

**Richtlinie für den Betrieb, die Wartung und**

**Kontrolle von Bohrbrunnen im Festgestein**

---

**Verfasser: Ing. Bandlow - VEB Hydrogeologie Nordhausen**  
**Ing. Martini - VEB WAB Suhl**  
**Techniker Chr. Dohl - VEB WAB Suhl**  
**Installateur J. Stumpf - VEB WAB Suhl**

**Meiningen/Nordhausen**  
**im Dezember 1974**

## Inhaltsverzeichnis

- 1.0 Allgemeines
- 2.0 Die Aufgaben und Funktion eines Bohrbrunnens
- 3.0 Ausführungsarten von Bohrbrunnen im Festgestein
  - 3.1 Bohrbrunnen mit verlorener Endverrohrung
  - 3.2 Bohrbrunnen mit gültiger Endverrohrung
  - 3.3 Bohrbrunnen ohne Endverrohrung
- 4.0 Die Belastung auf den Brunnenausbau und die technischen Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung bzw. ihrer Beherrschung
  - 4.1 Beulbelastung durch den Erddruck der geologischen Formation und der Hinterfüllung
  - 4.2 Beulbelastung durch die Wirkung von Differenzdruck über plastische (Ton) und elastische (Gegenfilter) Abdichtung auf den Endausbau
  - 4.3 Beulbelastung durch plötzliches Absenken
  - 4.4 Beulbelastung durch Freiziehen von Futterrohren im Vollwandbereich der Endverrohrung mit dahinterliegenden höher gespannten Grundwasserstockwerk
  - 4.5 Beulbelastung durch den Staudruck am Filtergerippe
  - 4.6 Sonstige Belastungen
    - 4.6.1 Thermische Belastung durch elektrische oder mechanische Havarien an den UWM-Pumpen
    - 4.6.2 Beulbelastung durch Eindringen von Wasser in den Ringraum von Übertage aus
    - 4.6.3 Maßnahmen zur Verhinderung der Deformation oder Zerstörung von Rohrverbindungen der Endverrohrung beim Ein- und Ausbau der UWM-Pumpen
      - 4.6.3.1 Handhabung der Unterflaschen (Lastgeschirr) beim Einbau oder Ziehen der UWM-Pumpen
      - 4.6.3.2 Einsatz von Flanschensteigleitungen
      - 4.6.3.3 Einsatz von Gewinderohren als Steigleitungen
      - 4.6.3.4 Einsatz von PE-Schläuchen als Steigleitung

- 5.0 Die Durchführung der Pumpversuche, ihre Aufgaben und Bedeutung
- 5.1 Der Zwischenpumpversuch (ZPV)
- 5.2 Der Vorpumpversuch (VPV)
- 5.3 Der Klarpumpversuch (KPV)
- 5.4 Der Leistungspumpversuch (LPV)
- 6.0 Alterungserscheinungen von Bohrungen
- 6.1 Versandung
- 6.2 Korrosion
- 6.3 Inkrustationen, Verockerungen
- 6.4 Maßnahmen
- 6.4.1 Reinigungsmöglichkeiten
- 7.0 Trinkwasserschutzgebiet
- 8.0 Die Mitwirkung und Kontrolle des Auftraggebers bei der Durchführung technischer Arbeiten zur Herstellung von Bohrbrunnen
- 8.1 Vorbereitungen
- 8.2 Projektierung
- 8.3 Kontrolle während der Durchführung der technischen Arbeiten
- 8.3.1 Aufbau
- 8.3.2 Bohrarbeiten
- 8.3.2.1 Bodenproben
- 8.3.2.2 Geophysikalische Vermessung
- 8.3.3 Einbau der Endverrohrung
- 8.3.3.1 Einhaltung der Qualität der Filterrohre
- 8.3.4 Hinterfüllung
- 8.3.4.1 Beschaffenheit des Filterkieses
- 8.3.5 Pumpversuch
- 8.3.5.1 Wasserproben
- 9.0 Die Übergabe des Bohrbrunnens
- 10.0 Betrieb der Bohrbrunnen
- 10.1 Auswahl der Pumpaggregate
- 10.2 Pumpenein- und -ausbau

11:0	Überwachung beim Betrieb des Bohrbrunnens
11:1	Förderleistung und Absenkung
11:2	Chemische und bakteriologische Überwachung
11:3	Überprüfung der Förderung auf Sandteile
11:4	Kontrolle des Filterkieses im Brunnenraum
12:0	Literaturnachweis

### Anlage

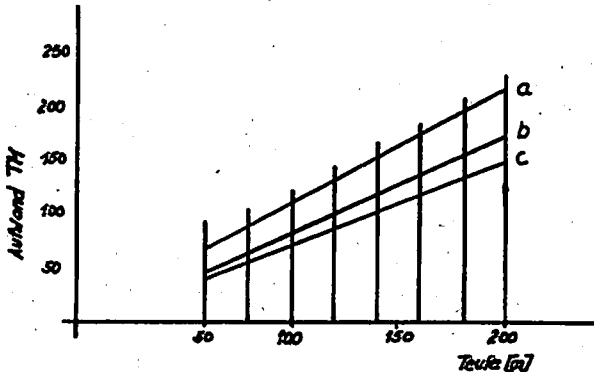
1 bis 3	Pumpentabelle
4 und 5	Auszug aus der TGL 13578
6	Brunnenstammkarte
7	Meßtabelle
8	Merkblatt Kontrollmaßnahme

## 1.0 Allgemeines

Die Wassermengen, die für den Bedarf der Bevölkerung, der Industrie und der Landwirtschaft bereitgestellt werden müssen, steigen ständig. Ihre Bereitstellung wird schwieriger und ist mit hohem ökonomischen Aufwand verbunden. Bei der Wasserversorgung aus dem Grundwasser haben die Bohrungen bedeutenden Anteil.

Die Errichtung von Bohrbrunnen einschließlich der Armierung der Pumpenanlagen und übertägigen Einrichtungen ist mit hohem materiellen und finanziellen Aufwand verbunden. Die Erhöhung der Betriebssicherheit und Lebensdauer dieser Anlagen haben entscheidenden Einfluß auf die Betriebskosten und das Volumen der Ersatzinvestitionen. In dieser Ausarbeitung soll vor allem den Praktikern in den Betriebsbereichen, die ständig solche Anlagen warten und kontrollieren, Hinweise für ihre tägliche Arbeit vermittelt werden. Dieses ist um so wichtiger, da zur Erhöhung der Lebensdauer korrosionsbeständige Plastmaterialien für den Brunnenausbau in verstärktem Maße eingesetzt werden, deren Eigenschaften besonders zu beachten sind. Aus diesem Grund wird besonders auf die mögliche Belastung sowohl bei der Herstellung als auch beim Betrieb von Bohrbrunnen hingewiesen. Der Endbohrdurchmesser und der Materialaufwand des Endausbaus sowie die Hinterfüllung bestimmen den finanziellen Aufwand für einen Bohrbrunnen. Eine Überdimensionierung des Bohrdurchmessers im Verhältnis zum tatsächlich für die Pumpleistung notwendigen Durchmesser, ist mit erhöhtem finanziellen Aufwand verbunden. Beim Einsatz von korrosionsbeständigem Material könnte der Bohrdurchmesser reduziert werden, da die Frage des Einschlebens einer zweiten Rohrfahrt betreffs der Korrosion des Endausbaues nicht mehr steht.

Tabelle 1 zeigt den durchschnittlichen finanziellen Aufwand für die Herstellung eines Bohrbrunnens in Abhängigkeit von der Tiefe bei einer mittleren Bohrbarkeit von Sandstein/Schieferton bzw. Kalkstein, Schluffstein.



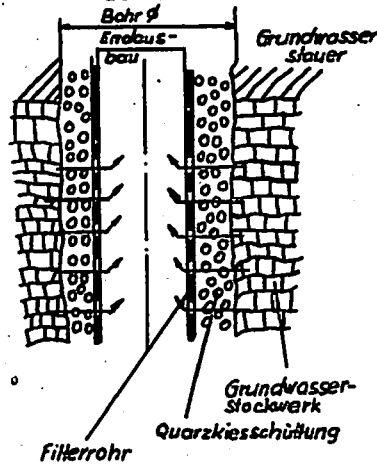
- Es entspricht:
- die Linie a den Bohrdurchmesser 620 mm mit 368er Endverrohrung
  - die Linie b den Bohrdurchmesser 445 mm mit 273er Endverrohrung
  - die Linie c den Bohrdurchmesser 394 mm mit 219er Endverrohrung.

## 2.0 Die Aufgaben und Funktion eines Bohrbrunnens

Bohrbrunnen werden dort hergestellt, wo sich im Untergrund ein oder mehrere Grundwasserstockwerke befinden und aus denen sich mit vertretbarem ökonomischen Aufwand (Bohrtiefe, Förderhöhe und Entfernung zum Verbraucher) Grundwasser in der jeweils erforderlichen Menge und Qualität gewinnen läßt.

Figur 1

Entnahmen des Grundwassers über Filterrohre



Die Entnahme erfolgt durch Filterrohre über die in der Regel eingefüllte Kiesschüttung aus dem Grundwasserstockwerk (Figur 1). Es werden verschiedene Filtermaterialien und Lochungen (Perforation) eingesetzt. Über die Abmessung und Perforationsarten von Stahlfilter- und Aufsatzrohren gibt die TGL 25 240/2 Auskunft; über Steinzeugfilter, die bei flachen Fassungen ebenfalls eingesetzt werden, informiert die TGL 25 240/3.

In Einführung befinden sich zur Zeit Filter und Aufsatzrohre aus PVC-h. Anfangs mit am Rohr eingesägten Längsschlitzten und aufgeklebten Muffen und neuerdings mit eingesägten Querschlitzten (größerem Widerstand gegen Beulungen bei gleichzeitig höherem Eintrittsquerschnitt) und angeformten Muffen. Da von der Brunnenkonstruktion und damit vom Filterrohr, neben der sandfreien Wasserförderung und des geringen Filterwiderstandes bei Durchfluß, besonders Widerstand gegen Inkrustation und Korrosion zur Erhöhung der Lebensdauer notwendig ist, gewinnt der Einsatz von Plaste an Bedeutung. Obwohl ein größerer Teil der in folgenden angeführten Probleme für den gesamten Brunnenbau zutrifft, so wird doch auf die Besonderheiten der Bohrbrunnen im Festgestein wie:

- teilweise oder unbedingte Standfestigkeit der Bohrlochwand
- hohe Absenkungsbeträge vom Ruhewasserspiegel bis zum Betriebswasserspiegel bei Dauerbetrieb

besonderes Augenmerk geschenkt.

Denn diese Besonderheiten sind ausschlaggebend für die Belastung des Brunnenausbaumaterials und haben demzufolge Auswirkungen auf die Brunnenkonstruktion, auf die Verfahren zur Herstellung von Brunnen, auf den Ausbau, auf die Hinterfüllung und nicht zuletzt auf die Belastung bei Dauerbetrieb. Nicht betrachtet werden die speziellen Probleme des Bohrbrunnens im Lockergestein, da diese über den Rahmen der Ausarbeitung hinaus gehen würden.

### 3.0 Ausführungsarten von Bohrbrunnen im Festgestein

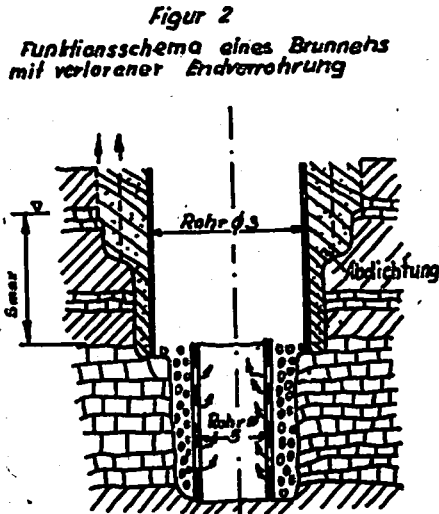
Unabhängig vom Bohrverfahren (im Festgestein Seilbohren schlagend mit begrenzter Spülungszirkulation und Spülbohren drehend mit Klarwasserzirkulation) kommen je nach den Bedingungen am Standort (Gesteinhärte, Bohrtiefe, Absenkungsverhältnisse) verschiedene Brunnenkonstruktionen zur Anwendung. Das heißt, nach den Ergebnissen der hydrogeologischen Voruntersuchungen (Erkundung) bei Neubohrung in einem Gebiet, oder nach den Archiv- und Betriebsunterlagen der Altbohrungen bei Durchführung von Ersatzbohrungen, hat der Bohrbetrieb die Projektierung der Brunnenbohrarbeiten auf den Stand der neuesten Erkenntnisse festzulegen. Es ist unbedingt zu empfehlen, daß spätestens bei der Ausarbeitung des Projektes eine kooperative Zusammenarbeit zwischen dem Bohrbetrieb und dem späteren Nutzer der Investition und dem hydrogeologischen Bearbeiter aufgenommen wird, um die höchste Qualität zu gewährleisten.

Projekte, die nur Kalkulationen für den Preis des Bohrbrunnens enthalten, sollten nicht akzeptiert und abgelehnt werden.



### 3.1 Bohrbrunnen mit verllorener Endverrohrung

Bohrbrunnen mit verllorener Endverrohrung werden hergestellt, wenn sicher ist, daß bei der erforderlichen Entnahmemenge die Absenkung ( $s_{max}$ ) nicht die Oberkante des verlorenen eingebauten Filters erreicht, also mit Sicherheit oberhalb der Ansaugöffnung der über dem Filter eingebauten Pumpen bleibt (s. auch Anlage 1). Der Vorteil dieser Brunnenkonstruktion ist:



- der Bohrdurchmesser und der Durchmesser des Filterrohres (Rohr 5) kann kleiner sein als der Durchmesser der Pumpe, wodurch eine Senkung des Investitionsaufwandes eintritt, da der Preis für Bohrarbeiten vom Endbohrdurchmesser abhängig ist. Dadurch können Bohrbrunnen mit großer Ergiebigkeit und demzufolge großem Durchmesser für den Einbau von UWM-Pumpen bei Brunnenleistungen über  $100 \text{ m}^3/\text{h}$  erst wirtschaftlich hergestellt werden.

Der verlorene eingebaute Filter ist nur in Kies eingebettet ohne besondere Abdichtung (die Abdichtung liegt hinter der Schutzrohrfahrt Rohr 3). Dadurch kann bei Absenkung hinter dem Filter kein Differenzdruck entstehen.

Die Belastung ist minimal, dünnwandiges, wenig biegesteifes Ausbaumaterial (Plaste usw.) kann eingesetzt werden.

Der Nachteil dieser Konstruktion ist:

- Die Absenkungsverhältnisse müssen vor der Herstellung bekannt sein, da eine Veränderung der Pumpeneinbauteile nach unten nachträglich nicht mehr möglich ist.

- Beim Abstürzen der Pumpe oder von Pumpenteilen wird der Filter verschlossen und oft auch deformiert oder zerschlagen.

Vom Bohrbetrieb sollte deshalb ein besonderes verstärktes Kopfstück eingebaut werden.

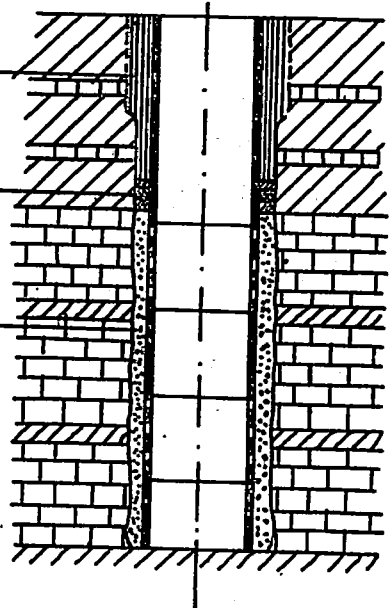
Mit dem Einsatz eines kombinierten Kopf- und Zentrierstückes kann gleichzeitig die Zentrierung des Brunnenausbaues mit vorgenommen werden und bildet somit die zweckmäßigste Lösung.

Figur 3a.  
alte Abdichtung am Brunnenausbohrer

Inabdichtung

Gegensfilter

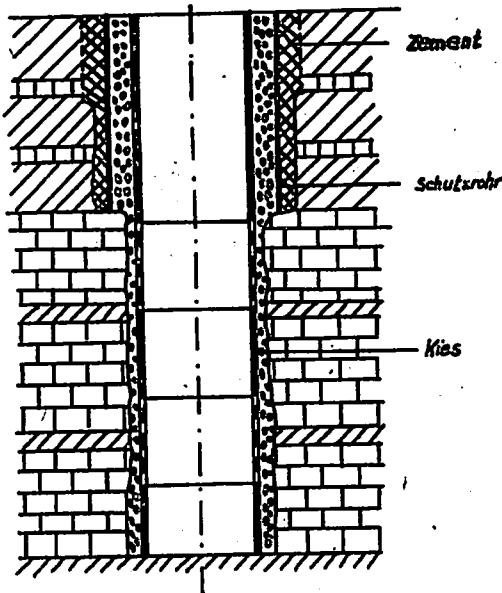
Kies



### 3.2 Bohrbrunnen mit gültiger Endverrohrung

Gültig heißt, bis oder von Basenschle zugänglicher Stelle. Solche Brunnen werden hergestellt, wenn feststeht oder damit zu rechnen ist, daß sehr hohe Absenkungsbeträge auftreten und dabei schon

*Figur 3b  
neue Abdichtung mit einzementierter  
Schutzrohrföhr*



relativ flach liegende Grundwasserstockwerke abgeschlossen werden müssen. Da dieses im Festgestein oft zutrifft, ist diese Brunnenart die im Festgestein verbreitetste Brunnenkonstruktion. Zur Beherrschung der bei Absenkung auftretenden Belastungen ist die althergebrachte Konstruktion Figur 3a in den letzten Jahren verändert worden (Figur 3b), wodurch Differenzdruckbildung (worauf noch im Punkt 4.2 besonders eingegangen wird) nur noch kontrolliert auftreten kann.

**Der Vorteil einer solchen Konstruktion ist:**

- Die Pumpe kann allen vorkommenden Förderverhältnissen durch die Hinhängtiefe angepaßt werden. Damit kann dieser Brunnen auch ohne genaue Vorkenntnisse der Absenkungsverhältnisse maximal genutzt werden.

**Der Nachteil einer solchen Konstruktion ist:**

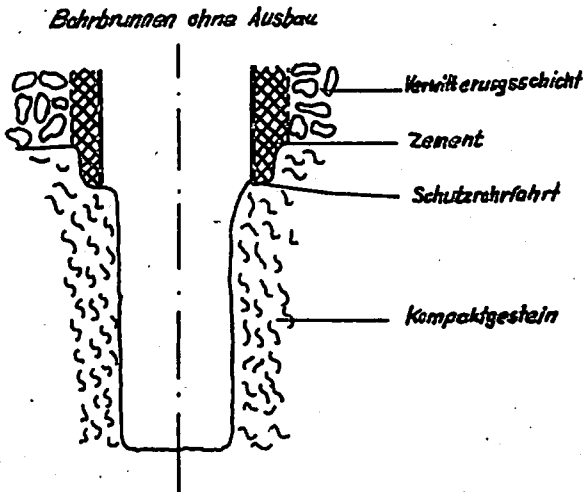
- Der Brunnen muß mit größerem Durchmesser ausgebaut und noch größerem Durchmesser hergestellt werden als die erforderlichen Pumpendurchmesser.
- Der Filterrohrausbau unterliegt beim Einbau der Hinterfüllung und beim Dauerbetrieb besonderen hydraulischen Belastungen sowie beim Wechseln der Pumpenanlage bei nicht konsequenter Einhaltung von besonderen Maßnahmen erheblichen mechanischen Belastungen.

Und hier muß wieder mit Nachdruck auf die Verantwortlichkeit bereits bei der Projektierung hingewiesen werden. Die Abdichtung nach Figur 3a sollte nur noch bei klein dimensioniertem Ausbau (je kleiner das Rohre, je größer die Beulfestigkeit) bis etwa 200 mm Durchmesser oder bei geringen Absenkungsbeträgen bis ca. 10 m zugelassen werden. Bei genauer Kenntnis der Leistungs- und Absenkungsverhältnisse sollte man eine Überdimensionierung des Bohrdurchmessers sowie des Endausbaudurchmessers vermeiden.

Die untere Grenze und damit die höchste Wirtschaftlichkeit zeigt die Tabelle in der Anlage 2.

### 3.3 Bohrbrunnen ohne Endverrohrung

Im Kompaktgestein, unterhalb der Verwitterungsrinde und in wenig gestörten Schichten im Kiesel-schiefer, im Diabas, im Gneis und anderen kristallinen Gesteinsformationen, die sicher langfristig standfest sind, wäre der Einbau einer Endverrohrung reine Materialverschwendung, da das Gestein wegen seiner großen Härte länger standfest bleibt als die



*Figur 4*

Endverrohrung selbst. Natürlich muß sichergestellt sein, und das ist durch einen Vorpumpversuch zu prüfen, ob der mechanische Reinigungseffekt ausschließlich auf den Klüften erfolgt und somit nur sauberes Wasser gefördert wird.

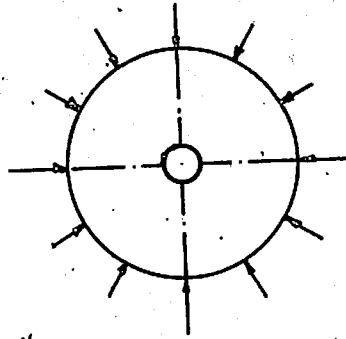
Der Vorteil einer solchen Konstruktion ist, daß der Bohrdurchmesser nahe dem Durchmesser der UWM-Pumpe gehalten werden kann, wodurch erst in diesen sehr schwer bohrbaren Schichten mit hoher Bohrfähigkeitsklasse der Bohrdurchmesser so reduziert werden kann, um den ökonomischen Aufwand in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen zu halten.

Die Tabelle in der Anlage 3 gibt Auskunft über Durchmesser/Leistungsverhältnis bei dieser Brunnenkonstruktion.

4.0 Die Belastung auf den Brunnenausbau und die technischen Möglichkeiten zu ihrer Vermeidung bzw. ihrer Beherrschung

Der Bohrbrunnen unterliegt wie jedes andere Bauwerk einer Summe von Belastungen, deren Kenntnis und Ursachen in der Phase der Herstellung des Brunnens als auch bei Dauerbetrieb, bei Pumpwechsel usw. die Möglichkeit gibt, ihre Wirkung zu vermeiden bzw. noch kontrolliert ablaufen zu lassen. Eine gefährliche Belastung ist die Beulbelastung oder auch Außendruckbelastung, die beim Brunnen aufgrund der Hydraulik des Wassers und mit Wasser gefüllter Erdschichten entstehen kann. Gefährlich deshalb, weil die Größen dieser Belastung oft unkontrolliert in der Druckspitze wirken können und weil diese Belastungsart die ungünstigste für ein Rohr ist. Eine Dimensionierung der Materialstärke nach den eventuell maximal auftretenden Beulbelastungen würde zu sehr hohem Materialeinsatz führen.

Technische Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Beherrschung der Beulbelastung sind neben der Verlängerung der Lebensdauer des Bauwerkes auch direkte Maßnahmen zur Verbesserung der Materialökonomie.



Figur 5  
Beuldruck auf die  
Endverrohrung

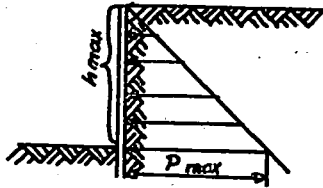
#### 4.1 Beulbelastung durch den Erddruck der geologischen Formation und der Hinterfüllung

Im Lockergestein immer, im Festgestein nicht auszuschließen, wirkt der Erddruck über die Hinterfüllung auf den Brunnenausbau. Diese Belastung, die nicht wie oft angenommen, linear mit der Tiefe zunimmt, wirkt nach einem Sonderfall des Erddruckes dem Silodruck beim runden Bohrloch nur als belastende Komponente bis zu einer Teufe von etwa 5-fachem Bohrdurchmesser und bleibt dann konstant.

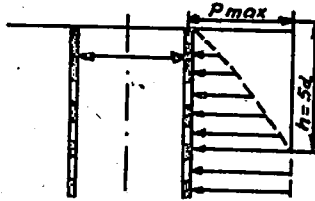
Da die Hinterfüllung (Kies) den gleichen Belastungen unterliegt, wirkt der Silodruck auch im Festgestein, sobald die Endverrohrung hinterfüllt wird. Die Belastungsgröße liegt bei den üblichen Bohrdurchmessern unter 0,1 atü, ist aber eine Dauerbelastung und kann durch keine technischen Maßnahmen mit vertretbar ökonomischem Aufwand (Verfestigung) vermieden werden.

Figur 6

a) Erdruck einer parallelen senkrechten Wand



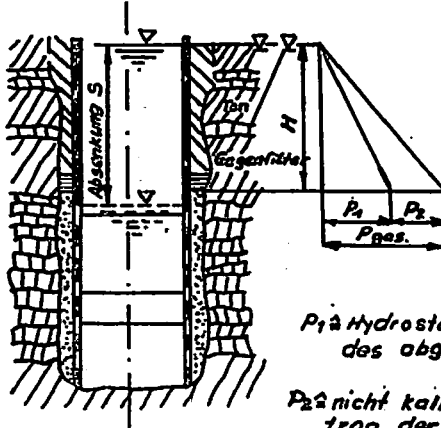
b) Erdruck an der Bohrlochwand



4.2 Beulbelastung durch die Wirkung von Differenzdruck über plastische (Ton) und elastische (Gegenfilter) Abdichtung auf den Endausbau

Figur 7 Differenzdruck als Beuldruck bei plastischer und elastischer Abdichtung

Diese Belastung tritt auf, wenn das Schutzrohr bei der Konstruktion verlorenen Ausbau (Figur 2) oder bei gültigem Endausbau (Figur 3a) mit Gegenfilter und Ton abgedichtet wurde und die hinter dieser



$P_1$  hydrostatischer Druck des abgESP. Grundwassers

$P_2$  nicht kalkulierbarer Betrag der schwimmenden Abdichtung

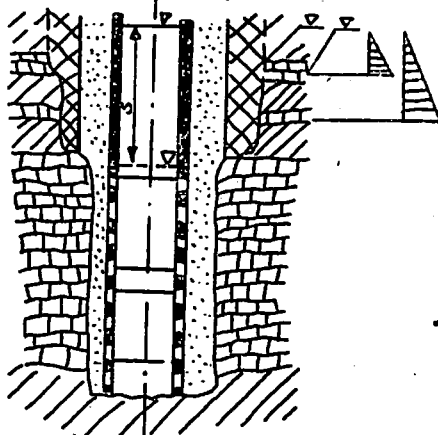


Abdichtung liegenden Grundwasserstockwerke mit noch so geringer Ergiebigkeit nicht an der Absenkung teilnehmen können. Der Maximalwert dieses Differenzdruckes tritt auf, wenn der Wasserspiegel bis oder auch unter die Abdichtung (Gegenfilter) abgesenkt wird. Durch die eingebrachte plastische Tondichtung, die sich hydraulisch ebenfalls wie eine Flüssigkeit mit hoher Dichte (schwere Spülung) verhält, wird dieser hydrostatische Druck noch um einen nicht kalkulierbaren Betrag verstärkt. Die Beulbelastung erreicht hohe Beträge, wenn eine Bohrung mit hohem Ruhewasserspiegel (nahe Rasensohle) verhältnismäßig tief mit Gegenfilter und Ton abgedichtet wurde und bis zum Gegenfilter oder tiefer abgesenkt wird. Die Beulfestigkeit nimmt im Quadrat mit der Wandstärke ab. Stahlrohre mit an dieser Stelle (Belüftung) oft durch Korrosion wenig reduzierter Wandstärke und die dauernde Wirkung des Beuldruckes im Lastspiel der Einschaltheufigkeit der UWM-Pumpen, gehen nach mehreren Betriebsjahren dadurch plötzlich und unvermutet an der Unterkante der Abdichtung zusammen. Diese Einbeulung ist in der Regel das Ende der Nutzungsfähigkeit und führt oft zu Notständen in der Versorgung und zum Verlust der gesamten UWM-Pumpeneinrichtung.

Dieser Beuldruck und die angeführten Wirkungen können auf den Brunnenausbau völlig vermieden werden, wenn die Abdichtung nach Figur 3b vorgenommen wird. Durch die einzementierte Schutzrohrfahrt tritt der Beuldruck der einzelnen Stockwerke getrennt bei Absenkung unter diesen Grundwasserstockwerken auf das

Figur 8

Einzementiertes Schutzrohr und Lose (nur mit Kies hinterfüllte) Endverrohrung

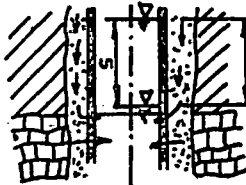


Verbundgewölbe Zement bzw. Stahl (Figur 8) auf. Durch die Reduzierung des Bauldruckes und die Vergrößerung der Baulfestigkeit wird diese Belastung dann sicher und auf Dauer abgefangen. Im Brunnen hinter der Endverrohrung kann sich durch die offene Kiesschüttung kein Differenzdruck, auch nicht als Unterdruck (Vakuum) bei Absenkung, bilden, vorausgesetzt, die Absenkung im Innenrohr erfolgt in der Größenordnung, daß der Wasserspiegel auch im Ringraum auf gleicher Höhe mitgehen kann. Ähnliche Ergebnisse wurden auch mit dem Kiesnachfüllrohr erreicht. Es wurde im VEB WAB Suhl an einer Vielzahl von Brunnen praktiziert.

#### 4.3 Baulbelastung durch plötzliches Absenken

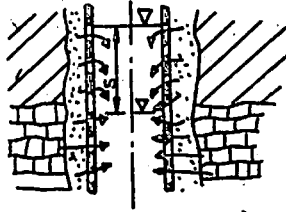
Diese Belastung kann auftreten, wenn im Brunnen mit geringer Ergiebigkeit die UWM-Pumpe eingeschaltet wird und kein oder nur geringer Gegendruck vorhanden ist. Durch die hohe Förderspitzte (Kennlinie der Pumpe) erfolgt ein blitzschnelles Absenken. Sind nun Vollwandrohre tief unterhalb des Ruhewasserspiegels eingebaut, so kann abhängig von der Körnung des Filterkieses im Ringraum der Wasserspiegel nachhinken (Figur 9a). Dieser kurzzeitig wirkende Differenzdruck kann bei Plastausbau, wenn nicht zum Sofortbruch, so doch zur Reduzierung der vorausberechneten Zeitstandfestigkeit führen. Bei Ausbau mit korrosionsfestem Material, wie Steinzeug oder Plaste, verfähre man unbesorgt so, daß die Filteroberkante in Nähe des Ruhewasserspiegels kommt (Figur 9b).

Figur 9 a) mit Vollrohre wesentlich tiefer als der Ruhewasserspiegel



Die Belüftung des Filters ist in diesem Fall ohne Folgen. Bei Werkstoffen mit grösserer Beulfestigkeit genügt auch im Vollwandbereich eine gro-

9b Vollrohre bis Ruhewasserspiegel

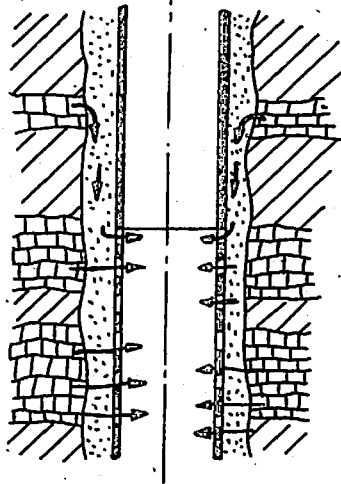


be Kiesschüttung. Besonderes Augenmerk ist auf den Hinterfüllungsvorgang im Vollwandbereich oberhalb der letzten Filterrohroberkante zu richten, damit sich beim Sinkvorgang kein Unterkorn klassifiziert absetzen kann, wodurch eine Art Gegenfilter mit abdichtender Eigenschaft entstehen würde. Hier tritt der gleiche gefährliche Effekt beim Absenken auf, wie bei Figur 7 und (4.2) angeführt. In der Regel heisst es:

Kies mit Unterkorn kann ohne Bedenken hinter das Filterrohr, dort wird er beim Klarpumpversuch abgesaugt, aber niemals im Vollwandbereich oberhalb der letzten Filterstrecke, dort soll nur grober Kies, je größer um so besser, eingefüllt werden.

Ein ebenfalls sehr schwerwiegendes Problem mit gleichem Effekt der Differenzdruckbildung tritt auf, wenn im Vollwandbereich ein ergiebiges Grundwasserstockwerk nach Figur 10 zu sitzen kommt. Diese den Gesetzen der Hydraulik widersprechende Ausbaumweise hat noch andere Betriebssicherheit und der Lebensdauer widersprechende Auswirkungen.

Figur 10



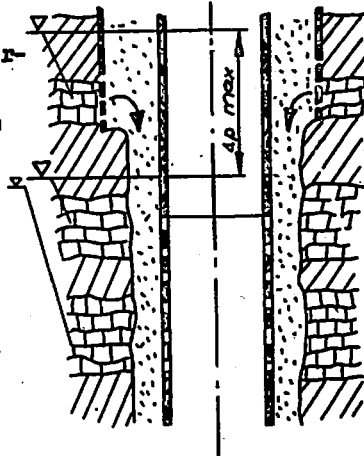
Durch die senkrechte Strömung in dem mit Kies verfüllten Ringraum mit denkbar ungünstigem hydraulischen Radius, wird vor allem im Sandstein, Schluffstein, Wechsellagenauspülungen (Suffusion) mit den gefährlichen Folgen, wie Hohlraumbildung, Setzen der Kiessäule, Versandung, hoher Pumperverschleiß und die bei intermittierenden Pumpenbetrieb unbedingt auftretenden Verstopfungen können Beulbelastungen nach 4.2 hervorrufen. Da ein solches Grundwasserstockwerk als Gefäß durch den hohen Reibwert in diesem hydraulisch ungünstigen Ringraum in der Ausflußöffnung wesentlich verkleinert wird, entstehen Fördermengendifferenzen und Absenkungsveränderungen zwischen dem unverrohrten Vorpumpversuch und dem Leistungspumpversuch nach dem Ausbau. Das heißt, daß nach dem Ausbau mit der Endverrohrung und der Hinterfüllung eine starke Leistungsminderung eintreten kann. Nach den Gesetzen der Hydraulik wird diese Leistungsminderung durch die Reibung in Differenzdruck umgewandelt (Bernoulli).

**4.4 Beulbelastung durch Freiziehen von Futterrohren im Vollwandbereich der Endverrohrung mit dahinterliegendem höher gespannten Grundwasserstockwerk**

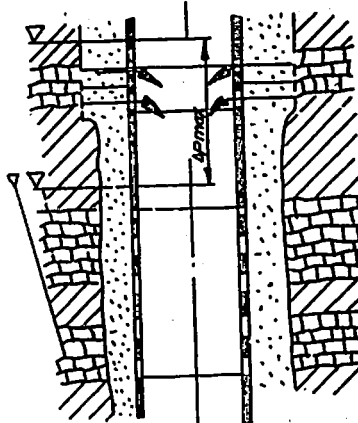
Hat ein mit Futterrohren abgesperres Grundwasserstockwerk einen höheren Überdruck über die bereits an den Brunnen abgeschlossenen Schichten und wird verlangt, daß dieses Stockwerk freigezogen wird, so tritt der Ausgleich mit einer unkontrollierbaren, mächtigen Druckspitze auf. Sind in Höhe des Stockwerkes Vollrohre eingebaut, so entsteht neben den Folgen nach 4.3

noch ein zusätzlicher Beuldruck bis der Ausgleich erfolgt ist oder wirkt als Dauerbelastung, wenn das untere Stockwerk die zufließende Wassermenge schluckt, ohne wesentlich anzusteigen. Besonders gefährlich ist dieses Problem unter anderem in Verkarstungen des Muschelkalkes und des Zecksteins. Wird die Bohrung bei diesen Fällen nach Figur 12 ausgebaut und das sollte man immer aus Sicherheit bei tiefem Ruhewasserspiegel in teilweise mit Futterrohren abgesperstem Bohrloch tun,

Figur 11



Figur 12

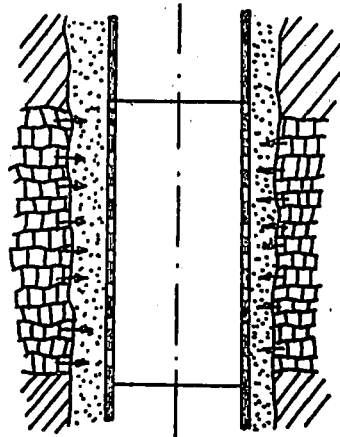


so erfolgt ein kontrollierter Ausgleich über die zusätzliche Filterstrecke.

#### 4.5 Baulast durch den Staudruck am Filtergerippe

Beim Einströmen des Grundwassers in den Kies und in die Filteröffnung entsteht ein Reibungswiderstand. Dieser wächst mit der Fließgeschwindigkeit und erzeugt als Differenzdruck (Filtersprung) eine Baulast. Diese Belastung tritt als Dauerbelastung auf. Sie kann im voraus einkalkuliert und mit dem Verhältnis Fördermenge zur Filterlänge in Grenzen gehalten werden, so lange ein stationärer Strömungszustand eingehalten wird. Gefährlich wird dieses Problem bei der Brunnenalterung, das heißt, wenn der Kies und die Filter sich durch Inkrustation versetzen.

Figur 13



DURCH STÄNDIGE KONTROLLE DER ABSENKUNG IM BRUNNEN, IM PEILROHR UND DER DAZUGEHÖRIGEN FÖRDERMENGE, KANN DER WASSERMEISTER DIESEN ZEITPUNKT FRÜH GENUG ERKENNEN, so daß durch eine Spezialbehandlung einer

Sanierungsbrigade annähernd der alte Zustand wieder hergestellt werden kann. In Gebieten, in denen eine hohe Inkrustationsrate auftritt, geht der Brunnen ohne diese Kontrolle und Spezialbehandlung unweigerlich zu Bruch.

#### 4.6 Sonstige Belastungen

Bei der Herstellung des Brunnens, genau beim Einbau der Endverrohrung und bei der Hinterfüllung treten besondere auch durch das angewandte Bohrverfahren bedingte Belastungen auf. Diese Belastungen können sein:

- Beulbelastungen durch Differenzdrucke beim Hinterfüllungsvorgang
- Beulbelastung durch den Ausgleich der Spülungssäule beim Spülbohrverfahren
- Zugbelastung beim Einbau der Endverrohrung mit Bodenplatte
- Zugbelastung durch feste Einspannung und Setzung der Kiessäule
- Knickbelastung beim hängenden Einbau der Endverrohrung und den Einbau auf die Bodenplatte
- Beulbelastung am verlorenen eingebauten Filter durch Ausgleich der Spülwassersäule beim Spülbohrverfahren
- Beulbelastung durch den Überdruck von Dickspülung beim Schürfbohrverfahren
- Thermische Belastung beim Abbindevorgang von Zement (nur zu beachten bei Plasteausbau)

Diese Belastungen sind durch den ausführenden Betrieb zu beachten und unter Kontrolle zu halten. Zur Vermeidung von

Havarien und volkwirtschaftlichen Schäden sollte der Bohrbetrieb diese beachten und im Projekt Maßnahmen zur Verhinderung bzw. Beherrschung als Arbeitsanweisung für die Bohrbrigade aufnehmen. Es gibt aber eine Reihe von Belastungen, die im Dauerbetrieb bei Havarien von UWM-Pumpen sowie bei deren Ein- und Ausbau auftreten und vom Wassermeister unbedingt zu beachten sind.

#### 4.6.1 Thermische Belastung durch elektrische oder mechanische Havarie an der UWM-Pumpe

Diese Belastung wird gefährlich beim Ausbau des Brunnens mit PVC-h-Rohren. PVC verliert bei Temperaturen ab 60° seine Gestaltfestigkeit und schon vor Erreichen dieser Temperatur wird das Rohr durch den Druck der Kieshinterfüllung zusammengedrückt. Eine Temperaturerhöhung tritt auf,

- wenn die eingebaute UWM-Pumpe Körperschluß bekommt und bei der Installation nicht beachtet wurde, daß ein PVC-Rohr nicht leitend ist. Es ist üblich, daß die UWM-Pumpe nur 3-adriges Kabel für die Wicklung, nicht aber eine Ader für die Erdung oder Nullung des Pumpenkörpers hat. Bei PVC-Rohren ist, falls nicht von vornherein 4-adriges Kabel vorhanden sein sollte, eine besondere leitende (kann blanker Draht sein) Verbindung vom Pumpenkörper bis zur Schutzmaßnahme in den übertätigen Schaltkasten zu schaffen. Erst dann spricht der Schutzschalter durch den Überstrom an. Geschieht dies nicht, so kann bei Körperschluß die jeweilige Wicklung als Tauchsieder arbeiten und eine örtliche Temperaturerhöhung im Grundwasser führt zur Beulung des Brunnenausbaues;



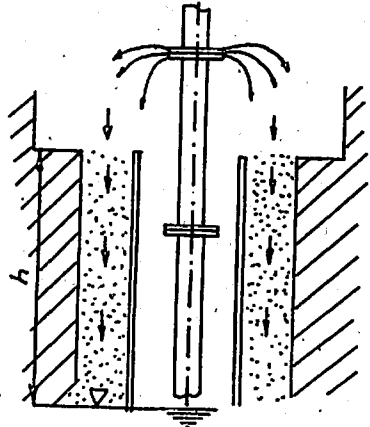
- Wenn bei der UWM-Pumpe der Mitnehmerkeil zwischen Pumpe und Motor absichert und der Motor ohne Kühlung läuft, entsteht ebenfalls eine starke örtliche Temperaturerhöhung. Abhilfe schafft hier eine Schutzschaltung, die auch bei Unterschreitung des Sollstromes oder ein an der Pumpe installiertes Kontaktthermometer, das über 30 °C Temperatur anspricht und den Steuerstromkreis des Schutzschalters unterbricht. Diese, bei FVO-Ausbau unbedingt notwendigen Maßnahmen (Garantieforderung des Brunnenbaubetriebes), haben gleichzeitig den Vorteil, daß der Reparaturausfall von UWM-Pumpen reduziert wird, weil Totalschäden sowohl an der Pumpe als auch am Motor vermieden werden, da diese Schutzvorrichtungen schon vorher ansprechen.

#### 4.6.2 Beulbelastung durch Eindringen von Wasser in den Ringraum von Übertage aus

Alle technischen Maßnahmen, die bei der Herstellung des Brunnens eingeleitet und durchgeführt werden, sind erfolglos, wenn bei Brüchen in der Leitung, bei Flanschverbindungen oder Formstücken große Wassermengen in dem mit Kies verfüllten Ringraum zwischen einzementierter Schutzrohrfahrt und Brunnenendausbau geraten (Figur 14). Dieser Vorgang wird nicht nur bei FVO-h'Ausbau gefährlich, sondern auch bei langen Stahlrohrvollstrecken, die bereits ankorrodiert sind, die Kiesschüttung nicht mehr ganz durchlässig ist, und der Betriebswasserspiegel sehr tief liegt.

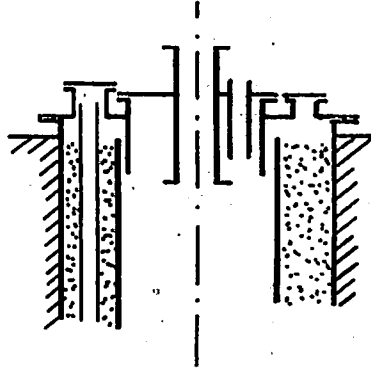
Eine Zerstörung durch den entstehenden Differenzdruck ist durchaus im Bereich des möglichen. Da diese Havarien nicht ganz auszuschließen sind und eventuelles Hochwasser oder Rücklaufwasser beim Pumpenwechsel die gleiche Gefahr bedeuten, ist es unumgänglich, bei der Brunnenkonstruktion nach Figur 3b, einen sicheren Brunnenabschluß zu schaffen, der das Eindringen von Wasser in den Ringraum verhindert. Einen solchen Brunnenkopf zeigt die Figur 15. Der Ringraum ist hier verschlossen, während das Innenrohr belüftet ist. Bei Pumpenwechsel wird der Landeflansch über dem Brunneninnenrohr geöffnet. Wasser kann also nur in das Innenrohr eintreten, wo es keine Baulwirkung hervorrufen kann. Das in der Mitte eingeschweißte Flanschstück verhindert selbst bei Undichtigkeiten an dieser Verbindung das Eintreten von Wasser in den Ringraum. Es sollte vom Bohrbetrieb gefordert werden, daß dieser Brunnenabschluß gleich zur Lieferung gehört oder dann nachgeliefert wird, sobald die übertägigen Bauarbeiten beginnen,

Figur 14



Figur 15

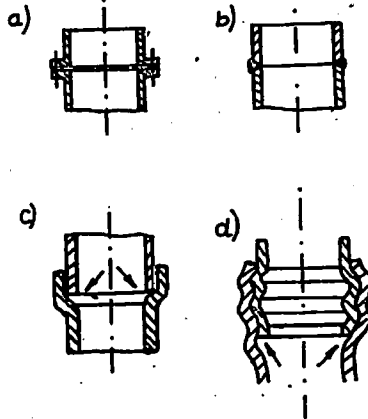
wenn die Brunnen-  
konstruktion nach  
Figur 3b ausgeführt wurde.  
Grundsätzlich jedoch  
ist bei dem Bau von  
Brunnenstüben auf  
eine einwandfreie  
funktionierende Ent-  
wässerung in einen nahe  
liegenden Kanal, Vorfluter oder  
ähnliche Abflußmöglichkeit  
zu achten.



**4.6.3 Maßnahmen zur Verhinderung der Deformation oder Zerstörung von Rohrverbindungen der Endverrohrung beim Ein- und Ausbau der UWM-Pumpeinrichtung**

Ansatzpunkt für solche Gefahren sind die Rohrverbindungen der eingebauten Endverrohrung. Rohrverbindungen, die kaum Ansatz zum Unterhaken haben sind Verbindungen wie

Figur 16



- gut zentrierte Außenflanschverbindungen (Figur 16a)
- gut zentrierte und gut ausgeführte Schweißverbindungen (Figur 16b).

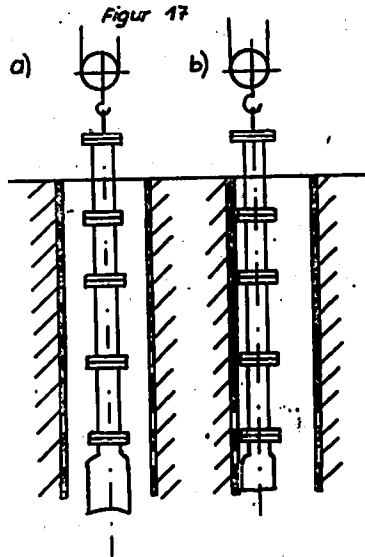
Sie werden jedoch wegen anderer Nachteile im Brunnenbau nur selten angewandt. Eine Gefahr zum Unterhaken bieten alle zur Zeit angewandten Verbindungen, wie

- Schiebemuffen (Stahlrohr, PVC-Rohr, Steinzeugrohr usw. Figur 16c);
- Spanlos angeformte Rundgewindeverbindungen (Stahlrohr Figur 16d).

Ist die Rohrverbindung nicht genau winkelig angeformt oder liegen Einbaufehler (Ausknicken in der Verbindung) vor, so ist die Gefahr besonders groß. Es steht fest, daß ein großer volkswirtschaftlicher Schaden durch die Folgeerscheinung des Unterhakens, die Deformierung, Zerstörung der Verbindung oder Bruch der Endverrohrung zur Folge haben. Es sind also Maßnahmen zur Erhöhung der Betriebssicherheit notwendig.

#### 4.6,3.1 Handhabung der Unterflasche (Lastgeschirr) beim Einbau oder Ziehen der UWM-Pumpe

Die Unterflasche des Hebezeuges ist genau auf Lochmitte (Rohrachse) auszurichten und während des gesamten Ein- und Ausbauvorganges dort zu halten (Figur 17a). Wird dieses nicht eingehalten, so führt das zum Schrägzug. Die Flanschen und die Pumpe schleifen an der Endverrohrung (Figur 17b) und ein Festfahren der Pumpeneinrichtung mit verheerenden Folgen ist gegeben. Bei der Verwendung des Kranwagens zum Ein- und Ausbau der Pumpeinrichtung ist darauf zu achten, daß die Unterflasche auf die Brunnenmitte eingerichtet wird. Der Ausleger des Kranwagens darf sich bis zum Abschluß der Ein- und Ausbauvorgänge nicht verändern. Bei der sonst großen Arbeitserleichterung, die ein mobiles Hebezeug bietet, ist es durchaus zuzumuten, daß jedes Flanschrohr von Hand abgeleitet und wieder aufgenommen wird.



#### 4.6.3.2 Einsatz von Flanschensteigleitungen

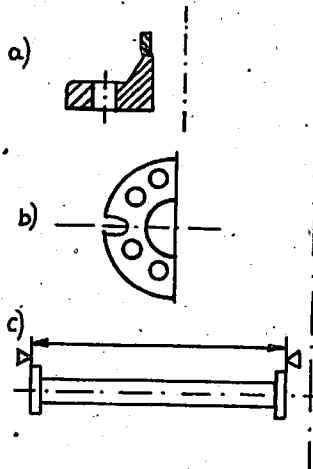
Flanschensteigleitungen sind wegen ihrer einfachen Handhabung und auch Herstellung für den Einsatz von UWM-Pumpen weit verbreitet. An der Herstellung dieser Flanschensteigleitung werden aber Minimalforderungen gestellt, die, wenn sie nicht eingehalten werden, Anlaß und Ursache zu Brunnenhavarien sein können.

- Die Flanschenaußenkanten, zumindest in der Ausbaurichtung, müssen eine minimale Rundung (Radius) oder eine Phase  $45^\circ$  von 10 mm besitzen (Figur 18a).
- Für die Kabeldurchführung mit sicherer Befestigung müssen Einfräsungen vorhanden sein (Figur 18b).
- Die Flansche müssen rechtwinklig zur Rohrachse angebracht und planparallel sein.

Beim Einbau der UWM-Pumpen mit Flanschensteigleitung sollte man folgendes genau beachten:

- Das Kabel ist durch die Einfräsung zu führen und sicher gegen Schlaufenbildung zu befestigen. Rutscht das Kabel durch, so entstehen Schlaufen, die zwischen den Flanschen und Endverrohrung ge-

Figur 18



raten und die Folgeerscheinungen sind aus der Praxis bekannt.

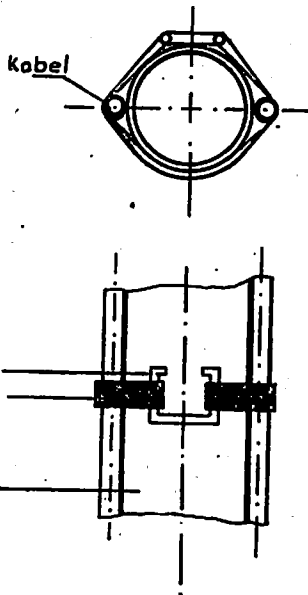
- Kabelmuffen sind gesondert zu befestigen, so daß sie sich auch bei geringstem Nachrutschen nicht querlegen können. Die günstigste Stelle ist dicht unter einem Flansch.

Zur Befestigung des Kabels sind keine scharfkantigen oder schneidenden Materialien zu verwenden. Ein alt bewährtes und gut funktionierendes sowie auch wirtschaftliches Befestigungsmittel ist die Verwendung von Gummiringen aus verbrauchten Schläuchen mit Rundeisenklammern, die in jeder Werkstatt einfach hergestellt werden können.

- Falsch und auch gefährlich ist die Verwendung von Flanschleitungen mit größerem Nenndurchmesser als der Anschluß der Pumpe selbst, so daß die Außenkante des Flansch einen größeren Durchmesser besitzt als der Pumpenkörper.

Rundeisenklammer  
Schlauchabschnitt  
als Gummiring

Steigrohr



#### 4.6.3.3 Einsatz von Gewinderohren als Steigleitung

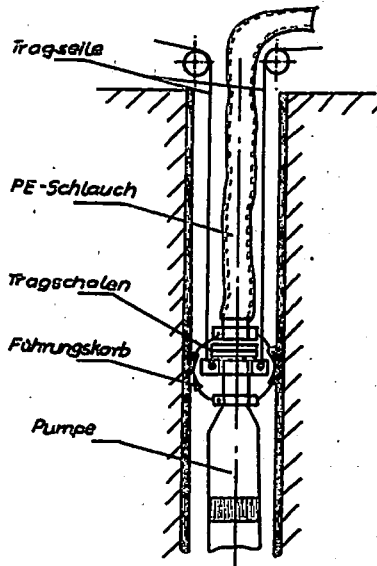
Bei den UVM-Pumpen der Bauserie 4", 6" und 8" nach TGL 23 941 ist der Einsatz von Flanschsteigleitungen wegen der Durchmesserhältnisse nicht mehr möglich. Beim Einsatz von Gewindesteigrohren ist zu beachten, daß die Pumpe bei Anlaufen einen kurzen Drehmoment gegen den Drehsinn erzeugt (Anlaufdruck). Eine gute Kontierung (Festziehen der Verbindung) oder noch besser eine Gewindeanführung, die sich dadurch festzieht, ist notwendig, um ein Verlieren der Pumpe beim Dauerbetrieb zu verhindern.

#### 4.6.3.5 Einsatz von PE-Schläuchen als Steigleitung

PE-Schläuche als Steigleitung können eingesetzt werden, wenn Druck- und Fördermenge eine Dimensionierung bei Beachtung der belastungsabhängigen Zeitstandfestigkeit (Lebensdauer) zulassen. Die Pumpe wird dabei an eine Tragschelle am Seil aufgehängt, wenn die Summe Einbaulast und Längskomponente des Betriebsdruckes die zulässige Belastung übersteigt (Figur 20).

In diesem Fall ist es unbedingt notwendig, einen Zentrierkorb über der Tragschelle anzubringen, damit ein

Figur 20

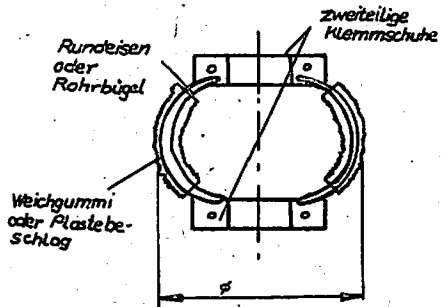




Unterhaken verhindert wird. Der Zentrierkorb muß, falls er aus Stahl gefertigt ist, bei PVC und Steinzeug einen Schlauchüberzug aus weichem Material (Gummischlauch, Weichplasteschlauch oder dergleichen) besitzen. Die Anfertigung solcher Zentrierkörbe (Figur 21) ist in jeder einfachen Werkstatt möglich und mit geringem Aufwand verbunden.

Es ist ein Zentrierkorb über jede einzubauende Pumpe anzubringen, gleichgültig, welche Steigrohrart zum Einsatz kommt. Der Aufwand ist gering und der Nutzen (Verlängerung der Lebensdauer) ist groß.

Figur 21



$\phi$  = Lichten  $\phi$  der Endverrohrung

Unbedingt notwendig ist der Einsatz von Zentrierkörben, wenn bei tiefem Wasserspiegel, bei An- und Ausschalten der Pumpen, die Steigleitung an die Endverrohrung schlägt. Eine weitere Gefahr ist das Durchhängen und die Schlaufenbildung des PE-Schlauches. Beim Ziehen der Pumpe ist der Schlauch unter allen Umständen straff zu halten.

## 5.0 Die Durchführung der Pumpversuche, ihre Aufgaben und Bedeutung

Während der Durchführung der Bohrarbeiten, vor dem Ausbau und nach Fertigstellung des Brunnens, werden, je nach Aufgabenstellung, Pumpversuche durchgeführt. Diese Arbeiten sind auch für die Ermittlung von hydrogeologischen Daten an Altbohrungen und anderen Fassungen erforderlich. Selbst der Dauerbetrieb von einzelnen und ganzen Brunnenfeldern sollte laufend so überwacht werden, daß Absenkung, Fördermenge, Reichweite des Absenkungstrichters und der Chemismus des Wassers ermittelt und registriert werden. An der Bedeutung der Pumpversuche soll der in der Praxis an den Anlagen arbeitende Werk tätige erkennen, wie wichtig und notwendig selbst im Dauerbetrieb die Messung und Registrierung von hydrologischen Daten ist.

### 5.1 Der Zwischenpumpversuch (ZPV)

Ein Zwischenpumpversuch wird durchgeführt, wenn ein durchbohrter Bereich in der Ergiebigkeit oder im Chemismus überprüft werden soll. Der ZPV wird vom Hydrologen angeordnet, wenn er aus Altaufschlüssen oder aus Erkundungsergebnissen über die Bereiche keine zuverlässigen Werte besitzt. Er kann nur durchgeführt werden, wenn der unverrohrte zu testende Bereich standfest ist. Es wird gemessen die Absenkung, die Fördermenge, es werden Proben des Wassers untersucht, um Angaben über den Chemismus zu erhalten.

## 5.2 Der Vorpumpversuch (VPV)

Der VPV wird vor Ausbau der Bohrung analog des ZPV durchgeführt.

Es wird vom Hydrogeologen angeordnet, wenn er keine anderen Daten besitzt, um zu entscheiden, ob die Bohrung ausgebaut werden soll oder nicht. Er kann ebenfalls nur durchgeführt werden, wenn der unverrohrte Teil der Bohrung standfest ist. Die Messung von anderen Meßstellen, wie Pegel, Vorfluter und dergleichen erfolgt in der Regel nicht, da die kurze Pumpzeit von ca. 24 Stunden nicht ausreicht, um andere Beeinflussungen nachzuweisen.

Bei der Durchführung dieser unverrohrten Pumpversuche sind Sicherheitsmaßnahmen zur Verhütung des Zusammenbruches der Bohrung durch Nachfall (Druckdifferenzen) vom Bohrbetrieb erforderlich. Ist das Risiko zu hoch, so wird diese Art von Vorpumpversuchen nicht durchgeführt. Das trifft dann zu, wenn die Verwitterungsrinde und andere nicht standfeste Formationen hinter den Futterrohren nicht zementiert werden konnten.

Ein ZPV und VPV ist sinnlos, wenn die Bohrung mit Futterrohren im Bereich der Wasserführung ausgebaut ist. Wird trotzdem ein VPV oder ZPV durchgeführt, kann der Nachfall hinter den Rohren nicht mehr entfernt werden und führt zu Verstopfungen und somit zu schweren Qualitätsminderungen des Brunnens.

### 5.3 Der Klarpumpversuch (KPV)

Nach Ausbau und Hinterfüllung der Bohrung mit Filterkies wird der KPV durchgeführt. Er hat die Aufgabe, in der Bohrung die Zuflüsse anzuwaschen und zu säubern. Der KPV wird solange gefahren, bis das Wasser klar und sandfrei ist. Zur Erreichung eines möglichst großen Wascheffektes sollte dieser Pumpversuch intermittierend und stoßweise gefahren werden (Bohrlochkolbenpumpe oder Mammutpumpe).

Gemessen wird ebenfalls die Fördermenge und die Absenkung, um eine Übersicht über die bereitzustellende UWM-Pumpe für den nachfolgenden Leistungspumpversuch zu erhalten.

### 5.4 Der Leistungspumpversuch (LPV)

Der Leistungspumpversuch ist der Probetrieb der Anlage und wird nach TGL 23 864/1-2 (Pumpversuche) durchgeführt. Es werden zur Ermittlung der Brunnenkennlinie (Fördermengen, Absenkungsdiagramme) die erforderlichen Betriebspunkte ermittelt (Pumpversuchsstufen). Es wird in jeder Stufe laufend gemessen, die Absenkung, die Fördermenge und die Beeinflussung in benachbarten Fassungen, wie Pegel, Vorfluter. Wasserproben zur chemischen Überwachung werden entnommen. Zu beachten ist, daß gegen Ende des Leistungspumpversuches die bakteriologische Probe sowie eine Vollanalyse durchgeführt werden muß. Sie ist erforderlich für die Freigabe als Trinkwasser.

Gemessen wird bei jedem Pumpversuch die erste Anstiegsphase nach der Abschaltung der UWM-Pumpe. Diese Wiederanstiegsphase ermöglicht eine Berechnung der Ergiebigkeit nach gesonderter Ableitung aus dem instationären Strömungszustand. Die Zeitabstände der Messungen werden von Hydrogeologen vorgegeben.

## 6.0 Alterungserscheinungen bei Bohrbrunnen

Das Latern der Brunnen erfolgt im wesentlichen auf der Veränderung, der Beschädigung oder durch Zuwachsen der Filterrohröffnungen. Die Ursachen, die zur Alterung von Bohrbrunnen führen, können in nachstehende Gruppen eingeteilt werden:

### 6.1 Versandung

Die Versandung ist rein physikalischer Natur und beruht auf der Schleppkraft des Grundwassers. Dies tritt insbesondere dann auf, wenn die Entnahmemengen und damit die Grundwassergeschwindigkeit in Brunnennähe zu groß wird. Bei diesem Vorgang werden Sande und Tone aus dem Grundwasserleiter herausgespült und setzen den Filterbereich zu. Weiterhin können Brunnen versanden, wenn durch Korrosion der Brunnenausbau beschädigt ist und somit Kiese und Sande in das Brunneninnere eindringen können.

Verstopfungserscheinungen treten auf, wenn die Hinterfüllung in der Korngröße in etwa der Größe der Filterschlitzes oder des Gewebes entspricht (Einlagerung in die Schlitzes oder Gewebeöffnung).

Versandungs- und Verstopfungserscheinungen treten ebenfalls auf, wenn Ausbaufehler nach 4.3 vorliegen und zu Ausspülungen (Suffusion) führen.

## 6.2 Korrosion

Die Korrosion sind chemische und elektrochemische Vorgänge, die in der Hauptsache von der Aggressivität des Grundwassers und von dem Einbaumaterial des Bohrbrunnens abhängig sind. In Auswirkung der Korrosion kann eine teilweise bzw. völlige Zerstörung des Brunnenausbaues erfolgen. Dies ist bei der Festlegung des Ausbaues, insbesondere bei der Festlegung des Ausbaumaterials, zu berücksichtigen. Metallische Filterrohre müssen mit einem korrosionsbeständigen Schutzüberzug versehen sein; besser ist jedoch neutrales Filtermaterial, wie Kunststoff, Steinzeugrohr usw., zu verwenden.

## 6.3 Inkrustationen - Verockerungen

Inkrustationen sind die Erscheinungen, die durch Ausscheiden von den im Wasser gelösten Substanzen am Filterrohr sich ablagern. Der gesamte Filterbereich wird allmählich abgedichtet und hat eine starke Verringerung der Ergiebigkeit zur Folge. Unter Verockerung versteht man die Ablagerungen von Eisen- und Manganverbindungen.

Die chemische Bildung der genannten Verbindung ist in Bohrbrunnen im wesentlichen nur dann zu erwarten, wenn im oberen Bereich des Grundwassers (Kapillarsaum) belüftet und mit sauerstofffreien eisenhaltigen Wässern tiefer liegender Grundwasserschichten vermischt wird. Dieser Vorgang wird besonders gefördert, wenn der abgesenkte Grundwasserspiegel unter der Filteroberkante liegt und das sauerstoffhaltige Oberflächenwasser nicht vollständig durch brunnentechnische Maßnahmen abgedichtet wurde. Bei dem Ausbau von Bohrbrunnen sollte dann immer darauf geachtet werden, daß die Absenkung bei der Nutzung der maximalen Leistung ( $m^3/d$  siehe Ergebnisbericht) nicht in den Filter erfolgen sollte, wenn der Brunnen oberflächennahes Wasser mit Nutzen nutz.

Die biologische Brunnenverockerung ist auf die Lebendigkeit von Mikroorganismen, wie Eisen- und Manganbakterien zurückzuführen. Ihre Ausscheidungen sind feste Eisen- und Manganoxhydrat, die die Schlitzlöcher der Brunnenfilterrohre und die Kiesschüttung zusetzen können.

#### 6.4 Maßnahmen

Bei dem durch die Messung im Kapitel 4.5 festgestellten Beginn der Alterungserscheinungen können Maßnahmen zur Regenerierung eingeleitet werden.

#### 6.4.1 Regenerierungsmöglichkeiten

- Mechanische Reinigung mittels Bürsten und Scheiben
- Praßluftbehandlung
- Säuerung mit Salzsäure
- Gammabestrahlung
- Möglichst ununterbrochener Betrieb der Brunnen bei konstant gehaltener Absenkung
- Einschieben eines neuen Filterrohres bei Brunnenkonstruktionen nach Figur 3a
- Ziehen der Filterrohre, Entfernen der alten Kiesel- schüttung und Neuausbau bei der Brunnenkonstruktion nach Figur 2 und Figur 3b.

Für Bohrbrunnen im Festgestein bestehen Spezialbrigaden (Sanieranlagen) beim VFB Hydro Nordhausen, die Regenerierungsarbeiten auch bei Alterungserscheinungen durchführen. Diese Brigaden verfügen über besondere Ausrüstung und Erfahrungen bei Sanierungsarbeiten. Zur Qualifizierung des Bedienungs- und Wartungspersonals des Rechtsträgers der Brunnenanlage, sollten während des Einsatzes der Spezialbrigaden mit hinzugezogen werden.

#### 7.0 Trinkwasserschutzgebiet

Eine wichtige Voraussetzung für die Nutzung des Grundwassers als Trinkwasser ist die Festlegung des Trinkwasserschutzgebietes. Das ist erforderlich, um das Grundwasser vor Verunreinigungen bzw. vor schädlichen Einflüssen auf das Rohwasser zu schützen. Bei der Festlegung von Trinkwasserschutzgebieten sind die hydrogeologischen und hydrologischen Erkenntnisse, insbesondere über die vorhandenen Deckschichten, von großer Bedeutung.



Es werden, wie auch bei Quelldarboten, 3 Schutzzonen durch die Trinkwasserschutzkommission festgelegt. Bei der Festlegung werden notwendige Verbote und Nutzungsbeschränkungen ausgesprochen sowie Auflagen erteilt. Von dem Rechtsträger der Grundwassergewinnungsanlage ist streng auf deren Einhaltung zu achten. Weitere Einzelheiten siehe TGL 24 348/1-4.

## 8.0 Die Mitwirkung und Kontrolle des Auftraggebers bei den technischen Arbeiten zur Herstellung von Bohrbrunnen

### 8.1 Vorbereitung

Wird eine Brunnenbohrung zur Durchführung vorbereitet, so hat der Auftraggeber in der Regel die Baufreiheit zu schaffen (Gestaltungsvertrag, Zufahrt zum Bohrplatz, Angaben wo Kabel und Leitungen im Untergrund liegen usw.). Da die Bohrbetriebe vielfach für die speziellen Bedingungen ausgerüstet sind, sollten im Anlaufgespräch für die Projektierung Einzelheiten dazu festgelegt werden.

### 8.2 Projektierung

Für die Durchführung der Projektierung sollten dem Bohrbetrieb alle vorhandenen Unterlagen und Resultate zur Auswertung mit übergeben werden. Es sind dem Projektanten Angaben und Hinweise zu geben, bei welcher Dienststelle er weitere Auskünfte über die zu projektierende Bohrung erhalten kann.

Besonders wichtig sind Angaben über Altaufschlüsse (Bohrprofile), wie Fördermenge, Absenkung, Ruhewasserspiegel, Chemismus usw., aus in der Nähe liegenden Brunnenanlagen. Im Projekt werden bindende Festlegungen über die Konstruktion und alle Arbeitsvorgänge getroffen. Reicht der Kenntnisstand nicht aus, um alle Arbeitsvorgänge zu präzisieren, so sind diese der Arbeiten gleitend zu projektieren. Das heißt, es werden nach den tatsächlich vorgefundenen Verhältnissen operative Änderungen von den im Projekt getroffenen Annahmen vorgenommen. Die Festlegungen sind mit dem Auftraggeber und dem Objektgeologen abzustimmen. Das Projekt sollte vor Abschluß des Vertrages vor einem dazu geeigneten Gremium verteidigt werden.

### 8.3 Kontrollen während der Durchführung der technischen Arbeiten

In dieser Phase sollen die Befahrungen des vom Auftraggeber verantwortlichen Kollegen für diese Kontrollen der projekt- und qualitätsgerechten Durchführung vorgenommen werden. Bei den Kontrollen sollten in jedem Fall die Arbeits- und Brandschutzbestimmungen mit berücksichtigt werden.

#### 8.3.1 Aufbau

In der Phase des Aufbaues sind folgende Kontrollmöglichkeiten gegeben:

- Übereinstimmung des verpflockten bzw. vermessenen Standortes mit dem tatsächlichen Ansatzpunkt

- Die Einhaltung der Organisation für die Sicherstellung des Umweltschutzes (Tankanlagen, Tropfwannen usw.)
- Die Einhaltung der Qualität des für den Zweck der Bohrarbeiten notwendig werdenden Fremdwassers
- Einhaltung der besonders festgelegten Maßnahmen bei Arbeiten in der Trinkwasserschutzzone oder im Einzugsgebiet bestehender Fassungsanlagen der Trinkwassergewinnung.

### 8.3.2 Bohrarbeiten

Hier sind folgende Kontrollmöglichkeiten gegeben:

- Die Registrierung des Ruhewasserspiegels bei Trockenbohrverfahren
- Die Registrierung der zugeführten Spülwassermenge bei Spülbohrungen
- Der ordnungsgemäße Einbau von Futterrohren und Abdichtungen laut Projekt
- Die Einhaltung des vorgegebenen Bohrdurchmessers laut Projekt und Messung des Meißels
- Die Entnahme der festgelegten Wasserproben beim Bohrprozeß und deren ordnungsgemäße Beschriftung
- Die chemische Überwachung wird, wenn nicht anders festgelegt worden ist, durch den Auftraggeber übernommen

### 8.3.2.1 Bohrgutgewinnung und -behandlung

Das Bohrgut liefert einen allgemeinen Aufschluß über den geologischen Aufbau im Bereich der Wasserbohrung und wird vom Geologen in Form eines Schichtenverzeichnisses ausgewertet.

Die Bohrgutgewinnung und -behandlung ist nach TGL 23 977 bei Spülbohrungen und nach TGL 23 979 bei Trockenbohrungen vorzunehmen. Es ist darauf zu achten, daß entsprechend den Festlegungen im vorliegenden Projekt und den Anweisungen des betreuenden Geologen, durch den Bohrbetrieb eine gewissenhafte Bohrgutgewinnung und -behandlung erfolgt. Das Bohrgut bildet gleichzeitig eine wichtige Abrechnungsgrundlage aufgrund der unterschiedlichen Bohrbarkeit.

### 8.3.2.2 Geophysikalische Vermessung

Liegen vom Gebiet der abgeteuften Bohrung keine hydrogeologischen Erkundungsergebnisse vor, so wird in der Regel im Projekt die Festlegung getroffen, die unverrohrten Bohrungen geophysikalisch zu vermessen.

Diese Vermessung ergeben Hinweise und Aufschlüsse über die Beschaffenheit des Bohrloches, so z.B.

- genaue Einordnung der Schichtgrenzen
- Kaliber und Auskalkungen
- Lokalisierung der Zuflußhorizonte
- Abweichung zur vertikalen Achse
- Endteufe, Temperaturverlauf, Unterkante, Hilfsverrohrung
- Kontrolle des Zementschubes (Abdichtung).

Eine provisorische Auswertung erfolgt durch den Leiter des Maßtrupps mit dem Anlagenleiter oder dem verantwortlichen Bohrgebietsleiter, dem Auftraggeber, dem Objektgeologen, um eventuell neue Erkenntnisse beim Ausbau der Bohrung berücksichtigen zu können. Die Dokumentation der Meßergebnisse ist dem Ergebnisbericht beizufügen.

### 8.3.3 Einbau der Endverrohrung

Es können folgende Arbeitsvorgänge kontrolliert werden:

- Kontrolle der Endteufe durch Lotung oder Gestängekontrolle (nur dann notwendig, wenn keine geophysikalische Vermessung erfolgt)
- Beschaffenheit der Ausbaurohre und ordnungsgemäße Ausführung der Rohrverbindung
- Einhaltung der festgelegten Filter- und Vollrohrstrecken entsprechend der Anweisung oder der Ausführung des Projektes
- Einhaltung der vorgegebenen Einbautechnologie mit den dafür notwendigen Einbauwerkzeugen.

#### 8.3.3.1 Einhaltung der Qualität der Filterrohre

Das Material der Filterrohre soll eine lange Lebensdauer des Brunnens gewährleisten und muß daher gegen Angriffe aggressiven Grundwassers beständig sein. Es ist deshalb darauf zu achten, daß die angelieferten Stahlfilterrohre eine einwandfreie Isolierung aufzeigen. Filterrohre mit beschädigter Isolation sind vor dem Einbau nachzuisolieren oder bei zu großen Schäden für den Einbau abzulehnen.

Bei der Verwendung von Filtermaterial aus Plaste oder Steinzeug ist gerissenes, gesprungenes Material für den Einbau abzulehnen.

#### 8.3.4 Hinterfüllung

Es bestehen folgende Kontrollmöglichkeiten:

- Einbringung des Hinterfüllungsmaterials nach der vorgesehenen Technologie, entsprechend der Festlegung der Projektierungsunterlagen. Eine Abweichung der festgelegten Technologie kann nur durch eine Anweisung des entsprechenden Objektverantwortlichen erfolgen.
- Die Durchführung der vorgesehenen Lotung während des Hinterfüllungsprozesses sowie die Registrierung der Hinterfüllungsmenge.

#### 8.3.4.1 Beschaffenheit des Filterkieses

Der Filterkies hat im Festgestein, von Ausnahmen (bindemittelarmer Sandstein, Verwitterungsschichten oberflächennah oder Störungen) abgesehen, nicht die Rückhaltefunktion von Sand- und Schwebstoffen, sondern übt mehr eine Stützfunktion zwischen den einzelnen Körnern der wasserführenden Schicht und dem Filterrohr aus. Der angelieferte Kies auf der Baustelle ist hinsichtlich seiner Güte zu prüfen. Es ist besonders darauf zu achten, daß der Kies sauber gewaschen ist und keine lehmigen oder tonigen Spuren enthalten sind. Wichtig ist, zu prüfen, ob sich organische Stoffe, wie Kohle, Mutterboden, Torfreste, Wurzeln usw. im Kies befinden. Wenn ja, ist eine Waschung des Kiesel vor Einbau in den Brunnen vorzunehmen bzw. bei sehr starker Verschmutzung ist der Einbau des Kiesel abzulehnen.

Die Korngröße sowie die Qualität muß der TGL 22 964 entsprechen. Die unterste Korngröße des Filterkieses soll die im Projekt festgelegten Korngröße nicht unterschreiten.

### 8.3.5 Pumpversuch

Der Pumpversuch ist gemäß der TGL 23 864 durchzuführen. Bei der Durchführung des IPV sind durch den Auftraggeber die Meßwerte (stichprobenhaft) zu kontrollieren und eventuelle Abweichungen in das Pumpversuchsprotokoll einzutragen. Die Messung von Wasserständen ist mit den dafür geeigneten Instrumenten durchzuführen (nicht mit Flaschen oder ähnlichen Gegenständen). Gibt es große Abweichungen bzw. nachweisbare Fahrlässigkeiten, z.B. Verschreiben des Pumpversuchsprotokolls, ist darauf zu achten, daß der Pumpversuch wiederholt wird.

#### 8.3.5.1 Wasserproben

Bei der Durchführung der Bohrarbeiten und des Pumpversuches ist nicht nur die quantitative Seite, sondern auch die Qualität des geförderten Grundwassers von ausschlaggebender Bedeutung für die Nutzung als Trinkwasser entsprechend der TGL. Die Anzahl der zu entnehmenden Wasserproben sowie der Zeitpunkt der Entnahme wird durch den Geologen festgelegt. Besonders zu kontrollieren gilt:

- Die Entnahme (nur aus dem fließenden Wasser, die Probeflasche ist mit dem Probewasser vordem Füllen gut auszuspülen)
- Die Aufbewahrung und der Transport (kühle Aufbewahrung - Standzeiten der Proben an der Bohrstelle so klein wie möglich halten)

- Die genaue Kennzeichnung der Wasserproben (Pumpmenge, m<sup>3</sup>/h, Absenkung in Meter, Tag und Uhrzeit, Probennehmer, Objekt, Wassertemperatur).

Die bakteriologischen Proben bei dem Leistungspumpversuch werden durch Fachkräfte der dafür vorgesehenen Labors gezogen. Bei vorgesehener Trinkwassernutzung ist vor Einspeisung in das Versorgungsnetz eine Freigabe durch die zuständige Kreisgesundheitsinspektion einzuholen (Verordnung über die hygienische Überwachung der zentralen Wasserversorgungsanlagen vom 23. 8. 1951).

Durch die Messung der Leitfähigkeit des Wassers während der Bohrarbeiten kann die Anzahl der Probenahmen für die chemische Überwachung reduziert werden. Ändert sich die Leitfähigkeit, hat sich der Chemismus verändert und eine Probe muß entnommen und ausgewertet werden. Besonders wirkungsvoll ist diese Überwachungsmethode bei Bohrungen, die mit umgekehrter Klarwasserspülung (Saugbohren, Lufthebebohrverfahren) abgeteuft werden. Durch Unterdruck am Meißel wird beim Durchbohren eines Wasserleiters auch Wasser von diesem im Moment des Anbohrens mit angesaugt. Zeigt die Leitfähigkeit in diesem Moment andere Werte als sonst, hat sich der Chemismus geändert.

### 9.0 Übergabe des Bohrbrunnens

Nach Abschluß des Leistungspumpversuches und nach Beräumung der Baustelle erfolgt die Übergabe des Brunnens an den Auftraggeber. Durch den verantwortlichen Anlagenleiter wird der Abschlußbericht ausgearbeitet und dem Auftraggeber zur Bestätigung vorgelegt. Der Abschlußbericht ist die Grundlage für die Abrechnung des Bohrbrunnens. Er muß alle durchgeführten Arbeiten sowie den Materialaufwand enthalten. Die Bohrfähigkeitsklassen sind durch



den Objektgeologen zu bestätigen. Nach Vorlage des bestätigten Ergebnisberichtes ist dem zuständigen Wassermeister eine Ausbauzzeichnung sowie das Pumpversuchsprotokoll zu übergeben.

#### 10.0 Betrieb der Bohrbrunnen

Die Förderung von Grundwasser wird in der Regel mit UVM-pumpen durchgeführt. Kreiselpumpen werden ebenfalls eingesetzt, solange die zulässige Saughöhe nicht überschritten wird.

#### 10.1 Auswahl der Pumpenaggregate

Entsprechend den Leistungsparametern des Bohrbrunnens ist die max. Entnahmemenge in  $m^3/h$  vorgegeben. Eine Überschreitung des Leistungsvermögens lt. hydrogeologischen Ergebnisberichten bzw. die Entscheidung der ZVK ist nicht vorzunehmen. Dies geht zu Lasten der Lebensdauer des Bohrbrunnens und führt zu ernsthaften Störungen im Wasserhaushalt und bringt zusätzlich noch negative Veränderungen der Qualität des geförderten Grundwassers. Ein intermittierender Betrieb des Bohrbrunnens ist zu vermeiden. Das Pumpenaggregat ist nur so auszuwählen, daß ein möglichst gleichmäßiger Förderbetrieb durchgeführt wird, wobei die Ermittlung der Förderhöhe eine wesentliche Rolle spielt.

#### 10.2 Pumpenein- und -ausbau

Der Einbau von Unterwassermotorpumpen soll nicht innerhalb der Filterrohrstrecke erfolgen. In der Regel werden in einem Produktionsbrunnen mehrere Vollrohre eingebaut, die es ermög-

lichen, den Einbau der UWM-Pumpen entsprechend der Notwendigkeit variabel vorzunehmen. Bevor die UWM-Pumpe in den Brunnen eingebaut wird, sollte die Tiefe gelotet werden. Die UWM-Pumpe ist vor Einbau weiterhin auf ihre Gängigkeit der Pumpenwelle, der Rückschlagklappe und der Wasserfüllung des Pumpenmotors (insbesondere bei der U-Reihe) zu überprüfen. In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits mehrfach auf bestimmte Kriterien beim Einbau von Fördereinrichtungen hingewiesen. Es sollen jedoch, da es von großer Bedeutung ist, nochmals die wichtigsten Arbeitsgänge und Maßnahmen genannt werden. Es ist darauf zu achten, daß

- der Haken des Hebezeuges genau in der Mitte des Brunnenausbaues hängt
- die Flanschverbindungen senkrecht zur Rohrachse sitzen
- die Schrauben bei Flanschverbindungen gleichmäßig angezogen werden, um einen senkrechten Einbau zu ermöglichen
- nur neue bzw. unbeschädigte Gummidichtungen verwendet werden
- eine Montageschelle immer an der Steigleitung festgeschraubt ist, um einen Absturz der Pumpe beim Versagen des Hebezeuges zu verhindern
- das Stromkabel beim Ablassen der Pumpe von Hand nachgelassen wird, um jegliche Zugeinwirkungen rechtzeitig vorzubeugen
- das Stromkabel durch Kabelschellen an der Steigleitung befestigt wird
- die Tragschelle an der Steigleitung im Brunnenkopf bei provisorischer Nutzung nicht auf dem Brunnenausbau aufliegen darf, da sonst Vibrationen und sonstige Druckbelastungen den Brunnenausbau, insbesondere bei älteren Brunnen, stark beschädigen können

- im Brunnenvorschacht an der Druckleitung ein Zapfhahn für die Entnahme von Wasserproben installiert wird.

Bei der Erstinbetriebnahme sollte die Pumpe anfangs kurzzeitig gedrosselt gefahren werden, um durch zu plötzliche und zu große Wasserförderung den Brunnen nicht zu überlasten und keinen Sand mitzureißen.

Im Dauerbetrieb ist eine regelmäßige Überwachung der Förderleistung, der Absenkung und der Wasserqualität notwendig. Darüber hinaus sind exakte Aufzeichnungen durch den Betriebsdienst vorzunehmen.

## 11.0 Überwachung beim Betrieb der Bohrbrunnen

### 11.1 Förderleistung und Absenkung

In den vorangegangenen Ausführungen ist deutlich zum Ausdruck gekommen, welche Bedeutung die Messung der Förderleistung und der Absenkung für eine Charakteristik eines Bohrbrunnens hat bzw. können Aussagen über den Alterungsprozeß getroffen werden. Die Messung der Förderung hat täglich zu erfolgen und ist in die entsprechenden Formulare für den Betriebsdienst einzutragen. Die Messung und Überprüfung der Absenkung ist, wenn nicht automatische Aufzeichnungegeräte vorhanden sind, entsprechend des Meßrhythmus der WWD, 4 x monatlich vorzunehmen. Die Meßtermine liegen in dem jeweiligen Monat am 1., 8., 15. und am 21. Tag. Die Meßergebnisse der Absenkung zur vorgegebenen Terminstellung erfolgt korrespondierend zur Fördermenge in das Formular.

### 11.2 Chemische und bakt. Überwachung im Dauerbetrieb

Die Überwachungspflicht erfolgt entsprechend der Gesetze bzw. der Verordnung über die hygienische Überwachung der zentralen Wasserversorgungsanlagen-Werkstandard Nov. 1973 N9. 0059. Für die Entnahme von Wasserproben ist in jedem Fall auf der Druckleitung vor Vermischung mit anderem Wasser eine Probsentnahmemöglichkeit zu schaffen. Es muß darauf geachtet werden, daß die Entnahmestelle so nah wie möglich an der Gewinnungsanlage installiert wird. Bei Vorhandensein von Brunnenschächten ist ein Zapfhahn (max. 1 Zoll) am Brunnenkopf zu installieren. Die Probsentnahmen und Untersuchungen sind nach den ausgewählten Methoden der Wasseruntersuchungen von 1972 vorzunehmen. Durch das zuständige Wasserlabor des Betriebes sind die vorliegenden Untersuchungen auszuwerten, um jederzeit die Entwicklung der Qualität nachweisen zu können.

### 11.3 Überprüfung der Förderung auf Sandteile

Es ist notwendig, in regelmäßigen Abständen bei genutzten Bohrbrunnen eine Überprüfung der Förderung auf Sandbestandteile vorzunehmen. Dies kann durch das Brunnenabnahmegerät (VEB WAB Neubrandenburg NV 61/8772 F) bzw. durch Ziehen von Wasserproben zur Sandkontrolle vorgenommen werden. Durch rechtzeitiges Erkennen der Sandführung können entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden, um einen erhöhten Verschleiß der Förderreinrichtungen zu vermeiden. Gleichzeitig ist bei Pumpenwechsel der Brunnen zu loten, um auch hierdurch festzustellen, wie stark die Verschlammung bzw. Versandung ist. Hierüber sind entsprechende Aufzeichnungen im Brunnenbuch zu führen.

#### 11.4 Kontrolle des Filterkieses im Brunnenraum

Bei den Bohrbrunnen, bei denen die Kieshinterfüllung bzw. ein Kiesnachfüllrohr eingebaut wurde, ist periodisch der Kiesstand zu kontrollieren und gegebenenfalls nachzufüllen. Hierzu ist eine Bevorratung mit Filterkies (ca. 0,25 - 0,50 m<sup>3</sup>) vorzunehmen.

## L i t e r a t u r n a c h w e i s

1. H. Kittner, W. Starke,  
D. Wissel  
Wasserversorgung  
Taschenbücher für das  
Bauwesen  
Berlin: Bauwesen 1964
  2. K.-F. Busch  
Wasserversorgung in  
Stadt und Landwirtschaft  
Leipzig: Teubner 1956
  3. Brix, Heyd, Gerlach  
Die Wasserversorgung  
München: Oldenbourg 1963
  4. Bieske, Erich  
Leitfaden für den Brunnen-  
bau
  5. Autorenkollektiv  
Spravočnik po bureniju i  
oborudovaniju skovašiu na  
vodu  
(Handbuch für das Bohren  
und für die Ausrüstung von  
Brunnen)  
Moskau: "Nedra" 1972  
510 S.
  6. NV 61 87 72 F  
Brunnenabnahmegerät  
Neubrandenburg
  7. Bieske, Erich  
bbr - Fibel für den Brunnen-,  
Wasserwerks- und Rohrleitungsban
  8. Bieske, Erich  
Bedienungsanleitungen für UWM-  
Pumpen
- Gbl. Teil I 23. 8. 1951/794
- |              |       |   |
|--------------|-------|---|
| TGL 22 433   | 04.71 | Trinkwasser, Gütebedingungen  |
| TGL 22 964   | 03.69 | Filtersande, Filterkiese  |
| TGL 23 864/1 | 09.70 | Hydrogeologie; Pumpversuche<br>Vorbereitung, Aufbau und Kontrolle<br>der Versuchsanlage |

TGL	23 864/2	09.70	-; -, Durchführung, Felddokumentation, Qualitätsbewertung
TGL	23 864/4	09.72	-; -, Geohydraulische Auswertung - konstante Förderleistung
TGL	23 864/5	09.72	-; -, Geohydraulische Auswertung - variable Förderleistung
TGL	23 941/2	12.71	Pumpen; Unterwassermotor-Kreiselpumpen, mehrstufig für Brunnen ab 4"
TGL	23 941/3	12.69	-; -, mehrstufig für Brunnen ab 6"
TGL	23 941/4	12.69	-; -, mehrstufig für Brunnen ab 8"
TGL	23 979/1	07.70	Hydrogeologie; Probenahme - Probenvorbereitung, Gesteine, Trockenbohren
TGL	23 979/3	05.71	-; -, Wasserprobenahme
TGL	24 348/1	04.70	Schutz der Trinkwassergewinnung; Allgem. Grundsätze für Wasserschutzgebiete
TGL	24 348/2	04.70	-; Wasserschutzgebiete für Grundwasser
TGL	24 348/3	04.70	-; Wasserschutzgebiete für Oberflächenwasser
TGL	24 348/4	04.70	-; Wasserschutzgebiete - Markierung im Gelände, Kennzeichnung in Karten
TGL	25 240/3	06.72	Hydrogeologie, Brunnenausbau
	25 240/2	12.71	Brunnenausbau material aus Steinzeug, Stahlfilter
WAB	0034/1	06.72	Pumpen; Auswahl, Bestellung und Abnahme
WAB	0034/2	08.72	-; Aufstellung und Einbau
WAB	0034/3	08.72	-; Wartung und Betrieb
WAB	003/4	08.72	-; Störungen, Ursachen und Abhilfe
WAB	0059	12.73	Wasserversorgung; Kontrolle der Wassergüte

WAFRO	1.29.	10.71	Grundwassergewinnungsanlagen; Bohrbrunnen, Betrieb und Über- wachung
ASAO	337/1	21.2.68	Brunnenbau und Bohrungen für Bau- grunduntersuchungen und Pfahl- gründungen
ASAO	126/1		Tiefbohrordnung
ASAO	981		Umgang mit geschlossenen Strah- lungsquellen



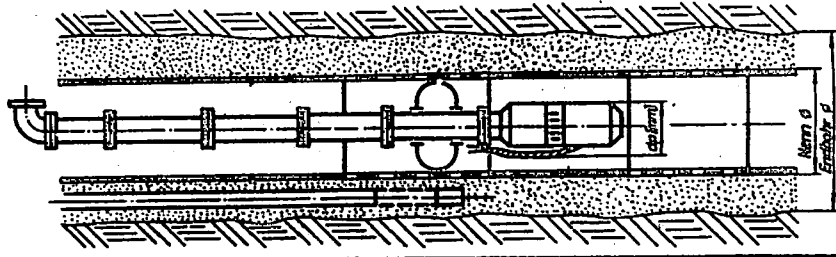


**Das wirtschaftliche Verhältnis Pumpeleistung [m<sup>3</sup>/h] zum Ausbau - werk  
 Endbohr  $\phi$  [mm] bei UWM-Pumpen von VEB Odessa**

Tabelle 1 gültig ausgebaute Borenen

Nutz $\phi$	min. Endbohr $\phi$	243		325		325		325		325		445		445		445		445		520		520	
		Materialart	PVC-h	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h	Stahl	PVC-h	PVC-h
	Nenn $\phi$ [mm]	140	160	168	188	225	225	219	273	315	315	315	315	325	315	315	325	325	325	365	365	399	399
	Wandstärke [mm]	36	41	37	33	49	45	46	3	45	46	3	45	62	4	4	4	4	7	7	4	4	4
4 = $\phi$	dp [mm]	97	97	97	97	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Q [m <sup>3</sup> /h]	1-9	1-9	1-9	1-9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 = $\phi$	H [m]	0-215	0-215	0-215	0-215	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	dp [mm]	—	—	—	—	148	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8 = $\phi$	Q [m <sup>3</sup> /h]	—	—	—	—	36-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H [m]	—	—	—	—	0-260	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10 = $\phi$	dp [mm]	—	—	—	—	—	—	—	—	195	195	195	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Q [m <sup>3</sup> /h]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12 = $\phi$	H [m]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	dp [mm]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14 = $\phi$	Q [m <sup>3</sup> /h]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	H [m]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16 = $\phi$	Bohrweite	U15	U17	U25	U25	U65	U65	U65	U65	U65	U65	U65	U100	U100	U100	U100	U125	U125	U125	U125	U125	U125	U125
	dp [mm]	95	95	142	142	193	193	193	193	193	193	193	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267	267
18 = $\phi$	Q [m <sup>3</sup> /h]	16	16	4	4	25	25	25	25	25	25	25	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	H [m]	49	49	64	64	129	129	129	129	129	129	129	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

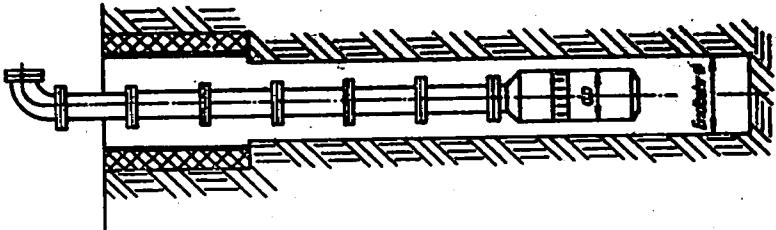
Anlage 2



Das wirtschaftliche Verhältnis Pumpenleistung  $[m^3/h]$  zum Endbohr  $\phi$   $[mm]$  bei UWM-Pumpen von VEB Obesse

Tabelle II unversohrte Brunnen im gepackten Festgestein

minimale Endbohr $\phi$	80	240/263	230/235	320/325	340/346	440/445	520
$\phi$ $[mm]$	97	—	—	—	—	—	—
$Q$ $[m^3/h]$	1-9	—	—	—	—	—	—
$H$ $[m]$	0-215	—	—	—	—	—	—
$\phi$ $[mm]$	—	148	—	—	—	—	—
$Q$ $[m^3/h]$	—	36-40	—	—	—	—	—
$H$ $[m]$	—	0-260	—	—	—	—	—
$\phi$ $[mm]$	—	—	185	—	—	—	—
$Q$ $[m^3/h]$	—	—	6-150	—	—	—	—
$H$ $[m]$	—	—	40-400	—	—	—	—
Barreihe	U15	U25	U65	U100	U125	U200	U250
$\phi$ $[mm]$	95	142	183	235	267	377	430
$Q$ $[m^3/h]$	1,6	4	25	60	60	250	400-650
$H$ $[m]$	49	84	128	80	150	150	100



Analyse:
Datum:
Labor:
Analytiker:
Wärte GU
° KH
° NCH
Temperatur:
Abdampf-P:
Gieß-Y
pH-Wert
Fe mg/l
Mn "
NH <sub>4</sub> "
NO <sub>2</sub> "
NO <sub>3</sub> "
PO <sub>4</sub> "
Cl- "
SO <sub>4</sub> "
CO <sub>2</sub> geb. "
frei "
aggr. "
KHnO <sub>3</sub> -Y "
Bakt.-Belund - Labor:
Körnzahl infocm
100
10
1
100
10
1
10
1
Datum:
Fällkalbakt. in
Therm. Keime

Meßfischblatt	<b>Bohr- oder Schachtbrunnen</b>	Gemeinde	Archiv
Nr.	Bez.	Nr.	Jahr
		Nr.	

Geolog. Profil (Kurzprofil)	Lage
	P. H.
	Höhe ü. NN:
	Bohrzeit:
	Bohrfirma:
	Auftraggeber:
	Nutzer:

Bohrlochausbau	Tauf:	
	Ruhwasserspiegel:	mu. Gel.
	Ortes. Oberlauf:	
	Pumpens. Abs. bis:	mu. Gel.
	Ergiebigkeit:	l/s
	m <sup>3</sup> /h	
	m <sup>3</sup> /d	

Schulzzonen	Spez. Ergiebigkeit:	l/om
Beschluß-Nr.:	Gewächlen:	

Blatt Nr.:



Anlage 8

Kontrollmaßnahmen	täglich	wöchentl.	monatl.	jährl.	sonst.	Bemerkungen
1. Messung der Förderleistung		x				
2.a. Messung der Absenkung im Produktionsbrunnen sowie an vorhandenen Pegelanlagen		x		4		
b. Kontrolle des Filtersprunges					x	
3. Entnahme von Wasserproben (bakt.+chem.)				2	x	ansonsten Probeentnahmeplan
4. Entnahme von Wasserproben zur Sandkontr.				2	x	
5. Kontrolle des Filterkies im Brunnenraum					x	
6. Loten des Bohrbrunnens und Überprüfen auf Einbaufähigkeit						je nach Ausbauturnus der U/M-Pumpe
7. Kontrolle der Chloranlagen, sofern direkt im TB gechlort wird		2-6				Wartungsplan - Mehrwerksbedienung
8. Kontrolle der Brunnenschachtentwässerung auf Funktionsfähigkeit					1-2	
9. Kontrolle der Bohrbrunnen, die mit Strahlungsquellen ausgerüstet sind					x	
10. Überwachung der elektrischen und steuertechnischen Einrichtungen						x
11. Kontrolle des TWSG auf Einhaltung der Beschränkungen, Verbote bzw. Auflagen						ständig