

## Kapitel 3

# Probenahme

## 3.1 Allgemeines

Eine Epignose, eine Einschätzung des Istzustandes, oder eine Prognose der GW-Beschaffenheit gestaltet sich weitaus schwieriger als die des GW-Standes, da zu ihrer Charakterisierung Aussagen über verschiedenste Wasserinhaltsstoffe bezüglich Herkunft, zeitlicher Entwicklung und räumlichen Ausbreitung zu treffen sind.

Neben der regelmäßigen und wissenschaftlich begründeten Beprobung der GWR macht sich deshalb die Erfassung und Analyse der Kontaminationsquellen unter folgenden Gesichtspunkten notwendig:

- Erfassung von Ursachen sowie Lokalisierung von Kontaminationsherden bereits bestehender GW-Verschmutzung mit dem Ziel ihrer Beseitigung
- Erfassung potentieller Kontaminationsquellen mit dem Ziel des Schutzes der GWR vor Verschmutzung

Durch die oft große zeitliche Verzögerung zwischen der Kontamination des Grundwassers und deren Erkennung, beispielsweise an Wasserfassungen, sind in den seltensten Fällen nach der Identifikation der Wasserschadstoffe und deren Auswirkungen noch Rückschlüsse auf die Art und Ursachen der GW-Verunreinigung möglich, da:

- die eine Wassernutzung beeinträchtigenden Stoffe nicht in jedem Fall auch Hauptkontaminanten einer Verunreinigung sind
- besonders bei intensiver Territorialnutzung eine Überlagerung der Kontaminationsquellen möglich ist

Zur Klärung der Ursachen einer Kontamination kommt es also auf die Erkennung der Wasserschadstoffe (Kontaminanten) an, die im Verlaufe der Nutzung eines Territoriums ins GW gelangt sind. Hinweise auf typische Kontaminanten, die aus einer bestimmten Nutzung des Territoriums resultieren, sind in der nationalen und internationalen Literatur bereits häufig zu finden. Bei starker Inanspruchnahme des Territoriums (z.B. Großstadt) sind einzelne Kontaminationsherde infolge gegenseitiger Überlagerung nicht ohne weiteres zu identifizieren, da verschiedenste Territorialnutzungen in enger örtlicher und zeitlicher Reihenfolge wechseln. Bei der Erfassung potentieller Kontaminationsquellen liegt der Schwerpunkt der Arbeiten in der Dokumentation und regelmäßigen Überwachung dieser. Dokumentiert werden sollten neben deren Lage auch Angaben zu den hydrogeologischen Gegebenheiten sowie zu den produzierten bzw. verwendeten Wasserschadstoffen (Gefahrenklasse, Toxizität, Transportverhalten und Abbaubarkeit im Grundwasserleiter). Das Überwachungsprogramm ist

entsprechend der zu erwartenden Wasserschadstoffe bzw. Indikatoren auszurichten. Eine wirksame GWÜ hinsichtlich Menge und Beschaffenheit ist eine grundlegende Voraussetzung für die GW-Bewirtschaftung. Sie ist nur realisierbar, wenn dazu eine einheitliche Methodik und Technik in die wasserwirtschaftliche Praxis Eingang findet. Dabei ist die Bestimmung von Wasserinhaltsstoffen im Labor nur dann sinnvoll, wenn Methodik und Technik der Probenahme aus dem GW-Beobachtungsrohr und anschließender Proben transport die Beschaffenheitskriterien nicht oder nur unwesentlich beeinflussen. Deshalb sollten bestimmte Inhaltsstoffe bzw. Parameter, die sich nur schwer oder nicht konservieren lassen (z.B. Temperatur, freie Kohlensäure, Sauerstoff) sofort bestimmt werden. Gleichmaßen ist die Sinnesprüfung (Farbe, Geruch, Geschmack) vor Ort durchzuführen, da diese Aussagen Hinweise zur Repräsentanz der Laboranalysen geben können. Die Sofortbestimmung weiterer Inhaltsstoffe ist oft empfehlenswert, jedoch fehlen in der Regel Feldanalysengeräte zur Schnellanalyse. Verschiedene Inhaltsstoffe sind sofort nach der Probenahme zu konservieren, um eine spätere Analyse im Labor zu ermöglichen. Dabei ist zu beachten, da eine vollständige Konservierung kaum möglich ist und sich durch

- pH-Wert-Steuerung
- Stoffwandlung durch Chemikaliengabe
- Kühlung oder Frostung

nur eine Verzögerung der Beschaffenheitsveränderungen erzielen lässt.

Für den Feldeinsatz zur Quantifizierung von Wasserinhaltsstoffen erscheinen ionensensitive Sonden nur bedingt geeignet, da ein hoher Aufwand für das Warten und Eichen der Sonden betrieben werden muss, sie meist schlag- und stoßempfindlich sind und Fehler nur vom Fachmann erkannt und behoben werden können. Gleichzeitig liegen die zu bestimmenden Inhaltsstoffe im GW in der Regel in sehr geringen Konzentrationen vor, und der Einfluss von Störionen kann zu erheblichen Messfehlern führen. Eine Anwendung unter den Bedingungen von in-situ-Messungen erscheint deshalb fragwürdig. Momentan sind für derartige Fälle nur

- Sauerstoffgehalt
- elektrische Leitfähigkeit
- pH-Wert

mit genügender Genauigkeit und Zuverlässigkeit messbar.

Tabelle 3.1: Literaturübersicht zur Grundwasserprobenahme

Planung	Durchführung	Präparat./Transp.	Auswertung	Literatur	Titel
++	++	-	+	DVWK-Merkblatt 245	Tiefenorientiert Probenahme aus Grundwassermessstellen
+	++	-	-	DVWK-Schrift 107	Grundwassermessgeräte für die Ermittlung physik. und physikochem. Parameter und Datensammler
+	++	++	+	Verwaltungsvereinb. OFD Hannover-BAM	Anforderung an Untersuchungsmethoden zur Erkundung und Bewertung kontaminationsverdächtiger Flächen
-	++	+	+	DVWK-Regel 128	Entnahme und Untersuchung von Grundwasserproben
-	+	+	+	DIN 38402 - Teil13	Probenahme aus Grundwasserleitern
-	+	+	+	DVGW-Merkblatt W112	Entnahme von Wasserproben bei der Wassererschließung
-	+	+	+	LAWA-GW-Richtlinie	Beobachtung und Auswertung, Teil 3: GW-Beschaffenheit
-	+	+	+	AQS-Merkblatt P-8/2	Qualitätssich.bei Wasser, Abwasser- und Schlammunters.
-	+	+	-	DVWK-Regel 84	Grundwasserredoxpotentialmessung, Probenahmegeräte
-	keine Information	keine Information	keine Information	+	Überblicksinformation
				+	++ Detailinformationen

## 3.2 Methodik

Für eine umfassende Beurteilung einer GW-Probe ist immer die Durchführung eines Grundmessprogrammes notwendig. Dazu gehören folgende Parameter:

- **Vor-Ort-Messungen:** Temperatur, Färbung, Trübung, Geruch, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Ausgasung
- **Labor-Messungen:** Säurekapazität bis  $pH = 4,3$ , Basekapazität bis  $pH = 8,2$ , Ortho-Phosphat, Phosphor gesamt, Chlorid, Sulfat, Nitrat, Ammonium, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Eisen, Mangan, DOC

Weiterhin werden für bestimmte Zwecke Messungen von einzelnen Stoffgruppen durchgeführt:

- **Metalle:** Chrom, Kupfer, Nickel, Zink, Blei, Cadmium, Arsen, Bor, Aluminium
- **Organische Summenparameter:** DOC, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, AOX
- **Leichtflüchtige Stoffe (LHKW):** u.a. Di-, Tri-, Tetrachlormethan, Tri-, Tetrachlorethen, cis-1.2-Dichlorethen, Vinylchlorid
- **weitere organische Stoffgruppen:** PAK, BTEX, PCB, PBSM
- **Biologie:** Koloniezahl, coliforme Keime, Biotestverfahren
- **Radioaktivität**

Die Entnahme repräsentativer Wasserproben aus dem GW erfordert die Berücksichtigung folgender Einflussfaktoren:

- die hydrogeologischen Bedingungen sowie den Zustand und Ausbau der GW-Messstelle
- durch die jeweilige Entnahmetechnik hervorgerufene Beschaffenheitsbeeinflussung
- die weitere Behandlung der entnommenen Wasserprobe (Konservierung, Analysemethodik usw.)
- Wesentlichen Einfluss auf die Repräsentanz der Probe hat das Abpumpen (Klarpumpen) der Messstelle vor der Probenahme mit geeigneter Abpumpteknik, da das im Pegelrohr stehende Wasser meist über einen längeren Zeitraum stagnierte und damit andere Beschaffenheitsmerkmale als das im Boden anstehende GW aufweist.

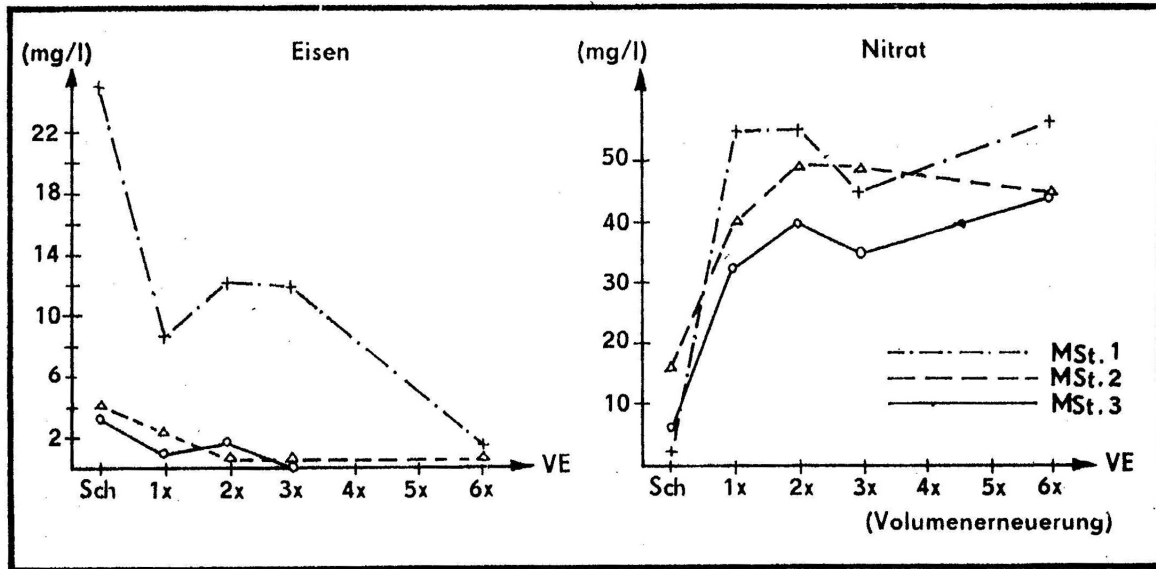


Abbildung 3.1: Abhängigkeit der Eisen- und Nitratkonzentration von der Abpumphäufigkeit

Untersuchungen haben gezeigt, dass in den meisten Fällen ein einmaliges Abpumpen die Entnahme einer repräsentativen Probe nicht gestattet. Die ermittelten notwendigen Abpumpmengen lagen zwischen dem doppelten und 120-fachen Volumen der zu beprobenden GWBR; dabei wurde eine starke Abhängigkeit vom untersuchten Parameter festgestellt. Abbildung 3.1 zeigt die Veränderung der Eisen- und Nitratkonzentration in Abhängigkeit von der Abpumphäufigkeit einer Messstelle. Es erscheint derzeit auf Grund der Vielfalt der Einflussfaktoren nur möglich, das Trendverhalten bestimmter Inhaltsstoffe anzugeben. Eine eindeutige Fixierung der erforderlichen Abpumpmengen ist nicht möglich, da

- die für den Bau von GWBR verwendeten Rohre in der Regel nicht korrosionsbeständig sind und sich damit in und außerhalb des Rohres eine Zone erhöhten Fe-Gehaltes ausbildet und dadurch auch andere Parameter (z.B. Metallionen, Redoxpotential, Gasgehalt) beeinflusst werden;
- infolge Kurzschlussströmungen entlang der Rohrwandungen Vermischungen von Wässern verschiedener GWL auftreten können;
- bestimmte Inhaltsstoffe ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , pH-Werte) in der Nähe von GWBR durch die Verbindung zur Atmosphäre und den damit verbundenen Gasaustausch ( $\text{O}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ) generell beeinflusst werden;
- die Abpumpmenge immer von den zu untersuchenden Parametern, der GW-Dynamik (horizontale Durchströmung des GWBR) und den zeitlichen Abständen zwischen den Probenahmen beeinflusst wird.

Tabelle 3.2: Einflussfaktoren auf die Beschaffenheit von GW- Proben

Faktoren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Unterdruck während der Förderung</b>	x	x				x				
<b>Verwirbelung und Unterdruck durch Laufräder</b>		x	x							
<b>Eintrag elektromagnetischer Felder</b>			x							
<b>Ionenaustauschvorgänge in der Membran</b>								x		
<b>Eintrag von Luft, direkt</b>					x					
<b>Eintrag von O<sub>2</sub> über Grenzflächen</b>							x	x		x
<b>starke Druckschwankungen</b>		x								

1. Kreiselpumpe - Entnahme saugseitig
2. Kreiselpumpe - Entnahme druckseitig
3. UWM-Pumpen
4. Membranpumpen
5. Mammutpumpen
6. Minifilter
7. Minifilter geschlossen
8. Minifilter geschlossen mit Membran
9. Minifilter geschlossen mit Interface
10. Schöpfer ohne Schutzgas

Weiterhin ist zu beachten, dass unabhängig von der Entnahmetechnik die unter Druck stehende Wasserprobe (der Druck entspricht dem im GWBR vorhandenen Potential in Höhe des Entnahmepunktes) nach der Förderung dem natürlichen Luftdruck ausgesetzt ist. Es gilt als sicher, dass es innerhalb weniger Minuten zu gravierenden Änderungen im Gashaushalt kommen kann.

Auf die Probe erhöhender Unterdruck verändert den Gashaushalt signifikant. Abbildung 3.2 zeigt dazu als Beispiel die Abnahme des Sauerstoffgehaltes in Abhängigkeit vom Unterdruck und von der Einwirkzeit. Es ist dabei deutlich erkennbar, dass sich Beschaffenheitsveränderungen innerhalb weniger Minuten einstellen. Sowohl Unterdruck infolge Förderung als auch nicht vermeidbare Veränderung des im GWL vorhandenen Druckes führen also zu Beeinträchtigungen der Repräsentanz der Probe. Schnellstmögliche Fixierung der Inhaltsstoffe bzw. Sofortbestimmung sind deswegen immer dann zu fordern, wenn vom Gashaushalt abhängige Parameter zu quantifizieren sind. Bei der Probenahme selbst ist der Einfluss der Probenahmetechnik auf die Beschaffenheitsparameter der Probe zu berücksichtigen. Es handelt sich auch hier vor allem um Inhaltsstoffe, die vom Gashaushalt beeinflusst werden. Tabelle 3.2 gibt einen Überblick über den Einfluss verschiedener Entnahmegereäte auf die Beschaffenheit der zu fördernden Wasserprobe.

Die Wahl der Entnahmetechnik wird offensichtlich wesentlich von den zu untersuchenden Parametern abhängen; ihr Einfluss ist deutlich in Tabelle 3.2 zu erkennen. Abbildung 3.2 zeigt speziell die Beeinflussung des Sauerstoffgehaltes einer Wasserprobe durch verschiede-

Tabelle 3.3: Wasserinhaltsstoffe, deren Konzentration durch die GW-Probenahme (nicht-) verändert wird

unveränderliche Wasserinhaltsstoffe	veränderliche Wasserinhaltsstoffe
Na <sup>+</sup>	Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup>
K <sup>+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>
Cl <sup>-</sup>	H <sup>+</sup> (Acidität)
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	OH <sup>-</sup> (Alkalität)
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sup>4+</sup> (nicht generell)
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	alle Gase (z.B. CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S)
chemisch schwer oxidierbare org. Stoffe	mit Kaliumpermanganat oxidierbare Stoffe
toxische Schwermetalle (mit Einschränkung)	mit Kaliumdichromat oxidierbare org. Stoffe
	flüchtige Stoffe

ne Entnahmetechnik. Die Proben wurden unter identischen Verhältnissen (Entnahmetiefe, Entnahmezeit usw.) entnommen.

In Tabelle 3.3 wird eine Übersicht über eine mögliche Beeinflussung von Wasserinhaltsstoffen durch die GW-Probenahme gegeben.

Zur Verhinderung bzw. Minimierung einer Veränderung der Wasserinhaltsstoffe einer Grundwasserprobe sind einige besondere Maßnahmen zur Probenbehandlung notwendig. So sind z.B. spezielle Probentransportbehälter zu verwenden und Konservierungsmethoden anzuwenden. auch ist die maximale Lagerdauer von Proben zu beachten. Detailliertere Hinweise sind in den Tabellen 10.8 Teil 1 bis Teil 3 auf den Seiten 368ff zu finden.

Auf Grund der oben getroffenen Festlegungen zur Beeinflussung von GW-Proben wird daher unter Berücksichtigung der derzeit verfügbaren Gerätetechnik und einer praktikablen Beprobung von Messstellen im Routinebetrieb folgender Ablauf für die Entnahme von Wasserproben aus GWBR oder nicht in Betrieb befindlichen Förderbrunnen vorgeschlagen:

1. Abpumpen des im Rohr befindlichen Wasservolumens unter Nutzung der Packertechnik mit Saug- oder Mammutpumpe. Während des Abpumpens sind ein oder mehrere Leitkriterien kontinuierlich zu überwachen, wobei in der Regel die Leitfähigkeit untersucht werden sollte. Die Bestimmung sollte im Förderstrom der für das Abpumpen benutzten Pumpe nur dann erfolgen, wenn ein gleichzeitiges Betreiben der Probenahmetechnik nicht möglich ist.
2. Zur GW-Probenahme ist, sofern kein kombiniertes System zum Abpumpen/ Probenehmen eingesetzt werden kann, die zum Abpumpen benutzte Technik aus dem GWBR zu entfernen und das Probenahmegerät (Schöpfer, Membranpumpe oder UWM-Pumpe) in das Rohr einzulassen. Dabei ist zu beachten, dass sich der Probenahmeort ca. 2 m unterhalb der ehemaligen Lage der Abpumpteknik befinden muss, um Beeinträchti-



gungen der Wasserbeschaffenheit durch Verwirbelungen zu vermeiden. Es ist in jedem Fall darauf zu achten, dass die zur Probenahme verwendete Technik entsprechend der zu bestimmenden Parameter ausgewählt wird.

Die Entnahme repräsentativer Wasserproben ohne vorheriges Abpumpen erscheint möglich, wenn die Probe aus dem durchströmten Filterbereich des GWBR entnommen wird. Dies setzt jedoch voraus, dass

- der Filterbereich auf Grund der vorhandenen GW-Bewegung so stark durchströmt wird, dass die Beeinflussung der GW-Beschaffenheit durch das GWBR (Ausbaumaterial, Entgasung usw.) vernachlässigbar ist
- eine vertikale Wasserbewegung innerhalb des Rohres bzw. der Filterschüttung ausgeschlossen werden kann (diese Forderung steht generell).

Der Nachweis dieser Bedingungen kann mit bohrlochphysikalischen Messmethoden (Temperaturmessung, Flowmeter-Messung u.a.) erfolgen. Bisher konnte jedoch noch nicht geklärt werden, in welchen zeitlichen Abständen diese Bohrlochuntersuchungen an einem GWBR unter Berücksichtigung von Veränderungen im Strömungsregime des GW und der Alterung der Messstelle zu wiederholen sind.

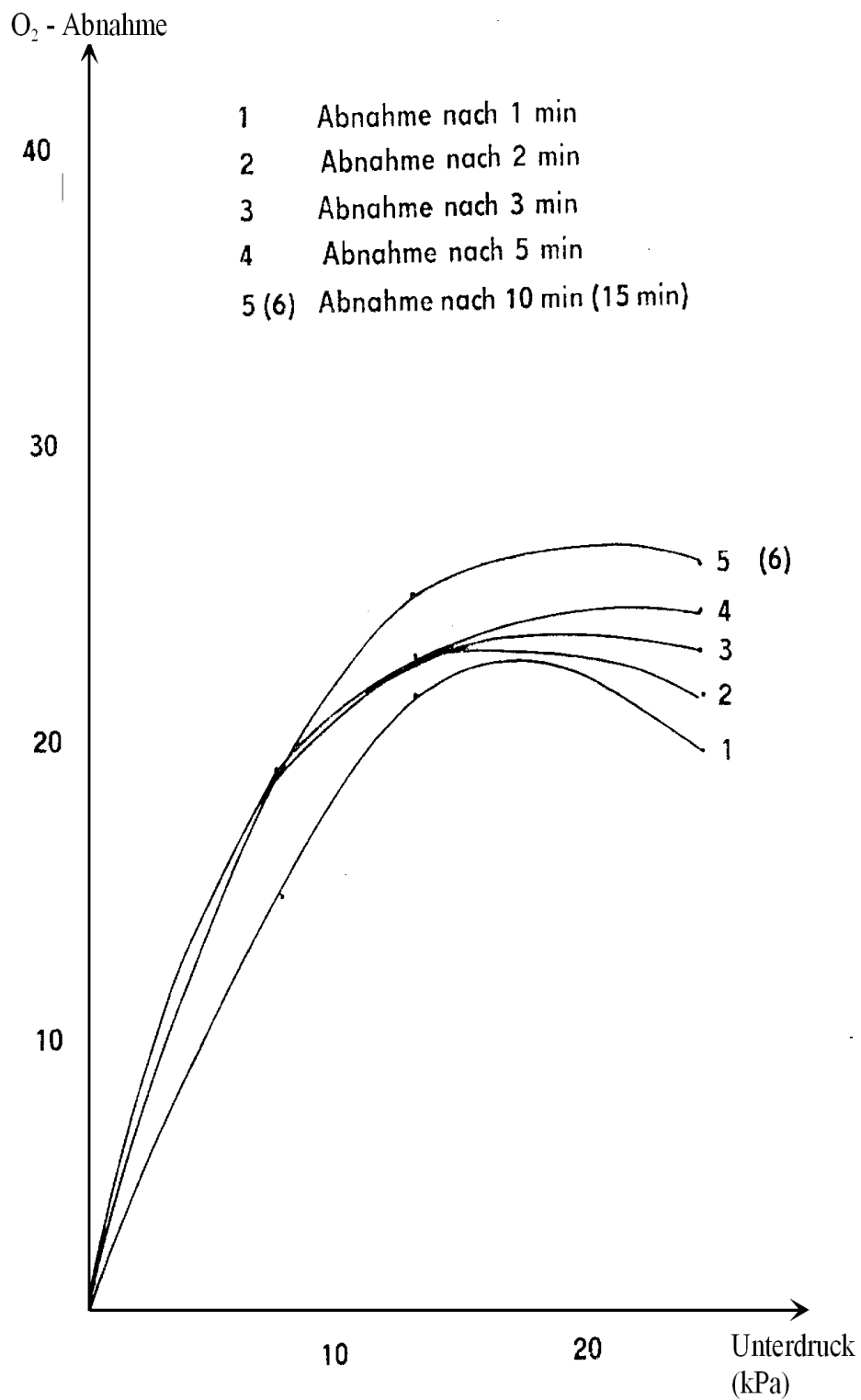


Abbildung 3.2: Veränderung des Sauerstoffgehaltes einer Wasserprobe in Abhängigkeit vom Unterdruck

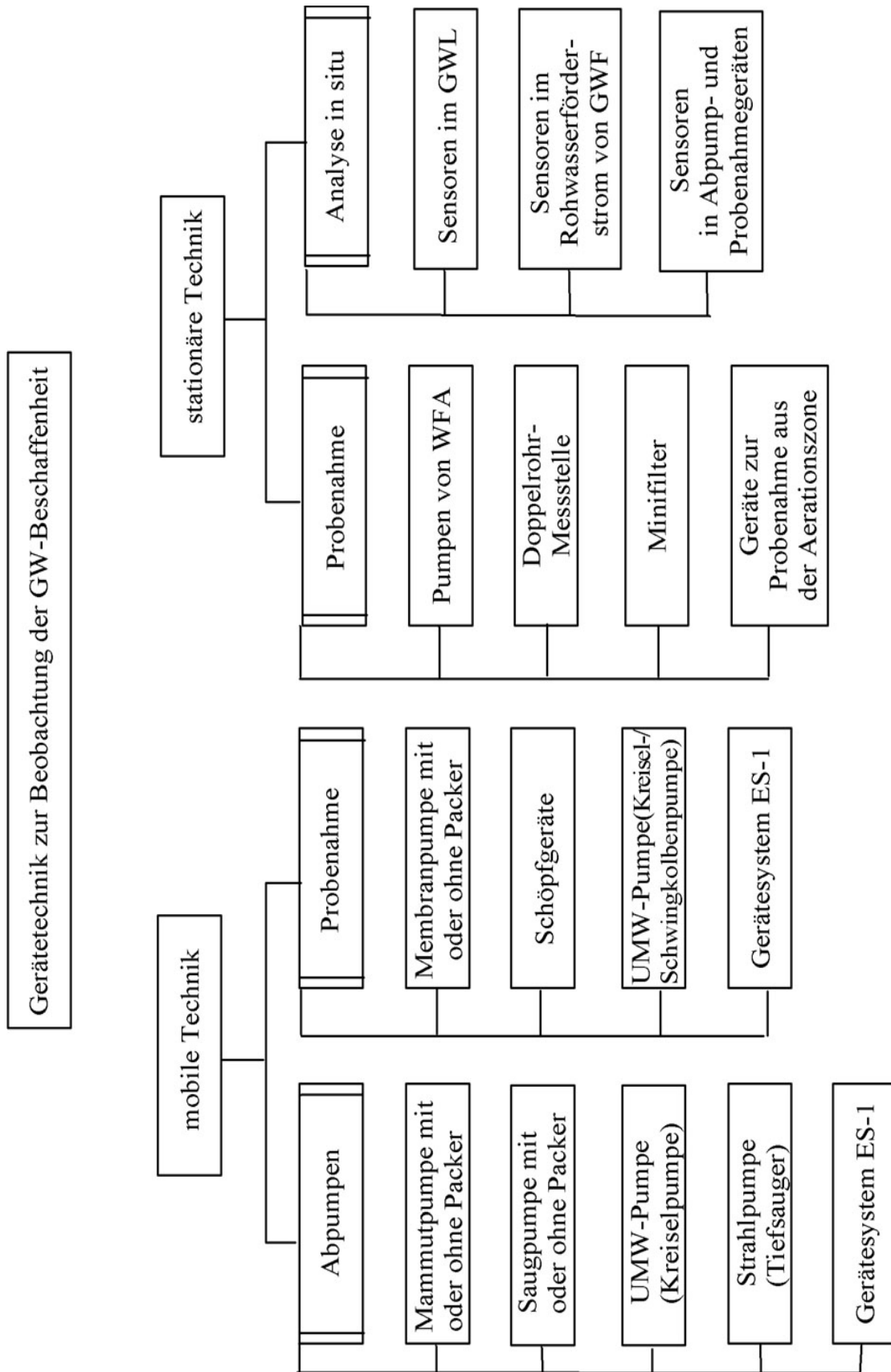


Abbildung 3.3: Übersicht über die Gerätetechnik zur Beobachtung der GW-Beschaffenheit

## 3.3 Mobile Gerätetechnik

Für den Einsatz in wasserwirtschaftlichen Betrieben und Einrichtungen werden in der Regel mobile Entnahmetechniken benötigt, die sich für einen Feldeinsatz eignen und folgenden Anforderungen gerecht werden:

- die Geräte sollen weitgehend aus inertem Material gefertigt sein, um Beschaffenheitsbeeinflussungen möglichst zu vermeiden,
- sie sollen leicht bedienbar und für den Feldeinsatz robust genug sein,
- Gewicht und Abmessungen (einschließlich der Geräte zur Bereitstellung der erforderlichen Energie) müssen einen PKW-Transport ermöglichen,
- die Gerätesysteme sollten sowohl Probenahme als auch Abpumpen des Standwassers einschließlich des Wassers in unmittelbarem Umfeld der Entnahmestelle gewährleisten.

Beispiele für verfügbare Technik sowie stationäre Einrichtungen zur Beobachtung der Beschaffenheit sind in Abbildung 3.3 übersichtsmäßig dargestellt; die Entnahmetechnik zur Gewinnung von Proben aus dem Förderstrom von Wasserfassungsanlagen wurde dabei nicht berücksichtigt.

### 3.3.1 Mammutpumpen

Mammutpumpen (siehe Abbildung 3.5) werden zur Probenahme und zum Abpumpen mit Erfolg eingesetzt. Die Mammutpumpentechnik ist robust und unempfindlich gegenüber im Förderstrom befindlicher fester Stoffteilchen; in Abhängigkeit vom verwendeten Pumpenkopf ist der Einsatz in GWBR (NW50) möglich. Dabei kann beim Abpumpen von GWBR mit einer Nennweite bis zu 100 mm das Rohr desselben als Steigrohr verwendet werden. Bei größeren Nennweiten muss ein separates Steigrohr angebracht werden, da in der Regel die sonst notwendige Luftmenge nicht bereitgestellt werden kann.

### 3.3.2 Saugpumpen

Das Abpumpen von GWBR vor der Probenahme ist bis zu Entnahmetiefen von ca. 7 m mit Saugpumpen effektiv realisierbar. Eine Entnahme von Wasserproben aus dem Förderstrom kann nur dann erfolgen, wenn vom Gashaushalt unabhängige Inhaltsstoffe untersucht werden sollen. Insbesondere führen elektrisch betriebene Kreiselpumpen durch hohe Turbulenzen und Druckgradienten im Bereich der Pumpenlaufräder und durch Magnetfelder zu

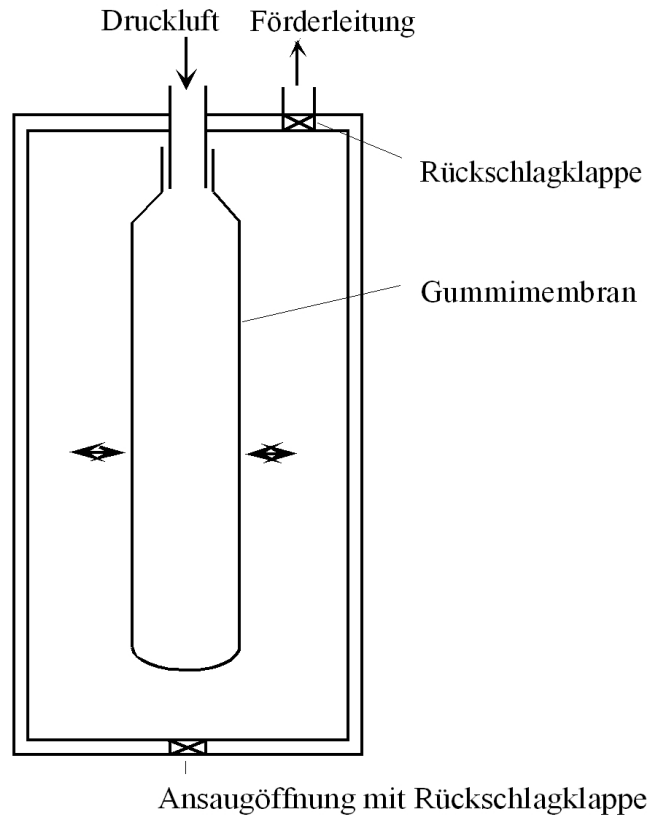


Abbildung 3.4: Prinzipskizze einer pneumatisch betriebenen Membranpumpe

Veränderungen der Wasserbeschaffenheit. Die Probe sollte deshalb in jedem Fall vor der Saugpumpe (saugseitig) entnommen werden, um Beschaffenheitsveränderungen möglichst gering zu halten.

### 3.3.3 Unterwassermotorpumpen (UWM)

UWM-Pumpen werden in der Regel für Nennweiten bis 100 mm angeboten und zum Teil als komplette Pumpenanlage mit zusammenklappbarem Dreibein, Seilwinde, Schlauchtrommel und Generator mit Verbrennungsmotor geliefert. Die relativ hohe Leistung gewährt ein effektives Abpumpen vor der Probenahme. Für kleinere Nennweiten wurden ebenfalls UWM-Pumpen entwickelt, die sich auf Grund der geringen Leistung jedoch nur bedingt eignen; gleichzeitig schränkt der hohe Wartungsaufwand ihre praktische Anwendung stark ein. Insgesamt eignen sich UWM-Pumpen nur bedingt zur Probenahme, da Verwirbelungen im Bereich der Laufräder und das durch den Elektromotor eingetragene Magnetfeld zur Beschaffenheitsveränderung der Probe führen.

### 3.3.4 Strahlpumpen (Tiefsauger)

Strahlpumpen (siehe Abbildung 3.6) arbeiten nach dem Prinzip der Wasserstrahlpumpe. Das erforderliche Treibwasser wird dabei durch einen separaten Schlauch bis zur Pumpe geführt, in der es sich mit dem Förderwasser vermischt. Letzteres wird durch den im Injektor entstehenden Unterdruck angesaugt. Dieses Gemisch wird über eine Steigleitung gefördert, ein Teil wieder in den Treibwasserstrom eingespeist und das Überschusswasser abgeführt (beispielsweise als Wasserprobe). Strahlpumpen sind durch ihren robusten Aufbau, die Möglichkeit ihres Einsatzes in Verbindung mit Packern, das geringe Gewicht, ihre einfache Handhabung, ihre leichte Umsetzbarkeit bei geringem Transportvolumen sowie ihre relativ große Fördermenge sehr gut für den Feldeinsatz geeignet. Im Gegensatz zur Mammutpumpe ist eine von der Förderhöhe abhängige Eintauchtiefe nicht erforderlich.

### 3.3.5 Membranpumpen

Unterwasser-Membranpumpen (siehe Abbildung 3.4) bestehen aus einem Hohlkörper, aus dem Wasser durch Aufblasen einer elastischen Membran mittels Druckgas (in der Regel Druckluft) ausgepresst wird. Zwei Rückschlagventile verhindern das Austreiben von Wasser aus dem Hohlkörper in das GWBR beim Aufblasen der Membran bzw. das Rückfließen des sich in der Förderleitung befindlichen Wassers. Die Steuerung der Verdrängungszyklen kann dabei elektronisch oder mechanisch in Abhängigkeit von der Förderhöhe und Entnahmetiefe erfolgen (siehe Abbildung 3.7). Die Steuereinrichtung befindet sich dabei an der Druckluftquelle (i.a. Kompressor) bzw. im oberen Teil der Membranpumpe.

### 3.3.6 Unterwasser-Kolbenpumpen

Mechanisch betriebene Hubkolbenpumpen (siehe Abbildung 3.8) und elektrisch angetriebene Schwingkolbenpumpen sind wegen des hohen Materialaufwandes (steifes Steigrohr) bzw. der geringen Fördermengen für die breite Anwendung in der Praxis nicht geeignet. Pneumatisch betriebene Doppelkolbenpumpen stellen eine Alternative zu Membranpumpen dar.

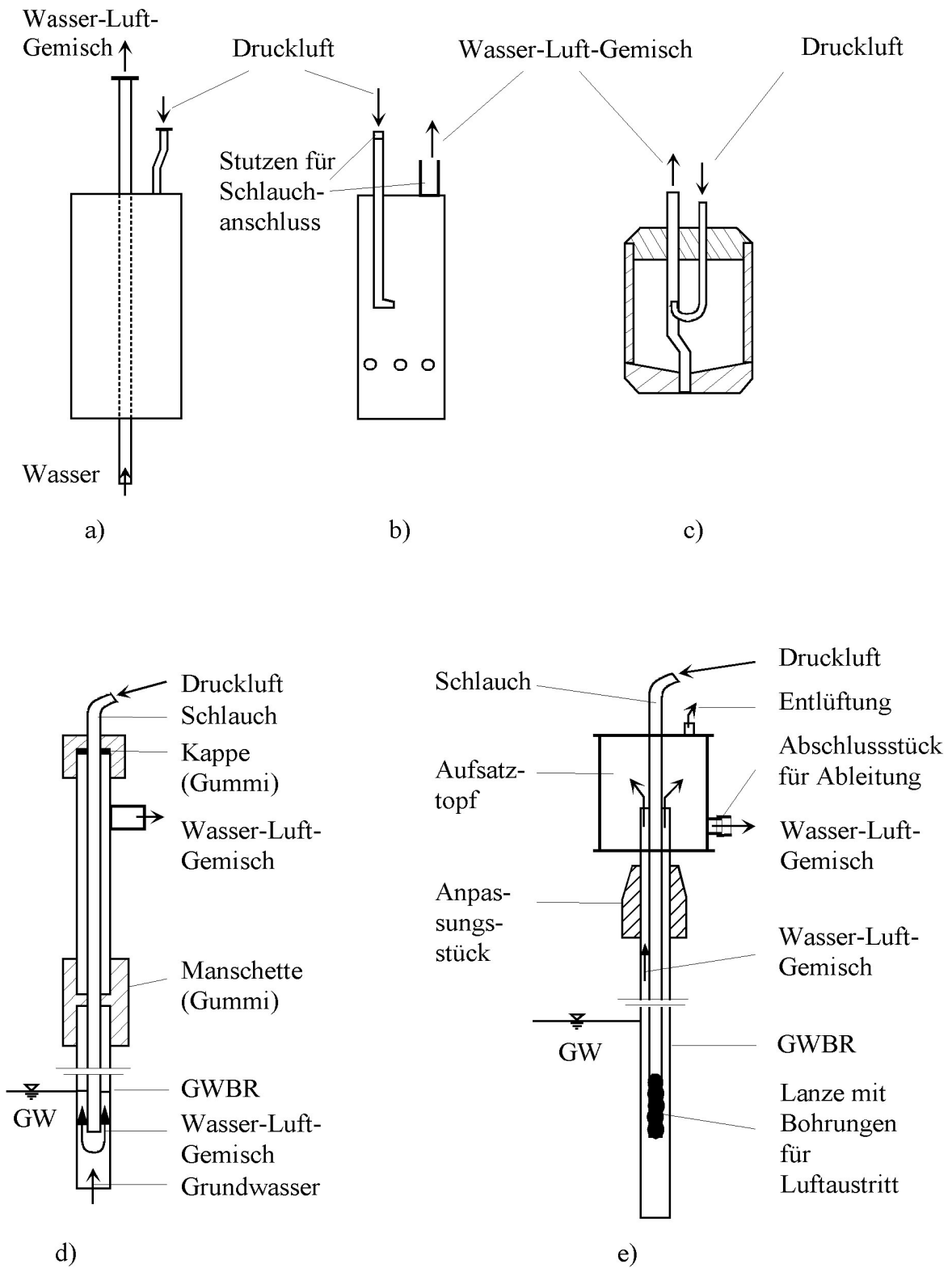
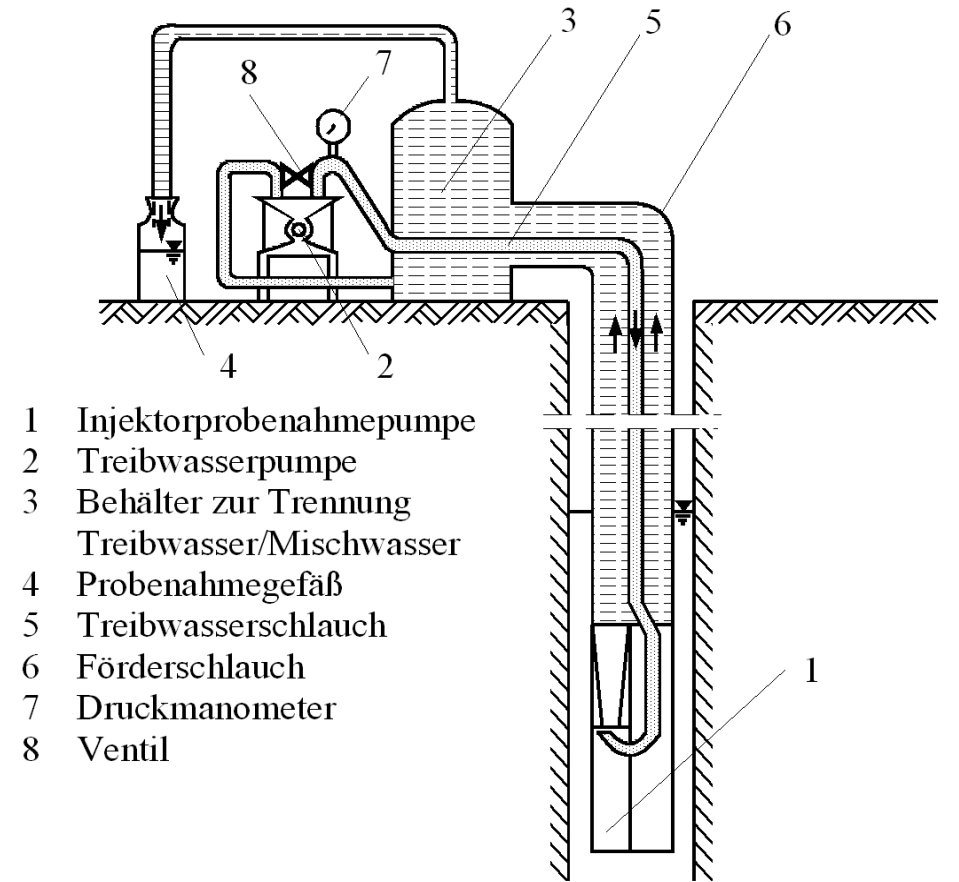


Abbildung 3.5: Mammutpumpentypen



- 1 Injektorprobenahmepumpe
- 2 Treibwasserpumpe
- 3 Behälter zur Trennung  
Treibwasser/Mischwasser
- 4 Probenahmegefäß
- 5 Treibwasserschlauch
- 6 Förderschlauch
- 7 Druckmanometer
- 8 Ventil

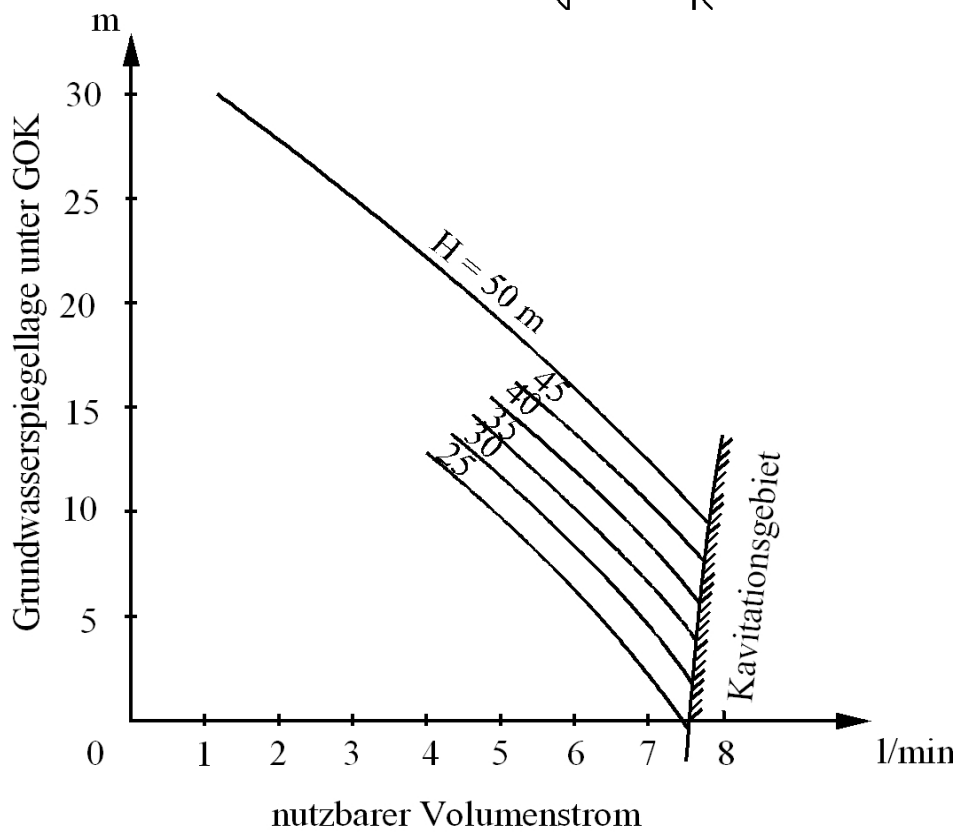
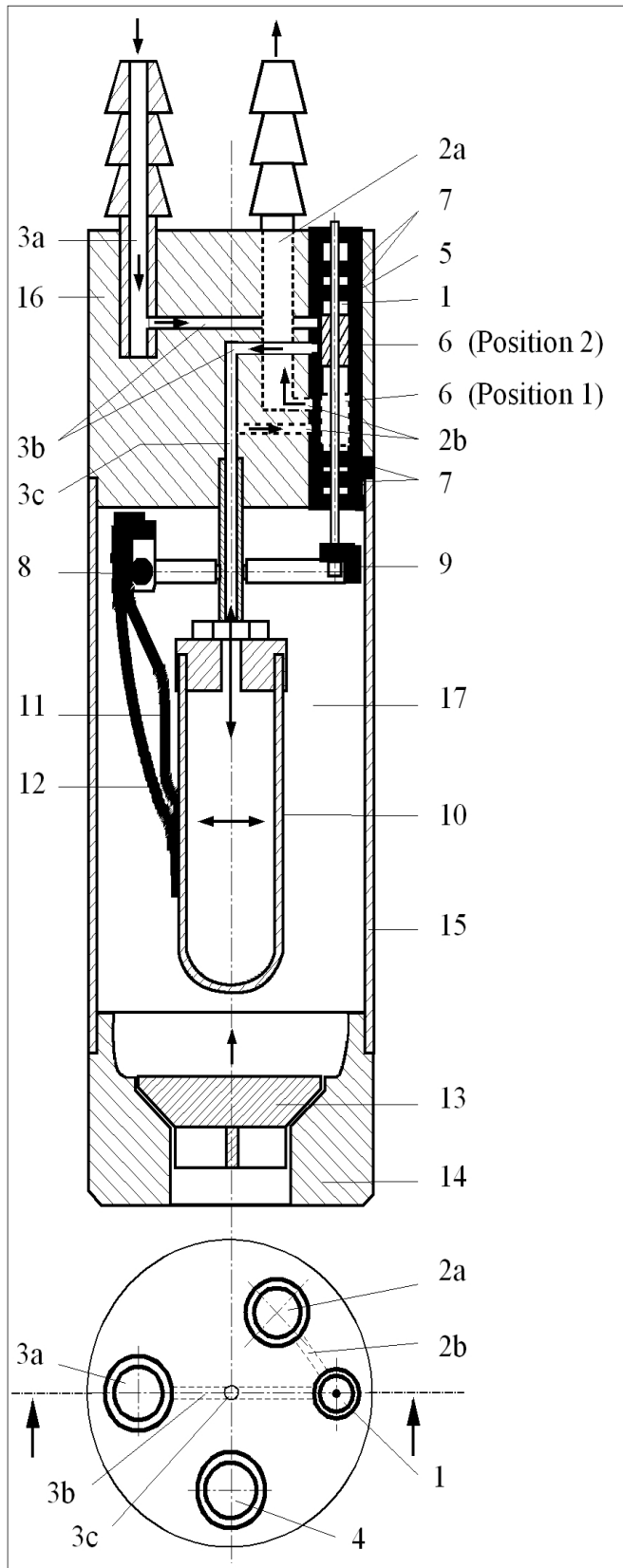


Abbildung 3.6: Aufbau und Förderleistung einer Strahlpumpe

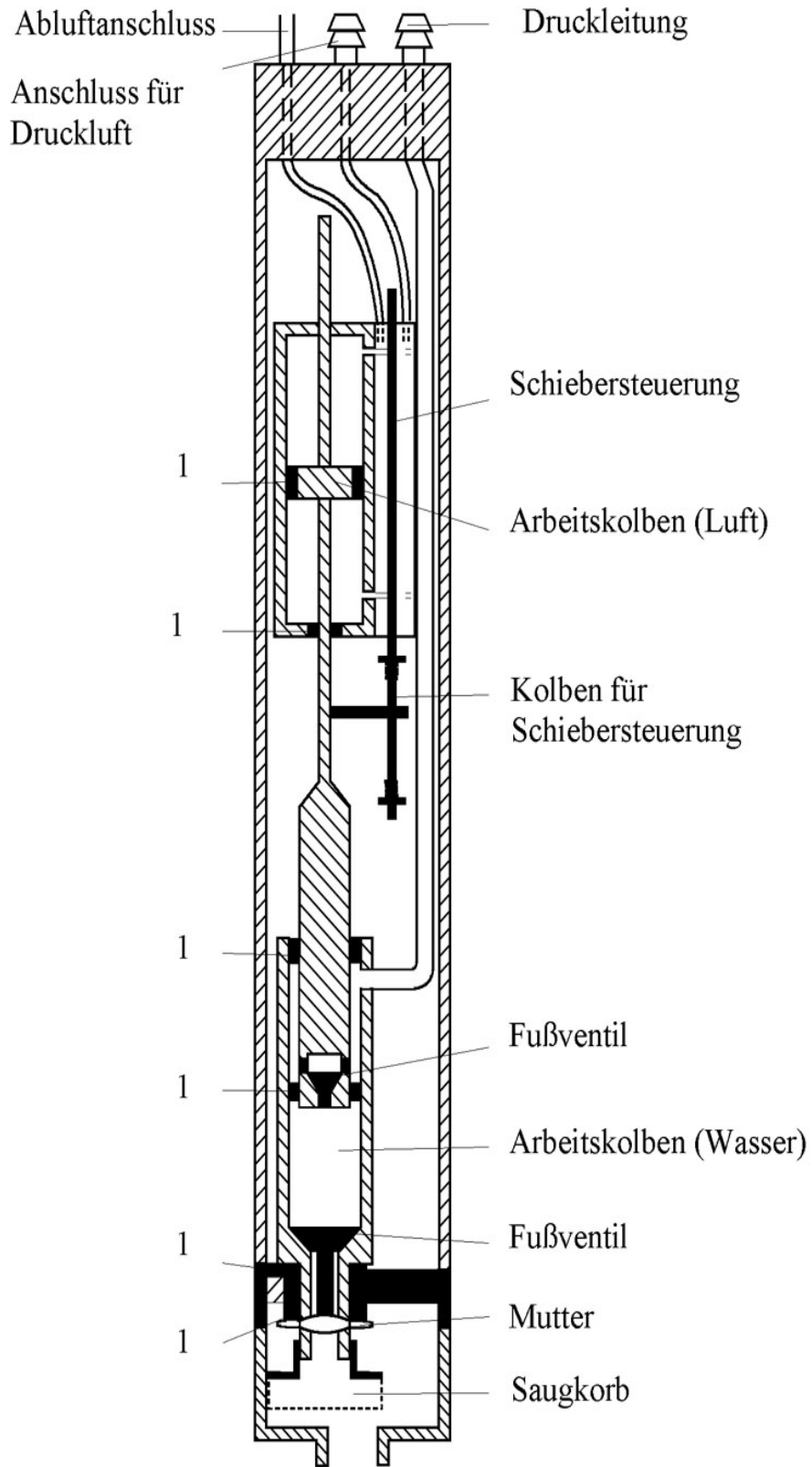




## Legende

- |    |                                  |
|----|----------------------------------|
| 1  | Steuerkanal                      |
| 2  | Abluftkanal<br>(2a, 2b, 2c = 3c) |
| 3  | Druckluftkanal<br>(3a, 3b, 3c)   |
| 4  | Wasserkanal                      |
| 5  | Steuerkolben                     |
| 6  | Dichtungselement                 |
| 7  | Dichtungsring                    |
| 8  | Drehlager                        |
| 9  | Kipphebelschalter                |
| 10 | Gummimembran                     |
| 11 | Kontakthebel                     |
| 12 | Federblechstreifen               |
| 13 | Fußventil                        |
| 14 | Unterteil der Membranpumpe       |
| 15 | Mantel der Membranpumpe          |
| 16 | Oberteil der Membranpumpe        |
| 17 | Hohlraum der Membranpumpe        |

Abbildung 3.7: Membranpumpe mit Innensteuerung



1 => Dichtungselemente

Abbildung 3.8: Doppelkolbenpumpe

### 3.3.7 Packer

Als Packer (siehe Abbildung 3.9) werden technische Einrichtungen bezeichnet, die das Abdichten eines Teils der Filterstrecke in einem GWBR oder Brunnen ermöglichen. Für Rohre größeren Durchmessers sind sie seit langer Zeit in Gebrauch und werden vor allem im Brunnenbau zum Abpumpen einzelner Filterstrecken eingesetzt. In der Regel besteht der Packer dabei aus einem Grundkörper und aus Gummischeiben bzw. aufblasbarem Gummimaterial, die eine sichere Abdichtung gewährleisten. Im Zusammenhang mit der Probenahme aus GWBR sollten sie eingesetzt werden, wenn:

- das GWBR voll verfiltert ist,
- die Probe aus einem bestimmten Horizont wegen der Länge der Filterstrecke nicht eindeutig entnommen werden kann und
- das vor der Probenahme zu realisierende Abpumpen auf Grund des großen Volumens des GWBR oder geringer Leistung der zur Verfügung stehenden Technik problematisch bzw. zu aufwendig ist.

### 3.3.8 Schöpfgeräte

In den vergangenen Jahren wurden eine Vielzahl von Schöpfern mit mehr oder weniger gutem Erfolg eingesetzt. Sie sind relativ billige Entnahmegерäte und ermöglichen im Allgemeinen nach dem Abpumpen des GWBR mit geeigneten Abpumpgeräten bzw. aus dem durchströmten Filterbereich eine zuverlässige Probenahme aus definierter Entnahmetiefe bei minimaler Beschaffenheitsbeeinflussung des Probewassers. Von großem Vorteil ist, dass zum Betreiben von Schöpfern keine gesonderten Energiequellen erforderlich sind und das Beprobieren sehr tiefer Messstellen möglich ist. Von Nachteil ist, dass mit ihnen das Abpumpen vor der Probenahme nicht möglich ist und dass eine Wiederholung der Probenahme in gleicher Tiefe wegen Vermischung des Wassers im GWBR beim Ablassen des Schöpfers praktisch unmöglich ist. Der Schöpfer ist so konstruiert, dass der Probensammelraum von unten nach oben gefüllt wird und die Luft über ein Kopfventil entweicht. Dadurch wird ein möglichst geringer Kontakt des Probewassers mit Luft gewährleistet. Die Füllung von Schöpfern mit Schutzgas vor Einbringen in das GWBR ist möglich.

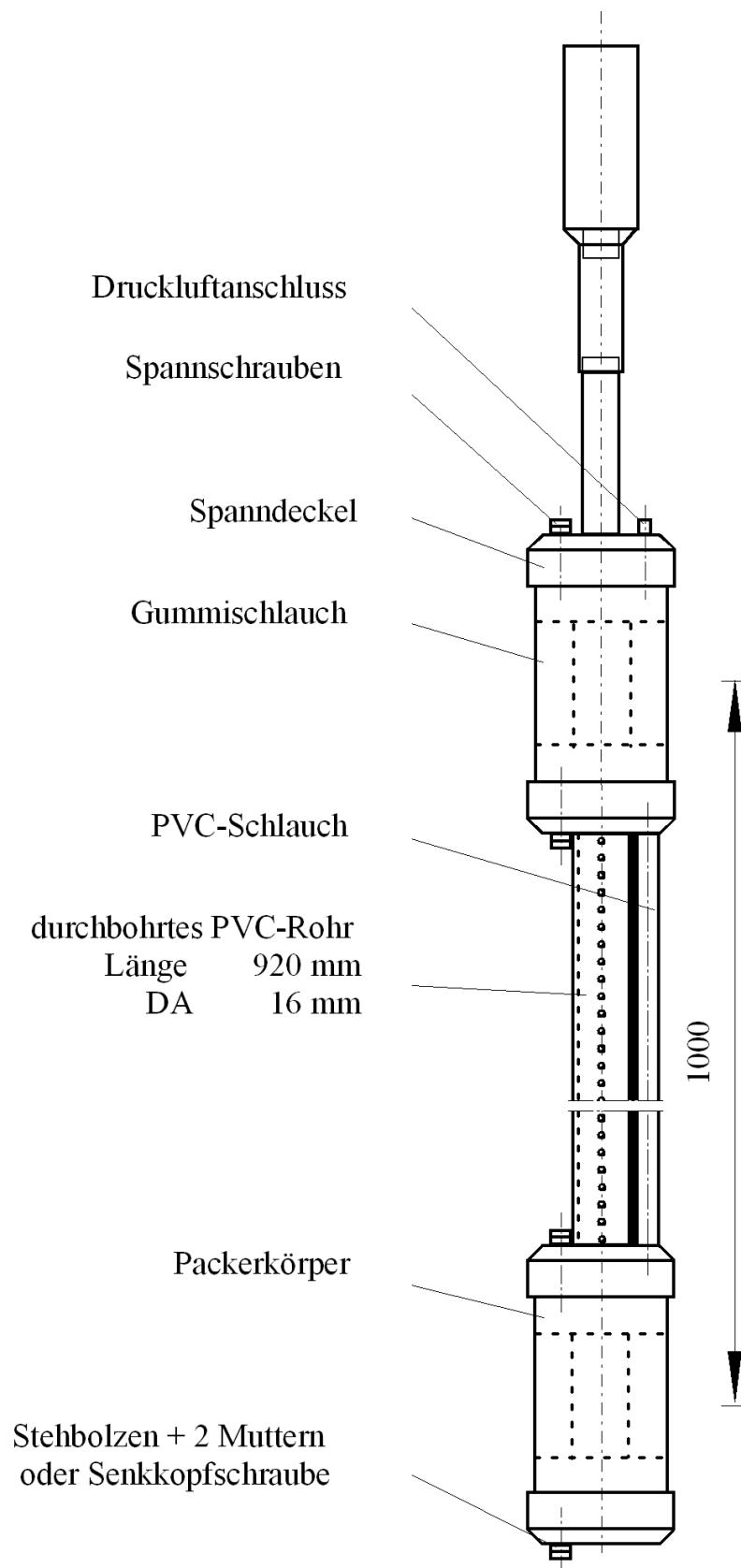


Abbildung 3.9: Doppelpacker

## 3.4 Stationäre Technik

Bei der Beprobung von GWL gewinnt die teufenorientierte Entnahme von Wasserproben zunehmend an Bedeutung. Vor allem relativ geringe Entnahmetiefen (bis ca. 10m) unter Anlagen zur GW-Anreicherung sind von Interesse, da hier mit starken Änderungen der Beschaffenheit in vertikaler Richtung zu rechnen ist. Da es sich dabei in der Regel um Prozesse handelt, die eine Überwachung in relativ geringen Zeitabständen erfordern, können hier stationäre Anlagen effektiv eingesetzt werden.

Die in Abbildung 3.10 gezeigte Doppelrohrmessstelle besteht aus einem Trägerrohr mit in definierten Abständen angebrachten Minifiltern und einem Filterrohr D, das jeweils in Höhe der Minifilter geschlitzt ist. Dieses Filterrohr dient zum Klarpumpen der Messstelle nach deren Installation und wird danach mit geeignetem Material verfüllt, um Kurzschlussströmungen zwischen den Entnahmehorizonten auszuschließen.

Die Entnahme der Wasserproben erfolgt über die Minifilter; alle Anschlussschläuche werden innerhalb des Trägerrohres nach oben geführt. Zwischen den einzelnen Entnahmehorizonten sind Tondichtungen angebracht, damit eine echt teufenorientierte Probenahme gewährleistet ist. Die Minifilter können dabei so aufgebaut sein, dass auch die Entnahme von Wasserproben aus der Aerationzone möglich ist (siehe Abbildung 3.11).

Die Beeinflussung der Wasserinhaltsstoffe von Grundwasserproben durch die verwendeten Materialien für den Ausbau und den Betrieb der Grundwassermessstellen sind in den Tabellen 10.4 und 10.5 aus den Seiten 364 und 365 dargestellt. Nicht nur das verwendete Ausbaumaterial führt zu einer Veränderung der Wasserinhaltsstoffe, sondern auch die verwendeten Spülflüssigkeiten und Dichtmaterialien während der Abteufung der Bohrung und der Abdichtung der Grundwasserleiterhorizonte. Die festgestellten Beeinflussungen sind in Tabelle 10.6 auf Seite 366 zusammengestellt.

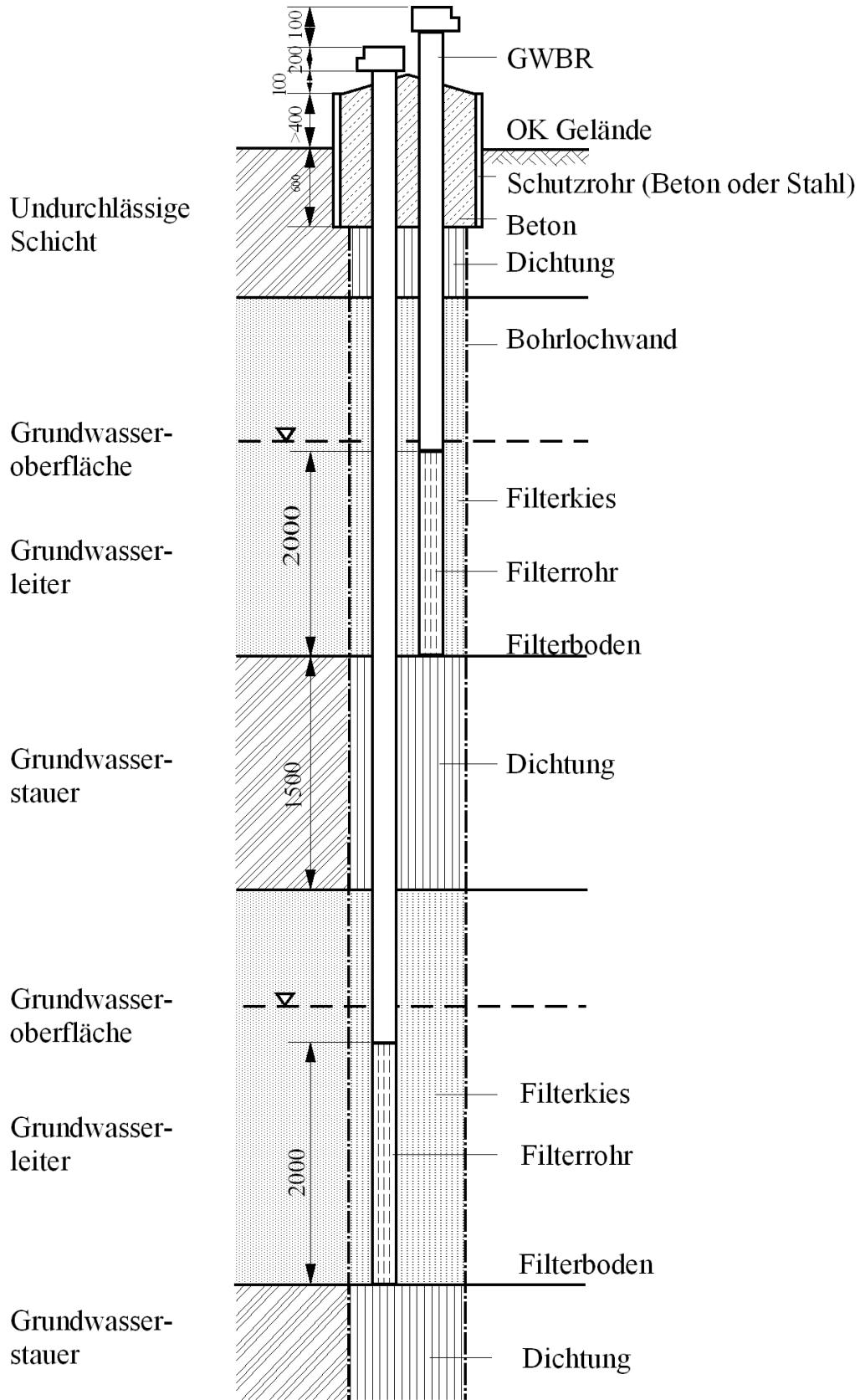


Abbildung 3.10: Einbau einer Doppelmessstelle

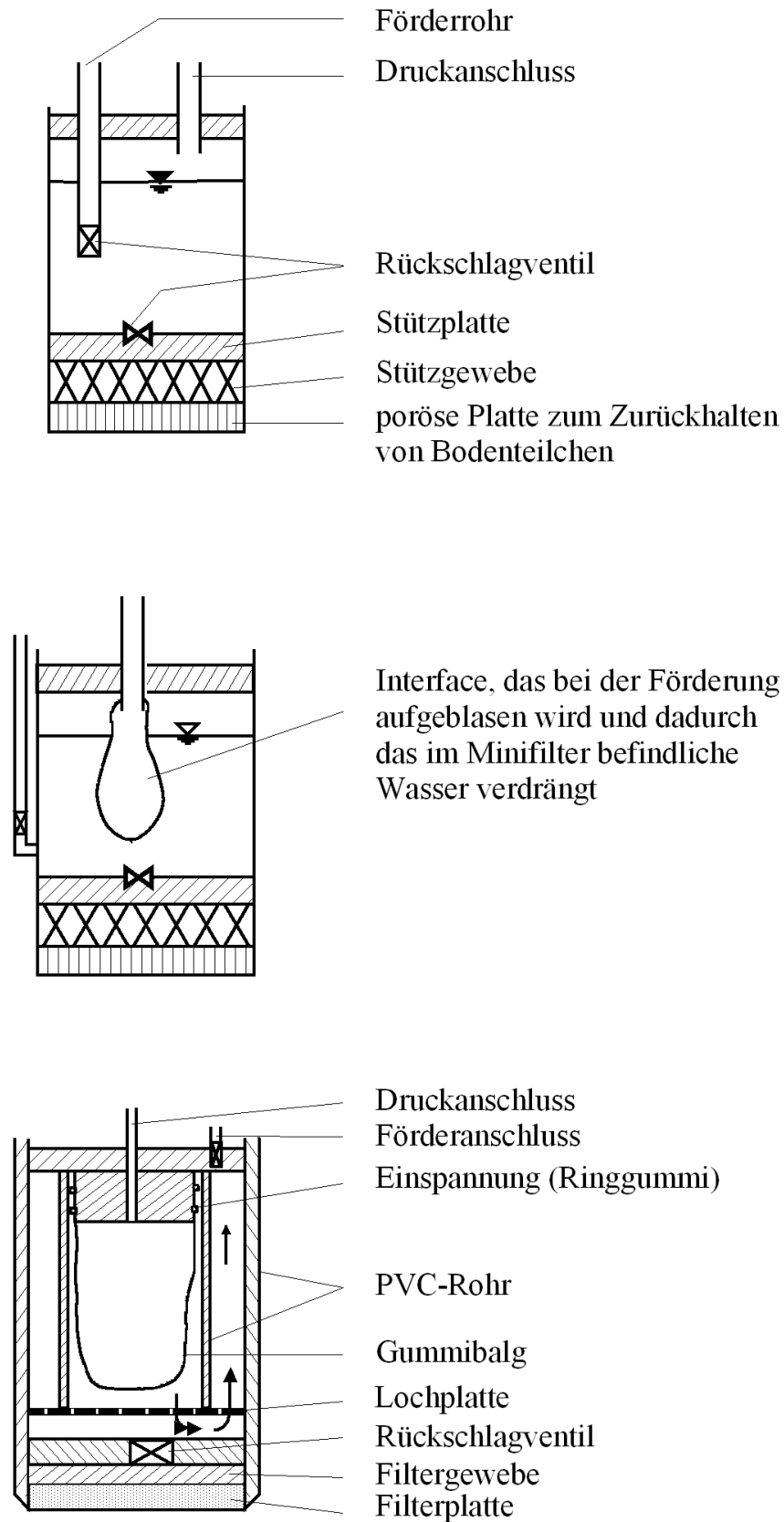


Abbildung 3.11: Stationäre Probenahmesysteme

Durch Einbringen von kleinen Hohlk6rpern mit zumindest teilweise wasserdurchl6ssiger Oberfl6che - so genannter Minifilter - in den Grundwasserleiter kann eine punktf6rmige Entnahme von Wasserproben gew6hrleistet werden. Der Hohlk6rper ist mit einem oder mehreren Schl6uchen, 6ber welche die F6rderung der Probe realisiert wird, mit der Erdoberfl6che verbunden und kann einzeln in der gew6nschten Entnahmetiefe oder als Gruppe an einem Tr6gerrohr befestigt eingesetzt werden. Liegt dabei der GW-Spiegel nicht tiefer als 7m unter Gel6nde, kann die Probe nach Absaugen gewonnen werden. Der Minifilter besteht dann aus einem mit inertem por6sen Material (Quarzsand, Glaswolle) gef6llten Zylinder mit Schlauchanschluss, der in der entsprechenden Entnahmetiefe angebracht ist. Beschaffenheitsbeeinflussungen durch die Unterdruck-Einwirkung schr6nken jedoch die Anwendung derartiger Minifilter stark ein.

Sollen Beschaffenheits6nderungen vermieden werden, zum Beispiel bei einer Entnahmetiefe 6ber 7m, wird die Probe mittels Druckgas gef6rdert (Druckluft oder Schutzgas). Durch Einbau eines Interfaces aus elastischen Material wird auch bei Verwendung von Druckluft die Beeintr6chtigung des Gashaushaltes der Probe vermieden. Verschiedene Ausf6hrungen derartiger Minifilter k6nnen auch zur Entnahme von Bodenwasserproben aus der Aerationen eingesetzt werden.

Neben den Ger6ten zur Beprobung der Grundwasserzone (ges6ttigte Zone) ist die 6berwachung der Prozesse in der unges6ttigten Bodenzone f6r die Beurteilung von Stofftransport- und -umwandlungsvorg6nge ebenso von evidenter Bedeutung. In der Abbildung 3.12 ist ein Ger6tesystem zur Gewinnung von Bodenwasserproben dargestellt. Die verwendeten Tensio- meter werden im Abschnitt 4.6.4.2, auf Seite 199 beschrieben. In Tabelle 10.7, Seite 367 sind gebr6uchliche Materialien von Saugkerzen aufgef6hrt und gleichzeitig die m6gliche Beeinflussung der Proben durch das Kerzenmaterial aufgezeigt.

In der Abbildung 3.13 ist ein kombiniertes Messsystem zur 6berwachung sowohl der ges6ttigten als auch der unges6ttigten Bodenzone dargestellt. Nach einer entsprechenden Adaptionszeit liefert dieses Ger6t repr6sentative Proben des anstehenden Bodenmaterials.



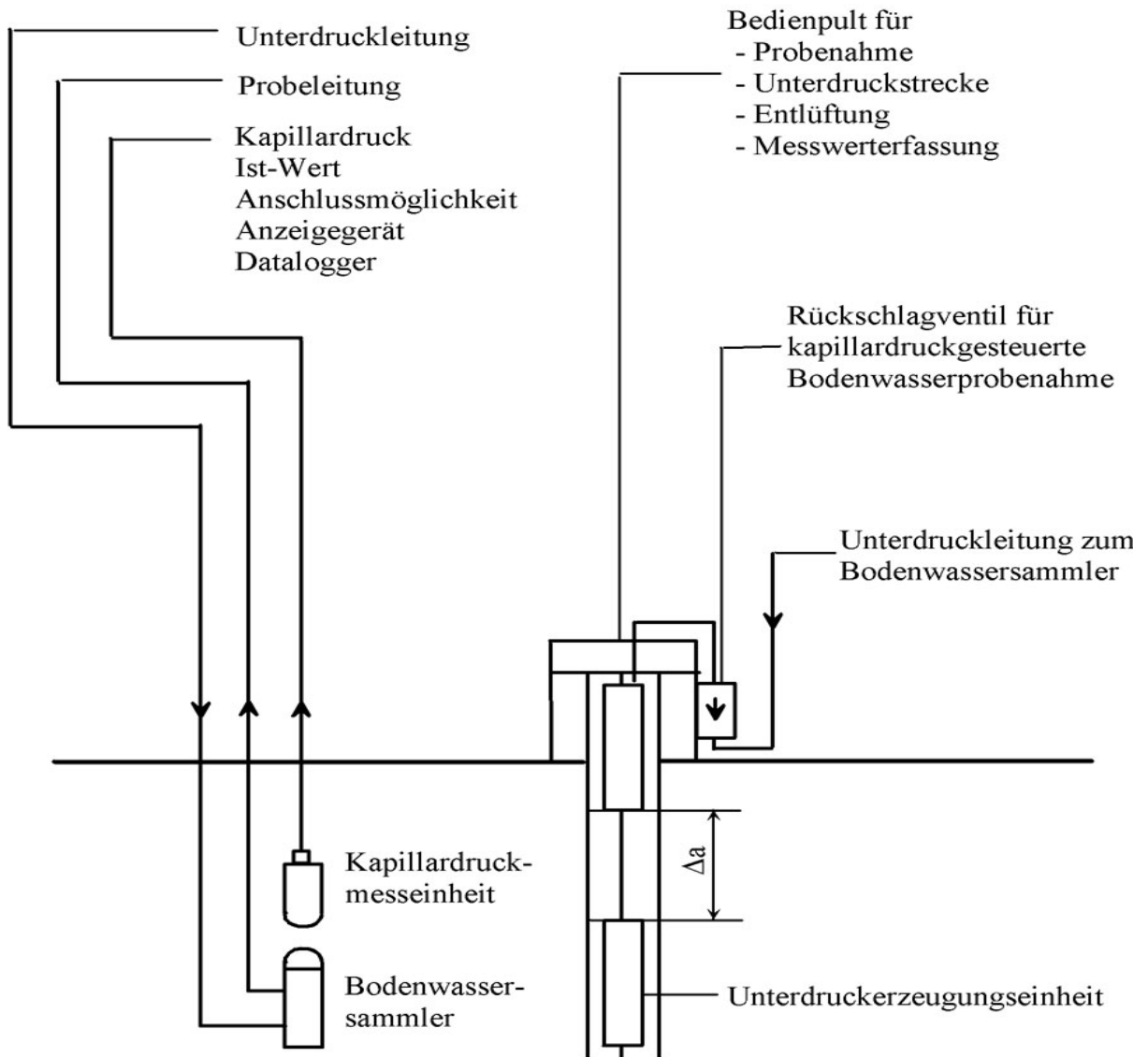


Abbildung 3.12: Geräteanordnung zur Bodenwassergewinnung mittels Tensiometer

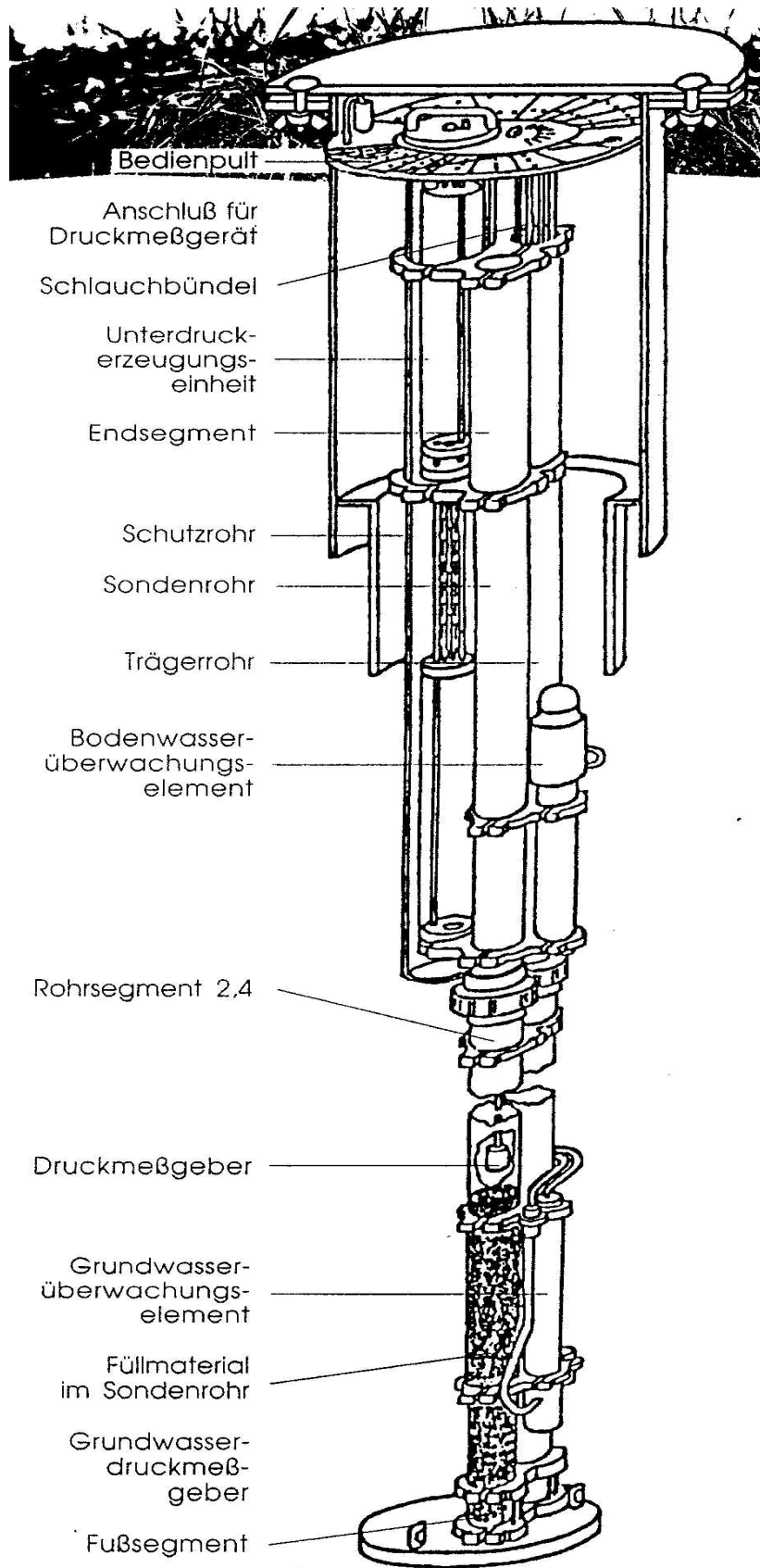


Abbildung 3.13: Stationär eingebautes Messsystem zur Beprobung der gesättigten und ungesättigten Boden- und Grundwasserzone

## 3.5 Übungsaufgaben

1. Welche Grundwassergüteparameter werden gewöhnlich vor Ort gemessen werden und warum?
2. Was verstehen sie unter Leitparameter?
3. Zur Gewinnung repräsentativer Grundwasserproben muss unter Umständen Wasservolumen vor der Probenahme abgepumpt werden.  
Wie ermitteln Sie das notwendige Abpumpvolumen?  
Unter welchen Umständen kann ein Abpumpen entfallen?
4. Wann ist das Wasser im Pegelrohr unter Umständen nicht aussagekräftig hinsichtlich der Grundwasserqualität?  
Was kann man dagegen unternehmen?
5. Während des Praktikums erfolgte die Probenahme mittels einer elektrischen Pumpe (Thanfoss).  
Zu welcher Kategorie von Probenahmepumpen gehört diese?  
Welche Parameter können mit einer solchen Pumpe nicht ermittelt werden.?
6. Zur Gewinnung von Grundwasserproben werden Pumpen eingesetzt.  
Beschreiben Sie die Wirkungsweise der verschiedenen Pumpentypen sowie deren Vor- und Nachteile.
7. Nennen Sie drei verschiedene Arten von Grundwasserprobenahmegeräten und beschreiben Sie deren Einsatzbereiche mit den entsprechenden Vor- und Nachteilen.
8. Für die Grundwasserprobenahme gibt es verschiedene Geräte, um das Wasser an die Oberfläche zu bekommen.  
Welche Probenahmegeräte kennen Sie?  
Welche Vor- und Nachteile haben diese Geräte?
9. Nenne Sie Methoden zur Probenkonservierung.
10. Wie kann man in der ungesättigten Zone Bodenwasser gewinnen?
11. Beschreiben Sie eine Methode zur Gewinnung von Bodenwasser aus der ungesättigten Zone. Gehen Sie dabei auch auf Fehlerquellen ein.