

# **Grundwasser**

## **Richtlinien für Beobachtung und Auswertung**

### **Teil 1 – Grundwasserstand**

**1982**

Herausgeber: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Bearbeiter: Arbeitskreis „Grundwassermessung“

Grundwasserrichtlinie 1/82

ISBN 3-88754-005-0

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung des Nachdruckes, des Vortrages, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung – mit Ausnahme der im Text sowie in den Anlagen vorgestellten Muster für die Erfassung statistischer Daten – vorbehalten. Werden einzelne Vervielfältigungsstücke in dem nach § 54 Abs. 1 UrhG zulässigen Umfang für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist die nach § 54 Abs. 2 UrhG zu zahlende Vergütung zu entrichten, über deren Höhe der Verlag Auskunft gibt.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und der Bundesminister für Verkehr (BMV), als Herausgeber dieses Werkes, empfehlen die im Text sowie in den Anlagen vorgestellten Muster für die Erfassung statistischer Daten zur Einführung und Verwendung in der Praxis und geben diese Muster unter Angabe der Quelle zur Wiedergabe frei.

© 1984 Verlag Woeste-Druck, 4300 Essen 1, Lazarettstr. 34, Tel. (0201) 224641  
Printed in Germany by Woeste-Druck, Essen

Produktion und Kommissionsvertrieb: Woeste-Druck & Verlag, Essen

## Vorwort

*Das Grundwasser ist ein Teil im Wasserkreislauf. Niederschlag, Verdunstung und oberirdischer Abfluß üben den wesentlichen Einfluß auf das unterirdische Wasser aus, dessen Hauptanteil das Grundwasser darstellt. Die Bewegung des Grundwassers sowie seine Verteilung hinsichtlich Menge und Beschaffenheit werden vom geologischen Aufbau des Untergrundes beeinflusst. Die Kenntnis der Wasserhaushaltsgrößen und der geologischen Gegebenheiten bildet daher die Voraussetzung für die Beurteilung der Grundwasserverhältnisse eines Gebietes und ist damit Grundlage aller wasserwirtschaftlichen Maßnahmen mit Einwirkung auf das Grundwasser.*

*Die Schwankungen des Grundwasserstandes sind ein sichtbarer Ausdruck für die Vorratsänderung im Grundwasserleiter. Deswegen kommt der langfristigen Beobachtung des Grundwasserstandes eine große Bedeutung insbesondere für die Grundwasserbewirtschaftung zu. Das Grundwasser ist in Deutschland schon seit Mitte des vorigen Jahrhunderts beobachtet worden, doch waren diese Beobachtungen häufig auf besondere Fragestellungen ausgerichtet sowie örtlich und vielfach auch zeitlich begrenzt. Erst zu Beginn dieses Jahrhunderts erfolgten mit Einrichtung der Grundwasserbeobachtungsdienste 1907 für die Provinz Sachsen, 1912 für Hessen – Darmstadt, 1913 für Baden, 1914 für Preußen und 1916 für das Land Sachsen weiträumige und für allgemeine Zwecke gültige Grundwasserbeobachtungen. Da die Grundwasserbeobachtungen und ihre Auswertungen sehr unterschiedlich ausgeführt wurden, ließen sich die genaueren Unterlagen nur schwer vergleichen und später nur bedingt verwenden.*

*Ein wesentlicher Schritt auf dem Wege zur Vereinheitlichung war die Herausgabe der „Richtlinien für die Erforschung der Grundwasserverhältnisse“ von J. DENNER und W. KOEHNE 1938 durch das Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft.*

*Nach 1945 haben die gewässerkundlichen Dienststellen der Länder die Landesgrundwasserdienste weiter ausgebaut. Von der Forschungsanstalt für Gewässerkunde in Bielefeld wurden die Richtlinien von 1938 überarbeitet und als „Richtlinien für grundwasserkundliche Beobachtungen und ihre Auswertung“ 1949 herausgegeben, ohne jedoch grundsätzliche Verbesserungen zu enthalten. Um den gestiegenen Anforderungen an die Beobachtung des Grundwassers gerecht zu werden, gab der 1953 gebildete Grundwasserausschuß die Richtlinien von 1949 als „Grundwasser-Richtlinie für Beobachtung und Auswertung“ 1961 neu heraus. In diese Richtlinie fanden auch die Fachausdrücke und Begriffsbestimmungen der 1944 erstmals und 1954 überarbeitet erschienenen DIN 4049, Teil 1 Eingang.*

*Um die als notwendig erkannte Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung in der Gewässerkunde zu fördern, wurde 1966 eine Arbeitsgruppe der gewässerkundlichen Dienststellen des Bundes und der Länder gebildet, die später vom Kuratorium für Kulturbauwesen als Arbeitsgruppe „Elektronische Datenverarbeitung in der Wasserwirtschaft“ übernommen wurde. Der Unterausschuß „Gewässerkunde“ legte 1972 „Grundwasser-Richtlinien für die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung“ vor.*

*Eine Umfrage bei den Ländern im Jahre 1973 zeigte, daß ein starkes Interesse bestand, die Grundwasserrichtlinie von 1961 zu überarbeiten und den gewandelten Erfordernissen der Wasserwirtschaft anzupassen. So wurde in der Sitzung der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) im November 1974 in München beschlossen, den Arbeitskreis „Grundwassermessung“ in der LAWA-Arbeitsgruppe „Koordinierung der gewässerkundlichen Dienste“ einzurichten. Dieser Ausschuß legt nunmehr als Neubearbeitung die Grundwasserrichtlinie Teil 1 „Grundwasserstand“ vor. Als weitere Teile sind Richtlinien zur Beobachtung der „Grundwassertemperatur“, der „Quellschüttungen“ und der „Grundwasserbeschaffenheit“ vorgesehen.*

*In der vorliegenden Richtlinie wird nicht nur die bisherige Art der Grundwasserbeobachtung und ihre Auswertung behandelt, es werden auch die Entwicklungstendenzen im Hinblick auf eine elektronische Datenverarbeitung und weitergehende statistische Auswertung berücksichtigt. Die Fachausdrücke und Begriffsbestimmungen der Neufassung der DIN 4049, Teil 1 aus dem Jahre 1979 wurden übernommen.*

*Für das bisher angestrebte Ziel einer möglichst einheitlichen Beobachtung und Auswertung bildet diese Richtlinie eine wichtige Voraussetzung. Nach den hier vorgesehenen Grundsätzen sollte wegen der Vergleichbarkeit und Gleichwertigkeit von Grundwasserbeobachtungen auch außerhalb der Meßdienste des Bundes und der Länder verfahren werden.*

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	
<b>1 Grundlagen</b>	<b>6</b>
<b>2 Grundwassermeßnetze</b>	<b>11</b>
2.1 Einrichten eines Grundnetzes	11
2.2 Verdichten des Grundnetzes	11
2.3 Sondernetze	12
2.4 Verringerung der Meßstellenzahl	12
<b>3 Grundwassermeßstelle</b>	<b>13</b>
3.1 Standardausführung	13
3.2 Sonderausführungen	15
3.3 Übernahme	15
<b>4 Unterhaltung</b>	<b>18</b>
4.1 Funktionskontrolle	18
4.2 Lagekontrolle	19
4.3 Regenerieren von Grundwassermeßstellen	19
4.4 Ersatzmeßstelle	20
<b>5 Meßgeräte</b>	<b>21</b>
5.1 Geräte für Einzelmessungen	21
5.2 Anzeigergeräte	22
5.3 Registriergeräte	22
<b>6 Messen und Meßwerterfassung</b>	<b>24</b>
6.1 Messen	24
6.2 Meßwerterfassung	24
6.3 Meßturnus	24
6.4 Kontinuierliche Registrierung	24
6.5 Einweisung und Betreuung des Beobachters	24
6.6 Weitergabe der Meßwerte	25
<b>7 Prüfung und Aufbereitung</b>	<b>26</b>
7.1 Prüfung	26
7.2 Aufbereitung	26
<b>8 Auswertung</b>	<b>29</b>
8.1 Punktuelle Auswertung	29
8.2 Flächenhafte Auswertung	36
<b>9 Aufbewahrung und Sicherung</b>	<b>38</b>
Richtlinien und Normen	39
Stichwortverzeichnis	41
Anlagenverzeichnis	44

# 1 Grundlagen

Nach DIN 4049, Teil 1 wird Grundwasser definiert als „unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird“. Im Rahmen dieser Richtlinie wird nur das Grundwasser, nicht das Wasser im Sickerraum behandelt (Abb. 1).

Freies Grundwasser liegt vor, wenn an der Grenzfläche zwischen Grundwasserraum und Sickerraum (Grundwasseroberfläche) der hydrostatische Druck ( $p$ ) und der atmosphärische Druck ( $p_0$ ) der auflastenden Luftsäule übereinstimmen (Abb. 2a und 2b). Sind Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche hingegen nicht identisch, so ist das Grundwasser gespannt. Von artesisch gespanntem Grundwasser spricht man, wenn die Grundwasserdruckfläche über Gelände liegt. In der Legende zu den Abb. 2a und 2b sind diese und andere Begriffe für Locker- und Festgestein nach DIN 4049 Teil 1 erläutert.

Das Grundwasser bewegt sich in Grundwasserleitern, die entsprechend ihrer Ausbildung in Poren-, Kluft-, Höhlen- und Karstgrundwasserleiter mit jeweils unterschiedlichen hydraulischen Bedingungen gegliedert werden können.

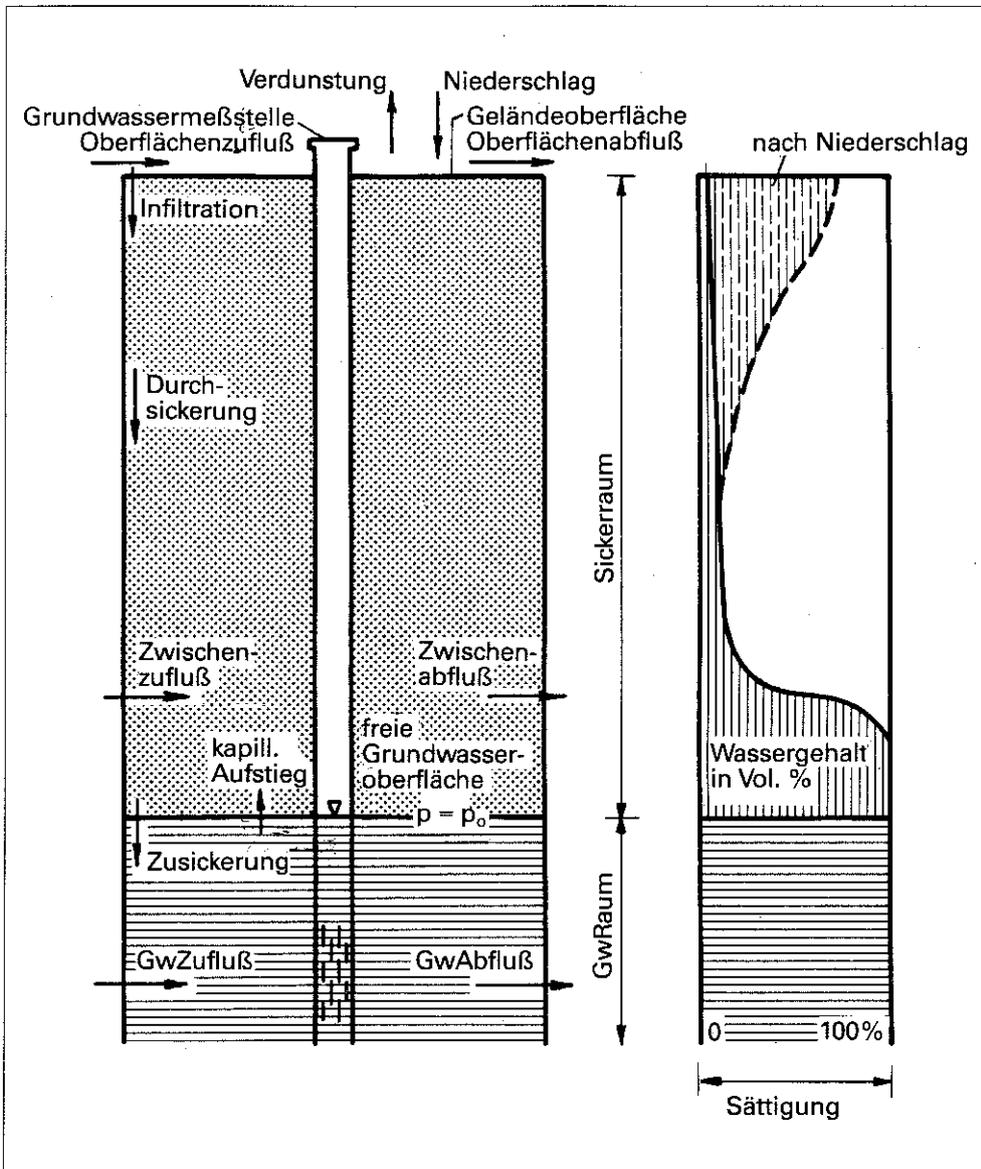


Abb. 1 Schematische Darstellung des unterirdischen Wassers bei freier Grundwasseroberfläche

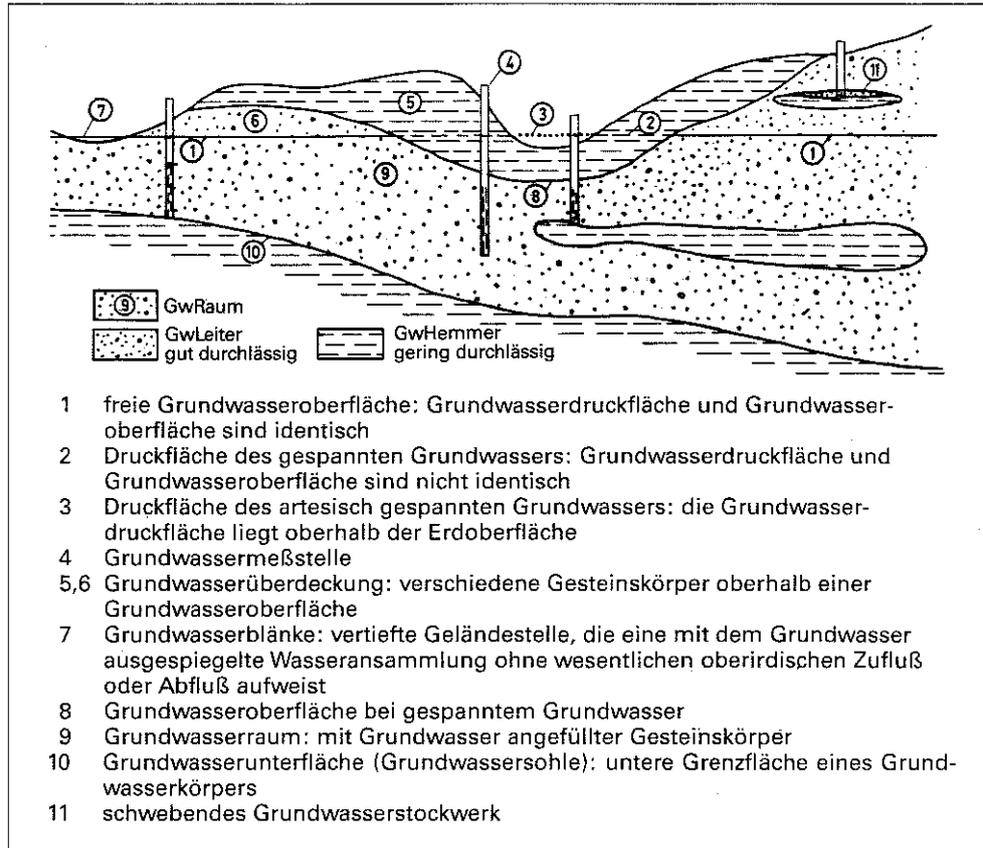


Abb.2a Erläuterung der Begriffe nach DIN 4049 Teil 1 für Lockergesteine

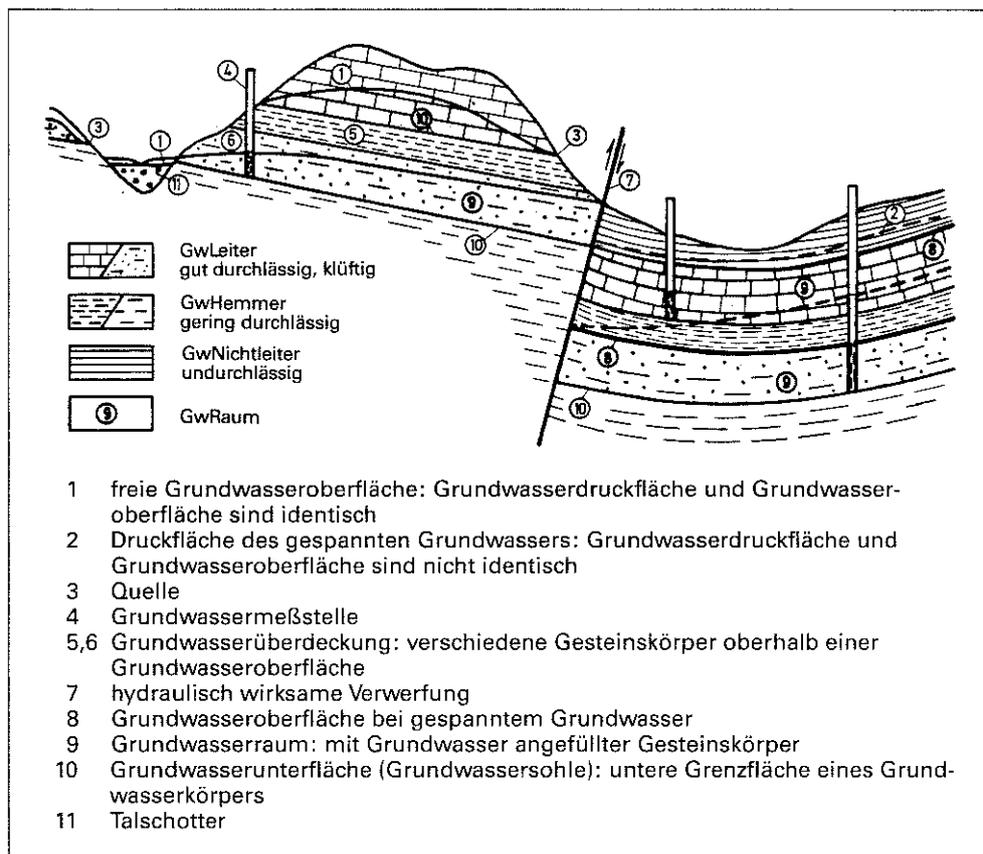


Abb.2b Erläuterung der Begriffe nach DIN 4049 Teil 1 für Festgesteine

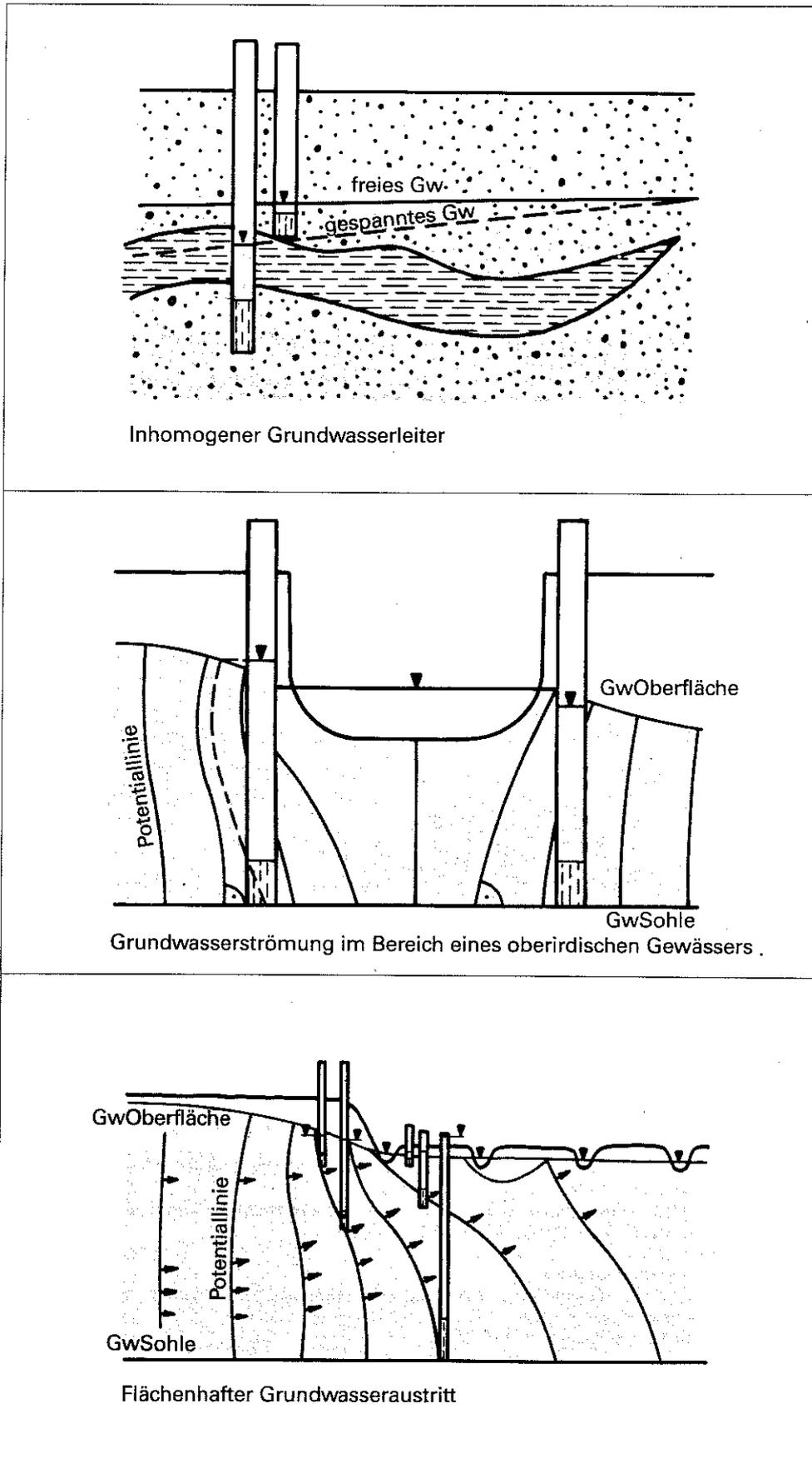


Abb. 3 Grundwasserspiegel bei nicht vertikal verlaufenden Potentiallinien

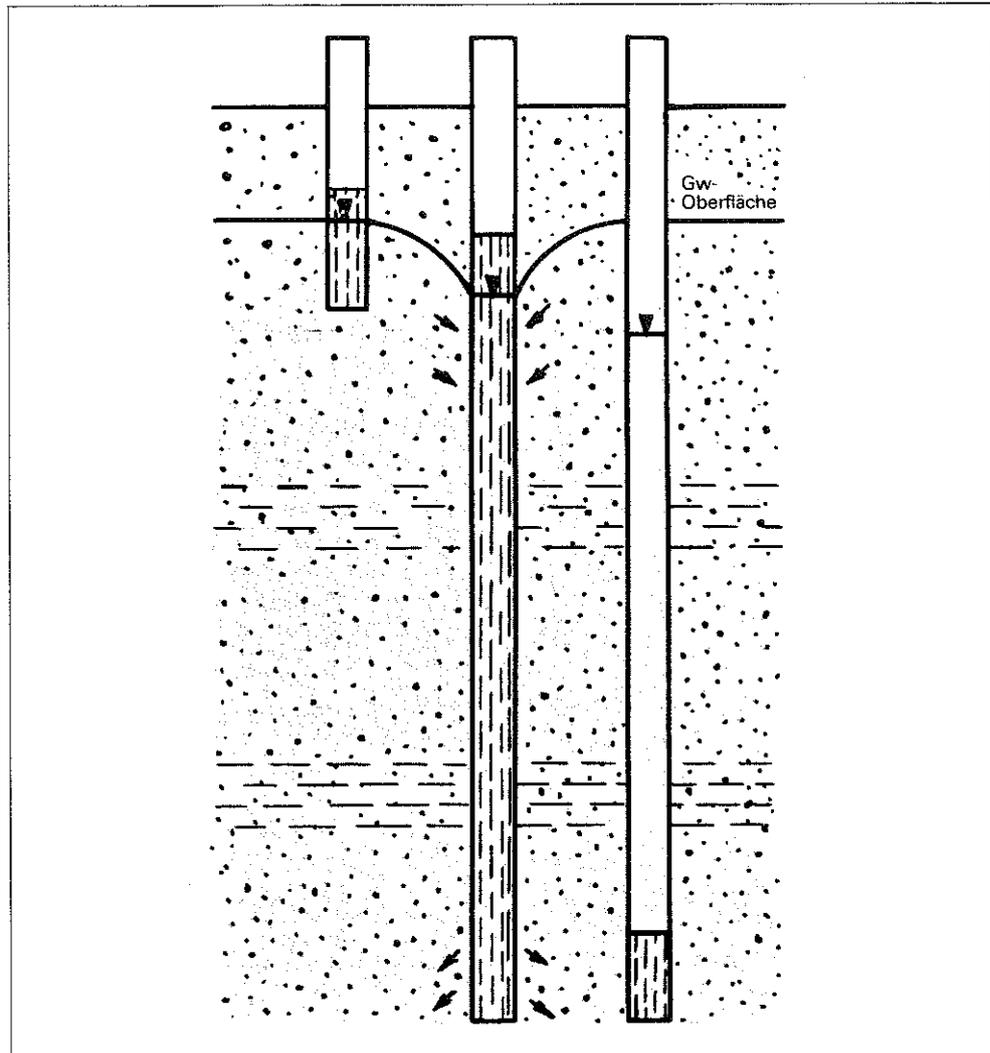


Abb. 4 Grundwasserspiegel bei durchgehend verfiltertem Beobachtungsrohr

Sind Grundwasserleiter durch geringer wasserdurchlässige Schichten voneinander getrennt, kommt es zur Ausbildung von Grundwasserstockwerken. In Abhängigkeit von der Mächtigkeit und Durchlässigkeit der Trennschicht und dem Druckunterschied zwischen den Stockwerken kommt es zu Grundwasserübertritten und im Extremfall zu einer Druckangleichung. Ist die Trennschicht örtlich unterbrochen, werden diese Ausgleichsvorgänge erheblich gesteigert („hydraulisches Fenster“).

In der Grundwassermeßstelle wird der Grundwasserspiegel erfaßt. Seine Höhenlage wird bestimmt durch den Druck des Grundwassers im Filterbereich. In der Regel entspricht der Grundwasserspiegel der Grundwasserdruckfläche, die bei freiem Grundwasser mit der Grundwasseroberfläche identisch ist.

Sind im Gegensatz zu diesem Normalfall an einer Meßstelle die Standrohrspiegelhöhen im Grundwasser höhenabhängig, d. h. verlaufen die Potentiallinien nicht vertikal, so ist auch der Wasserspiegel im Beobachtungsrohr von der Höhenlage des Filters abhängig. Derartige Fälle treten auf in inhomogenen Grundwasserleitern, bei Durchströmung von oberirdischen Gewässern, bei flächenhaften Grundwasseraustritten sowie in der Nähe von Grundwasserentnahmen (Abb. 3).

Werden Bereiche mit unterschiedlichen Standrohrspiegelhöhen durch ein durchgehend verfiltertes Beobachtungsrohr miteinander verbunden, fließt aus dem Bereich mit dem höheren Standrohrspiegel Wasser durch das Rohr zum Bereich mit dem niedrigeren Standrohrspiegel. Der Wasserspiegel im Beobachtungsrohr liegt dann zwischen den beiden Standrohrspiegeln, am nächsten dem Standrohrspiegel des Grundwasserbereiches mit der größten Durchlässigkeit (Abb. 4).

Der Grundwasserstand ist zeitlichen Schwankungen unterworfen. Die Ursachen sind natürliche und künstliche Einflüsse, die sich gegenseitig verstärkend oder abschwächend überlagern können. Natürliche Einflüsse sind z. B. Wasserstandsänderungen in oberirdischen Gewässern, Gezeiten und meteorologische Faktoren wie insbesondere Niederschlag und Verdunstung. Wenn der Druckausgleich im Grundwasserleiter aufgrund der geologischen Verhältnisse verzögert erfolgt, können auch Luftdruckschwankungen einen Einfluß auf den Grundwasserstand ausüben. Künstliche Einflüsse sind z. B. Grundwasserentnahmen und Einleitungen in das Grundwasser, Aufstau und Absenkungen von Grundwasser und Änderungen der Vorflutverhältnisse.

## 2 Grundwassermeßnetze

Planung und Einrichtung eines Netzes von Grundwassermeßstellen (Grundwassermeßnetz) werden im allgemeinen von den folgenden Gesichtspunkten bestimmt:

### Zweck der Grundwasserbeobachtung

Ein Grundwassermeßnetz soll weitgehend flächendeckend umfassende Kenntnisse über die Grundwasserverhältnisse vermitteln, wobei Daten sowohl über die natürlichen lang- und kurzfristigen Veränderungen des Grundwasserstandes als auch der Grundwasserbeschaffenheit von Interesse sind. In vielen Fällen werden Meßnetze eingerichtet, um festzustellen, welche Auswirkungen durch Eingriffe in das Grundwasser vorhanden sind oder entstehen.

### Einflußfaktoren

Das Verhalten des Grundwassers ist abhängig von den natürlichen Gegebenheiten und in zunehmendem Maße von menschlichen Eingriffen. Deshalb sind auch diese bei Planung und Einrichtung eines Grundwassermeßnetzes zu berücksichtigen. Im einzelnen sind zu nennen der Aufbau des Untergrundes, die Gestalt der Geländeoberfläche, das oberirdische Gewässernetz, die klimatischen Verhältnisse sowie die Boden- und Grundwassernutzungen.

### Bestehende Grundwasseraufschlüsse

Eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Grundwasseraufschlüsse wie etwa Beobachtungsrohre, Brunnen, Grundwasserblänken, Aufgrabungen und Quellen ist vorzunehmen. Die Grundwasseraufschlüsse sind auf ihre Eignung als Grundwassermeßstellen hin zu überprüfen, bevor sie in das Grundwassermeßnetz einbezogen oder neue Grundwassermeßstellen geschaffen werden (s. Kap. 3).

### 2.1 Einrichten eines Grundnetzes

Weitgehend unbeeinflusste Grundwassermeßstellen mit überörtlicher Bedeutung stellen das Grundnetz dar. Es ist zunächst weitmaschig anzulegen.

Ausgehend von übergeordneten hydrogeologischen Einheiten (Grundwasserregionen oder Grundwasserlandschaften) muß man sich vor Einrichtung des Grundnetzes Kenntnisse über die natürlichen Gegebenheiten verschaffen. Durch das Studium der Petrographie, Stratigraphie, Tektonik, Geomorphologie und Bodenkunde anhand von geologischen und topographischen Karten, Luftbildaufnahmen, Schichtenverzeichnissen, geologischen Unterlagen und sonstigen Unterlagen in Verbindung mit einer Geländebegehung lassen sich wichtige Aussagen über den geologischen Aufbau und die mutmaßlichen Grundwasserverhältnisse machen. Besondere Bedeutung kommt hierbei den Eigenschaften der Grundwasserleiter und ihrer Verbreitung zu. Hierbei ist auch auf geologische Störungen und ihre Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse zu achten. Wichtige Hinweise vermitteln das oberirdische Gewässernetz und die Niederschlagsverteilung sowie hydrologische Daten vorhandener Grundwasseraufschlüsse und von Pegeln an oberirdischen Gewässern.

Sind die Vorerhebungen abgeschlossen und ausgewertet worden, so wird man für die Planung des Grundnetzes hydrogeologische und hydrologische Einheiten abgrenzen, die jeweils durch Grundwassermeßstellen zu erfassen sind. Die geplanten Grundwassermeßstellen müssen für die ausgewählten Einheiten möglichst repräsentativ sein, d. h. untypische Einflüsse künstlicher oder natürlicher Art sind zu meiden.

### 2.2 Verdichten des Grundnetzes

Zur genaueren Information über die Grundwasserverhältnisse in einem Gebiet wie z. B. bei Grundwassererschließungsmaßnahmen oder Grundwassermodelluntersuchungen ist es notwendig, das Grundnetz durch Einrichtung weiterer Grundwassermeßstellen zu verdichten. Dabei sollen lokale Besonderheiten wie z. B. Wasserstandsschwankungen in oberirdischen Gewässern, Grundwasserübertritte und unterschiedliche Durchlässigkeiten in ihrer Auswirkung erfaßt und abgegrenzt werden.

Ein dichteres Meßnetz ist erforderlich, wenn flächenhafte Aussagen beabsichtigt sind (z. B. Grundwassergleichen). Die Abstände der Meßstellen richten sich nach der geforder-

ten Genauigkeit sowie nach den geologischen und morphologischen Gegebenheiten. Je kleinräumiger sich diese ändern, desto dichter wird das Meßstellennetz anzulegen sein. Eine Verdichtung des Grundnetzes kann z. B. an den Übergängen von Fest- zu Lockergestein und ebenso bei der Erfassung von geologischen Störungszonen erforderlich sein. Auch im Bereich von Wasserscheiden kann eine Verdichtung des Grundnetzes notwendig werden, um mögliche Abweichungen zwischen unterirdischer und oberirdischer Wasserscheide zu erfassen. Der Einfluß oberirdischer Gewässer auf das Grundwasser ist von großer Bedeutung und kann durch eine Verdichtung des Meßnetzes erfaßt werden.

### 2.3 Sondernetze

Sondernetze sind im Hinblick auf besondere Fragestellungen einzurichten, die oft mehr lokalen Charakter haben und deshalb mit dem vorher beschriebenen verdichteten Grundnetz nicht hinreichend beantwortet werden können, z. B. Fragen der Beweissicherung. Sie sind unter anderem in nachfolgenden Fällen einzurichten:

- Grundwasserabsenkungen durch Entnahmen, Gewässerausbau, Bergbau usw.; Grundwasseraufhöhungen durch Grundwasseranreicherungen, Stauhaltungen, Einleitungen oder Einbauten in das Grundwasser usw.  
Die Ausdehnung des beeinflussten Bereiches sollte vorher überschlägig ermittelt werden. Die Meßstellendichte kann von innen nach außen abnehmen.
- Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit durch Schadensfälle, Deponien, Einleitungen  
Die Fließrichtung und das Gefälle des Grundwassers sowie die Ausbreitung der Schadstoffe sind durch eine Netzverdichtung zu erfassen.  
Um das Ausmaß der Veränderung der Grundwasserbeschaffenheit festzustellen, sind auch oberstromig im unbeeinflussten Bereich Meßstellen anzulegen.
- Untersuchungen des Grundwassers mit Hilfe von Markierungsstoffen  
Ausmaß, Form und Umfang des Meßnetzes richten sich nach den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen und der Fragestellung des Versuchs. In der Regel wird man ausgehend von der Eingabestelle des Markierungsstoffes das Meßnetz fächerförmig in Richtung der mutmaßlichen Grundwasserfließrichtung anlegen und ausdehnen.
- Grundwasserbeobachtungen bei Pumpversuchen  
Die Anordnung der Meßstellen richtet sich nach Art und Ziel des Pumpversuchs sowie nach den vorgesehenen Auswerteverfahren. Es wird auf das Arbeitsblatt der LAWA „Pumpversuche in Porengrundwasserleitern“ und das DVGW-Arbeitsblatt W 111 „Technische Regeln für die Ausführung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung“ hingewiesen.

### 2.4 Verringerung der Meßstellenzahl

Unter bestimmten Umständen kann es notwendig werden, ein Meßnetz auszudünnen, etwa wenn z. B. der Zweck der Beobachtung erfüllt ist. Die Ausdünnung ist jedoch mit großer Vorsicht vorzunehmen und in der Regel auf Sondernetze zu beschränken. Es ist anzustreben, lediglich die regelmäßige Beobachtung einzustellen, hingegen die Meßstelle funktionstüchtig zu erhalten. Die Stammdaten und die bisherigen Meßergebnisse sind im Datenbestand mitzuführen.

### 3 Grundwassermeßstelle

Die zweckmäßigste Grundwassermeßstelle ist das Beobachtungsrohr. Auf diese Meßstellenart wird daher nachfolgend ausführlicher eingegangen. Einige Standardausführungen sind den *Abb. 6 und 7* zu entnehmen.

Außer den Beobachtungsrohren gibt es auch noch die Möglichkeit, den Grundwasserstand in Brunnen, Grundwasserblänken und Aufgrabungen, in denen das Grundwasser freigelegt ist, zu messen. In der Regel werden solche Grundwasseraufschlüsse nur zu Ergänzungsmessungen (z. B. an bestimmten Stichtagen) herangezogen. Ob derartige Aufschlüsse als ständige Meßstellen geeignet sind, ist im Einzelfall zu prüfen.

Sofern solche Aufschlüsse zu vollwertigen Meßstellen im Sinne dieser Richtlinie umgestaltet werden sollen, ist darauf zu achten, daß der gemessene Wasserspiegel den umgebenden Grundwasserstand richtig wiedergibt. Von den Brunnen sind daher in erster Linie solche geeignet, die nicht mehr oder nur in geringem Umfang zur Grundwasserentnahme verwendet werden. Bei großflächig freigelegtem Grundwasser ist zu beachten, daß zwischen dem Wasserspiegel in der Aufgrabung und dem Grundwasserspiegel Differenzen bestehen. Diese können einer zeitabhängigen Veränderung unterworfen sein (z. B. Abdichtungsvorgang bei durchströmten Kiesgruben).

Noch bevor mit dem Bau einer Meßstelle begonnen wird, sind die rechtlichen Voraussetzungen für die Nutzung des Grundstückes und die Sicherung der Meßstelle beispielsweise durch Abschluß eines Gestattungsvertrages zu schaffen.

#### 3.1 Standardausführung

Grundwasserbeobachtungsrohre werden nach Abteufen einer Bohrung eingebracht. Der Bohrpunkt soll so ausgewählt werden, daß die Meßstelle gut zugänglich und vor Beschädigung (z. B. durch Fahrzeuge) geschützt ist. Feldbewirtschaftung oder Verkehr sollen möglichst nicht behindert werden. Leitungstrassen sind zu meiden und geplante Änderungen in der Flächennutzung zu berücksichtigen.

Das Bohrverfahren ist so zu wählen, daß die Entnahme von Bohrproben der gewünschten Güte möglich ist, der Grundwasserzutritt zum Bohrloch nicht behindert und der Chemiesmus des Wassers nicht nachhaltig verändert wird (DVGW Arbeitsblatt W115, DIN 4021, DIN 4022, DIN 4023). Aus geologischer Sicht ist dem Trockenbohrverfahren der Vorzug zu geben, da es einwandfreie Bodenproben zutage fördert. Aus Kostengründen werden jedoch in den meisten Fällen Spülbohrverfahren in Verbindung mit geophysikalischer Bohrlochvermessung (Gamma-Ray, Widerstand, Eigenpotential) angewandt. Bei der Einrichtung einer tiefen Meßstelle kann es zweckmäßig sein, zuvor eine Erkundungsbohrung mit geringem Bohrdurchmesser durchzuführen. Nicht zu Meßstellen ausgebaute Erkundungsbohrungen sind wieder zu verfüllen. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß die vorgefundenen Grundwasserhemmschichten wieder verschlossen werden.

Die Bohrtiefe ist auf jeden Fall so zu wählen, daß die voraussichtlich niedrigsten Grundwasserstände des betreffenden Grundwasserstockwerkes erfaßt werden können. Ob der Grundwasserleiter ganz oder nur teilweise durchfahren werden soll, richtet sich nach seiner Mächtigkeit und der Aufgabenstellung. Für Grundwasserbeobachtungsrohre kommen nur dauerhafte und widerstandsfähige Werkstoffe in Frage, z. B. normalwandige, verzinkte nahtlose Stahlrohre oder Kunststoffrohre. Für die Untersuchung der Grundwasserbeschaffenheit muß dem Rohrwerkstoff besondere Beachtung geschenkt werden.

Die Nennweite soll in der Regel 125 mm betragen, damit eine fachgerechte Wasserprobenahme erleichtert wird (Einbringung einer kleinen Unterwasserpumpe).

Das Beobachtungsrohr muß senkrecht und zentrisch in die Bohrung eingesetzt werden (unter Verwendung von Abstandshaltern usw.). Für jedes Grundwasserstockwerk ist ein eigenes Beobachtungsrohr vorzusehen. Durchbohrte stockwerkstrennende Schichten sind durch Abdichtungen wieder zu verschließen. Ihre Wirksamkeit ist zu überprüfen (z. B. Leitfähigkeit, Temperatur). Ferner ist darauf zu achten, daß die Rohrverbindungen dicht sind. Das Einbringen einer vertikal abgestuften Filterkiesschüttung (Gegenfilter) zwischen Dichtungsmaterial und Filterkiesoberkante ist zu empfehlen, wenn die Gefahr besteht, daß der Dichtungston in den Filterkies einwandern kann.

Das Filterrohr soll entsprechend der Lage und Mächtigkeit des maßgebenden Grundwasserleiters eingebaut werden. Es soll unterhalb der niedrigsten zu erwartenden Grundwasserseoberfläche liegen. Die Filterlänge soll nicht weniger als 2 m betragen. Anordnung und

Länge des Filters können einen entscheidenden Einfluß auf die Meßergebnisse haben (Abb.3). Bei Meßstellen zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit ist die Filteranordnung den entsprechenden Fragestellungen anzupassen. Die Filterkiesschüttung soll mindestens einen Meter über Filterrohroberkante reichen, auch Kiesklebefilter können Verwendung finden. Die Schlitzweite der Filter muß das Eindringen von Filterkies in das Beobachtungsrohr sicher verhindern. Folgende Schlitzweiten werden empfohlen:

Filterkieskörnung in mm	1-2	2-3,15	3,15-5,6	5,6-8
Schlitzweite des Filters in mm	0,5	1	2	3

Für Stahlfilterrohre und Kunststofffilterrohre wird auf DIN 4922 bzw. DIN 4925 verwiesen.

Der Bohrdurchmesser muß eine Filterkiesschüttung rings um das Beobachtungsrohr ermöglichen. Nach DIN 4924 soll sie folgende Schichtstärke haben:

Filterkorndurchmesser in mm	0,25-2	2-8
Stärke der Filterschicht in mm	50	80

Unter der Filterstrecke kann ein bis zu 1 m langes, unten verschlossenes Sumpfrohr angeordnet werden. Bei Verzicht auf ein Sumpfrohr ist das Filterrohr am unteren Ende durch eine Kappe abzuschließen. Die Rohroberkante soll in der Regel ca. 1 m über Gelände liegen, damit einerseits das Rohr gut sichtbar ist und andererseits eine mühelose Messung erfolgen kann. An der Geländeoberfläche ist der Rohrabschluß mit einer 60 bis 100 cm tiefen Betonfüllung zwischen Bohrlochwand und Rohrwand stand- und frostsicher anzulegen. Auf eine einwandfreie Abdichtung gegen das Eindringen von Oberflächenwasser ist zu achten. Die Rohröffnung ist gegen unbefugtes Öffnen zu sichern. Sind Setzungen zu befürchten, sollte zwischen Betonmantel und Rohr eine Gleitfuge vorgesehen werden. Bei Mehrfachmeßstellen soll zur Vermeidung von Verwechslungen das zum tieferen Grundwasserstockwerk gehörende Beobachtungsrohr etwas weniger weit über Gelände herausragen als die im oberen Grundwasserstockwerk stehende Meßstelle. Ist eine Gefährdung der Meßstelle nicht auszuschließen, so ist die Rohroberkante 15 bis 20 cm unter Gelände zu verlegen. Durch geeignete Vorkehrungen (z. B. Hydrantenkappe nach DIN 4055) ist der Rohrabschluß zu sichern (Abb.5).

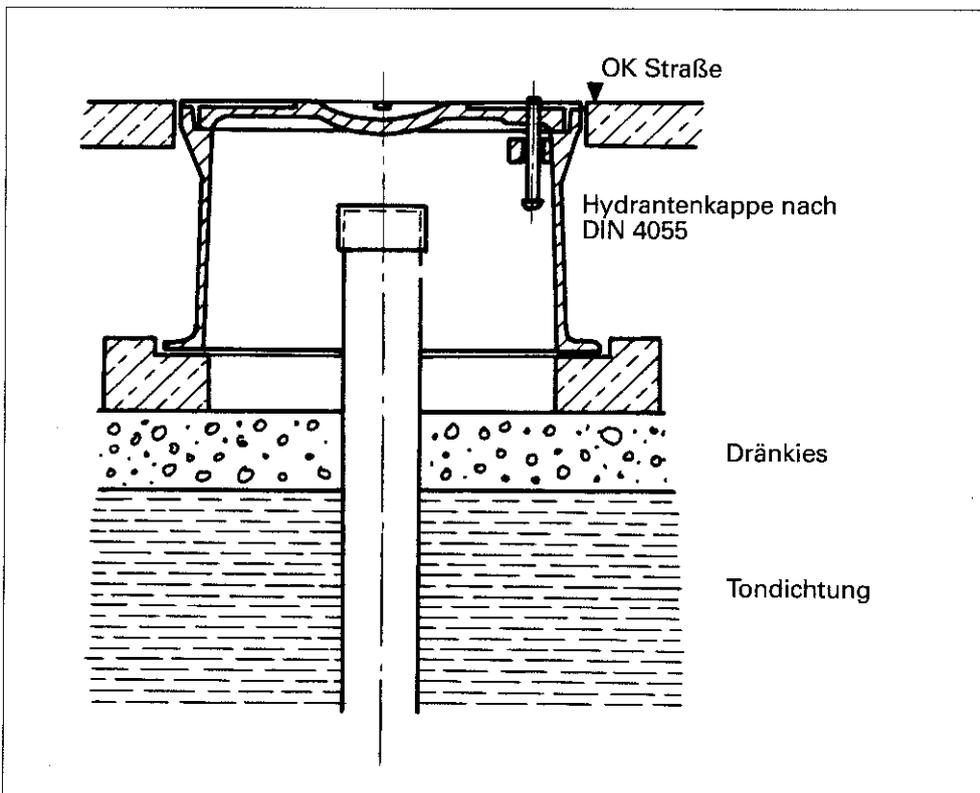


Abb.5 Bodengleicher Abschluß einer Grundwassermeßstelle

### 3.2 Sonderausführungen

Bei Kluftgrundwasserleitern kann in standfestem Gebirge auf den vollständigen Ausbau der Meßstelle verzichtet werden. Es genügt häufig, den oberen Teil der Bohrung zu verrohren und den tieferen Teil frei stehen zu lassen. Die Länge der Verrohrung ist durch die sichere Führung der Meßeinrichtung bis unter den tiefsten möglichen Grundwasserstand bestimmt.

In sandigen, feinkiesigen Bodenarten und bei geringen Flurabständen können aus Kostengründen Rammfilter Verwendung finden.

Bei artesisch gespanntem Grundwasser kann in einem Aufsatzrohr gemessen werden, wenn der höchste Wasserspiegel nur geringfügig (bis ca. 1,5 m) über Gelände liegt. Bei größerer Steighöhe des Grundwassers wird der Wasserstand mit einem Druckmeßgerät gemessen, das an einem seitlichen Abgang montiert sein sollte. In beiden Fällen ist ein Schutz gegen Einfrieren erforderlich. Endet das Beobachtungsrohr in einem Schacht, sollte es genau senkrecht unter der Einstiegsöffnung liegen, um auch später noch mit langen Gestängen in das Beobachtungsrohr einfahren zu können.

### 3.3 Übernahme

Sind die Bauarbeiten an der Meßstelle abgeschlossen, wird die Meßstelle zur Überprüfung der plangerechten und ordnungsgemäßen Bauausführung abgenommen. Dabei erfolgt eine erste Funktionskontrolle gemäß Kapitel 4.1. Die Überprüfung der Bauausführung kann in folgender Weise erfolgen:

- Der lotrechte Einbau, die vorgeschriebene Tiefe und die freie Durchgängigkeit des Beobachtungsrohres werden durch Abloten festgestellt.
- Das Ergebnis des Klarpumpens wird entweder unmittelbar überwacht oder nachträglich durch eine Schöpfprobe aus dem Bereich der Meßstellensohle überprüft. Die Probe muß insbesondere frei von Spülmittelzusätzen sein.
- Gegebenenfalls ist das an der Meßstelle angebrachte Registriergerät zu überprüfen.
- Darüber hinaus können für weitergehende Überprüfungen (z. B. Dichtigkeit von Rohrverbindungen) geophysikalische Messungen in der Meßstelle zweckmäßig sein.

Über die Bauabnahme ist ein Protokoll zu erstellen und der Stammapakte (Kap. 9) beizufügen.

Bevor die Meßstelle in den Grundwasserdienst übernommen wird, ist außerdem folgendes zu veranlassen:

- Beschaffen der für die „Beschreibung der Grundwassermeßstelle“ (Stammapakte, Anlage 1.1 bzw. 1.2) erforderlichen Angaben
- Anbringen der Meßstellenummer an der Meßstelle (z. B. durch Schlagprägung am Rohr)
- Regelung der Grundwasserbeobachtung (z. B. durch Abschluß eines Beobachtungsvertrages)
- Entnahme einer Wasserprobe zur chemischen Untersuchung (Der Zeitpunkt darf nicht zu früh gewählt werden)

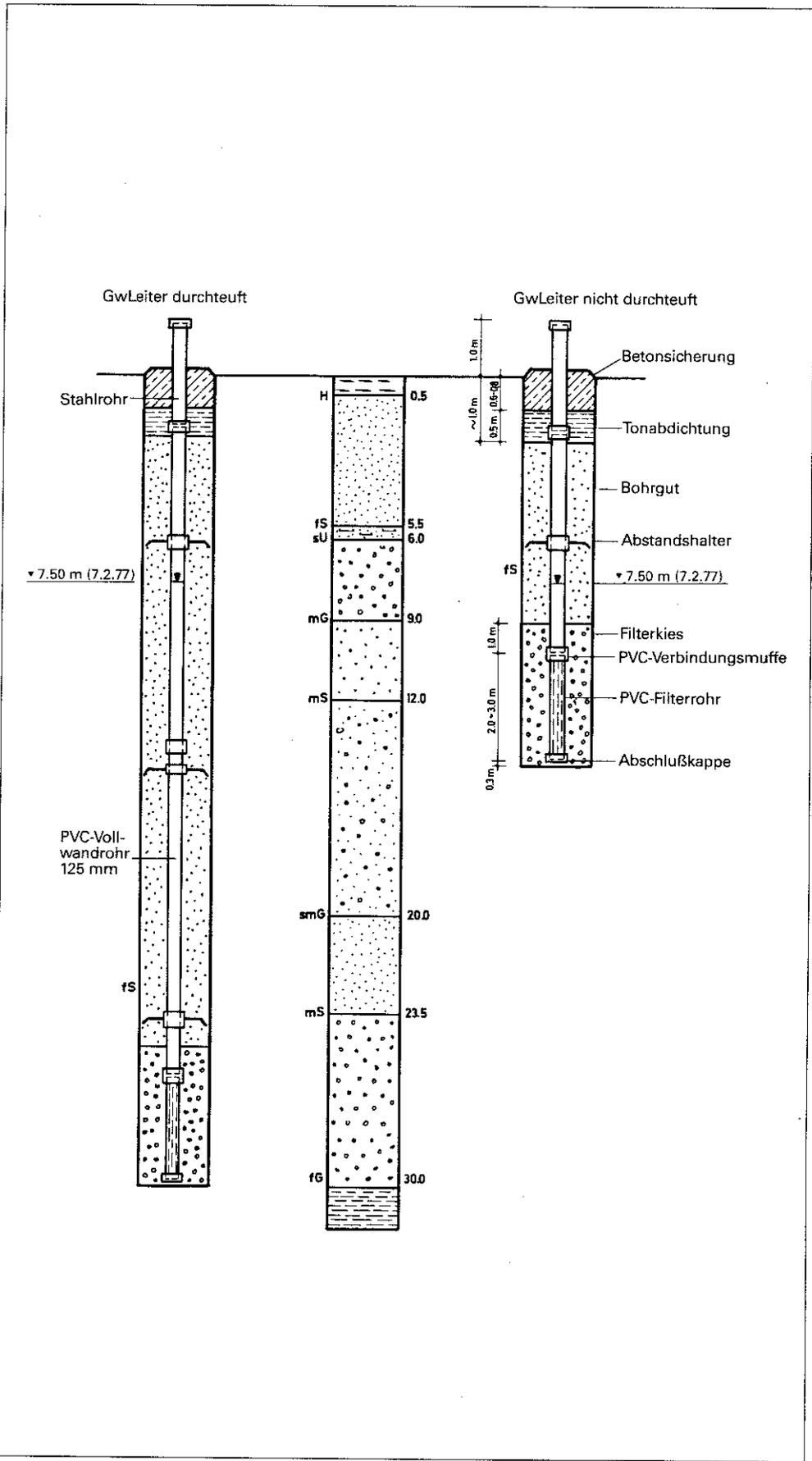


Abb.6 Regelausbau von Grundwassermeßstellen bei freiem Grundwasser

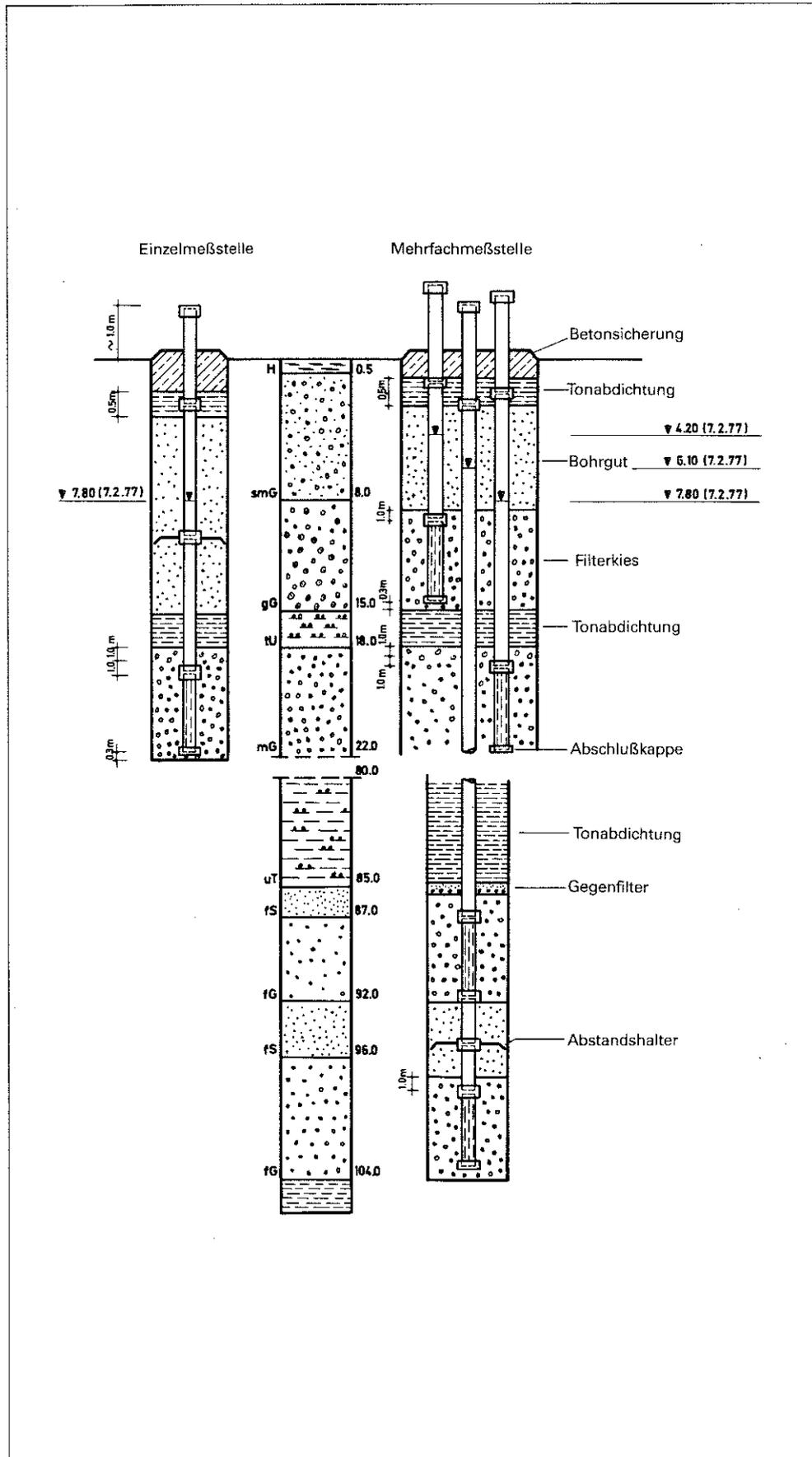


Abb. 7 Regelausbau von Grundwassermessstellen bei gespanntem Grundwasser

## 4 Unterhaltung

Die genaue Kenntnis der Grundwasserverhältnisse erfordert im allgemeinen langjährige Beobachtungen. Voraussetzungen einer zuverlässigen Grundwasserbeobachtung sind funktionsfähige Meßstellen, einwandfreie Meßgeräte und zuverlässige Beobachter.

### 4.1 Funktionskontrolle

Die Prüfung der Funktionsfähigkeit einer Grundwassermeßstelle bezieht sich auf ihren baulichen Zustand, ihre Zugänglichkeit und Meßbarkeit sowie eine mögliche Beeinflussung der Meßwerte. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind auf der Rückseite des Musters (Anlage 2) mit Hinweisen auf notwendige Reparaturarbeiten oder sonstige Maßnahmen zu vermerken.

Es ist festzustellen, ob die Meßstelle ausreichend mit dem Grundwasser in Verbindung steht. Hierzu ist eine Durchlässigkeitsprüfung (Schluckprobe, Pumpprobe) vorzunehmen. Vor der Durchlässigkeitsprüfung ist zu untersuchen, ob das Beobachtungsrohr frei von Fremdkörpern und die Filterstrecke nicht übermäßig verschlammte ist. Hierzu ist eine Tiefenlotung und ein Vergleich mit der Solltiefe vorzunehmen. Erforderlichenfalls hat der Durchlässigkeitsprüfung eine Reinigung oder Entschlammung der Meßstelle voranzugehen.

Die Durchlässigkeitsprüfung kann durch Auffüllen (Schluckprobe) oder Absenken (Pumpprobe) des Ruhewasserspiegels erfolgen. Dieser muß ungestört sein, es dürfen also in einem angemessenen Zeitraum vor der Prüfung keine Entnahmen oder Auffüllungen stattgefunden haben.

Bei Beobachtungsrohren wird die Durchlässigkeitsprüfung zweckmäßig im Auffüllverfahren durchgeführt. Die Auffüllung bzw. Absenkung soll so vor sich gehen, daß der Wasserstand außerhalb des Beobachtungsrohres möglichst wenig beeinflußt wird. Die Absenkungs- bzw. Auffüllhöhe soll deshalb nicht zu groß sein. Bei Schachtbrunnen genügt eine Differenzhöhe von 15 bis 20 cm, bei Beobachtungsrohren von ca. 50 cm.

Im einzelnen wird folgendermaßen vorgegangen:

- Abstichmessung vor der Auffüllung
- Auffüllen
- Abstichmessung in der Regel alle dreißig Sekunden, bis der Ruhewasserspiegel wieder erreicht ist. Sinkt der Wasserspiegel sehr langsam, kann das Meßintervall verlängert werden; der Meßzeitraum soll dreißig Minuten nicht überschreiten.
- Auftragen der Abstichwerte über die Zeit
- Einsetzen der Werte aus der ersten und letzten Messung in die Erfahrungsformel (Natermann)

$$\epsilon = \frac{2(h_1 - h_2)}{\Delta t (h_1 + h_2)} \left[ \text{min}^{-1} \right]$$

Es bedeuten:

$h_1$ : Höhe der Auffüllung bei Beginn der Messung (cm)

$h_2$ : Höhe der Auffüllung am Ende der Messung (cm)

$\Delta t$ : Zeit vom Anfang bis Ende der Messung (min)

Als funktionsfähig gilt eine Meßstelle, deren  $\epsilon$ -Wert größer oder gleich 0,0115 ist.

Bei gering durchlässigen Grundwasserleitern kann dieser  $\epsilon$ -Wert auch unterschritten werden, obwohl die Meßstelle funktionsfähig ist.

Das Protokoll der Durchlässigkeitsprüfung nach Muster (Anlage 2) ist zur Stammakte (s. Kap. 9) zu nehmen. Die Durchlässigkeitsprüfung ist möglichst im Abstand von vier Jahren zu wiederholen. Sie ist außerdem dann durchzuführen, wenn Hinweise auf mangelhafte Funktionsfähigkeit vorliegen.

## 4.2 Lagekontrolle

Als Meßpunkt gilt bei Beobachtungsrohren im allgemeinen die Rohroberkante. Bei Schachtbrunnen ist der Meßpunkt in geeigneter Weise zu markieren.

Die Höhenlage des Meßpunktes ist zu überprüfen

- bei Neubau nach Abklingen der Setzungen
- wenn eine Änderung (Senkung oder Hebung) vermutet wird, oder wenn den Beobachtungen besondere Bedeutung zukommt (z. B. Beweissicherung)
- nach Veränderung an der Meßstelle
- wenn sich aus den Auswertungsergebnissen Hinweise auf eine nicht erfaßte Meßpunktänderung ergeben
- wenn der amtliche Höhenfestpunkt verändert wurde

Die Überprüfung des Meßpunktes geschieht durch ein Hin- und Rück-Nivellement zwischen zwei amtlichen Höhenfestpunkten, das jeweils über den Meßpunkt als Umsetzungspunkt (keine Zwischenablesung) geführt werden muß. Sind in der näheren Umgebung keine amtlichen Höhenfestpunkte vorhanden, so ist es zweckmäßig, in der Nähe der Meßstelle Hilfsfestpunkte zu setzen, soweit die örtlichen Gegebenheiten dies zulassen. Über die Überprüfung des Meßpunktes ist eine Niederschrift nach Muster (Anlage 3) zu fertigen.

Weicht die tatsächliche Höhenlage des Meßpunktes um 10 mm oder mehr von der vorhergehenden Einmessung ab, so sind die Stammdaten und die Meßstellenbeschreibung mit dem Datum des Gültigkeitsbeginns der neuen Meßpunkthöhe zu berichtigen. Ferner ist in der Niederschrift anzugeben, ob, um welches Maß und für welche Zeit die Wasserstandsdaten zu berichtigen sind. Die getroffene Entscheidung ist zu begründen. Die Meßwerte sind nur um ganze Zentimeter zu verbessern.

Ist kein äußerer Anlaß für die Veränderung der Höhenlage des Meßpunktes bekannt, der ihre zeitliche Fixierung erlauben würde, so muß versucht werden, eventuell mit Hilfe von Korrelationen zu Nachbarmessstellen festzustellen, wann eine Änderung eingetreten ist. Läßt sich dadurch kein Aufschluß gewinnen, so muß angenommen werden, daß sich die Höhenlage gleichmäßig von der letzten bis zur vorliegenden Prüfung verändert hat.

In diesem Falle sind die Wasserstandswerte nach folgender Regel zu verbessern:

Bei einer Abweichung von

- 10 bis 14 mm um 1 cm,
- 15 bis 24 mm um 2 cm,
- 25 bis 34 mm um 3 cm usw.

## 4.3 Regenerieren von Grundwassermeßstellen

Ist bei der Durchlässigkeitsprüfung festgestellt worden, daß das Wasser im Beobachtungsrohr nicht mehr in ausreichender Weise mit dem Grundwasser in Verbindung steht, sollten zunächst geeignete Maßnahmen zur Regenerierung durchgeführt werden. Falls diese nicht zum Erfolg führen, kommt die Einrichtung einer Ersatzmeßstelle in Betracht. Hauptursachen einer ungenügenden Durchlässigkeit können Verschammung, Versandung, Verockerung und Versinterung sein. Je nach Ursache der verminderten Durchlässigkeit, nach Art und Tiefe des Beobachtungsrohres bieten sich verschiedene Verfahren der Regenerierung an:

### Abpumpen, Schocken, Kolben

Durch Abpumpen wird eine möglichst große Druckdifferenz und damit Wasserbewegung erzeugt. Dadurch wird feines Material, das sich im Filterbereich abgesetzt hat, freigespült und abgepumpt. Durch An- und Abstellen der Förderung in schneller Folge (Schocken) kann die Wirkung dieser Reinigungsmaßnahme erhöht werden. Unter Kolben versteht man die Erzeugung wechselweiser Druck- und Saugbewegungen im Beobachtungsrohr durch die Auf- und Abbewegung eines Kolbens. Der Kolben nimmt mit 1 bis 3 Kolbenplatten und seinen überstehenden Gummi-Manschetten den gesamten Filterquerschnitt ein. Es wird mit einem Hub von 0,70 bis 1,00 m und einer Frequenz von ca. 10 Hüben pro Minute gearbeitet. Wichtig ist eine vertikale Führung des Kolbens zur Vermeidung von Filterschäden.

### **Entsanden, Entschlammern, Spülen**

Wenn durch Tiefenlotung festgestellt wurde, daß sich im Filterbereich feinkörniges Material (Ton, Schluff, Sand) abgelagert hat, ist es zweckmäßig, diese Stoffe mit Hilfe einer Schlammbüchse zu entfernen. Nach dem Entsanden bzw. Entschlammern ist das Beobachtungsrohr klarzupumpen.

Mit einer Spüllanze wird Wasser mit hohem Druck in das Beobachtungsrohr gepumpt. Die Lanze wird allmählich bis zur Sohle abgesenkt. Im Filterbereich ist der Wasserdruck zu reduzieren, um Beschädigungen des Filters zu vermeiden. Schlamm und Sand werden nach oben ausgespült.

### **Bürsten**

Mit einer an einem Gestänge angebrachten Rundbürste können Verockerungen und Versinterungen mechanisch von den Rohrwandungen abgelöst werden. Anschließend muß das Beobachtungsrohr abgepumpt werden.

### **Säuern**

Das Säuern kann bei carbonatischen Inkrustierungen zur Wiederherstellung der Durchlässigkeit des Filters dienen. Das Verfahren sollte nur von erfahrenen Firmen ausgeführt werden.

Bei der Verwendung von Salzsäure ist besondere Fachkenntnis erforderlich, da giftige Gase (Kohlensäure, Schwefelwasserstoff) entstehen können, die in kurzer Zeit tödlich wirken. Besondere Vorsicht ist daher bei Verwendung von Salzsäure in geschlossenen Räumen (Schächten usw.) geboten.

### **Heißdampf- und Preßluftbehandlung**

Bei verschiedenen Reinigungsverfahren kann zusätzlich die Heißdampfbehandlung angewendet werden. Sie soll im wesentlichen nach der Salzsäurebehandlung durchgeführt werden. Starke Temperaturstöße sind zu vermeiden, da ihnen manche der empfindlichen Filterkonstruktionen nicht standhalten. Der Heißdampf wird auf der Sohle eingeleitet. Durch die Geysirwirkung wird von Zeit zu Zeit im unteren Brunnenenteil ein Unterdruck erzeugt, wodurch die von der Salzsäure gelösten Bestandteile in das Rohrinne gesogen werden. Dieses Verfahren hat Wirkung bis in die äußerste Kiesschüttung und teils über diese hinaus. Ähnliche Erfolge können durch Einleiten von Preßluft mit dem Lufthebeverfahren erzielt werden.

## **4.4 Ersatzmeßstelle**

Die Einrichtung einer Ersatzmeßstelle kommt im allgemeinen in Betracht, wenn die Durchlässigkeitsprüfung negativ ausfiel und Maßnahmen zur Regenerierung ohne Erfolg geblieben sind.

Ersatzmeßstellen können auch notwendig werden, wenn eine Meßstelle aus anderen Gründen aufgegeben werden muß (z. B. Änderung der Flächennutzung, der Zugänglichkeit, Überbauung oder Trockenfallen). In einem solchen Fall empfiehlt es sich, die Ersatzmeßstelle so rechtzeitig einzurichten, daß noch eine Parallelbeobachtung beider Meßstellen möglich ist.

Grundsätzlich müssen für die Ersatzmeßstelle folgende Forderungen erfüllt sein:

- möglichst naher Standort zur alten Meßstelle
- Filterposition im gleichen Grundwasserleiter

Die Stammdaten der alten Meßstelle sind zu ergänzen. Es ist eine neue Meßstellenbeschreibung anzulegen. Die Ersatzmeßstelle erhält eine neue Meßstellennummer.

## 5 Meßgeräte

Die Messung des Grundwasserstandes erfaßt den Höhenunterschied zwischen Meßpunkt und Wasserspiegel in einer Meßstelle. Dieser Höhenunterschied wird als Abstich bezeichnet. Es kommen Meßgeräte für Einzelmessungen und solche mit kontinuierlicher Anzeige bzw. Registrierung zum Einsatz, dabei ist eine Meßgenauigkeit von  $\pm 0,5$  cm erforderlich.

Die Durchführung von Sonderuntersuchungen kann höhere Meßgenauigkeiten verlangen. Unter schwierigen Verhältnissen müssen dagegen auch größere Toleranzen in Kauf genommen werden.

Nachfolgend werden in der Praxis verwendete Meßgeräte aufgeführt und Hinweise auf ihre Arbeitsweise, Handhabung und Einsatzmöglichkeit gegeben.

### 5.1 Geräte für Einzelmessungen

Unter Einzelmessungen wird ein Meßvorgang verstanden, bei dem mit einem tragbaren Gerät der Wasserspiegel in der Meßstelle von Hand ermittelt wird.

#### Kabellichtlot

Das Gerät besteht aus einem Lot, meist Edelstahl, mit eingebauter Elektrode, die in der Regel über ein Kunststoffflachkabel eine Signallampe schaltet. Das Kabel ist auf einer Trommel aufgespult. Beim Eintauchen der Elektrode in das Wasser leuchtet die Signallampe an der Kabeltrommel auf. Bei zu geringer Leitfähigkeit des Wassers kann das Lot versagen. Durch Ab- und Aufwärtsbewegungen (wechselweises Aufleuchten und Erlöschen) wird die Elektrode genau auf die Wasserspiegelhöhe gebracht. An die Stelle des Lichtsignals kann auch ein akustisches Signal treten. Zur Bestimmung der Meßstellensohle kann der untere Teil des Lotes (Gewichtsteil) in einer Sonderausführung als Grundtaster ausgebildet werden. Bei Grundberührung erlischt die bis dahin leuchtende Signallampe.

An dem als Meßband ausgebildeten Kabel mit Zentimetereinteilung wird der Abstich bzw. die Sohlentiefe unmittelbar in Höhe des Meßpunktes abgelesen.

Das Gerät arbeitet mit Batterien, die im Handgriff der Kabeltrommel untergebracht sind. Sein Einsatz ist in fast allen Meßstellen möglich. Die Meßvorgänge sind einfach und relativ schnell im Rahmen der geforderten Meßgenauigkeit durchführbar.

#### Tiefenlot

Das Meßgerät besteht aus einem auf einer Seiltrommel aufgespulten Edelstahlseil, das über eine Ablaufvorrichtung mit Fliehkraftbremse eine Digitalanzeige betätigt. Das Gerät kann den Wasserspiegel oder die Sohle der Grundwassermeßstelle erfassen. Es werden unterschiedliche Lote verwendet.

Der Ausgangspunkt für die Messung ist die Unterfläche des Gerätes, das auf die Rohroberkante aufgesetzt wird. Beim Auftreffen des Kunststofflotes arretiert das Gerät. Das Tiefenlot gibt es für Meßbereiche von 50, 100, 200 und 300 m; es kann jedoch als Sonderanfertigung für noch größere Tiefen hergestellt werden. Der Einsatz des Gerätes ist in Beobachtungsrohren ab DN25 möglich.

Das Gerät zeichnet sich durch einfache Handhabung und geringes Gewicht aus. Bei Meßstellen, die nicht lotrecht ausgebaut sind, kann das Meßseil und Lot an der Rohrwandung anschlagen und dadurch ein vorzeitiges Arretieren bewirken, was zu Fehlmessungen führt.

#### Brunnenpfeife

Die vollständige Meßgarnitur besteht aus einem Meßband und der Brunnenpfeife, mit der die Höhenlage des Grundwasserspiegels durch einen Pfeifton festgestellt wird.

Die Brunnenpfeife ist ein hohler Metallzylinder mit einem oben angeordneten Pfeifenschlitz. Auf der Außenseite befinden sich 10 bis 14 umlaufende Rinnen im Abstand von 10 mm.

Beim Eintauchen der Brunnenpfeife in Wasser wird die Luft im Hohlzylinder durch den Pfeifenschlitz gedrückt und erzeugt einen Pfeifton. Durch weiteres langsames Absenken füllt sich eine Anzahl der Rinnen mit Wasser. Je nach Lage des Nullpunktes am oberen oder unteren Ende der Brunnenpfeife ist die Anzahl der trockengebliebenen Rinnen dem

am Bandmaß abgelesenen Wert hinzuzuzählen bzw. die der wassergefüllten Rinnen abziehen, um den Abstich zu erhalten.

Die Brunnenpfeife kann in normaler Ausführung bis ca. 30m Tiefe und einem Mindestrohrdurchmesser von 50mm eingesetzt werden. Nachteilig ist an diesem Gerät, daß der Grundwasserstand nicht unmittelbar am Maßband abgelesen und die Messung durch Lärm gestört werden kann.

### **Klatscher**

Der Klatscher (Patscher) ist eine nach unten offene Schale aus Metall oder Holz. Er ist an einem Meßband so aufgehängt, daß der Nullpunkt des Meßbandes mit der Unterkante des Klatschers identisch ist. Beim Auftreffen auf den Wasserspiegel entsteht ein Klatschen. Durch wiederholtes Anheben und Fallenlassen kann der Wasserspiegel zentimetergenau festgestellt werden; der Abstich wird unmittelbar am Meßband abgelesen. Der Klatscher ist ein wartungsfreies Meßgerät, das einfach und schnell zu handhaben ist. Das Gerät ist bei Meßtiefen über 15m und bei Störgeräuschen ungeeignet.

## **5.2 Anzeigergeräte**

Die Geräte geben auf einem Anzeigeelement, das über ein Meßrad von einem Schwimmer mit Gegengewicht betätigt wird, den Abstich in Meter und Zentimeter an. Die Anzeige erfolgt je nach Ausführung analog oder digital. In einer Sonderausführung können zusätzlich Minimal- und Maximalwerte festgehalten werden.

Anzeigergeräte lassen sich auch für eine Fernanzeige ausrüsten, die dann eines Batterie- oder Netzanschlusses bedürfen. Die Geräte werden in erster Linie bei Sonderbeobachtungen (z. B. Pumpversuchen) vorübergehend eingesetzt. Sie sind weniger geeignet für einen Dauerbetrieb; besonders bei Frost können Störungen entstehen.

## **5.3 Registriergeräte**

Meßgeräte mit kontinuierlicher Registrierung zeigen den Wasserstand fortlaufend an. Der Abstich muß zu jeder Zeit abgelesen und durch Einzelmessungen kontrolliert werden können.

Das registrierende Gerät besteht aus

- Meßwertaufnehmer (Schwimmer mit Gegengewicht, Pneumatik, Druckmeßdose)
- Registriereinrichtungen (analog z. B. Trommelregistrierungen, Bandschreiber; digital z. B. Lochstreifen, Magnetkassetten, Kernspeicher)

Wird digital registriert, ist zur Überprüfung zusätzlich eine Meßwertanzeige erforderlich.

Die am meisten verwendeten Geräte werden nachfolgend behandelt.

### **Trommelschreiber**

Die Schwankung des Grundwasserspiegels wird über Schwimmer mit Gegengewicht registriert. Es empfiehlt sich, das Gerät so einzustellen, daß bei steigendem Wasserstand aufsteigend aufgezeichnet wird. Ein mit Federkraft oder mit Batterie angetriebenes Uhrwerk bewegt die Registriertrommel. Die Umlaufzeit liegt zwischen 8 und 96 Tagen.

Durch einen vorwählbaren Registriermaßstab 1:5, 1:10 oder 1:20 kann jeweils ein Grundwasserschwankungsbereich von 1,25m, 2,50m bzw. 5,00m erfaßt werden. Für Bereiche mit extrem wechselnden Grundwasserständen können nach Bedarf andere Registriermaßstäbe bzw. zusätzliche Umkehrspindeln vorgesehen werden.

Das in einem korrosionsgeschützten Gehäuse untergebrachte Gerät kann im Freien ohne Schutzhaus mit einem Rohrflansch auf dem Beobachtungsrohr befestigt werden.

Zur Durchführung von Kontrollmessungen bzw. Probenahmen kann das Gerät gekippt oder geschwenkt werden, wodurch der Rohrquerschnitt freigegeben wird.

Das Gerät hat sich in der Praxis gut bewährt. Hinsichtlich der Tiefe und des Rohrdurchmessers ist der Einsatz – wie bei allen Registriergeräten, die mit Schwimmer und Gegengewicht arbeiten – wegen der Reibung des Schwimmerseiles an der Rohrwandung begrenzt. Zur Vermeidung von Störungen infolge Feuchtigkeitseinwirkungen auf die einzelnen Geräteteile empfiehlt es sich, im Rohr unterhalb des Registriergerätes eine Dampfsperre und Entlüftung einzubauen.

#### **Lochstreifengerät**

Zur Erfassung der Meßdaten verwendet das Gerät anstelle des Pegelbogens einen 5-Kanal-Lochstreifen. Der Meßwert wird durch einen Analog-Digitalwandler digitalisiert und in der Regel im 15Minutenturnus gespeichert. Andere Zeitintervalle sind wählbar.

Die Stromversorgung erfolgt über Netz oder Batterie. Wie beim Trommelschreiber sind alle Einzelteile in einem wetterfesten Gehäuse untergebracht. Lochstreifen und Batterie reichen bei viertelstündlicher Lochung für einen Zeitraum von ca. 6Monaten. Zur Kontrolle der registrierten Werte ist ein Digitalanzeiger eingebaut.

Dieser Gerätetyp wird bevorzugt für eine EDV-gerechte Erfassung der Meßwerte eingesetzt. Bei ihm entfällt gegenüber analog registrierenden Geräten der Vorteil einer direkten Fehlererkennung am Meßort. Es bedarf zudem einer intensiven Wartung und einer möglichst geschützten Aufstellung.

#### **Pneumatisches Meßgerät**

Bei der pneumatischen Messung wird über ein Dosierventil Gas (z. B. Stickstoff) oder Druckluft durch eine Schlauchleitung unterhalb des niedrigsten Wasserstandes in das Grundwasser gedrückt, so daß in kurzen Abständen Gasblasen austreten (Einperlverfahren). Der Druck in der Leitung entspricht dabei dem statischen Druck der Wassersäule über der Austrittsöffnung der Schlauchleitung und dient als Meßgröße für den Grundwasserstand.

Die Aufzeichnung der Meßwerte kann in der gleichen Weise erfolgen wie bei den zuvor geschilderten Geräten. Die komplette Meßeinrichtung einschließlich der Gasversorgung sollte in einem wetterfesten, stabilen Gehäuse untergebracht werden.

Der Einsatz des Gerätes ist in allen Grundwassermeßstellen ohne Begrenzung des Rohrdurchmessers und der Tiefe möglich. Er wird aus Kostengründen jedoch auf Sonderfälle beschränkt bleiben.

#### **Druckmeßdose**

Die Druckmeßdose mißt den Druck der über ihr stehenden Wassersäule. Druckänderungen werden vom Meßwandler in eine Änderung der elektrischen Spannung umgeformt. Der Einfluß der Luftdruckänderung wird kompensiert. Die Registrierung der Meßwerte erfolgt analog oder digital.

Eine Begrenzung des Einsatzes der Druckmeßdose durch Rohrdurchmesser oder Bohrlochtiefe ist praktisch nicht vorhanden, sie ist besonders geeignet zum Messen von Arterien. Je nach Größe der zu messenden Druckschwankungen stehen Dosen mit unterschiedlichen Meßbereichen zur Verfügung. Die Meßgenauigkeit der Dose ist abhängig vom Meßbereich. Die Stromversorgung kann über Netz oder Batterie erfolgen.

## 6 Messen und Meßwerterfassung

### 6.1 Messen

Beim Messen wird der als „Abstich“ bezeichnete Abstand zwischen einem markierten Meßpunkt und dem Wasserspiegel in der Meßstelle auf 1 cm genau ermittelt. Zur Vermeidung von Fehlern ist die Messung zu wiederholen.

### 6.2 Meßwerterfassung

Der Meßwert ist mit Datum an Ort und Stelle in den vorgeschriebenen Erfassungsbeleg einzutragen. Zusätzlich sind – soweit nicht bereits vermerkt – die Dienst- und Meßstellennummer (s. EDV-Richtlinie 12/72) sowie die Meßstellenbezeichnung einzutragen. Im Erfassungsbeleg sind unter „Besondere Mitteilungen oder Hinweise“ alle Vorkommnisse festzuhalten, die den Grundwasserstand beeinflussen können. Ebenso ist jede Veränderung an der Meßstelle, die sich auf den Meßwert auswirken kann, anzugeben. Auf einen mangelhaften Zustand der Meßstelle und des Meßgerätes ist hinzuweisen. Der Erfassungsbeleg ist vom Beobachter zu unterschreiben.

Einzelheiten regelt die Anweisung für den Beobachter (Anlage 4). Sie enthält das Muster eines Erfassungsbeleges, der sowohl für eine manuelle Auswertung als auch für eine EDV-Weiterverarbeitung geeignet ist.

### 6.3 Meßturnus

Der zeitliche Abstand zwischen zwei Messungen (Meßturnus) ist so festzulegen, daß die Schwankungen des Grundwasserstandes nach Form und Größe erfaßt werden. Sind rasch wechselnde Grundwasserstände zu erwarten (z. B. Karstgrundwasser, Tideeinfluß, Nähe oberirdischer Gewässer) und werden Meßstellen in geohydrologisch nicht näher bekannten Gebieten neu eingerichtet, sind die Messungen durch kontinuierliche Registrierung zu ergänzen. In der Regel ist eine Messung pro Woche ausreichend, in diesem Fall soll immer am gleichen Wochentag, möglichst am Montag, gemessen werden. Unter bestimmten Voraussetzungen reichen auch vierzehntägliche, monatliche und halbjährliche (z. B. April und Oktober) Messungen aus. Für die Betrachtung eines zeitgleichen Zustandes können Stichtagsmessungen erforderlich sein.

### 6.4 Kontinuierliche Registrierung

Rasch wechselnde Grundwasserstände können eine kontinuierliche Registrierung erforderlich machen. In diesem Fall ist die Aufzeichnung durch Einzelmessungen zu kontrollieren, die in der Regel halbmonatlich durchzuführen sind. Der durch die Kontrollmessung erhaltene maßgebliche Meßwert ist mit Datum, Uhrzeit und Unterschrift auf dem Diagrammbogen einzutragen. Zusätzlich ist auf dem Bogen durch Bewegen des Schwimmerades eine Zeitmarke, bei steiler Wasserstandsganglinie auch eine Höhenmarke für den vom Gerät angezeigten Wert manuell anzubringen. Ein so ausgefüllter Diagrammbogen stellt einen Erfassungsbeleg dar. Bei anderen Datenträgern (z. B. Kassette) ist die Uhrzeit einzugeben.

Bei mehr als 2 cm Unterschied zwischen registriertem und gemessenem Wert ist das Registriergerät vom Beobachter richtig einzustellen, Berichtigen oder Ergänzen der Ganglinie durch den Beobachter ist unzulässig. Bei anderen Registriersystemen ist sinngemäß zu verfahren. Besteht diese Möglichkeit nicht, sind entsprechende Eintragungen in einem Erfassungsbeleg vorzunehmen.

Beim Wechsel des Diagrammbogens ist eine Kontrollmessung durchzuführen; das Ergebnis ist auf dem alten und dem neuen Bogen einzutragen. Für den Betrieb des Registriergerätes erforderliche kleinere Wartungsarbeiten sind vom Beobachter nach Maßgabe der Anweisung vorzunehmen.

### 6.5 Einweisung und Betreuung des Beobachters

Die Meßwerte sind Grundlage für hydrologische und wasserwirtschaftliche Aussagen. Deshalb ist es notwendig, zuverlässige Beobachter für den Meßdienst zu gewinnen. Sie sind durch die zuständige Dienststelle in ihre Aufgaben einzuweisen und auf die Einhaltung der Beobachtungsanweisung zu verpflichten (Dienstanweisung oder Vertrag).

Einmal im Jahr soll ein Vertreter der Dienststelle gemeinsam mit dem jeweiligen Beobachter die Meßstellen aufsuchen und Messungen durchführen. Dabei sind gleichzeitig das Beobachterbuch, der Zustand der Meßgeräte, insbesondere der Meßbänder, und die Meßstellen selbst zu überprüfen. Weiterhin sind seitens der Dienststelle unangemeldete und in unregelmäßigen Abständen vorzunehmende Kontrollmessungen erforderlich.

### **6.6 Weitergabe der Meßwerte**

Die Erfassungsbelege, Diagrammbögen und andere Datenträger sind zum vereinbarten Zeitpunkt an die zuständige Dienststelle zu übersenden. Die Weitergabe der Meßwerte hat in nicht zu großen Zeitabständen (monatlich, vierteljährlich) zu erfolgen.

Bei besonderen Fragestellungen kann es notwendig sein, die Meßwerte regelmäßig in noch kürzeren Zeitabschnitten weiterzugeben.

## 7 Prüfung und Aufbereitung

### 7.1 Prüfung

Eingehende Daten sind vor der Aufbereitung und Auswertung formal und sachlich zu prüfen.

Im folgenden wird zwischen Stammdaten und veränderlichen Daten unterschieden. Stammdaten beschreiben die Meßstellen und ändern sich nur in Sonderfällen. Veränderliche Daten sind die Meßwerte und alle von ihnen abgeleiteten Daten.

#### Prüfung der Stammdaten

Alle Angaben in der Meßstellenbeschreibung (Anlage 1) sind auf dem neuesten Stand zu halten.

Bei der Anwendung der EDV erfolgt die Prüfung teilweise durch Plausibilitätskontrollen nach Anlage 6.1 der Grundwasser-Richtlinie EDV 12/72.

#### Prüfung der Meßwerte

Bei der formalen Prüfung der Meßwerte ist die Vollständigkeit der Eintragungen auf dem Erfassungsbeleg festzustellen. Anschließend erfolgt die sachliche Prüfung nach folgenden Gesichtspunkten:

Die Datumsangaben innerhalb einer Meßreihe müssen den durch den Beobachtungssturnus vorgegebenen Zeitpunkt und Abstand haben. Liegen außergewöhnliche Abweichungen bei aufeinanderfolgenden Meßwerten vor, die nicht durch zusätzliche Eintragungen auf dem Erfassungsbeleg erklärbar sind, müssen weitergehende Untersuchungen, z. B. Ganglinienvergleiche, durchgeführt werden. Gegebenenfalls ist der eingetragene Meßwert so zu berichtigen, daß der ursprüngliche Wert noch lesbar bleibt.

Die verschlüsselten Eintragungen des Beobachters dürfen nicht im Widerspruch zu den „Hinweisen“ stehen. Die Hinweise des Beobachters sind im Hinblick auf die anschließende Aufbereitung der Meßwerte zu verwerten und erforderliche Maßnahmen wie z. B. die Reparatur von Meßgeräten und Meßstellen unverzüglich einzuleiten.

Zusätzliche Möglichkeiten der Prüfung ergeben sich bei Anwendung der EDV durch die Plausibilitätskontrollen nach Anlage 6.3 der Grundwasser-Richtlinie EDV 12/72. Diesen Hinweisen ist in gleicher Weise nachzugehen.

#### Prüfung der Diagrammbögen

Für die Prüfung von Diagrammbögen kontinuierlich registrierender Meßgeräte sind die zur Kontrolle durchgeführten Einzelmessungen heranzuziehen. Widersprüche sind nach Möglichkeit aufzuklären, offensichtliche Fehler zu verbessern und Lücken zu schließen. Hierzu sind die Beobachtungen an benachbarten Meßstellen mit heranzuziehen. Die Verbesserung ist auf dem Diagrammbogen oder Schreibstreifen zu begründen. Ist bei fehlerhaften Aufzeichnungen der tatsächliche Verlauf der Wasserstandsganglinie nachträglich nicht feststellbar, dürfen vorhandene Lücken nicht geschlossen werden. Beispiele häufig auftretender Fehler und ihre Korrektur sind in Anlagen 5.1 und 5.2 dargestellt.

Bei anderen Datenträgern (z. B. Lochstreifen) ist eine Prüfung erst nach der Aufbereitung möglich.

### 7.2 Aufbereitung

Die überprüften Meßergebnisse sind baldmöglichst aufzubereiten. Die Aufbereitung umfaßt das Erstellen der Grundwasserstandsliste, die Zusammenfassung der Daten in einer Haupttabelle sowie die zeichnerische Darstellung in Form einer Ganglinie.

#### Grundwasserstandsliste

Für jede Meßstelle wird zur Aufbereitung der Meßergebnisse eine Grundwasserstandsliste geführt. Sie erfaßt die Meßwerte eines Abflußjahres nach Muster gemäß Anlagen 6. Bei EDV-Aufbereitung gilt das Muster gemäß Anlage 14.1 der Grundwasser-Richtlinie EDV 12/72.

Aus den Einzelwerten wird das Monatsmittel gebildet. Die Mittel der Halbjahre und des Abflußjahres sind aus der Summe der Einzelbeobachtungswerte und nicht aus den Monatsmitteln zu errechnen.

Alle Mittelwerte werden nach DIN 1333 auf volle cm auf- oder abgerundet.

Wird regelmäßig monatlich gemessen, gilt dieser Einzelwert als Monatsmittel.

Bei kontinuierlich registrierten Grundwasserständen sollte die Ganglinie digitalisiert werden, damit die gesamte Information in die weitere Aufbereitung mit Hilfe der EDV eingeht. Wird dieser Weg nicht beschritten und wird die Vergleichbarkeit mit Einzelmessungen angestrebt, sind die Mittelwerte an den festgelegten Beobachtungstagen zu verwenden. Sie werden durch Mitteln des jeweiligen Hoch- und Niedrigwasserstandes errechnet. Außerdem sind der höchste und niedrigste Grundwasserstand eines Monats aus der Ganglinie zu entnehmen und in die entsprechenden Spalten der Liste „Grundwasserstände aus kontinuierlichen Aufzeichnungen“ mit Datum einzutragen. Von diesen sind der höchste und niedrigste Jahreswert zu kennzeichnen und in die Haupttabelle zu übernehmen (Anlagen 6 u. 7).

Eine Meßpunktänderung ist in der Grundwasserstandsliste unter „Bemerkungen“ mit Datum einzutragen, die Berichtigungen sind gemäß Kapitel 4.2 durchzuführen. Dagegen dürfen die gemessenen Abstichwerte rückwirkend nicht geändert werden.

Treten in einer Meßreihe Lücken auf, kann die überwachende Dienststelle versuchen, diese an Hand der Ganglinie der betreffenden Meßstelle durch Bezugsbildung mit benachbarten Meßstellen gleicher oder ähnlicher hydrologischer Charakteristik oder auf eine andere geeignete Art zu schließen. Die Ergänzung wird zweckmäßig erst dann vorgenommen, wenn nach der Lücke genügend Meßergebnisse vorliegen. Ist eine Meßstelle trockengefallen, muß auch in diesem Falle versucht werden, die entstandenen Lücken zu schließen. Alle ergänzten Einzelwerte sind zu kennzeichnen.

Sind in der Grundwasserstandsliste Lücken geschlossen worden, werden die errechneten Mittelwerte in die Haupttabelle ohne Kennzeichnung übernommen. Lassen sich Lücken nicht schließen oder war der Anteil der ergänzten Werte sehr hoch, muß im Einzelfall entschieden werden, ob das entsprechende Beobachtungsjahr für die Mittelbildung der langjährigen Reihe berücksichtigt werden kann. Wird das Jahr nicht einbezogen, werden die Monatswerte zwar in die Haupttabelle eingetragen, jedoch durchgestrichen und bei der Mittelbildung nicht berücksichtigt. Über die Eintragung von Extremwerten in einem solchen Jahr ist ebenso im Einzelfall zu entscheiden.

#### **Tidebeeinflusste Grundwasserstände**

Die Messung tidebeeinflusster Grundwasserstände erfordert den Einsatz kontinuierlich arbeitender Registriergeräte.

Bei der manuellen Auswertung von Pegelbögen wird von einem Tageswert ausgegangen, der aus den beiden Hoch- und Niedrigwasserständen des Grundwassers am festgelegten Beobachtungstag als arithmetisches Mittel gebildet wird. Sind an einem Beobachtungstag nur drei Werte vorhanden, so ist der erste Wert des darauffolgenden Tages einzubeziehen. Der so ermittelte Tagesmittelwert sowie die mittleren Differenzen der Hoch- und Niedrigwasserstände (mittlere Amplituden) werden in die dafür vorgesehenen Spalten der Grundwasserstandsliste (tidebeeinflusst) eingetragen (Anlage 6.3).

Die Monatsmittelwerte werden aus den Tagesmittelwerten des Grundwasserstandes der Beobachtungstage berechnet.

Der höchste und der niedrigste Grundwasserstand eines Monats sind aus der Ganglinie zu entnehmen und in die dafür vorgesehenen Spalten der Grundwasserstandsliste (tidebeeinflusst) mit Datum einzutragen. Von diesen sind der höchste und der niedrigste Wert eines Jahres zu kennzeichnen und in die Haupttabelle zu übernehmen.

#### **Haupttabelle**

Die Haupttabelle (Anlage 7) enthält die Zusammenstellung der auf NN bezogenen Hauptwerte von Jahresreihen. Sie wird von der überwachenden Dienststelle geführt. Unter Hauptwerten versteht man die Monats-, Halbjahres- und Jahresmittel sowie den höchsten und niedrigsten Wasserstand aus der Grundwasserstandsliste. Bei monatlichem Meßturnus werden Einzelwerte an Stelle der Monatsmittel eingetragen.

Zweckmäßig kann eine Unterteilung der Haupttabelle in Jahrfünfte sein. Ein Jahrfünft beginnt mit den Jahren 1, 6, 11, 16 usw. und endet mit den Jahren 5, 10, 15, 20 usw. Die Monats-, Halbjahres- und Jahresmittel mehrjähriger Reihen werden aus der Summe der Mittelwerte der einzelnen Abflußjahre, geteilt durch die Zahl der Jahre, gebildet. In den Spalten „N“ und „H“ werden nur Extremwerte mit dem zugehörigen Datum (niedrigster und höchster Einzelwasserstand) für den betreffenden Zeitraum eingetragen.

### Ganglinien

Übersichtlicher und anschaulicher als Zahlentafeln sind graphische Darstellungen der Meßwerte in Form von Ganglinien. Diese lassen gleichfalls Extremwerte erkennen, verdeutlichen den zeitlichen Verlauf der Grundwasserstände und vermitteln einen Eindruck vom charakteristischen Verhalten des Grundwassers.

Für die Korrektur von Meßfehlern, das Schließen von Beobachtungslücken oder bei Sonderauswertungen kann die Aufstellung von Grundwasserganglinien ein wichtiges Hilfsmittel sein. So geben z. B. Abweichungen vom stetigen oder typischen Verlauf einer Ganglinie Hinweise auf Meßfehler. Auch das nachträgliche Auffüllen von Meßreihen wird in vielen Fällen erst durch den Vergleich von Ganglinien benachbarter Meßstellen möglich.

Für eine Grundwasserganglinie empfiehlt sich bei der Hand-Auswertung ein Zeitmaßstab von 1 Jahr = 52 mm entsprechend der Anzahl der Wochen im Jahr. Bei der Konstruktion mit Hilfe der EDV bzw. eines Plotters wird bei einem Zeitmaßstab von 1 Jahr = 24 mm noch eine gute Auflösung der Ganglinie erreicht (Anlage 8).

Der Höhenmaßstab kann frei gewählt werden, er sollte jedoch auf einem Blatt einheitlich sein. Wegen der besseren Vergleichbarkeit wird empfohlen, einheitlich den Höhenmaßstab 1 : 20 zu verwenden, in Ausnahmefällen kann 1 : 10 bzw. auch 1 : 50 gewählt werden.

Die Werte von Einzelmessungen werden durch gerade Linien miteinander verbunden, Mittelwerte als Treppenzuglinien dargestellt. Außerdem kann der für den dargestellten Zeitraum maßgebende Mittelwert als horizontale Linie eingetragen werden. Die Eintragung der Grundwasserstände erfolgt in NN + m. Neben den die Meßstellen kennzeichnenden Angaben sollten auch die geologischen Verhältnisse möglichst in Form eines Schichtenverzeichnisses wiedergegeben werden. Da sich die geologische Schichtenfolge nicht immer im gleichen Maßstab wie die Ganglinie aufzeichnen läßt, ist der Maßstab so zu wählen, daß die gesamte Schichtenfolge ab Geländeoberkante erfaßt wird. Für die Signaturen gilt DIN 4023.

## 8 Auswertung

Die aufbereiteten Grundwasserstandsmeßwerte bilden die Ausgangsbasis für Auswertungen. Während in der Regel alle Meßdaten aufbereitet werden, beschränken sich Auswertungen oft nur auf Datenteilmengen, die entsprechend den jeweiligen Fragestellungen ausgewählt werden. Da die Grundwasserstände zeit- und ortsabhängig sind, werden Auswertungen sowohl die zeitlichen Veränderungen als auch die räumlichen Zusammenhänge zu erfassen versuchen. Im folgenden wird zwischen punktueller Auswertung zeitlich veränderlicher Größen und flächenhafter Auswertung zur Darstellung der räumlichen Zusammenhänge unterschieden.

### 8.1 Punktuelle Auswertung

Bei der punktuellen Auswertung werden die Datenreihen einzelner Meßstellen nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Die Ergebnisse sollen die Grundwasserverhältnisse im engeren Bereich einer Meßstelle kennzeichnen.

#### Bezugskurven

Bezugskurven lassen Zusammenhänge zwischen Grundwasserständen und anderen Größen erkennen, welche die Grundwasserstände beeinflussen (z. B. Wasserstände in oberirdischen Gewässern, Niederschläge, Grundwasserentnahmen) oder von diesen beeinflusst werden (z. B. Quellschüttungen, Abflüsse in Vorflutern). Bezugskurven zwischen den Wasserständen zweier Grundwassermeßstellen können Hinweise auf hydraulische Zusammenhänge geben oder zeigen, daß beide Meßstellen denselben Einflußfaktoren unterliegen. Sie sind ein geeignetes Mittel zur Ergänzung fehlender Daten.

Zur Ermittlung der Bezugskurve werden die gleichzeitig gemessenen Größen (Wertepaare) im rechtwinkligen Koordinatensystem gegeneinander aufgetragen. Dort, wo zwischen der Reaktion der einen Größe auf Veränderungen der anderen Größe eine bestimmte Zeitspanne liegt (z. B. Änderung des Wasserstandes einer Grundwassermeßstelle in größerer Entfernung von einem oberirdischen Gewässer), kann diese Zeitverschiebung bei der gegenseitigen Zuordnung der Wertepaare berücksichtigt werden (zeitverschobene Beziehung).

Die Bezugskurve ergibt sich durch Einpassen einer Linie in das Feld der Wertepaare oder läßt sich durch eine Regressionsbeziehung berechnen (*Abb. 8 und 9*). Auch wenn der Kurvenverlauf berechnet wird, empfiehlt es sich, die Wertepaare graphisch aufzutragen, um die Streuung und die Art des Zusammenhanges optisch zu verdeutlichen.

Die zeichnerische Auftragung der Wertepaare läßt erkennen, ob ein linearer Zusammenhang gegeben ist. Bei nicht linearer Beziehung ist es vielfach zweckmäßig, die Bezugskurve graphisch festzulegen (*Abb. 8*).

Durch Eingriffe in die Grundwasserverhältnisse kann sich die Beziehung zwischen den Wasserständen zweier Meßstellen ab einem bestimmten Zeitpunkt plötzlich oder allmählich ändern. *Abb. 9* zeigt den Fall einer plötzlichen Änderung, bei der jeweils für den Zeitpunkt vor und nach der Änderung unterschiedliche Beziehungen gelten.

In der Regel kann als Bezugskurve zwischen zwei Größen eine Gerade gewählt werden einfach-lineare Regression. Eine nichtlineare Regression oder eine Mehrfachregression, welche die Beziehung einer abhängigen Größe zu mehreren Einflußgrößen herstellt, bringen erfahrungsgemäß bei grundwasserhydrologischen Daten gegenüber der einfach-linearen Regression keinen nennenswerten Zuwachs an Genauigkeit. Eine nichtlineare Regression sollte nur verwendet werden, wenn die physikalischen Zusammenhänge auf eine nichtlineare Beziehung hinweisen.

Wenn aufgrund der physikalischen Zusammenhänge eine der Größen ( $y$ ) von der anderen ( $x$ ) als abhängig anzusehen ist, wird die Regressionskurve so gelegt, daß die Quadratsumme der Abstände in Richtung der Ordinate der Abhängigen zwischen den beobachteten Wertepaaren und der Regressionskurve ein Minimum wird.

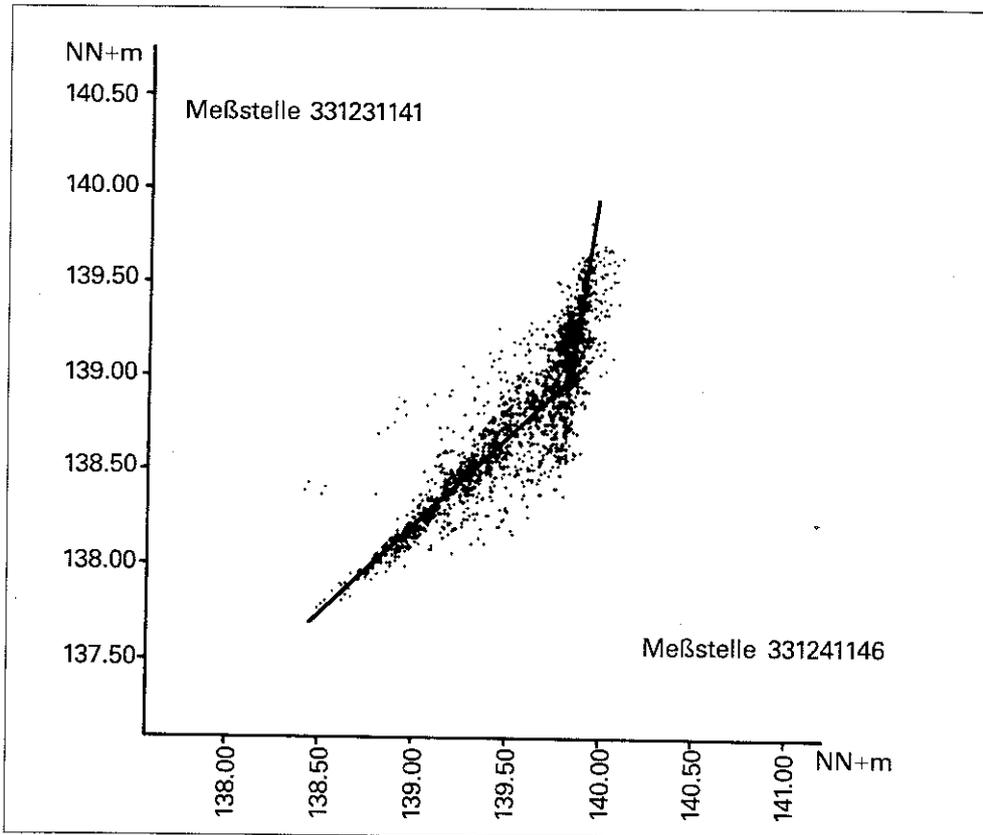


Abb.8 Bezugskurve der Grundwasserstände zweier Meßstellen  
Beziehung wasserstandsabhängig

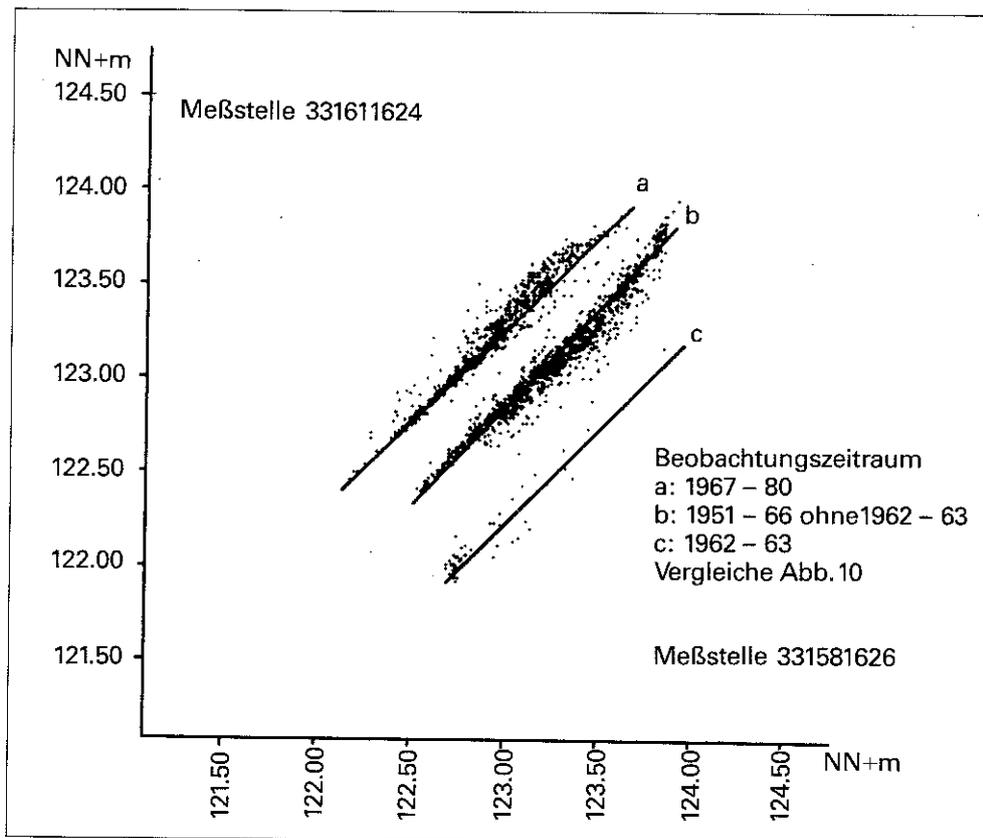


Abb.9 Bezugskurve der Grundwasserstände zweier Meßstellen  
Beziehung zeitabhängig

Bei der einfach-linearen Regression ist die Regressionsgerade durch die Beziehung gegeben:

$$y = ax + b$$

mit  $a = \frac{\sum (\Delta x \cdot \Delta y)}{\sum \Delta x^2}$  und  $b = \bar{y} - a\bar{x}$

wobei  $\bar{y} = \frac{\sum y}{n}$   $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$  und

$$\Delta y = y - \bar{y} \quad \Delta x = x - \bar{x} \quad \text{sind}$$

Wenn aufgrund der physikalischen Zusammenhänge nicht ersichtlich ist, welche der beiden Größen die abhängige und welche die unabhängige ist (z. B. Vergleich der Wasserstände zweier Grundwassermessstellen, welche durch eine dritte Größe, beispielsweise Niederschlag, beeinflusst werden), sollte die Beziehung eindeutig umkehrbar sein. Für diesen Fall bietet sich die orthogonale Regression an, bei welcher die Regressionsgerade so bestimmt wird, daß die Quadratsumme der Abstände der beobachteten Wertepaare rechtwinklig (orthogonal) zur Regressionsgeraden ein Minimum wird. In diesem Falle gehorcht die Ausgleichsgerade der Beziehung:

$$\frac{\Delta x}{s_x} = \frac{\Delta y}{s_y} \quad \text{bzw. } y = \frac{s_y}{s_x} (x - \bar{x}) + \bar{y} \quad \text{wobei}$$

$$s_x = \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum \Delta x^2} \quad \text{die Streuung der Wertepaare } x \text{ und}$$

$$s_y = \frac{1}{n-1} \sqrt{\sum \Delta y^2} \quad \text{die Streuung der Wertepaare } y \text{ sind}$$

Wie bei der einfach-linearen Regressionsbeziehung gibt der Korrelationskoeffizient

$$r = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x \cdot \Delta y)}{\sum \Delta x^2 \cdot \sum \Delta y^2}}$$

einen Hinweis auf die Güte des Zusammenhanges.

### Differenzenganglinien

Zeitpunkt, Art und Umfang von Veränderungen werden deutlich, wenn die Ganglinie einer Größe, bei der Veränderungen vermutet werden, mit einer Ganglinie verglichen wird, die üblicherweise ein ähnliches Verhalten zeigt, jedoch von keinen Veränderungen betroffen ist. Dieser Vergleich wird am besten durch die Bildung einer Ganglinie der Differenzbeträge der betrachteten Größen (Differenzenganglinie) erreicht.

Sofern die Dimension der in der Ganglinie dargestellten Größen identisch und die Schwankungen der Einzelwerte um den Mittelwert bei beiden Ganglinien etwa gleich groß sind, kann die Differenzenganglinie unmittelbar aus den Meßwerten gebildet werden, z. B. die Ganglinie der Differenzen zwischen den Wasserständen zweier Meßstellen (Abb. 10).

Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, ist es für die Bildung der Differenzenganglinie erforderlich, die Ganglinien im Ordinatenmaßstab so zu verändern, daß die Streuung bei beiden Ganglinien gleich groß wird (Standardisierung). Standardisierte Ganglinien erhält man, wenn statt der Meßwerte die Abweichung der Meßwerte vom Mittelwert  $x$  bzw.  $y$  dividiert durch die Streuung  $s_x$  bzw.  $s_y$  aufgetragen werden. Standardisierte Ganglinien sind dimensionslos. Ihre Streuung ist stets  $s = 1$ . Im Gegensatz zu den Ganglinien in Abb. 10 besitzen die Ganglinien in Abb. 11 unterschiedliche Schwankungen. Die Differenzenganglinie in Abb. 11 wird daher in erster Linie durch die unterschiedlichen Schwankungshöhen bestimmt und deutet dadurch scheinbar auf Veränderungen im Verhalten der Grundwasserstände in den beiden verglichenen Meßstellen hin. Hingegen zeigt die Differenzenganglinie der zuvor standardisierten Werte, daß die Beziehung zwischen den Wasserständen sich nicht geändert hat. Gleichzeitig macht sie in Verbindung mit den beiden Ganglinien deutlich, daß die Meßstelle 43 103 7644 stärker kurzzeitigen Einflüssen unterworfen ist als die Vergleichsmeßstelle 43 101 7645.

Differenzenganglinien können zur Überprüfung von Daten verwendet werden. Große Differenzen von Einzelwerten sind Hinweise auf mögliche Meßfehler. Nicht oder falsch

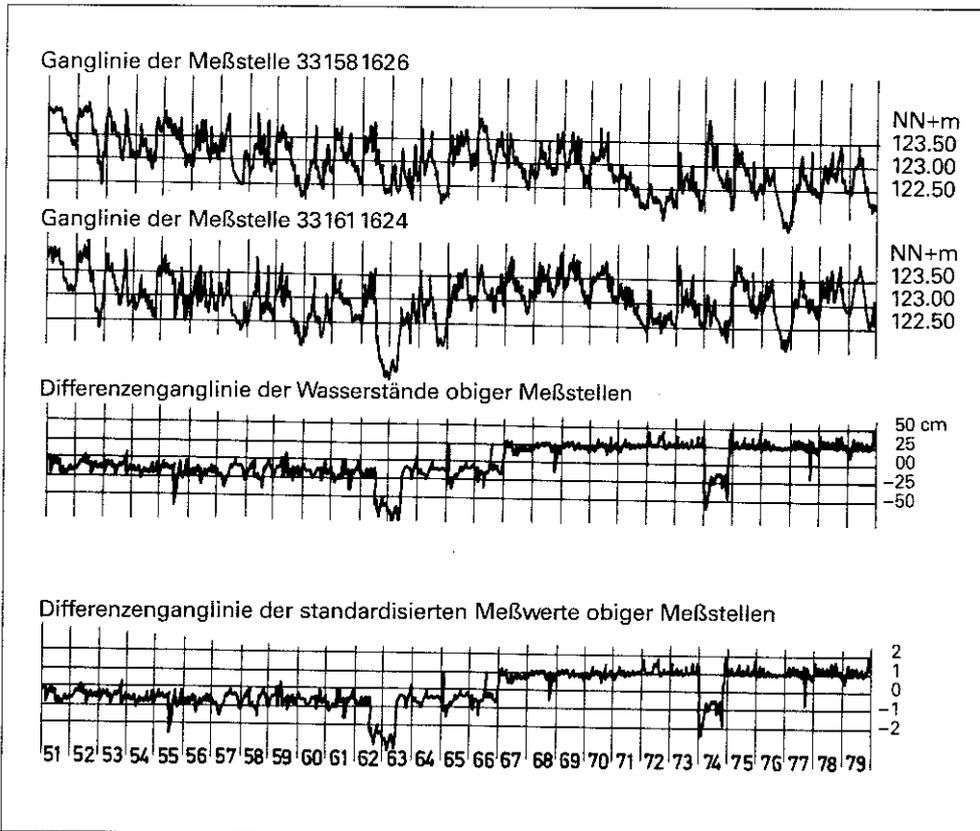


Abb. 10 Ganglinien zweier Grundwassermeßstellen und deren Differenzen bei gleicher Schwankungshöhe

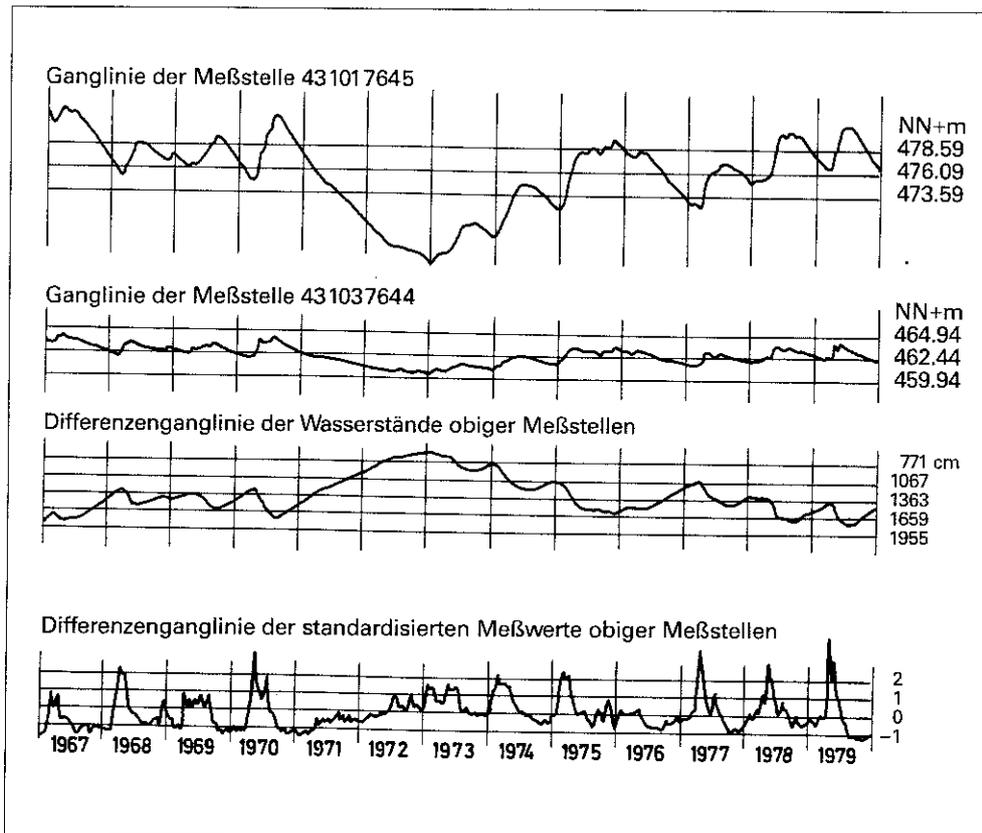


Abb. 11 Ganglinien zweier Grundwassermeßstellen und deren Differenzen bei unterschiedlicher Schwankungshöhe

berücksichtigte Änderungen der Meßpunkthöhe bewirken eine sprunghafte Veränderung der Differenzganglinie.

Die Standardisierung von Ganglinien ist ferner geeignet, fehlende Meßwerte an Nachbar-meßstellen zu ergänzen. Die Ergänzungswerte erhält man, wenn die Werte der standardisierten Ganglinie mit der Streuung der zu ergänzenden Ganglinie multipliziert werden. Damit ergibt sich die orthogonale Regressionsbeziehung:

$$y = \frac{s_y}{s_x} (x - \bar{x}) + \bar{y}$$

wobei y die Werte der zu ergänzenden, x die Werte der Vergleichsganglinie sind.

### Trenduntersuchungen

Wenn sich die Grundwasserstände über einen längeren Zeitraum allmählich ändern, kann diese Veränderung durch eine Trenduntersuchung, d.h. durch eine Regressionsuntersuchung zwischen dem Grundwasserstand und dem Zeitpunkt seiner Beobachtung, deutlich gemacht werden (Abb. 12).

Grundsätzlich wirkt sich die Auswahl des Zeitraums, welcher der Trenduntersuchung zugrunde gelegt wird, auf das Ergebnis der Trenduntersuchung aus. Daher erlauben Trenduntersuchungen nur Aussagen über den untersuchten Zeitraum. Aussagen über vorausgehene oder zukünftige Zeiträume sind nicht zulässig.

Insbesondere, wenn der Trend klein ist gegenüber den Grundwasserstandsschwankungen oder der untersuchte Zeitraum kurz ist, ergeben sich vielfach zufällige, d.h. nicht statistisch gesicherte Trends. Einen unzutreffenden Eindruck über das Verhalten der Grundwasserstände können Trenduntersuchungen auch dann vermitteln, wenn die Veränderungen nicht fortschreiten, sondern durch ein einzelnes Ereignis oder durch mehrere hervorgerufen wurden.

In ähnlicher Weise wie durch Trenduntersuchungen können langzeitige Veränderungen auch durch gleitende Mittel verdeutlicht werden. Dieser Darstellungsweise ist insbesondere dann der Vorrang zu geben, wenn Veränderungen durch Einzelereignisse hervorgerufen worden sind (Abb. 12).

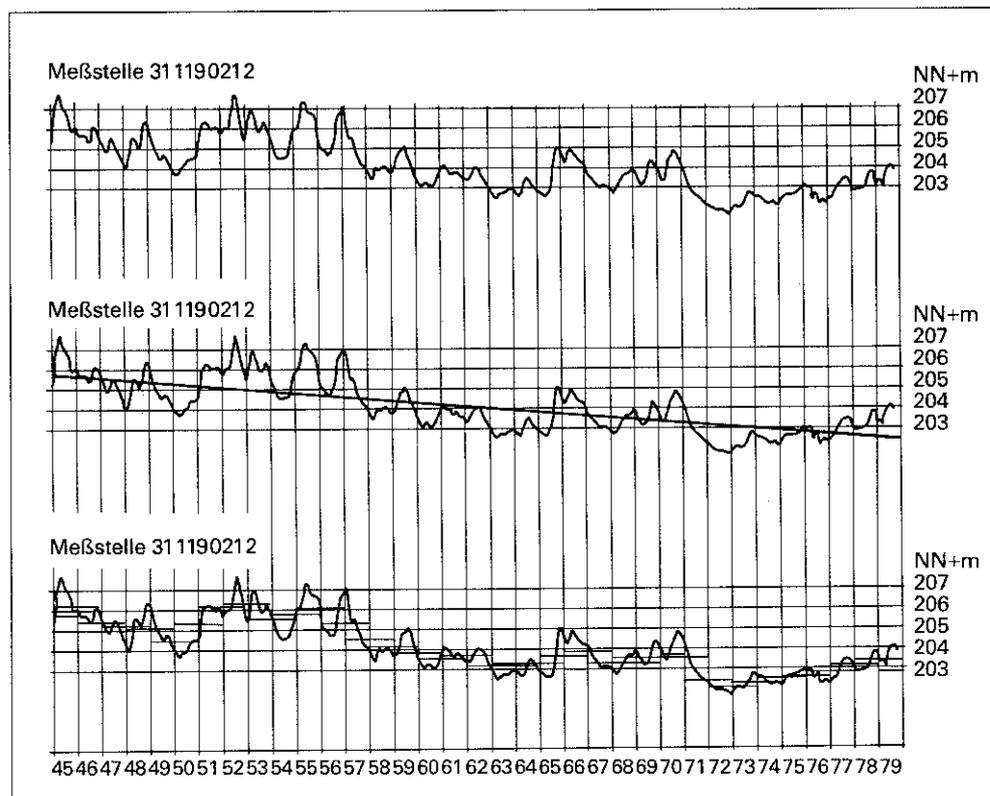


Abb. 12 Grundwasserganglinie oben mit Trendgerade mitte und gleitenden 2 Jahresmittelwerten unten

**Doppelsummenkurve**

Einmalige, plötzliche oder allmähliche Veränderungen zwischen den Wasserständen und anderen Größen oder Grundwasserständen untereinander können auch durch einfache graphische Darstellung der Doppelsummenkurve erkennbar gemacht werden. Man trägt hierzu z. B. die aufsummierten Jahresmittelwerte einer Meßstelle gegen die aufsummierten Jahresmittelwerte einer anderen auf. Falls die Veränderungen der Grundwasserstände gegenüber den NN-Höhen nur klein sind, können die Jahresmittelwerte auf andere Ebenen als NN bezogen werden, z. B. auf das kleinste aller Jahresmittel. Die Kurve läßt sich auch aus Einzelwerten oder anderen Kollektiven darstellen.

Wenn keine plötzlichen Veränderungen eingetreten sind und kein Trend in dieser Beobachtungsreihe erkennbar ist, liegen alle Punkte auf einer Geraden. Eine allmähliche, trendhafte Veränderung der Beziehung führt zu einer Krümmung der Doppelsummenkurve; eine einmalige, plötzliche Veränderung wirkt sich als Knick der Doppelsummenkurve aus (Abb. 13).

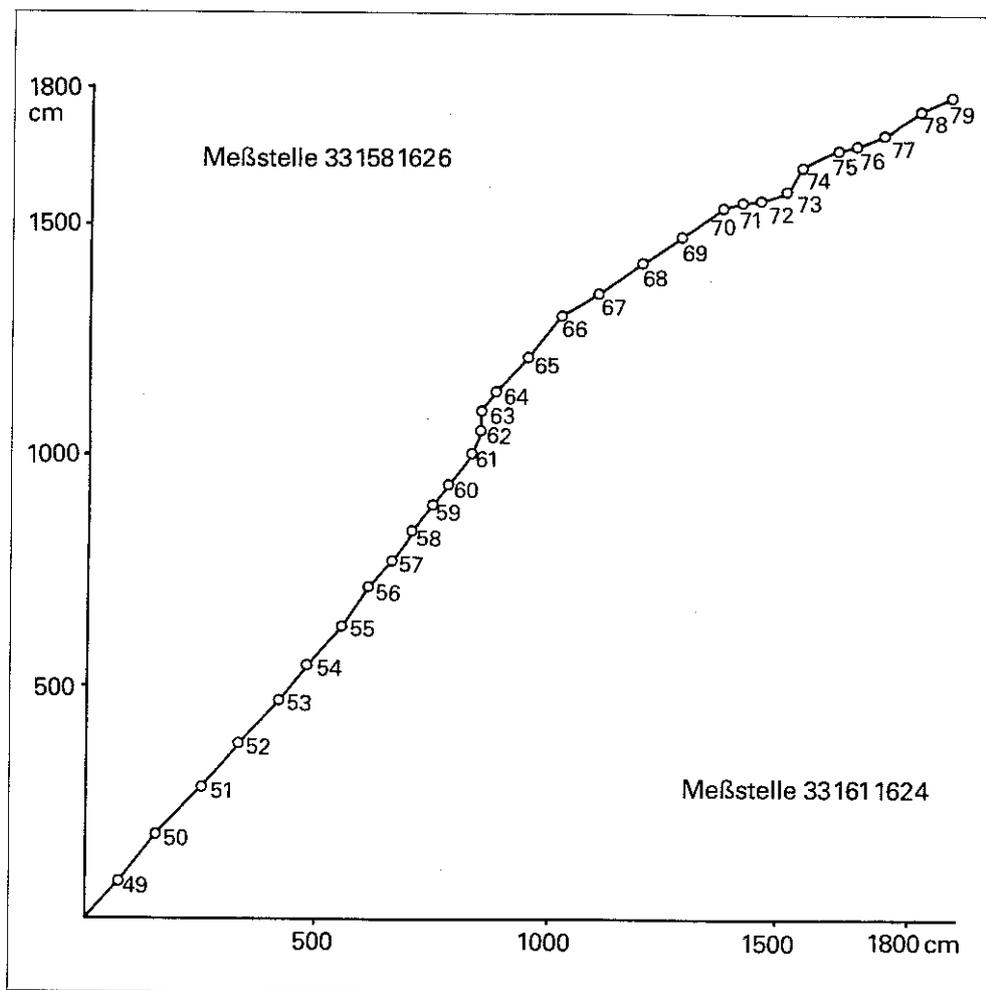


Abb. 13 Doppelsummenkurve, aufgetragen sind die aufsummierten Jahresmittelwerte über dem kleinsten aller Jahresmittel von 1949 bis 1979

**Dauerlinie**

Die Dauerlinie ist die Darstellung von beobachteten Meßwerten in der Reihenfolge ihrer Größe für einen bestimmten Zeitraum. Sie gibt die Dauer an, innerhalb welcher ein bestimmter Wert unter- bzw. überschritten wurde. Ausgangsbasis für die Erstellung der Dauerlinie ist die Grundwasserstandsliste. Die Grundwasserstände werden ihrer Größe nach aufsteigend sortiert und gegen die Zeit aufgetragen (Abb. 14).

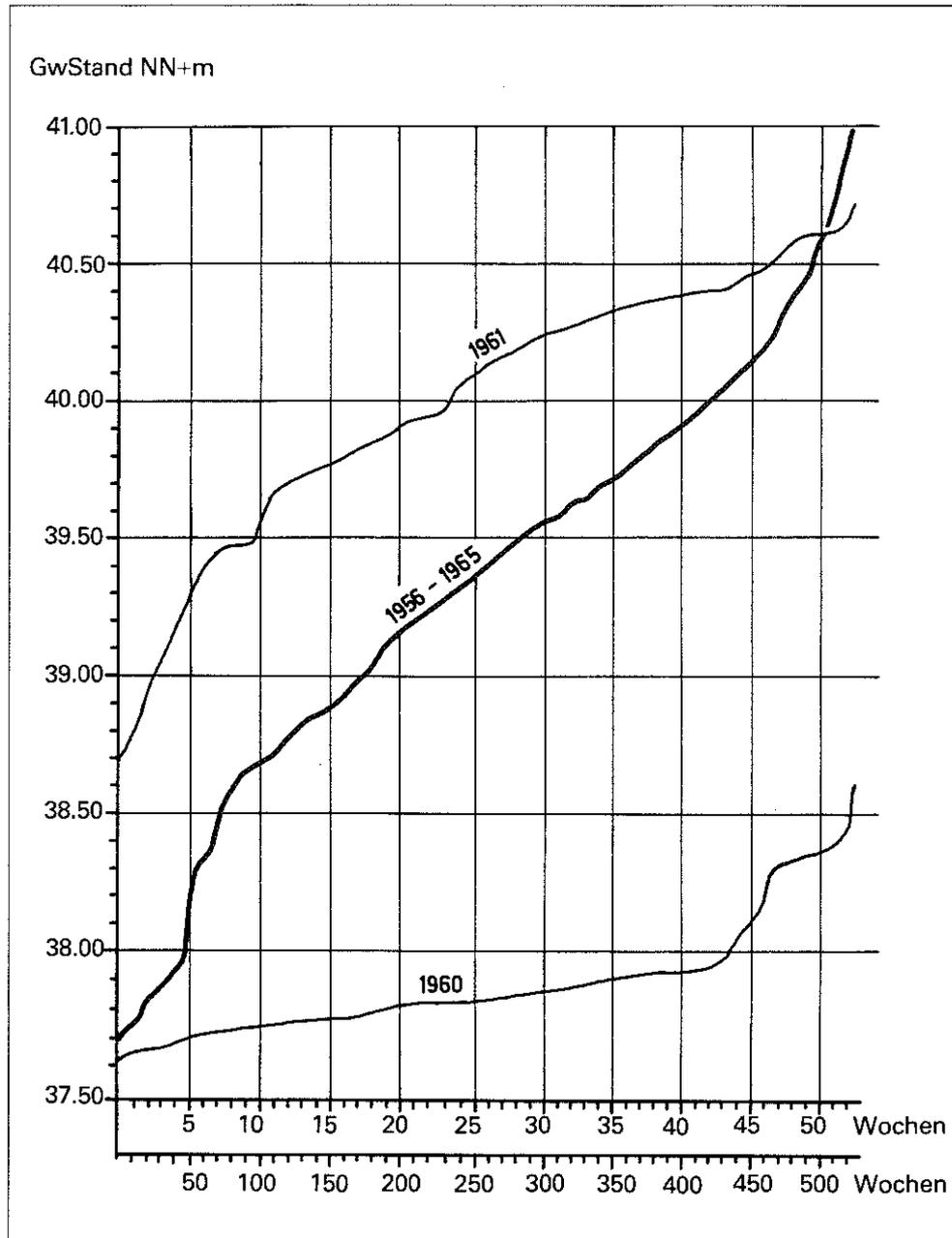


Abb. 14 Dauerlinien der Grundwasserstände der Meßstelle 53 105 0014 für die Abflußjahre 1960 und 1961 sowie die Jahresreihe 1956–1965

Aus der Dauerlinie lassen sich lediglich die Häufigkeiten der Über- bzw. Unterschreitung bestimmter Grundwasserstände für den beobachteten Zeitraum ableiten. Prognosen der Häufigkeiten bestimmter Grundwasserstände lassen sich nur mit Einschränkung aus der Dauerlinie ableiten.

#### Jahresganglinienvergleich

Durch Auftragen der einzelnen Jahresganglinien einer oder mehrerer Grundwassermeßstellen über ein einziges Jahresintervall werden die verschiedenen Schwankungsbereiche der Grundwasserstände in ihrer jahreszeitlichen Abhängigkeit deutlich erkennbar; eine plötzliche Veränderung der Grundwasserverhältnisse durch menschlichen Eingriff wird durch den unterschiedlichen Verlauf der Ganglinien vor und nach Eintritt des Ereignisses deutlich.

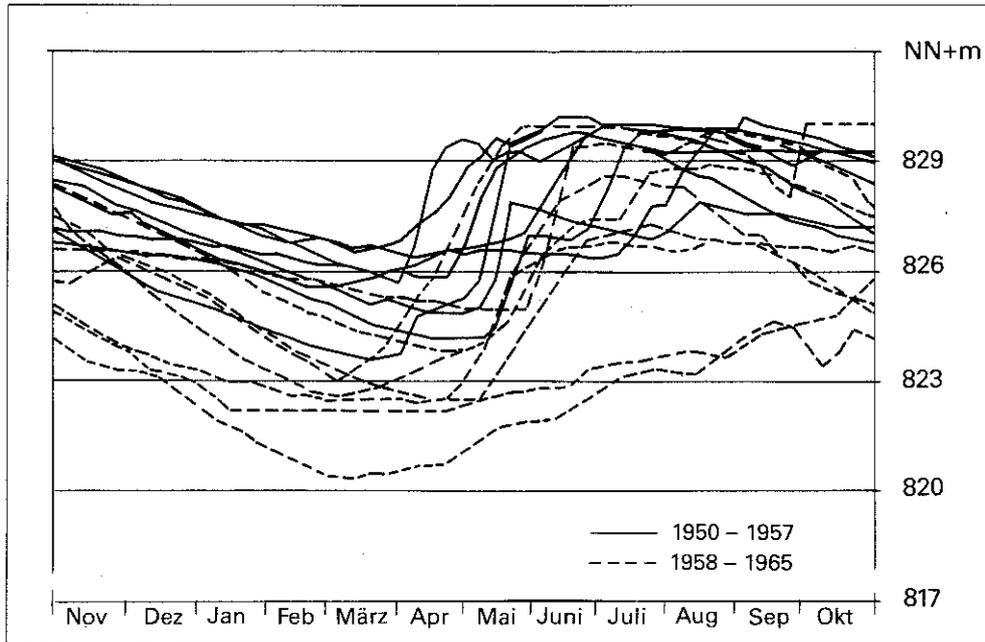


Abb. 15 Jahresganglinienvergleich, aufgetragen sind die Ganglinien verschiedener Jahre

## 8.2 Flächenhafte Auswertung

Um einen Überblick über die Grundwasserverhältnisse eines Gebietes zu bekommen, sind flächenhafte Auswertungen der Einzelbeobachtungen erforderlich. Die Auswertung erfolgt vor allem in Form von Grundwassergleichen, von Grundwasserflurabständen und Grundwasserstandsdimensionen. Es empfiehlt sich, diese Auswertungen durch geohydrologische Schnitte zu ergänzen. Beide verdeutlichen den Einfluß des Untergrundes, der Geländeform und der oberirdischen Gewässer sowie künstlicher Eingriffe in das Grundwasser.

### Grundwassergleichen

Die Grundwassergleichen geben nicht nur die Grundwasserdruckfläche an, aus ihnen läßt sich auch das mittlere Grundwassergefälle sowie bei isotropen Grundwasserleitern die allgemeine Fließrichtung ermitteln. Die Lage der unterirdischen Wasserscheiden ist ebenfalls erkennbar. Die Karte der Grundwassergleichen ist somit eine wesentliche hydrologische Grundlage für wasserwirtschaftliche Entscheidungen.

Die Grundwassergleichen werden mit Hilfe der zum gleichen Termin (Stichtag) gemessenen und auf NN bezogenen Grundwasserstände konstruiert (Anlage 9). Es ist empfehlenswert, Grundwassergleichen für Zeitpunkte verschiedener hydrologischer Zustände (z. B. hohe oder niedrige Grundwasserstände) zu zeichnen. Für besondere Fragestellungen wie z. B. das Eichen von Grundwasser-Rechenmodellen kann es notwendig sein, als Ausgangsdaten für die Grundwassergleichen Mittelwerte zu verwenden; hier ist unbedingt darauf zu achten, daß der Mittelwertbildung zeitgleiche Reihen zugrundegelegt werden.

Bei der Linienführung der Grundwassergleichen sind die Morphologie und Geologie des Gebietes sowie zusätzlich oberirdische Gewässer, Grundwasserentnahmen, Quellaustritte, Grundwasseranreicherungen u. a. zu berücksichtigen. Außerdem sollten die Stromlinien, die sich aus den Grundwassergleichen ergeben, auf ihre Plausibilität überprüft werden.

Die Konstruktion der Grundwassergleichen basiert auf der linearen Interpolation der Grundwasserstände jeweils zweier möglichst in Fließrichtung gelegener Meßstellen. Diese müssen unbedingt dem gleichen Grundwasserstockwerk angehören. Die lineare Interpolation ist nicht zulässig, wenn sich die hydrologischen Verhältnisse zwischen zwei Meßpunkten ändern, z. B. infolge hydraulisch wirksamer Verwerfungen, plötzlicher Gefällsveränderungen in unmittelbarer Nähe von oberirdischen Gewässern, Stauhaltungen oder Brunnen.

Sind verschiedene Grundwasserstockwerke vorhanden, muß eine getrennte Darstellung der Druckverhältnisse vorgenommen werden.

Zur Beurteilung der Grundwassergleichen ist es notwendig, die für die Konstruktion herangezogenen Meßstellen mit Angabe der Grundwasserstände in die Karte einzutragen.

Sofern Schichtgrenzen oder Störungen Einfluß auf die Grundwasserstände haben, sollten sie in die Karte der Grundwassergleichen aufgenommen werden. Soweit es für das Verständnis der örtlichen Grundwasserverhältnisse erforderlich ist, sollten außerdem auch Gebiete geringer Grundwassermächtigkeit oder geringer Grundwasserdurchlässigkeit bzw. Grundwasserwegsamkeit besonders gekennzeichnet werden.

#### Grundwasserflurabstände

Die Karten der Grundwasserflurabstände sind insbesondere für land- und forstwirtschaftliche Standortfragen, ökologische Probleme, Baumaßnahmen und Beurteilungen von Schadensfällen von Bedeutung.

Bei der Konstruktion der Flurabstandsgleichen bringt man Grundwassergleichen (in der Regel des ersten Stockwerkes) und Höhenlinien einer topographischen Karte gleichen Maßstabes zum Schnitt. Gleiche Differenzwerte an den Kreuzungspunkten und die an den Meßstellen direkt ermittelten Flurabstände werden unter Berücksichtigung der Geländemorphologie durch Linien verbunden. Zur besseren Unterscheidung werden die Flächen zwischen den Linien gleicher Grundwasserflurabstände farbig angelegt, in denen das Grundwasser nach den zuvor gewählten Abstufungen den gleichen Abstand zur Erdoberfläche hat (Anlage 10).

Die Abstufungen sind abhängig vom Kartenmaßstab und der Fragestellung. In Flurnähe sollten wegen der besseren Aussagekraft die Abstufungen möglichst klein gehalten werden.

#### Grundwasserstandsdifferenzen

Grundwasserstandsdifferenzen können nach zeitlichen und räumlichen Gesichtspunkten ermittelt und in Karten dargestellt werden.

Bei der **zeitlichen** Variante werden die Grundwasserstände des **gleichen Stockwerkes** zu **verschiedenen Zeitpunkten** (Stichtagswerte, Mittelwerte) miteinander verglichen. Diese Darstellung ist besonders geeignet, den natürlichen Schwankungsbereich der Grundwasserdruckfläche oder die flächenhafte Ausdehnung und das Maß von künstlichen Eingriffen in den Grundwasserhaushalt herauszuarbeiten.

Bei der **räumlichen** Variante werden die Grundwasserstände **verschiedener Stockwerke** zum **gleichen Zeitpunkt** (Stichtagsmessung, Mittelwerte) miteinander in Bezug gebracht. Dieses Verfahren gestattet es, u. a. Umfang und Richtung möglicher Druckausgleichsvorgänge zwischen unterschiedlichen hydraulischen Einheiten zu erkennen.

Im Hinblick auf die Art der Darstellung gibt es für die zeitlichen und räumlichen Differenzkarten zwei Möglichkeiten. Die Wahl unter ihnen richtet sich nach der Fragestellung. Am geläufigsten ist es, die Linien gleicher Grundwasserstandsdifferenzen zu konstruieren und ähnlich der Karte der Grundwasserflurabstände entsprechend vorgegebener Abstufungen die erhaltenen Flächen farbig anzulegen (Anlage 11). Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die Grundwassergleichen verschiedener Zeitpunkte bzw. Stockwerke in einer Karte übereinander zu zeichnen. Aus Größe und Form der Schnittflächen, die zur besseren Veranschaulichung farbig anzulegen sind, lassen sich außer der flächenhaften Veränderung der Grundwasserstände zusätzlich auch Veränderungen des Gefälles und der Richtung oder des unterirdischen Einzugsgebietes in der betreffenden Zeitspanne ableiten.

## **9 Aufbewahrung und Sicherung**

Unter Aufbewahrung und Sicherung sind alle Maßnahmen und Einrichtungen zu verstehen, durch die Meßergebnisse und Unterlagen auf Zeit oder auch auf Dauer vor Verlust, Entwendung und Zerstörung geschützt werden. Es wird folgende Aufteilung der Unterlagen empfohlen:

### **Stammakte**

Hierzu gehören alle Informationen über die Meßstelle und den Grundwasserleiter (z. B. Lageplan, Ausbauzeichnung, Schichtenverzeichnis) und die Grundwasserbeschaffenheit (Erstanalyse).

Es ist darauf zu achten, daß Änderungen und Ergänzungen in alle Ausfertigungen übernommen werden. Die frühere Fassung muß noch lesbar bleiben und erkennen lassen, wann welche Änderung erfolgte.

Auf Grund ihrer Bedeutung für die Auswertung der Beobachtungsunterlagen sind der Stammakte auch die Ergebnisse der Funktionskontrollen und die Überprüfungen der Meßpunkthöhen hinzuzufügen.

### **Beobachtungsunterlagen**

Als Beobachtungsunterlagen sind Originalaufzeichnungen wie Erfassungsbelege, Beobachterbücher, Meldekarten und bei kontinuierlicher Registrierung die Registrierstreifen und die Pegelbögen anzusehen.

### **Geprüfte und aufbereitete Meßwerte**

Die Unterlagen beinhalten alle geprüften Meßergebnisse und die davon abgeleiteten Daten in Form von Grundwasserstandslisten, Haupttabellen und Ganglinien. Diese Dateien werden laufend fortgeschrieben.

### **Schriftverkehr einschließlich Vertragsunterlagen**

Hierunter fallen alle mit der Einrichtung und Unterhaltung der Meßstelle zusammenhängenden Unterlagen, der allgemeine Schriftverkehr, der sich mit dem Betrieb der Meßstelle befaßt, sowie Vertragsunterlagen.

### **Sicherung**

Besondere Sorgfalt sollte auf die Sicherung der Stammakte und der Originalunterlagen gelegt werden. Es empfiehlt sich, von ihnen durch Übernahme auf andere Datenträger, wie z. B. Mikrofilm, Doppel herzustellen und diese räumlich getrennt zu lagern.

## Richtlinien und Normen

Grundwasser, Richtlinien für Beobachtung und Auswertung  
Herausgegeben vom Deutschen Grundwasserausschuß, 1961

Grundwasser, Richtlinien für die Anwendung der elektronischen Datenverarbeitung  
Kuratorium für Kulturbauwesen, herausgegeben von der Arbeitsgruppe für elektronische Datenverarbeitung in der Wasserwirtschaft – Unterausschuß Gewässerkunde –, Dezember 1972

Empfehlungen zum Aufbau wasserwirtschaftlicher Datenbanken  
Heft 105/1977  
Kuratorium für Wasser und Kulturbauwesen e. V. – (KWK)  
Deutscher Verband für Wasserwirtschaft e. V. – (DVWW)

LAWA – Arbeitsblatt Pumpversuche in Porengrundwasserleitern, 1979

Empfehlungen zu Umfang, Inhalt und Genauigkeitsanforderungen bei chemischen Grundwasseruntersuchungen  
Heft 111/1979  
Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. – (DVWK)

Entnahme von Proben für hydrogeologische Grundwasseruntersuchungen  
DVWK – Regeln zur Wasserwirtschaft Nr. 203/82

DVGW – Regelwerk, Arbeitsblatt W 111. Technische Regeln für die Ausführung von Pumpversuchen bei der Wassererschließung, Mai 1975

DVGW – Regelwerk, Arbeitsblatt W 115. Bohrungen bei der Wassererschließung, Febr. 1977

	Ausgabedatum
DIN 1333 Zahlenangaben	
Teil 1, Dezimalschreibweisen	2.72
Teil 1, Dezimalschreibweisen, Entwurf	3.78
Teil 2, Runden	2.72
DIN 2425 Planwerke für die Versorgungswirtschaft, die Wasserwirtschaft und für Fernleitungen	
Teil 5, Karten und Pläne der Wasserwirtschaft, Entwurf	9.80
DIN 4021 Baugrund; Erkundung durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben	
Teil 1, Aufschlüsse im Boden	7.71
Teil 2, Aufschlüsse im Fels	2.76
Teil 3, Aufschluß der Wasserverhältnisse	8.76
DIN 4022 Baugrund und Grundwasser; Benennen und Beschreiben von Bodenarten und Fels	
Teil 1, Schichtenverzeichnis für Untersuchungen und Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben	11.69
Teil 2, Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels (Festgestein)	3.81
Teil 3, Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein)	5.82
DIN 4023 Baugrund und Wasserbohrungen; Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse	9.75
DIN 4055 Straßenkappen für Unterflurhydranten in Gehwegen und Fahrbahnen	11.74
DIN 4922 Stahlfilterrohre für Bohrbrunnen,	
Teil 1, Schlitzbrückenlochung und Laschenverbindung	2.78
Teil 2, Gewindeverbindung DN 100 bis DN 500	4.81
Teil 3, Flanschverbindung, NW 500 bis NW 1000	12.75

## Grundwasserrichtlinie 1/82

---

DIN 4924 Filtersande und Filterkiese für Brunnenfilter	2.75
DIN 4925 Kunststoff-Filterrohre aus weichmacherfreiem Polyvinylchlorid (PVC hart, PVC-U) für Bohrbrunnen, mit Querschlitzen und Gewindeverbindung	
Teil 1, DN 40 bis DN 100	9.81
Teil 2, DN 125 bis DN 200	9.81
Teil 3, DN 250 bis DN 400	9.81
DIN 4049 Hydrologie	
Teil 1, Begriffe, quantitativ	9.79
Teil 101, Begriffe des Niederschlags und der Schneehydrologie	4.83

## Stichwortverzeichnis

	Seite
Abloten . . . . .	15
Abpumpen (Meßstellenreinigung) . . . . .	19
Abschlußkappe . . . . .	16,17
Abstich . . . . .	18,21,22,24,27
Anzeigegerät . . . . .	22
Artesisch gespanntes Grundwasser . . . . .	7,15
Auffüllverfahren . . . . .	18
Aufgrabung . . . . .	11,13
Beobachteranweisung . . . . .	24
Beobachterbuch . . . . .	25
Beobachtereinweisung . . . . .	24
Beobachtungsdienst . . . . .	3
Beobachtungsrohr . . . . .	13
Beobachtungslücken . . . . .	26,27,28,33
Beschaffenheit Gw . . . . .	3,11,12,13,14,38
Bezugskurven . . . . .	29,30
Blänke Gw . . . . .	7,11,13
Bohrverfahren . . . . .	13
Brunnenpfeife . . . . .	21
Bürsten (Meßstellenreinigung) . . . . .	20
Datenaufbereitung . . . . .	26,27
Datenaufbewahrung, -sicherung . . . . .	38
Datenauswertung . . . . .	29,36
Datenerfassung . . . . .	24
Datenprüfung . . . . .	26,38
Datenweitergabe . . . . .	25
Dauerlinie . . . . .	34,35
Diagrammbogen . . . . .	24,26
Dichtung, Ton . . . . .	13,14,15,16,17
Differenzganglinie Gw (standardisiert) . . . . .	31,32,33
Differenzen, -karte Gw . . . . .	36,37
Doppelsummenkurve . . . . .	34
Druckfläche Gw . . . . .	7,9,36,37
Druckmeßdose . . . . .	22,23
Durchlässigkeitsprüfung . . . . .	18,19,20
Eigenpotentialmessung . . . . .	13
Einzelmeßstelle . . . . .	17
Einzelmessung . . . . .	21,24,27,28
Entsanden (Meßstellenreinigung) . . . . .	20
Entschlammern (Meßstellenreinigung) . . . . .	18,20
Erfassungsbeleg . . . . .	24,25,26,38
Ergänzungsmessung . . . . .	13
Ersatzmeßstelle . . . . .	19,20
Filter . . . . .	9,13,14,16,17,20
Flurabstand, -s gleichen Gw . . . . .	36,37
Freies Grundwasser . . . . .	6,7,8,9,16
Funktionskontrolle . . . . .	15,18,38
Gamma-Ray-Messung . . . . .	13
Ganglinie Gw . . . . .	24,26,27,28,31,32,33,35,36,38
Ganglinienvergleich . . . . .	26,31,35,36
Gegenfilter . . . . .	13,17
Gleitende Mittel . . . . .	33
Grundnetz . . . . .	11,12
Grundwasser . . . . .	6
Grundwasserabsenkung . . . . .	9
Grundwasseraufschluß . . . . .	11,13
Grundwassergefälle . . . . .	36
Grundwassergleichen . . . . .	11,36,37
Grundwasserhemmer . . . . .	7
Grundwasserlandschaft . . . . .	11
Grundwasserleiter . . . . .	6,7,8,9,13,16,18
Grundwasserraum . . . . .	6,7
Grundwasserregion . . . . .	11

Grundwassersohle	7,15
Grundwasserspiegel	8,9,13,21,22,24
Grundwasserstand	9
Grundwasserstandsliste	26,27,34,38
Grundwasserstockwerk	7,9,13,14,37
Grundwasserüberdeckung	7
Grundwasserunterfläche	7
Haupttabelle	26,27,28,38
Hauptwerte	27
Heißdampfbehandlung	20
Hydraulisches Fenster	9
Kabellichtlot	21
Kiarpumpen	15,20
Klatscher	22
Kolben (Meßstellenreinigung)	19
Kontrollmessung	22,24,25,26
Korrelation	19,31
Lagekontrolle	19
Lochstreifengerät	23,26
Markierung Gw	12
Mehrfachmeßstelle	14,17
Meldekarte	38
Meßfehler	26,28,31
Meßgenauigkeit	21
Meßgeräte	21,22,23
Meßpunkt, -änderung u. -einmessung	19,21,24,27,33,36,38
Meßstelle (Standard-, Sonder-)	7,13,14
Meßstellenbau	15
Meßstellenbeschreibung	15,19,20,26
Meßstellennetz Gw	11
Meßstellenummer	15,24
Meßstellenreinigung, -regenerierung	18
Meßstellenübernahme	15,19,20
Meßstellenunterhaltung	18
Meßstellenwartung	24
Meßturnus	23,24,26,27
Meßwerte	24,25
Meßwertaufnehmer	22
Meßwerterfassung	24
Modell Gw	11,36
Netzausdünnung, GwMeßstellen	12
Netzverdichtung, GwMeßstellen	11,12
Patscher	22
Pneumatisches Meßgerät	22,23
Potentiallinie	8,9
Preßluftbehandlung	20
Probenentnahme Gw	13,15,22
Pumpprobe	18
Pumpversuch	12,22
Registrierung, Registriergerät	21,22,24,26,27
Regression	29,31,33
Säuern (Meßstellenreinigung)	20
Schlammbüchse	20
Schlitzweite, Filter	14
Schluckprobe	18
Schocken (Meßstellenreinigung)	19
Sickerraum	6
Sondernetz	12
Spülen (Meßstellenreinigung)	20
Standardisierung	31,32,33
Stammakte	15,18,38
Stammblatt	15
Standrohrspiegel	9
Stichtagsmessung	17,24,36,37
Stromlinie	36

Temperatur Gw (-log) . . . . .	3
Tideeinfluß . . . . .	9,24,27
Tiefenlot, -ung . . . . .	18,20,21
Trend (-gerade, -untersuchung) . . . . .	33,34
Trommelschreiber . . . . .	22
Unterirdisches Wasser . . . . .	6
Widerstandsmessung . . . . .	13

## Anlagenverzeichnis

### Anlage

- 1.1 Beschreibung der Grundwassermeßstelle, Blatt 1 bis 4
- 1.2 Beschreibung der Grundwassermeßstelle, EDV-Erfassungsbeleg, Blatt 1 und 2
- 2 Funktionsprüfung, Blatt 1 und 2
- 3 Überprüfung der Meßpunkthöhe, Blatt 1 und 2
- 4 Beobachterbuch für Grundwasser-Meßwerte mit Anweisung für den Beobachter, Blatt 1 bis 5
- 5.1 Prüfung von Diagrammbögen (Fehlerursachen)
- 5.2 Prüfung von Diagrammbögen (Berichtigung)
- 6.1 Grundwasserstandsliste (Einzelmessung)
- 6.2 Grundwasserstandsliste (aus kontinuierlichen Aufzeichnungen)
- 6.3 Grundwasserstandsliste (tidebeeinflußt)
- 7 Haupttabelle
- 8.1 Ganglinie (1 Jahr  $\triangleq$  52 mm)
- 8.2 Ganglinie (1 Jahr  $\triangleq$  24 mm)
- 9 Grundwassergleichen
- 10 Grundwasserflurabstände
- 11 Grundwasserstandsdifferenzen

Dienststelle

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Meßstellenummer

## Beschreibung der Grundwassermeßstelle Stamtblatt

1 Bezeichnung der Meßstelle \_\_\_\_\_

### 2 Lage der Meßstelle

Koordinaten

Rechts \_\_\_\_\_ Hoch \_\_\_\_\_

Topogr. Karte 1: 000 Name des Kartenblattes \_\_\_\_\_

Nummer des Kartenblattes \_\_\_\_\_

Land \_\_\_\_\_ Kreis \_\_\_\_\_

Gemeinde \_\_\_\_\_ Gemarkung \_\_\_\_\_

Flurstück Nr. \_\_\_\_\_ Eigentümer des Flurstücks \_\_\_\_\_

Lagebeschreibung \_\_\_\_\_

Flußgebietskennzahl \_\_\_\_\_

Zuständige Dienstst. (Betreiber) \_\_\_\_\_ Dienststellenummer \_\_\_\_\_

Ist ein Detaillageplan vorhanden?  ja, siehe Anlage \_\_\_\_\_  nein

3 Eigentümer der Meßstelle \_\_\_\_\_

### 4 Technische Angaben

Art der Meßstelle (z. B. Bohrbrunnen, Schachtbrunnen mit/ohne Beobachtungsrohr, Meßlatte)

\_\_\_\_\_ mm

\_\_\_\_\_ mm

Meßstelle gebaut am \_\_\_\_\_ Vorgänger-Meßstellenummer \_\_\_\_\_

Beobachtung eingestellt am \_\_\_\_\_ Nachfolger-Meßstellenummer \_\_\_\_\_

Meßstelle beseitigt am \_\_\_\_\_

Meßstelle umgebaut am (Veränderungen mit Datum angeben)


# Beschreibung der Grundwassermeßstelle

Meßpunkt (z.B. Rohroberkante)	Meßpunkthöhe	Geländehöhe	gültig ab	Festpunkt
_____	_____ NN+m	_____ NN+m	_____	_____
_____	_____ NN+m	_____ NN+m	_____	_____
_____	_____ NN+m	_____ NN+m	_____	_____
_____	_____ NN+m	_____ NN+m	_____	_____
_____	_____ NN+m	_____ NN+m	_____	_____

Ist Ausbauplan/Profilbeschreibung vorhanden?  ja, siehe Anlage \_\_\_\_\_  nein

Ist ein Filter vorhanden?  ja  nein

Wenn ja, Filterart \_\_\_\_\_ Nennweite \_\_\_\_\_ mm

Filterunterkante \_\_\_\_\_ NN+m Filterlänge \_\_\_\_\_ m

Ist ein Sumpfrohr vorhanden?  ja  nein Wenn ja: Sumpfrohrlänge \_\_\_\_\_ m

Funktionsprüfung		Sohltiefe unter Meßpunkt		funktionstüchtig	
am _____	durch _____	_____ m	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
am _____	durch _____	_____ m	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
am _____	durch _____	_____ m	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
am _____	durch _____	_____ m	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	
am _____	durch _____	_____ m	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein	

## 5 Beobachtung

0 = kontinuierlich      4 = vierzehntäglich      7 = Einzelmessung  
 2 = täglich              5 = monatlich              8 = halbmonatlich  
 3 = wöchentlich        6 = halbjährlich        9 = unregelmäßig

GwStand	von _____ bis _____	Turnus <input type="checkbox"/>	Meßgerät _____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____
GwStand	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	_____

Beobachter \_\_\_\_\_ von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Adr. \_\_\_\_\_

Beobachter \_\_\_\_\_ von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Adr. \_\_\_\_\_

Beobachter \_\_\_\_\_ von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_ Adr. \_\_\_\_\_

## Beschreibung der Grundwassermeßstelle

### 6 Hydrologie

6.1 Nächstgelegenes oberird. Gewässer \_\_\_\_\_ Entfernung \_\_\_\_\_ m

Beschreibung der Verhältnisse (z. B. Meßstelle ist hochwassergefährdet)

---

---

---

---

6.2 Künstliche Beeinflussung (z. B. Entnahmen, nahegelegene Pumpwerke)

---

---

---

---

6.3 Druckverhältnisse (z. B. frei, gespannt, artesisch gespannt, zeitweise gespannt, tidebeeinflusst)

---

---

---

---

### 7 Geologie

Ist ein Bohrmeisterprofil (Schichtenverzeichnis) vorhanden?  ja, siehe Anlage \_\_\_\_\_  nein

Ist eine geologische Beschreibung vorhanden?  ja, siehe Anlage \_\_\_\_\_  nein

Kurzbeschreibung (Gesteinsart und geologische Stellung)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



**Beschreibung der Grundwassermeßstelle/EDV-Erfassungsbeleg**

Objektgruppe	Objektart		1 = oberfl. nahes Gw	4 = gespanntes Gw	3 = Karst Gw	1,2,7 4,5,6 3,8,9
<b>Wasserstandsmeßstelle</b>		2 = tieferes Gw	5 = artes.gesp. Gw	8 = Kluft Gw	7 1 1 1	
		7 = schwebendes Gw	6 = freies Gw	9 = Poren Gw		
Bezeichnung der Meßstelle	Name				Meßstellenummer	
Eigentümer der Meßstelle						

**Lage und verwaltungsmäßige Zuordnung der Meßstelle**

TK 25	Nr.	Koord. R-Wert	km	m	Koord. H-Wert	km	m	Flußgebiets-Kennzahl	
Regierungsbezirk					Kreis				
Zuständige Dienststelle, Betreiber								Schlüssel	
Gemeinde								Schlüssel	
Gemarkung								Flurstück Nr.	
Eigentümer der Flurstücks									
Lagebeschreibung									
Detaillageplan vorhanden	1 = ja 2 = nein	Maßstab	1:	siehe Anlage in Stammakte			Maßstab	1:	siehe Anlage in Stammakte

**Technische Angaben**

Art der Meßstelle	1 = Beobachtungsrohr 2 = Bohrbrunnen	3 = Schachtbrunnen 4 = Aufgrabung	Durchmesser	mm	abgestuft	1 = ja 2 = nein				
Meßstelle errichtet	Jahr	Beginn der Beobachtung	Tag	Monat	Jahr	Vorgänger-Meßstelle Nr.				
Meßstelle beseitigt	Jahr	Ende der Beobachtung	Tag	Monat	Jahr	Nachfolger-Meßstelle Nr.				
Meßstelle umgebaut am	Tag	Monat	Jahr	Art des Umbaus						
Art des Meßpunktes				Ruhewasserspiegel	NN+m	cm	am	Tag	Monat	Jahr
Art des Meßpunktes				Ruhewasserspiegel	NN+m	cm	am	Tag	Monat	Jahr
Art des Meßpunktes				Ruhewasserspiegel	NN+m	cm	am	Tag	Monat	Jahr
Meßpunkthöhe	NN+m	cm	Geländehöhe	NN+m	cm	güt. ab	Tag	Monat	Jahr	Festpunkt Nr.
Meßpunkthöhe	NN+m	cm	Geländehöhe	NN+m	cm	güt. ab	Tag	Monat	Jahr	Festpunkt Nr.
Meßpunkthöhe	NN+m	cm	Geländehöhe	NN+m	cm	güt. ab	Tag	Monat	Jahr	Festpunkt Nr.
Ausbauplan vorhanden	1 = ja 2 = nein	siehe Anlage in Stammakte	Wenn nein, folgende zwei Zeilen ausfüllen							
Ist ein Filter vorhanden	1 = ja 2 = nein	wenn ja, Filterart				Durchmesser	mm			
Filterunterkante	NN+m	cm	Filterlänge	m	cm	Sumpfrohr vorhanden	1 = ja 2 = nein	wenn ja, Sumpfrohr.	cm	
Funktionsprüfung	Tag	Monat	Jahr	durch			Sohlentiefe unter Meßp.	m	cm	funktionsstüchtig 1 = ja, 2 = nein
Funktionsprüfung	Tag	Monat	Jahr	durch			Sohlentiefe unter Meßp.	m	cm	funktionsstüchtig 1 = ja, 2 = nein
Funktionsprüfung	Tag	Monat	Jahr	durch			Sohlentiefe unter Meßp.	m	cm	funktionsstüchtig 1 = ja, 2 = nein
Funktionsprüfung	Tag	Monat	Jahr	durch			Sohlentiefe unter Meßp.	m	cm	funktionsstüchtig 1 = ja, 2 = nein





**Allgemeiner Zustand der Meßstelle**

**1 Baulicher Zustand**

	ja	nein
Ist das Beobachtungsrohr in Ordnung (Standfestigkeit, lotrechter Stand, Korrosionsschutz)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Verschlusskappe in Ordnung (Verschließbarkeit, Identifikationsmerkmale)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Meßstelle gefährdet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**2 Zugänglichkeit**

Ist die Meßstelle gut und gefahrlos zugänglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist die Messung leicht und gefahrlos möglich?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**3 Beeinflussung der Meßwerte**

Sind im Bereich der Meßstelle Veränderungen eingetreten, die sich auf die Grundwasserstände auswirken können?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besteht die Möglichkeit von Fremdzufüssen?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tritt aus der Meßstelle zeitweilig oder dauernd Wasser aus (artesisch gespanntes Grundwasser)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ist das verwendete Meßgerät gut geeignet?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4 Bemerkungen**

(z. B. Hinweise auf durchzuführende Maßnahmen,  
notwendige Reparaturarbeiten usw.)

Dienststelle	<h3 style="text-align: center;">Überprüfung der Meßpunkthöhe</h3> <p>Meßstellenummer <input style="width: 100px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>Bezeichnung der Meßstelle .....</p>
--------------	--

**1 Prüfung der Meßpunkthöhe am** .....

durch ..... (Name, Dienstbezeichnung)

Art des Nivellements:

	Hin- und Rückmessung	<input type="checkbox"/>
	Geschlossene Schleife	<input type="checkbox"/>
	Einmalige Instrumentenaufstellung	<input type="checkbox"/>
	Anschluß an zwei Höhen	<input type="checkbox"/>

Genauigkeit des Nivellements: Fehler ..... mm

Länge des Nivellementweges bis zur Meßstelle ..... m

Länge des Gesamtnivellements ..... m

Nivellementunterlagen  
befinden sich bei: .....

**2 Benutzte Höhenfestpunkte, Höhe der Festpunkte (NN+m)**

**3 Ergebnis der Überprüfung**

Geländehöhe (NN+m)	Meßpunkthöhe (Ist)	NN+ .....	m
	Meßpunkthöhe (Soll)	NN+ .....	m
	Abweichung (Ist – Soll)	.....	mm

**4 Lage der Meßstelle**

	Rechts
Koordinaten	
Lageplan/Skizze	Hoch
<p>Bemerkung: Markierung des Meßpunktes usw.</p>	

**5 Bearbeitet** ....., den ..... (Unterschrift)

Geprüft ....., den ..... (Unterschrift)

**6 Folgerungen siehe Rückseite**

# Überprüfung der Meßpunkthöhe

## 6 Folgerungen

6.1 Meßstellenbeschreibung

6.2 Stammdaten

6.3 Grundwasserstandslisten

berichtigt: .....  
(Unterschrift)

berichtigt: .....  
(Unterschrift)

von	bis	um	cm

6.4 Haupttabellen

6.5 Lageplan

berichtigt: .....  
(Unterschrift)

berichtigt: .....  
(Unterschrift)

berichtigt: .....  
(Unterschrift)

## 7 Begründung, Bemerkungen usw.

Dienststelle \_\_\_\_\_

**Beobachterbuch**  
**für**  
**Grundwasser-Meßwerte**

Name und Anschrift des Beobachters

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Beginn der Eintragungen \_\_\_\_\_

Ende der Eintragungen \_\_\_\_\_



## **Anweisung für den Beobachter von Grundwassermeßstellen**

### **1 Durchführung der Messung**

Die Beobachtungen sind zum festgesetzten Zeitpunkt, bei Meßstellen mit Wasserentnahmen vor der ersten täglichen Förderung, auszuführen.

Vom Meßpunkt aus (bei Beobachtungsrohren Rohroberkante, bei Brunnen besonders gekennzeichnete Punkt) wird der Abstand bis zum Wasserspiegel auf 1 cm genau gemessen. Zur Vermeidung von Fehlern ist die Messung zu wiederholen.

Entsprechend dem verwendeten Gerät wird in folgender Weise gemessen:

#### **1.1 Kabellichtlot**

Das Kabellichtlot wird in die Meßstelle hinabgelassen. Beim Erreichen des Wasserspiegels schließt sich ein Kontakt, der ein Lämpchen zum Aufleuchten bringt. Danach wird das Meßband an den Meßpunkt herangebracht und durch leichte Auf- und Abwärtsbewegungen (Auspendeln mit wechselweisem Aufleuchten und Erlöschen) das Lichtlot genau auf den Grundwasserspiegel eingestellt. Ist das Meßband auf den Eichstrich des Lichtlotes (Nullpunkt) abgestimmt, kann der Meßwert unmittelbar am Meßpunkt abgelesen werden. Bei nicht abgestimmtem Meßband ist der Unterschiedsbeitrag zu berücksichtigen.

#### **1.2 Brunnenpfeife**

Die Brunnenpfeife wird an einem Meßband in die Meßstelle hinabgelassen, bis ein Pfeifton zu hören ist. Dann wird das Meßband dicht an den Meßpunkt gehalten und etwa 2 bis 3 cm weiter abgesenkt, so daß sich die Rinnen der Brunnenpfeife entsprechend der Eintauchtiefe mit Wasser füllen. Die angehaltene Zahl wird auf cm genau abgelesen und das Meßband vorsichtig herausgezogen. Die Pfeife darf während und nach der Ablesung nicht tiefer absinken. Von der am Meßband abgelesenen Zahl ist die Anzahl der wassergefüllten Rinnen, die je 1 cm Abstand haben, abzuziehen, wenn sich der Nullpunkt der Meßbandteilung am unteren Ende der Brunnenpfeife befindet. Liegt der Nullpunkt am oberen Ende, so ist die Anzahl der trockenen Rinnen zu der am Bandmaß abgelesenen Zahl in cm hinzuzuzählen. Wenn alle Rinnen voll oder alle Rinnen leer sind, muß die Messung mit trockener Brunnenpfeife wiederholt werden.

### 1.3 Klatscher

Der Klatscher wird an einem Meßband herabgelassen. Beim Auftreffen auf das Wasser ertönt ein knallartiges Geräusch. Durch wiederholtes Aufklatschen wird die genaue Lage des Wasserspiegels festgestellt. Danach wird das Meßband an den Meßpunkt angehalten. Ist das Meßband auf die Unterkante des Klatschers abgestimmt, kann der Meßwert unmittelbar am Meßpunkt abgelesen werden. Bei nicht abgestimmtem Meßband ist der Unterschiedsbetrag zu berücksichtigen.

**1.4 Bei anderen Meßgeräten** müssen die jeweiligen Anweisungen befolgt werden. Die Meßgeräte sind nach jedem Gebrauch sorgfältig zu säubern, zu trocknen und gut aufzubewahren.

## 2 Ausfüllen des Erfassungsbeleges

### 2.1 Zeile 1

Soweit nicht vorgedruckt, ist die Meßstellennummer neunziffrig einzutragen.

### 2.2 Zeile 2

Soweit nicht vorgedruckt, ist hier die Bezeichnung der Meßstelle einzutragen. Sie darf 21 Stellen nicht überschreiten.

### 2.3 Spalten 3 und 4

Der als Wasserstand unter Meßpunkt gemessene Wert (Abstich) wird – ohne Auffüllung mit Nullen vor dem Meßwert – in die Spalte 4 und das dazugehörige Datum in die Spalte 3 eingetragen. Liegt der Wasserstand ausnahmsweise über dem Meßpunkt, ist ein Minuszeichen (–) einzutragen. Freie Spalten zwischen Meßwert und Minuszeichen brauchen nicht mit Nullen aufgefüllt zu werden.

### 2.4 Spalte 5

Die Spalte 5 ist folgenden Hinweisen vorbehalten:

Wert:

1 = ergänzt\*)

2 = unsicher

3 = nicht gemessen

## Beobachterbuch für Grundwasser-Meßwerte

Meßstelle:

- 4 = trocken
- 5 = verstopft
- 6 = beschädigt
- 9 = Ende der Beobachtung\*)

\*) Die Eintragung der Hinweise „1“ und „9“ nimmt nur die unten genannte Dienststelle vor.

**2.5 In dem Erfassungsbeleg** sind unter „Hinweise“ alle besonderen Vorkommnisse oder Maßnahmen mit Datum einzutragen, die den Grundwasserstand beeinflussen (z. B. Frost, Hochwasser/Stau, anhaltende Niederschläge, längere Trockenheit, ungewöhnliche Grundwasserentnahmen aus der Meßstelle, Wasserhaltungen in der näheren Umgebung, Betrieb von Wasserversorgungs- oder Beregnungsbrunnen). Jede Veränderung an der Meßstelle, insbesondere des Meßpunktes, ist einzutragen und sofort der unten genannten Dienststelle zu melden.

### 3 Handhabung der Erfassungsbelege

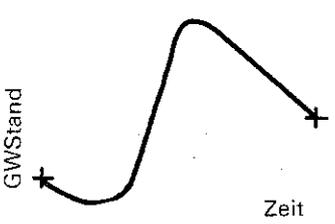
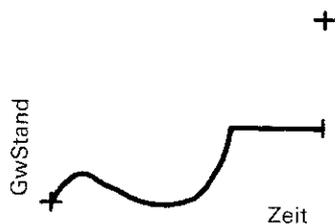
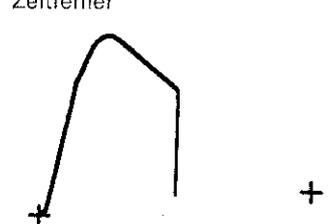
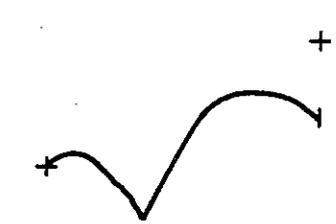
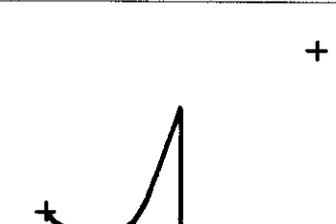
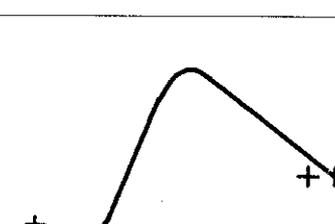
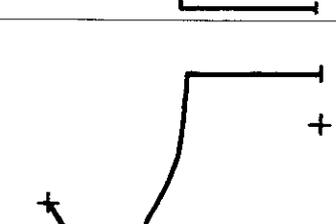
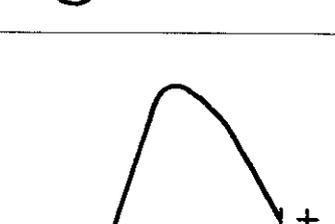
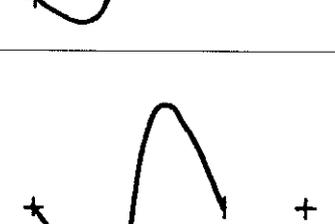
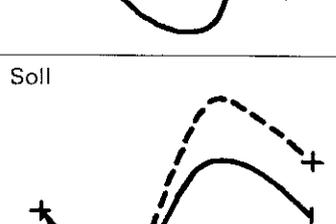
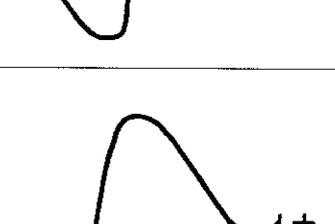
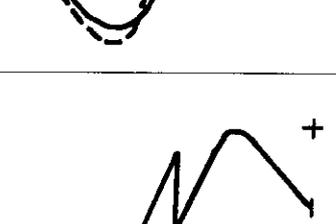
Das Beobachterbuch ist stets zur Messung mitzunehmen; das Ergebnis der Messung muß sofort an Ort und Stelle gut lesbar eingetragen werden. Die Aufbewahrung hat so zu erfolgen, daß ein ausreichender Schutz vor Beschädigung und Verlust gewährleistet und eine Prüfung möglich ist.

Das Original und ein Durchschlag sind dem

.....

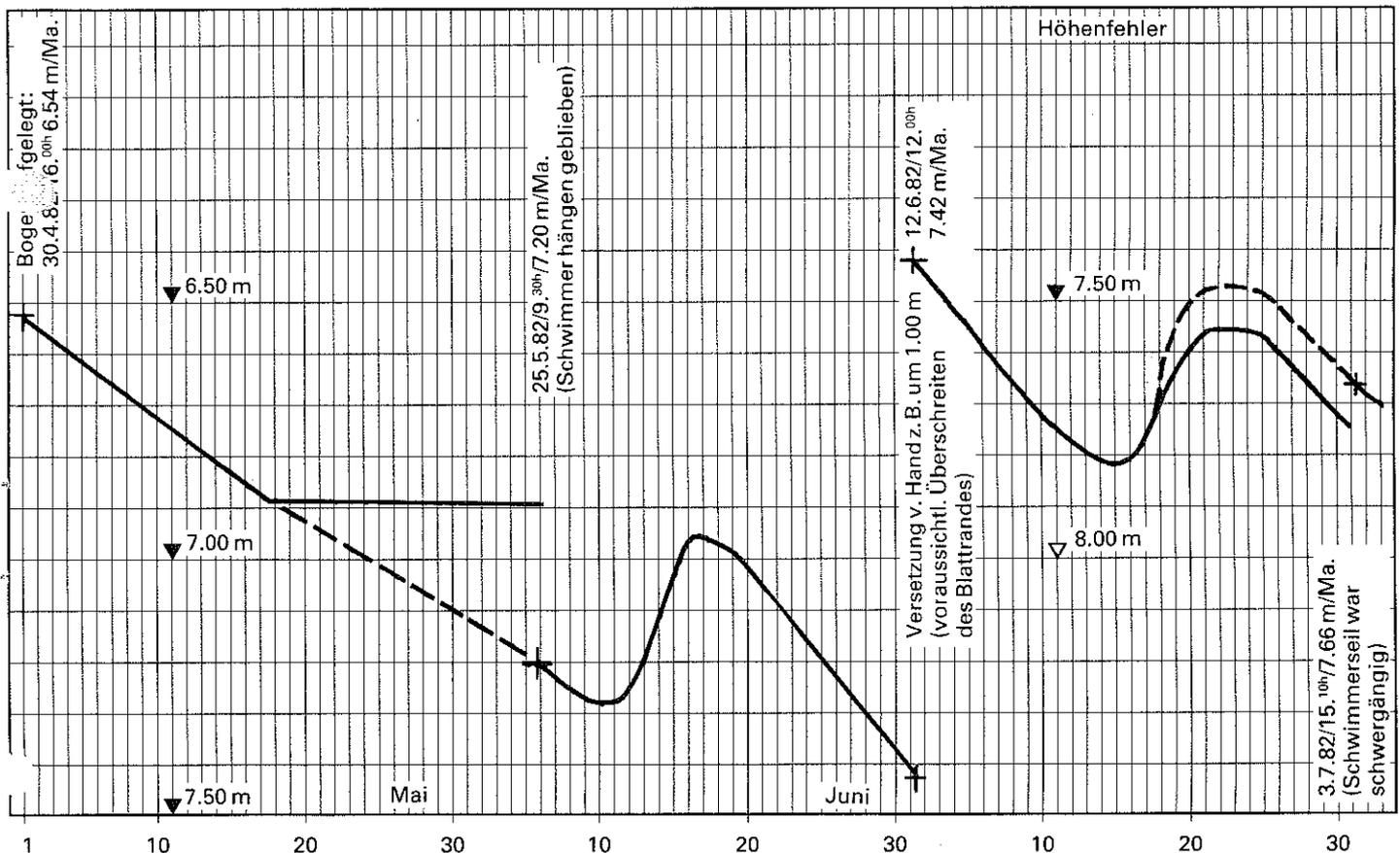
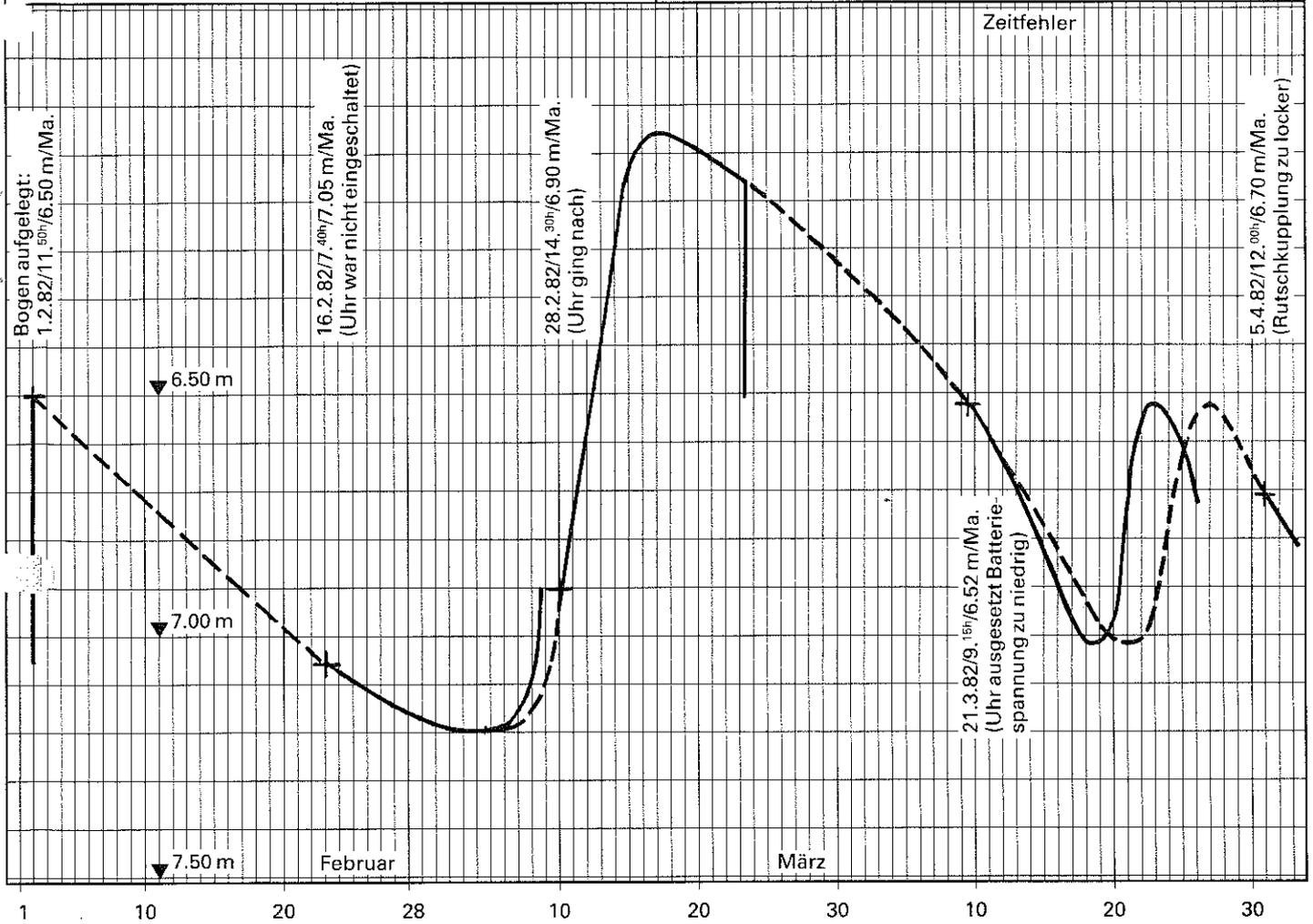
in .....  
einzusenden.

Zusätzliche Anweisungen:

Prüfung von Diagrammbögen		Fehlerursachen	
Aufzeichnung	Fehlerursache	Aufzeichnung	Fehlerursache
Fehlerfreie Aufzeichnung 		Höhenfehler 	Bei Gerät m. Schwimmer Schwimmer sitzt fest Schwimmerseil blockiert o. abgespr. Bei Druckmeßdose Batterie leer. Netzstrom ausgef. o. Sicherung durchgeschlagen (Uhrwerk hat Gangreserve)
Zeitfehler 	Uhr abgelaufen Batteriespannung zu niedrig Uhrwerk defekt		Bei Umkehrschreibern Schwimmerseil seitenverkehrt aufgelegt Schreibschlitten läuft in falscher Rille
	Uhr nicht eingeschaltet Rutschkupplung greift nicht Trommelmitnehmer nicht eingerastet Uhrwerk defekt		Bei Gerät m. Schwimmer Schwimmerseil gerissen Bei Druckmeßdose Luftflasche leer Kompressor ausgef. Meßleitung leck
	Uhrwerk geht vor		Bei Druckmeßdose Ausperlöffnung der Meßleitung verstopft
	Uhrwerk geht nach		Bei der letzten Kontrolle zu hoch eingestellt (falscher Ausgangswert)
	Rutschkupplung locker	Soll 	Schwimmerseil nicht frei beweglich
	Bei der letzten Kontrolle auf zu frühe Zeit eingestellt (falscher Ausgangswert)		Schreibarm aus der Lagerung gesprungen

# Prüfung von Diagrammbögen

# Berichtigung häufig auftretender Fehler



Dienststelle			<b>Grundwasserstandsliste</b> Einzelmessung					Abflußjahr												
Flußgebiet	TK 25	Koordinaten			Bezeichnung der Meßstelle			Meßstellenummer												
		Rechts		Hoch					<table border="1"> <tr> <td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td> </tr> </table>											
Meßpunkthöhe		gültig ab			Filterunterkante oder Sohlenhöhe		Gw-Stockwerk	Grundwasserleiter - Geologie		Beobachtungszeitraum	Art der Meßstelle									
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	NN+m	cm		Beginn												
Geländehöhe		gültig ab			unter Gelände			Ende	Beobachtungs- turnus											
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	m	cm														
Tag	Wasserstand		Bemerkungen			Tag	Wasserstand		Bemerkungen											
	cm u. MP	NN+m	Mittelwerte				cm u. MP	NN+m	Mittelwerte											
November						Mai														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
Dezember						Juni														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
Januar						Juli														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
Februar						August														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
März						September														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
April						Oktober														
			cm u. MP	△	NN+m				cm u. MP	△	NN+m									
Winter	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m	Sommer	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m									
						Jahr	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m									

Ort, Datum \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Dienststelle				<b>Grundwasserstandsliste</b> aus kontinuierlichen Aufzeichnungen				Abflußjahr																
Flußgebiet		TK 25	Koordinaten		Bezeichnung der Meßstelle			Meßstellenummer																
			Rechts	Hoch					<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>															
Meßpunkthöhe		gültig ab			Filterunterkante		Grundwasserleiter - Geologie				Beobach-	Art der												
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	m	cm					ungs-	Meßstelle												
											Beginn													
Geländehöhe		gültig ab			unter Gelände						Ende	Beobachtungs-												
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	m	cm					turnus													
Tag	Wasserstand		Mittel- und Extremwerte				Tag	Wasserstand		Mittel- und Extremwerte														
	cm u. MP	NN+m	Tag	cm u. MP	△	NN+m		cm u. MP	NN+m	Tag	cm u. MP	△	NN+m											
			NW							NW														
			HW							HW														
			MW							MW														
			NW							NW														
			HW							HW														
			MW							MW														
			NW							NW														
			HW							HW														
			MW							MW														
			NW							NW														
			HW							HW														
			MW							MW														
			NW							NW														
			HW							HW														
			MW							MW														
Winter	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m	Sommer	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m													
Jahr	Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m		Σ	Anzahl	cm u. MP	△	NN+m													

Ort, Datum

Unterschrift

Dienststelle				<b>Grundwasserstandsliste</b> tidebeeinflusst				Abflußjahr						
Flußgebiet		TK 25		Koordinaten		Bezeichnung der Meßstelle				Meßstellennummer				
				Rechts		Hoch						<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		
Meßpunkthöhe		gültig ab			Filterunterkante		Grundwasserleiter - Geologie				Beobachtungszeitraum		Art der Meßstelle	
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	NN+m	cm					Beginn			
Geländehöhe		gültig ab			unter Gelände						Ende		Beobachtungs- turnus	
NN+m	cm	Tag	Monat	Jahr	m	cm								
Tag	Wasserstand		mittl. Amplitude cm	Mittel- und Extremwerte		Tag	Wasserstand		mittl. Amplitude cm	Mittel- und Extremwerte				
	cm u. MP	NN+m		Tag	cm u. MP $\triangleq$ NN+m		cm u. MP	NN+m		Tag	cm u. MP $\triangleq$ NN+m			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
					NW						NW			
					HW						HW			
					MW						MW			
Winter	$\Sigma$	Anzahl		Amplitude cm u. MP $\triangleq$ NN+m		Sommer	$\Sigma$	Anzahl		Amplitude cm u. MP $\triangleq$ NN+m				
Jahr						$\Sigma$	Anzahl		Amplitude cm u. MP $\triangleq$ NN+m					

Ort, Datum

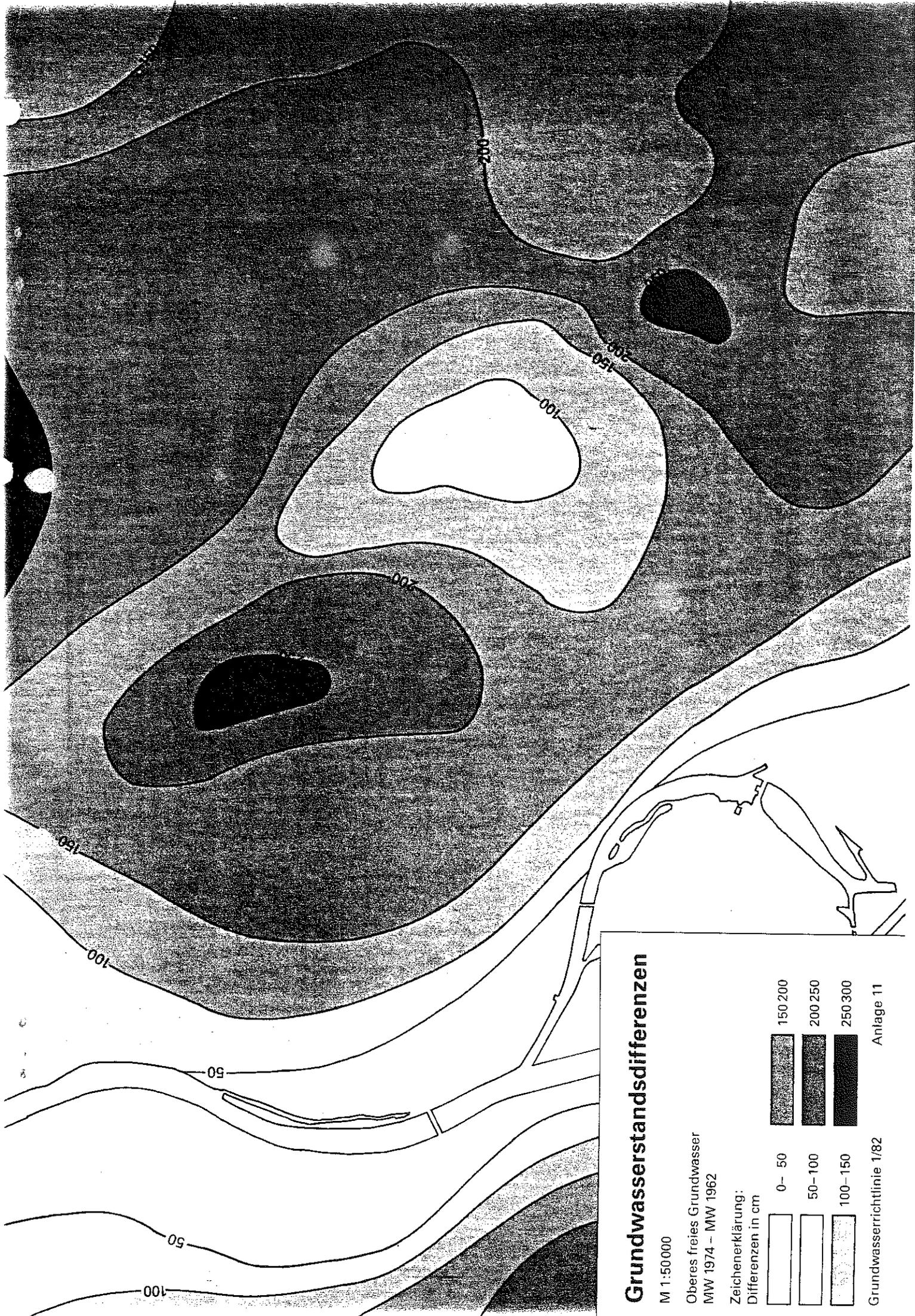
Unterschrift





Dienststelle		<b>Ganglinie</b>				Meßstellenummer															
		Geologische Schichtenfolge u. Ausbauzeichnung	NN+m cm u. MP	19		19		19		19											
				Wi	So	Wi	So	Wi	So	Wi	So										
Aufstellung vom																					
Bezeichnung der Meßstelle																					
TK 25	Flußgebiet																				
Koordinaten																					
Rechts	Hoch																				
Meßpunkt- höhe NN+m   cm	Gelände- höhe NN+m   cm																				
Filterunterkante u./o. Sohlen- höhe unter Gelände NN+m   cm   NN+m   cm																					
Beobachtungs- beginn	Beobachtungs- turnus																				
Art der Meßstelle	Gw Stock- werk																				
Bemerkungen																					



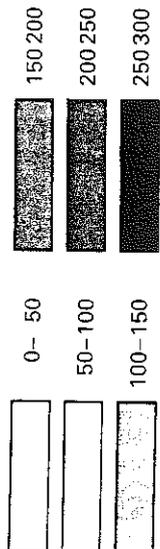


**Grundwasserstandsdifferenzen**

M 1:50 000

Oberes freies Grundwasser  
MW 1974 - MW 1962

Zeichenerklärung:  
Differenzen in cm



Grundwasserrichtlinie 1/82

Anlage 11



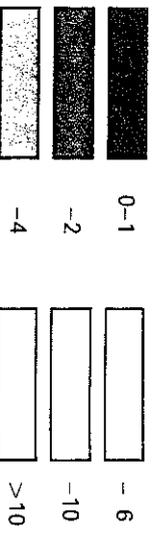
# Grundwasserflurabstände

M 1:50 000

Oberes freies Grundwasser

Stichtag: 7.10.1974

Zeichenerklärung:  
Flurabstände in m



Grundwasserrichtlinie 1/82

Anlage 10

