

**Hydrogeologisches Gesamtkonzept zur Wassergewinnung  
für die Hopfenbewässerung in der Hallertau:  
Hinweise für die Erstellung von Brunnen für Brauchwasserzwecke  
– hier Hopfenbewässerung**

Nach den derzeit gültigen Vorgaben der Behörden ist die Erschließung von Grundwasser nur aus den oberflächennahen quartären Schichten sowie aus den oberflächennahen Schichten der tertiären Hangendserie und Vollsotter genehmigungsfähig (Kapitel 1 und 2), Grundwassererschließungen aus den Schichten der Fluviatilen Serie (Kapitel 3) nur in Ausnahmefällen. Es sollen für diese Grundwasserleiter einige spezielle Hinweise darauf gegeben werden, was bei der Erstellung des Brunnens beachtet werden sollte. Bei Unsicherheiten, welcher Grundwasserleiter am jeweiligen Standort erschlossen werden soll, wird eine Rückfrage beim Verfasser oder der Wasserwirtschaftsverwaltung dringend angeraten.

**1 Erstellung von Brauchwasserbrunnen in oberflächennahen, quartären Ablagerungen (Vorkommen insbesondere im näheren Umfeld von Flüssen, gegebenenfalls auch Bächen).**

In diesem oberflächennahen Grundwasserleiter hängt die Vorgehensweise vom Aufbau der Wasser führenden Schichtfolgen ab.

Generell steht zur Diskussion, die Wasser führende Schicht mit Hilfe eines **Baggers mit Greifer und Ausbau mit Betonrohren**, zu erschließen (= in der Regel kostengünstigerer Schachtbrunnen) oder mit Hilfe eines **Bohrgerätes** (= in der Regel teurerer Bohrbrunnen).

**1.1 Schachtbrunnen aus Betonringen zur Erschließung des Quartär-Aquifers**

Der klassische Schachtbrunnen wird in der Regel wie folgt erstellt: Mit dem Greifer wird ein Loch erstellt, in das sukzessive zur Gruben-/Lochsole nachrutschende Betonringe eingebracht werden. Die Betonringe im Bereich der Wasser führenden Schicht weisen eine grobe Lochung auf, Filterkies kann in der Regel nicht eingebracht werden. Aufgrund der groben Lochung und der fehlenden Filterkiesschüttung eignen sich derartige Brunnenbauwerke nur zur Erschließung von Grobkiesschichten, da nur hier keine Verfilterung nötig ist. Sollen Sandschichten erschlossen werden, wird aufgrund der - unter diesen Rahmenbedingungen - deutlich höheren Lebensdauer die Erstellung eines Bohrbrunnens angeraten (dazu siehe Punkt 1.2).

Beim Schachtbrunnen ist zu beachten, dass der Brunnenschacht weit genug über das Gelände ragt und dass ein Lehmschlag zur Abdichtung gegen die Zusickerung von Oberflächenwasser im

oberflächennahen Bereich zwischen Betonringe bzw. Brunnenschacht und Aushubloch eingebracht wird.

Sind die Rahmenbedingungen für die Wassererschließung mittels Schachtbrunnen günstig genug (= Kiesschicht soll erschlossen werden), sind außer den oben genannten Maßnahmen zur Verhinderung von Oberflächenwasserzutritten keine weiteren Hinweise mehr zu geben.

Bei der Erstellung eines Schachtbrunnens handelt es um ein verhältnismäßig unkompliziertes Bohr-/Baggerverfahren mit einem Greifer und ein Brunnenbauwerk, das im Normalfall 5 m Tiefe nicht nennenswert überschreitet.

In der Regel weisen lokal bekannte Firmen ausreichende Fähigkeiten für die Erstellung derartiger Brunnen auf.

Es sei jedoch noch einmal darauf hingewiesen, dass der Schachtbrunnen aus Betonringen zwar die preisgünstigste Vorgehensweise ist, allerdings ist ein solcher aufgrund der fehlenden Verfilterung und der daraus resultierenden Versandungsproblematik nur zur Erschließung von Grobkiesschichten zu empfehlen.

**Handelt es sich bei der zu erschließenden, Wasser führenden Schicht vorwiegend um Sand, ist von der Erstellung eines Schachtbrunnens aus Betonringen abzuraten. In diesen Fällen ist ein Brunnen mit z.B. PVC-Voll- und Filterrohren und die Einbringung von Filterkies in den Ringraum zwischen Bohrloch und Verrohrung dringend zu empfehlen.**

Grund: Der Sand kann beim Schachtbrunnen mit Betonrohren mangels Filterkies hinterfüllung beim Betrieb des Brunnens mit dem zuströmenden Wasser weitgehend ungehindert in den Brunnenraum eindringen.

Die Folgen der Sandführung reichen von stärkeren Verschleißerscheinungen und kürzeren Lebensdauern der Pumpen über Schwierigkeiten mit der Sandführung bei der Tröpfchenbewässerung bis hin zu Grundbrüchen im Brunnennahbereich und kurzer Lebensdauer des Brunnens.

Ein Brunnen mit PVC-Rohren und Filterkies hinterfüllung kann prinzipiell ebenfalls mit Hilfe eines Baggers mit Greifer erstellt werden. Zur Stabilisierung des Loches ist jedoch zusätzlich eine großkalibrige Hilfsverrohrung einzubringen, die beim Einbringen von Verrohrung und Filterkiesschüttung sukzessive gezogen wird. Typische Maße eines so erstellten Flachbrunnens bewegen sich in der Größenordnung Lochdurchmesser 800 – 1000 mm, PVC-Rohre 500 – 600 mm.

Bei den zu erwartenden Wassermengen sind jedoch derart große Durchmesser nicht nötig, d.h. in der Regel ist die Erstellung eines kleinkalibrigen Bohrbrunnens mit Ausbauverrohrung 200 mm die preisgünstigere Vorgehensweise. Hinweise zur Gw-Erschließung mittels Bohrbrunnen sollen im folgenden Kapitel gegeben werden.

## 1.2 Bohrbrunnen zur Erschließung des Quartär-Aquifers

**Folgende Arbeiten/Leistungen sind nötig:**

- ( ) An-/Abtransport Baustelleneinrichtung für die Erstellung eines Förderbrunnens

- () Bohrung mit Durchmesser bei Endteufe mindestens 400 mm bis max. 10 m Tiefe und Brunnenausbau mit PVC Voll- und Filterrohren DN 200.  
Zur Verkiesung von quartären Sand-/Kiesschichten ist in der Regel Filterkies mit Körnung 3,15 – 5,6, mm am besten geeignet, Schlitzweite der Filterrohre 1,5 mm.
  
- () Bei Bohrbrunnen wird als Voraussetzung für die wasserrechtliche Genehmigung (Bohranzeige letzte Seite, Punkt 7) eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser mit einer Suspension aus plastischem Zement über Sand-Gegenfilter gefordert. Die Suspension sollte – mit ausreichendem Sicherheitsabstand – im Teufenbereich zwischen Wasser führender Schicht und Gelände- bzw. Vorschachtoberfläche eingebracht werden.
  
- () Durchführung eines Leistungspumpversuchs inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe über ca. 5-10 h inkl. Wasserspiegelmessung und -aufzeichnung.

## **2 Erstellung von Brauchwasserbrunnen im Bereich der tertiären Hangendserie und der Vollsotter:**

Hier kommt aufgrund des Aufbaus des Grundwasserleiters und auch der zu erwartenden Tiefen nur die Erschließung mittels eines Bohrbrunnens in Betracht.

### **Konzept für die Vorgehensweise bei der Brunnenerstellung**

Aufgrund der oft schwer vorhersehbaren Verhältnisse in diesem verhältnismäßig inhomogen aufgebauten Grundwasserleiter kann je nach benötigter Wassermenge, Risikobereitschaft und anzunehmender Trefferquote entweder im Vorfeld der eigentlichen Brunnenerstellung durch eine kleinkalibrige Versuchsbohrung die tatsächliche Ergiebigkeit am Standort erkundet werden oder gleich im ersten Schritt eine größerkalibrige, ausbaufähige Bohrung abgeteuft werden.

Bei der Vorgehensweise „Versuchsbohrung“ kann zwar auf die kostengünstigste Weise ermittelt werden, ob am Standort ausreichend Wasser vorhanden ist, bei Erfolg muss das kleine Loch allerdings mit größerem Durchmesser überbohrt werden, wobei weitere Kosten entstehen.

Die größerkalibrige Bohrung kann bei ausreichender Wasserergiebigkeit sofort ausgebaut werden. Weist der Standort allerdings zu geringe Wassermengen auf, waren die Bohrkosten, um dies in Erfahrung zu bringen, höher als beim Abteufen der Versuchsbohrung.

Ist die Wahrscheinlichkeit eher gering am Standort auf ausreichend Wasser zu stoßen, ist eine Versuchsbohrung in jedem Falle anzuraten. Ist die Wahrscheinlichkeit groß, gleich bei der ersten Bohrung ausreichend Wasser zu erschließen, kann je nach Risikobereitschaft auf eine Versuchsbohrung verzichtet werden.

Im Anhang 1 ist eine Liste von Bohrfirmen zusammengestellt, die nach Kenntnisstand des Verfassers über ausreichend Erfahrung bei Bohrungen und Brunnenbau im hier zu erschließenden

Grundwasserleiter verfügen. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, vor der Wahl einer anderen Firma ist jedoch genau zu überprüfen, ob diese über ausreichend Referenzen speziell bzgl. Bohrungen im hier zu erschließenden Grundwasserleiter verfügt.

**Zu beachten ist: Bei der Bohrung darf kein Bentonit als Spülungszusatz verwendet werden.**

**Vorgehensweise bei der Brunnenerstellung mit Versuchsbohrung:**

**Folgende Arbeiten/Leistungen sind nötig:**

- () Anfahrt, An-/Abtransport, Baustelleneinrichtung für die Versuchsbohrung
- () Bohrung bis ca. ??\* m Tiefe, Durchmesser bei Endteufe mindestens 200 mm
- () provisorischer Ausbau mit PVC-Verrohrung DN 100, Durchführung eines ca. 5-10 stündigen Kurzpumpversuchs inkl. Ein- und Ausbau der U-Pumpe.

\* Die genehmigungsfähige Tiefe der Bohrung ist vom jeweiligen Standort abhängig und ist beim Verfasser bzw. dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt zu erfragen.

**Bei zu geringem Wasserdargebot:**

- () fachgerechte Verfüllung der Bohrung

**Bei ausreichendem Wasserdargebot:**

- () An-/Abtransport zusätzliches Material für Hauptbohrung und Brunnenausbau
- () Überbohren der Versuchsbohrung und Brunnenausbau mit PVC Voll- und Filterrohren, je nach Wasserdargebot und Preisunterschieden des jeweiligen Angebotes mit:

- Bohrdurchmesser bei Endteufe mindestens 300 mm und Ausbau 175 mm oder
- Bohrdurchmesser bei Endteufe mindestens 340 mm bei 200 mm Ausbau

Zur Verkiesung wird je nach durchbohrten Schichten ein Filterkies mit Körnung 2,0 - 3,15 mm oder 3,15 .5,6 mm empfohlen, Schlitzweite der Filterrohre 1,0 mm bzw. 1,5 mm.

- () Bei Bohrbrunnen wird als Voraussetzung für die wasserrechtliche Genehmigung (Bohranzeige letzte Seite, Punkt 7) eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser mit einer Suspension aus

plastischem Zement über Sand-Gegenfilter gefordert. Die Suspension sollte – mit ausreichendem Sicherheitsabstand – im Teufenbereich zwischen Wasser führender Schicht und Gelände- bzw. Vorschachtoberfläche eingebracht werden.

- () Durchführung eines Leistungspumpversuchs inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe über ca. 5-10 h inkl. Wasserspiegelmessung und -aufzeichnung.

**Vorgehensweise bei Bohrung ohne Versuchsbohrung:**

**Folgende Arbeiten/Leistungen sind nötig:**

- () An-/Abtransport Baustelleneinrichtung für die Hauptbohrung und Brunnenausbau
- () Bohrung bis ca. ??\* m Tiefe und Brunnenausbau mit PVC Voll- und Filterrohren, je nach Wasserdargebot und Preisunterschieden des jeweiligen Angebotes mit:

- Bohrdurchmesser bei Endteufe mindestens 300 mm und Ausbau 175 mm oder
- Bohrdurchmesser bei Endteufe mindestens 340 mm bei 200 mm Ausbau

\* Die genehmigungsfähige Tiefe der Bohrung ist vom jeweiligen Standort abhängig und ist beim Verfasser bzw. dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt zu erfragen.

Zur Verkiesung wird je nach durchbohrten Schichten ein Filterkies mit Körnung 2,0 - 3,15 mm oder 3,15 .5,6 mm empfohlen, Schlitzweite der Filterrohre 1,0 mm bzw. 1,5 mm.

- () Bei Bohrbrunnen wird als Voraussetzung für die wasserrechtliche Genehmigung (Bohranzeige letzte Seite, Punkt 7) eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser mit einer Suspension aus plastischem Zement über Sand-Gegenfilter gefordert. Die Suspension sollte – mit ausreichendem Sicherheitsabstand – im Teufenbereich zwischen Wasser führender Schicht und Gelände- bzw. Vorschachtoberfläche eingebracht werden.
- () Durchführung eines Leistungspumpversuchs inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe über ca. 5-10 h inkl. Wasserspiegelmessung und -aufzeichnung.

**Generell sollten bei Angebotseinholung auch die Preise für Umsetzen der Bohranlage und Baustellenstillstand als Eventualposition erfragt werden.**

### **3 Erstellung von Brauchwasserbrunnen im Bereich der vorwiegend feinsandig ausgebildeten tertiären Fluviatilen Serie :**

Bei der so genannten Fluviatilen Serie handelt es sich um Schichtenfolgen, die aufgrund ihres hohen Fein- bis Feinstsandgehaltes brunnenbautechnisch sehr schwierig zu erschließen sind. Zum einen müssen die Feinsandanteile durch den Filter vom Brunnenraum und der Pumpe ferngehalten werden, zum anderen muss darauf geachtet werden, dass die Verfilterung nicht so fein gewählt wird, dass der Feinsand den Filter verstopft bzw. den Wasserzutritt derart behindert, dass nur noch Bruchteile des tatsächlichen Wasserdargebots der erschlossenen Schichtenfolgen gefördert werden können.

Es handelt sich hierbei um ein Grundwasservorkommen, das aus wasserwirtschaftlichen Gründen nur in Ausnahmefällen zu Brauchwasserzwecken genutzt werden kann.

Wird eine Bohrgenehmigung erteilt, sind die Endteufen in der Regel auf 10 m bis 15 m Tiefe beschränkt.

Von der Endteufe her ist hier, wie auch in den quartären Schichten (Kapitel 1) generell die Grundwasser-Erschließung mittels Greiferbohrung mit Betonringausbau oder mittels Bohrbrunnen möglich. Aufgrund der feinsandigen Ausbildung der Schichten wird jedoch von der Erstellung eines preisgünstigeren Schachtbrunnens aus Betonringen abgeraten und **die Erstellung eines Brunnens mit z.B. PVC-Voll- und Filterrohren und die Einbringung von Filterkies in den Ringraum zwischen Bohrloch und Verrohrung dringend empfohlen.**

Grund: Der Sand kann beim Schachtbrunnen mit Betonrohren mangels Filterkieshinterfüllung beim Betrieb des Brunnens mit dem zuströmenden Wasser weitgehend ungehindert in den Brunnenraum eindringen.

Die Folgen der verstärkten Sandführung reichen von stärkeren Verschleißerscheinungen und kürzeren Lebensdauern der Pumpen über Schwierigkeiten mit der Sandführung bei der Tröpfchenbewässerung bis hin zu Grundbrüchen im Brunnennahbereich.

Ein Brunnen mit PVC-Rohren und Filterkieshinterfüllung kann prinzipiell ebenfalls mit Hilfe eines Baggers mit Greifer erstellt werden. Zur Stabilisierung des Loches ist jedoch zusätzlich eine großkalibrige Hilfsverrohrung einzubringen, die beim Einbringen von Verrohrung und Filterkiesschüttung sukzessive gezogen wird. Typische Maße eines so erstellten Flachbrunnens bewegen sich in der Größenordnung Lochdurchmesser 800 – 1000 mm, PVC-Rohre 500 – 600 mm.

Bei den zu erwartenden Wassermengen sind jedoch derart große Durchmesser nicht nötig, d.h. in der Regel ist die Erstellung eines kleinkalibrigen Bohrbrunnens mit Ausbauverrohrung 200 mm die preisgünstigere Vorgehensweise.

#### **Vorgehensweise bei der Erstellung des Bohrbrunnens**

##### **Folgende Arbeiten/Leistungen sind nötig:**

- ( ) An-/Abtransport Baustelleneinrichtung für die Bohrung und Brunnenausbau

## DR. KARL-HEINZ PRÖSL SACHVERSTÄNDIGENBÜRO FÜR GRUNDWASSER

- ( ) Bohrung bis ca. ??\* m Tiefe und Brunnenausbau mit PVC Voll- und Filterrohren, Bohrdurchmesser bei Endteufe mindestens 340 mm bei 200 mm Ausbau.

\* Die genehmigungsfähige Tiefe der Bohrung ist vom jeweiligen Standort abhängig und ist beim Verfasser bzw. dem zuständigen Wasserwirtschaftsamt zu erfragen.

Zur Verkiesung wird je nach Aufbau der durchbohrten Schichten ein Filterkies mit Körnung 2,0 - 3,15 mm oder 3,15 - 5,6 mm empfohlen, Schlitzweite der Filterrohre 1,0 mm bzw. 1,5 mm.

- ( ) Bei Bohrbrunnen wird als Voraussetzung für die wasserrechtliche Genehmigung (Bohranzeige letzte Seite, Punkt 7) eine Abdichtung gegen Oberflächenwasser mit einer Suspension aus plastischem Zement über Sand-Gegenfilter gefordert. Die Suspension sollte – mit ausreichendem Sicherheitsabstand – in den Teufenbereich zwischen Wasser führender Schicht und Gelände- bzw. Vorschachtoberfläche eingebracht werden.
- ( ) Durchführung eines Leistungspumpversuchs inkl. Ein- und Ausbau der Pumpe über ca. 5-10 h inkl. Wasserspiegelmessung und -aufzeichnung.

Bei zunehmendem Anteil an Feinstsand in der Wasser führenden Schicht gestaltet sich die Grundwassererschließung technisch zunehmend schwieriger und wird zu einer regelrechten Gratwanderung:

Durch eine feinere Verkiesung (z.B. Körnung 1-2 mm) kann zwar kurzzeitig eine weitgehende Sandfreiheit des geförderten Wassers erreicht werden, allerdings wird dadurch auch der Zutritt des Grundwassers behindert und der Filter wird in absehbaren Zeiträumen versanden und schließlich nahezu abdichten. Somit ist es sinnvoller, eine gröbere Verkiesung (2,0 – 3,15 mm oder 3,15 – 5,6 mm) zu wählen und damit eine längere Lebensdauer des Brunnens und höhere Ergiebigkeit zu erzielen. Im Gegenzug muss dann allerdings auch eine gewisse Sandführung des geförderten Wassers und die ungünstigen Begleiterscheinungen für Pumpe und Bewässerungssystem in Kauf genommen werden.

In extremen Fällen – d.h. bei sehr hohem Feinstsandgehalt der durchbohrten Schichten und somit unvermeidbar höherer Sandführung kann sogar die zusätzliche Einbringung eines so genannten Sperrrohres - geeigneter Durchmesser hier ca. 400 mm - von Nutzen sein.

Da bei größerer Sandführung über den Lauf der Zeit größere Volumina Sand dem Untergrund im Brunnennahbereich entzogen werden, entstehen hier Hohlräume, die im Extremfall zu regelrechten Grundbrüchen führen können. Bei der oben beschriebenen Vorgehensweise wird über dem Filterkies die Abdichtungssuspension eingebracht, d.h. eine Auffüllung der durch die „Sandförderung“ entstehenden Hohlräume ist nicht möglich.

Bei einem Brunnen mit Sperrrohr befindet sich die Abdichtungssuspension dagegen zwischen Bohrloch und dem Sperrrohr DN 400. In den frei zugänglichen Ringraum zwischen Sperrrohr DN 400 und PVC-Rohr DN 200 kann jederzeit Kies nachgeschüttet werden, der dann die Kiesanteile ersetzt, die in die Hohlräume im Untergrund nachrutschen. Auf diese Weise kann dafür gesorgt werden, dass

keine größeren Hohlräume im Brunnennahbereich entstehen, da diese durch den eingegebenen Filterkies ersetzt werden. Diese Vorgehensweise gewährt eine deutlich längere Lebensdauer des Brunnens, im Extremfall vermeidet es sogar Grundbrüche.

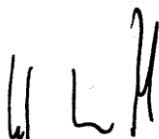
Im Anhang 1 ist eine Liste von Bohrfirmen zusammengestellt, die nach Kenntnisstand des Verfassers über ausreichend Erfahrung bei Bohrungen und Brunnenbau im hier zu erschließenden Grundwasserleiter verfügen. Die Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, vor der Wahl einer anderen Firma ist jedoch genau zu überprüfen, ob diese über ausreichend Referenzen speziell bzgl. Bohrungen im hier zu erschließenden Grundwasserleiter verfügt.

**Zu beachten ist: Bei der Bohrung darf kein Bentonit als Spülmittel verwendet werden.**

**Generell sollten bei Angebotseinholung auch die Preise für Umsetzen der Bohranlage und Baustellenstillstand als Eventualposition erfragt werden.**

Velden, den 10.03.09

Sachverständigenbüro für Grundwasser



-----  
Dr. K.-H. Prösl



## Anhang 1

### Liste Bohrfirmen:

#### **E+M Bohr GmbH**

Hofer Strasse 19  
95030 Hof/Saale  
Tel.: 09281/14450

#### **Tafelmeier GmbH**

Hochöd 4  
84416 Moosen  
Tel.: 08084/94206

#### **Reitberger Johann**

##### **Brunnenbau u. Bohr GmbH**

Pfarrhofstr. 8  
84364 Hirschbach  
Tel.: 08563/91650

#### **Terrasond**

Sankt Ulrich Str. 12-16  
89312 Günzburg  
Tel.: 08221/9060

#### **Abt GmbH & Co.**

Daimlerstr. 2  
87719 Mindelheim  
Tel.: 08261/70120

#### **Keller & Hahn**

Am Brühl 20  
91610 Insingen  
Tel.: 09869/97120

#### **Eder GmbH**

Kreuzweg 3  
84332 Hebertsfelden  
Tel.: 08721/508090

#### **Kling Bohrtechnik**

Am Wasserberg 4  
86441 Zusmarshausen  
Tel.: 08291/859940

#### **Joanni GmbH**

##### **Brunnenbau**

Am Wasserberg 4  
86441 Zusmarshausen  
Tel.: 08291/859980

#### **Behringer+Dittmann**

Kreuzsteinweg 1c  
90765 Fürth  
Tel.: 0911/9799600