

Tobias Schulze, Mathias Ricking, Andreas Winkler, Asaf Pekdeger

Freie Universität Berlin, Fachbereich Geowissenschaften, Arbeits-  
bereich Hydrogeologie, Malteserstr. 74-100, 12249 Berlin

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Funktion der Probenart</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Zielkompartimente</b> .....	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Festlegungen für die Probenahme</b> .....	<b>4</b>
4.1	Allgemein.....	4
4.2	Auswahl und Abgrenzung der Probenahmeflächen .....	4
4.3	Anzahl und Auswahl der zu beprobenden Punkte je Probenahmefläche .....	5
4.4	Probenahmezeitraum und –häufigkeit .....	5
<b>5</b>	<b>Durchführung der Probenahme von Schwebstoffen</b> .....	<b>6</b>
5.1	Erforderliche Geräte und Reinigungsvorschriften .....	6
5.1.1	Probenahme von Wasserproben .....	6
5.1.2	Probenahme von Schwebstoffe .....	6
5.1.3	Witterungsbeschreibung.....	7
5.2	Probenahmetechnik .....	7
5.2.1	Bestimmung des Schwebstoffgehaltes im Gewässer .....	7
5.2.2	Durchführung der Schwebstoffprobenahme.....	8
<b>6</b>	<b>Dokumentation</b> .....	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b> .....	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Glossar</b> .....	<b>10</b>

**Verfahrensrichtlinien für Probenahme, Transport, Lagerung und chemische Charakterisierung von  
Umwelt- und Humanorganproben**

**Stand: November 2005**

# 1 Zielsetzung

Die Umweltprobenbank (UPB) ist ein wichtiger Bestandteil der Umweltbeobachtung in Deutschland. Sie hat die Aufgabe, ökologisch repräsentative Umweltproben zu sammeln, auf umweltrelevante Stoffe zu untersuchen und veränderungsfrei einzulagern. Auf diese Lagerproben kann langfristig für retrospektive Untersuchungen und Trendanalysen zurückgegriffen werden.

Die routinemäßige Beprobung von Schwebstoffen ist in der fortgeschriebenen Konzeption der UPB (BMU, 2002) vorgesehen. Die erstmalige Beprobung von Schwebstoffen zur Validierung dieser Verfahrensrichtlinie (SOP; standard operating procedure) und zur Einlagerung in die UPB konnte im Jahr 2005 realisiert werden.

## 2 Funktion der Probenart

Schwebstoffe gehören neben dem Wasserkörper und den Sedimenten zu den wichtigsten **Struktur- und Funktionselementen** aquatischer Ökosysteme. Sie werden daher in verschiedenen Programmen und Projekten zur Umweltbeobachtung, Chemikalienüberwachung und Ökotoxikologie zentral oder begleitend als Probenart eingesetzt.

Die **Herkunft, Menge und Zusammensetzung bzw. Beschaffenheit** der Schwebstoffe ist von Gewässer zu Gewässer unterschiedlich und durch das jeweilige Einzugsgebiet (z. B. Geologie, Bodennutzung, Urbanisierung, techn. Stand der Klärtechnologie, usw.) charakterisiert.

Die Menge der Schwebstoffe in der Wasserphase spielt eine **wichtige Rolle für die Gesamtfracht** an organischen und anorganischen Stoffen (ISO 5667-17, 1999; LAWA, 1998; SCHWOERBEL, 1993):

- Ein signifikanter, aber variabler Anteil der Gesamtfracht eines Stoffes in Gewässern wird partikulär gebunden transportiert.
- Die chemische und biologische Zusammensetzung der Schwebstoffe ist variabel und vom Abfluss, von der Jahreszeit, von anthropogenen Einleitungen, vom Nährstoffangebot und von der Witterung im Einzugsgebiet ab-

hängig.

- Die Bindung von hydrophoben organischen Stoffen wird im Wesentlichen durch den Gehalt an organischem Kohlenstoff gesteuert.

Partikulär gebundene Schadstoffe können durch Aufnahme der Partikel durch Wasserorganismen bioakkumuliert werden. Die **Bioakkumulation** führt durch Anreicherung entlang der Nahrungskette von der niederen zur höheren trophischen Stufe zur **Biomagnifikation**, dabei nimmt die Konzentration in den höheren Organismen zu (FENT 2003).

Der **Schwebstoffgehalt** wird in Fließgewässern im Gegensatz zu Stillgewässern durch die Fließgeschwindigkeit und damit durch die **Abflussmenge** gesteuert. Der Schwebstoffgehalt variiert im Fließquerschnitt mit Uferabstand und Tiefe. Die Schwebstoffe werden in Abhängigkeit von Fließgeschwindigkeit und Korngröße bzw. Dichte der Schwebstoffe abgelagert (niedrige Fließgeschwindigkeiten) oder erodiert (hohe Fließgeschwindigkeiten). Dies kann insbesondere im Bereich von staugeregelten Flussabschnitten, Häfen und Altarmen zu **signifikanter Ablagerung** von belasteten Schwebstoffen führen (BOETTCHER & KLOSE, 2003; HAAG et al., 2000; HOLLERT et al., 1999; LAWA, 1998; NAUMANN et al., 2003).

Die **Erosion** dieser Sedimente durch Hochwasserereignisse, Baggermaßnahmen oder Schiffsverkehr (Propellerstrahldruck) kann zu einem erheblichen **Anstieg der Konzentrationen von Schadstoffen** in den Schwebstoffen und der Wasserphase führen. Das kann das ökotoxikologische Potential signifikant erhöhen (BONNET et al., 2000; HAAG et al., 2000; HOLLERT et al., 2000; OEBIUS, 2000; SPEER, 2003; ULRICH et al., 2002).

Die **komplexe Funktion** der Schwebstoffe als **Senke, Transportmedium** und nicht zuletzt **Quelle** partikulär gebundener Stoffe sowie ihre räumliche, zeitliche und milieubedingte Variabilität führt zu einer Vielzahl von grundsätzlich und praktisch zu lösenden Fragen sowohl bei ihrer Probenahme als auch bei der Probenaufbereitung für die Einlagerung in die UPB.

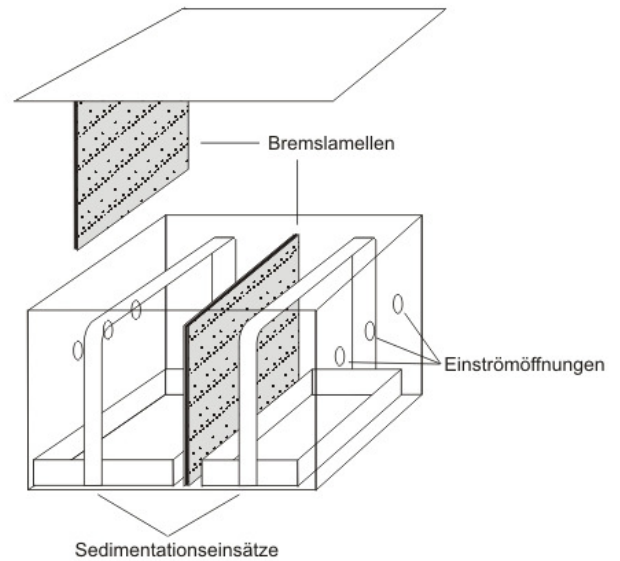
Die **Anforderungen der UPB werden von keiner der bereits vorhandenen Richtlinien** (z. B. ISO 5667-15; ISO 5667-17, 1999; LAWA, 2002) erfüllt, diese SOP gibt daher unter Berücksichtigung vor-

handener Richtlinien folgende Lösungsansätze vor:

- Die einleitende Proben- und Gebietscharakterisierung muss eine detaillierte Beschreibung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Schwebstoffe im Gewässer und der chemisch-physikalischen Eigenschaften der Schwebstoffe einbeziehen.
- Als Voruntersuchung muss eine Kartierung und ggf. Beprobung von Einleitungen erfolgen.
- Die Ausweisung von repräsentativen Probenahme­flächen (PNF) und Probenahmestellen erfolgt in räumlicher Koordination mit den übrigen limnischen Probenarten (Brassen, Dreikantmuscheln, Sedimente).
- Die Entnahme von Schwebstoffen wird an allen PNF aus Vergleichbarkeitsgründen mit mobilen Sedimentationskästen an einer definierten, repräsentativen Probenahmestelle durchgeführt (vgl. Abb. 1).
- Die Probenahme erfolgt direkt im Gewässer, in der Regel in 1 m Wassertiefe, diese ist ggf. durch Aufhängung an Bojen zu gewährleisten.
- Ist eine Entnahme im Gewässer aufgrund der hydrologischen bzw. gewässerbaulichen Verhältnisse nicht möglich, erfolgt die Probenahme mit speziell angepassten Sedimentationskästen in Gebäuden vorhandener Messstationen des Bund-Ländermessnetzes (Entnahme des Flusswassers aus der Druckleitung des Gebäudes).
- Bei jeder Probenahme ist ein Probenahme­protokoll zu erstellen, in dem detailliert das Vorgehen und die Begleitumstände (z. B. Witterung, besondere Vorkommnisse, Veränderungen im Probenahmegebiet (PNG)) festgehalten werden.

**Anmerkungen:** Diese Festlegungen folgen den besonderen Erfordernissen der UPB (u. a. Erfassung aller bekannten und unbekannt im Schwebstoff enthaltenen Stoffe in ihrer aktuellen Form und Konzentration, Bewahrung der Tiefkühlkette von Probenahme bis zur Analytik). Angesichts der sehr unterschiedlichen Verteilung der Schwebstoff- und Schadstoffgehalte innerhalb des

Gewässerkörpers kann diese Lösung insgesamt aus gewässerchemischer und ökotoxikologischer Sicht als optimal bezeichnet werden (DVWK, 1999; LAWA, 1998; LAWA, 2002).



**Abb. 1: Schematischer Aufbau des Sedimentationskastens**

### 3 Zielkompartimente

Schwebstoffe werden nach DIN 4049-1 (1992) definiert als „Feststoffe, die mit dem Wasser im Gleichgewicht stehen oder durch Turbulenz in der Schwebe gehalten werden“. Die in der Regel für die Bestimmung von Schwebstoffen angewandte DIN 38409-2 (1987) definiert die Schwebstoffe neben den Sink- und Schwimmstoffen anorganischer und organischer Zusammensetzung als unter bestimmten Laborbedingungen abfiltrierbare Stoffe (Filtration über 0,45 µm). Kolloide, denen aufgrund ihrer großen Oberfläche eine wichtige Rolle beim Transport gebundener anorganischer und organischer Stoffe zukommt, werden aufgrund ihrer Größe von 0,001 bis 1 µm allerdings nur teilweise erfasst (HOFMANN et al., 2003).

Eine Unterscheidung der in DIN 38409-2 definierten Sink- und Schwimmstoffe von den Schwebstoffen ist in der Praxis nur sehr schwer möglich (NAUMANN et al., 2003). Diese werden im Rahmen dieser Richtlinie zu den Schwebstoffen gezählt.

**Schwebstoffe im Sinne dieser SOP** sind alle Feststoffe in der Wasserphase eines Fließgewässers, die durch das verwendete Probenahmeverfahren (Sedimentationskasten, vgl. Abb. 1) erfasst

werden können und eine Korngröße <2 mm haben (nach Siebung). Es zählen also auch Kleinorganismen (Krebse, Würmer, usw.) dazu, die durch das Rundlochsieb durchpassen und nicht flüchten.

## 4 Festlegungen für die Probenahme

### 4.1 Allgemein

Aufgrund ihrer komplexen geologischen, geochemischen und biologischen Funktionen und der oftmals schwierigen hydrodynamischen Verhältnisse in Fließgewässern erfordert die Probenahme von Schwebstoffen eine besondere Fachkenntnis und Erfahrung. Die Beschreibung der Schwebstoffe mit Feldmethoden (z. B. BGR, 2005), die Auswahl der Probenahmestellen sowie die Charakterisierung der Proben und des Gebietes erfordert mindestens eine Person mit adäquater Fachkenntnis (Erfahrungen in Sedimentologie, angewandter Geochemie und Hydro(geo-)logie), um die Probenahme vorzubereiten und durchzuführen.

Eine prinzipielle Frage bei der Ausweisung von PNF für Schwebstoffe ist die Abhängigkeit der Konzentration und Zusammensetzung der Schwebstoffe von den hydrodynamischen (Strömungsgeschwindigkeit, Abflussmenge), hydrochemischen und hydrobiologischen Gegebenheiten im Einzugsgebiet. Eine weitere wichtige Fragestellung stellt der Einfluss von direkten Einleitungen dar, da es insbesondere an größeren Flüssen erst nach einigen Kilometern zu einer vollständigen Durchmischung innerhalb des Wasserkörpers kommt. Die Probenahmestellen müssen daher so gewählt werden, dass ein direkter Einfluss von Einleitungen ausgeschlossen ist (vollständige Durchmischung).

**Anmerkung:** Eine vollständige Reproduzierbarkeit der Probenahme von Schwebstoffen ist aufgrund der hohen Dynamik fluvialer Systeme (zeitliche und räumliche Variabilität) grundsätzlich nur in Bezug auf die Probenahmetechnik, nicht aber auf die chemisch-physikalische(n) und biologische(n) Zusammensetzung und Eigenschaften der Schwebstoffe möglich.

### 4.2 Auswahl und Abgrenzung der Probenahmeflächen

Vor der ersten Probenahme in einem PNG ist ein Screening zur Festlegung der Probenahmefläche(n) (PNF) bzw. der Probenahmestellen sowie der Beschreibung der (Schad-)Stoffmuster durchzuführen.

Die Auswahl von PNF erfolgt in mehreren Schritten:

- Kontaktaufnahme mit relevanten Behörden und Institutionen
- Auswertung von Literatur, Karten- und Datenmaterial
- Kartierung der PNF und Festlegung möglicher Probenahmestellen.

Die Abgrenzung und Ausweisung der PNF für Schwebstoffe ist im Sinne einer Ökosystemanalyse in räumlicher Nähe zu den PNF der weiteren limnischen Probenarten (Brassen, Dreikantmuscheln, Sedimente) festgelegt. Dies ist für die Ermittlung der Exposition und Gefährdung der biotischen limnischen Probenarten und für die Vergleichbarkeit mit den Sedimentproben sowie der Ausweisung von Gefährdungspotentialen, Stoffbilanzen und von Schadstoffverteilungen unerlässlich.

Die Probenahmestellen sind hierbei aufgrund vorhandener Erkenntnisse und der örtlichen Verhältnisse auszuwählen:

- Beachtung lokaler Strömungsverhältnisse und der räumlichen und zeitlichen Variabilität des Schwebstoffgehaltes aufgrund langjähriger Mittelwerte
- Berücksichtigung von Einleitungen oder anderen Störungen (Kläranlagen, Häfen, usw.)
- Keine Behinderung oder Gefährdung des Schiffsverkehrs und von Messeinrichtungen anderer Institutionen
- Sichere Anbringung von Aufhängungen (Ketten, Gestelle, usw.) um die Position der Sedimentationskästen im Wasser konstant zu halten und einen Verlust der Sedimentationskästen zu verhindern

- Zugang zur Probenahmestelle (Zugänglichkeit auch bei Hochwasser)
- Absicherung der Probenahmestelle, um Vandalismus und Diebstahl zu vermeiden (z. B. im Bereich vorhandener Messstellen oder auf Betriebsgeländen der Wasserschiffahrtsämter).

Die Möglichkeit der Errichtung der Probenahmestelle im Bereich vorhandener Bundes- und Ländermesseinrichtungen ist anzustreben.

Die Gebietscharakterisierung erfolgt durch die Probenahme von Wasserproben zur Bestimmung der horizontalen und vertikalen Schwebstoffkonzentrationsverteilung im Gewässerkörper (ggf. Bestimmung der Trübung), die im Vergleich zu den Abflussverhältnissen ausgewertet wird. Sind geeignete Probenahmestellen festgelegt, wird dort die Probenahme von zumindest einer Schwebstoffprobe für Screeninguntersuchungen durchgeführt. Ggf. sind Zuflüsse und Einleitungen (Nebengewässer, Kanal- und Kläreinleitungen) individuell zu beproben um deren Einfluss zu erfassen. Dabei sind mindestens folgende Parameter zu erfassen:

- Beginn und Ende der Probenahme
  - Entnahme von Wasserproben zur Bestimmung der vertikalen Schwebstoffverteilung (3 Tiefen) (bei Probenahme im Gewässer)
  - Entnahme einer Wasserprobe zur Bestimmung des Schwebstoffgehaltes aus Ringleitung der Messstation (bei Probenahme in Messstation)
  - Wassertemperatur
- Charakterisierung der frischen Schwebstoffprobe (nach. BGR, 2005)
  - Makroskopische Ansprache (Beschreibung, Farbe nach Munsell, Textur)
  - Geruch (ohne, schwach, stark; erdig, faulig, fäkalisch, aromatisch, ölig, sonstige)
  - H<sub>2</sub>S- und Karbonatgehalt mittels 10%iger HCl

Ergänzend sind im Labor weitere Parameter zu ermitteln, mindestens:

- Korngrößenverteilung
- anorganischer und organischer Kohlenstoffgehalt (TIC, TOC)
- Schwermetalle, Metalle und PO<sub>4</sub> nach Königswasseraufschluss
- Nontarget-Untersuchung mit GC-MS und Quantifikation prioritärer organischer Verbindungen

Die erhobenen Daten des Screenings sind in das Informationssystem Umweltprobenbank (IS-UPB) aufzunehmen

Aufgrund der Ergebnisse dieser Kartierung kann abschließend die PNF und Probenahmestellen festgelegt, rechtlich gesichert und im gebietsbezogenen Probenahmeplan beschrieben werden.

Für die langfristige Sicherung einer optimal vergleichbaren Probenahme sind die festgelegten PNF vertraglich gegen störende Veränderungen und Eingriffe Dritter zu schützen. Unvermeidliche Zuwiderhandlungen sind soweit möglich mit genauen Orts- und Zeitangaben kartographisch sowie im Probenahmeprotokoll zu dokumentieren.

#### **4.3 Anzahl und Auswahl der zu beprobenden Punkte je Probenahmefläche**

Die Beprobung der Schwebstoffe erfolgt an einer Probenahmestelle je PNF, die sich im Rahmen des Screenings als repräsentativ für die PNF erwiesen hat und in möglichst räumlicher Nähe zur PNF der anderen limnischen Probenarten befindet.

#### **4.4 Probenahmezeitraum und –häufigkeit**

Die Probenahme der Schwebstoffe erfolgt im jährlichen (monatlichen) Rhythmus zu den in den gebietsbezogenen Probenahmeplänen für jede PNF festgelegten Zeiträumen.

Besondere Probenahmebedingungen (sehr hohe Abflüsse, starke Niederschläge, Baggermaßnahmen)

men, usw.) müssen im Probenahmedatenblatt (PDBI) erwähnt werden.

## 5 Durchführung der Probenahme von Schwebstoffen

Alle bei der Probenahme und der Probenbeschreibung erhobenen Daten sind in den PDBI zu vermerken. Zu jeder Probenahme ist darüber hinaus ein Protokoll mit folgendem Inhalt anzufertigen:

- die für die Probenahme zugrunde liegende Fassung der Probenahmerichtlinie und des gebietsbezogenen Probenahmeplans
- chronologischer Ablauf der Probenahme
- an der Probenahme beteiligte Personen inkl. dem Leiter der Probenahme und externer Helfer
- Abweichungen von der Probenahmerichtlinie und dem gebietsbezogenen Probenahmeplan

Mögliche Störungen (Bagger- oder Spülmaßnahmen, Wasserbaumaßnahmen, Absenkungen in Staubereichen usw.) im Bereich der PNF sind zu erfassen bzw. die zuständigen Behörden und andere Ansprechpartner regelmäßig zu befragen.

### 5.1 Erforderliche Geräte und Reinigungsvorschriften

#### 5.1.1 Probenahme von Wasserproben

- Wasserschöpfer (z. B. Ruttnerschöpfer)
- 1 L Polyethylenflaschen für Wasserproben (in ausreichender Anzahl)
- Thermometer
- Wasserfester Stift
- Kühlbox

#### 5.1.2 Probenahme von Schwebstoffen

- Sedimentationskasten aus Edelstahl (V2A)
- Ortspezifische Hängevorrichtung (siehe GPN)
- Überlaufbecken, Zu- und Ablaufschläuche

und Messbecher zur Bestimmung der Durchflussmenge (bei Probenahme innerhalb Messstation)

- 2 Edelstahlwannen
- 2 Spachtel (Teflon)
- 2 Schaufeln (Polypropylen)
- 2 Edelstahlspatel mit Löffel
- 2 Edelstahlspatel
- 1 Edelstahlpinzette
- Einmahlhandschuhe (Nitril)
- Papiertücher
- Fotoausrüstung
- Munsell-Farbkarte
- HCl (10%)
- Vorratsbehälter und Spritzflaschen mit demineralisiertem Wasser
- Waage (bis mindestens 5 kg, Messgenauigkeit 1 g)
- 1 Edelstahlrundlochsieb (2 mm) sowie Siebböden
- Edelstahlgefäße (2 oder 4 L) mit Deckel und Klammer (unverwechselbar gekennzeichnet mit fest eingravierter bzw. eingestanzter Nummer)
- ggf. zusätzliche Gefäße für Siebrückstand nach Bedarf (z. B. Schott-Duran® Schraubdeckelflaschen, PE-Beutel)
- Kühlbox (ca. 4 °C) zur Zwischenlagerung der Schwebstoffproben vor der Tiefkühlung an heißen Tagen
- Kühlvorrichtungen zum Vorkühlen der Probenbehälter
- Gefriereinheit zum raschen Tiefkühlen der Proben in der LN<sub>2</sub>-Dampfphase (Abb. 2)
- Flüssigstickstoff (LN<sub>2</sub>)
- transportable(r) LN<sub>2</sub>-Dewar(s) für Lagerung und Transport für benötigte Anzahl von Probenbehältern über LN<sub>2</sub>

- Flaschen- und Handbürsten, Edelstahlreinigungspad aus Kunstfaser, ggf.  $\text{HNO}_3$  (5%) sowie Bleichlauge (0,3%  $\text{HCl}$  / 6%  $\text{H}_2\text{O}_2$  / 93,7% Wasser) und demineralisiertes Wasser zur Reinigung der Probenahmegeräte und –werkzeuge vor Ort

Die Vorreinigung der Probengefäße und -geräte im Labor erfolgt in einer Laborspülmaschine mit chlorfreiem Intensivreiniger im ersten Reinigungsgang. Nach Heißspülung (ca. 90–95°C) erfolgt eine Neutralisation mit 30%iger Phosphorsäure und warmem Wasser. Dann erfolgen Heiß- und Kaltspülgänge mit demineralisiertem Wasser. Die Trocknung der Geräte erfolgt bei ca. 200 °C im Trockenschrank. Kunststoffe werden luftgetrocknet.

Die Reinigung des Sedimentationskastens vor Ort erfolgt mit nativem Flusswasser mit Bürsten bzw. Edelstahlreinigungspad und ggf.  $\text{HNO}_3$  oder Bleichlauge. Bei Verwendung der Reinigungsmittel sind die Reste mit Flusswasser abzuspielen (das Abwasser ist vorschriftsgemäß zu entsorgen) und mit Labortüchern nachzuwischen.

Die Probenahmegeräte (Spatel, usw.) werden mit Leitungswasser oder Flusswasser vorgespült und dann intensiv mit demineralisiertem Wasser nachgereinigt und mit Labortüchern getrocknet.

## 5.2 Probenahmetechnik

### 5.2.1 Bestimmung des Schwebstoffgehaltes im Gewässer

Die Bestimmung des Schwebstoffgehaltes erfolgt nach DIN 38409-2 mit gravimetrischer Vakuumfiltration. Die Wasserprobe (1 L) wird mit einem Wasserschöpfer an der Probenahmestelle direkt aus dem Gewässer entnommen. Die Probenahme erfolgt in einem vertikalen Profil mit 2–3 Messpunkten:

- oberflächennah (ca. 50 cm aktuelle Wassertiefe)
- mittlere Wassertiefe im Bereich des Hängebereiches der Sedimentationskästen (ca. 100 cm aktuelle Wassertiefe)
- sohlennah (ca. 50 cm oberhalb Sohle) (eine Aufwirbelung von Sedimenten von der Gewässersohle durch den Wasserschöpfer muss in jedem Fall vermieden werden)

In einer Messstation erfolgt die Probenahme direkt aus der Ringleitung der Messstation. Zur Bestimmung des Wirkungsgrades (Sedimentationsleistung) wird der Ablauf des Sedimentationskastens ebenfalls beprobt.

Die Wasserproben werden in Polyethylenflaschen

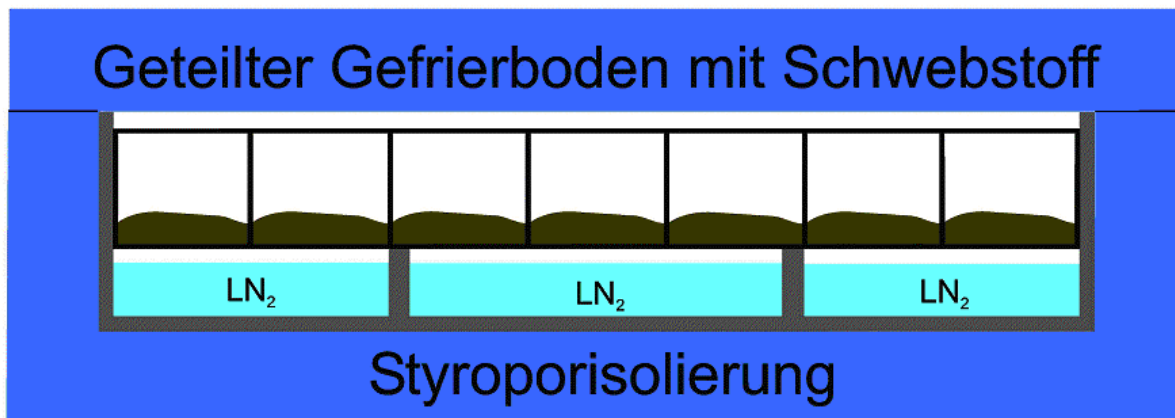


Abb. 2: Schematischer Aufbau der Gefriervorrichtung für Schwebstoff

### 5.1.3 Witterungsbeschreibung

- Luftthermometer

überführt und gekühlt (4° C) ins Labor transportiert. Dort wird nach DIN 38409-2 der Anteil der abfiltrierbaren Stoffe (=Schwebstoffgehalt) bestimmt.

## 5.2.2 Durchführung der Schwebstoffprobenahme

### **Freihängende Probenahme**

Der Sedimentationskasten (mit Sammelschalen) wird an der Probenahmestelle in das Gewässer eingebracht.

Der Sedimentationskasten sollte in frei fließenden Gewässern an einem dynamischen Hängepunkt (z. B. Tonne, Steiger, Schwimmer) befestigt werden, um eine Veränderung der Hängetiefe bei steigendem oder fallendem Pegel zu vermeiden. Der Sedimentationskasten wird mit Ketten oder Drahtseilen so befestigt, dass er waagrecht in ca. 1 m Wassertiefe in der Strömungslinie hängt. Der Sedimentationskasten ist so auszurichten, dass er über die Öffnungen auf der Seite der kleineren Kammer angeströmt wird.

Im Bereich von Stauhaltungen (Oberwasser) kann der Sedimentationskasten an statischen Hängepunkten befestigt werden, da die Stauhöhen in der Regel auf gleichem Niveau gehalten werden.

Bei Fließgeschwindigkeiten von mehr als ca. 1 m/s zu erwarten, kann es zu Störungen bzw. Ausfällen von Proben kommen, da die Sammelleistung abnimmt (LAWA 2002).

Am Ende der Probenahme wird der Sedimentationskasten waagrecht aus dem Gewässer gehoben und das Wasser langsam über die Öffnungen entfernt.

### **Probenahme innerhalb einer Messstation**

Bei der Probenahme innerhalb einer Messstation wird ein speziell angepasster Sedimentationskasten mit einem Schlauchzulauf und -ablauf verwendet. Das Wasser wird als Teilstrom aus der Ringdruckleitung (Flusswasser) der Messstation entnommen. Der Sedimentationskasten wird je nach örtlichen Verhältnissen in einem Becken installiert, um Überschwemmungen durch Überlaufen oder Havarien an der Zu- bzw. Ableitung zu vermeiden.

Der Zulauf ist mit einem Ventil (Membran- oder Kugelventil) zu regeln. Das Ventil wird vor der Probenahme mit einem Durchflussmesser auf den entsprechenden Durchfluss eingestellt. Der

Durchfluss wird im Probenahmeprotokoll vermerkt. Der Durchfluss muss für jede PNF durch Tests optimiert werden.

Für die Zuleitung sind Schlauchmaterialien von solcher Qualität zu verwenden, die eine kontaminationsfreie Zuleitung ermöglichen (z. B. Aquapal). Die Schläuche sind ortsspezifisch für jede Messstation zu benutzen und bei Neuinstallation 30 min mit dem Flusswasser zu konditionieren.

### **Entnahme der Schwebstoffprobe**

Die Sammelschalen werden vorsichtig aus dem Sedimentationskasten entnommen und das überstehende Wasser langsam abgegossen und verworfen. Dabei ist ein Verlust von Schwebstoffmaterial nach Möglichkeit zu vermeiden.

Eine makroskopische Ansprache (Beschreibung, Farbe nach Munsell, Textur), Bestimmung des Geruchs und Ermittlung des H<sub>2</sub>S- und Karbonatgehalt mittels 10%iger HCl ist durchzuführen.

Die Schwebstoffprobe wird über ein Rundlochsieb (<2 mm) quantitativ in den Gefrierboden überführt und 10 min durch rühren und verstreichen vorhomogenisiert.

Sollte eine zu große Probemenge zu verarbeiten sein, wird die Probe in Edelstahlmischwannen vorhomogenisiert und dann erst in die Gefrierschale gesiebt.

Die Gefrierung erfolgt folgend:

- Gefriervorrichtung (Abb. 2) mit LN<sub>2</sub> vorkühlen
- Schwebstoff ca. 0,5 cm hoch in Gefrierboden einfüllen
- Aufteilung einsetzen
- Gefrierboden in Gefriervorrichtung einsetzen und mit Deckel abdecken
- Gefrierboden nach Durchfrieren entnehmen, durch Biegen Aufteilung lösen und leicht aus dem Boden ziehen.
- Schwebstoffwürfel mit Stempel herausschlagen und Schwebstoffe in vorgekühlte und gewogene Edelstahlgefäße überführen
- Edelstahlgefäß mit Schwebstoffmaterial wiegen und in Dewar stellen



Der Siebrückstand (Skelettmaterial, organisches Material, Tierchen etc.) wird beschrieben und das Gewicht abgeschätzt sowie die Beschreibung im PDBI vermerkt.

## 6 Dokumentation

Generell sind alle erhobenen Daten im IS-UPB zu dokumentieren.

Über jede Probenahme ist ein Probenahmeprotokoll anzufertigen, das aus mehreren Probendatenblättern (PDBI.) besteht. Die Probendatenblätter werden wie folgt aufgegliedert:

- PDBI. 1: Beschreibung der Entnahmestelle
- PDBI. 2: Probenahmezeiten, Witterung, Probenahmeverfahren
- PDBI. 2: Entnahme von Wasserproben für die gravimetrische Bestimmung des Schwebstoffgehaltes im Labor
- PDBI. 3: Probenahme – Beschreibung der Proben
- PDBI. 4: Probenahme – Wägungsprotokoll, Behälterliste

### **Beschreibung der Probenahmefläche**

Zur Beschreibung der PNF ist bei Abweichung vom im gebietsbezogenen Probenahmeplan festgelegter Probenahmestelle oder möglicher Störeinflüsse (z. B. neue Wasserbauwerke, Baggermaßnahmen) ein Kartenausschnitt bzw. eine Lage-skizze im Maßstab 1 : 500 oder nötigenfalls 1 : 200 mit genauer Darstellung der Lage der abweichenden Probenahmestelle oder der Störung als Anlage dem Probenahmeprotokoll beizulegen.

Beschreibung der Witterung vor und während der Probenahme (PDBI 1):

Der Witterungsverlauf (Temperatur, Niederschlag, Wolkenbedeckung) im PNG bzw. Gebietsauschnitt zu Beginn und Ende der Probenahme ist im PDBI 1 zu dokumentieren.

Beschreibung des Schwebstoffgehaltes am Anfang und am Ende der Probenahme (PDBI. 2):

Der Gehalt an Schwebstoffen an der Probenah-

mestelle ist mittels einer Beprobung am Anfang und am Ende der Probenahme zu dokumentieren. Befindet sich die Probenahmestelle im offenen Gewässer ist eine Tiefenprofilbeprobung durchzuführen. Befindet sich die Probenahmestelle innerhalb einer Messstation, wird eine Probe aus der Druckringleitung entnommen. Zur Bestimmung und Kontrolle des Wirkungsgrades werden Ablaufproben entnommen.

Als die für die Interpretation von Schwebstoffdaten wichtigsten Parameter sollten der langfristige Verlauf der Abflüsse und die Trübungswerte bzw. Schwebstoffgehalte in einer zeitlichen Auflösung von Tagesmittelwerten dokumentiert und ausgewertet werden. Außerdem sollten besondere gewässerkundliche Informationen, wie z. B. die Stauhöhenabsenkung durch die Gewässerverwaltung im Bereich von Stauwehren möglichst kontinuierlich erfasst werden.

## 7 Literatur

- BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR) (HRSG.) (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung; 5. verbesserte und erweiterte Auflage; Stuttgart; 438 S.
- BOETTCHER, G. & KLOSE, H. (2003) Sedimentationsproblem Iffezheim; In: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.) (2003): Schwebstoffe und Schwebstofftransport in Binnenwasserstraßen; BfG-Veranstaltungen 03/2003; Koblenz, 79-87.
- BONNET, C.; BABUT, M.; FÉRARD, J.-F.; MARTEL, L. & GARRIC, J. (2000): Assessing the potential toxicity of resuspended sediment; *Environ Sci Technol* 19, 1290-1296.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (BMU) (Hrsg.) (2000): Umweltprobenbank des Bundes - Konzeption (Stand: August 2000); Berlin; 27 S.
- DIN 38409-2 (03.1987): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung - Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H) - Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes (H2).
- DIN 4049-1 (12.1992): Hydrologie - Grundbegriffe.
- DVWK (1999): Methoden zur Erkundung, Untersuchung und Bewertung von Sedimenablagerungen und Schwebstoffen in Gewässern; DVWK Schriften 128; Bonn; 418 S.
- FENT, K. (2003): Ökotoxikologie. Umweltchemie, Toxikologie, Ökologie; 2., überarbeitete und erweiterte Auflage; Stuttgart, New York; S.
- HAAG, I.; KERN, U. & WESTRICH, B. (2000): Erosive Freisetzung von partikulären Stoffen aus Ge-

wässersedimenten - Quantifizierung mit Hilfe der Quellkomponenten-Mischungsanalyse; *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 44, 235-243.

HOFMANN, T.; BAUMANN, T.; BUNDSCHUH, T.; VON DER KAMMER, F.; LEIS, A.; SCHMITT, D.; SCHÄFER, T.; THIEME, J.; TOTSCHKE, K.-U. & ZÄNKER, H. (2003): Aquatische Kolloide I: Eine Übersichtsarbeit zur Definition, zu Systemen und zur Relevanz; *Grundwasser* 8, 203-212.

HOLLERT, H.; DÜRR, M.; HAAG, I.; WINN, N.; HOLTEY-WEBER, R.; KERN, U.; FÄRBER, H.; WESTRICH, B.; ERDINGER, L. & BRAUNBECK, T. (1999) Ein kombiniertes hydraulisches und ökotoxikologisches Untersuchungskonzept für die Beurteilung des Erosionsrisikos und des Schädigungspotentials von kontaminierten Sedimenten in staugeregelten Flüssen; In: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.) (1999): Sedimentbewertung in europäischen Flussgebieten (12-14 April 1999 in Berlin); BfG-Mitteilungen 22; Koblenz, 156-160.

HOLLERT, H.; DÜRR, M.; ISLINGER, M.; ERDINGER, L. & BRAUNBECK, T. (2000): Cytotoxicity of settling particulate matter and sediments of the Neckar River (Germany) during a winter flood; *Environ Toxicol Chem* 19, 528-534.

ISO 5667-15 (08.1999): Water Quality - Sampling - Part 15: Guidance on preservation and handling of sludge and sediment samples.

ISO 5667-17 (07.2000): Water quality - Sampling - Part 17: Guidance on sampling of suspended sediments.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) (1998): Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland - Schwebstoffuntersuchungen - Bestandsaufnahme 1996, Empfehlungen; Berlin; 87 S.

LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (LAWA) (2002): Probenahme von Schwebstoffen und Sedimenten; *AQS-Merkblatt P-8/4*.

NAUMANN, S.; BÖGOHOLD, M. & WIEPRECHT, S. (2003) Wirkungsgrad gravimetrischer Labormethoden zur Schwebstoffgewinnung; In: Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.) (2003): Schwebstoffe und Schwebstofftransport in Binnenwasserstraßen; BfG-Veranstaltungen 03/2003; Koblenz, 43-53.

OEBIUS, H. (2000): Charakterisierung der Einflussgrößen Schiffsumströmung und Propellerstrahl auf die Wasserstraßen; *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau* 82, 7-22.

SCHWOERBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie; 7. Auflage; Stuttgart, Jena; 387 S.

SPEER, W. (2003) Schadstoffverhalten beim Spülversuch Iffezheim; In: BfG (Hrsg.) (2003): Schwebstoffe und Schwebstofftransport in Binnenwasserstraßen; BfG-Veranstaltungen 03/2003; Koblenz, 105-117.

ULRICH, M.; SCHULZE, T.; LEIST, E.; GLAß, B.; MAIER, M.; MAIER, D.; BRAUNBECK, T. & HOLLERT, H. (2002): Führt die Prüfung von acetonischen Extrakten von belasteten Sedimenten im Biotest (Bakterienkontakttest, Fischeitest) zu einer Überbewertung der ökotoxikologischen Gefährdung von

Trinkwasser?; *UWSF - Z Umweltchem Ökotox* 14, 132-137.

WEINFURTHNER, K.-H.; KÖRDEL, W.; DREHER, P.; WAGNER, G. & SPRENKART, J. (2004): Richtlinie zur Probenahme und Probenbearbeitung - Boden; Verfahrensrichtlinien für Probenahme, Transport, Lagerung und chemische Charakterisierung von Umwelt- und Humanorganproben; Berlin, 23 S.

## 8 Glossar

### Gebietsausschnitt (GA):

Teilraum eines PNG der Umweltprobenbank des Bundes, der eine klar abgrenzbare funktionelle Einheit der Landschaft darstellt (z. B. Wassereinzugsgebiet). In ihm konzentrieren sich die PNF für die Probenahmen an den einzelnen Probenarten.

### Gebietsbezogener Probenahmeplan (GPN):

Umsetzung der Probenahmerichtlinien der einzelnen Probenarten auf die spezifischen Bedingungen der einzelnen PNG nach erfolgten Screenings. Gebietsbezogene Probenahmepläne für Bodenprobenahme enthalten u. a.

- Angaben über die exakte Größe der PNF
- Angaben über die Probenmengen und -arten
- Detaillierte Karten mit genauen Lagebeschreibungen der PNF und Entnahmestellen

Zusätzlich für die langfristige Durchführung der Probenahme wichtige Punkte, wie notwendige Genehmigungen und Absprachen sowie Betreuungspersonal

### Matrix:

Probenmaterial, z. B. Sedimente, Schwebstoffe

### Nontarget-Untersuchung mit GC-MS:

Qualitative Untersuchung und Identifizierung organischer Verbindungen in einer → Probenart oder → Matrix mit Hilfe der Gaschromatografie / Massenspektrometrie durch Strukturaufklärung und Vergleich mit Referenzverbindungen, Spektrenbibliotheken und Literaturwerten.

### Probenahmefläche (PNF):

Für die Bodenprobenahme homogene Teilfläche innerhalb eines Gebietsausschnittes.

**Screening:**

Voruntersuchung zur Erstellung eines gebietsbezogenen Probenahmeplanes für eine langfristige, kontinuierliche Probenahme.

## Checkliste zur Vorbereitung und Durchführung der Probenahme

<b>Probenart:</b>	<b>Schwebstoff</b>
Zielkompartimente:	Schwebstofffraktion <2 mm
Probenahmezeitraum:	jeweils ca. 4 Wochen
Probenahmehäufigkeit:	12 Probenahmen pro Jahr (1x monatlich)
Erforderliche Ausrüstung für die Geländearbeit:	<p>Probenahme von Wasserproben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wasserschöpfer (z. B. Ruttnerschöpfer)</li> <li>▪ 1 L Polyethylenflaschen für Wasserproben (in ausreichender Anzahl)</li> <li>▪ Thermometer</li> <li>▪ Wasserfester Stift</li> <li>▪ Kühlbox</li> </ul> <p>Probenahme von Schwebstoffproben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sedimentationskasten aus Edelstahl (V2A)</li> <li>▪ Ortspezifische Hängevorrichtung (siehe GPN)</li> <li>▪ Überlaufbecken, Zu- und Ablaufschläuche und Messbecher zur Bestimmung der Durchflussmenge (bei Probenahme innerhalb Messstation)</li> <li>▪ 2 Edelstahlwannen</li> <li>▪ 2 Spachtel (PTFE)</li> <li>▪ 2 Schaufeln (Polypropylen)</li> <li>▪ 2 Edelstahlspatel mit Löffel</li> <li>▪ 2 Edelstahlspatel</li> <li>▪ 1 Edelstahlpinzette</li> <li>▪ Einmahlhandschuhe (Nitril)</li> <li>▪ Papiertücher</li> <li>▪ Fotoausrüstung</li> <li>▪ Munsell-Farbkarte</li> <li>▪ HCl (10%)</li> <li>▪ Vorratsbehälter und Spritzflaschen mit demineralisiertem Wasser</li> <li>▪ Waage (bis mindestens 5 kg, Messgenauigkeit 1 g)</li> <li>▪ 1 Edelstahlrundlochsieb (2 mm) sowie Siebböden</li> <li>▪ Kühlbox (ca. 4 °C) zur Zwischenlagerung der Schwebstoffproben vor der Tiefkühlung an heißen Tagen</li> <li>▪ Kühlvorrichtungen zum Vorkühlen der Probenbehälter</li> <li>▪ Gefriereinheit zum raschen Tiefkühlen der Proben in der LN<sub>2</sub>-Dampfphase</li> <li>▪ Flüssigstickstoff (LN<sub>2</sub>)</li> <li>▪ Flaschen- und Handbürsten, Edelstahlreinigungspad aus Kunstfaser, ggf. HNO<sub>3</sub> (5%) sowie Bleichlauge (0,3% HCl / 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> / 93,7% Wasser) und demineralisiertes Wasser zur Reinigung der Probenahmegeräte und –werkzeuge vor Ort</li> </ul>
Probenverpackung bis zur –aufarbeitung	Edelstahlgefäße (2 oder 4 L) mit Deckel und Klammer (unverwechselbar gekennzeichnet mit fest eingravierter bzw. eingestanzter Nummer), ggf. zusätzliche Gefäße für Siebrückstand nach Bedarf (z. B. Schott- Duran Schraubdeckelflaschen, PE-Beutel)
Probentransport und - zwischenlagerung	Kühlvorrichtungen zum raschen Tiefkühlen und Lagern der Proben in der Gasphase über flüssigem Stickstoff (LN <sub>2</sub> )

# UMWELPROBENBANK DES BUNDES

## Probendatenblatt 1: Entnahmestelle

### Schwebstoff

#### Identifikation

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Probenart
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Probenzustand
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Entnahmedatum (MM/JJ)
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Probenahmegebiet (PNG)
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Gebietsausschnitt (GA)
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Probenahmefläche (PNF)
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	Zusatzangabe

PNF: \_\_\_\_\_

Entnahmestelle: \_\_\_\_

#### Koordinatensystem

UTM

Gauß-Krüger

Geografische Länge und Breite

Rechtswert: \_\_\_\_\_

Länge: \_\_\_\_ ° \_\_\_\_ ' \_\_\_\_ "

Hochwert: \_\_\_\_\_

Breite: \_\_\_\_ ° \_\_\_\_ ' \_\_\_\_ "

Datum: \_\_\_\_\_

Ellipsoid: \_\_\_\_\_

Flusskilometer: \_\_\_\_\_ , \_\_\_\_\_

links

Mitte

rechts

Nutzung:

Bemerkungen:

Bearbeiter:

**UMWELPROBENBANK DES BUNDES**

**Probendatenblatt 2: Probenahme / Witterung**

**Schwebstoff**

**Identifikation**

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Beginn der Probenahme		Ende der Probenahme
____ . ____ . ____	Datum der Probenahme	____ . ____ . ____
____ : ____	Uhrzeit	____ : ____
____	Durchfluss (L / h) SKM	____
____ , ____	Lufttemperatur in 1,5 m Höhe (°C) SKF	____ , ____
____ , ____	Raumtemperatur Messstation (°C) SKM	____ , ____
____	Windstärke in Grad Beaufort (*) SKF	____
____ , ____ , ____ , ____ , ____	Wetterbedingungen (Mehrfachnennungen möglich) (**)	____ , ____ , ____ , ____ , ____

**(\*) Windstärke nach Beaufort:**

- 0 = Windstille (Flaute), glattes Wasser
- 1 = sehr leichte Brise, gekräuselt Wasser
- 2 = leichte Brise, bewegt Blätter, aufgerauhtes Wasser
- 3 = schwache Brise, bewegt Zweige, mäßige Wellen, keine Schaumkronen
- 4 = mäßige Brise, bewegt dünne Äste, erste Schaumkronen
- 5 = frische Brise, bewegt mittlere Äste, voll entwickelte Schaumkronen
- 6 = starker Wind, bewegt dicke Äste, mittlere See, Wellenkämme brechen
- 7 = steifer Wind, schüttelt Bäume, grobe See, Schaumstreifen in Windrichtung

**(\*\*) Art des Niederschlags:**

- 0 = Trockenperiode (sonnig)
- 1 = dauernd bewölkt
- 2 = wechselhaft
- 3 = Nebel
- 4 = Sonne
- 5 = Nieselregen
- 6 = Regen
- 7 = starker Regen
- 8 = Gewitter
- 9 = Schneefall
- 10 = starker Schneefall
- 11 = sonstige

**Probenahmeverfahren**

Sedimentationskasten freihängend (SKF)      Entnahmetiefe: \_\_\_\_ cm

Befestigung:

Mole                       Spundwand                       Dalben                       Boje/Tonne

Ponton                       Anlegestelle                       \_\_\_\_\_

Sedimentationskasten Messstation (SKM)

Zulauf / Durchflussregulierung:

Schlauchlänge: \_\_\_\_ cm       Kugelventil                       Membranventil (PFTE)

**UMWELTPROBENBANK DES BUNDES**

Probendatenblatt 3: Probenahme Wasserproben

Identifikation

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Bezeichnung (*) (PNF - MM - Lfd. Nr.)	Entnahmetiefe _____ cm	Wasser- temperatur _____, ___ °C	Methode (**) (ankreuzen)		Zu-/Abfluss (***) (ankreuzen)		Bemerkungen
			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	
____ - ____ - ____			W	H	Z	A	

(\*) PNF = Kürzel od. Nr.

(\*\*) W = Wasserschöpfer

(\*\*\*) Z = Entnahme Zulauf

H = Wasserhahn / Schlauch

A = Entnahme Ablauf

# UMWELTPROBENBANK DES BUNDES

Probendatenblatt 4: Probenahme Schwebstoffprobe 1 – Schwebstoff

Identifikation

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## Probenbeschreibung

Nr.	Großer Einsatz Textur	Großer Einsatz Farbe	Großer Einsatz Geruch	Großer Einsatz H <sub>2</sub> S-Gehalt	Großer Einsatz CO <sub>2</sub> -Gehalt	Bemerkungen
Nr.	Kleiner Einsatz Textur	Kleiner Einsatz Farbe	Kleiner Einsatz Geruch	Kleiner Einsatz H <sub>2</sub> S-Gehalt	Kleiner Einsatz CO <sub>2</sub> -Gehalt	Bemerkungen

H <sub>2</sub> S-Gehalt	Beschreibung	Klassifikation
H <sub>2</sub> S-frei	Kein H <sub>2</sub> S-Geruch bei HCl-Zugabe	-
H <sub>2</sub> S-haltig	H <sub>2</sub> S-Geruch nach HCl-Zugabe	+
stark H <sub>2</sub> S-haltig	H <sub>2</sub> S-Geruch ohne HCl-Zugabe	++

CO <sub>2</sub> Gehalt	Beschreibung	Klassifikation
karbonatfrei	keine Reaktion, nicht sichtbar	-
sehr karbonatarm	schwache Reaktion, kaum sichtbar	+
karbonathaltig	nicht anhaltendes Aufbrausen nach HCl-zugabe	++
karbonatreich	starkes anhaltendes Schäumen je nach zugegebener HCl-Menge	+++

**Bemerkungen zur Probe:**

---



Identifikation

----- / ----- / ----- / -----

**Bestimmung des Gesamtgewichts nach Homogenisierung**

Nr.	Edelstahlwanne / Mischschale Leergewicht (g)	Edelstahlwanne / Mischschale Vollgewicht (g)	Edelstahlwanne / Mischschale Einwaage (g)	Bemerkungen

**Bestimmung des Gewichtes nach Siebung <2 mm**

Nr.	Gefrierschale Leergewicht (g)	Gefrierschale Vollgewicht (g)	Gefrierschale Einwaage (g)	Beschreibung des Siebrückstandes und Gewicht (ca. g)	Bemerkungen

**Lagerung**

Nummer des Edelstahlgefäßes	Leergewicht (g)	Vollgewicht (g)	Einwaage (g)	Uhrzeit	Bemerkungen
-----					
-----					
-----					