

Probenahme von Grundwasser

1 Arbeitsgrundlagen

- DIN 38 402 – A13; Probenahme aus Grundwasserleitern (Dezember 1985)
- DIN 38 402 – A21; Hinweise zur Konservierung und Handhabung von Wasserproben (Entwurf: Januar 1990)
- DVWK Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben
DVWK Fachausschuß Grundwasserchemie.
DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 128/1992
- LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
Grundwasser-Richtlinien für Beobachtung und Auswertung
Teil 3 - Grundwasserbeschaffenheit. März 1993
- AQS-Merkblätter
für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung
Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 1991

Weitere Literatur siehe Abschnitt 7

2 Einleitung

Die Probenahme ist der erste Teilschritt bei der Durchführung von chemischen und physikalischen Untersuchungen zur Ermittlung der Grundwasserbeschaffenheit [1]. Ziel der Probenahme muß es daher sein, eine für die Fragestellung repräsentative, d.h. möglichst unverfälschte Grundwasserprobe zu erhalten. Fehler, die durch unsachgemäße Probenahme, Transport oder Lagerung verursacht werden, sind nicht mehr zu korrigieren und sind in der Regel größer als Analysenfehler. Im Anhang sind häufig auftretende Fehler bei der Grundwasserprobenahme zusammengestellt.

Dieses Merkblatt beschreibt nur Qualitätssicherungsmaßnahmen bei der Probenahme von Grundwasser und nicht den gesamten Ablauf der Probenahme. Es gibt dem Probenehmer ergänzende Hinweise zur Durchführung der Probenahme, die z.B. auf der Grundlage der DIN 38 402 - A13 oder anderer einschlägiger Vorschriften bzw. Richtlinien zur Grundwasserbeprobung erfolgt [DVWK (1992), LAWA (1993), 2, 3].

Die Verantwortung für die sach- und qualitätsgerechte Durchführung der Probenahme liegt beim Probenehmer.

Die Probenahmen sollten aus Gründen der Arbeitssicherheit von einem Team aus mindestens zwei Personen durchgeführt werden, wobei ein Probenehmer eine abgeschlossene Ausbildung zumindest als Chemielaborant oder eine einschlägige fachtechnische Ausbildung haben sollte. Es ist sicherzustellen, daß das Probenahmepersonal in die Besonderheiten der Grundwasserprobenahme, insbesondere im Hinblick auf den Zeitpunkt der Probenahme und den Umgang mit Proben zur Spurenstoffbestimmung unterwiesen ist und laufend geschult wird. Außerdem sollten dem Probenehmer die Einflüsse der hydrogeologischen und hydraulischen Rahmenbedingungen sowie des Meßstellenausbaus auf die Entnahmetechnik und damit auf die Qualität der Grundwasserprobe bekannt sein [13].

3 Planung und Organisation

Im folgenden wird vorausgesetzt, daß

- die Funktionstüchtigkeit der Probenahmestelle [4 - 7],
- die örtliche Repräsentanz,
- der Einsatz zweckmäßiger Probenahmegerätschaften [8, 7] und
- die ordnungsgemäße Probenübergabe an das Laboratorium (siehe 5)

sichergestellt ist.

Das Probenahmepersonal muß über vollständige und aktuelle Außendienstakten verfügen, aus denen alle wesentlichen Informationen zu ersehen sind (z.B. Ortsbeschreibung, Ausbauplan, Arbeitsanweisungen, Vorgaben zum Arbeitsschutz).

Einflüsse von Meßstellenausbau und Pumpen- und Leitungsmaterialien auf die Beschaffenheit von Wasserproben sind in [8] beschrieben.

Um eine reibungslose Durchführung der Grundwasserprobenahme zu gewährleisten, sollte die Ausbaurohrung einen Innendurchmesser von mindestens 100 bis höchstens 150 mm aufweisen, um eine leistungsstarke Unterwasserpumpe sicher ein- und ausbauen und während des Abpumpens Grundwasserstandsmessungen vornehmen zu können. Die Pumpe soll dabei von ihrem Umfang und ihrer Länge so bemessen sein, daß sie im Rohr einen ausreichenden Bewegungsspielraum hat. Bei einer tiefenintegrierten Probenahme ist darauf zu achten, daß der Fließwiderstand im Rohr durch die Pumpe nicht erhöht wird. Mehrfach verfilterte Meßstellen und solche mit langen Filterstrecken sind anfällig für Vertikalströmungen; in diesen Fällen können möglicherweise keine repräsentativen Proben gewonnen werden [5, 12].

Die Probenahmestelle soll vor Ort mit einer stabilen und witterungsbeständigen Meßstellenkennung versehen sein, dies ist besonders bei Mehrfachmeßstellen wichtig.

Es ist zweckmäßig, verschiedene Werkzeuge und Verschleißteile zur Vor-Ort-Reparatur der Probenahmegerätschaften mitzuführen. Bekanntermaßen stark belastete Meßstellen müssen während eines Probenahmeeinsatzes zuletzt beprobt werden, ggf. sind mehrere Pumpen und Schlauchsätze bzw. Steigrohre mitzuführen [8].

Es ist darauf zu achten, daß Vor-Ort-Meßgeräte regelmäßig kalibriert werden. Die Zeitabstände der Überprüfungen können sehr verschieden sein und sind von vielen Faktoren abhängig [7]. Für jede Meßgröße ist vorher festzulegen, wie häufig die Funktionsprüfungen der Geräte sowie die Kalibrierungen zu erfolgen haben.

Die Probenahmegerätschaften sind nach jedem Einsatztag gründlich zu reinigen, stark kontaminierte Schläuche müssen ersetzt werden.

4 Durchführung der Probenahme

4.1 Vorbereitung im Labor und im Probenahmefahrzeug

Im Sinne der Planung ist die Probenahme entsprechend vorzubereiten. Hierzu gehören im wesentlichen die Bereitstellung von:

- Außendienstakte,
- Probenahmeprotokollvordrucke,
- gereinigten Probenahmegerätschaften,
- gereinigten Probenbehältnissen in ausreichender Zahl entsprechend der zu untersuchenden Parameter (das Material der Behältnisse darf keine Veränderungen der zu untersuchenden Inhaltsstoffe durch Kontamination, Adsorption, Diffusion oder Ausgasung bewirken),
- Material zur Kennzeichnung der Probenbehältnisse,
- Chemikalien und Vorschriften zur Konservierung,
- Kühltaschen und dazugehörige Kühlelemente,
- Geräten für die Vor-Ort-Untersuchungen,
- weiteren Geräten zur Probenvorbehandlung,

- Einweghandschuhe, saubere Gummistiefel bei Trinkwasserversorgungsanlagen,
- Arbeitsschutzkleidung bei hochkontaminierten Grundwässern,
- Sicherheitsgerätschaften sowie Werkzeuge und Verschleißteile zur Vor-Ort-Reparatur der Probenahmegerätschaften,
- Leitungswasser für Reinigungszwecke.

Ferner ist die Vorbereitung des Probenahmefahrzeugs vorzunehmen und die Bereitstellung von Entsorgungsmöglichkeiten für kontaminiertes Grundwasser einzuplanen.

4.2 Allgemeine Verhaltensregeln vor Ort

Um Verwechslungen auszuschließen, ist die Identität der Probenahmestelle zu überprüfen (ggf. Meßstellennummer, Lage). Veränderungen der Geländeoberfläche (Bebauung, Bewuchs), die für das Auffinden einer Meßstelle oder für die Interpretation der Daten bedeutsam sein können, sind zu protokollieren.

Alle Handhabungen vor Ort sind "analytisch sauber" durchzuführen. Die Teile, die mit der Probe in Kontakt kommen (Flaschen und Verschlüsse von innen, Filter usw.) dürfen nicht mit bloßen Fingern berührt werden.

Kontaminationen der Proben sind weitestgehend zu vermeiden (siehe Anhang).

Alle Arbeiten, die in der Nähe der Probenahmestelle vom Betreiber durchgeführt werden und ggf. die Probe beeinflussen können (wie z.B. Reinigungsarbeiten, Anstricharbeiten) sind vom Probenehmer zu dokumentieren (siehe 5).

Wird ein Stromaggregat eingesetzt, so muß dieses wegen der Abgase in windabgewandter Richtung in möglichst großer Entfernung von der Probenahmestelle aufgestellt werden.

Bei Probenahmen in Wasserversorgungsanlagen sind die entsprechenden hygienischen Vorschriften zu beachten.

4.3 Gewinnung von Grundwasserproben

Die generelle Vorgehensweise bei der Probenahme an Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen, Förderbrunnen und Quellen ist in einer Reihe von einschlägigen Schriften beschrieben, z.B. LAWA (1993) und DVWK (1992). Darüber hinaus sind bei Förderbrunnen und Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Bei stillstehenden Anlagen müssen die Förderpumpen vor Entnahme der Wasserprobe bis zur Parameterkonstanz in Betrieb sein.
- Die Grundwasserprobe wird grundsätzlich als Pumpprobe (Druckpumpe) gewonnen. Schöpfproben sind nur bei speziellen Fragestellungen zulässig.
- Jede Meßstelle hat hinsichtlich der abzupumpenden Wassermenge ihre eigene Charakteristik. Bei Meßstellen, die langfristig für Überwachungsaufgaben vorgesehen sind, ist die Durchführung von Gütepumpversuchen anzustreben. Dabei wird der geeignete Zeitpunkt zur Probenahme anhand verschiedener Parameter (z.B. elektr. Leitfähigkeit, Säurekapazität KS 4,3, Chlorid, Nitrat, Summe Erdalkalien) meßstellenspezifisch festgelegt [5]. Das Resultat des Gütepumpversuchs ist in die Außendienstakte zu übernehmen und gilt als Orientierungshilfe für zukünftige Probenahmen. Fehlen entsprechende Vorgaben, ist der zeitliche Verlauf von elektrischer Leitfähigkeit, Temperatur und pH-Wert bis zur Konstanz zu verfolgen und zu dokumentieren. Die Probenahme erfolgt erst bei Meßwertkonstanz der Parameter. Sie gilt als gegeben, wenn sich innerhalb von 5 Minuten
 - die elektr. Leitfähigkeit um nicht mehr als ca. 1% vom Endwert und
 - die Temperatur um nicht mehr als 0,1 K und
 - der pH-Wert um nicht mehr als 0,1 Einheiten

verändern. Dabei sind Temperatur und pH-Wert weniger sensible Kenngrößen für die Abpumpzeit. Im Bedarfsfall können weitere Parameter (z.B. Trübungsmessungen, Redoxspannung) gemessen werden.

Anmerkung: *Werden zur Festlegung des Probenahmezeitpunktes die elektrochemischen Parameter beobachtet, hat sich in der Praxis herausgestellt, daß Grundwasserbeobachtungsrohre mit geringem Außendurchmesser vermehrt zu lange abgepumpt, Meßstellen mit $\geq 5''$ hingegen häufig nicht lange genug abgepumpt werden.*

- Die elektrochemischen Parameter der Vor-Ort-Messung werden in einer Meßstrecke bestimmt. Es wird empfohlen, die Meßstrecke drucklos zu konstruieren [11]. Die Elektroden sind so anzuordnen, daß sie laminar mit für die Messung optimaler Geschwindigkeit angeströmt werden. Die Meßwerte sind im Abstand von höchstens 5 Minuten zu erheben. Die Endwerte zum Zeitpunkt der Probenahme werden in das Probenahmeprotokoll eingetragen. Die Auswahl der Elektroden richtet sich nach der Probenmatrix, Alterungseffekte sind zu beachten [3]. Vor der Meßstrecke ist eine Abzweigung (bypass) für die Probenahme vorzusehen.
- Steht die Untersuchung auf organische Einzelkomponenten im Vordergrund, so müssen parameterspezifische Gütepumpversuche durchgeführt werden. Zu den Besonderheiten bei der Probenahme für die Bestimmung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (LHKW) siehe [9].
- Die Pumpe wird ca. 1 bis 2 Meter unterhalb des maximal abgesenkten Grundwasserspiegels angeordnet. Die Förderleistung der Pumpe muß an die Ergiebigkeit des Grundwasserleiters angepaßt sein. Die abgepumpte Wassermenge ist zu ermitteln. Während des Abpumpens ist die Lage des Grundwasserspiegels mehrmals zu messen. Die Absenkung des Grundwasserspiegels im Beobachtungsrohr sollte nicht mehr als 1/3 der Wassersäule betragen, in der Regel jedoch nicht mehr als 2 Meter. Ist dieses Kriterium nicht einhaltbar, so muß die Meßstelle hinsichtlich ihrer hydraulischen Funktionstüchtigkeit überprüft werden. In besonderen Fällen (z.B. Grundwasser in gering durchlässigen Schichten) ist entsprechend den Vorgaben des Auftraggebers zu verfahren.
- Die Probengefäße einschließlich Verschlüsse werden bezüglich Art, Material und deren Vorbehandlung so gewählt, daß durch ihren Einsatz keine Veränderung der Konzentration des zu bestimmenden Parameters eintreten kann. Als Probengefäße werden i.d.R. Flaschen aus Braunglas mit Vollglasschliffstopfen oder PE-Behälter unterschiedlicher Größen, die luftblasenfrei befüllt werden können, benutzt.
- Es sind grundsätzlich im Labor gereinigte und verschlossene Probengefäße zu verwenden. Diese sind eindeutig zu beschriften.
- Das Befüllen der Probengefäße soll nicht aus dem Förderschlauch, sondern aus einem Schlauch mit geringerem Querschnitt erfolgen, der über entsprechende Verbindungsstücke mit dem Förderschlauch verbunden ist und ständig mit dem geförderten Grundwasser gespült wird (bypass). Dazu wird dieser Schlauch ggf. mit aufgestecktem Glasrohr bis auf den Boden des Probengefäßes eingetaucht. Nach dem Vollaufen sollen die Gefäße kurze Zeit überlaufen und - nach langsamem Herausziehen des Schlauches - sofort verschlossen werden.
- Falls im zu beprobenden Grundwasser ungelöste Stoffe enthalten sind, die bei den nachfolgenden Untersuchungen Auswirkungen auf das Analysenergebnis haben könnten, ist ein Spülen der Flaschen vor Ort mit diesem Grundwasser in jedem Fall zu unterlassen, da beim Spülvorgang Reste von ungelösten Stoffen in der Probenflasche verbleiben und somit zu nichtrepräsentativen Höherbefunden führen können.
- Veränderungen während der Probenahme, z.B. auftretende Trübung sowie mögliche Ausgasungen sind zu protokollieren.
- Sind Probenvorbehandlungsmaßnahmen (z.B. Filtrieren, Sedimentieren) durchzuführen, so erfolgen diese grundsätzlich vor der Konservierung. Filter sind zuvor im Labor auf ihre Reinheit zu überprüfen. Es sind Filtrationsgeräte einzusetzen, die auch unter Feldbedingungen keine Veränderung der zu untersuchenden Parameter bewirken.
- Bei Einsatz von chemischen Konservierungsverfahren ist darauf zu achten, daß die in der Nähe stehenden Teilproben gut verschlossen sind, um Querkontaminationen zu verhindern. Grundsätzlich sollten nur die tatsächlich benötigten Konservierungsmittel mitgeführt werden. Auf die Haltbarkeit der Konservierungsmittel ist zu achten. Auf Stoffe, die aus Gründen des Umweltschutzes bedenklich sind, sollte nach Möglichkeit verzichtet werden. Die Probenbehälter, in die Konservierungsmittel gegeben werden, sollten ausschließlich für dieselben Untersuchungen eingesetzt werden, sie sind entsprechend zu markieren. Die physikalischen Konservierungsverfahren (z.B. Kühlen, Tiefgefrieren) sind den chemischen Verfahren nach Möglichkeit vorzuziehen, da hierdurch in der Regel die Probe geringere Veränderungen erfährt.
- Abgepumptes Grundwasser wird unterstromig versickert oder in einen Vorfluter eingeleitet. Kontaminiertes Grundwasser muß unter Beachtung wasserrechtlicher Vorschriften entsorgt werden.

5 Dokumentation der Probenahme und Probenübergabe

Alle Vorgänge und Beobachtungen während der Probenahme sind in einem Probenahmeprotokoll zu dokumentieren [DVWK (1992)]. Auffälligkeiten, insbesondere Veränderungen an der Meßstelle und im Umfeld der Meßstelle, die für die spätere Interpretation der Ergebnisse wichtig sein können, sind im Protokoll zu vermerken.

Anhand des Probenahmeprotokolls müssen im Nachhinein die Probenahmebedingungen und insbesondere die Festsetzung des Probenahmezeitpunktes nachvollziehbar sein.

Der Probeneingang ist das wichtige Bindeglied zwischen der Probenahme und der Analytik. Die Proben und die dazugehörigen Dokumente (z.B. Protokoll, Skizzen, Fotos) müssen vom Probenehmer an einen verantwortlichen Mitarbeiter des Labors oder an die entsprechende Probeannahmestelle qualifiziert und gesichert übergeben werden. Sie dürfen keinesfalls an irgendeiner Stelle des Laboratoriums abgestellt werden. Der Anlieferungszustand von Proben, die durch Dritte entnommen werden, ist zu dokumentieren.

Es ist sicherzustellen, daß die Probe unmittelbar der Untersuchung zugeführt wird. Ist dies nicht möglich, muß die Probe fachgerecht gelagert werden.

Mit der Übergabe der Proben an das Laboratorium greifen laborinterne Qualitätssicherungsmaßnahmen hinsichtlich Probenidentifizierung, -durchlauf, Datenfreigabe usw.

6 Weitere Qualitätssicherungsmaßnahmen

Ziel von weiteren Qualitätssicherungsmaßnahmen ist die Objektivierung und Vergleichbarkeit des Prozesses Probenahme im Hinblick auf das Untersuchungsobjekt Grundwasser. Dies setzt die Einführung von Standardarbeitsanweisungen voraus. Die Überprüfung erfolgt objekt- und/oder prozeßbezogen durch nicht unmittelbar beteiligte Stellen. Dabei werden alle Bestandteile und Arbeitsschritte regelmäßig anhand von Fragebögen kontrolliert. Bei Dauermeßprogrammen ist die regelmäßige Überprüfung der Grundwassermeßstelle erforderlich hinsichtlich [4, 5, 10]:

- hydraulischer Funktionstüchtigkeit (intakte Filter, hinreichender Grundwasserzufluß),
- baulichem Zustand (kein Fremdwasserzulauf, oberirdische Sicherung, Korrosionsschutz).

Die Außendienstakten sind ständig fortzuschreiben, hierzu gehört insbesondere die laufende Ergänzung der aktuellen Probenahmebedingungen, wie:

- Lage des Ruhewasserspiegels,
- Einhängtiefe der Pumpe,
- Förderrate und Abpumpdauer.

Kontaminationen durch das Probenahmesystem werden mit Hilfe einer Blindwertkontrollkarte (s. AQS-Merkblatt A-2) überprüft. Hierzu wird das gesamte Probenahmesystem z.B. mit Trinkwasser gespült und von diesem Spülwasser wird eine Kontrollprobe auf die relevanten Leitparameter hin untersucht. Werden hierbei Auffälligkeiten festgestellt, so sind die genauen Umstände der Probenahme unter Einbeziehung des Probenehmers zu recherchieren.

Für spezielle Fragestellungen kann es erforderlich sein, das Probenahmesystem auf mögliche Verluste von Inhaltsstoffen zu überprüfen. Um Minderbefunde durch Adsorption, Diffusion oder Ausgasung erkennen zu können, kann eine Mittelwert- oder Wiederfindungsratenkontrollkarte mit Hilfe einer frisch angesetzten synthetischen Standardlösung erstellt werden. Auch in diesem Fall muß die Kontrollprobe sämtliche Behandlungsschritte wie eine Probe unter Routinebedingungen durchlaufen. Durch Vergleich der so erhaltenen Kontrollkarte mit der entsprechenden Karte für das reine Analysenverfahren ist eine Abschätzung des durch das Probenahmesystem verursachten Fehlers möglich.

Zur späteren Überprüfung auffälliger Befunde wird empfohlen, Rückstellproben nach Vorgaben des Auftraggebers zu entnehmen und sachgerecht über einen vereinbarten Zeitraum gelagert vorzuhalten.

7 Literatur

- [1] DIN EN 25667-2 (ISO 5667 Teil 2); Anleitung zur Probenahmetechnik (Mai 1993)
- [2] Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (Herausgeber)
"Handbuch Hydrologie Baden-Württemberg: Grundwasserüberwachungsprogramm-Konzept und Grundsatzpapiere", Anleitung zur Probenahme von Grund-, Roh- und Trinkwasser, Landesanstalt für Umweltschutz, Karlsruhe 1989
- [3] Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Herausgeber)
Grundwasserüberwachungsprogramm - Beprobung von Grundwasser - Eine Literaturstudie - Reihe Wasser, LfU Karlsruhe, November 1993
- [4] B. Toussaint, W. Pütz
Eignungsprüfung von Grundwassermeßstellen insbesondere im Zusammenhang mit Programmen zur Überwachung der Grundwasserbeschaffenheit,
"Umweltplanung und Umweltschutz", Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (1987)
- [5] B. Barczewski, J. Grimm-Strehle und G. Bisch
Überprüfung der Eignung von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen,
Wasserwirtschaft 83 (1993), S. 72 - 78
- [6] B. Barczewski, P. Marschall
Untersuchungen zur Probenahme aus Grundwassermeßstellen,
Wasserwirtschaft 80 (1990), S. 506 - 513
- [7] Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau
Grundwassermeßgeräte, DVWK-Schriften Nr. 107, 1994
- [8] F. Remmler
Einflüsse von Meßstellenausbau und Pumpenmaterialien auf die Beschaffenheit einer Wasserprobe,
Mitteilungen des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V., Heft 20, 1990
- [9] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Herausgeber)
AQS-Merkblatt P-10/1; Bestimmung von leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen mit GC-ECD nach flüssig-flüssig Extraktion, Entwurf Juni 1993
- [10] DVGW-Regelwerk, W 121:
Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen,
ZfGW-Verlag, Frankfurt/Main, 1988
- [11] Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen
Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten,
LWA-Materialien, 7/89, Düsseldorf 1989
- [12] Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG);
Schadstoffe im Grundwasser, Band 1, Wärme- und Schadstofftransport im Grundwasser;
Verlag Chemie (VCH), 1992
- [13] Landesamt für Wasser und Abfall NRW;
Probenahme bei Altlasten;
LWA-Materialien 1/91, Düsseldorf 1991

Anhang**Mögliche Fehlerquellen bei der Probenahme****- allgemein:**

- * durch Verwechslung der Probenahmestelle wird eine falsche Probe gewonnen
- * Verwechslung von Proben durch schlechte Beschriftung oder unvollständig oder falsch ausgefülltes Protokoll

- Kontamination durch Eintrag von Stoffen in die Probe:

- * Verschleppung von Substanzen durch unzureichendes Spülen/Reinigen der Geräte (inkl. Schläuche, Steigrohre, Halteseile, Kabelzuführungen) und Probenahmegefäße
- * Kontamination der Probe durch Einsatz falscher Probenahmegeräte (z.B. Abrieb von Material, Schmiermittel in Pumpen) bzw. nicht geeigneter Hilfsmittel (z.B. Klebebänder)
- * Gefahr der Querkontamination durch Konservierungschemikalien
- * Verwechslung von Verschlüssen
- * Einsatz nicht ausreichend gereinigter Hilfsmittel vor Ort (z.B. Pipetten, Filtrationseinrichtungen etc.)
- * Kontamination aus der Umgebungsluft z.B. durch:
 - Abgase aus verbrennungsmotorgetriebenen Geräten
 - lösungsmittelhaltige Filzschreiber,
 - Halteseile, Gestänge, Kabelzuführungen, Klebebänder.
 - Bodenkontakt von Schläuchen, Steigrohren, Kabeln, Probengefäßen, etc.,
 - Einsatz von kontaminierten Pumpen
 - Lagern von Proben in mit Schadstoffen verseuchter Luft
 - gemeinsame Lagerung mit stark belasteten Proben
 - durch Aufnahme von CO₂ oder Sauerstoff (ergibt z.B. pH- und LF-Änderungen)

- Verluste durch Austrag von Stoffen aus der Probe:

- * Es erfolgt eine Ausgasung leichtflüchtiger Inhaltsstoffe durch Aufbewahrung in nicht gasdichten oder vollständig befüllten Behältnissen
- * Verluste von flüchtigen Stoffen durch falsch angewandte Probenahmetechnik (z.B. Saugpumpe)
- * Diffusion von Probeninhaltsstoffen in das Gefäßmaterial
- * Sorption von Inhaltsstoffen an Schlauch- und Gefäßwandungen

- Veränderungen durch chem. oder biochemische Reaktionen:

- * Oxidierende Inhaltsstoffe oder reduzierende Stoffe verändern die Konzentration bestimmter Parameter
- * es kann Bildung von Niederschlägen auftreten (Ausfällreaktionen)
- * bakterielle Tätigkeit kann Veränderungen bewirken (z.B. können Inhaltsstoffe verbraucht bzw. in andere Verbindungen umgewandelt werden).