



**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 1 von 18

Stand: September 2008

**Entnahme von Wasser-, Schwebstoff-, Sediment- und Klärschlammproben  
unterschiedlicher Herkunft zur Überwachung auf radioaktive Stoffe**

Bearbeiter: W. J. Krause, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
W. Speer, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
Th. Steinkopff, Deutscher Wetterdienst, Offenbach  
Th. Bünger, Bundesamt für Strahlenschutz, Berlin

**Inhaltsverzeichnis**

1	Einleitung.....	2
2	Niederschlagswasser.....	4
2.1	Festlegung der Sammelstationen.....	4
2.1.1	Festlegung im Nahbereich von Emittenten .....	4
2.1.2	Festlegung bei der allgemeinen Überwachung .....	4
2.2	Art und Häufigkeit der Probenentnahme .....	4
3	Oberflächenwasser.....	5
3.1	Allgemeine Kriterien zur Auswahl der Probenentnahmeorte .....	5
3.1.1	Festlegung der Entnahmestellen im Vorfluter bei der allgemeinen Gewässerüberwachung .....	5
3.1.2	Festlegung der Entnahmestellen im Vorfluter im Nahbereich der Emittenten.....	6
3.2	Art und Häufigkeit der Probenentnahme .....	6
3.2.1	Entnahme von Binnenwasserproben im Normalbetrieb.....	6
3.2.2	Entnahme von Binnenwasserproben im Ereignisfall .....	8
3.2.3	Entnahme von Meerwasserproben .....	9
3.2.3	Entnahme von Schwebstoffproben aus Binnengewässern .....	9
3.2.3.1	Entnahme im Normalbetrieb .....	9
3.2.3.2	Entnahme im Ereignisfall.....	9
3.2.4	Entnahme von Sedimentproben .....	11
4	Grund- und Trinkwasser.....	12
4.1	Festlegung der Entnahmestellen .....	12
4.2	Art und Häufigkeit der Probenentnahme .....	13
5	Abwasser, Sickerwasser und Klärschlamm .....	14
5.1	Begriffsdefinitionen .....	14
5.2	Festlegung der Entnahmestellen .....	14
5.2.1	Abwasser.....	14
5.2.2	Sickerwasser.....	14
5.2.3	Klärschlamm .....	15
5.3	Art und Häufigkeit der Probenentnahme .....	15
5.3.1	Abwasser.....	15
5.3.2	Sickerwasser.....	15
5.3.3	Klärschlamm .....	16
6	Literatur .....	16



## **1 Einleitung**

In der Bundesrepublik Deutschland werden von zahlreichen Quellen und Emittenten radioaktive Stoffe in einem regional und temporal sehr unterschiedlichen Umfang an die Umwelt abgegeben. Kerntechnische Anlagen, nuklearmedizinische Einrichtungen, Isotopenanwender und -verarbeiter leiten bei bestimmungsgemäßem Betrieb ständig kleine Mengen radioaktiver Stoffe kontrolliert über die Kaminabluft in die Atmosphäre und/oder mit den Abwässern in die Gewässer ein. Bei störfallbedingten Freisetzungen aus Kernkraftwerken, bei in der Atmosphäre durchgeführten Kernwaffenversuchen sowie bei unkontrollierten nuklearen Ereignissen kann es ebenfalls zu einer radioaktiven Kontamination des aquatischen Bereichs kommen.

Zur Erfassung der langfristigen Auswirkungen dieser Einträge und zur Abschätzung der auf den relevanten Expositionspfaden resultierenden Strahlenexposition ist eine Überwachung der einzelnen Umweltbereiche der Hydrosphäre (Niederschlag, Oberflächen-, Grund-, Trink- und Abwasser) unverzichtbar. Realistische Aussagen können nur durch Messungen an repräsentativen Proben erhalten werden. Hierbei kommt der Gewinnung der Proben eine besondere Bedeutung zu. Bei der Festlegung von Ort und Art der Entnahme werden Kenntnisse über Verhalten und Verbleib von Radionukliden in den einzelnen Umweltbereichen sowie über die Art des Eintrags vorausgesetzt. Insbesondere wird zwischen bestimmungsgemäßem Betrieb (Normalfall) und einem Ereignis mit möglichen, nicht unerheblichen radiologischen Auswirkungen (Ereignisfall) unterschieden. Dabei sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen [1 - 4]:

### (1) Ziel der Überwachungsaufgabe im Normal- und Ereignisfall

- Überwachung von kerntechnischen Anlagen gemäß StrlSchV nach der REI [5]
- großräumige Überwachung einzelner Umweltbereiche nach dem StrVG [6]
- Überwachung von Isotopenanwendern nach der StrlSchV [7]
- Ermittlung repräsentativer Referenzwerte für die einzelnen Umweltbereiche

### (2) Modus des Eintrags radioaktiver Stoffe in die einzelnen Umweltbereiche

- kontinuierlicher Eintrag oder
- variabler Eintrag radioaktiver Stoffe
- kurzzeitiger Eintrag

### (3) Art der Umweltmedien

- Niederschlagswasser
- Oberflächenwasser
- stehende Gewässer (Teiche, Seen, Talsperren u. a.)
- fließende Gewässer (Bäche, Flüsse, Kanäle, Ströme, u. a.)
- Grundwasser, Trinkwasser
- Abwasser, Sickerwasser  
(offene und geschlossene Kanäle und Drainagen, Kanalisation, Kläranlagen) und
- Klärschlamm

### (4) Ausbreitungsbedingungen in den Umweltmedien

- räumliche Verteilung des Niederschlags auf der Erdoberfläche
- laterale Dispersion (Quervermischung) im Vorfluter
- longitudinale Dispersion (Längsvermischung) im Vorfluter
- Versickerung und Perkolation in grundwasserführende Schichten



(5) Verhalten und Chemismus der zu bestimmenden Radionuklide

- Bestimmung von Radionukliden, die in gelöster Form auftreten (z. B. Tritium als HTO, Sr-90, Cs-137 u. a.)
- Bestimmung von vorwiegend in partikulärer Form auftretenden Radionukliden (z. B. Co-58, Co-60, Ce-144 u. a.)
- Bestimmung kolloidal auftretender Radionuklide (z. B. Ce-144)

(6) Empfindlichkeit des Radionuklidnachweises

- Im Normalfall erfordern niedrige Nachweisgrenzen i. Allg. große Probenmengen, lange Messzeiten, empfindliche Messgeräte und setzen geeignete Anreicherungsverfahren voraus.
- Im Ereignisfall werden bei höheren Nachweisgrenzen i. Allg. geringere Probenmengen benötigt, so dass u. U. Direktmessungen möglich sind.

(7) Dokumentation des Probengutes

- Erfassung wichtiger Einflussgrößen bei der Festlegung der Probenentnahmestellen
- eindeutige Beschreibung der Probenentnahmestellen
- unmissverständliche Beschreibung der Proben nach einheitlichen Vorgaben, z. B. der bundeseinheitlichen Deskriptorenliste (BEDL)

(8) Geeignete Behandlung des Probengutes zur Verhinderung ungewollter Veränderungen

- beim Probentransport
- bei der Probenaufbewahrung

Radioaktive Stoffe werden von den verschiedenen Emittenten in gelöster, kolloidaler oder auch partikulärer Form an die Atmosphäre und/oder Gewässer abgegeben. Je nach deren chemischen und physikalischen Eigenschaften werden sie infolge von Sorption und Agglomeration an den in diesen Medien vorhandenen Staubeilchen und an suspendierten Schwebstoffen angereichert. Derart mit Radionukliden markierte Aerosole und Schwebstoffe können in der Atmosphäre und in den Fließgewässern über große Entfernungen verfrachtet werden. Aus der Atmosphäre gelangen sie bevorzugt bei Inversionswetterlagen (*Fallout*, trockene Deposition) als auch mit dem Niederschlag (*Washout*, nasse Deposition) oft weitab vom Ort des Eintrags wiederum auf die Erdoberfläche. In Fließgewässern werden sie ebenfalls weitab vom Ort des Eintrags wiederum in sog. Stillwasserzonen (z. B. Häfen, Stauhaltungen, Buhnenfelder, Altarme u. a.) abgelagert [8, 9].

Im Normalfall kann der Eintrag radioaktiver Stoffe in die Umwelt kontinuierlich und quasi-konstant aus verbreiteten, diffusen Quellen (z. B. Cs-137-Eintrag infolge Erosion innerhalb eines Stromgebiets) oder aber intermittierend an den Standorten von Emittenten bei variablen Abgaben erfolgen (z. B. Ableitungen radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen). Bei einem unkontrollierten nuklearen Ereignis dagegen bleibt der Eintrag erhöhter Mengen radioaktiver Stoffe i. Allg. auf eine vergleichsweise kurze Zeitspanne begrenzt (z. B. Reaktorunfall von Tschernobyl).

Die Aussagekraft der Messergebnisse und die Richtigkeit der hierauf beruhenden Bewertungen werden ganz wesentlich durch die Art der Probenentnahme bestimmt. Es muss daher sicher gestellt sein, dass die Proben in dem jeweiligen Medium möglichst repräsentativ für den jeweiligen Zeitabschnitt und die jeweilige Lage entnommen werden.



## 2 Niederschlagswasser

### 2.1 Festlegung der Sammelstationen

#### 2.1.1 Festlegung im Nahbereich von Emittenten

Die Überwachung der Radioaktivität im Niederschlag gemäß der REI [5] dient insbesondere der Erfassung der über die Kaminabluft in die Umgebung gelangenden radioaktiven Aerosole. Schwerpunkte dieser Überwachung bilden hierbei:

- Landflächen und Gewässerbereiche mit aktueller oder potentieller Nutzung in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen, nuklearmedizinischen Einrichtungen, Isotopenanwendern und – verarbeitern
- grenznahe Bereiche in der Umgebung solcher Emittenten im grenznahen Ausland
- anthropogen unbelastete Landflächen als Referenzstellen

#### 2.1.2 Festlegung bei der allgemeinen Überwachung

Ziel der allgemeinen Überwachung gemäß StrVG sind Messergebnisse an verschiedenen Standorten, die für einen möglichst weiten Umkreis repräsentativ sind. An den Messstellen dieser Standorte sollten vergleichbare Bedingungen herrschen.

Bei der Messung des tatsächlich gefallenen Niederschlags pro Fläche müssen die Einflüsse des Windes, der Bebauung und des Bewuchses am Sammelort in die Betrachtung der Messunsicherheit einbezogen werden. In gegliedertem Gelände ist zu beachten, dass einzelne herausragende Bergkuppen, steile Hänge oder enge Täler als ungünstige Sammelorte anzusehen sind. Erfordert jedoch der zu repräsentierende Flächenanteil auch eine Einrichtung von Sammelstationen in Tal-, Hang- oder Höhenlagen, ist die Frage der Anordnung von Höhenzügen und Tälern in Bezug auf die Hauptdurchzugsrichtung von Niederschlagsfeldern in Betracht zu ziehen.

Folgende Anforderungen für die Probenentnahme von Niederschlag sind daher zu beachten:

- Im weiteren Bereich um den Aufstellungsort sollen so viele Hindernisse stehen (aufglockerte Bebauung und/oder Bewuchs), dass in Bodennähe nicht zu hohe Windgeschwindigkeiten herrschen, d. h. eine gewisse Horizontabschirmung gegeben ist. Zur Abschätzung und Quantifizierung der Horizontabschirmung wird eine einfache Methode empfohlen [11].
- Hindernisse in unmittelbarer Nähe müssen mindestens ebensoweit (möglichst doppelt so weit) vom Probeentnahmeort entfernt sein, wie sie selbst hoch sind. Dabei sind auch zukünftige Veränderungen (Wachstum von Bäumen oder Sträuchern, Baumaßnahmen) zu berücksichtigen.
- Der Aufstellungsort soll nicht zwischen breiten Hindernissen gleicher Höhe liegen (Häuserzeilen), weil dort Windwirbel entstehen, die zu Fehlmessungen führen.
- Am Aufstellungsort sollen möglichst keine Aufwinde herrschen, was an Hängen, Deichen, Anhöhen und hinter großen Hindernissen der Fall ist.

Sind bei der Standortwahl Kompromisse nicht zu umgehen, sollte beachtet werden, dass eine völlig freie Aufstellung im Mittel schlechtere Ergebnisse liefert als ein Standort, bei dem Hindernisse mindestens so weit entfernt sind, wie sie selbst hoch sind.

### 2.2 Art und Häufigkeit der Probenentnahme

Die Häufigkeit der Probenentnahme wird vom Überwachungsziel bestimmt. Niedrige Nachweisgrenzen erfordern große Probenmengen, lange Messzeiten und empfindliche Detektoren, insbesondere im Fall nuk-



**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 5 von 18

Stand: September 2008

lidspezifischer Messungen. Daher bieten sich hier die Aufarbeitung von Monatssammelproben und Messzeiten von mindestens 24 Stunden an.

Im Rahmen einer kontinuierlichen Überwachung des Niederschlags sind allerdings Methoden heranzuziehen, die bei deutlich höheren Nachweisgrenzen schnell Rückschlüsse auf eine Zufuhr künstlicher Radionuklide zulassen.

Im Routinemessprogramm des DWD nach StrVG [11] wird täglich jeweils um 6 Uhr UTC (Universal Time Correlated) eine Niederschlagsprobe genommen oder es dient die mit destilliertem Wasser aufgenommene Trockendeposition als Tagesprobe. Für die um 120 Stunden verzögerte Messung der Gesamtbetaaktivität werden minimal 0,05 Liter und maximal 1 Liter der Probe herangezogen und als Gesamtdosition (Nass- und Trockendeposition) oder als Trockendeposition bewertet. Die Aktivitätskonzentration wird mit der amtlich ermittelten Niederschlagshöhe multipliziert, woraus die Deposition resultiert.

Ebenso wird die gesamte Niederschlagsmenge über einen Monat angesammelt und als Monatssammelprobe für eine gammasspektrometrische Messung vorbereitet.

Im Intensivmessprogramm werden Tagesproben entnommen und nuklidspezifisch gemessen.

Die Niederschlagsentnahme sollte möglichst zum gleichen Kalender- oder Wochentag und zur gleichen Tageszeit erfolgen.

Die Sammlung des Niederschlags erfolgt mit geeigneten Sammelvorrichtungen mit thermostatisierbarer Auffangwanne oder -trichter, um ein Einfrieren in der kalten Jahreszeit zu verhindern. Das aufgefangene Wasser wird in eine Sammelflasche aus Kunststoff (z. B. Polyethylen) geleitet, an das ggf. ein Überlaufgefäß angeschlossen ist. Dadurch kann auch die zeitbezogene Niederschlagsmenge bestimmt werden. Die Größe der Sammelflasche muss auf die zur Verarbeitung und Messung erforderliche Menge einschließlich eventuell erforderlicher Parallelmessungen abgestimmt sein.

Weitere Hinweise zur Probenentnahme von Niederschlagswasser sind dem Losen Blatt 3.1.6 [12, 13] zu entnehmen.

### **3 Oberflächenwasser**

#### **3.1 Allgemeine Kriterien zur Auswahl der Probenentnahmeorte**

Die Festlegung der Entnahmestellen und die Art der Entnahme sind derart vorzunehmen, dass für das untersuchte Gewässer repräsentative Proben erhalten werden [1,2].

In Fließgewässern sind Wasserproben kontinuierlich in maximal 1 m Wassertiefe im Stromstrich als Mischproben zu entnehmen. Bei der allgemeinen Gewässerüberwachung ist der Sammelzeitraum im Normalfall eher der physikalischen Halbwertszeit der zu bestimmenden Radionuklide anzupassen. So ist z. B. bei der gezielten Überwachung auf I-131 ein kürzerer Sammelzeitraum als bei der Überwachung auf Radionuklide aus kerntechnischen Anlagen vorzusehen. Bei stehenden Gewässern dagegen genügt die Entnahme von repräsentativen Stichproben in angemessenen zeitlichen Abständen, insbesondere dann, wenn nur die Überwachung langlebiger Radionuklide (Cs-137, Sr-90, Actiniden) von Relevanz ist.

##### **3.1.1 Festlegung der Entnahmestellen im Vorfluter bei der allgemeinen Gewässerüberwachung**

Zur großräumigen Erfassung von Einträgen radioaktiver Stoffe in die Gewässer sind gemäß dem Routinemessprogramm [11] schwerpunktmäßig vor allem folgende Bereiche zu überwachen:

- Gewässerbereiche mit aktueller oder potenzieller Nutzung (Trinkwassergewinnung durch Uferfiltration/Direktentnahme; Beregnung landwirtschaftlich genutzter Anbauflächen u. a.)



**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 6 von 18

Stand: September 2008

- Flussabschnitte in grenzüberschreitenden Bereichen
- Flussmündungen und Ästuar
- Küstengewässer
- unbelastete Flussabschnitte als Referenzstellen

Da die von kerntechnischen Anlagen emittierten radioaktiven Stoffe mit der fließenden Welle über weite Strecken verfrachtet werden, stellt die großräumige Überwachung der Gewässer gleichzeitig eine Überwachung dieser Anlagen im Fernbereich dar. Bei der Festlegung der Entnahmestellen von Sedimentproben ist die Entfernung vom Standort des Emittenten von geringerer Bedeutung. Zur Erfassung der Auswirkungen eines Betriebes in der Wasser- und Schwebstoffphase sollten dagegen die Entnahmestellen nicht in allzu großer Entfernung vom Standort eingerichtet werden.

### 3.1.2 Festlegung der Entnahmestellen im Vorfluter im Nahbereich der Emittenten

Die von kerntechnischen Einrichtungen und Isotopenanwendern eingeleiteten Kühlwässer und radioaktiven Abwässer vermischen sich in frei fließenden Gewässern i. Allg. nur sehr zögernd mit dem gesamten Wasserkörper. Sie bilden daher bisweilen kilometerlange Abwasserfahnen, in denen die Konzentration der abgeleiteten Radionuklide im Vergleich zur Gleichverteilung über den gesamten Flussquerschnitt erhöht ist. Auswirkungen eines Betriebes können in der Wasser- und Sedimentphase nur dann gemessen werden, wenn sich die Entnahmestellen für Wasser- und Sedimentproben innerhalb des Abwasserfahnenbereichs befinden. Liegen die Entnahmestellen dagegen auf gleicher Höhe außerhalb der Abwasserfahne, so können die auf diesen Emittenten zurückgehenden Einleitungen im Nahbereich nicht erfasst werden, und das von der REI vorgegebene Überwachungsziel wird verfehlt.

In einem staugeregelten Vorfluter ist das Auftreten von Abwasserfahnen von geringerer Bedeutung, da die Durchströmung der fast immer in Staustufen vorhandenen Kraftwerksturbinen und/oder die beim Wehrbetrieb auftretenden Turbulenzen eine weitgehende Vermischung von radioaktiv belasteten und unbelasteten Teilströmen verursachen.

## 3.2 Art und Häufigkeit der Probenentnahme

### 3.2.1 Entnahme von Binnenwasserproben im Normalbetrieb

Radioaktive Abwässer werden von kerntechnischen Anlagen i. Allg. intermittierend an die Vorfluter abgegeben, wobei Menge und Konzentration der abgegebenen Radionuklide erheblichen Schwankungen unterliegen. Bei einer mittleren Abgabedauer von 2 h/Abgabe und einer Fließgeschwindigkeit von 1 m/s werden Flussabschnitte einer mittleren Länge von 7,2 km markiert. Der mittlere Abstand zwischen markierten Flussabschnitten kann bis einige hundert Kilometer betragen. Die darin auftretenden Radionuklidgehalte können um mehrere Größenordnungen höher liegen als in den Proben aus unbelasteten Abschnitten. Eine rein zufällige Entnahme von Stichproben aus dem Bereich dieser diskret belasteten Abschnitte würde somit zu einer falschen Aussage hinsichtlich der Belastung des Vorfluters mit diesen Radionukliden führen. Für repräsentative Aussagen ist daher die Entnahme von Wassermischproben unverzichtbar.

Zur Entnahme von Wassermischproben sind insbesondere zwei Grundtypen von Probenentnehmern im Handel erhältlich, die sowohl für zeit- als auch für mengenproportionale Entnahme eingesetzt werden können (s. Abb. 1). Ein Vakuumprobenentnehmer ist immer dann von Vorteil, wenn aus bautechnischen oder organisatorischen Gründen eine fest installierte Wasserversorgung (z.B. Ringleitung mit Förderpumpe), insbesondere bei konkretem Bedarf, nicht zur Verfügung steht und die Ansaughöhe einen Wert von max. 8 m nicht übersteigt. Durch Evakuieren des Dosiergefäßes in frei wählbaren zeitlichen Abständen (typisch: 1 min bis 100 min) wird jeweils eine Teilprobe von frei einstellbarem Volumen (typisch: 10 mL bis 400 mL) angesaugt und in einen Vorratsbehälter über einen nahezu beliebigen Zeitraum gesammelt. Probenentnehmer mit Wasserweiche sind nur dort einsetzbar, wo eine Wasserversorgung bereits existiert. Der mit einer Förderpumpe in einer Ringleitung geförderte Wasserstrom mit konstantem Durchfluss wird über eine Wasserwei-

che geleitet, die in zeitlichen Abständen für unterschiedliche Ablenkzeiten in Entnahmestellung geschaltet wird, wobei die hierbei anfallenden Teilproben über einen nahezu beliebigen Sammelzeitraum in einem Vorratsbehälter zusammengefasst werden.

Aus Binnengewässern (Seen, Talsperren, unbelastete Flüsse, usw.), in die quasi-konstant radioaktive Stoffe eingetragen werden, ist dagegen eine Entnahme von Wasserstichproben mit den üblichen Schöpfvorrichtungen ausreichend [14, 15].

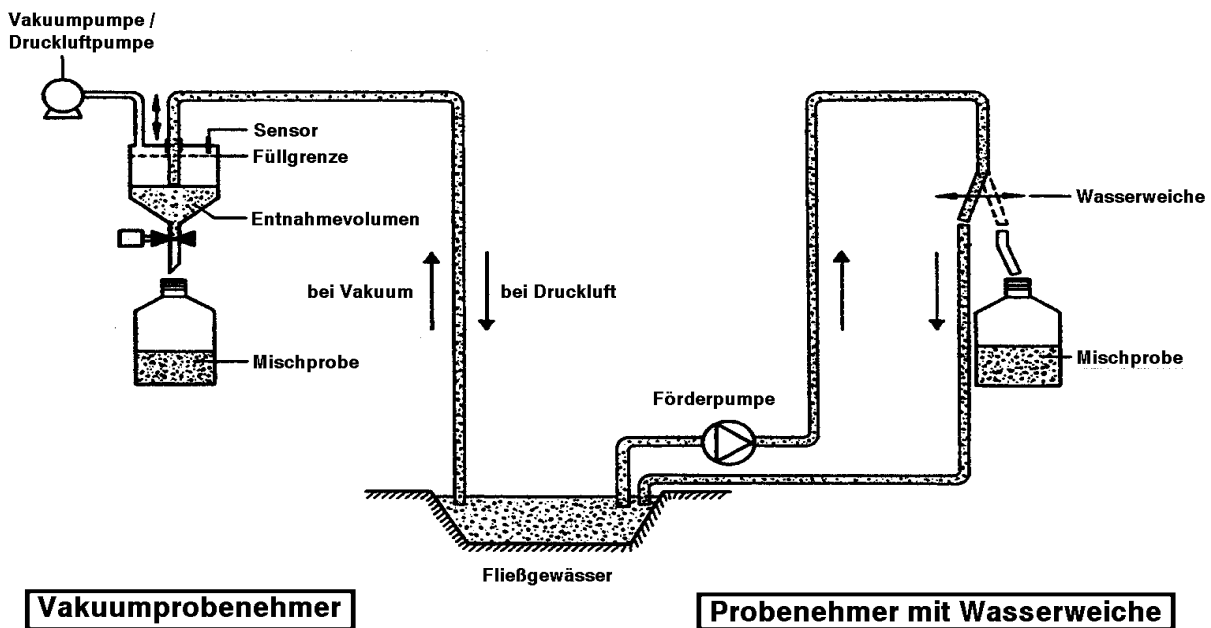


Abb. 1: Entnahme von Wasserproben mittels Vakuumprobenentnehmer oder mittels Probenentnehmer mit Wasserweiche (schematische Darstellung)

Über größere Zeiträume durchgeführte radiometrische Messungen zeigen, dass unter gleichen Bedingungen aufgenommene Zeitreihen von Messwerten eine Aussage darüber erlauben, ob und in welchem Umfang einzelne Emittenten oder Einträge zur Belastung eines Gewässers mit radioaktiven Stoffen beitragen. Neben der Möglichkeit der Berechnung der Strahlenexposition auf den relevanten Expositionspfaden können solche Messungen insbesondere langfristige Auswirkungen in einem Gewässer aufzeigen.

Im Normalfall erfolgt die Entnahme von Wasserproben in Form von Monats- oder Vierteljahresmischproben oder in Form von Stichproben in monatlichen oder vierteljährlichen Zeitabständen. Die entnommenen Wasserproben werden in gereinigten Kunststoffbehältern bis zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt und transportiert. Zu den Messungen werden stets unfiltrierte Wasserproben verwendet. Hierbei wird der an Schwebstoff gebundene Aktivitätsanteil in der Gesamtprobe miterfasst. Über eine Messung des Schwebstoffgehaltes und der spezifischen Aktivität von Schwebstoff kann zwischen gelöstem und partikularem Radionuklidanteil in der Probe unterschieden werden. Bei mittleren Schwebstoffgehalten von  $25 \text{ g/m}^3$  können - je nach Radionuklid - durchaus merkbare Anteile an Schwebstoff gebunden vorliegen. Bei erhöhten Schwebstoffgehalten von über  $100 \text{ g/m}^3$  kann der partikuläre Radionuklidanteil auf 90 % und mehr ansteigen und ist getrennt zu ermitteln. Von einer Messung von filtrierten Wasserproben ist abzusehen, da eine Auftrennung in gelöste und ungelöste Radionuklidanteile problematisch ist und die hierbei gewonnenen Messwerte bei einer Abschätzung der Strahlenexposition beispielsweise auf dem Expositionspfad «Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Anbauflächen» zudem eine zu optimistische Aussage darstellen.

### 3.2.2 Entnahme von Binnenwasserproben im Ereignisfall

Der Entnahmemodus im Normalbetrieb ist, wie Erfahrungen mit dem Reaktorunfall von Tschernobyl gezeigt haben, zur Erfassung störfallbedingter Einträge in ein Gewässer ungeeignet. Hier ergibt sich die Notwendigkeit, von Monats- auf Tagesmischproben überzugehen. Diese Forderung kann auf einfache Weise durch Kombination eines Vakuumprobenentnehmers mit einem Fraktionsensammler realisiert werden (s. Abb. 2). Im Bundesmessnetz der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) werden Sammler mit einem 6x6-Flaschen-Raster betrieben und auf diese Weise jeweils bis zu 36 Tagesmischproben fortlaufend entnommen, von denen im Normalbetrieb die den Kalendertagen eines Monats entsprechenden Proben zu einer Monatsprobe zusammengefasst und entsprechend untersucht werden.

Im Ereignisfall dagegen stehen die Tagesmischproben zur Verfügung, so dass der Radionuklideintrag in ein Gewässer mit vergleichsweise hoher zeitlicher Auflösung erfasst und dargestellt werden kann.



Abb. 2: Automatischer Probenentnehmer zur Entnahme von bis zu 36 Wassermischproben (Tagesproben) von je 3 L aus der fließenden Welle

Bei einer störfallbedingten Freisetzung radioaktiver Stoffe muss mit einer Kontamination der Mess- und Probenbehälter gerechnet werden. Hierbei sind entsprechende Kontrollmessungen unerlässlich. Um diesbezügliche Störungen nach Möglichkeit auszuschließen, wird empfohlen, insbesondere Messbehälter (Ringschalen) derart aufzubewahren, dass in einem solchen Falle eine Kontamination durch luftgetragene Aktivität ausgeschlossen werden kann.





**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 9 von 18

Stand: September 2008

### 3.2.3 Entnahme von Meerwasserproben

Die Proben werden aus verschiedenen Tiefen entnommen. Die Entnahme erfolgt mit einem schiffseigenen Pumpensystem (Wasseroberfläche), Kranzwasserschöpfern (bis 1000 m) oder mit Wasserschöpfern von 50 L oder 270 L Volumen (je nach zu erwartender Konzentration) aus bis zu 5000 m Wassertiefe.

Die Proben werden aus den Schöpfern in Behälter aus Polyethylen umgefüllt und mit 1 mL Salzsäure (konz.) je 1 L Probe versetzt. Das Volumen der Probe wird mit der Volumeneinteilung am Behälter bestimmt, wobei es 100 L nicht überschreiten darf. Das maximale Probenvolumen beträgt 200 L (2 mal 100 L).

### 3.2.3 Entnahme von Schwebstoffproben aus Binnengewässern

Schwebstoffe sedimentieren bevorzugt in sog. Stillwasserbereichen eines Gewässers (Häfen, Stauhaltungen, Altarmen, Bühnenfeldern, usw.) und bewirken hier, sofern sie mit radioaktiven Stoffen belastet sind, eine Kontamination der Gewässersohle.

Die in Gewässern vorhandenen Schwebstoffe weisen i. Allg. eine hohe Affinität zu einer Vielzahl von Radionukliden auf. In Laboruntersuchungen [8] wurden unter naturähnlichen Bedingungen (Salinität, pH-Wert, Temperatur) für gelöste Radionuklide Austauschhalbwertszeiten von wenigen Stunden beobachtet. Dies bedeutet, dass die in gelöster Form in die Gewässer eingeleiteten Radionuklide bereits nach vergleichsweise kurzen Fließstrecken mit den hier suspendierten Schwebstoffen im Sorptionsgleichgewicht vorliegen. Langjährige Beobachtungen unterstreichen die große Bedeutung der Schwebstoffmessung zur Erfassung kurzzeitiger Belastungen in Gewässern mit radioaktiven Stoffen („Kurzzeitmonitor“). Sollen im Rahmen von Überwachungsmaßnahmen einzelne Radionuklide gezielt bestimmt werden, sind bei der Festlegung der zu überwachenden Probenart Kenntnisse über deren Sorptionsverhalten in der fließenden Welle [8] von Vorteil.

Schwebstoffproben können durch Filtration, Zentrifugieren und mit Hilfe von Absetz- oder Sedimentations-einrichtungen (innerhalb oder außerhalb des Gewässers) gewonnen werden. Ausführliche und vergleichende Beschreibungen der verschiedenen Verfahren finden sich in [16] und [17]. Der Anhang zu [17] enthält auch eine tabellarische Übersicht aller bekannten Sammeltechniken mit Vor- und Nachteilen. Eine kurze Übersicht der gebräuchlichsten Verfahren ist in [18] aufgezeigt.

#### 3.2.3.1 Entnahme im Normalbetrieb

Zur Gewinnung von Schwebstoffproben werden in einigen Messstationen des Warnstellennetzes von der BfG Schwebstoffsammler verwendet, durch die Wasser aus der fließenden Welle bei kleiner Strömungsgeschwindigkeit kontinuierlich hindurchgeleitet wird (s. Abb. 3). Aus dem Wasserstrom sedimentieren bei der Passage die suspendierten Feststoffpartikeln und sammeln sich in dem trichterförmig verjüngten Boden des Schwebstoffsammlers an. In monatlichen Abständen können, je nach Schwebstoffführung des Vorfluters, Schwebstoffmengen zwischen 100 g und 1000 g Trockenmasse gewonnen werden.

Die Gewinnung rezenter Feststoffproben kann aber auch mit Hilfe auf der Gewässersohle ausgebrachter Sammelkästen erfolgen (Abb. 4). Hiermit können auf einfache Weise die über definierte Zeiträume auftretenden Ablagerungen aus der Schwebstoffphase in situ gesammelt werden. In diesem Fall kann die gemessene Aktivitätskonzentration der gesammelten Proben dem jeweiligen Sammelzeitraum stets eindeutig zugeordnet und somit bei einer Bilanzierung über die entsprechenden Radionuklidfrachten zu den einzelnen Abgaben der Emittenten in Bezug gesetzt werden. Auch bei der Schwebstoffmessung gilt der Grundsatz, dass bei Gewässern mit variablen Einträgen stets Mischproben und bei solchen mit quasi-konstanter Belastung dagegen Stichproben vorgesehen werden sollten.

#### 3.2.3.2 Entnahme im Ereignisfall

Kleinere Schwebstoffmengen zwischen 0,1 g und 1 g können aus Oberflächenwasser mittels Filtration oder Druckfiltration durch Membranfilter (Porenweite: 0,45 µm) oder auch mit Hilfe einer Durchlaufzentrifuge abgetrennt werden. Mit Hinblick auf die i. Allg. sehr niedrigen Schwebstoffgehalte (typisch: 30 mg/L) müs-

sen jedoch entsprechend große Wassermengen durchgesetzt werden, um ausreichende Mengen für radiometrische Messungen zu erhalten.



Abb. 3: Schwebstoffsammler (Absetzbecken) zur Gewinnung von Schwebstoffmischproben aus der fließenden Welle

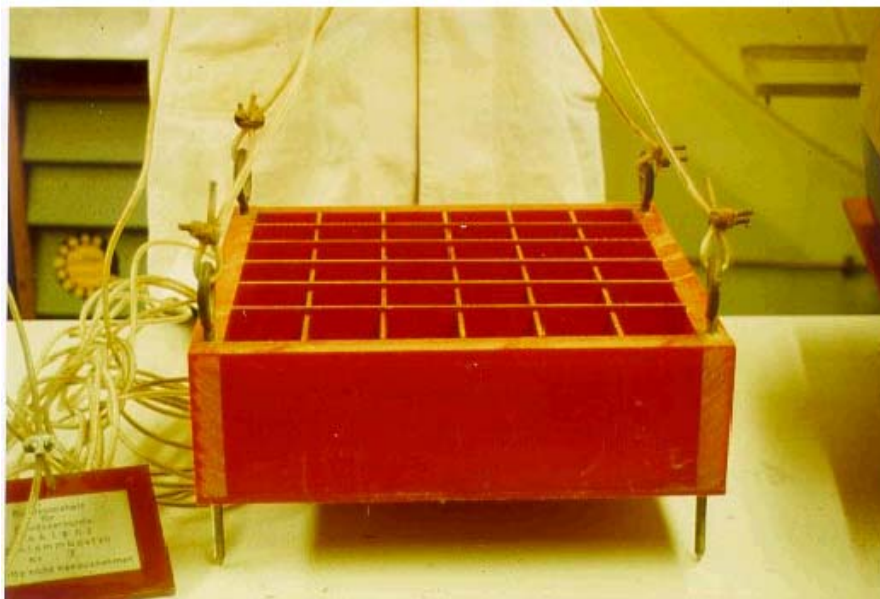


Abb. 4: Sammelkasten zur Gewinnung rezenter Feststoffmischproben in Gewässern (Eigenbau der BfG)

### 3.2.4 Entnahme von Sedimentproben

Untersuchungen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl [19-21] haben gezeigt, dass kurzzeitige Belastungen eines Gewässers mit radioaktiven Stoffen in der Sedimentphase nur sehr verzögert und abgeschwächt erfasst werden können. Das Medium Sediment stellt somit eine Art „Langzeitmonitor“ dar, anhand dessen die langfristige Kontamination eines Gewässers erfasst und aufgezeigt werden kann.

Bei Sedimentuntersuchungen nach der REI ist Art und Beschaffenheit der Gewässersohle von Bedeutung, da die in die Gewässer eingeleiteten Radionuklide vorzugsweise an der Feinkornfraktion angereichert werden. Sohlenschichten in Fließbereichen bestehen überwiegend aus Kies und Geröll, an denen sich Radionuklide praktisch nicht anreichern. Im Bereich sog. Stillwasserzonen (Uferbereiche, Bühnenfelder, Hafenbecken, Altarme, im Wehrbereich der Staustufen) finden sich dagegen z. T. sehr mächtige, feinkörnige Ablagerungen. Diese stellen sog. „ungünstigste Einwirkungsstellen“ nach § 47 StrlSchV dar, da hieraus in zeitlichen Abständen gebaggert wird und das Baggergut ggf. auf landwirtschaftlich genutzte Anbauflächen oder auf sog. Spülfelder ausgebracht und deponiert werden muss.

Für die Probenentnahme von Sedimenten existieren zwei grundsätzliche Geräteklassen. Dies sind Greifer zur Entnahme von Oberflächenproben und Kernstecher zur Entnahme von Tiefenprofilproben. Ausführliche und vergleichende Beschreibungen der verschiedenen Methoden finden sich in [17] und [22].

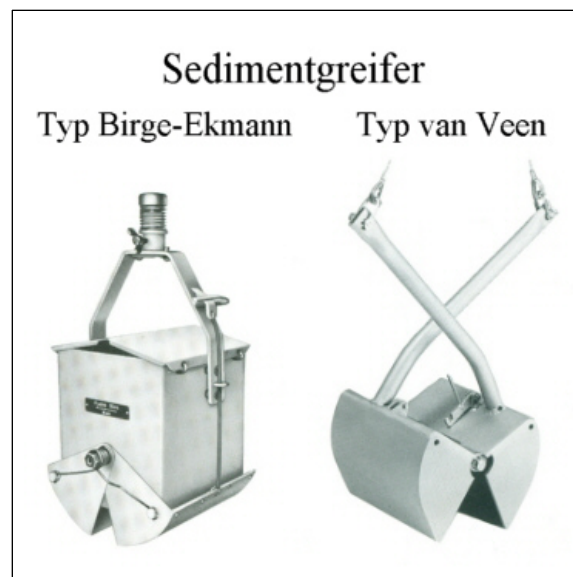


Abb. 5: Sedimentgreifer vom Typ „Birge-Ekman“ und „van Veen“

Die Entnahme von Sedimentproben erfolgt bei normaler Sohlenbeschaffenheit mit Backengreifern vom Typ „Birge-Ekman“ oder „van Veen“ (s. Abb. 5, Bildquelle: <http://www.ehlert-partner.de>). Die Greifer sind in unterschiedlicher Gewichts- und Größenausführung erhältlich. Die Auswahl des am besten geeigneten Typs hängt von der Bodenbeschaffenheit (Art, Bindefestigkeit und Korngröße der Sohlenschicht), und von der Strömungsgeschwindigkeit am Probenentnahmeort ab. Generell können schwere Greifer auch bei starker Strömung und fester Sohle eingesetzt werden, erfordern u. U. aber auch technische Hilfsmittel (Kran, Winde) für den Einsatz. Die Entnahme wird üblicherweise vom Schiff aus vorgenommen; hierbei sind besondere Sicherheitsvorschriften zu beachten [23].

Infolge der zeitlichen Verzögerung der Kontamination der Sohlenschicht bei kurzzeitig eingetragenen Radionukliden sind in einem Ereignisfall Sedimentmessungen von untergeordneter Bedeutung.



**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 12 von 18

Stand: September 2008

Die Radionuklidgehalte von Sedimentproben der jeweils gleichen Entnahmestelle weisen bisweilen erhebliche Schwankungen auf, die insbesondere auf zwei Einflüsse zurückgeführt werden können:

- Dispersionseffekt infolge heterogener Verteilung der radioaktiven Stoffe innerhalb der Sohlenschicht
- Korngrößeneffekt als Folge der erhöhten Anreicherung von Radionukliden innerhalb der Feinkornfraktion

Bei variablen Einträgen radioaktiver Stoffe in ein Gewässer kommt es in der Sohlenschicht bisweilen zu ausgeprägten Konzentrationsschichtungen, wie sie anhand von Bohrkernmessungen unter Verwendung von Cs-137 als Leitnuklid nachgewiesen werden konnten [20]. Aufgrund dieser Konzentrationsschichtungen ist eine Festlegung der Einstichhöhe bei der Entnahme von Sedimentproben erforderlich. So ist davon auszugehen, dass bei unterschiedlichen Einstichtiefen Sedimentproben unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlicher Altersstruktur entnommen werden und die Gehalte solcher Proben nicht mehr vergleichbar sind. Da jedoch die Sedimentationsraten selbst innerhalb begrenzter Flussabschnitte großen lokalen, zeitlichen und abflussabhängigen Schwankungen unterliegen, was sich wiederum auf die Konzentrationsschichtung auswirkt, kann eine solche Festlegung auf eine bestimmte Einstichtiefe nur einen Kompromiss darstellen, um im Rahmen von Überwachungsmaßnahmen Sedimentproben bei vertretbarem Aufwand routinemäßig entnehmen zu können.

Bei der Entnahme von Sedimentproben kann eine Einstichtiefe von 10 cm empfohlen werden, ein Wert, der mit den üblicherweise eingesetzten Backengreifern vom Typ „Birge-Ekman“ bei normaler Sohlenbeschaffenheit leicht eingehalten werden kann. Bei typischen Sedimentationsraten von 5 cm/a bis 10 cm/a entspricht dieser Wert einem Sammelzeitraum von 1 a bis 2 a.

Neben einer bisweilen sehr ausgeprägten Konzentrationsschichtung in der Sohlenschicht eines Gewässers (Dispersionseffekt) wirkt sich auch die Korngrößenverteilung auf die Höhe der Radionuklidgehalte (Gesamtproben) von Sedimentproben aus (Korngrößeneffekt). So werden Radionuklide bekanntlich bevorzugt in der Feinkornfraktion angereichert [8, 24]. Verschiebungen der Korngrößenzusammensetzung wirken sich somit auf die Höhe der Gesamtgehalte der Proben entscheidend aus. Untersuchungen zur Korngrößenzusammensetzung von mit Backengreifern oder mit Sedimentsammlern gewonnenen Proben zeigten eine gute Übereinstimmung. Eine Verschiebung der Korngrößenzusammensetzung beim Herausnehmen der Sammler durch evtl. Ausspülen von Feinkornanteilen ist i. Allg. nicht zu befürchten. Um bei einer Abschätzung der Strahlenexposition bei Aufenthalt auf Sediment eine möglichst konservative Aussage vornehmen zu können, wird die Entnahme von möglichst feinkörnigen Sedimentproben (mindestens 90 % mit einem Korndurchmesser von max. 63 µm) empfohlen, wie sie in ausgeprägten Sedimentationsbereichen von Fließgewässern verbreitet anzutreffen sind.

## **4 Grund- und Trinkwasser**

### **4.1 Festlegung der Entnahmestellen**

Die Entnahme erfolgt im Allgemeinen im Wasserwerk in Form von Stichproben oder Sammelproben an den dafür vorgesehenen Entnahmemarkierungen für das aufbereitete Rohwasser (Reinwasser) oder an sonstigen von den betreffenden Wasserversorgungsunternehmen vorgesehenen Probenentnahmestellen, bei Einzelwasserversorgungen direkt an den Brunnen. Die Entnahmestellen für Rohwässer sollten bestimmten Einzelbrunnen oder Brunnengalerien zuzuordnen sein. Nach dem Routinemessprogramm [11] sind vorrangig solche Wasserwerke zu beproben, die Oberflächenwasser (also ungeschützte Rohwässer) verarbeiten. Gemäß den Anforderungen der REI ist Grund- und Trinkwasser in der Umgebung kerntechnischer Anlagen regelmäßig zu überwachen.

#### 4.2 Art und Häufigkeit der Probenentnahme

Im Rahmen des Routinemessprogramms soll hauptsächlich Reinwasser oder Trinkwasser beprobt werden, und zwar vierteljährlich; die Entnahme des entsprechenden Rohwassers erfolgt nur einmal jährlich. An den Standorten der Kernkraftwerke sind vierteljährliche Probenentnahmen von Grund- und Trinkwasser vorgesehen.

Im Allgemeinen genügt die Entnahme von Einzelproben, die ggf. zur Herstellung von Mischproben verwendet werden können. Bei starken Schwankungen der Rohwasserbeschaffenheit sollten besser kontinuierlich arbeitende Probenentnahmegерäte verwendet werden, z. B. Leitungswassersammler (Abb. 6). Eine kontinuierliche Probenentnahme ist auch bei der Verarbeitung ungeschützter Wässer, wie z. B. von Oberflächen-, Quell- oder Schmelzwässern (in Gebirgsregionen) und von Uferfiltrat zu Trinkwasser vorzuziehen.

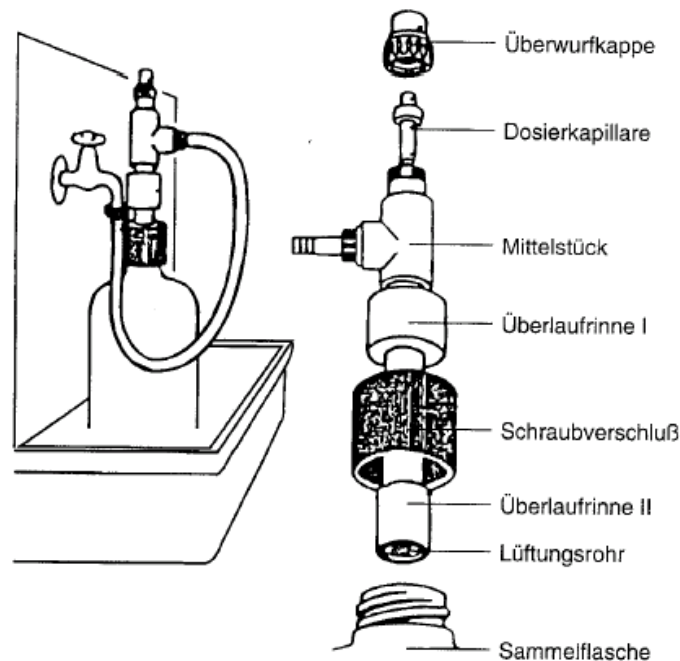


Abb. 1-6: Leitungswassersammler

Um eine für das zu beurteilende Trink- oder Rohwasser repräsentative Probe zu erhalten, ist vor der Entnahme der Wasserprobe für einen reichlichen Vorlauf aus der Entnahmemarmatur zu sorgen, damit das in der Leitung stehende Wasser und die Ablagerungen aus den Rohren zuvor herausgespült werden. Dies ist besonders wichtig bei stark eisenhaltigen Wässern. In vielen Wasserwerken lässt man daher das Wasser aus den Entnahmehähnen kontinuierlich ablaufen; diese Entnahmestellen werden als sog. „Dauerläufer“ bezeichnet.

Bei allen Entnahmen von Grund- und Trinkwasserproben ist für sorgfältig gereinigte Entnahmegерäte und -gefäße zu sorgen; nach Möglichkeit sind jeweils für die gleichen Entnahmestellen stets dieselben (oder aber neue) Gefäße zu verwenden. Mit Ausnahme der zur Tritiumbestimmung vorgesehenen Proben sollten zur Stabilisierung und Vermeidung von Adsorptionseffekten an den Gefäßwänden bei der Aufbewahrung der Wässer diese alsbald nach der Entnahme angesäuert werden.

Weitere Hinweise zur Probenentnahme von Grund- und Trinkwasser sind den entsprechenden standardisierten Vorschriften [25, 26] zu entnehmen. Spezielle Hinweise und die zur Probenaufarbeitung zur Erreichung der geforderten Nachweisgrenzen benötigten Volumina sind bei der Beschreibung der jeweiligen Messverfahren (Lose Blätter Nr. 3.1.12.2 bis 3.1.12.4) angegeben.



## **5 Abwasser, Sickerwasser und Klärschlamm**

### **5.1 Begriffsdefinitionen**

Begrifflich sind folgende Typen von Abwasser, Sickerwasser und Klärschlamm nach ihrer Herkunft zu unterscheiden:

#### **(1) Abwasser**

- Kommunale, häusliche und gewerbliche ungereinigte oder teilweise gereinigte Abwässer aus Abwasserreinigungsanlagen oder aus der Kanalisation; diese Abwässer können auch Abwässer von Isotopenanwendern (Indirekteinleitern) enthalten. Hierunter fallen auch sog. Rohabwässer am Einlauf in die Kläranlagen.
- Gereinigte Abwässer nach der Nachklärungsstufe (letzte Reinigungsstufe) aus Abwasserreinigungs- bzw. Kläranlagen, das sog. Klarwasser.
- Abwässer aus den Übergabebehältern kerntechnischer Anlagen, die, vermischt mit dem Kühlwasser, direkt in den Vorfluter eingeleitet werden. Für diese gelten innerbetriebliche Überwachungs Vorschriften und die Regel KTA-1504.

#### **(2) Sickerwasser**

- Kommunale und gewerbliche Sickerwässer aus Hausmüll- und Sondermülldeponien: Sie werden üblicherweise über Sickerwasserdrainagen in Sammelschächten zusammengeführt und von dort ggf. in Abwasserkanäle geleitet. Aus alten Deponien fließt das Sickerwasser meist als oberflächennahes Grundwasser ab.

#### **(3) Klärschlamm**

- Primärschlamm: Überschussschlamm aus der Vorklärung oder der ersten Reinigungsstufe der Kläranlagen
- Sekundärschlamm: Überschussschlamm aus der biologischen Stufe der Abwasserreinigung aus der zweiten Reinigungsstufe (z. B. Belebtschlamm und Tropfkörperschlamm)
- Tertiärschlamm: aus einer dritten Reinigungsstufe (z. B. aus einer chemischen Nachbehandlung, Phosphateliminierung, usw.).

In der Regel fallen diese Schlämme nicht in reiner Form an, sondern es werden Mischschlämme erzeugt, z. B. durch Rückführung des Überschussschlammes in die Vorklärung. Daneben fallen Rechengut und Sand aus dem Sandfang an.

### **5.2 Festlegung der Entnahmestellen**

#### **5.2.1 Abwasser**

Bei den Kanalisationssystemen ist zu unterscheiden zwischen Kanalisation im Trennsystem und Kanalisation im Mischsystem mit zeitlich wechselnden Zuflüssen an Niederschlägen. Beim Vorliegen von Trennkanalisation sind zusätzlich zu den häuslichen und gewerblichen Abwässern Proben aus Regenauffangbecken oder -überlaufbecken zu entnehmen. Im Normalbetrieb sollten die Abwässer in der Form beprobt werden, wie sie die Abwasserreinigungsanlagen verlassen [27], d. h. die Abläufe der Kläranlagen sollten in Form von Klarwasser beprobt werden.

#### **5.2.2 Sickerwasser**

Bei Deponien mit Sickerwasserdrainagen werden Proben aus den einzelnen Sickerwassersammelschächten oder -becken entnommen. Bei Deponien ohne Drainagesystem oder solchen, deren Basisabdichtung undicht



geworden ist, wird das Sickerwasser als oberflächennahes Grundwasser mit Hilfe von Beobachtungsrohren überwacht.

### 5.2.3 Klärschlamm

Bei der Abwasserreinigung in den Kläranlagen und insbesondere bei der Schlammbehandlung kommen verschiedene Verfahrensvarianten zum Einsatz und dementsprechend fallen sehr unterschiedliche Klärschlammarten an. Die Entnahme repräsentativer Klärschlammproben ist daher besonders problematisch; erhebliche Schwankungen ihrer Zusammensetzung entstehen durch verschiedene Betriebszustände, jahreszeitliche Veränderungen der Durchsatzmengen, Zuläufe von Niederschlägen, usw.

Neben der Herkunft der Schlämme ist zu unterscheiden zwischen Rohschlämmen und behandelten Schlämmen. Bei den einzeln oder in Kombination durchgeführten Verfahren der Schlammbehandlung (Eindickung, Entwässerung, Konditionierung und Stabilisierung) entstehen Schlämme unterschiedlicher Konsistenz, wie z. B. Zentrifugenaustrag, Filterkuchen, Trockenbeetschlamm, Faulschlamm und dergleichen. Die Wassergehalte der Schlämme können außerordentlich stark variieren; von weniger als 1 % Trockenmassenanteil (z. B. bei Rohschlamm) bis zu ca. 40 % (z. B. bei teilentwässertem Schlamm aus der Filterpresse, Filterkuchen).

Bei Radioaktivitätsuntersuchungen im Rahmen des Routinemessprogramms [11] stehen Fragen im Zusammenhang mit dem Verbleib des Klärschlammes im Vordergrund. Die wichtigsten Arten der Verwertung und Beseitigung der Klärschlämme sind:

- Landwirtschaftliche Verwertung
- Verbrennung
- Ablagerung auf Deponien

Daher ist die Entnahme von Schlammproben - ähnlich der Entnahme von Wasserproben - in derjenigen Bearbeitungsstufe sinnvoll, in der die Schlämme die Kläranlage verlassen. Dementsprechend sind i. Allg. vorzugsweise teilentwässerte und konditionierte Schlämme zu entnehmen.

## 5.3 Art und Häufigkeit der Probenentnahme

### 5.3.1 Abwasser

Bei den zu untersuchenden Abwässern handelt es sich normalerweise um einen fließenden Wasserstrom (Ablauf der Kläranlage oder Kanalisation). Zur Gewinnung der Proben sollten daher grundsätzlich kontinuierlich arbeitende Probenentnahmegерäte eingesetzt werden (z. B. Schlauchpumpen oder besser Vakuumprobennnehmer). Die Probenentnahme erfolgt in der Regel vierteljährlich; der Sammelzeitraum sollte möglichst eine Woche betragen. Im Allgemeinen genügt eine zeitproportionale Probenentnahme. Vereinfachend wird ein Wasserstrom mit konstanter Durchflussmenge angenommen. Wenn bei Abflussänderung während der Probenentnahmezeit eine streng mengenproportionale Probenentnahme erforderlich ist (z. B. zur Bilanzierung der im Wasser transportierten Stoffmengen), müssen die Mischproben ggf. von Hand zusammengestellt werden. Bei den Probenentnahmen sollte man sich zweckmäßigerweise den regelmäßigen Untersuchungen der Klärwerksbetreiber anschließen.

Zur Stabilisierung der Proben werden diese angesäuert ( $\text{pH} < 2$ ). Weitere Hinweise zur Probenentnahme von Abwasser sind den entsprechenden standardisierten Vorschriften [27] zu entnehmen. Spezielle Hinweise und die zur Probenaufarbeitung zur Erreichung der geforderten Nachweisgrenzen benötigten Volumina sind bei der Beschreibung der jeweiligen Messverfahren (Lose Blätter Nr. 3.1.12.2 bis 3.1.12.4 und in [26]) angegeben.

### 5.3.2 Sickerwasser

Sickerwasserproben werden stichprobenartig als Schöpfproben aus den einzelnen Sammelschächten und -becken entnommen. Aus den im Grundwasserabstrom der Deponie liegenden Beobachtungsrohren für ober-





**LOSEBLATTSAMMLUNG FS-78-15-AKU**  
**EMPFEHLUNGEN ZUR ÜBERWACHUNG**  
**DER UMWELTRADIOAKTIVITÄT**

Blatt: 3.1.12.1

Seite: 16 von 18

Stand: September 2008

flächennah abfließendes Sickerwasser werden die Proben mit einer Tauchpumpe aus dem obersten Grundwasserstockwerk entnommen. Dabei ist der Vorlauf solange zu verwerfen, bis ein Leitfähigkeitsmessgerät im abgepumpten Wasser einen konstanten Wert anzeigt. Der Feststoffanteil beträgt typisch 10 bis 100 g/L. Da die Ergiebigkeit meist gering ist, kommt es vor, dass das Beobachtungsrohr entleert ist, bevor eine konstante Leitfähigkeit erreicht wird. Dann muss nach einer Wartezeit von ca. 30 min weitergepumpt werden.

Das Probenvolumen je Schacht oder Beobachtungsrohr sollte so bemessen sein, dass sich aus der Gesamtheit aller Proben eine 5-L-Mischprobe erstellen lässt. Zur Stabilisierung wird die Probe sofort mit 1 mL konzentrierter Salpetersäure pro Liter Wasser angesäuert. Für weitere Hinweise siehe die für Abwasser geltenden Vorschriften [27] und die Losen Blätter Nr. 3.1.12.2 bis 3.1.12.4.

### 5.3.3 Klärschlamm

Zur Untersuchung der Klärschlämme reicht i. Allg. eine diskontinuierliche Probenentnahme, da der Klärschlamm in gewissem Maße bereits eine Mischprobe darstellt. Noch repräsentativere Schlammproben erhält man durch eine zeit- oder durchflussproportionale Probenentnahme, die kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgen kann. Bei sehr großen Inhomogenitäten des Probenmaterials müssen aus mehreren Einzel- oder Stichproben nach einem bestimmten Schema (z. B. flächendeckend aus einem Schlammbeet oder Schlammstapelbehälter), Sammel- oder Mischproben zusammengestellt werden.

Zur Entnahme von Schlammproben aus oberflächennahen Schichten oder sehr wasserreichen homogenen Schlämmen eignen sich Schöpfbecher. Zur Entnahme von Schlammproben aus größeren, sowie aus definierten Tiefen benötigt man Schöpfapparate (durch Klappen oder Ventile verschließbare Hohlkörper, z. B. Schlammgreifer). Schlämme dichter Konsistenz (stichfeste Schlämme) entnimmt man mit einem Schlammstecher oder Stechheber.

Die erforderliche Menge des Schlammes (Feststoffgehalt mindestens 50 g) wird in eine Polyethylenflasche oder in andere verschließbare Gefäße mit möglichst weiter Öffnung gefüllt und bis zur Untersuchung möglichst kühl und dunkel aufbewahrt. Durch biologische Prozesse kann in der geschlossenen Flasche durch Gasentwicklung Überdruck entstehen. Als Konservierungsmaßnahme kommt für kürzere Zeit Kühlen auf 4°C und zur Lagerung Tiefgefrieren auf mindestens -20°C in Frage. Eine Konservierung durch Chemikalienzugabe, z. B. Formaldehyd, ist wegen der dadurch entstehenden Probleme beim Trocknen des Schlammes in der Regel nicht zu empfehlen.

Klärschlamm kann Krankheitserreger (pathogene Keime, Wurmeier usw.) enthalten. Deshalb sollten bei der Probenentnahme und bei der Probenaufbereitung unbedingt Einweghandschuhe getragen werden. Nach Beendigung der Arbeit ist für sorgfältige Desinfizierung der Hände und Geräte zu sorgen. Weitere Hinweise zur Probenentnahme von Schlämmen können den entsprechenden standardisierten Vorschriften [28] entnommen werden. Spezielle Hinweise und die zur Probenaufarbeitung zur Erreichung der geforderten Nachweisgrenzen benötigten Mengen sind bei der Beschreibung der jeweiligen Messverfahren in [4, 26] angegeben.

## 6 Literatur

- [1] 2. Fachliches Kolloquium zum Integrierten Mess- und Informationssystem (IMIS) zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt - Anwendung des Routinemessprogrammes in den fünf neuen Ländern, 12.-14.10.1992, Berlin, Herausg.: Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn, 1992
- [2] H. Mundschenk: Zur Gewinnung repräsentativer Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben in Binnengewässern, in [1], S. 97-114
- [3] H. Mundschenk: Entnahme und Aufarbeitung von Wasser-, Schwebstoff- und Sedimentproben aus Oberflächengewässern, Vorträge am Fortbildungszentrum für Technik und Umwelt des Forschungszentrums Karlsruhe, 11.3.1993, 56 S. und 10.3.1994, 60 S.





- [4] Th. Bünger, H. Viertel: Probenentnahme von Trink-, Grund- und Abwasser sowie von Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen, in [1], S. 115-128
- [5] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Richtlinie zur Emissions und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) in der Fassung vom 7.12.2005, GMBI 2006, Nr. 14-17, S. 254-336.
- [6] Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz StrVG) vom 19.12.1986, BGBl. I Nr.69, (1986) S. 2610-2614, zuletzt geändert durch neunte Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 31. Oktober 2006, BGBl. I (2006) S. 2407
- [7] Verordnung für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz - Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV), Neufassung vom 20.07.2001, BGBl. I Nr. 38 (2001) S. 1714-1846, geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 18.06.2002, BGBl. I Nr. 36 (2002) S. 1869-1907
- [8] H. Mundschenk: Über das Austauschverhalten von Radionukliden an Schwebstoff/Sediment des Rheins, Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, DGM 29 (1985) 4-13
- [9] H. Mundschenk und W. Tolksdorf: Methodische Untersuchungen zur Sedimentation mit Hilfe radioaktiver Leitstoffe am Beispiel eines Kleinhafens am Mittelrhein, DGM 32 (1988) 110-119
- [10] DVWK (Herausg.): Merkblätter zur Wasserwirtschaft 230/1994: Niederschlag - Empfehlung für Betreiber von Niederschlags-Messstationen
- [11] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS) – Anhang I: Routinemessprogramm (RMP), BAnz 58, Nr. 244a, (29.12.2006), 80 S., ISSN 0720-6100.
- [12] Fachverband für Strahlenschutz e.V. (Herausg.): M. Winter, A. Beutmann, Chr. Wilhelm, A. Lochte (Red.): Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität (Loseblattsammlung), FS 78-15-AKU, Dezember 1979 (Beginn), Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz, ISSN 1013-4506, <http://www.fs-ev.de>.
- [13] Th. Steinkopff, E. Voelz, H. Völkle und H. Wershofen: Überwachung der Radioaktivität des Niederschlags, Blatt 3.1.6 in [12], April 1994, 10 S.
- [14] DIN 38402 Teil 12: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A). Probenahme aus stehenden Gewässern (A 12), Juli 1985
- [15] DIN 38402 Teil 15: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A). Probenahme aus Fließgewässern (A 15), Juli 1986
- [16] Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland, Schwebstoffuntersuchungen / Hrsg. von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser. Bearb. vom LAWA-Arbeitskreis "Qualitative Hydrologie Fließgewässer" (QHF); (Stand 1996). 1999, Kulturbuchverlag Berlin. - 88 S.
- [17] Entwicklung einer Verfahrensrichtlinie „Sedimente und Schwebstoffe“, Abschlussbericht UBA Projekt FKZ 30102013, Berlin, Oktober 2005, Berichtsteil - 128 S, Anhang Tabellen und Karten – 230 S.  
[http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/publikat/Abschlussbericht\\_FKZ30102013.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/publikat/Abschlussbericht_FKZ30102013.pdf)  
[http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/publikat/Anhang-Abschlussbericht\\_FKZ30102013.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/publikat/Anhang-Abschlussbericht_FKZ30102013.pdf)
- [18] D. Steffen: Untersuchung von Schwebstoffen, Internet-Beitrag des NLWKN, Februar 2007, 3 S. [http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C35124351\\_L20.pdf](http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C35124351_L20.pdf)
- [19] H. Mundschenk und P. Wengler: Der Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl und seine Aus- und Nachwirkungen in deutschen Oberflächengewässern, Bericht BfG-0405, September 1987, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- [20] H. Mundschenk: Über Nachwirkungen des Reaktorunfalls in Tschernobyl im Bereich der "alten" Bundeswasserstraßen, DGM 36 (1992) 7-19
- [21] A. Neu, L. Goll, H. Völkle, M. Winter: Strontiummeßergebnisse aus der Bundesrepublik Deutschland und aus der Schweiz nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl – eine Zusammenstellung des Arbeitskreises Umweltüberwachung, Schriftenreihe des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.: FS-87-43-AKU (1987), 61 S.



- [22] H. Köthe, K. Thiemann, K. Richter: Geräte für die Probenahme von Gewässersedimenten, Böden und Gesteinen (Baggergut) – eine praxisorientierte Zusammenstellung, Bericht BfG-0974; April 1996, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz
- [23] DIN 38414 Teil 11: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S). Probenahme von Sedimenten (S 11), DIN Deutsches Institut für Normung e.V., August 1987, August 1987, 19. Lfg.
- [24] H. Mundschenk, W. Tolksdorf: Methodische Untersuchungen zur Sedimentation mit Hilfe radioaktiver Leitstoffe am Beispiel eines Kleinhafens am Mittelrhein. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, DGM 32 (1988) S. 110-119.
- [25] DIN 38402 Teil 14: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A). Probenahme von Rohwasser und Trinkwasser (A 14), 03.1986; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., März 1986.
- [26] Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen - Loseblattsammlung (Beginn: 1992), 1-7. Lieferung (1993-2006), Redaktion: L. Hornung-Lauxmann, G. Kanisch, H. Rühle, R. Schelenz, A. Wiechen; bis Ende 2006: Elsevier Urban & Fischer Verlag München; ab 2007: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit,  
[http://www.bmu.de/strahlenschutz/ueberwachung\\_der\\_umweltradioaktivitaet/leitstellen/doc/38038.php](http://www.bmu.de/strahlenschutz/ueberwachung_der_umweltradioaktivitaet/leitstellen/doc/38038.php)
- [27] DIN 38402 Teil 11: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Allgemeine Angaben (Gruppe A). Probenahme von Abwasser (A 11), 06.1985; DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Dezember 1995.
- [28] DIN 38414 Teil 1: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Schlamm und Sedimente (Gruppe S). Probenahme von Schlämmen (S 1), 11.1986.

---

Bitte beachten Sie den Hinweis im Losen Blatt 1.3 „Erläuterungen zur Loseblattsammlung“.