problematisch einzustufen, obwohl auch einzelne erfolgreiche Beispiele vorliegen. Möglich war das offensichtlich deshalb, da durch die starke Wechsellagerung und den zum Teil hohen Tongehalt das Bohrloch zumindest kurzzeitig standfest bleibt.

Wenn die technischen Grenzen dieses Verfahrens zur Stabilisierung des Bohrlochs mittels Hilfsverrohrung erreicht sind, oder die Bohrlochstabilität nicht gewährleistet ist, sollte die Bohrung anschließend bis zur gewünschten Endteufe nur nach Umstellung auf eine stabilisierende Bohrspülung weiter abgeteuft werden.

### 3.4.3 Allgemein adäquate Bohrverfahren in Abhängigkeit von anderen geologischen Formationen

Diese Empfehlungen gelten auch für alle anderen sandig-tonigen Formationen gemäß Tab. 1 - Auszug aus der Schichtfolge der Molassezone.

Einige diese Sandformationen sind bei der Wassererschließung im wassergesättigten Aquiferbereich aufgrund des geringeren Konsolidierungsgrades und der zumeist deutlich höheren Durchlässigkeiten wesentlich instabiler und erfordern von vornherein verlässliche Stützmaßnahmen, bei geringen Endteufen entweder durch eine mitgezogene Hilfsverrohrung oder durch eine entsprechend stützende Bohrspülung. Im Unterschied zu den Aquiferen innerhalb der Atzbacher Sande sind die Erschließungstiefen bei den anderen tertiären Sandformationen zumeist deutlich geringer, obwohl auch in diesen Formationen Brunnen mit Endteufen von über 200 m vermehrt ausgeführt werden.

### 3.4.4 Empfohlene technische Ausführung von Brunnen bei gespannten und artesischen Grundwasserverhältnissen > 200 m Tiefe

#### **Bohrverfahren:**

Als Bohrverfahren ist eine unverrohrte Rotationsbohrung mit Stützspülung jedenfalls zielführend. Die Bohrung hat im direkten oder indirekten (Lufthebebohrung) Spülverfahren mit Rollenmeissel und Stabilisatoren, den Formationen angepasst, zu erfolgen.



In der Tab. 2 sind Richtwerte für Bohr- und Ausbaudurchmesser angegeben.

Richtwerte für den Bohrdurchmesser bei einem Ausbaudurchmesser von DN 125 bzw. DN 150 mm						
Bohrtiefe	0,00 bis 100,0 m		100,0 bis 200,0 m		200,0 bis 300,0 m	
Bohrdurchmesser in mm	311,2	381	311,2	381	381	444,5
Sperrrohrdurchmesser in mm *3	273 x 6,3	323,9 x 6,3	273 x 6,3	323,9 x 6,3	323,9 x 6,3	355,6 x 8,0
Bohrenddurchmesser in mm	244,5	279,4	244,5	279,4	279,4	311,2
Ausbaudurchmesser in mm *4	125	150	125	150	125	150
Ringraum in mm mindest Dicke *1	52,25	50	52,25	50	50	71,6
Abstandhalter Vollrohr in m	25	25	30	30	40	40
Abstandhalter Filterrohr in m *2	10	10	10	10	10	10
*1	Minstdurchmesser = größter Aussendurchmesser des einzubauenden Rohrstranges + 10 cm; entspricht einer Ringraumdicke $\geq 5,0$ cm lt. ONORM B 2601, Pkt. 5.3.3.					
*2	Filter- und Vollrohre ABDI					
*3	Aussendurchmesser x Wandstärke					
*4	Statische Prüfung der Aussendruckfestigkeit ab 150,0 m bei Ausbau mit PVC Röhren und Sperrrohren					

Tab. 2: Richtwerte für die Brunnenerrichtung

Als Spülmittelzusatz ist ausschließlich Bentonit, allenfalls wenn aus Standsicherheitsgründen unbedingt erforderlich, entsprechend zugelassene Polymerzusätze (Polyacrylamid (PAA, s. Pkt. 3.4.2) zu verwenden.

Für eine saubere und sandfreie Bohrspülung sind eine Spülsauberung mittels Rüttelsieb, Desander und eine entsprechend dimensionierte Spülwanne erforderlich.

Der Spülmittelkreislauf ist über einen Absetzbehälter zu führen, eine Spülgrube ist nicht zulässig.

Bohrhindernisse der Bodenklasse 6 und 7 sowie Findlinge, Holzeinschlüsse und Blockwerke sind durch Meißelarbeit oder Gleichwertiges zu entfernen.

Danach ist die Bohrung als Rotationsspülbohrung mit einem Bohrdurchmesser von 244,5 mm, 279,4 bzw. 311 mm (12 1/4") bis zur Endteufe weiter abzuteufen. Die Stabilisierung der Bohrung erfolgt mittels Bentonitbohrspülung, nur in Ausnahmefällen kann auch ein Polyacrylamid-Zusatz (PAA) verwendet werden. In günstigen Fällen, kann mit Reinwasserspülung gebohrt werden. Die bei der Spülbohrung eingesetzte Bohrspülung sollte nur so viel Bentonit enthalten, dass die Stabilität des Bohrloches jedenfalls noch gewährleistet ist und die geforderte Auftriebsgeschwindigkeit zur Bohrgutabfuhr eingehalten wird. Ein zu hoher Bentonitanteil kann zu einer Abdichtung des Aquifers im Brunnenbereich führen und folglich die Ergiebigkeit des Brunnens beeinträchtigen, insbesondere bei der hier ohnehin geringen Durchlässigkeit des Aquifers.

Allfällige Spülungsverluste müssen ergänzt werden.

Um den einwandfreien Grundwasserzustrom in das Bohrloch wieder zu gewährleisten, ist nach dem Klarspülen ein Spülbrecher einzubringen, damit der elektrostatische Spannungszustand zwischen den Bentonitplättchen aufgehoben wird und somit die gelbildende Kartenhausstruktur des Bentonites zerstört wird. Als Spülbrecher ist Stüwa-Clean oder ein gleichwertiges Produkt zu verwenden.

**Auf die Bedeutung einer fachgerechten Spülaufbereitung wird nochmals hingewiesen.**

Bei der Errichtung eines Brunnens im gespannten oder artesisch gespannten Grundwasser sind während der Bohr- und Ausbauarbeiten Beschwerungsmaterial (z.B. Kreidemehl, Schwerspat) bzw. Absperrvorrichtungen bereit zu halten.

Im Zuge der Durchführung von Brunnenbohrungen sind gestörte Bodenproben zu entnehmen. Die Proben sind in Gefäße, Behälter, Flaschen oder sonst geeignetes Verpackungsmaterial einzufüllen. Jede Bodenprobe ist sofort nach dem Einfüllen deutlich und wetterfest durch einen eingelegten Zettel und außerdem durch eine Beschriftung außen am Behälter zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung muss enthalten:

Baustelle – Bohrbezeichnung / Bohrlochnummer - Nummer der Probe – Entnahmetiefe - Tag der Entnahme - Name der Bohrfirma.

Zur Bestimmung der Korngröße des Filtermaterials sind Siebanalysen durchführen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass vorhandene Feinteile zumeist nicht miterfasst werden.

#### **Abdichtung mittels Sperrrohr:**

Bei Brunnen in den gespannten oder artesisch gespannten Grundwasserleitern ist ein Sperrrohr vorzusehen, das in die grundwasserstauende Grundwasserdeckschicht mindestens 5 m dicht einzubinden ist (DN mind. 355,6 x 6 mm, Werkstoff: Stahl schwarz).

Ist die Grundwasserdeckschicht geringer als 5 m, ist zu prüfen, ob eine ausreichende Abdichtung als Voraussetzung für die Brunnenerrichtung überhaupt hergestellt werden kann. Die Einbindung bzw. Abdichtung muss durch Zementierung (Zement-Bentonit-Gemisch, Stüwapress oder ein gleichwertiges Produkt) erfolgen.

Gemäß ÖN B2601 darf nur in begründeten Ausnahmefällen (z.B. beim unerwarteten An-treffen gespannter Grundwässer oder im Kristallin) das Aufsatzrohr (Vollrohr) des Aus-baustranges als Sperrrohr verwendet werden. Die technischen Anforderungen sind in ÖN B2601 definiert.

#### **Ausbau des Bohrbrunnens:**

Bei einer Neuerrichtung ist im Regelfall von einer Vollverrohrung des Bohrloches auszu-gehen, wie sie nachstehend beschrieben ist. Ein nur teilverrohrter Brunnen sollte nur dann zur Ausführung gelangen, wenn die Kriterien gemäß vorstehendem Pkt. 3.3.2b) erfüllt sind.

Wenn die geologisch-hydrogeologischen Verhältnisse (wasserführende Schichten, Dicht-schichten) nicht von vornherein klar sind oder vom Bohrmeister klar erkannt werden konn-ten, sollten noch vor dem Brunnenausbau (noch in der Spülung) entsprechende geophy-sikalische Messungen (insbesondere Gammalog, Widerstandslog, s. Pkt. 7) durchgeführt werden, da in diesen Fällen erst dadurch ein gezielter tiefenabhängiger Ausbau fundiert möglich ist.

Der Ausbau der Bohrung hat grundsätzlich mit Filter- und Vollrohren zu erfolgen, wobei je Bohrung nur ein Grundwasserstockwerk erschlossen werden darf.

Der Ausbau der Bohrung kann nach Ansicht der Autoren, abweichend von der ÖN B2601, mit DN 125mm Voll- und Filterrohren erfolgen, wenn nicht technische Gründe (Pumpen-DN, erforderliche größere Ergiebigkeit, Reduzierung der Filtereintrittsgeschwindigkeit) dage-gen sprechen. An der Basis ist ein Sumpfrohr mit Bodenkappe vorzusehen (Werkstoff PVC-U mit ABDI Doppel O-Ringdichtungen, Trapezgewinde ähnlich DIN 4925 und einer Wandstärke von 8 mm; alternativ kann auch ein beschichtetes Stahlrohr oder Edelstahlfil-terrohr verwendet werden).

Nur im privaten Bereich können kleinere Ausbaudurchmesser ( $\geq 115\text{mm}$ ) verwendet wer-den.

Die Filter-Schlitzweite der Filterrohre ist mit rd.  $0,5 \times D_i$  (mit  $D_i$  = kleinster Filterkorndurch-messer) zu wählen (z.B. bei Filterkörnung  $2/3,2\text{mm}$  à  $1\text{mm}$  Schlitzweite).

Um einen weitgehend zentrischen Einbau des Rohrstranges zu gewährleisten, sollte der Rohrstrang jedenfalls hängend eingebaut werden. Zentrierungen sollten primär im Filter-bereich eingebaut werden (Richtwert etwa alle 10 m) und im Vollrohrbereich auf ein Mini-

mum (Richtwert etwa alle 30 – 40 m) begrenzt werden, da Zentrierungen im Vollrohrbereich den Einbau des Filtermaterials massiv erschweren wenn nicht sogar verhindern (siehe Tab. 2 - Richtwerte für den Bohrdurchmesser bei Ausbaudurchmesser von DN125 mm bzw. DN150 mm).

#### **Filtermaterial (Kiesschüttung):**

Die Korngröße des Filtermaterials und die Dicke des Filters sind den geologischen Verhältnissen (Bodenaufbau, Sieblinie) der erschlossenen grundwasserführenden Schicht anzupassen.

Als Kiesschüttung ist Filtermaterial mit 90% Quarzgehalt nach DIN 4924 zu verwenden (oder alternativ Glaskugeln).

Für das sehr feinsandig-schluffige Gebirge der Atzbacher Sande ist i.d.R. als Filterkörnung 2-3,2 mm geeignet, da bei einer feineren Kieskörnung das Risiko der Kollabierung des Ausbaustranges bei der Brunnenentwicklung (Entstehen von Unterdruck) gegeben ist.

Als Gegenfilter, als Übergang zur hangenden Ringraumabdichtung, ist die Körnung 1-2 mm vorzusehen.

Das Filtermaterial ist zu desinfizieren. Als Desinfektionsmittel ist Natriumhypochloritlauge oder ein gleichwertiges Produkt zu verwenden.

Die Einbringung des Filterkieses stellt insbesondere bei tiefen Spülbohrungen von bis zu 300m und teilweise bindigem Gebirge ein massives Problem dar, da der Filterkies verkleben kann, von der Bohrlochwand Feinteile mitreißt und es in der Folge einerseits zu Hohlraumbildung kommen kann, andererseits die Feinteile die Durchgängigkeit des Filterkieses stark beeinträchtigen können.

Der Einbau der Kiesschüttung muss aufgrund der großen Endteufen von bis zu 300 m mit Lanzen (Spülgestänge) und unter Spülungszirkulation erfolgen (Einzirkulieren) und darf keine zeitliche Unterbrechung erfahren, um allfällige Ablagerungen im Filterkies zu verhindern. Das Spülrohrgestänge besteht aus verschraubten Stahlrohren DN 50 mm. Das bedeutet, dass der Bohrlochringraum mindestens 60mm aufweisen sollte.

#### **Bohrlochabdichtung:**

Eine Bohrlochabdichtung zwischen dem Vollrohr-Bohrungsausbau DN 150 (6"), [Prüfborndurchmesser 146, Wandstärke 9,5 mm / max. Außendurchmesser über Muffe 184] und dem Bohrenddurchmesser von 311 mm bzw. dem Sperrrohr hat mit einer Zement-Bentonitsuspension oder Stüwapress im Kontraktorverfahren abschnittsweise von unten

nach oben zu erfolgen. Damit kann einer Verformung der Vollwandrohre (Quetschung der Rohre) durch zu hohe Außendrucke entgegengewirkt werden. Um Schäden zu vermeiden sind die Zementationsabschnitte je Tag bei PVC-Material auf max. 40 m zu beschränken (Die Abbindewärme der Zementation reduziert die Stabilität der PVC-Verrohrung).

#### **Brunnen-Entwicklung:**

Die Entsandung hat durch intermittierendes Entsandungspumpen mit montierten Dichtmanschetten (Stauscheiben, Packer od. Entsandungsseihler) bevorzugt mittels Mammutpumpe, je nach Grundwasserstand dem Filterrohr angepasst, zu erfolgen.

Die max. Fördermenge sollte je nach Entsandungsabschnitt 4 l/s nicht überschreiten, normalerweise genügt eine Fördermenge von 0,5 l/s. Es ist ein Restsandgehalt von 1 g/m<sup>3</sup> zu erreichen bzw. zu unterschreiten. Die max. Länge des beaufschlagten Filterrohrabschnittes soll möglichst kurz gehalten werden. Die zu beaufschlagenden Filterrohrabschnitte sind dabei so auszuwählen, dass jeweils eine Überlappung von 0,5 m gegeben ist. Der Entsandungsvorgang ist zu dokumentieren (Zeit, Wassermenge, Sandgehalt, Filterabschnitt). Der Restsandgehalt ist durch eine Abnahmeprüfung nachzuweisen (z.B. Teilstromentnahme mit Wasserzähler und Feinfilter 60 Mikrometer). Das Sumpfrohr ist anschließend zu reinigen.

Der Brunnen ist schließlich mit stufenweiser Steigerung der Förderleistung klar zu pumpen.

#### **Pumpversuch:**

Es ist ein mehrstufiger Brunnentest (Pumpversuch) mit einer dem Erschließungsziel angepassten Förderleistung durchzuführen und auszuwerten. Übliche Abbruchkriterien (z.B. Absenkung sinkt unter 50% der Grundwassermächtigkeit) sind einzuhalten.

Zur selbsttätigen Registrierung des Grundwasserstandes sind Drucksonden mit Datensammler zu betreiben oder alternativ periodische händische Lichtlotmessungen vorzunehmen.

Zur Erfassung der Wasserqualität sind Wasserproben zu entnehmen, die einer physikalisch-chemischen und bakteriologischen Untersuchung gemäß Lebensmittelkodex zuzuführen sind. Je nach Bedeutung der Wassererschließung sind u.U. auch erweiterte physikalisch-chemische Analysen vorzusehen.

#### **Brunnenabschlusskopf:**

Die Bohrung ist mit einem Brunnenabschlusskopf DA 355,6 mm in Edelstahlausführung (alternativ auch z.B. verzinkter Stahl) zu verschließen. Der Brunnenabschlusskopf ist mit

Be- und Entlüftung, Peilrohr 1“ und Kabeldurchführung für einen eventuellen Datenlogger auszustatten.

Es ist zusätzlich ein Manometer für die Druckmessung vorzusehen und gegenüber Frost abzusichern.

Das Brunnenabschlussbauwerk ist gemäß ÖNORM B 2601 herzustellen.

Es ist ein Brunnenvorschacht mit einem Durchmesser von mindestens 1 m (besser mind. 1,5 – 2 m) und einer lichten Höhe von ca. 2 m herzustellen. Die Oberkante des Brunnens soll 30 cm über die Geländeoberkante ragen. Die Schachtsohle ist in Ortbetonbauweise herzustellen. Sohlbetonstärke mind. 15 cm. Die Abdeckung des Brunnenvorschachtes ist mit einer Betonabdeckplatte herzustellen. In der Brunnenabdeckplatte ist eine Einstiegsöffnung mit einem Durchmesser von 80 cm bzw. den Abmessungen 80 x 80 cm (evtl. 60 x 60 cm bei wartungsarmen Kontrollschächten) vorzusehen, die mit einer tagwasserdichten, nicht rostenden und versperrbaren Brunnenabdeckung zu verschließen ist. Die Brunnenabdeckung hat eine umlaufende Gummidichtung, einen Dunsthut mit Insektengitter, eine Absperrmöglichkeit und eine Arretiermöglichkeit aufzuweisen. Als Einstiegshilfe ist eine Einstiegsleiter fest an der Schachtwand zu montieren. Die Leiter und die Befestigungsmaterialien sind aus korrosionsbeständigen Materialien herzustellen. Die Schachtringfugen und alle Rohrdurchführungen sind wasserdicht auszuführen bzw. dicht zu vermörteln und die Schachtabdeckplatte ist auf ein Mörtelbett zu versetzen.

**Dokumentation:**

Nach Fertigstellung der Brunnenbauarbeiten ist eine Dokumentation gemäß ÖNORM B 2601, Pkt .11, in der geltenden Fassung zu erbringen.

### 3.5 Ringraumproblematik und Unterbindung der Stockwerksverbindungen

Das Hauptproblem bei der Abdichtung dieser vergleichsweise tiefen Bohrbrunnen ergibt sich durch das zumeist mangelhafte, nicht kontrollierbare Einbringen der Tonpellets in die vorgesehenen tiefliegenden Bohrlochabschnitte. Tonpellets verkleben an der feuchten Bohrlochwand und bilden Verklumpungen, die in der Folge zwangsläufig zur Hohlräumbildung führen können. Abstandhalter zur Zentrierung der Verrohrung stellen dabei ein zusätzliches Problem dar.

Aus diesem Grund sollten Ringraumabdichtungen im Regelfall immer mittels Zementation ausgeführt werden, insbesondere bei den hier vergleichsweise großen Bohrteufen.

Bei der Abdichtung mittels Zementation ist die Dichte der Verpresssuspension immer höher zu halten als die in der Bohrung vorhandene Bohrspülung, die bis zu diesem Zeitpunkt die Stabilität des Gebirges gewährleistet. Dadurch wird die Bohrspülung gleichmäßig nach oben gedrückt und eine Kanalbildung im abzudichtenden Ringraum vermieden.

Im Zusammenhang mit der Verkiesung und Abdichtung des Ringraumes treten z.T. auch anhaltende Trübungsprobleme auf, wobei Trübungen aus verschiedenen Ursachen resultieren können:

- ñ feinstkörnige tonige und leicht mobilisierbare Sedimentbestandteile der Formation, v.a. bei erhöhten Brunnenzustromgeschwindigkeiten
- ñ nicht auf die Sedimentzusammensetzung abgestimmte Filterkieskörnung zur Verhinderung von Sedimenteinträgen
- ñ nicht adäquater Pumpbetrieb des Brunnens (zu hohe Entnahmemengen) und damit erhöhte Brunnenzustromgeschwindigkeiten
- ñ nicht geeignete oder nicht fachgerecht eingebaute feinkörnige Dichtmittel (z.B. nicht ausreichend eingespannte Quelltone im Aquiferbereichen)

Trübungsprobleme sind, sofern sie nicht geologisch oder durch einen nicht adäquaten Pumpbetrieb bedingt sind, zumeist auf nicht geeignete oder nicht fachgerecht eingebaute Dichtmittel (z.B. Quelltone, etc.) zurückzuführen.

Wenn die Quelltonabdichtung durch Hohlräume durchsetzt ist und keine kompakte Verdichtung und Einspannung gegeben ist, werden diese feinstkörnigen Tone bei der Zuströmung zum Brunnen vielfach mobilisiert und können in der Folge zu Trübungen führen, die wirtschaftlich nicht beherrschbar sind.

## **4 Kriterien zur Beurteilung von bestehenden artesischen Brunnen**

### **4.1 Einleitung**

Im Zuge des Wasserrechtsverfahrens zur Wiederverleihung bestehender Arteser ist lt. WRG eine Feststellung über die Einhaltung des Standes der Technik sowie eine Prüfung, dass der Brunnen keinen öffentlichen Interessen widerspricht, erforderlich. Dazu ist sei-

tens der Sachverständigen u.a. eine Überprüfung auf folgende technische Mindestanforderungen nach dem S.d.T. erforderlich:

- Standfestigkeit des Bohrloches (bei nur teilverrohrten Artesern, sofern diese einer öffentlichen Wasserversorgungsanlage dienen; diesbezüglich kann auf die Ausführungen unter Pkt. 3.3 verwiesen werden)
- Es darf keine Verbindung verschiedener Grundwasserstockwerke vorhanden sein.
- Vorhandensein einer sicheren Abdichtung gegenüber einem ungespannten oberen Grundwasserhorizont und dem Gelände.

Die für diese Beurteilung aus der Sicht der Autoren gegebenen Möglichkeiten und heranzuziehenden Kriterien und Nachweise werden in den nachfolgenden Punkten 4.2 bis 4.4 dargelegt.

#### 4.2 Abdichtung gegenüber dem über der Sperrschicht gelegenen ungespannten Grundwasser und dem Gelände

Diesbezüglich wird auf Grund der unterschiedlichen Herstellung und technischen Ausführung unterschieden in die, i.d.R. kleinkalibrigen (bis ca. 2,5“) und nur teilverrohrt ausgeführten Kleinanlagen mit meist eingeschlagenem Standrohr und in größerkalibrige Brunnen (ab ca. 3“) mit meist planmäßig vorhandenen Sperrrohren.

##### a) Kleinkalibrige Brunnen (bis ca. 2,5“):

In der Vergangenheit wurden zahlreiche Bohrbrunnen als kleinkalibrige Schlagbrunnen (5/4“ oder 2“) mit Reinwasserspülung als schlagendes (Exzenterwinde), leicht drehendes Bohrverfahren niedergebracht. Das Bohrgestänge (Stahlrohre mit Schraubverbindungen und Kreuz- oder Fischeschwanzmeissel) wurde mittels Exzenterwinde unter Drehung angehoben und wieder abgesenkt und ruckartig fallengelassen, das Gebirge so gelöst und das Sediment durch das Gestänge nach oben geführt. Wurde ein wasserführender Horizont mit ausreichendem artesischem Auftrieb erreicht, wurde die weitere Bohrabteufung nach einer mehr oder weniger geringen Übertiefung beendet. Da das Gebirge aufgrund der tonig-schluffigen Sedimentabfolge und des geringen Bohrdurchmessers standfest war, genügte es, den oberen Bohrlochabschnitt mit einer Standverrohrung abzusichern. Im Regelfall wurde die Standverrohrung mit dem Bohrfortschritt bis zum standfesten, das Grundwasser abdichtende Gebirge eingerammt.



Die Hinterfüllung des Sperrrohres wurde früher mit Bohrgut, vorwiegend aufgeschlammtem tonigem Schlier, während der Bohrung eingeschlammmt, d.h. der Ringraum des Sperrrohres wurde dadurch gedichtet.

Es erscheint klar, dass erst eine dichte Einbindung des Standrohres in die dichtende Deckschicht des gespannten Aquifers eine volle Funktionsfähigkeit des artesischen Brunnens garantierte, da sonst die Grundwässer nicht an der Oberfläche frei austreten würden. Solche Brunnen funktionieren vielfach seit Jahrzehnten einwandfrei, ihnen kann – auch wenn sie einer öffentlichen Wasserversorgung dienen – aus Sicht der Autoren von vornherein kein Widerspruch zum S.d.T. und / oder öffentlichen Interessen angelastet werden.

Entscheidend ist, ob die Standverrohrung die geforderte Abdichtung gegen Wasseraustritte in Horizonte über der Sperrschicht für die Bewilligungsdauer erwarten lässt. Dies ist im jeweiligen Einzelfall zu beurteilen, wofür folgende Untersuchungen durchgeführt werden sollten:

- Kamerabefahrung (s. Pkt. 8.2): Eine Kamerabefahrung sollte immer durchgeführt werden, da sie – trotz der oft auch schwierigen Interpretation der Bilder in Bezug auf den Grad einer festgestellten Korrosion - insgesamt den bestmöglichen Einblick in den Zustand solcher Brunnen gibt. Insbesondere ist die Erstreckung des Sperrrohres und dessen Einbindung beurteilbar.
- Unter günstigen Voraussetzungen (i.W. dann, wenn nach Vorerkundung durch Kamerabefahrung die Befahrbarkeit des Bohrloches gegeben ist) ist mittels Bohrlochgeophysik auch die Detektion der Wandstärke des Sperrrohres mittels elektromagnetischem Wanddicken-Log (EMDS), ergänzt durch Kaliberlog, das eine entsprechende Messgenauigkeit im mm-Bereich hat, möglich (s. auch Pkt. 8.3). Auch der Einsatz schlanker Gamma-Log- und Gamma-Gamma-Log-Sonden kann Hinweise auf Leckagen und Inhomogenitäten innerhalb der Verrohrung und Hinterfüllung geben.
- Zur Abrundung der Beurteilung kann man versuchen, ergänzende Informationen zu erhalten, wie z.B. den aktuellen Überdruck im Vergleich mit den Werten früherer Überdruckmessungen, auch im Kontext mit benachbarten artesischen Brunnen.

Anzumerken ist, dass bei DN bis 2,5“ eine Flowmetermessung, mit der sich als einzigem Verfahren Wasseraustritte und damit Standrohrdichtigkeiten quantitativ nachweisen ließen, derzeit nicht durchgeführt werden kann.

Die Gesamtbeurteilung, ob eine ausreichend sichere Abdichtung vorhanden ist, muss auf Basis der vorstehend beschriebenen Untersuchungsergebnisse bzw. Informationen getroffen werden.

Die Autoren plädieren dafür, dass man im Zweifelsfall ggf. eine kürzere Bewilligungsdauer (z.B. 5 Jahre) festlegt, die Vorlage von regelmäßigen Überdruckmessungen zur Kontrolle verfügt und den Brunnenbesitzer darauf hinweist, dass in absehbarer Zeit aller Voraussicht nach mit der Sanierung (oder einem Rückbau bzw. einer Neuerrichtung) gerechnet werden muss.

**b) Größerkalibrige Brunnen (ab ca. 3“):**

Für solche, i.d.R. mit Voll- und Filterrohren bzw. Filterkieshinterfüllung ausgebaute Brunnen liegen meist bereits Ausbaupläne vor, die eine Beurteilung der technischen Ausführung der Abdichtung ermöglichen.

Ergänzend dazu ist jedenfalls der aktuelle Zustand des Brunnenausbaues mit einer Kamerabefahrung zu dokumentieren.

Bei Vorhandensein einer planmäßigen Zementierung, zuverlässig erscheinenden Brunnenausbauplänen und einem entsprechenden Ergebnis der Kamerabefahrung kann man von einer Bewilligungsfähigkeit in Bezug auf eine dauerhaft ausreichende Abdichtung des Brunnens ausgehen.

Bestehen diesbezüglich Zweifel an der Abdichtung, stehen folgende, aussagekräftige geophysikalische Bohrlochuntersuchungen zur Verfügung:

- Cement Bond Log (CBL, s. Pkt. 8.5)
- Gamma-Log in Kombination mit Gamma-Gamma-Log (s. Pkt. 8.7)
- Flowmeter (s. Pkt. 8.7)

#### 4.3 Verbindung von Grundwasserstockwerken

Im Bereich der artesischen Grundwasservorkommen im Bezirk Grieskirchen kann man, wie bereits mehrfach erwähnt, nach den bisherigen Erkenntnissen der aktuellen GBA-Studie davon ausgehen, dass weitgehend keine getrennten gespannten Grundwasserhorizonte auftreten bzw. solche allenfalls auf einzelne, räumlich eingrenzbar Teilgebiete („Clusterbereiche“) beschränkt werden können. Da aber vielfach im Überlagerungsbereich ungespannte seichte Poren- und Kluffgrundwässer vorhanden sind, kommt einer verlässlichen Abdichtung zwischen diesen seichten Aquiferen und den artesischen Grundwasserhorizonten eine hohe Bedeutung zu.

Im Einzelfall sind zur Beurteilung dieser Frage zunächst alle verfügbaren Daten und Informationen, auch unter Einbeziehung von Daten der GBA-Studie und von anderen benachbarten Brunnen aus demselben artesischen Grundwasservorkommen, wie insbesondere

- Geologisch-hydrogeologischer Aufbau,
- Brunnenausbauprofil,
- GW-Analysen (Chemismus, Isotopenuntersuchungen) und
- ggf. Daten vorhandener Überdruckmessungen

heranzuziehen und ist jedenfalls der aktuelle Brunnenzustand durch eine Kamerabefahrung festzustellen.

Wenn aus diesen Informationen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann, dass der Brunnen unterschiedliche Grundwasserhorizonte miteinander verbindet, kann man nach Ansicht der Autoren von einer Bewilligungsfähigkeit ausgehen.

Sind die Verhältnisse unklar oder bestehen diesbezüglich Zweifel, kann bei Brunnen durchmessern ab 3“ – unabhängig davon, ob es sich um einen teilverrohrten oder voll ausgebauten Brunnen handelt – der Frage des Vorhandenseins etwaiger Stockwerksverbindungen mittels weiterführender geophysikalischer Bohrlochmessungen nachgegangen werden.

Ein geeigneter Nachweis ist diesbezüglich durch eine

- Flowmetermessung, in Verbindung mit
  - einem Kaliberlog und ggf. ergänzend
  - durch Gammlog, und/oder Gamma-Gamma-Log bzw. CBL-Log
- zu erreichen (Einsatzbereiche s. Pkt. 8).

#### 4.4 Standfestigkeit des Gebirges

Für diese, nur bei lediglich teilverrohrten und öffentlichen Brunnen in einem WR-Verfahren erforderliche Sachverständigenbeurteilung gelten dieselben Hinweise und Kriterien wie bei neuen, nur teilverrohrt geplanten Brunnen sinngemäß (s. Pkt. 3.3).

Im Gegensatz zu einer Neuplanung kommt hier als wesentlicher Aspekt dazu, dass bei einwandfrei funktionierenden, standsicher bestehenden Brunnen diese Standsicherheit durch den i.d.R. langjährigen „Naturversuch“ nachgewiesen ist.

Bei öffentlichen, nur teilverrohrten Brunnen sind zur Standfestigkeitsbeurteilung aus Sicht der Autoren

- eine, ohnehin auch für die Beurteilung der ausreichenden Abdichtung (s. Pkt.4.2) obligatorische Kamerabefahrung,
- die geologische Situation,
- Analogieschlüsse von anderen benachbarten Brunnen in ähnlichem geologischen Umfeld,
- die diesbezüglichen Betriebserfahrungen im langjährigen Brunnenbetrieb sowie
- ggf. ein ergänzendes Kaliberlog, Gamma-Log, Gamma-Gamma-Log oder CBL-Log heranzuziehen.

Erfahrungsgemäß wird in der überwiegenden Zahl der Fälle die Standsicherheitsbeurteilung positiv ausfallen, da bei jahrzehntelang standsicheren Bohrungen kaum eine nicht ausreichende Standsicherheit zu begründen sein wird.

## **5 Möglichkeiten und Grenzen der Sanierung von bestehenden artesischen Brunnen**

### **5.1 Einleitung**

Wenn die vorstehend unter Pkt.4.1 formulierten technischen Anforderungen nicht gewährleistet sind, ist ein bestehender artesischer Brunnen nicht bewilligungsfähig und es stellt sich die Frage, ob der Brunnen aufgelassen und rückgebaut (verschlossen) werden muss, oder noch mit wirtschaftlichen Mitteln saniert werden kann, wozu nachstehend auftragsgemäß Möglichkeiten und Grenzen dargelegt werden.

Zur Erfassung der Geometrie und des Bauzustandes bereits bestehender Brunnen sowie zur Überprüfung, inwieweit und wo Stockwerksverbindungen oder Undichtigkeiten im Bereich des Sperrrohres vorhanden sind, sind- wie ebenfalls vorstehend unter Pkt.4 beschrieben - Bohrlochkamerabefahrungen bzw. bohrlochgeophysikalische Bohrlochmessungen durchzuführen. Die einzelnen Messverfahren, Einsatzmöglichkeiten und deren Aussagekraft sind im Kapitel 8. aufgelistet.

**In solchen Untersuchungen festgestellte gravierende Mängel bei bestehenden artesischen Brunnen, insbesondere wenn dadurch öffentliche Interessen berührt werden, sind im Zuge des wasserrechtlichen Wiederverleihungsverfahrens jedenfalls zu beseitigen und die Brunnen dem Stand der Technik durch Sanierungsmaßnahmen anzupassen (oder – wenn dies technisch-wirtschaftlich nicht möglich ist – aufzulassen und dicht zu verschließen).**

## 5.2 Sanierungsverfahren und deren Grenzen

Bei der fachgerechten Sanierung von bestehenden artesischen Brunnen ergeben sich je nach Bauart und Zustand des Brunnens verschiedene Möglichkeiten.

Wie im ÖWAV Regelblatt 218 angeführt, gibt es zur Anpassung an den Stand der Technik die Methode des Überbohrens und die Rohr-In-Rohr Technik.

### 5.2.1 Überbohren

Wie bereits im ÖWAV Regelblatt 218 dargestellt, muss das Überbohren als Sanierungsverfahren unzureichend abgedichteter Brunnen, vor allem wegen der i.d.R. nicht gegebenen Vertikalität alter Brunnen, insbesondere bei einem Bohrungsausbau in Stahl, sehr kritisch gesehen werden, da bei diesem Verfahren der tatsächliche Sanierungserfolg weitgehend unkontrollierbar erscheint und zusätzliche Folgeprobleme kaum beherrschbar erscheinen, die eine weitere Sanierung letztlich völlig unmöglich machen. Dieses Verfahren kommt aus der Sicht der Autoren bei derzeitigem Kenntnisstand, unabhängig von der spezifischen hydrogeologischen Situation, bei einem Bohrungsausbau in Stahl praktisch nicht in Frage.

Liegt ein PVC-Bohrungsausbau vor, so ist ein Überbohren bzw. Zerbohren des bestehenden Ausbaus kein Problem. Fehlt beispielsweise die verlässliche Abdichtung hinter einer PVC-Vollverrohrung, so kann der bestehende Ausbaustrang durch Überbohren völlig entfernt werden und in der Folge die Bohrung fachgerecht mittels Sperrrohr und Zementation ausgebaut und abgedichtet werden.

### 5.2.2 Rohr-in-Rohr-Techniken

Das auch als Inliner-Verfahren bekannte Sanierungsverfahren ist nur unter sehr eingeschränkten Bedingungen zielführend (gem. lit.18 bei Brunnen-Ausbaudurchmesser > 6“. Dieser „Grenzdurchmesser“ von 6“ wurde in den nachstehenden Beschreibungen auch übernommen, wobei die Autoren der Meinung sind, dass die nachstehend unter b) und c)

beschriebenen Techniken auch bereits etwa ab Ausbaudurchmesser 5“ funktionieren, wenn nicht eventuelle Brunneneinbauten wie z.B. UW-Pumpen dies verhindern).

„Diese Maßnahme dient ausschließlich der Sanierung des Standrohres, bzw. zur Unterbindung von Horizontverbindungen, wobei als weitere Voraussetzung das Bohrloch entsprechend dem Stand der Technik auszubauen oder die Standfestigkeit des unverrohrten Bohrlochs nachzuweisen ist“ (Lit.18).

Nach Ansicht der Autoren ist abweichend vom Regelblatt der nachträgliche Einbau eines neuen Rohrstranges in eine nur teilverrohrte Bohrung unter günstigen Rahmenbedingungen geeignet, den Brunnen dem Stand der Technik anzupassen. Dabei ist jedenfalls zu beachten, dass der neu eingebrachte Rohrstrang so gewählt wird, dass sowohl eine Verkiesung als auch eine Abdichtung eingebracht werden können.

**a) Sanierung des Sperrrohres teilverrohrter kleinkalibriger artesischer Brunnen (2“ bis 4“)**

Die Problematik bei der Sanierung kleinkalibriger artesischer Brunnen liegt im kleinen Bohr- bzw. Ausbaudurchmesser.

Bei defektem, d.h. korrodiertem Sperrrohr ist der Einbau eines noch kleineren Rohrstranges mit 1“ bzw. 2“ gemäß nachstehend vorgeschlagener Vorgangsweise möglich, in der Praxis aber noch nicht ausreichend erprobt und entspricht in Hinblick auf die Abdichtung noch nicht dem Stand der Technik (s. Abb.3):

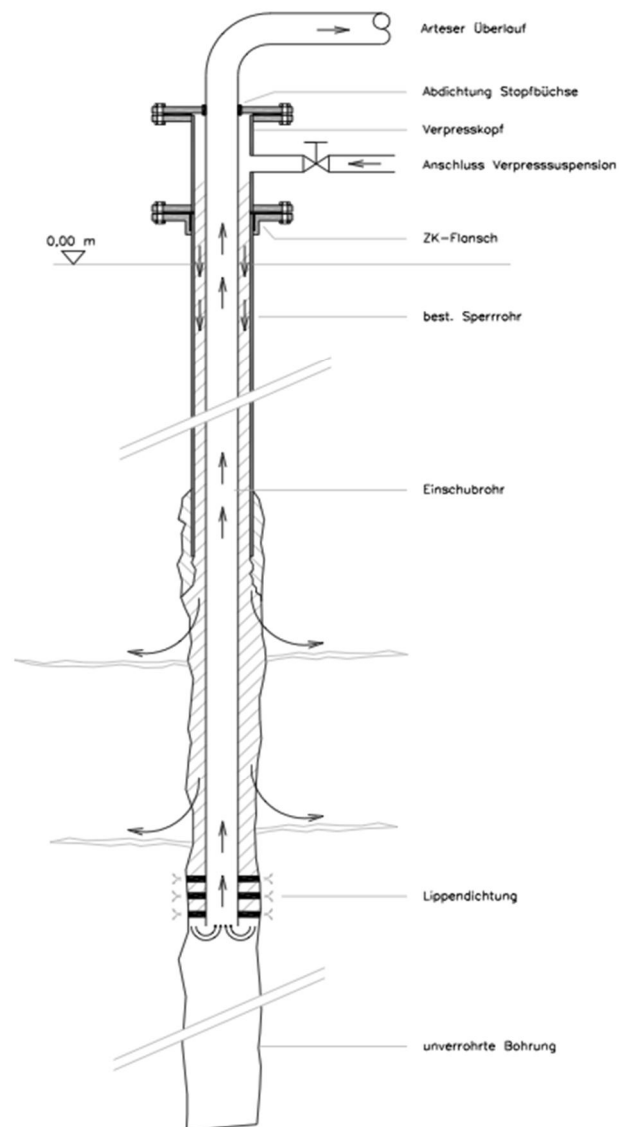
\*Vorerkundung mittels TV-Kamerabefahrung für die exakte Planung bzw. zur Festlegung der Sanierungstiefen.

\*Einbau eines verschraubten Rohrstranges, dem am Rohrende eine Gummimanschette aufgesetzt wird und der bis in die geplante Tiefe eingebracht wird.

\*Verpressen des Ringraumes an einem Ringflansch (Verpresskopf) am Sperrrohr bei gleichzeitiger Entlastung des artesischen Druckes durch leichten Pumpbetrieb. Die Dichte der Verpresssuspension sollte der Verpresssuspension bei Erdwärmesonden entsprechen (1,33 kg/l). Der Verpressvorgang wird solange durchgeführt, bis die Verpresssuspension mit dem artesisch austretenden Wasser am Brunnenkopf erscheint. Dies belegt, dass die Abdichtung des Ringraumes mit der Suspension vollständig erreicht ist. Danach sollte die Verpressleitung geschlossen und die Wasserförderung soweit gedrosselt werden, dass damit ein Ausströmen der Verpresssuspension unterbunden wird.

\*Eine Nachverpressung darf bei dieser vorgeschlagenen Methode nicht erfolgen (Gefahr der unerwünschten Abdichtung unterhalb des geplanten Bereiches).

Nach Ansicht der Autoren kann dieses Verfahren als zielführendes Sanierungsverfahren eingesetzt werden.



*Abb.3: Sanierung des Sperrrohres teilverrohrter kleinkalibriger artesischer Brunnen (2“ bis 4“) durch eine Einschubverrohrung und anschließender Ringraumverpressung*

**b) Sanierung von teilverrohrten großkalibrigeren artesischen Brunnen (ab 6“)**

Wesentlich für den Erfolg der Sanierung ist die vorherige genaue Kenntnis des Brunnenzustandes und der grundwasserdynamischen Verhältnisse im Brunnen (TV-Kamerabefahrung, Flowmetermessergebnisse etc.).

b1: Ist lediglich ein Standrohr aber kein Sperrrohr vorhanden, so ist eine Sanierung eines solchen Standrohrs nach dem S.d.T. durch das Inliner-Verfahren aus der Sicht der Autoren nicht möglich, da auch durch Zementation keine wirksame Ringraumabdichtung sichergestellt werden kann.

b2: Einbau eines neuen Ausbaustranges

Bei dieser Variante existiert zwar ein Sperrrohr, der untere Bohrungsabschnitt ist aber unverrohrt. Bei schadhaftem Sperrrohr oder bei Horizontverbindungen im unverrohrten Bereich kann durch die Einschubverrohrung festgelegt werden, welcher Horizont für die Wassergewinnung herangezogen werden soll. Der wasserführende Horizont wird mittels Filterrohren samt Ringraumverkiesung erschlossen, die restliche Vollverrohrung wird durch Zementation bis zur Sperrrohroberkante abgedichtet. Wichtig erscheint, dass zur Verhinderung von Umläufigkeiten an der Basis des Sperrrohres die Abdichtung zwischen der Unterkante der Sperrverrohrung und der tiefer gelegenen Ringraumverkiesung ausreichend mächtig ist (mindestens 2 m).

Damit können auch allfällig vorhandene weitere Grundwasserstockwerke weggesperrt werden. Eine Beschränkung hinsichtlich Durchmesser ist durch die Dimension der Fördereinrichtung vorgegeben, eine Tiefenbeschränkung ist nicht gegeben. Es kann dabei u.U. die Ringraumverkiesung lt. ÖN B2601 von min. 5 cm nicht eingehalten werden. Aus der Sicht der Autoren ist dies aber nicht unbedingt erforderlich, da die Verkiesung lediglich als Stützfunktion fungiert.

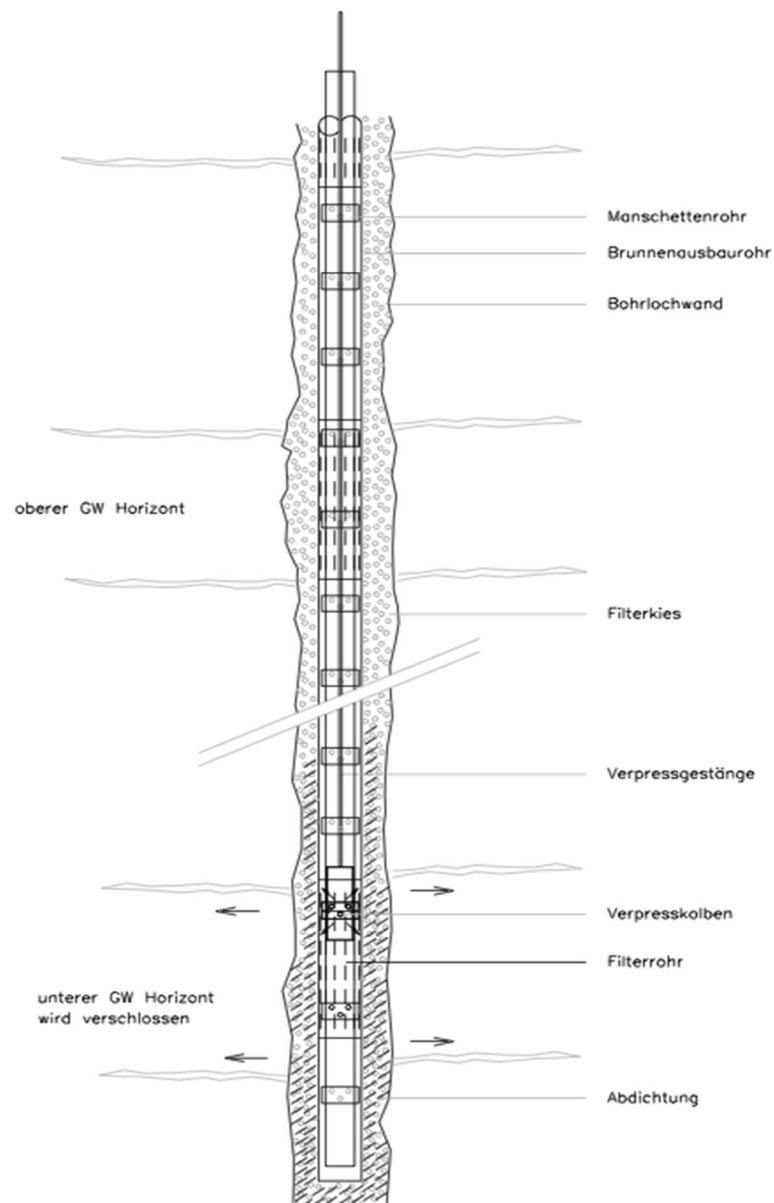
Der Erfolg der Sanierung kann durch wiederholte geophysikalische Messungen nachgewiesen werden.

**c) Sanierung verrohrter artesischer Brunnen (ab 5“)**

Eine Sanierung verrohrter artesischer Brunnen kommt dort zum Einsatz, wo eine Stockwerkverbindung und ein Überfließen in andere Horizonte bzw. eine Undichtigkeit im Bereich des Sperrrohres, sei es durch einen seinerzeitig nicht fachgerechten Brunnenausbau oder zwischenzeitlich eingetretene Schäden im Brunnen, nachgewiesen wurde.



Je nach Ausbau können bestehende Filterstrecken auch nachträglich mittels Zement-Bentonit-Suspension verpresst werden. Dabei werden zu verschließende Filterstrecken durch komplette Voll- und Filterrohreinschübe samt Verkiesung des zu erschließenden Horizontes und Verpressung des Ringraumes unter Verwendung von Manschettenrohren verschlossen (Abb.4).

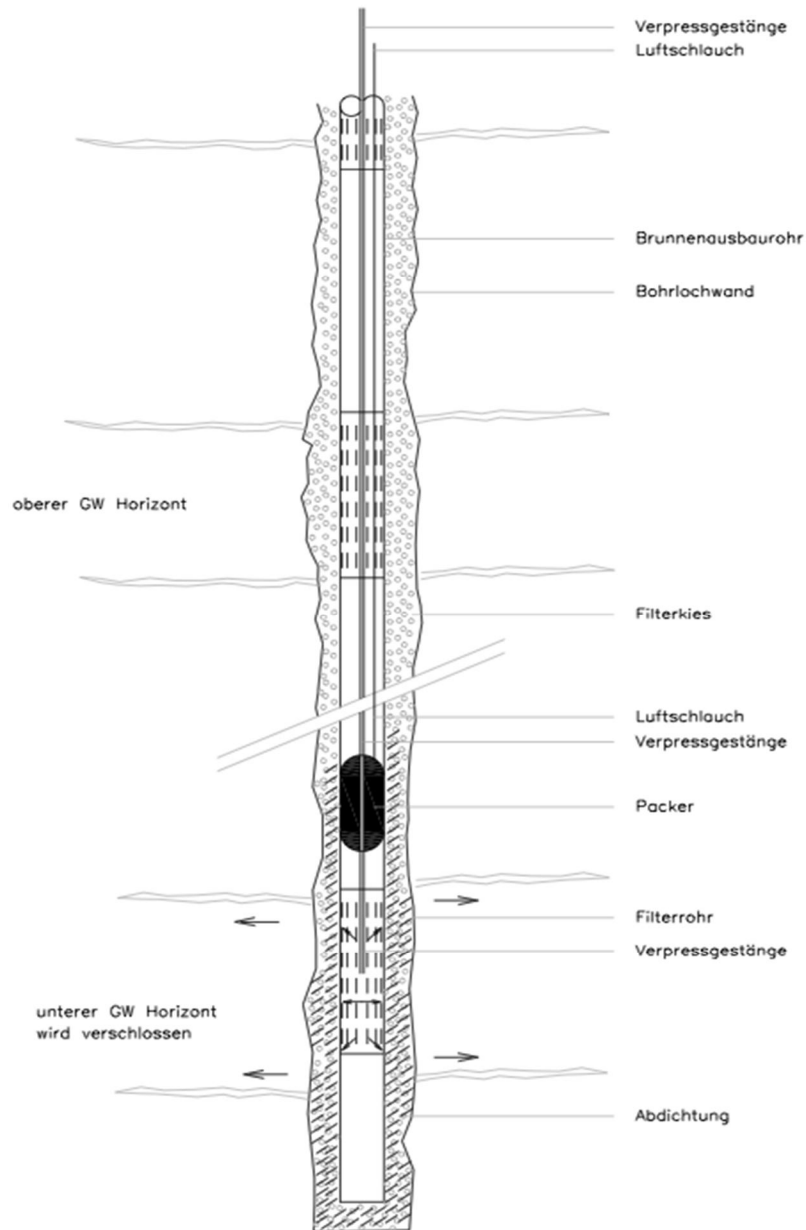


*Abb.4: Einschubverrohrung und gezielte Abdichtung einzelner Filterrohrabschnitte durch Verwendung von Manschettenrohren*

Aufgrund der oft sehr spezifischen Gegebenheiten muss die Vorgangsweise im Einzelfall angepasst werden. Es soll aber betont werden, dass eine Abdichtung im Sinne einer Sanierung bestehender Ringraumverkieisungen hinter einer Vollverrohrung überhaupt nicht oder nur durch einen nicht gerechtfertigten hohen Aufwand bewerkstelligt werden kann.

In diesen Fällen ist ein Rückbau (Verschluss) und eine Neuerrichtung des Brunnens vorzuziehen.

Soll der tiefste Brunnenabschnitt durch Verpressung verschlossen werden, so ist dies durch Verwendung eines Packers und einer im Packer durchgeführten Verpressleitung möglich (s. Abb.5). Die Verpressung erfolgt zunächst durch Einbringen der Verpresssuspension in die Bohrung von unten nach oben bis zu gewünschten Teufe. Danach wird dort ein Packer gesetzt und der zu verpressende Abschnitt durch eine im Packer durchgeführte Verpressleitung mit dem notwendigen Druck nachverpresst. Diese Vorgangsweise kann bei längeren Verpressabschnitten in Teilabschnitte aufgeteilt werden.



*Abb.5: Der Verschluss tiefer Grundwasserhorizonte durch Verpressung der Filterstrecke und den Einsatz eines Packers*

### 5.2.3 Injektionsabdichtung zur Abdichtung des Brunnennahbereiches

Bei Brunnenverwilderungen oder bei nicht ausreichend abgedichteten Sperrrohr, kann durch gezielte Injektionen von Zementsuspensionen ein Dichtungsschleier erzeugt werden, der den möglichen Bereich der Brunnenverwilderung umfassen muss. Für derartige Anwendungen sind jedenfalls genau geologische und brunnenbautechnische Vorerkundungen bzw. Vorversuche erforderlich, sowohl innerhalb des Brunnens als auch im Brunnennahbereich. Tiefenlage und Engmaschigkeit der Verpressbohrungen richten sich nach dem vorhandenen Schadensbild bzw. den geologischen Verhältnissen vor Ort. Der Abstand des Injektionsringes von der schadhaften Bohrung liegt jedenfalls im m-Bereich, z.B. werden zunächst 3 Verpressbohrungen im Abstand von 1 m niedergebracht. Die Anzahl der weiteren Verpressbohrungen wird aufgrund der Verpressmengen und -Drücke bzw. aufgrund bohrlochgeophysikalischer Kontrollen festgelegt.

Während der Injektionsverpressung ist jedenfalls eine Druckentlastung des Aquifers durchzuführen. Entweder durch Herstellung einer neuen Entlastungsbohrung oder durch entsprechende Förderung aus dem bestehenden Brunnen.

Im jeweiligen Einzelfall ist ein detailliertes Konzept auszuarbeiten, das zwischen der Behörde, dem Planer und dem Bohrunternehmen abzustimmen ist.

## 6 Möglichkeiten und Grenzen des Rückbaues von bestehenden artesischen Brunnen

### 6.1 Einleitung

Die Notwendigkeit eines Verschlusses (Rückbaues) von alten artesischen Bohrbrunnen wird aufgrund der unter Kap. 4 beschriebenen Kriterien beurteilt.

Zumeist wird der Verschluss des Brunnen aufgrund der mangelnden Sperrrohr-Abdichtung innerhalb der aquiferüberlagernden Deckschicht sowie auch wegen eines fehlenden, schadhaften oder brunnenbautechnisch ungeeigneten Ausbaus im Aquiferbereich (mögliche Stockwerksverbindungen) erforderlich und von der WR-Behörde verlangt.

Wenn diese vorstehend unter Pkt. 4 beschriebenen Mängel mittels Bohrlochgeophysik definitiv festgestellt wurden und eine Sanierung gemäß vorstehendem Punkt 5 technisch-wirtschaftlich nicht möglich ist, ist ein Rückbau (dichter Verschluss) des alten Brunnens

unvermeidlich und im Sinne des öffentlichen Interesses wegen der besonderen Bedeutung der artesischen Tiefenwässer für die Sicherung der Trinkwasserversorgung gerechtfertigt.

Die Problematik beim Rückbau artesischer Brunnenanlagen wird im ÖWAV Regelblatt 218 (Brunnen in gespannten Grundwässern) kurz umrissen. In der Regel ist ein dichter Rückbau von Artesern möglich, nur in Einzelfällen können vor allem die kleinkalibrigen „alten“ Brunnen (5/4“ bis 2,5“) mangels verlässlicher Bestandsangaben oder wegen der oft unzugänglichen Lage der Brunnen eine besondere Herausforderung darstellen.

Auch bei Artesern die durch Gebäude überbaut sind, ist bei entsprechender Zugänglichkeit eine dichte Verschließung möglich, allerdings ist dabei eine Verpressung nur von oben nach unten möglich.

Der Rückbau teilverrohrter oder auch voll verrohrter artesischer Brunnen mit Ausbaudurchmessern > 4“ stellt nur in Ausnahmefällen ein Problem dar. Die Abdichtung der Ringraumverkiesung hinter einer Vollverrohrung erweist sich in der Praxis als sehr problematisch.

Die spezifischen Anforderungen bzw. die erforderliche Beschaffenheit der Zement-Tonmineral-Suspension, zumeist werden Zement-Bentonit-Suspensionen eingesetzt, werden im ÖWAV-Regelblatt 218, S.20-22, ausführlich beschrieben. Dichte und Viskosität der Verpresssuspension sind dabei von entscheidender Bedeutung. Die Dichte der Suspension sollte 1,3 g/cm<sup>3</sup> jedenfalls überschreiten (1,3 – 1,6 g/cm<sup>3</sup>).

Die moderne Verpresstechnik hat vor allem durch die breite Anwendung bei der Errichtung von Erdwärme-Tiefsonden einen hohen technischen Standard erreicht. Die dabei gängigen Verfahren und Verpressmittel (Eigenmischungen oder Fertigprodukte) werden von Bohrfirmen routinemäßig eingesetzt. Ein von der Fa. Heidelberg Zement speziell für die Verpressung von Artesern entwickeltes Produkt (GROWCEM) verfügt über besonders gute Eigenschaften wie freie Expansion von ca. 5 %, einer hohen Suspensionsdichte von 2,1 g/cm<sup>3</sup>, zügiges Ansteifen und Widerstand gegen betonangreifende Wässer.

Die im ÖWAV-Regelblatt 218 beschriebene Vorgehensweise bei der Verpressung artesischer Brunnen kann jedenfalls generell als zielführendes und praktikables Verfahren erachtet werden. Im Einzelfall sollte aber die Vorgangsweise den individuellen Gegebenheiten angepasst werden.

In jedem Fall sollte sichergestellt werden, dass schadhafte Rohre und das Rohrende durch das Verpressmittel umspült werden, die Verpresssuspension ausreichend aushärtet und das Bohrloch so dauerhaft abdichtet (Dokumentation der Mengenbilanz und der Verpressdrücke).

## 6.2 Rückbau bzw. Verpressung teilverrohrter artesischer Brunnen

Der Rückbau der zahlreichen artesischen, nur teilverrohrt ausgeführten Brunnen) mittels einer Zement-Tonmineral-Suspension stellt, i.W. unabhängig vom Bohrdurchmesser, grundsätzlich einen verlässlichen und dauerhaften Verschluss dieser Brunnen sicher.

Teilverrohrte Brunnen können in der Regel, so wie die Abdichtung bei Erdwärmesonden, verpresst werden. Dabei wird die gesamte Bohrung mittels Verpressgestänge vom Bohrlochtiefsten bis zur Sperrrohroberkante mit einer Zement-Bentonit-Suspension verpresst. Dabei ist zu beachten, dass die Verpresssuspension durch das artesische einströmende Wasser nicht verdünnt werden darf. Dies kann durch eine entsprechende Regulierung am Verpresskopf sichergestellt werden. Das heißt, dass die Pumprate der Verpresssuspension um mind. 20% höher liegen muss als der Überlauf am Verpresskopf. Der Verpressvorgang ist so lange durchzuführen bis am Verpresskopf die Suspension mit der ursprünglichen Dichte austritt.

Es ist dabei sicherzustellen, dass während der Verpressung ein zumindest geringfügiger Überlauf vorhanden sein muss (keinesfalls absperren!).

Grundsätzlich ist die Vorgehensweise gemäß ÖWAV-Regelblatt 218 anzuwenden (s. Anhang 2), bei einigen Punkten sind aus der Sicht der Autoren aber geringfügige Adaptierungen und Anpassungen angebracht:

So ist eine Messung des Schließdruckes oft als problematisch zu betrachten, da damit genau der Effekt verstärkt wird, den man eigentlich verhindern will, dass nämlich die artesisch aufsteigenden Grundwässer an der Grenze zwischen der unverrohrten Bohrung und dem Standrohr zu einer Umläufigkeit gezwungen werden, die in der Folge womöglich weiterreichende Schäden durch eine ausufernde Brunnenverwilderung nach sich ziehen können. Eine Messung des Schließdruckes sollte deshalb, wenn überhaupt, nur sehr kurzzeitig erfolgen. Eine Einschätzung des Arteser-Enddruckes, d.h. dem natürlichen artesischen Druckniveau nach längerem Verschluss, ist damit aber ausreichend gewährleistet.

Zumeist ist mangels genauer Informationen über den Brunnen (Ausbau, Endteufe etc.) eine TV-Kamerabefahrung erforderlich. Erst so ist eine genaue tiefenspezifische Vorgangsweise sichergestellt.

Entgegen dem Regelblatt W218 sind die Autoren der Meinung, dass das vollständige Freizirkulieren der Bohrung bis zur Endteufe nicht erforderlich ist, da eine Freilegung verstürzter oder sedimentgefüllter Bohrlochabschnitte unter Umständen zu kontraproduktiven Effekten wie Kavernenausbrüchen etc. führen kann.

Entgegen der Empfehlung im ÖWAV-Regelblatt 218 sind die Autoren auch der Meinung, dass die Verpressung nicht durch ein PE-Hartschlauch-Injektionsgestänge, sondern auch bei nicht genau vertikalen Bohrlöchern durch ein richtungsstabileres Stahl-Injektionsgestänge erfolgen sollte (1/2“).

In jedem Fall sollte die ausführende Bohrfirma einschlägige Erfahrungen dazu vorweisen können.

Eine geeignete konkrete Vorgangsweise bzw. eine Leistungsbeschreibung für den Rückbau (dichte Verpressung) eines artesischen Brunnens ist im ÖWAV-Regelblatt 218, S. 39-40 angeführt und auch in der im Bezirk Grieskirchen anzutreffenden geologischen Formation geeignet. Nur in Ausnahmefällen ist auch eine Verpressung von oben nach unten zulässig.

### 6.3 Rückbau bzw. Verpressung voll ausgebauter artesischer Brunnen

Während eine dichte Verpressung von Filterrohrbereichen i.d.R. gut und verlässlich möglich ist, ist ein vollständiger Verschluss bzw. eine vollständige Abdichtung von vollverrohrten artesischen Brunnen, bei denen verschiedene Horizonte durch den Filterkies hinter einer Vollverrohrung verbunden wurden, nur begrenzt möglich.

Da eine Grundwasser-Horizontverbindung hinter einer Vollverrohrung nur in Ausnahmefällen überhaupt erkannt werden kann, kommt dieser seltenen Variante aber keine praktische Bedeutung zu.

Hinweise bzw. Nachweise von möglichen Horizontverbindungen ergeben sich aus vorhandenen Unterlagen, aus Regionalvergleichen (GBA Studie 2017) bzw. durch den direkten Nachweis durch Flowmetermessungen.

Die Verpressung von kieshinterfüllten Filterrohrabschnitten erfolgt in der Regel mit Hilfe von eingeschobenen Manschettenrohren, die ihrerseits wieder mit Kiesfiltermaterial hinterfüllt werden und in die ein Verpressrohr mit Doppelpackern eingebracht wird. (ÖWAV-Regelblatt 218, S.40). Das Manschettenrohr (DN50) besteht aus einem vorgefertigten Rohr, das im Abstand von 25 cm Bohrungen aufweist, an denen die Verpresssuspension in den Filterkies verpresst werden kann. Um ein Rückfließen der Suspension zu unterbinden, sind über den Austrittsöffnungen Gummimanschetten angeordnet.

Um zu verhindern, dass die Verpresssuspension aus dem Filterabschnitt in das Vollrohr aufsteigen kann, ist zuerst der Vollrohrbereich druckfest abzudichten. Im Filterbereich ist eine Verkiesung vorzusehen. Erst danach kann der Filterbereich samt Verkiesung durch eine abschnittsweise Hochdruckinjektion zwischen Doppelpackern bis zu einem signifikanten Druckanstieg abgedichtet werden. Falls erforderlich kann der Filterrohrbereich durch eine Nachverpressung nachweislich abgedichtet werden. Die Verpresssuspension darf dabei aber noch nicht vollständig ausgehärtet sein.

Auf die gleiche Weise können mit diesem Verfahren auch defekte Sperr- und Vollrohre abgedichtet werden.

Als weitere Variante ist auch eine Verpressung über die gesamte Filterlänge möglich. Dabei wird der Filterrohrabschnitt als Ganzes im Vollrohr abgepackert und über eine durchgeführte Verpressleitung die Suspension in den gesamten Filterbereich eingepumpt. Eine Nachverpressung ist aufgrund der Begrenzung der Drücke beim Packer nicht mehr möglich. Nach Anhärtung der Verpresssuspension und Entfernung des Packers wird der gesamte Vollrohrbereich verpresst.

Bei mehreren Filterstrecken bzw. mächtigen kieshinterfüllten Vollrohrabschnitten ist bei einer PVC-Verrohrung ein Verschluss durch Zerbohren und anschließender Verpressung möglich.



## **7 Hauptproblempunkte bei Neubau, Anpassungs-, Sanierungs- und Rückbaumaßnahmen artesischer Brunnen**

### **7.1 Technische Risiken in den verschiedenen Phasen der Brunnenerrichtung und des Brunnenbetriebes**

Die hier angeführten Risiken umfassen die wesentlichen Problempunkte die erfahrungsgemäß bei der Errichtung, Sanierung und dem Rückbau artesischer Brunnen und entsprechender Geologie auftreten können. Die Berücksichtigung dieser möglichen Risiken beginnt bereits bei der Brunnenplanung und endet bei der Qualität des geförderten Grundwassers.

#### **7.1.1 Risiken bei der Brunnenneubau-Planung**

Die nachstehend beschriebenen Risiken bei der Brunnen-Planung sind insbesondere geologisch – hydrogeologischer Natur und, wie in den vorstehenden Kapiteln schon mehrfach beschrieben, vor allem durch die diesbezüglich spezifischen Gegebenheiten in weiten Teilen Oberösterreichs bedingt.

Da die Atzbach Formation einerseits durch eine stark ausgeprägte Wechsellagerung von tonigen und fein- bis feinstsandigen Lagen und andererseits auch durch laterale Übergänge in lithofaziell unterschiedliche Faziestypen gekennzeichnet ist, ergeben sich sehr differenzierte Aquiferabfolgen, die bei fehlenden Referenzbohrungen, als Grundlage für die konkrete Planung des Brunnens einschließlich des Bohrbrunnenausbaus nur ansatzweise prognostiziert werden können.

Auch die variable Mächtigkeit der Schlier-Überlagerung erlaubt vielfach keine verlässliche Prognose über die Schichtfolge und Lithologie im Detail und stellt sich somit für den Planer bzw. das Bohrunternehmen als Prognose-Risiko dar.

Mangelnde Untergrundkenntnisse und eine folglich unsichere Prognose über Schichtfolge, Aquiferteufen, Sedimentzusammensetzung, allfällige vorhandene GW-Stockwerke und deren Druckverhältnisse ergeben bei der Brunnenauslegung bzw. Dimensionierung erhöhte Unsicherheiten für den Planer.

In jedem Fall sollen, sofern verfügbar, vergleichbare Bohrungen im Umfeld als Referenz herangezogen werden.

Der Wunsch und die Vorstellung vieler Techniker, das hier komplexe heterogene Sedimentationsbecken durch ein einfaches geologisch-hydrogeologisches Modell zu definieren, stoßen aufgrund der hohen Komplexität auf Grenzen.

Wie die Ergebnisse der jüngsten Untersuchungen durch die GBA (2017) zeigen, können die Grundwässer, die dem Schlier der Ottwang-Formation entstammen, von den Grundwässern der Atzbach Formation zumeist weder hydrochemisch noch isotopenhydrologisch unterschieden werden. Auch das Druckspiegelniveau der artesischen Grundwässer lässt auf weitgehend zusammenhängende Aquifere schließen. Gleichzeitig liegen aber auch Ergebnisse vor, die in manchen Bereichen unterschiedliche GW-Stockwerke belegen. Insbesondere können lokal die seicht liegenden ungespannten Grundwässer innerhalb der Überlagerung und die gespannten Grundwässer der Atzbacher Sande sowohl hydrochemisch als auch isotopenhydrologisch unterschieden werden.

Eine Trennung in unterschiedliche Grundwasserstockwerke kann sich auch in unterschiedlichen Druckspiegelhöhen widerspiegeln. Die Einschätzung, ob tatsächlich unterschiedliche Grundwasserstockwerke vorliegen, oder ob das durchaus differenzierte Schichtpaket als ein Aquifer betrachtet werden muss, ist aufgrund der vielen Unsicherheiten weit gespannt.

Erst im Nachhinein erscheint die Sachlage oft klar, dann ist aber eine Veränderung, Verbesserung bzw. Sanierung nur mit großem Aufwand oder gar nicht mehr möglich, da der Brunnen bereits fertig gebaut ist.

Aus diesem Grund ist es umso wichtiger zunächst zu prüfen, welche Auswirkungen der gewählte Ausbau auf die hydrologischen und hydrochemischen Verhältnisse hat oder haben könnte. Sind keine lokalen Vorkenntnisse verfügbar, sollten zumindest Gamma-Log- und Widerstands-Log-Messungen durchgeführt werden.

Ziel von nach dem S.d.T. ausgeführten Brunnen ist u.a. die Unterbindung von Verbindungen zwischen hydrochemisch oder hydraulisch unterschiedlichen GW-Horizonten, insbesondere muss ein unkontrollierbarer Abfluss von artesischen Tiefengrundwässern in den ungespannten obersten GW-Horizont oder an die Geländeoberfläche unterbunden werden.

Dies bedeutet streng genommen in der Folge, dass bei jedem Brunnenbau zunächst eine Erkundungssonde errichtet werden müsste und die, falls tatsächlich eine Abströmung des artesisch gespannten Wassers in andere Horizonte nachweisbar wäre, wieder zu verpressen wäre. Eine Vorgangsweise, die nur bei wasserwirtschaftlich hoher Relevanz und Projektdimension vertretbar ist.

Ein weiteres Risiko bei der Brunnenplanung ergibt sich durch die äußerst geringe Durchlässigkeit der in der Regel schluffig-sandigen Aquifere und in der Folge auch deren geringe Ergiebigkeiten. Um diesen Nachteil auszugleichen, wurden möglichst alle vorhandenen wasserführenden Horizonte genutzt, entweder durch entsprechend lange Filterstrecken, oder bei standfestem Gebirge durch mächtige frei stehende Bohrlochbereiche. Dabei ist aber zu beachten, dass GW-Stockwerke keinesfalls verbunden werden dürfen.

Tatsächlich sind die Ergiebigkeiten auch bei neuen fachgerecht errichteten Brunnen trotz langer Filterstrecken eher sehr bescheiden und beinhalten folglich ein unkalkulierbares Ergiebigkeitsrisiko.

#### 7.1.2 Risiken bei der Abteufung der Brunnenbohrung

Selbstverständlich wird ein erfahrenes Bohrunternehmen, das auch die regionalen und lokalen Untergrundverhältnisse kennt, eine sehr spezifische gut abgesicherte Vorgangsweise wählen, die eine rasche, kosteneffiziente und dem Stand der Technik entsprechende Brunnenherstellung erlaubt.

Das Problem der Bohrlochstabilität kann durch den Einsatz adäquater Bohrverfahren und Werkzeuge entsprechend Kap. 3.4.2 weitgehend minimiert werden.

Die Bewertung der Standfestigkeit des Gebirges beim Bohrvorgang erfolgt ausschließlich durch das Bohrunternehmen bzw. den Bohrmeister vor Ort.

Im Zweifelsfall sollten jedenfalls entsprechende Stütz- und Beschwerungsmittel und Sperr-einrichtungen bereitstehen.

Bei Spülbohrungen und der Verwendung von Spülmitteln wie Bentoniten oder Polymeren (nur PAA) in Kombination mit Bentoniten ist zur Aufrechterhaltung der Stützfunktion eine Spülmittelaufbereitung vorzusehen (Rüttelsiebe und Desander).

Die bei der Bohrungsabteufung gefürchteten Kavernenausbrüche, d.h. eine Erweiterung des Bohrdurchmessers infolge von Nachbrüchen in gering konsolidierten Gebirgsabschnitten, sind ausschließlich durch entsprechende Stützmittel (z.B. Bohrspülung) zu beherrschen.

Insbesondere im gering konsolidierten sandigen Gebirge und beim Einsatz des Airliftverfahrens, ist das Risiko von Auskolkungen und der Kavernenbildung im hohen Ausmaß gegeben.

Hohe Sedimentförderung ohne Bohrvorgang (keine Rotation, kein Vorschub) bei gleichzeitig weiterer Druckluftzirkulation kann als sicheres Anzeichen für eine Kavernenbildung gewertet werden. Spätestens zu diesem Zeitpunkt ist eine Umstellung des Bohrverfahrens dringend geboten.

Der Einsatz von Spülmitteln und deren Konsistenz ist vom Bohrmeister vorzugeben. Bentonite sind als erprobte Spülmittelzusätze zur Absicherung der Bohrlochstabilität gut geeignet, haben aber den Nachteil, dass es insbesondere in ohnehin gering durchlässigen Aquiferen, bei zu hohen Bentonitanteilen in der Spülung, abgesehen von der gewünschten Ausbildung eines Filterkuchens, zu einem Eindringen der Suspension in die Formation kommt und folglich zu einer Verschließung der natürlichen Porenräume kommen kann, was in der Folge zu einer Verringerung der Brunnenzuströmung führen kann.

Dieser geringmächtige Filterkuchen kann durch eine fachgerechte intensive Brunnenentwicklung wieder entfernt werden, tiefer eingedrungene Suspensionsschlämme können auch damit nicht mehr vollständig entfernt werden.

Polymere (nur Polyacrylamide PAA) als Spülzusatz sind insbesondere bei den hier diskutierten sehr feinkörnigen Aquiferen ebenfalls gut geeignet, da diese Zusätze keine Verringerung der Durchlässigkeit erzeugen (DVGW: W116, 1985).

Es versteht sich von selbst, dass mit zunehmender Bohrteufe alle Komplikationen während der Bohrarbeiten schwieriger zu beherrschen sind und das Bohrrisiko erhöhen.

Je nach Bohrverfahren können verschiedenste Komplikationen eintreten und sollten demnach bereits bei der Brunnenplanung Beachtung finden. Die dafür vorhandenen Lösungsansätze sind in verschiedenen Kapiteln bereits ausgeführt:

- ñ artesischer Ausbruch (unkontrollierter Wasseraufstieg aus dem artesischen Aquifer) vor Einbau und Abdichtung des Sperrrohres (siehe Kap. 3.4)
- ñ artesischer Ausbruch bei vorhandenem Sperrrohr -> Reduzieren dieses Risikos durch Vorhalten und Einbau einer Absperrvorrichtung

- ñ hoher Wasserandrang wird durch ein ausreichendes Ableitungsvermögen beherrschbar (Gerinne- oder Rohrableitung vorsehen).
- ñ Verklemmung der Bohrkronen durch Versandung und Nachfall kann durch eine entsprechende Spülungsanpassung mit Spülungszusätzen bzw. durch das Zurückziehen des Gestänges minimiert werden.
- ñ kurzfristiger Zusammenbruch der Bohrung: Dieses Risiko kann durch eine Hilfsverrohrung oder eine gut angepasste Bohrspülung beherrscht werden.
- ñ mangelnde Bohrgutförderung durch Auskolkungen: Auch dabei ist entweder eine Hilfsverrohrung oder eine gut angepasste Bohrspülung mit entsprechenden Stützmitteln hilfreich.
- ñ Zirkulationsprobleme bei der Bohrspülung
- ñ Nachbrüche des Gebirges sind durch entsprechende Stützmaßnahmen beherrschbar (Hilfsverrohrung, Spülungszusätze)
- ñ Gestängebruch - ein eher seltenes Gebrechen, bedingt durch Materialermüdung -> rasches Handeln durch den Bohrmeister (Gestängeausbau).
- ñ zu lange Stehzeiten: Zu lange Stehzeiten führen zu Instabilitäten des Bohrloches und sollten in jedem Fall vermieden werden. Stehzeiten für Bohrlochgeophysik und vor dem Bohrungsausbau sollten möglichst kurz gehalten werden (Bohrloch nicht übers Wochenende ohne Stütz-Spülung stehen lassen).
- ñ Rückbau bzw. Ziehen der Hilfsverrohrung nicht mehr möglich (Verklemmung). Quellende Tonlagen führen bei langen Stehzeiten oftmals zu Problemen beim Ausbau der Hilfsverrohrung, bis hin zum Verlust der Hilfsverrohrung. Der Bohrmeister sollte das während des Bohrvorganges erkennen und entsprechend berücksichtigen.

### 7.1.3 Risiken beim Brunnenausbau

Dem Brunnenausbau, d.h. dem richtigen Einbau von Filter- und Vollrohrabschnitten, sowie der wirksamen Abdichtung der Vollrohrabschnitte kommt sowohl von den wasserwirtschaftlichen Zielsetzungen als auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen eine entscheidende Bedeutung zu.

- ñ Verhinderung unkontrollierter Wasseraustritte über Gelände und Übertritte in andere Grundwasserhorizonte
- ñ Optimierte Wassergewinnung (quantitativ und qualitativ) und langfristiger Entnahmebetrieb

Die zentrale Problematik beim Brunnenausbau besteht darin, Filter- und Vollrohrabschnitte festzulegen, ohne dass dafür zunächst ausreichende hydrologische Informationen vorliegen.

Eine Minimierung dieses Risikos kann durch **geophysikalische Bohrlochlogs** erreicht werden, da damit bereits im Zuge der Bohrabteufung, noch vor dem Ausbau (in der Spülung), zumindest bindige nicht wasserführende Schichtpakete und stärker sandige potenzielle Aquifere unterschieden werden können.

In der Folge können Filterstrecken und Vollrohrbereiche in guter Annäherung situiert werden, wenn auch über die tatsächliche Hydrodynamik zu diesem Zeitpunkt noch keine verlässlichen Aussagen getroffen werden können.

Wurden die Filterstrecken und Vollrohrbereiche richtig festgelegt, ist deren sorgfältiger Einbau teufengenau durchzuführen.

Dabei besteht das Risiko, dass die Bohrung zunächst tiefer gebohrt wurde und der Ausbaustrang, vielfach nicht sofort eingebracht wird, so dass Bohrschlamm im Bohrlochtieften sedimentiert und der Filterkies später, mangels festem Untergrund, erhöhten Setzungen ausgesetzt wird.

Der Filterkies befindet sich in der Folge oft nicht in der geplanten Position.

Aus diesem Grund sollte der Bohrungsausbau einschließlich der Verkiesung und Abdichtung ohne größere zeitliche Verzögerung ausgeführt werden.

Zu lange Stehzeiten des Bohrloches führen zwangsläufig zu einer oft erheblichen Sedimentation am Bohrlochende, die je nach Sedimentzusammensetzung keine stabile Basis bildet. Aus diesem Grund sollte der Einbau des Ausbaustranges möglichst ohne Verzögerung, mit ausreichender Unterkiesung, hängend und zentriert erfolgen.

Um den Grundwassereintritt langfristig und ausreichend zu gewährleisten, ist eine sorgfältige teufengerechte Ringraumverkiesung entscheidend.

Bei tiefen Bohrungen (>100 m) und eher bindigen Gebirge, ist die Einbringung des Filterkieses durch die Schüttung vom Bohrlochmund aus mit einem hohen Risiko behaftet, da der Kies infolge Verklebung und Verklumpung an der Bohrlochwand die gewünschte Position vielfach nur unzureichend erreicht und mit Hohlräumen durchsetzt sein kann.

Eine weitere Komplikation bei der Schüttverkiebung derart tiefer Bohrungen entsteht durch den Miteintrag von Feinteilen aus der Bohrlochwand, so dass der Filterkies, sofern er die gewünschte Position erreicht, oft stark verkittet sein kann, was durch die Brunnenentwicklung nicht mehr vollständig behoben werden kann.

Aus all diesen Gründen sollte der Einbau der Kiesschüttung mit Lanzen (Spülgestänge) und unter Spülungszirkulation erfolgen (Einzirkulieren).

Auch die häufig verwendeten Abstandhalter verhindern oft eine hohlraumfreie Verkiesung.

Auch die materialtechnische Stabilität der Filter- und Vollrohre gegenüber dem Außen- druck ist zu beachten, da bei den hier diskutierten Teufen sehr hohe Druckdifferenzen zu erwarten sind.

Wie die Erfahrungen zeigen, birgt auch die Abdichtung der Vollrohrabschnitte bzw. des Sperrrohres zahlreiche Risiken, denen mit gezieltem Vorgehen begegnet werden kann. Ziel ist es, zu verhindern, dass Abdichtungen in die Bereiche der Filterstrecken gelangen können:

- ñ ausreichende Überkiesung der Filterstrecken und Konsolidierung der Kiesschüttung im Ausmaß der erwartbaren Setzungen, bevor die Abdichtung eingebracht wird.
- ñ Einbau geeigneter Gegenfilter am Übergang Filterkies / Ringraum-Abdichtung
- ñ keine Verwendung leicht wasserlösbarer Abdichtungsmaterialien, sondern Ringraumverpressung mit zementgebundenem Dichtmaterial.

Aufgrund der weit verbreiteten und bewährten Verpress-Abdichtungstechniken bei den Erdwärmefontänen sollte auf diese Verfahren zurückgegriffen werden.

Eine sorgfältig durchgeführte Brunnenentwicklung, d.h. eine Reinigung der gesamten Bohrung insbesondere der Filterstrecken durch Entsandung garantiert erst den langfristigen Brunnenbetrieb. Der Filterkies kann erst danach seine volle Funktionsfähigkeit erfüllen (Filterfunktion, Stützfunktion, Brunnenzulauferweiterung, etc.). Eine unzureichende Brunnenentwicklung fördert die Kolmation, verringert die mögliche Ergiebigkeit und führt zu rascher Brunnenalterung.

Auch für die Ergiebigkeit und Regenerierbarkeit des Brunnens ist die Funktionsfähigkeit des Filters (Filterrohr und Filterkiesschüttung) entscheidend.

#### 7.1.4 Risiken beim Brunnen-Betrieb

Selbstverständlich sollte ein artesischer Brunnen grundsätzlich so errichtet werden, dass der freie Überlauf an einem Ventil auch vollständig verschlossen werden kann, ohne dass es deshalb zu Brunnenverwilderungen, d.h. zu einem unkontrollierten Wasseraustritt im oberflächennahen Bereichen kommen kann.

Bei bisher dauernd überlaufenden Artesern älterer Bauart (wenn die Abdichtung zur oberen Dichtschicht nicht gewährleistet ist) bewirkt lediglich ein „Zudrehen“ eines Artesers keine Verbesserung bzw. keine Verringerung der Wasserverschwendung, sondern führt zwangsläufig zu einem Druckaufbau, der folglich zu einem verstärkten weiteren unkontrollierten Abfließen bis hin zum Grundbruch und zu Brunnenverwilderungen und folglich bis zur Gefährdung der Standsicherheit von Objekten führen kann (Beispiel Brunnen [XXXX](#) *[aus Datenschutzgründen entfernt]*).

Weitere Risiken beim Brunnenbetrieb entstehen durch eine nicht angepasste Pumpenauslegung, Pumpenposition und Pumpbetrieb.

Stark variierende Wasserentnahmen verbunden mit hohen GW-Spiegelschwankungen führen zu verstärkter Brunnenverockerung und mangelnder Ergiebigkeit (Brunnenalterung).

#### 7.2 Dauernder Arteserüberlauf – Wasserverschwendung-Wasserbedarf

Jegliche Grundwasserentnahme, die über einem bedarfsgerechten Trink- und Nutzwasserverbrauch einer Anlage liegt, somit auch jeglicher ungenutzte dauernde Arteserüberlauf, stellt eine Wasserverschwendung dar und ist grundsätzlich wasserwirtschaftlich nicht vertretbar und auch w.r. nicht bewilligungsfähig (s. auch Pkt.1).

Dieses Kriterium ist fachlich und rechtlich unbestritten, es können aus Sicht der Autoren im Einzelfall bei bestehenden alten Brunnen aber u.U. andere Überlegungen dazu führen, dass man aus Sicherheits- bzw. Qualitätsgründen, im Wesentlichen z.B. bei einer Gefährdung bestehender Bauwerke oder bei Geruchsproblemen, solche dauernden Überläufe ausnahmsweise zulässt (s. Schadensfall Brunnen [XXXX](#) *[aus Datenschutzgründen entfernt]*). Hier sollte man im Einzelfall die Verhältnismäßigkeit prüfen und – wie das in der Vergangenheit in Einzelfällen auch bereits der Fall war – gegebenenfalls ein solches dauerndes Überfließen auch aus Sachverständigensicht, zumindest zeitlich begrenzt bis eine tragfähige Lösung gefunden ist, positiv beurteilen.



Um generell, z.B. für das hier wiederholt angesprochene Artesergebiet im Hausruckviertel, einen entsprechenden quantitativen Überblick über die tatsächlichen Grundwasserentnahmen (tatsächlicher Trink- und Nutzwasserbedarf + Überlaufmengen) im Verhältnis zum Grundwasserdargebot zu erhalten, wird vorgeschlagen, die Verbrauchs- und Überlaufmengen systematisch zu erheben und eine entsprechende wasserwirtschaftliche Grundwasserbilanzierung durchzuführen.

Die Erstellung einer solchen Grundwasserbilanz wurde auch im Rahmen des Arteser-Workshops am 7.12.2016 mehrfach angeregt. Da durch die bereits erfolgte Artesererhebung diese Daten weitgehend verfügbar vorliegen, kann diese zumindest grobe Wasserbilanz relativ rasch und ohne großen Aufwand erstellt werden. Erfahrungsgemäß liegen die artesischen Überlaufmengen zumeist sehr bescheiden zwischen 0,05 und 0,5 l/s. Einige wenige Arteser erreichen ausnahmsweise aber bis zu 5 l/s (Brunnen [XXXX \[aus Datenschutzgründen entfernt\]](#)), wobei auch dieser Überlauf bereits seit längerer Zeit auf 1 l/s gedrosselt wurde.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, inwieweit bei den hier diskutierten Aquiferen derzeit bereits eine Übernutzung nachweisbar ist, d.h. ein Druck bzw. Ergiebigkeitsverlust eingetreten ist. Hinweise vom Hörensagen sind dabei mangels Objektivität nicht sehr hilfreich, langjährige repräsentative Monitoring-Messreihen liegen bislang nicht vor, so dass derzeit keine tragfähigen Aussagen über Ergiebigkeitseinbußen gemacht werden können.

In der Diskussion über die Wasserverschwendung spielt hier auch der Umstand der Geruchsbelastung eine entscheidende Rolle, da Erfahrungen und Versuche zeigen, dass ein geringer Überlauf ausreicht um diese, zumeist durch Sulfide bedingten Geruchsbelastungen zu verhindern (Druckentlastung).

Es kann nicht erwartet werden, dass jede kleine Anlage mit einer entsprechenden Aufbereitungsanlage ausgestattet wird.

Selbstverständlich ist zur Optimierung der Verwendung artesischer Grundwässer die regionale Nutzung der Arteser-Überlaufmengen geboten bzw. sinnvoll. Grundlagen hierzu könnten in Artesergebieten durch zusätzliche Erhebungen im Rahmen von Trinkwasserversorgungskonzepten, so wie bereits von der OÖ LR angedacht, geschaffen werden.

### 7.3 Qualitative Probleme und Erschließungsrisiko (Wasserqualität)

#### **Erhöhte Eisen- und Mangangehalte:**

Artesische Grundwässer sind vielfach auch sauerstoffarme Tiefengrundwässer mit einer geringen Erneuerungsrate, sehr geringen Grundwasserfließgeschwindigkeiten und weisen auf Grund reduzierender Bedingungen nicht selten erhöhte Ammonium-, Eisen- und Mangan-Gehalte, gelegentlich auch Geruchsbelastungen auf (H<sub>2</sub>S, etc.).

Die artesischen Grundwässer innerhalb der Atzbach Formation (Atzbacher Sande) weisen aber im Gegensatz zu den Grundwässern in der Schlierüberlagerung (Ottnanger Schlier) vielfach einen eher niedrigen Eisen- und Mangangehalt auf. Dies dürfte auch einer der Gründe sein, warum überhaupt die großen Erschließungstiefen bis zu 300m in Kauf genommen wurden. Eine systematische Betrachtung der Eisen- und Mangangehalte in all diesen Formationen erfolgte nun in der GBA-Studie von 2017.

#### **Erhöhte Ammonium- und Nitritgehalte:**

Während hohe Eisen- und Mangangehalte als unangenehme Begleiterscheinung augenfällig in Erscheinung treten, sind erhöhte Ammoniumgehalte (NH<sub>4</sub>) nicht sichtbar und auch nicht zu schmecken. Wasser mit Ammoniumgehalten bis zu 5 mg/l (falls geogen bedingt) kann gemäß Österr. Lebensmittelbuch als Trinkwasser genutzt werden.

Problematisch wird die Situation, wenn das ammoniumreiche Tiefengrundwasser mit Luft in Kontakt kommt (z.B. in einem Zwischenspeicher) und dabei in der Oxidationskette über das Zwischenprodukt Nitrit zum stabilen Nitrat oxidiert wird.

Da dieser Prozess neben einem ausreichenden Sauerstoffangebot auch eine entsprechende Reaktionszeit erfordert, diese aber bei kleineren Anlagen nicht gegeben ist, findet sich bei zahlreichen Anlagen Nitrit in Konzentrationen, die deutlich über dem zulässigen Grenzwert der Trinkwasserverordnung von 0,1 mg/l liegen. Nitrit in höherer Konzentration ist aufgrund toxischer Komplezierungen (Nitrosamine) und damit gesundheitlicher Risiken im Trinkwasser nicht tolerierbar.

Für kommunale Anlagen stehen geeignete Aufbereitungsverfahren zur Verfügung (Nitrifikation durch biologische Oxidation). Eine Pilotanlage zur vollständigen Oxidation von Ammonium wird derzeit für den Gemeindebrunnen Wendling von der BOKU erfolgreich be-

trieben. Der Funktionsschwerpunkt dieser Anlage liegt in einem mikrobiologisch unterstützten Reaktionsprozess mit einem entsprechenden mikrobiologischen Milieu (biologische Oxidation) und anschließender UV-Desinfektion.

Auch ein Verfahren zur Entfernung von Ammonium mittels Zeolith-Ionenaustauscher wird für kleine Einzelanlagen erfolgreich eingesetzt. Dabei wird der Ausgangsstoff Ammonium gezielt entfernt, so dass das gefährliche Nitrit gar nicht entstehen kann. Für den öffentlichen Bereich und größere Anlagen ist dieses Verfahren eher nicht geeignet und laut Lebensmittelcodex B1 (§5.10) auch nicht zugelassen.

#### **Ionenaustauscheffekte:**

Ionenaustauscheffekte sind bei Tiefengrundwässern aufgrund der spezifischen reduzierenden Bedingungen nicht unüblich, wobei vor allem die Ca-Ionen durch Na-Ionen ersetzt werden. In der Analyse treten diese Grundwässer durch vergleichsweise niedrige Calciumgehalte und erhöhte Natriumgehalte hervor (z.B. Gemeinde-Brunnen Wendling).

Ein negativer Einfluss auf die Wasserqualität ist davon nicht abzuleiten.

#### **Geruchsprobleme:**

Bei artesischen Brunnen, die Tiefengrundwasser fördern, können oft mehr oder weniger intensive Geruchsbelastungen auftreten. Zumeist handelt es sich um Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S), das aus der Reduktion von Sulfat entsteht. Daneben können auch Alkaloide zu unangenehmen Geruchsbelastungen führen.

Geruchsbelastungen können evtl. durch entsprechende aktive Belüftung oder durch ein dauerndes Überfließen des Artesers behoben werden, wobei letzteres aber grundsätzlich dem Gebot des sparsamen Umganges mit Grundwasser entgegensteht und wohl nur in Ausnahmefällen und nur bei Einzelobjekten in Streulage w.r. bewilligungsfähig sein wird (Wasserverschwendung).

Die Autoren plädieren in diesem Ausnahmefall dafür, dass man jene geringste Überlaufmenge feststellt, bei der allenfalls ein solches Geruchsproblem beherrscht werden kann und dann die grundwasserwirtschaftliche Verhältnismäßigkeit und damit Bewilligungsfähigkeit einer solchen Maßnahme abwägt bzw. feststellt. Zuvor sollte aber jedenfalls eine vertretbare wasserwirtschaftliche Lösung (z.B. gemeinsame Lösung von benachbarten Brunnen) in Betracht gezogen werden.

### **Trübungsprobleme (Pumpbetrieb !):**

Trübungsprobleme können geologisch bedingt sein („Mehlsande“, siltige Schluffe und Feinsande, etc.), zumeist können sie aber auf eine nicht fachgerechte Brunnenerrichtung (s. Pkt. 3.5) bzw. auf einen problematischen Brunnenbetrieb (Pumpbetrieb) zurückgeführt werden.

Ist aufgrund von Erfahrungen und der Sedimentzusammensetzung von vornherein eine Trübungsproblematik zu erwarten, (z.B. Feinstsande in der Atzbach-Formation oder Silte aus Schlierklüften), so kommt dem Bohrungsausbau, insbesondere die fachgerechten Ringraumverkiesung, eine entscheidende Bedeutung zu (ausreichende Ringraumdicke und gut angepasste Filterkieskörnung).

Zahlreiche Trübungsprobleme resultieren aber aus der Verwendung nicht geeigneter Dichtmittel und deren unfachgerechten Einbau. Tonpellets und Quelltone, diverse Dämmmer etc. haben zwar ausgezeichnete Dichteigenschaften, können aber durch vorbeiströmendes Grundwasser erosiv gelöst werden und gelangen somit in den Förderstrom. Aufgrund der geringen Gebirgsdurchlässigkeiten kommt es bei entsprechender Pump-Förderung zum Aufbau hoher Druckunterschiede im Ringraumbereich zwischen Formation und Brunnen, so dass dort vorhandene, nicht zementgebundene Abdichtungstone mitgerissen werden und in der Folge zu den bekannten Trübungserscheinungen führen.

Trübungsprobleme bei derart feinkörnigen Sedimentzusammensetzungen können aber auch durch einen nicht angepassten Pumpbetrieb verursacht werden. Stoßartiger Pumpbetrieb, hohe Absenkraten und kurzfristig zu hohe Pumpraten bedingen bzw. verschärfen die Trübungsbelastung sehr entscheidend.

Eine Änderung des Pumpbetriebes (geringere Fördermenge, langsames An- und Abstellen der Pumpe, Änderung der Höhenlage der Pumpe) ergänzt durch eine entsprechende Brunnenregenerierung sind geeignet, eine wesentliche Verbesserung herbeizuführen.

## 7.4 Grundsätzliches zu Haftungsfragen aus der Sicht der Autoren

### **Haftung über die Brunnenfunktionsfähigkeit:**

Für einwandfreie Funktionsfähigkeit des Brunnens haftet die Brunnenbaufirma, allerdings nicht für bestimmte Ergiebigkeit, sondern nur für fachlich dem S.d.T. entsprechende,

standsichere Ausführung. Diesbezügliche Maßstäbe sind in erster Linie einschlägige Normen (ÖN B 2601, DIN 2922 ff) und allgemein anerkannte Richtlinien (z.B. ÖWAV – Regelblatt 218). Daher wird nach Ansicht der Autoren der Brunnenbauer einen neuen Brunnen zumeist vollständig (und nicht teilverrohrt) ausbauen.

#### **Haftung beim Problem Sandeintrag / Trübung:**

Aus der Sicht des Bohrunternehmens haftet der Brunnenbauer nicht für eine bestimmte Ergiebigkeit, sehr wohl aber für die technische Sandfreiheit gemäß ÖNORM. Damit tendieren Bohrunternehmen sicherheitshalber eher zu einer feineren Filterkiesfraktion, die aber erhebliche Nachteile mit sich bringt. Zum einen reduziert sich die Ergiebigkeit aufgrund des Brunneneintrittswiderstandes, zum anderen unterliegt ein feinverkiester Brunnen einer rascheren Brunnenalterung, insbesondere bei höheren Eisen- und Mangangehalten.

Der Vorteil einer gröberen Filterverkiesung verringert den Brunneneintrittswiderstand, kann aber zu Sandeintrag bzw. Trübungen führen. Eine Verringerung der Förderrate kann dieses Problem vielfach beseitigen, eine Brunnenalterung ist damit aber stark verzögert.

#### **Haftung beim Sanieren und beim Rückbau (Verpressen):**

Eine Haftung über den Erfolg einer Verpressung von artesischen Brunnen wird ein Bohrunternehmen, bei Einhaltung des S.d.T. bezogen auf den bestehenden Sachverhalt, keinesfalls übernehmen müssen, da in diesem Zusammenhang zahlreiche unbekanntere Faktoren („Baugrundrisiko“) existieren und eine tatsächliche objektive Überprüfbarkeit nicht gegeben ist. Ein Nachweis über die fachliche Kompetenz (Erfahrung, Ausrüstung, Personal) sollte aber erbracht werden. Dies sollte auch bei der Vergabe der Arbeiten berücksichtigt werden (Bestbieterprinzip).

#### **Haftung bei Schäden an Objekten:**

Eine Haftung bei Schäden an Objekten, die durch Sanierungs- oder Verschleißmaßnahmen von artesischen Brunnen entstanden sind, kann nur durch entsprechende juristische Entscheidungen bewertet werden.

Wenn ein Bohrunternehmen solche Brunnenbauarbeiten nach dem in Normen und Richtlinien festgelegten S.d.T. durchführt und allfällige Gefahrenhinweise durch den Bauherrn oder Dritte in seinen Entscheidungen über die brunnenbautechnische Durchführung berücksichtigt, wird eine Haftung des Brunnenbauers aus Sicht der Autoren nicht ableitbar sein.

Jeder solche Schadensfall wird als Einzelfall unter den jeweils gegebenen Rahmenbedingungen in erster Linie auf Basis von Gutachten gerichtlich beideter Sachverständiger juristisch zu entscheiden sein.

## 7.5 Finanzielle Belastungen der Brunnenbesitzer

Die Abschätzung der Kosten für die Verpressung von artesischen Brunnen (Rückbau) bzw. die Kosten für einen Brunnenneubau sind deshalb von Interesse, da im jeweiligen Wasserrechtsverfahren, insbesondere in Verfahren gemäß §21a WRG, eine Abwägung zwischen der Beeinträchtigung des öffentlichen Interesses und der Verhältnismäßigkeit der Maßnahmen durchgeführt werden muss.

Nachstehend sind größenordnungsmäßige Richtpreiskosten für den Rückbau und einen Neubau artesischer Brunnen zusammengestellt, die derzeit zu erwartenden mittleren Baupreisen entsprechen. In Abhängigkeit von der örtlichen Situation und der zu erwartenden Geologie ist im Einzelfall sowohl nach oben als auch nach unten eine Abweichung möglich.

### **Brunnenrückbau (bis 300m Tiefe):**

- a.) Verpressung alter teilverrohrter artesischer Einzelbrunnen (< 3“):
  - Fixkosten (An- u. Abtransport, Baustelleneinrichtung, etc.)
  - ca. € 2.500.- excl. 20% Mwst
  - tfm-Kosten: ca. ca. 30 – 35 €/ tfm
- b.) Verpressung alter teilverrohrter artesischer Brunnen ( Rückbaukampagne):
  - Fixkosten: Fixkosten (An- u. Abtransport, Baustelleneinrichtung, etc.)
  - ca. € 1.500.- je Brunnen excl. 20%MwSt.
  - (Erfahrungswert Stmk. bei 60 Brunnen im Mittel 25-30 €/tfm)
- c.) Verpressung ausgebauter Brunnen mit Brunnen-Durchmesser > 3“:
  - Fixkosten: (An- u. Abtransport, Baustelleneinrichtung, etc.)
  - ca. 4.000.- € excl.20% MwSt.
  - tfm-Kosten: ca. 40 – 50 €/ tfm

**Abschätzung der Kosten für die Neuerrichtung artesischer Brunnen  
(Bohrdurchmesser 450/311mm, Ausbau-DN 125 / 150 mm, mit Brunnenabschlusskopf, aber ohne Brunnenvorschacht, Stand 2017):**

- ñ Tiefenbereich bis zu 100 m Tiefe:  
Basiskosten (Baustellengemeinkosten, Sperrrohr, Entsandern, PV, Brunnenabschlusskopf, etc.) rd. 20.000.- bis 30.000.-€ + 200.- bis 300.- € je Teufenmeter, somit rd. 40.000.- bis 60.000.- € (excl. 20 % MWst) für 100m tiefen Brunnen;
- ñ Tiefenbereich bis zu 200 m Tiefe:  
Basiskosten (Baustellengemeinkosten, Sperrrohr, Entsandern, PV, Brunnenabschlusskopf, etc.) rd. 20.000.- bis 30.000.-€ + 200.- bis 300.- € je Teufenmeter, somit rd. 60.000.- bis 90.000.- € (excl. 20 % MWst) für 200m tiefen Brunnen;
- ñ Tiefenbereich bis zu 300 m Tiefe:  
Basiskosten (Baustellengemeinkosten, Sperrrohr, Entsandern, PV, Brunnenabschlusskopf, etc.) rd. 20.000.- bis 30.000.-€ + 200.- bis 300.- € je Teufenmeter, somit rd. 80.000.- bis 120.000.- € (excl. 20 % MWst) für 300m tiefen Brunnen;

Die finanzielle Belastung für Brunnenbesitzer ergibt sich unter Berücksichtigung der derzeit gültigen „Förderungsrichtlinien des Landes OÖ, Arteser.Zukunft.Oberösterreich“ wie folgt:

- ñ Das Verschließen bestehender Arteser wird **zu 100% vom Land OÖ (inkl. MWst.)** gefördert, wobei etwaige Fördermittel des Bundes ausgenutzt werden müssen.
- ñ Beim Neubau des Brunnens wird ein **Selbstbehalt des Brunnenbesitzers von 13.000 €** angesetzt und die Differenz zwischen den Herstellkosten lt. anerkannter Firmenrechnungen (exkl. MWst.) und Selbstbehalt werden **zu 75% vom Land OÖ** gefördert, somit gilt: Beihilfe in € = [Summe der anerkannten Firmenrechnungen (exkl. MWst.) - 13.000€] \* 0,75.  
Voraussetzung für eine Brunnen-Neubauförderung ist, dass sich die artesischen Brunnenanlage gemäß dem Trinkwasserversorgungskonzept der Gemeinde in Streulage (Einzellage) befindet.
- ñ Bundesförderung: zusätzlich € 2.700.- BMLFUW, Siedlungswasserbau, Wassererschließung, Einzelansuchen Richtlinie 2016 (Einzelbrunnenförderung)

## 8 Möglichkeiten und Grenzen von Kamerabefahrungen und geophysikalischen Bohrlochuntersuchungen

### 8.1 Einleitung

Sowohl für die Erkundung des Untergrundes bei der Neuerschließung von Grundwasser als auch zur Kontrolle von bestehenden Bohrbrunnen steht ein weites Spektrum optischer und bohrlochgeophysikalischer Verfahren zur Verfügung.

Eine detaillierte Übersicht über die bohrlochgeophysikalischen Messverfahren und Anwendungen bei der Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen und Erdwärmesonden ist im Anhang 3 ersichtlich (Baumann, K., 2008).

Houben & Tresarkis (2003) geben folgende Kurzübersicht über bohrlochphysikalische Verfahren und deren Einsatzbereich zur Planung und Beurteilung von Regenerierung, Sanierung und Rückbau von Bohrbrunnen:

Erkundung /Prüfung:

Allgemeinzustand mittels TV-Befahrung und BLM:

Zuflussverhalten im Filterbereich:

Durchlässigkeit der bohrlochnahen Zone:

Rohrzustand (Durchrostung, Restwandstärke):

Kolmation, Feinkornanteil des Filterkieses:

Dichtheit der Verbinder :

Bohrloch-Messverfahren:

TV, FLOW, CAL, GR oder SGL

FLOW, FWPACK, SAL/TEMP

FLOW, FWPACK, SAL/TEMP,

EMDS oder RGG.D

SAL/TEMP, TV

FLOW, FWPACK, SAL/TEMP

*Erläuterungen zu den Bezeichnungen der Messverfahren:*

*CAL Kaliberlog (mechanisches Abtasten der Ausbauwandung)*

*FLOW Flowmeter (Umdrehungszahl eines Messflügels im Pumpenstrom)*

*FWPACK Packerflowmeter (Fluiddurchsatz im Messquerschnitt)*

*GR Gamma-Ray (natürliche Gammastrahlung von Ausbau und Gebirge)*

*EMDS elektromagnet. Wanddicken-Log (Überprüfung der Restwandstärke – Korrosion v. Stahlrohren)*

*RGG.D Ringraumscanner (360°-Messung der relativen Dichteänderung im Ringraum)*

*SAL/TEMP Salinität/Temperatur-Messung (Fluidmessung im Bohrloch oder Brunnen)*

*SGL Modifikation des GR, Messung der natürlichen Gammastrahlung gleichzeitig in mehreren Segmenten)*

*TV Fernsehbefahrung, optische Brunnenuntersuchung*



Naturgemäß können all diese Erkundungs-Verfahren erst angewendet werden, wenn zunächst ein entsprechender Bohraufschluss bereits hergestellt wurde. Liegen aus Referenzbohrungen keine verlässlichen Informationen über die vorhandenen Aquifere vor, so können durch einige dieser Methoden wie Gammalog und Widerstandslog zumindest potentielle Aquiferbereiche noch vor dem Ausbau detektiert werden. Diese Bohrlochlogs sind bereits während der Bohrarbeiten auch in der Bohrspülung anwendbar und liefern Entscheidungsgrundlagen über die Position von Filterstrecken und Vollrohbereiche.

Eine verlässliche Erkennung und Beurteilung über die tatsächlichen hydrogeologischen und hydraulisch wirksamen Zufluss-Horizonte (effektive GW-Fließhorizonte) ist zunächst überhaupt nicht oder nur sehr unzureichend möglich. Dies bedeutet, dass man jedenfalls erst im Nachhinein feststellen kann, dass man etwas „falsch“ eingeschätzt hat.

Zahlreiche weitere Methoden dienen aber lediglich der nachträglichen Überprüfung der Brunnen.

Auch bei augenscheinlich homogen wirkenden Sedimenten bzw. Aquiferen zeigt sich immer wieder, dass oft nur sehr eng begrenzte effektiv wirksame Zustrombereiche vorhanden sind.

Da die Bestimmung dieser Horizonte nur durch einen vollständigen Aufschluss bzw. in der Folge durch einen vollständigen Filterausbau möglich ist, ergibt sich bereits bei der Erkundung jene Unsicherheit, die eigentlich verhindert werden sollte, dass nämlich verschiedene GW-Horizonte womöglich kurzgeschlossen werden und dieser Umstand erst nachträglich erkennbar wird. Die Forderung, dass durch einen Brunnen nur ein Grundwasserstockwerk erschlossen werden darf, ist theoretisch nachvollziehbar, in der Praxis aber nur begrenzt umsetzbar, da zumeist genau diese Informationen zum Zeitpunkt der Entscheidung über die Festlegung der Filterstrecken und Abdichtungsbereiche nur aus Referenzbohrungen oder Regionalstudien mit nur unzureichender Genauigkeit zur Verfügung stehen.

Umso wichtiger erscheint, dass verlässliche Daten für die Planung neuer Brunnen als Referenz verfügbar gemacht werden. Erst durch die Ausweisung und Darstellung der relevanten Grundwasserstockwerke innerhalb der Ottnang- und Atzbach-Formation wird eine verlässlichere Planung hinsichtlich der Verbreitung und Tiefenlage von Aquiferen möglich. Wie die Ergebnisse der GBA-Studie (2017) zeigen ist eine strikte Trennung der Aquifere von Ottnanger Schlier und Atzbach Formation aus hydrogeologischer Sicht nur in wenigen Bereichen erwartbar. Dieser Umstand wird sich bei der Neuerrichtung und der Sanierung

von Brunnen als sehr vereinfachend erweisen. In jedem Fall ist aber eine verlässliche Abdichtung der Tiefengrundwasser-Aquifere gegenüber den oberflächennahen Grundwässern innerhalb der Überlagerung zu beachten.

Solange in einem Brunnen Wasser aus verschiedenen Horizonten zuströmt, deren Chemismus vergleichbar ist und auch keine Druckdifferenzen manifest werden, können auch keine negativen wasserwirtschaftlichen Auswirkungen abgeleitet werden.

Eine zu enge Begrenzung des Filterausbaus würde sich aufgrund der geringen Durchlässigkeiten der Otttang- bzw. Atzbachformation mit k-Werten von  $1E-5$  bis  $1E-6$  m/s auch auf die Brunnenenergiebigkeit negativ auswirken und den gesamten Brunnenbau in Frage stellen.

Wie kann nun die Lage von Filterstrecken bzw. wie können die diversen Abdichtungserfordernisse bestimmt werden?

Soferne nicht ohnehin aus Referenzbrunnen genauere Informationen vorliegen, sind bohrlochgeophysikalische Verfahren wie Gammalog und Widerstandslog durch die Unterscheidung von tonig-schluffigen Horizonten und stärker sandig-kiesigen Horizonten geeignet, noch während der Bohrarbeiten Informationen zu liefern, die zumindest eine grobe Einschätzung potentieller Aquiferbereiche erlaubt.

In der Folge sind damit zumindest grobe Anhaltspunkte für den Einbau von Filter- und Vollrohrbereichen möglich.

Die Erkennung effektiver Zuflusshorizonte bzw. die Detektion von Zuläufen aus Kluffbereichen, wie z.B. dem klüftigen Schlier, stößt aber auf Probleme.

Deren Erkennung und Quantifizierung ist nur mittels Flowmeter-Log möglich, meist in Kombination mit Temperatur-Log und Leitfähigkeits-Log. Bei nicht standfestem Gebirge setzt diese Messung aber bereits einen Vollausbau mit Voll- und Filterrohren voraus.

## 8.2 TV-Kamerabefahrung und bildgebende Verfahren

### **Bohrloch-Kamera - Borehole Camera (CCTV)**

Für kleinkalibrige Bohrungen sind TV-Kamerabefahrungen ab einem Rohrdurchmesser von 5/4" verfügbar. Der allerdings nur vertikale Blick in die Bohrung erlaubt zumindest eine Einschätzung über die Verrohrung und deren Zustand. Auch unverrohrte Bohrungsabschnitte sind bei geringer Trübung oft klar erkennbar und beurteilbar.

Erst ab einem Rohrdurchmesser von 3" sind TV-Kameras mit Schwenkkopf einsetzbar. Diese geben genaue Informationen über den Zustand der Verrohrung, der Rohrverbindungen, den Filterzustand, der dahinter liegenden Verkiesung und, falls nicht ausgebaute Abschnitte erreicht werden, auch Informationen über das Gebirge.

TV-Kamerabefahrungen sind jedenfalls geeignet, den Zustand eines Brunnens mit vergleichsweise geringem Aufwand zu beurteilen. Leckagen, Korrosion oder schadhafte Filter- und Vollrohre können teufengenaug geortet und beurteilt werden. Auch Inkrustationen an Muffen sind erkennbar. Besonders aufschlussreich sind Kamerabefahrungen im Pumpbetrieb, da in günstigen Fällen die Herkunft und Art von Trübungen, der Feinsedimenteintrag oder konkrete Kluftwasserführung direkt beobachtet werden können.

Da durch die Kamerabefahrung in der Regel lose Ablagerungen mobilisiert werden, ist die Befahrung nur sehr langsam und vorsichtig von oben nach unten vorzunehmen.

Auch die akustischen und optischen Bohrloch-Verfahren erlauben eine Bewertung des Ausbaues oder bei nicht ausgebauten Bohrungen auch des Gebirges.

Acoustic Borehole Imager (ABI)

Optical Borehole Imager (OBI)

Vor allem bei kleinkalibrigen Artesern erlaubt die TV-Befahrung eine solide Bewertung des Bauzustandes und der vorhandene Abdichtungen, insbesondere im Übergangsbereich Sperrrohr / Gebirge, und sollte deshalb im wasserrechtlichen Wiederverleihungsverfahren bzw. im Sanierungs- oder Rückbaufall obligatorisch herangezogen werden.

### 8.3 Elektrische und elektromagnetische Verfahren

#### **Resistivity-Log: 16"-, 64"-Normal (R1664)**

Sondendurchmesser 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser ab 4" (100 mm)

Vor allem der Einsatz des Widerstands-Log im unverrohrten Bohrloch liefert zusammen mit dem Gamma-Log wichtige Hinweise auf Grundwasserstauer und Aquiferbereiche. Da

beide Verfahren auch in nicht ausgebauten Bohrungen bei vorhandener Bohrspülung angewendet werden können, sind die Ergebnisse dieser Messungen für die Ausbauplanung von entscheidender Bedeutung und sollten bei der Errichtung neuer Brunnen jedenfalls eingesetzt werden.

Anhaltspunkte über den Zustand von Sperrrohren (Korrosion) ergeben sich auch durch das elektromagnetische Wanddicken-Log (EMDS), ergänzt durch Kaliberlog (CAL) oder Ringraumscanner (RGG.D).

Weitere sehr spezifische Logging-Verfahren können in besonders heiklen Fällen und bei Bedarf zusätzliche Informationen liefern, sind aber hier kaum von Bedeutung.

- ñ Dual Focused Electric Log (DFEL)
- ñ Dual Induction Electric Log (DIEL)
- ñ Induced Polarisation Log (IPL)
- ñ Self Potential Log (SP)
- ñ Magnetic Susceptibility Log (MSUS)

## 8.4 Kernphysikalische Verfahren

### **Natural Gamma Ray - Log (NGR)**

Sondendurchmesser 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 2,5 – 3“ (62,5-75,0 mm)

Die Messung der natürlichen Gamma-Strahlung liefert vor allem Hinweise auf den Tongehalt des durchfahrenen Gebirges. Zusammen mit dem Widerstandslog (R1664) sind Aussagen über grundwasserstauende tonige Lagen und potenziell tonarme Aquiferbereiche möglich. Für die Ausbauplanung bei der Errichtung von größeren Brunnen sollten zumindest Gammalog- und Widerstandslog-Messungen herangezogen werden. Diese beiden Verfahren liefern kostengünstig gut verwendbare Informationen zum Brunnenausbau auch in der Bohrspülung.

Zusätzliche Spezialverfahren:

Neben der Messung der natürlichen Gammastrahlung sind für Detailuntersuchungen weitere kernphysikalische Loggingverfahren verfügbar. Gamma-Gamma-Log und Neutron-

Log verwenden geschlossene Strahlenquellen, die einen höheren Kosten-Aufwand bedingen. Die Ergebnisse dieser Logs liefern auch Informationen über Dichte, Tongehalt, Wassergehalt, Porosität und deren vertikale Verteilung im Brunnen (Homogenität).

- ñ Spectral Gamma Ray (SGR) - hoch auflösendes Gamma-Log
- ñ Gamma Gamma Density Log (GGD) – Dichte-Log (Hinterfüllung)
- ñ Dual Neutron Log (DNL) - Porosität, Wassergehalt,

## 8.5 Akustisch-elastische Verfahren

### **Cement Bond Log (CBL)**

Von diesen Verfahren ist im Zusammenhang mit den gegenständlichen Fragestellungen vor allem das Cement Bond Log von Bedeutung. Es ermöglicht eine Kontrolle der Existenz bzw. Güte der Abdichtung durch die Zement-Bentonit-Suspension. Durch jeweilige Dämpfung der Refraktions-Amplitude ergeben sich Messkurven, die Aussagen über das Vorhandensein der Abdichtungssuspension, deren Anbindung zur Verrohrung bzw. Formation und deren Homogenität erlauben.

Sondendurchmesser: 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 2,5“ – 3“ (62,5 – 75,0 mm)

Die in der Folge angeführten Logs werden nur bei sehr speziellen Fragestellungen eingesetzt und liefern Informationen über Porosität, Speichereigenschaften und Klüftigkeit (Auflockerungsbereiche).

- ñ Full Wave Sonic Log (FWS)
- ñ Microseismic PS-Wave Log (PSL)
- ñ Vertical Seismic Profiling (VSP)
- ñ Downhole Seismic (DHS)
- ñ Crosshole Seismic (CHS)
- ñ Crosshole Seismic Tomography (CHT)

## 8.6 Verfahren zur Bestimmung der Bohrlochgeometrie

### **Caliber-Log: 1-Arm, 3-Arm, 4-Arm (CAL1, CAL3, CAL4)**

Sondendurchmesser 36 mm,

erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 2,5 – 3“ (62,5 – 75,0 mm)

Messgenauigkeit: mittlerer Fehler (Bohrlochdurchmesser): +/- 2mm

Kalibermessungen im nicht ausgebauten Bohrloch liefern Angaben über die Bohrlochgeometrie, allfällige Kaliberausbrüche und Kavernen. In der ausgebauten Bohrung sind Kontrollen des Ausbaudurchmessers, der Rohrstöße und allfälliger Rohrdeformationen möglich. Werden Flowmetermessungen in der nicht verrohrten Bohrung durchgeführt, sind Kaliberlogs zwingend vorzusehen.

Eine Bewertung der Standfestigkeit von Bohrbrunnen aufgrund der Ergebnisse von Kaliberlogs (SCHMID, 1999) ist nur sehr begrenzt aussagekräftig, da vor allem auch bohrtechnische Einflussfaktoren zu Kalibererweiterungen beitragen.

Weitere sehr spezifische Loggingverfahren erlauben ebenfalls Aussagen über die Bohrlochgeometrie bis hin zur Erfassung von Abweichungen der Bohrung von der Vertikalen. Bei den gegenständlichen Fragestellungen kommen diese Verfahren praktisch aber kaum in Betracht.

- ñ Cavity Laser Scanner (CLS)
- ñ Cavity Sonar Scanner (CSS)
- ñ Magnetic Borehole Deviation (MDEV)
- ñ Gyroscope Borehole Deviation (GDEV)
- ñ Optical Borehole Deviation (MAXIBOR)

## 8.7 Hydraulische Bohrloch-Logs

All diese Messmethoden sind erst einsetzbar, wenn die Bohrung bereits fertig ausgebaut ist und eine Entscheidung über den Ausbau bereits gefallen ist bzw. wenn die Bohrung ausreichend standfest ist. Damit liefern sie im Wesentlichen Informationen zur Dokumentation und Kontrolle.

Für die Prognose allfällig vorhandener artesischer Horizonte sind sie nur bei von vornherein ausreichend standfestem Gebirge geeignet.

### **Fluid Conductivity (FC) – Leitfähigkeits-Log und Fluid Temperature (FT) - Temperatur-Log**

Sondendurchmesser: 25 - 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 2 - 3" (50 – 75,0 mm)

Das Leitfähigkeitslog liefert zusammen mit dem Temperatur-Log eine lückenloses Leitfähigkeits- und Temperaturprofil über die gesamte Aufschlusstiefe und erlaubt in günstigen Fällen eine Erkennung von effektiven Zuflusshorizonten. Da es bei ausreichend standfestem Gebirge auch in unverrohrten Bohrlöchern verwendet werden kann, z.B. bei der Verwendung einer Reinwasserspülung, sind insbesondere beim Zufluss artesisch gespannter Wässer Hinweise auf deren Zuflusshorizonte möglich, noch bevor die Bohrung ausgebaut wurde.

### **Sauerstoffsättigungs-Log - Dissolved Oxygen (DO) und pH-Wert-Log (PH)**

Sondendurchmesser : 25 - 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 2 - 3" (50 – 75,0 mm)

Diese hydrochemisch relevanten Parameter liefern unter günstigen Bedingungen Hinweise auf unterschiedliche GW-Horizonte, setzen aber ein ausreichend standfestes Bohrloch oder einen vollständigen Bohrungsausbau voraus.

### **Flowmeter-Log (FLOW):**

Sondendurchmesser : (25) - 36 mm,  
erforderlicher minimaler Bohrungsdurchmesser 3" (75,0 mm)

Da die Messsonden einen Mindestdurchmesser von zumeist 36 mm aufweisen, ist ein Einsatz in Bohrungen < 3" kaum praktikabel, da das Verklemmungsrisiko der Sonde nicht vertretbar wäre.

Die Flowmetermessung ist das einzige Messverfahren, das eine verlässliche teufenspezifische Erfassung der effektiven Grundwasserhorizonte ermöglicht, allerdings auch erst im

Nachhinein, nachdem eine Entscheidung über den Bohrungsausbau (Festlegung der Filter- und Vollrohrbereiche) bereits getroffen wurde. Lediglich bei ausreichend standfestem Gebirge ist eine Flowmetermessung auch vor einem Bohrungsausbau möglich, sinnvoll allerdings nur in Kombination mit einem Kaliberlog.

In der bereits ausgebauten Bohrung können Zufluss-Horizonte und deren Zuflussanteile damit relativ genau ermittelt werden. Auch die Verbindung von GW-Stockwerken, d.h. das Überströmen von Grundwasser von einem GW-Horizont in einen anderen kann damit erfasst und quantifiziert werden.

Das Messprinzip basiert auf der Messung der vertikalen Wasserbewegung mittels Messflügel (Impeller), entweder bei stationärer Messsonde (punktweise) oder bei kontinuierlicher Messung im Logging-Mode, wobei sowohl Aufwärts- als auch Abwärts-Logging möglich ist.

Das traditionelle und bewährte Impeller-Flowmeter wurde in den letzten Jahren durch neu entwickelte innovative Messsysteme erweitert.

Obwohl sich an den grundsätzlichen Aussagen der Messergebnisse nichts geändert hat, bieten die neuen Messsysteme verschiedene Vorteile wie die Messung auch bei sehr niedrigen vertikalen Fließgeschwindigkeiten oder die Messung auch bei stark verschmutztem Wasser. Auch der geringere Messaufwand bei gleichzeitig besserer Schichtauflösung erlauben preisgünstigere Messeinsätze.

Impeller Flowmeter (IPFL)

Electromagnetic Flowmeter (EMFL)

Heat Pulse Flowmeter (HPFL)

Colloidal Flow Log (CFL)

Tracer Logs (TRL)

Angemerkt wird, dass bei artesischen Brunnen Tracerverfahren zur Bestimmung von Filtergeschwindigkeit und Grundwasserströmungsrichtung praktisch keine Rolle spielen.



## **9 Stellungnahme zu spezifischen Problemfällen im Bezirk Grieskirchen: *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)***

9.1 *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

9.2 *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

9.3 *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

9.4 *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

## 10 Behandlung artesischer Brunnen in Bayern

Der in den Diskussionen öfters geäußerte Wunsch, man möge die Gepflogenheiten und den Umgang mit artesischen Brunnen bei der wasserrechtlichen Genehmigung in Bayern erheben, wurde in einer Anfrage an das Bayerische Landesamt für Umwelt Rechnung getragen. Dazu wurden zehn Fragen formuliert, die die technisch-rechtliche Behandlung artesischer Brunnen beleuchtet.

*XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt bzw. konnte bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Studie die Zustimmung der Veröffentlichung der personenbezogenen Daten nicht eingeholt werden).*

### **Antworten des Bayerischen Landesamtes für Umwelt:**

*Ihre Fragestellungen haben wir einer hausinternen Bewertung zugeführt. Zusätzlich wurden Erfahrungen aus dem fachtechnisch-wasserrechtlichen Vollzug der Wasserwirtschaftsverwaltung und der Bergaufsicht in Bayern mit aufgenommen. Die folgenden Antworten stellen daher den derzeitigen Kenntnisstand am Landesamt für Umwelt (LfU) dar; die rechtliche Sicht der Vollzugsbehörden in Bayern (Bergamt, Landratsamt, Bezirksregierung) wurde nicht direkt abgefragt.*

*Da insbesondere bei Bohrungen, die mehr als 100 m in den Untergrund eindringen oder bei bergrechtlichen Nutzungen das Bundesberggesetz (BBergG) greift und somit die Zuständigkeit im Vollzug bei den Bergbehörden (Bergämter) angesiedelt ist, empfehlen wir zusätzlich eine Nachfrage bei den Bergbehörden, z.B. beim Bergamt Südbayern an der Regierung von Oberbayern.*

### **Grundsätzliches:**

*Die gesetzlichen Regelungen (Wasserhaushaltsgesetz-WHG, Bayerisches Wassergesetz-BayWG, Bundesberggesetz-BBergG, Verwaltungsvorschriften zum Vollzug des Wasserrechts-VVWas, Trinkwasserverordnung-TrinkwV) stellen klare Rahmenbedingungen für das wasserrechtliche und wasserwirtschaftliche Handeln in Bayern. Durch direkte Benennung (z.B. § 50 WHG, § 17 TrinkwV) sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T) in den Gesetzen verankert und damit auch für Bereiche der öffentlichen Wasserversorgung Bestandteil wasserrechtlichen Handelns. Ein entscheidender Grundsatz in § 6 WHG ist die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer u.a. zum Wohl der Allgemeinheit und im Interesse einzelner Nutzungen. Dieser Grundsatz liegt jeweils dem*

*Verwaltungshandeln zu Grunde.*

*Pauschale Bewertungen von Artesern werden nicht vorgenommen. Unter Berücksichtigung des Wohls der Allgemeinheit, des Besorgnisgrades und der Verhältnismäßigkeit wird für jeden Einzelfall entschieden; ggf. kann bereits der Besorgnistatbestand für eine Entscheidung ausreichend sein. Das Wohl der Allgemeinheit steht höher als das private Einzelinteresse.*

*Jeder Antragsteller, der beabsichtigt, eine Entnahmestelle für Grundwasser in aufwändiger Dimension (große Tiefe, gespanntes Grundwasser) zu betreiben, muss sich auch über die sich aus der gesetzlichen Ausgangslage entstehenden Konsequenzen hinsichtlich Unterhalt und ggf. späteren Beseitigung des Bauwerks im Klaren sein.*

**1. Frage:**

Wie geht man bei der wasserrechtlichen Wiederverleihung (Gestattung) in Bayern mit artesischen Brunnen um, die nicht in allen Belangen dem Stand der Technik entsprechen (Sperrohr-Abdichtung, Brunnenausbau, Horizontverbindungen, etc.), wird eine Verbesserung, Sanierung oder ein Rückbau verlangt?

**Antwort:**

*Der wasserrechtlichen Behandlung des Sachverhaltes liegt in der Regel eine Zustandserfassung zum Brunnen zu Grunde, d.h. der bauliche Zustand ist bekannt und sich aus Mängeln ergebende Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und auf Rechte Dritter sind umrissen. Darauf wird im Einzelfall entschieden, ob an Entnahmebauwerken im Abgleich mit den Zielsetzungen der ausgewogenen Bewirtschaftung und Vermeidung langfristig nachteiliger Auswirkungen bauliche Defizite überhaupt hingenommen werden können. Insbesondere bei hydraulischen Kurzschlüssen, der akuten Gefahr des Kollabierens des Brunnens oder bei eindringenden Verunreinigungen von der Erdoberfläche wird ein hoher Maßstab an die Behebung von Mängeln angesetzt. Das bedeutet in Einzelfällen unter Umständen eine bauliche Sanierung des Brunnenbauwerks. Kann jedoch im wasserrechtlichen Verfahren der Antragsteller keinen nachvollziehbaren Bedarf der Nutzung nachweisen, verbleiben ausschließlich der Rückbau und die Verpressung der Bohrung. Nicht mehr genutzte Brunnen sind rückzubauen.*

**2. Frage:**

Wird ein dauernder Überlauf eines Artesers toleriert, um die beim völligen Absperrern alter Arteser möglichen Folgeschäden zu vermeiden (Vernässungen, Standsicherheitsprobleme, Qualitätsprobleme)?

**Antwort:**

*Die Aufrechterhaltung des Grundwasserdargebots als Bestandteil einer ausgewogenen Bewirtschaftung steht einem dauerhaften Überlauf und damit der Minderung des Grundwasservorkommens entgegen. Es könnte allenfalls eine vorübergehende Maßnahme sein, um zwischenzeitlich die notwendigen baulichen Sanierungen am Brunnenbauwerk durchzuführen. Von einem Brunnenbauwerk dürfen keine nachteiligen Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und auf Rechte Dritter ausgehen, so dass primär bauliche Mängel abzustellen sind.*

**3. Frage:**

Wird auch bei bestehenden alten Brunnen in jedem Fall eine Vollverrohrung eingefordert (Sperrrohr, Vollrohrbereiche, Filterrohr, Sumpfrohr und entsprechende Abdichtungen) und sind nicht ausgebaute, mit Sperrrohr und Abdichtung ausgestattete artesische Brunnen im standfesten Gebirge (Festgestein) zulässig?

**Antwort:**

*Siehe Ziffer 1.) Abdichtungen und Verrohrungen sind in einem Brunnenbauwerk so einzusetzen, dass hydraulische Kurzschlüsse und Verunreinigungen des Grundwassers vermieden werden. Damit sind Abdichtungen und Absperrungen elementare Bestandteile des Grundwasserschutzes. Im bayerischen Gebiet werden artesische Brunnen betrieben, die ohne Voll- und Filterrohr, jedoch mit Sperrrohr und Abdichtung versehen sind. Im standfesten Gebirge kann diese Ausbauvariante in Einzelfällen über Jahre betrieben werden.*

**4. Frage:**

Werden im Zuge des Wiederverleihungsverfahrens alter Arteser zum Nachweis der vorhandenen Abdichtung bzw. des Ausbaues entsprechende Nachweise bis hin zu aufwendigen bohrlochgeophysikalischen Untersuchungen verlangt?

**Antwort:**

*Nach längerer Betriebszeit und spätestens bei Neubetrachtung des Entnahmerechts ist eine Zustandserfassung zum Brunnen vorzulegen, die Auskunft gibt zum baulichen Zustand des Brunnens; darunter fällt auch ein Nachweis des Zustands der Abdichtung und der Sperrverrohrung bzw. der Strömungsdynamik im Brunnen. Diese Informationen lassen sich heutzutage einfach und zuverlässig mit bohrlochgeophysikalischen Messmethoden gewinnen, sind überhaupt nicht aufwändig und Bestandteil der Regeln der Technik.*

**5. Frage:**

Entspricht das Wiederverleihungsverfahren rechtlich einem wasserrechtlichen Neuantrag und wird dieser folglich völlig gleichgesetzt (strikte Einhaltung des Standes der Technik auf Punkt und Beistrich)?

**Antwort:**

*Aus fachlicher Sicht kann die wiederholte Gestattung umfänglich einem Neuantrag gleichgesetzt werden, da mit Hilfe der dafür vorzulegenden Nachweise die zurückliegende Bewirtschaftung bewertet wird und sich die Gelegenheit bietet, ggf. notwendige Berichtigungen oder fachtechnische wie auch rechtliche Veränderungen zu berücksichtigen. Bei begründetem Handlungsbedarf an bestehenden Anlagen sind die aktuellen Regeln der Technik anzuwenden.*

**6. Frage:**

Reicht der Umstand, dass ein alter Arteser nicht abgesperrt werden kann oder darf, um den Rückbau (dichte Verpressung) zu verlangen?

**Antwort:**

*Wenn bauliche Sanierungen keine Abhilfe schaffen können, um hydraulische Kurzschlüsse oder einen unkontrollierten Überlauf zu beseitigen oder eine wirksame Abspernung herbeizuführen, verbleibt letztlich nur der Entzug der Gestattung und der Rückbau des Brunnens.*

**7. Frage:**

Wird beim Verdacht, dass hydraulische Horizontverbindungen möglich sind, ein Rückbau verlangt, oder muss darüber erst ein Nachweis geführt werden und erst dann ein Rückbau verlangt?

**Antwort:**

*Abgesehen von einem konkreten Nachweis von Defiziten am Brunnenbauwerk reicht bereits bei Verdacht der Besorgnistatbestand aus, entweder bauliche Maßnahmen oder den Rückbau zu fordern.*

**8. Frage:**

Ist bei artesischen Brunnen und untergeordneter Bedeutung (Hausgebrauch u. landwirtschaftl. Bedarf) in jedem Fall eine Gestattung erforderlich?

**Antwort:**

*Bereits die Durchteufung mehrerer hydraulisch getrennter Stockwerke oder die Erschließung gespannten Grundwassers ist wasserrechtlich erlaubnispflichtig und nicht mehr erlaubnisfrei. Desgleichen ist für die Entnahme von Grundwasser aus tieferen Grundwasserleitern eine wasserrechtliche Erlaubnis ohne Rücksichtnahme auf den Nutzungszweck erforderlich (VWWas Ziff. 5.2ff). Bei mehreren, örtlich zusammenhängenden Grundwassernutzungen in geringen Mengen ist die Summenwirkung in Relation zum Grundwasserdargebot zu beachten, so dass sich hierbei ein wasserrechtlicher Erlaubnistatbestand ergeben könnte.*

**9. Frage:**

Ist ein artesischen Brunnen, auch wenn ein Absperren des freien Überlaufes nicht möglich oder zu riskant erscheint, aber der Überlauf dem Entnahmekonsens entspricht, genehmigungsfähig?

**Antwort:**

*Siehe Ziff. 2. Ein Bedarfsnachweis sowie ein konkreter Nutzungszweck sind zwar Grundlage für die Beurteilung einer Grundwasserentnahme, werden jedoch dem Aspekt der ausgewogenen Bewirtschaftung und der nachteilsfreien Auswirkung der Nutzung untergeordnet.*

**10. Frage:**

Müssen die behördlich geforderten Anpassungs-Maßnahmen zur Herstellung des Standes der Technik auch hinsichtlich ihrer Verhältnismäßigkeit geprüft werden?

**Antwort:**

*Im verwaltungsrechtlichen Vollzug ist es Aufgabe der fachtechnischen Sachverständigen, Nebenbestimmungen und Auflagen zu begründen und für den jeweiligen Nutzungszweck zu formulieren. Die Vollzugsbehörden in Bayern lassen die Sachverständigengutachten in ihre Entscheidung einfließen. Dabei liegt es im Ermessen der Vollzugsbehörden, die Sachlage abzuwägen und bei Entscheidungen ggf. auch den Aspekt der Verhältnismäßigkeit mit einfließen zu lassen.*

Die wesentlichen Punkte bei der Wiederbewilligung von bestehenden Artesern in Bayern können danach wie folgt zusammengefasst werden:

- I.d.R. wird von Seiten der Behörden eine Zustandserfassung bestehender Brunnen verlangt (Kamera, Geophysik obligatorisch);
- Auf Basis der daran anschließenden Beurteilung der Auswirkung evtl. gegebener Mängel auf das artesische GW-Vorkommen sowie Dritte erfolgt eine Einzelfallbeurteilung, bei der eindeutig der allgemeine GW-Schutz vor Einzelinteressen steht.
- Ein Rückbau wird insbesondere dann zwingend, wenn
  - + keine nachweisliche Nutzung mehr besteht und/oder
  - + Sanierungsmaßnahmen bei hydraulischen Kurzschlüssen (Stockwerksverbindungen), Brunnenverwilderungen, dauerndem Überlaufen nicht durchführbar sind, wobei dabei allein der Verdacht ausreicht um Sanierungs- bzw. Rückbaumaßnahmen vorzuschreiben.

## 11 Verwendete Unterlagen

- 1) *Faupl., P. & Roetzel R. (1987):* Gezeitenbeeinflusste Ablagerungen der Innviertler Gruppe (Ottningium) in der oberösterreichischen Molassezone. – Jahrbuch der Geol. B.-A., 130, S. 415-447, Wien.
- 2) *Goldbrunner, J. E. (1987):* Endbericht „Hydrogeologische Untersuchungen artesischer Wässer im oberösterreichischen Alpenvorland. Teil V. HÖ17. – Forschungsgesellschaft Joanneum, Graz.
- 3) *Schmid, Ch. & Schön, J. (1993):* Ermittlung hydrologischer Kenndaten an artesischen Hausbrunnen mittels Geophysikalischer Bohrlochmessung (Endbericht). – Joanneum Research, Leoben.
- 4) *Schubert, A. (1996):* Tiefengrundwasseruntersuchungen im Molassebecken westlich von Linz. – Diss. Techn. Univ. Berlin.
- 5) *Schmid, Ch., Burgschwaiger, E., Schreilechner, M. & Rieger, R. (2001):* Visualisierung der Atzbacher Sande in der oberösterreichischen Molassezone - Phase 1. – Joanneum Research, Leoben.
- 6) *Heiß, G., Jung, M., Metz, A., Spendlingwimmer, R. (2003):* Wasserwirtschaftliche Vorrangflächen gegenüber Sandabbau (WWVF Sande).- Endbericht ARC Seibersdorf research GmbH, 95 S., Abb., Beilagen, Seibersdorf 2003.
- 7) *Gruber, W., Lichtenegger, F., Rieger, R., Schmid, Ch., Schön, J. & Schreilechner, M. (2004):* Visualisierung der Atzbacher Sande in der Oberösterreichischen Molassezone - Projektphase 2. – Joanneum Research, Leoben.von Linz. – Diss. Techn. Univ. Berlin.
- 8) *Jung, M. & Heiß, G., Spendlingwimmer, R. (2005):* Tertiäre Sande der Molasse OÖ - Die Grundwasservorkommen innerhalb der tertiären Sande der oberösterreichischen Molasse.- Endbericht ARC seibersdorf research, Seibersdorf 2005.
- 9) *Plank, O., Hacker, P., Jung, M. (2006):* Geophysikalische, isopenhydrologische und hydrochemische Untersuchungen von artesischen Brunnen und Quellen im Raum Schachet, Haag und Rottenbach.- Bericht seibersdorf research; erweiterte Fassung; (1.44.00193.0.0), Seibersdorf, Sept. 2006.



- 10) *Jung, M. & Heiß, G. (2010): Schongebiet Atzbacher Sande, Technischer Bericht. – Austrian Institute of Technology – AIT und Amt der OÖ. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung Grund- und Trinkwasserwirtschaft, Linz.*
- 11) *Hitzenberger, M. (2001): Artesererhebung in den Gemeinden Taufkirchen/T., Rottenbach, Weibern, Hofkirchen und Haag/H. mit St. Thomas. (Endbericht) – Geocentricom, Thomasroith.*
- 12) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 13) *Geologische Bundesanstalt (2011): Geologische Karte von Oberösterreich 1 : 200 000 samt Erläuterungen, GBA Wien, 2011.*
- 14) *Burgschwaiger, E., Schmid, Ch., Schön, J. (1999): Lithofazielle Kennwerte von Aquiferen (Artesern) in Oberösterreich nach Ergebnissen geophysikalischer Bohrlochmessungen.- Mitt. Österr. Geol. Ges., 90 (1997), S. 165-173, Wien Dezember 1999.*
- 15) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 16) *Gruber, B. (1996): Kurze Bemerkungen zum geologischen Aufbau des Gemeindegebietes Gaspoltshofen.- OÖ Geonachrichten, Jg. 11-1996, S. 15-17, OÖ Landesmuseum, Abt. Geowissenschaften Linz 1996.*
- 17) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 18) *ÖWAV-Regelblatt 218 (2015): Brunnen in gespannten Grundwässern – Neuerrichtung, Sanierung und Rückbau.- 48S., Wien 2015*
- 19) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 20) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 21) *Geologische Bundesanstalt (2016): Projekt zum regionalen geologischen Aufbau in ausgewählten Bereichen der OÖ Molassezone; Ausweisung von regionalen hydrogeologisch differenzierten Grundwasserstockwerken.- Vorläufige Ergebnisse - Fachexperten-Workshop, Linz 7.12.2016*
- 22) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 23) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 24) *Gerhard Schubert (2015): Hydrogeologie der trinkbaren Tiefengrundwässer in Österreich.-*

Abh.Geol.B.-A., Band 64 ; ISSN 0378–0864, ISBN 978-3-85316-085-5), S. 11–69, 24 Abb., 25 Tab.; Wien, Dezember 2015.

- 25) *GEKO Umwelttechnik GmbH (2002):* Hausbrunnen Haag am Hausruck – Bohrlochgeophysik und Videoinspektion.- Videokassette v. 1.10.2002 erstellt im Auftrag der OÖ Landesregierung Abt. Wasserwirtschaft.
- 26) *Rudolf Philippitsch (2015):* Die wasserwirtschaftliche Bedeutung der trinkbaren Tiefengrundwässer in Österreich.- Abh. Geol. B.-A., Band 64, ISSN 0378–0864 ; ISBN 978-3-85316-085-5., S. 7–10, 1 Abb., Wien, Dezember 2015
- 27) *Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2011):* Arteser Aktionsprogramm – Schutz der Tiefengrundwässer (11 Seiten)
- 28) *Ferstl, M. (2014):* 5 Jahre Arteser Aktionsprogramm, Bericht der Steiermärkischen Landesregierung, Wasserwirtschaftl. Planung; Bd. 85; Graz 2014
- 29) *Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2011):* Strategiepapier „Die Nutzung von Tiefengrundwasser aus der Sicht der wasserwirtschaftlichen Planung.- Amt Stmk.LR; FA 19A; Graz 2011.
- 30) *ÖNORM B2601:* Wassererschließung- Brunnen, Wien 15.12.2015
- 31) *Wachtveitl, K., Brunn, B. (2011):* Wasserbautechnisches und grundwasserwirtschaftliches Grundsatzgutachten zu teilverrohrten artesischen Brunnen.- Amt OÖ Landesregierung, Abt. Grund- und Trinkwasserwirtschaft, Linz, 25.7.2011.
- 32) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 33) *Amt der OÖ Landesregierung:* Pilotprojekt Arteserschutzprogramm OÖ – Verbesserung der artesischen Druckverhältnisse im Raum Haag a.H.; Rottenbach, Hofkirchen a.d. Tr., Taufkirchen a.d.Tr., Laufzeit 2002 – 2004.
- 34) *Berufsgruppe der Brunnenmeister und Tiefbohrunternehmen Österreichs:* Vorschlag über den Rückbau von artesischen Kleinbrunnenanlagen mit einem max. Ausbaudurchmesser von 2,5“, 24.10.2012.
- 35) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*

- 36) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 37) *VOHRZYKA, K. (1973): Hydrogeologie von Oberösterreich.- Amt OÖ.Landesregierung; Abt. Wasser- u. Energierecht; 80 S., 11 Abb., Anhang, Linz 1973.*
- 38) *BMLFUW (2014): Entwicklung eines Trinkwasser-Aufbereitungssystems zur Entfernung von Ammonium aus Tiefengrundwässern bei (sehr) kleinen Versorgungsgrößen.- Projektbericht BOKU-SIG, Deptm. Wasser-Atmosphäre-Umwelt, 44S., 45 Abb., Wien Juli 2014.*
- 39) *ÖWAV-Regelblatt 211 (2000): Nutzung artesischer und gespannter Grundwässer, Wien 2000*

- 40) *Fricke, S., Schön, J. (1999):* Praktische Bohrlochgeophysik, ENKE im Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1999
- 41) *XXXX (aus Datenschutzgründen entfernt)*
- 42) *SCHMID, Ch. (2012):* Voraussetzungen für die Erarbeitung von Sanierungskonzepten.- Infoveranstaltung am 8.11.2012 in Frankenmarkt (austrianwater). [http://www.austrianwater.at/fileadmin/templates/redakteur/veranstaltungen/121108\\_infoveranstaltung/121108\\_sanierungskonzepte\\_ii\\_referat\\_schmid.pdf](http://www.austrianwater.at/fileadmin/templates/redakteur/veranstaltungen/121108_infoveranstaltung/121108_sanierungskonzepte_ii_referat_schmid.pdf)
- 43) *BAUMANN, Karsten (2008):* Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen und Erdwärmesonden mittels innovativer Bohrlochmessungen.- Brandenburg.geowiss.Beitr., 15 (2008), 1/2, S. 81-98, 11 Abb., 2 Tab., 19 Lit ., Kleinmachnow, Cottbus 2008.
- 44) *HOUBEN, G. & C. TRESKATIS (2003):* Regenerierung und Sanierung von Brunnen. - Oldenbourg Industrieverlag, München, 2003.

.....  
FHCE-Ingenieurbüro Dr. Flögl  
Ziviltechniker GmbH

## Anhang

### **Anhang 1**

Leistungsverzeichnis zur Herstellung von Bohrbrunnen  
in artesisch gespannten tertiären Aquiferen

### **Anhang 2**

Auszug ÖWAV-Regelblatt 218 betreffend „Arbeitsschritte  
beim Rückbau artesischer Brunnenanlagen“

### **Anhang 3**

Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen  
und Erdwärmesonden mittels innovativer Bohrlochmessverfahren

## **Anhang 1**

### Leistungsverzeichnis zur Herstellung von Bohrbrunnen in artesisch gespannten tertiären Aquiferen

## ANHANG 1:

### Leistungsverzeichnis zur Herstellung von Bohrbrunnen in artesisch gespannten tertiären Aquiferen

(z.B. Ottwang Formation u. Atzbacher Sande)

Anmerkung: Vorbemerkungen und Angaben zur technischen Ausführung sind hier kurz gehalten, bezüglich einer ausführlichen Beschreibung dazu wird auf Pkt. 3.4.4 verwiesen.

#### 1. Vorbemerkungen:

Der Bohrbrunnen sollte als Rotationsspülbohrung mit einem Bohrdurchmesser entsprechend nachstehender Tabelle abgeteuft werden. In dieser Tabelle sind die wesentlichen Bohrungs-Richtwerte angegeben.

Tabelle für Bohr- und Ausbaurichtwerte

Richtwerte für den Bohrdurchmesser bei einem Ausbaurichtwert von DN 125 bzw. DN 150 mm						
Bohrtiefe	0,00 bis 100,0 m		100,0 bis 200,0 m		200,0 bis 300,0 m	
Bohrdurchmesser in mm	311,2	381	311,2	381	381	444,5
Sperrrohrdurchmesser in mm *3	273 x 6,3	323,9 x 6,3	273 x 6,3	323,9 x 6,3	323,9 x 6,3	355,6 x 8,0
Bohrenddurchmesser in mm	244,5	279,4	244,5	279,4	279,4	311,2
Ausbaurichtwert in mm *4	125	150	125	150	125	150
Ringraum in mm mindest Dicke *1	52,25	50	52,25	50	50	71,6
Abstandhalter Vollrohr in m	25	25	30	30	40	40
Abstandhalter Filterrohr in m *2	10	10	10	10	10	10
*1	Minstdurchmesser = größter Aussendurchmesser des einzubauenden Rohrstranges + 10 cm; entspricht einer Ringraumdicke ≥ 5,0 cm lt. ÖNORM B 2601, Pkt. 5.3.3.					
*2	Filter- und Vollrohre ABDI					
*3	Aussendurchmesser x Wandstärke					
*4	<b>Statische Prüfung der Aussendruckfestigkeit ab 150,0 m bei Ausbau mit PVC Rohren und Sperrrohren</b>					

Zur Stabilisierung der Bohrung ist eine reine Bentonitbohrspülung vorzusehen. Für die Durchführung der Bohrarbeiten ist eine Spülsauberungsanlage mittels Rüttelsieben, Desander und Spülwannen für eine saubere und sandfreie Bohrspülung zu verwenden.

Bei der Errichtung eines Brunnens im gespannten oder artesisch gespannten Grundwasser sind während der Bohr- und Ausbuarbeiten Beschwerungsmaterial (z.B. Kreidemehl, Schwerspat) bzw. Absperrvorrichtungen bereit zu halten.

Der An- und Abtransport der gesamten Baustelleneinrichtung samt Spülwannen mit Rüttelsieben und Desander für die Spülsauberung inkl. der Wasser- und Stromversorgung sind einzurechnen.

## 2. Technische Ausführung der Bohrung:

Bis .... m Tiefe ist ein Sperrrohr mit Zementierung des Ringraumes vorzusehen. Das Abteufen der Bohrung erfolgt im direkten oder im indirekten Spülverfahren mit Rollenmeißel und Stabilisatoren, die den Formationen angepasst sind. Der Spülungsverbrauch bei den Bohrarbeiten ist mit dem Bohrlochvolumen + 30% Mehrverbrauch und 2-maligen Spülungswechsel samt Entsorgung zu kalkulieren.

Hinweis: Bei Bohrungen sind bis zu 3% Abweichung von der Vertikalen üblich.

Eventuelle Mehraufwendungen der Bohrspülung werden gesondert in Rechnung gestellt.

## 3. Ausbau der Bohrung:

Der Ausbau der Bohrung erfolgt mit PVC-U Voll- und Filterrohren DN 150 bzw. 125 mm mit ABDI Doppel O-Ringdichtungen, Trapezgewinde ähnlich DIN 4925 und einer Wandstärke von 9,5 bzw. 8 mm. Die Auslegung der Schlitzweite der Filterrohre erfolgt nach technischer Abklärung mit der Bauaufsicht.

Der Filterkies ist den geologischen Verhältnissen und nach technischer Abklärung mit der Bauaufsicht anzupassen. Der Einbau der Kiesschüttung hat durch Einzirkulieren mittels Spülgestänge zu erfolgen. Die Bohrlochabdichtung ist mit einer Zement-Bentonitsuspension im Kontraktorverfahren von unten nach oben in Abschnitten durchzuführen, um einer Verformung der Vollwandrohre durch zu hohe Außendrucke entgegen zu wirken.

Die Entsandung hat mit einer Entsandungspumpe (Mammutpumpe) mit montierten Dichtmanschetten, je nach Grundwasserstand dem Filterrohr angepasst, zu erfolgen. Der Manschettenabstand ist so klein wie möglich zu halten (z.B. 1-1,5 m). Alle Entsandungsarbeiten und die Sandmengen der jeweiligen Filterrohreabschnitte sind zu dokumentieren.



#### 4. Brunnenentwicklung und Pumpversuch:

Klarpumpen der Bohrung (Entsandung) bzw. Entfernung der Spülung, sowie Durchführung eines Pumpversuches bzw. Brunnentests mit einer max. Fördermenge von ..... l/sec (unter Beachtung der zulässigen Absenkung).

#### 5. Allgemeines:

Bei der Ausführung sind alle einschlägigen Normen und Richtlinien in der jeweils letztgültigen Fassung einzuhalten.

#### Schutz des Grundwassers und Trinkwasserverträglichkeit:

Bei Arbeiten zur Erschließung von Grundwasser ist der Einsatz von hygienisch entsprechenden und trinkwassergeeigneten Materialien und Geräten vorzusehen. Auf Verlangen des AG ist vom AN die Trinkwasserverträglichkeit der eingesetzten Materialien nachzuweisen. Die Nachweise sind von einer autorisierten Untersuchungsanstalt durchzuführen. Die Kosten der Nachweise trägt bei positivem Ergebnis der AG, bei negativem Ergebnis der AN, wobei alle daraus folgenden Kosten ebenfalls zu Lasten des AN gehen. Es sind weitestgehend biologisch abbaubare Schmiermittel und Hydrauliköle zu verwenden. Alle eingesetzten Geräte sind in Hinblick auf die Öldichtheit besonders sorgfältig zu warten. Zusätzlich sind auf der Baustelle Ölbindemittel jederzeit verfügbar zu halten, das Bereithalten von Ölbindemitteln über die gesamte Bauzeit ist einzurechnen.

#### Tagesberichte und Bodenprofile:

Der AN hat auf der Baustelle ein Bautagebuch zu führen, in dem täglich Witterung, Fortschritt der Arbeit, Arbeiterstand und sonstige Vorkommnisse festzuhalten sind. Das Bautagebuch ist auf der Baustelle aufzubewahren und der Bauaufsicht auf Verlangen zur Prüfung und Gegenzeichnung vorzulegen. Sobald Wasser angetroffen wird, ist der Wasserstand sofort und dann täglich vor Beginn der Arbeitszeit zu messen und mit Zeitangabe zu dokumentieren (bei Artesern oft nicht möglich).

Den Normen entsprechend sind Bodenprofile aufzunehmen. Außergewöhnliche Vorkommnisse wie gespanntes Grundwasser, auffallende Färbung oder auffallender Geruch des Wassers, Bodenauftrieb, Hohlräume, Gase, Spülungsverluste und dergleichen sind genau zu beachten, aufzuzeichnen

und dem Auftraggeber sofort mitzuteilen. Bei Auftreten von Schwimmsand, Torf und Schöpfungsboden und bei Erreichen von gewachsenem Fels ist der AG zu verständigen.

Ausmaß und Vergütung:

Bei Ausschreibung nach Tiefenstufen erfolgt die Abrechnung schichtenweise.

Aufsichtspersonal des Auftragnehmers:

Der AN hat dem AG vor Baubeginn seinen verantwortlichen Bohrmeister zu nennen. Dieser darf nur mit ausdrücklicher Zustimmung des AG von der Baustelle abgezogen werden. Die Qualifikation dieses Bohrmeisters ist nachzuweisen.

Ausbildung:

entweder Bohrmeister (früher: Bohrgeräteführerkurs) oder  
5-jährige Tätigkeit als Brunnen- und Grundbaufacharbeiter.

6. Leistungsverzeichnis:

**Sonderbaustellengemeinkosten f. Brunnenbauarbeiten**

**Sonderbaustelleneinrichtung**

Diese Position gilt für Bohrbrunnen und Schachtbrunnen. Antransportieren, Aufstellen und Einrichten aller Baustelleneinrichtungen für Spezialgeräte und dergleichen, die zur sach- und fristgerechten Erbringung der Leistung erforderlich sind.

1,00	PA	Sonderbaustelleneinrichtung Brunnen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

**Sonderbaustelle wiedereinrichten**

nach einer vom AG angeordneten Bauunterbrechung mit verlangtem Abtransport der bei der Sonderbaustelleneinrichtung für Brunnenarbeiten antransportierten Maschinen und Geräte.

0,00	ST	Sonderbaust. wiedereinr. Brunnen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

**Zeitgebundene Kosten**

Zu den zeitgebundenen Kosten gehören die Gerätekosten und die zeitgebundene Baustellenregie für Brunnenbauarbeiten.

1,00	PA	Zeitgebundene Kosten für Brunnen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

**Stillliegezeit**

Die Stillliegezeit beinhaltet Gerätekosten und die zeitgebundene Baustellenregie.

0,00	d	Stillliegezeit für Brunnen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Sonderbaustelleneinrichtung räumen (Umstellen d.B.)

Abtragen, Aufladen und Abtransportieren der nach Pos. "Sonderbaustelleneinrichtung für Brunnenarbeiten" erforderlichen Einrichtungen, Geräte und dergleichen. Entfernen allfälliger Baulichkeiten der Baustelleneinrichtung. Die zur Verfügung gestellten Flächen sind in ordnungsgemäßem Zustand zu übergeben.

1,00	ST	Räumen Brunnen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Rotationsbohrungen

Rotations-Spülbohrung

Niederbringen einer unverrohrten Bohrung in den angegebenen Bodenklassen, mit Dickspülung. Der Spülungskreislauf ist über einen Absetzbehälter zu führen, eine Spülgrube ist nicht zulässig. Als Bodenklassen 6 und 7 gelten auch Bohrhindernisse wie Findlinge, Holzeinschlüsse und Blockwerk. Der angegebene Durchmesser gilt für den Enddurchmesser.

Der Abtransport des überschüssigen Bohr- und Spülgutes auf eine Deponie des AN und das Beistellen eines Absetzbehälters für den Spülkreislauf sind einzurechnen.

Das Anlegen von Fächerkisten mit Musterproben ist einzurechnen. Die Entnahme der Musterproben hat zumindest einmal je Bodenart (je Schichtwechsel) bzw. zumindest einmal pro Meter Bohrung zu erfolgen.

Unterschieden wird nach Tiefenstufen in den Bodenklassen 2 bis 5. Für die Bodenklassen 6 und 7 ist eine Aufpreisposition vorgesehen.

0,00	m	Rotationsspülbohr.Bokl.2-5 0-.....m DN ..... mm Spülmittelzusatz (Stüwamix od. gleichwertiges Prod.)	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Aufpreis Bodenklasse 6+7 in der Überlagerungsschicht

Als Bodenklasse 6 und 7 gelten auch Bohrhindernisse wie Findlinge, Holzeinschlüsse und Blockwerke. Der angegebene Durchmesser gilt für den Enddurchmesser. Das Hindernis ist durch Meißelarbeit oder Gleichwertiges zu entfernen. Sprengungen sind ausdrücklich untersagt.

Die Vergütung erfolgt als Aufpreis zu der Pos. "Rotations-Spülbohrung" nach Laufmeter.

0,00 m	Aufp.Rotationsspülbohr.Bokl.6+7 0-.....m DN .... mm Spülungszusatz (Bentonit)
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

### Standrohr

Beistellen und Einbauen eines Standrohres. Das Einzementieren des Standrohres ist einzurechnen.

DN mind. .... mm

Werkstoff: Stahl schwarz

0,00 m	Standrohr 0-.....m
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

Standrohrabdichtung herstellen,

inklusive Lieferung des Dichtungsmaterials.

Die Vergütung erfolgt nach lfm Sperrschichte.

0,00 m <sup>3</sup>	Sperrrohrabdichtung mit plast.Beton DN ..... mm Fabrikat: Stüwapress oder gleichwertiges Produkte
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

0,00 m	Rotationsspülbohr.Bokl.2-5 .....-50m DN .... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

50,00 m	Rotationsspühlb.Bokl.2-5 g.50-100m DN ..... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00
50,00 m	Rotationsspühlb.Bokl.2-5 g.100-150m DN..... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00
50,00 m	Rotationsspühlb.Bokl.2-5 g.150-200m DN ..... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00
50,00 m	Rotationsspühlb.Bokl.2-5 g. 200-250m DN ..... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00
50,00 m	Rotationsspühlb.Bokl.2-5 g.250-300m DN ..... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

**Aufpreis Bodenklasse 6+7 im erschlossenen Aquiferbereich**

0,00 m	Aufp.Rotationsspühlbohr.Bokl.6+7 bis -300m DN 311 mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

**Aufpreis Suspensions-Mehrverbrauch**

0,00 m <sup>3</sup>	Spülungssuspension Mehrverbrauch Für die Bohrung ist eine Spülmenge von 150 l/tfm berechnet. Bei größeren Spülungsverlusten wird dieser nach Kubikmeter abgerechnet, z.B. ....m <sup>3</sup> .
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

**Spülbrecher**

0,00 kg	Liefen und Einbringen eines Spülbrechers mit dem der elektrostatischer Spannungszustand zwischen den Betonitplättchen aufgehoben und somit die gelbildende Kartenhausstruktur des Bentonites zerstört wird.
---------	---

Fabrikat: Stüwa-Clean oder gleichwertiges Produkt (m3)

L: 0,00

M: 0,00

EPR: 0,00

### Aufpreis Beschwerungsmittel

0,00 kg Liefern und Verwendung Beschwerungsmitteln

Material: Kreidemehl, Schwerspat oder Gleichwertiges

L: 0,00

M: 0,00

EPR: 0,00

### Proben und Analysen

Entnahme von gestörten Bodenproben im Zuge der Durchführung von Brunnenbohrungen. Gestörte Proben können bei Rotationskernbohrungen, Greiferbohrungen und Trockendrehbohrungen entnommen werden.

Bei Hammer- oder Spülbohrungen sind entsprechend geeignete Entnahmegereäte (zB Kernrohre) zu verwenden.

Die Proben sind in vom AN beizustellende Gefäße, Behälter, Flaschen oder sonst geeignetes Verpackungsmaterial einzufüllen.

Jede Bodenprobe ist sofort nach dem Einfüllen deutlich und wetterfest durch einen eingelegten Zettel und außerdem durch eine Beschriftung außen am Behälter zu kennzeichnen.

Die Kennzeichnung muss enthalten:

- Bohrlos oder Baustelle
- Bohrlochnummer
- Nummer der Probe
- Entnahmetiefe
- Tag der Entnahme
- Name der Bohrfirma.

Die Bodenproben sind vom AN gesichert zu verwahren und an den AG zu übergeben bzw. zur angegebenen Stelle zu transportieren.

Die Einheitspreise für die Probenentnahme gelten für alle Tiefenstufen.

0,00 Stk Gestörte Bodenproben (z.B. bei jedem Gesteinswechsel) bei der Bohrung:.....

Übergabeort: .....

Probemenge: ...

L: 0,00

M: 0,00

EPR: 0,00

### Wasserproben

Entnahme von Wasserproben und Abfüllen in geeignete Gefäße, sowie Versand an die Untersuchungsanstalt.

0,00	ST	Wasserproben Probenmenge: 2 L Versandort: ....	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Wasseruntersuchungen

Wasseruntersuchungen durchführen mit vom AG anzugebenden Parametern.

0,00	ST	Wasseruntersuchungen Parameter: chemisch und bakteriologisch	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Siebanalysen

Siebanalysen zur Bestimmung der Korngröße des Filtermaterials durchführen.

0,00	ST	Siebanalysen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Filterrohre

mit Schlitzbrücken oder Schlitzlochung, aus angegebenem Material (Stahl feuerverzinkt, Edelstahl, Stahl kunststoffbeschichtet, Kunststoff, Sondermaterial) liefern und einbauen.

Zentrierungen werden gesondert vergütet.

0,00	m	Filterrohre DN ..... mm Mindest-Filterfläche(%) o. .... % Schlitzweite: .... mm Wanddicke mind.: ..... mm Werkstoff: PVC-U Rohrverbindungen: ABDI Doppel O-Ringdichtung	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00



0,00 m Filterrohre DN ..... mm (Variante)  
Mindest-Filterfläche(%) o. .... %  
Schlitzweite: .... mm  
Wanddicke mind.: ..... mm  
Werkstoff: PVC-U  
Rohrverbindungen: **ohne** ABDI Doppel O-Ringdichtung  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### **Vollwandrohre**

aus angegebenem Material (Stahl  
feuerverzinkt, Edelstahl, Stahl  
kunststoffbeschichtet, Kunststoff,  
Sondermaterial) liefern und einbauen.  
Zentrierungen werden gesondert vergütet.

0,00 m Vollwandrohre DN ..... mm  
Werkstoff: PVC-U  
Wanddicke mind.: ..... mm  
Rohrverbindungen: ABDI Doppel O-Ringdichtung  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

0,00 m Vollwandrohre DN ..... mm (Variante)  
Werkstoff: PVC-U  
Wanddicke mind.: ..... mm  
Rohrverbindungen: ohne ABDI Doppel O-Ringdichtung  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### **Sumpfrohre**

aus angegebenem Material (Stahl  
feuerverzinkt, Edelstahl, Stahl  
kunststoffbeschichtet, Kunststoff,  
Sondermaterial), mit Bodenabschluss liefern  
und zentriert einbauen.  
Zentrierungen werden gesondert vergütet.

0,00 m Sumpfrohre DN ..... mm  
Werkstoff: PVC-U  
Wanddicke mind.: ..... mm  
Rohrverbindungen: ABDI Doppel O-Ringdichtung  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### Zentrierungen

aus angegebenem Material (Stahl feuerverzinkt, Edelstahl, Kunststoff, Sondermaterial), im angegebenen Abstand, bzw. im Einvernehmen mit dem Auftraggeber liefern und einbauen.

0,00 ST Zentrierungen DN ..... mm  
Werkstoff: Stahl schwarz  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

0,00 ST Zentrierungen DN .....-..... mm  
Werkstoff: PVC-U  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### Filtersand und Filterkies

Filtermaterial

Filtermaterial liefern und einbauen.  
Die Auswahl der Filterkörnungen hat auf Grundlage der Bohrergergebnisse (Siebanalysen) im Einvernehmen mit dem AG zu erfolgen. Das angelieferte Filtermaterial ist vor Verunreinigung geschützt zu lagern. Der Einbau muss fachgerecht unter

gleichzeitigem Ziehen allfälliger Hilfsverrohrungen erfolgen.  
Der Einfüllvorgang muss mit Lanzen (Einfüllgestänge) unter Spülungszirkulation erfolgen, es darf keine zeitliche Unterbrechung erfahren und ist im Tag- und Nacht- sowie in eventueller Wochenendarbeit einzubringen.

Die Vergütung erfolgt nach theoretisch gerechneter Kubatur.

0,00 m<sup>3</sup> Filtermaterial inkl. Gegenfilter mit 90% Quarzgehalt  
Körnung: ..... mm bzw. .... mm  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### Filtermaterial - Filterkiesschüttung bei Bohrungen bis 100m

Filtermaterial liefern und einbauen.  
Die Auswahl der Filterkörnungen hat auf Grundlage der Bohrergebnisse (Siebanalysen) im Einvernehmen mit dem AG zu erfolgen. Das angelieferte Filtermaterial ist vor Verunreinigung geschützt zu lagern. Der Einbau muss fachgerecht unter gleichzeitigem Ziehen allfälliger Hilfsverrohrungen erfolgen.  
Die Vergütung erfolgt nach theoretisch gerechneter Kubatur.

0,00 m <sup>3</sup>	Filtermaterial inkl. Gegenfilter mit 90% Quarzgehalt Körnung: ..... mm bzw. .... mm
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

### Filtermaterial desinfizieren,

mit einem dazu geeignetem Desinfektionsmittel, zB Natriumhypochlorit. Das Beistellen des Desinfektionsmittels ist einzurechnen.  
Die Vergütung erfolgt nach theoretisch gerechneter Kubatur des Filtermaterials.

Desinfektionsmittel: Natriumhypochloritlauge

0,00 m <sup>3</sup>	Filtermaterial desinfizieren
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

### Abdichtungen

Vollrohrabdichtung herstellen, inklusive Lieferung des Dichtungsmaterials.

Die Vergütung erfolgt nach lfm Abdichtung.

0,00 m <sup>3</sup>	Vollrohrabdichtung mit plast.Beton DN ...../311 mm Fabrikat: Stüwapress oder gleichwertiges Produkt
	L: 0,00
	M: 0,00
	EPR: 0,00

### **Brunnenabschlusskopfdeckel**

Abschlussdeckel liefern und versetzen

Ausführung lt. beiliegendem  
Plan/Muster/oder technischer Beschreibung.

1,00	ST	Brunnenabschlusskopf DN 350 mm
		Werkstoff: Edelstahl 1.4301
		L: 0,00
		M: 0,00
		EPR: 0,00

### **Entsanden**

Entsandung durchführen bis 300 m

mit Entsandungskolben oder intermittierenden  
Entsandungspumpen (Mammutpumpe).  
Die max. Länge des beaufschlagten  
Filterrohrabschnittes soll möglichst kurz  
gehalten werden (z.B. 1 – 1,5 m). Die zu beaufschlagenden  
Filterrohrabschnitte sind dabei so  
auszuwählen, dass jeweils eine Überlappung  
von 0,5 m gegeben ist. Beim Entsandungspumpen  
gilt als Richtwert für die max. Fördermenge die 5-fache  
Betriebsfördermenge des Entsandungsabschnittes.  
Der Entsandungsvorgang ist zu dokumentieren  
(Zeit, Wassermenge, Sandgehalt, Filterabschnitt).  
Der Restsandgehalt ist durch eine Abnahmeprüfung  
nachzuweisen (zB Teilstromentnahme mit Wasserzähler  
und Feinfilter 60 Mikrometer).  
Die entsprechenden Einrichtungen sind vom  
AN beizustellen.

In die Entsandungseinrichtung sind der An-  
und Abtransport sowie der Auf- und Abbau  
der vollständigen Entsandungseinrichtung,  
die Energiezufuhr und die Beistellung einer  
entsprechenden Wassermesseinrichtung, die  
Ableitung des geförderten Wassers sowie der  
Abtransport und die Entsorgung des  
anfallenden Materials einzurechnen.

Kommentar:

Diese Pos. sind nur für neu zu errichtende  
Brunnen, nicht aber für Brunnenregenerierungen  
zu verwenden.

Bei Trinkwasserbrunnen ist ein Restsandgehalt  
von 1 g/m<sup>3</sup> bei Belastung des Brunnens mit  
seiner Ausbauwassermenge zu erreichen oder zu unterschreiten.

1,00	PA	Ein-u. Ausbau der Entsandungseinrichtung	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00
0,00	h	Entsanden mit Pumpe	
		erforderliche Fördermenge: max. .... l/sec	
		erforderliche Förderhöhe: ..... m	
		max. Restsandgehalt: 1 g/m <sup>3</sup>	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00
1,00	PA	Sumpfrohr reinigen	
		bis 300 m	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

### Klarpumpen

Klarpumpen von Brunnen mit stufenweiser Steigerung der Förderleistung bis zum angegebenen Grenzwert. In die Klarpumpeneinrichtung sind der An- und Abtransport sowie der Auf- und Abbau der vollständigen Klarpumpeneinrichtung, die Energiezufuhr, die Beistellung einer entsprechenden Wassermesseinrichtung und die schadlose Ableitung des geförderten Wassers einzurechnen.

#### Kommentar:

Bei Trinkwasserbrunnen ist ein Restsandgehalt von 1 g/m<sup>3</sup> bei Belastung des Brunnens mit seiner Ausbauwassermenge zu erreichen oder zu unterschreiten.

1,00	PA	Ein-u. Ausbau d. Klarpumpeneinrichtung	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00
0,00	h	Klarpumpen von Vertikalfilterbrunnen	
		erforderliche Fördermenge: max. ... l/sec	
		erforderliche Förderhöhe: .... m	
		max. Restsandgehalt: 1 g/m <sup>3</sup>	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

Pumpversuch bzw. **Brunnentest (lt. WR-Bewilligung)**

Brunnentest max. .... l/sec pumpen  
.... Förderstufen: ....l/s - ....l/s - .....l/s

gemäß ÖNORM B2601 in der geltenden Fassung  
oder gleichwertigen Regelwerken ausführen.

Einzukalkulierende Leistungen:

Der An- und Abtransport sowie der Auf- und  
Abbau der vollständigen Pumpeinrichtung;  
die Energiezufuhr; die Beistellung einer  
entsprechenden Wassermesseinrichtung; die  
schadlose Ableitung des geförderten  
Wassers; der Aufwand für das Messen der  
Aufspiegelung.

1,00 PA Ein-u. Ausbau der Pumpeinrichtung  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

0,00 h Brunnentest durchführen  
erforderliche Fördermenge: ...  
erforderliche Förderhöhe: ...  
Einbautiefe der Pumpe: ....  
Brunnendurchmesser: ...  
erforderliche Ableitungslänge: ...  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

1,00 PA Brunnentest auswerten  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

Datensammler

zur selbsttätigen Registrierung des  
Grundwasserstandes beistellen, aufbauen,  
betreiben und abbauen, einschließlich allem  
erforderlichen Zubehör.

Die Vergütung erfolgt in Tagen pro  
Datensammler.

0,00 d Datensammler  
Schreiberanzahl: ...  
Durchmesser GW-Messstelle: ...  
Grundwasserflurabstand: ....  
Grundwasserschwankungsbereich: ....  
L: 0,00  
M: 0,00  
EPR: 0,00

### **Bestandsunterlagen**

Bestandsunterlagen Brunnenbau

nach Fertigstellung der Brunnenbauarbeiten  
in dreifacher Ausführung liefern.

Diese Dokumentation hat gemäß ÖNORM in der  
geltenden Fassung zu erfolgen.

Die Art der Darstellung und die Maßstäbe  
sind einvernehmlich mit dem AG zu wählen.

Die Originale sind dem AG zu übergeben.

1,00	PA	Bestandsunterlagen	
		L:	0,00
		M:	0,00
		EPR:	0,00

## **Anhang 2**

Auszug ÖWAV-Regelblatt 218 betreffend „Arbeitsschritte  
beim Rückbau artesischer Brunnenanlagen“



### **Anhang 3**

Zustandsanalyse von Brunnen, Grundwassermessstellen  
und Erdwärmesonden mittels innovativer Bohrlochmessverfahren