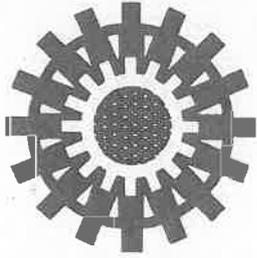




Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland

Schwebstoffuntersuchungen
Bestandsaufnahme Stand 1996
Empfehlungen





Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland

– Schwebstoffuntersuchungen –
Bestandsaufnahme Stand 1996
Empfehlungen

Bearbeitet vom LAWA-Arbeitskreis
„Qualitative Hydrologie der Fließgewässer“ (QHF)
und einer beauftragten Expertengruppe

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Vorsitz: Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern

Schwerin im April 1999

ISBN: 3-88961-226-1

Nachdruck und Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Die vorliegende Veröffentlichung ist zu einem Preis von 20,- DM zu beziehen über den:

Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH

Sprosserweg 3, 12351 Berlin,

Tel: 030/661 84 84; Fax: 030/661 78 28

Internet: <http://www.kulturbuch-verlag.de>

e-mail: kbvinfo@kulturbuch-verlag.de

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Veranlassung	5
2. Ziele und Aufgaben der Schwebstoffuntersuchungen	7
3. Verfahren zur Schwebstoffgewinnung	17
3.1 Zentrifugationsverfahren	17
3.2 Absetzverfahren	19
3.2.1 Stationäre Absetzverfahren	19
3.2.2 Mobile Absetzverfahren	21
3.3 Filtrationsverfahren	23
3.4 Vergleich der Verfahren	25
4. Schwebstoffuntersuchungsprogramme der Bundesländer	27
4.1 Schleswig-Holstein	28
4.2 Hamburg	29
4.3 Niedersachsen	30
4.4 Bremen	31
4.5 Nordrhein-Westfalen	32
4.6 Hessen	34
4.7 Rheinland-Pfalz	35
4.8 Baden-Württemberg	37
4.9 Freistaat Bayern	39
4.10 Saarland	40
4.11 Berlin	41
4.12 Brandenburg	42
4.13 Mecklenburg-Vorpommern	43
4.14 Freistaat Sachsen	44
4.15 Sachsen-Anhalt	45
4.16 Freistaat Thüringen	46
Tabelle 4.1	47
Tabelle 4.2	56
5. Zusammenfassende Empfehlungen	67
6. Ausgewählte Literatur	69

Anlagen

Anlage 1: Zentrifugen-Standardarbeitsanweisung und technische Anmerkungen	73
Anlage 2: Analysenverfahren	79
Anlage 3: Trübungsmessung	81
Anlage 4: Bestimmung der Korngrößenverteilung	83
Anlage 5: Mitglieder des LAWA-Arbeitskreises „Qualitative Hydrologie der Fließgewässer“ (QHF) und der beauftragten Expertengruppe	87
Beilage: Schwebstoffmeßstellen (Stand 1996)	

1. Veranlassung

In den vergangenen Jahren hat die LAWA zum Thema „Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland“ verschiedene Schriften zur Gewässerüberwachung der Fließgewässer vorgelegt:

- Karten der Wasserbeschaffenheit 1982 – 1991 [1]
- Bestandsaufnahme der Untersuchungsprogramme zur Gewässergüteüberwachung – Stand 1993 [2],
- Empfehlung für die regelmäßige Untersuchung der Beschaffenheit der Fließgewässer in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland / LAWA-Untersuchungsprogramm [3],
- Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Band I und II [4]
- Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland – Biologische Gewässergütekarte 1995 [5]
- Empfehlungen zum Einsatz von kontinuierlichen Biotestverfahren für die Gewässerüberwachung [6]
- Die Hauptströme der Flußgebiete Deutschlands [7].

In diesen Schriften wird der Fortschritt des Gewässerschutzes und der Gewässerüberwachung in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland dokumentiert.

Die Entwicklung der auf chemisch-physikalischen und biologischen Verfahren beruhenden Gewässergüteüberwachung hat gezeigt, daß neben den Untersuchungen der Wasserphase die separate Charakterisierung und die Bestimmung der Inhaltsstoffe von Schwebstoffen, Sedimenten und Biota wachsende Bedeutung gewinnen und deren Kenntnis für weitergehende Bewertungen der Belastungen unserer Fließgewässer unumgänglich sind.

Der LAWA-Arbeitskreis „Qualitative Hydrologie der Fließgewässer“ (QHF) hat dazu in einem ersten Schritt den Bereich der Schwebstoffuntersuchungen aufgegriffen.

Schwebstoffe sind nach DIN 4049 „Feststoffe, die mit dem Wasser im Gleichgewicht stehen oder durch Turbulenz in der Schwebelage gehalten werden“. Die Untersuchungen des Schwebstoffgehalts und der spezifischen Beladung von Schwebstoffen sind wesentlicher Bestandteil von Gewässeruntersuchungen, da aufgrund der hohen Adsorptionsfähigkeit viele Schadstoffe in den feinen Partikeln angelagert und angereichert werden. Schadstoffbelastete Schwebstoffe können zu Schäden (z. B. für die aquatischen Lebensgemeinschaften) und Problemen (z. B. beim Umgang mit Baggergut) im Ökosystem Fließgewässer und bei seinen Nutzungen führen.

Derzeit haben bereits viele Fachdienststellen in Deutschland Schwebstoffuntersuchungen in die regelmäßige Gewässerüberwachung integriert. Die Einsicht in die Notwendigkeit dieser Verfahren spiegelt sich auch im LAWA-Meßstellennetz wider; an den 151 Fließgewässermeßstellen ist im Zeitraum von 1988 bis 1996 die Zahl korrespondierender Schwebstoffprobenahmestellen kontinuierlich von 18 auf 50 gestiegen. Hinzu kommen noch rund 30 landeseigene Meßstellen (siehe farbige Abbildung in der Beilage).

Es ist bekannt, daß in den Ländern und Flußgebietsarbeitsgemeinschaften – aufgrund unterschiedlicher Aufgabenstellungen und fehlender Normen – verschiedene Verfahren, insbesondere bei der Schwebstoffprobenahme angewendet werden.

Deshalb hat der LAWA-Arbeitskreis „QHF“ einen Expertenkreis aus den Fachdienststellen des Bundes, der Länder und der Flußgebietsarbeitsgemeinschaften (Anlage 5) beauftragt, den aktuellen Stand des Wissens zusammenzustellen und auszuwerten.

Der LAWA-Arbeitskreis „QHF“ legt hiermit unter dem Obertitel „Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland“ den Bericht „Schwebstoffuntersuchungen – Bestandsaufnahme Stand 1996 – Empfehlungen“ vor. Darin werden

- die Ziele und Aufgaben der Schwebstoffuntersuchung beschrieben,
- die unterschiedlichen Verfahren zur Schwebstoffgewinnung dokumentiert und verglichen,
- eine Bestandsaufnahme der derzeit (Stand 1996) in den Ländern durchgeführten Schwebstoffuntersuchungsprogramme erhoben und
- aufgabenspezifische Empfehlungen aufgestellt.

Der Bericht stellt den bisherigen Wissensstand dar. Die ständig wachsenden Erfahrungen bei der Durchführung und Bewertung von Schwebstoffuntersuchungsprogrammen werden auch künftig zu neuen Erkenntnissen führen.

Diese Dokumentation der derzeitigen Praxis und Erfahrungen soll eine bundesweite Harmonisierung der Untersuchungsprogramme fördern und somit auf der Grundlage zuverlässiger und vergleichbarer Daten eine weitergehende Bewertung auch auf nationaler und internationaler Ebene unterstützen.

2. Ziele und Aufgaben der Schwebstoffuntersuchungen

Zur Ableitung der Ziele und Aufgaben von Untersuchungsprogrammen werden zunächst die wesentlichen Fakten über **Schwebstoffe** [8] in Fließgewässern zusammengestellt:

Die im Wasser mitgeführten Schwebstoffe – erkennbar an der zumeist sichtbaren Trübung – weisen in den verschiedenen Fließgewässertypen eine unterschiedliche **Herkunft** auf.

Grundsätzlich enthalten fließende Gewässer Erosionsmaterial des Gewässerbetts, dessen Menge und Zusammensetzung in erster Linie von der geologischen Formation des Einzugsgebiets bestimmt wird. Im Verlauf seines Transports kann dieses Material durch Adsorption zusätzlicher anthropogener ins Gewässer eingetragene gelöste Schadstoffe binden und anreichern.

Aus dem Uferbereich und der Fläche des Einzugsgebiets werden Feststoffe durch Abschwemmung und Erosion bei Starkregen- und Hochwasserereignissen ebenfalls partikulär in die Gewässer eingetragen. Hierbei kann die Zusammensetzung – in Abhängigkeit von Bodenbelastung, Bodennutzung und Urbanisierungsgrad – bereits stark durch anthropogene Einflüsse vorgeprägt sein.

Die Feststoffe, die über Trennkanalisationen und Mischwasserabschläge ins Gewässer gelangen, nehmen eine Mittelstellung zwischen anthropogener und geogener Herkunft ein.

Letztlich stellt auch die in der Wasserphase schwebende oder an Schwebstoffen adsor-

bierte Biomasse, bestehend aus Phytoplankton, Kieselalgen, Pilzen und Bakterien, einen nach Jahreszeit wechselnden nicht zu vernachlässigenden Anteil am Schwebstoffgehalt.

Im Tidebereich tritt eine von Ebbe und Flut sowie Oberwasserabfluß beeinflusste Vermischung schwach belasteter mariner und belasteter limnischer Schwebstoffe auf. Auf diese spezielle Problematik wird im weiteren jedoch nicht eingegangen.

Der **Schwebstoffgehalt** eines Fließgewässers wird in erster Linie durch die Fließgeschwindigkeit und damit in dem jeweiligen Gewässer auch durch den Abfluß bestimmt. Je größer die Fließgeschwindigkeit ist, umso größer ist auch die Erosionskraft und das Verharren der Feststoffpartikel in der Schwebel. Daraus folgt auch die große Dynamik des Schwebstofftransportes: In fließberuhigten Gewässerabschnitten – z.B. in Staubereichen und Häfen – sedimentieren die Schwebstoffe, um bei steigender Wasserführung weitertransportiert zu werden. In Fließgewässern steigt der Schwebstoffgehalt oft exponentiell mit dem Abfluß, wobei in auflaufendem Hochwasser höhere Gehalte auftreten als bei gleichem Abfluß nach Durchlaufen des Hochwasserscheitels. Die Bundesanstalt für Gewässerkunde unterhält zusammen mit der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes an den Bundeswasserstraßen seit vielen Jahren ein Schwebstoffmeßnetz. In der nachfolgenden Tabelle 2.1 sind aus diesen Untersuchungen einige Angaben zur Schwebstoffführung in den großen Flußgebieten Deutschlands aufgelistet (zur Einordnung der Meßstellen s. a. Meßstellenkarte in der Beilage).

Tab. 2.1: Schwebstoffregime in den großen Flußgebieten Deutschlands (nach [10])

Gewässer	Meßstelle	Jahresreihe	MQ* m ³ /s	Gehalt		Jahresfracht Mio t	Jahresabtrag (t/km ²)
				Mittel	(mg/l) Max.		
Donau	Jochenstein km 2203,8	1975/96	1430	49	3990	3,4	44,5
Elbe	Hitzacker km 523,0	1964/95	730	36	218	0,80	6,16
Rhein	Emmerich km 851,9	1983/95	2360	33	453	2,9	18,2
Weser	Intschede km 329,5	1970/95	321	40	851	0,55	14,7

* langjähriger mittlerer Abfluß an der Meßstelle

Eine sorgfältige Interpretation von Schwebstoffuntersuchungen setzt folglich die Kenntnis des jeweiligen Abflusses und eine Berücksichtigung der Herkunft (z. B. am Rhein erhöhte Wasserspende aus dem alpinen Bereich bzw. aus den Mittelgebirgen) voraus.

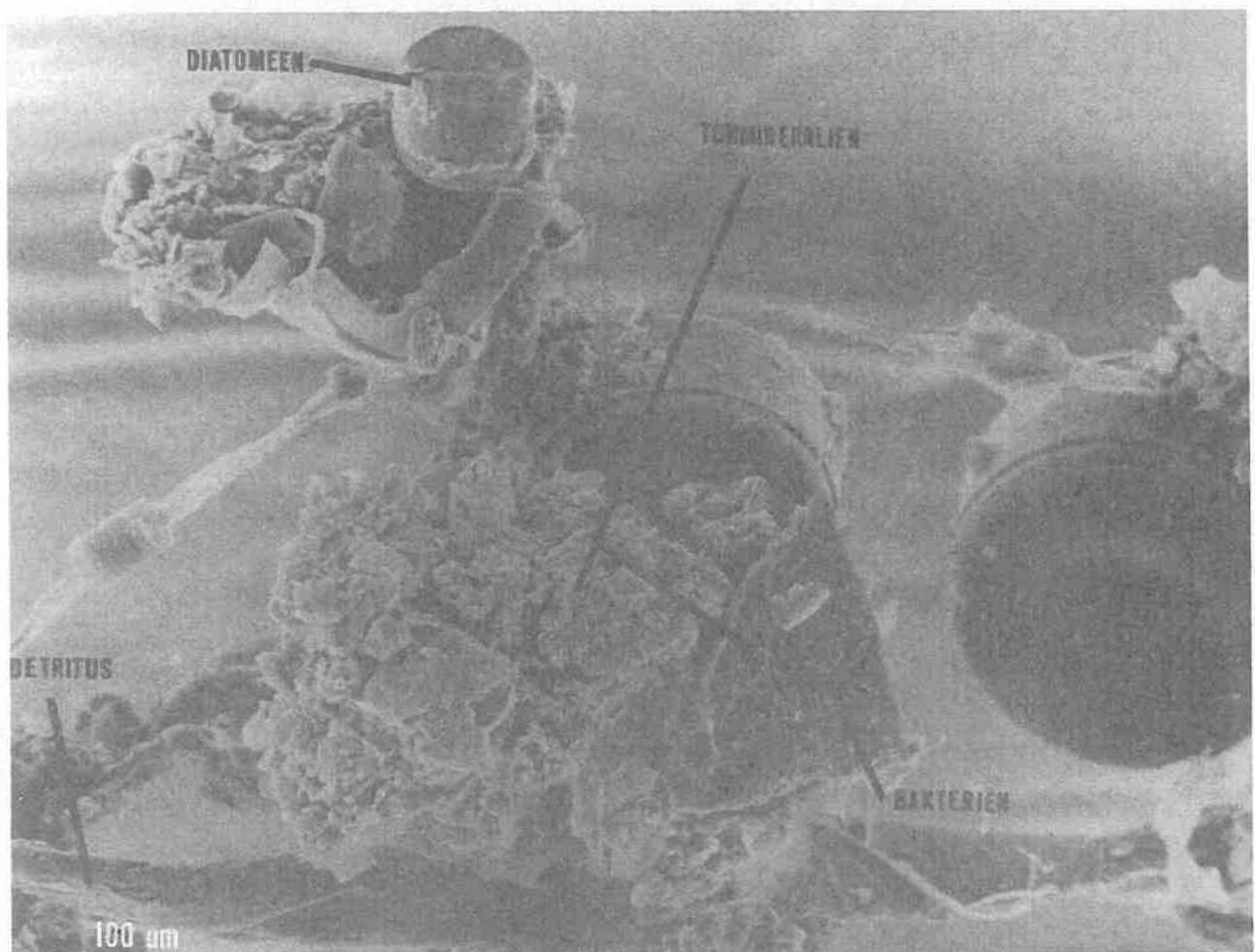
Darüber hinaus sind Schwebstoffgehalte (und deren spezifische Schadstoffbeladung) nicht homogen im Gewässerquerschnitt verteilt; Untersuchungen z.B. im Quer- und Tiefenprofil des Rheins an der niederländischen Grenze haben gezeigt, daß der Schwebstoffgehalt generell mit steigendem Uferabstand und zunehmender Entnahmetiefe ansteigt [9].

Auch die **Charakteristik und Zusammensetzung der Schwebstoffe** sind von Gewässer zu Gewässer verschieden und bestehen zu unterschiedlichen Anteilen aus mineralischen und biogenen Bestandteilen. Wie heterogen die Zusammensetzung einer Schwebstoff-

flocke sein kann, läßt sich anschaulich mit rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen darstellen (siehe Abbildung 2.1); zu den in kristalliner und amorpher Form vorliegenden Einzelkomponenten gehören sowohl geogene als auch biogene Anteile wie Tonminerale, Metallverbindungen, Kieselalgenschalen sowie tote organische Substanz (Detritus) und zusammenkittende Schleime (Ausscheidungsprodukte von Bakterien und Algen). Aufgrund dieser heterogenen Zusammensetzung ist die Anfälligkeit von Schwebstoffen gegenüber mechanischer Beanspruchung bei Probenahme, Lagerung und Transport zu erkennen.

Aus der Heterogenität folgt auch, daß eine Normierung von Schadstoffbelastungen auf spezielle Korngrößenfraktionen und/oder auf den organischen Kohlenstoffgehalt zur Beurteilung der Ergebnisse notwendig sein kann [11,12]. In der Praxis werden sowohl die

Abb. 2.1: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme einer Schwebstoff-Flocke in der Untereibe (entnommen aus [13])



Schwebstoff-Gesamtfraktion als auch für spezielle Fragestellungen definierte Korngrößenfraktionen untersucht.

Die **Korngrößenverteilung** der Schwebstoffe ist ebenfalls von der Fließgeschwindigkeit abhängig. Bei Geschwindigkeiten um 1 m/s sind im oberflächennahen Bereich überwiegend Korngrößen bis 63 µm nachweisbar. Laserbeugungsspektrometrische Untersuchungen zur Korngrößenverteilung zeigen flußgebietspezifisch wechselnde Anteile in der Tonfraktion (< 2 µm) und den Schlufffraktionen (2 – < 63 µm).

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung (Anlage 4) ist eine weitere wichtige Größe zur Beurteilung der Schadstoffbelastung der Schwebstoffe. Z. B. können bei anlaufendem Hochwasser in der Schwebstoffprobe größere Anteile von Sand enthalten sein, die in der Regel geogenen Ursprungs und unbelastet sind. Dies führt durch „Verdünnung“ zu einer scheinbar geringeren Schadstoffbelastung des Gesamt-Schwebstoffs.

Die **chemische Zusammensetzung und Schadstoffbelastung** der Schwebstoffe hängt von der mineralischen Herkunft und der anthropogenen Belastung des Gewässers ab.

Aus beiden Quellen resultiert die Belastung mit Metallen, die in Gewässern überwiegend an Schwebstoff gebunden vorliegen. Unter dem Gesichtspunkt des Schadstoffpotentials sind dabei die **Schwermetalle und Arsen** von besonderer Bedeutung. Auch **Radionuklide** reichern sich gegenüber dem Wasser deutlich an, so daß die Schwebstoffe auch in radiologischen Meßprogrammen untersucht werden.

Die **Verteilung** von Schadstoffen zwischen den verschiedenen Phasen wie Wasser und Schwebstoff folgt grundsätzlich thermodynamischen Gesetzmäßigkeiten.

Bei **Schwermetallen**, die zumeist überwiegend an den Schwebstoffen adsorbiert vorliegen, konnte anhand ausführlicher Versuche im Rhein nachgewiesen werden, daß die theoretischen, aus Laborversuchen ermittelten Verteilungskoeffizienten in Fließgewässern nicht konstant eingehalten werden. Analysen des Wassers und korrespondierender Schweb-

stoffe aus zwei Meßserien an den sechs internationalen Rheinmeßstellen (Dokument IKSR Am 73/96) zeigten, daß die praktisch ermittelten Verteilungskoeffizienten über einen großen Bereich schwanken und hinsichtlich Metall, Probenahmetermin und Meßstelle keinen erkennbaren Trend aufweisen.

Organische Schadstoffe verteilen sich in einem Fließgewässer nach chemodynamischen Gesetzmäßigkeiten zwischen den verschiedenen Phasen. Die Verteilung im Gewässer findet zwischen der flüssigen Phase einerseits und den Feststoffphasen Schwebstoff und Oberflächensediment andererseits statt. An der Grenzfläche Wasser/Atmosphäre verteilen sich die organische Schadstoffe zwischen der flüssigen Phase und der Gasphase.

Vernachlässigt man diese Verteilung in einer vereinfachten Darstellung bei mittel- bis schwerflüchtigen organischen Verbindungen und berücksichtigt nur neutrale organische Verbindungen, so ergibt sich für die Verteilung eines organische Schadstoffes zwischen der Feststoffphase (Schwebstoff, Sediment) und der Wasserphase [4,14]:

$$K_d = \frac{C_{\text{Fest}}}{C_{\text{Wgel}}} \quad (1)$$

K_d (l/kg): Verteilungskoeffizient;

C_{Fest} (mg/kg Trockensubstanz):

Konzentration des organischen Schadstoffes in der Feststoffphase;

C_{Wgel} (mg/l):

Konzentration des gelösten organischen Schadstoffes in der Wasserphase;

Die Gesamtkonzentration eines organischen Schadstoffes im Wasserkörper des Gewässers setzt sich zusammen aus der Konzentration des gelösten organischen Stoffes in der Wasserphase und der Konzentration des schwebstoff(partikulär) gebundenen organischen Schadstoffes (C_{Wpart} , µg/l):

$$C_{\text{Wges}} = C_{\text{Wgel}} + C_{\text{Wpart}} \quad (2)$$

Gleichung (3) gibt den Anteil des gelösten organischen Schadstoffes im Verhältnis zur Gesamtkonzentration des organischen Schadstoffes (gelöster plus schwebstoffgebundener Anteil) im Wasserkörper an.

$$f_w = \frac{C_{Wgel}}{C_{Wgel} + C_{Wpart}} \quad (3)$$

Für C_{Wpart} kann geschrieben werden:

$$C_{Wpart} = C_{Fest} \cdot C_{Schweb} \cdot 10^{-6} \quad (4)$$

C_{Schweb} (mg/l): Schwebstoffkonzentration im Wasserkörper.

Mit den Gleichungen (1), (3) und (4) ergibt sich:

$$f_w = \frac{1}{1 + K_d \cdot C_{Schweb} \cdot 10^{-6}} \quad (5)$$

Es ist üblich, den Verteilungskoeffizienten K_d auf den organischen Kohlenstoffgehalt in der Feststoffphase zu normieren [14].

Mit

$$K_{oc} = \frac{K_d}{f_{oc}} \quad (6)$$

ergibt sich

$$f_w = \frac{1}{1 + K_{oc} \cdot f_{oc} \cdot C_{Schweb} \cdot 10^{-6}} \quad (7)$$

K_{oc} (1/kg OC): Verteilungskoeffizient, normiert auf den organischen Kohlenstoffgehalt in der Feststoffphase;

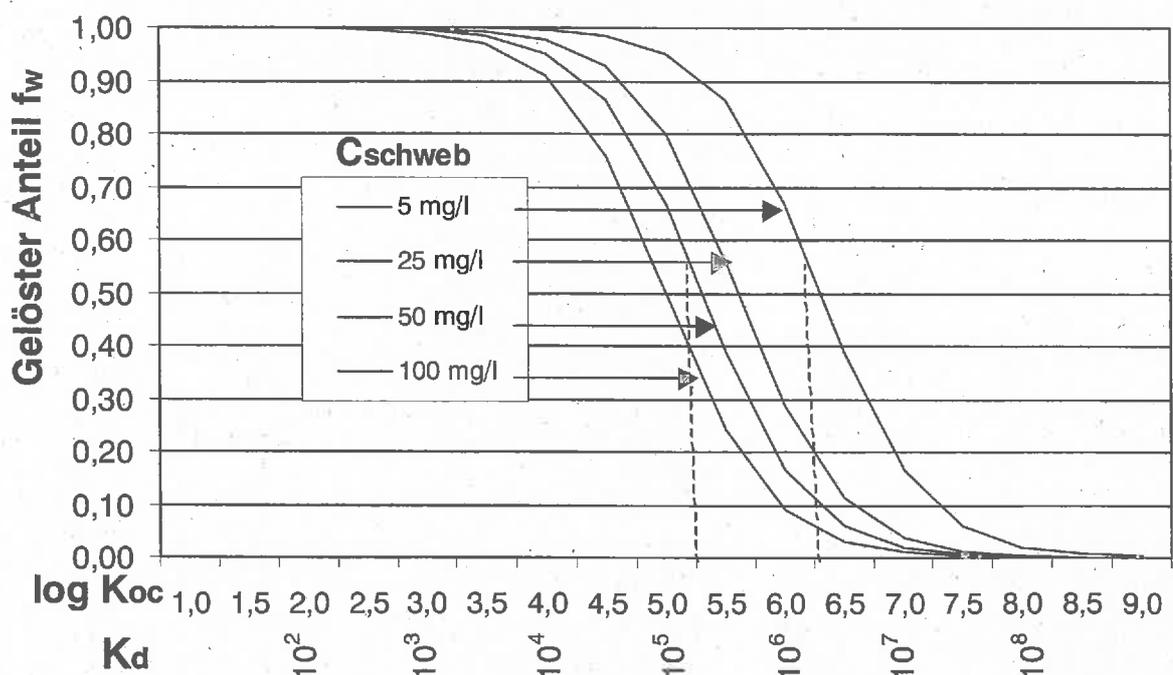
f_{oc} : Anteil des organischen Kohlenstoffes in der Feststoffphase.

Man erkennt aus Gleichung (7), daß der Anteil des gelösten Schadstoffes in der Wasserphase sowohl vom Verteilungskoeffizienten als auch vom Anteil des organischen Kohlenstoffes in der Feststoffphase sowie vom Schwebstoffgehalt C_{Schweb} in der Probe selbst abhängt.

Je größer der Verteilungskoeffizient K_{oc} , je größer der organische Kohlenstoffgehalt f_{oc} und je höher der Schwebstoffgehalt ist, um so kleiner ist der wassergelöste Anteil des organischen Schadstoffes. Abbildung 2.2 verdeutlicht die Zusammenhänge.

Aus Gleichung (7) ergibt sich, daß bei einem großen K_{oc} -Wert (organischer Schadstoff mit

Abb. 2.2: Anteil f_w der im Wasser gelösten Schadstoffkonzentration in Abhängigkeit vom Verteilungskoeffizienten K_d und dem Schwebstoffgehalt C_{Schweb} (Anteil des organischen Kohlenstoffes in der Feststoffphase $f_{oc} = 0,1$)



hoher Lipophilie bzw. großer Affinität zur Feststoffphase) und Schwebstoffkonzentrationen, wie sie im Durchschnitt in Rhein und Elbe vorkommen, die organische Verbindung im Wasserkörper zu einem geringen Anteil gelöst und zu einem großen Anteil an die Schwebstoffphase gebunden ist. Außerdem zeigt Gleichung (7): Je höher die Schwebstoffkonzentration, desto höher der Anteil an schwebstoffgebundenem organischen Schadstoff.

Sehr niedrige Schwebstoffkonzentrationen führen allerdings auch bei einem großen K_d -Wert zu einem hohen Anteil des gelösten organischen Schadstoffs im Wasserkörper.

Um 45 % des Schadstoffes an Schwebstoff zu binden ($f_w = 0,55$, siehe Abb. 2.2) bedarf es bei einem Schwebstoffgehalt von 50 mg/l eines Verteilungskoeffizienten von 10.000, während bei einem Schwebstoffgehalt von 5 mg/l ein Verteilungskoeffizient von 100.000 erforderlich ist.

Berechnung des Verteilungskoeffizienten:

Nach [15] kann der normierte Verteilungskoeffizient K_{oc} für eine große Anzahl neutraler organischer Schadstoffe aus dem Octanol-Wasser Verteilungskoeffizienten (K_{ow}) berechnet werden:

$$K'_{oc} = 0,630 \cdot K_{ow} \quad (8)$$

In der folgenden Tabelle 2.2 sind für einige organische Schadstoffe die K_{oc} -Verteilungskoeffizienten und der prozentuale Anteil der schwebstoffgebundenen organischen Schadstoffe im Wasserkörper angegeben; dabei wurde eine Schwebstoffkonzentration von 25 mg/l und ein f_{oc} -Wert von 0,1 bzw. 0,05 zugrunde gelegt [16].

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß der partikulär gebundene Anteil auch bei sehr ähnlichen Verbindungen – wie z. B. den PCB – sehr unterschiedlich sein kann und daß Aussagen wie „diese oder jene Stoffgruppe ist an Schwebstoffe gebunden“ jeweils einzelstoffspezifisch hinterfragt werden muß.

Darüber hinaus hängt der partikulär gebundene Anteil vom Kohlenstoffgehalt f_{oc} der Matrix ab. Bei kleinerem Kohlenstoffgehalt nimmt der schwebstoffgebundene Anteil ab. Abbildung 2.3 verdeutlicht diese Zusammenhänge.

Insgesamt kann aber festgestellt werden, daß bei hochakkumulativen Stoffen wie PAH, PCB etc. eine Normierung auf den organischen Kohlenstoffgehalt in der Praxis nicht erforderlich ist, da auch bei niedrigen organischen Kohlenstoff-Gehalten der überwiegende Prozentsatz der Stoffe an Schwebstoff gebunden vorliegt. Darüber hinaus ist anzumerken, daß in Fließgewässern die Bedingungen für ein statisches Gleichgewicht nicht immer vorliegen, wie am Beispiel der Schwermetalle gezeigt werden konnte.

Für die Verteilung der organischen Schadstoffe zwischen mineralischen Matrices in der Feststoffphase und der Wasserphase liegen bisher nur wenige Ergebnisse vor [14,17]. Die ermittelten Verteilungskoeffizienten sind als niedrig einzustufen.

In der Wasserphase sind die gelösten lipophilen organischen Schadstoffe aufgrund der niedrigen Konzentrationen z.T. nur mit aufwendigen Anreicherungsverfahren nachweisbar, während sie im Schwebstoff mit vertretbarem analytischen Aufwand bestimmbar sind.

Neuere Untersuchungen zeigen, daß eine beachtliche Adsorption aber auch bei anderen Substanzen – in Abhängigkeit von Lipophilie und Struktur bis hin zu kationischen Reinigungsmittelsubstanzen – auftritt [17].

Die chemische Zusammensetzung der Schwebstoffe unterliegt darüber hinaus auch **jahreszeitlichen Schwankungen**. In planktondominierten Fließgewässern folgt z. B. der **TOC-, N- und P-Gehalt** des Schwebstoffs dem Jahresgang der Algenblüten.

Die Schadstoffbelastung der Schwebstoffe hat wesentliche **Auswirkungen** auf die Schutzgüter des Gewässers. Belastete Schwebstoffe können zu Schäden bei v.a. filtrierenden Gewässerorganismen führen.

Mit abnehmender Fließgeschwindigkeit, z. B. in Staustufen, Altarmen und Häfen sedimentieren Schwebstoffe; die daraus resultierende Belastung der Sedimente kann sich bei den sedimentbewohnenden aquatischen Lebensgemeinschaften schädlich auswirken.

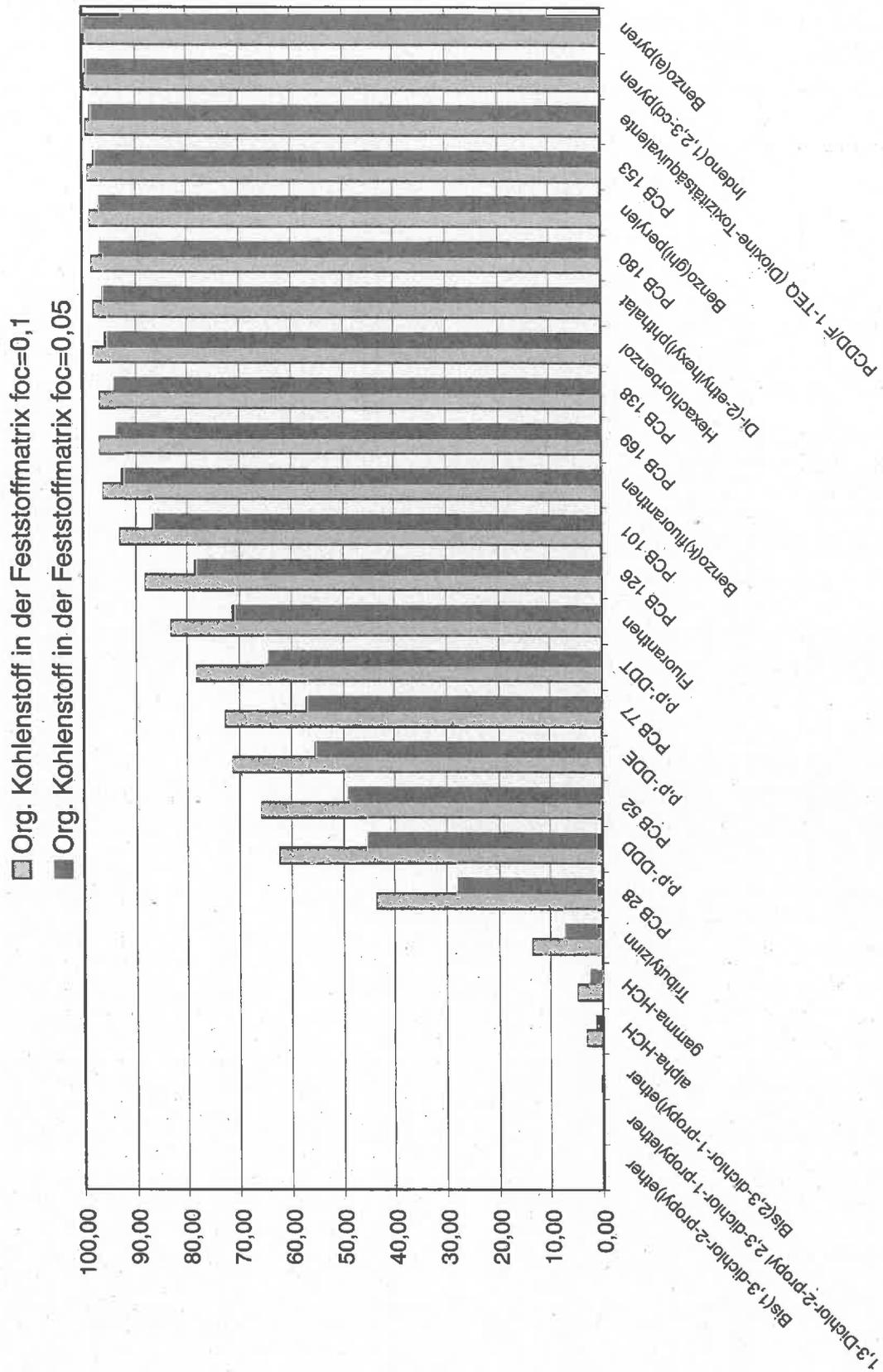
Darüber hinaus können erhöhte Belastungen zu Problemen in Häfen und Sedimentationsgebieten führen, wenn das zur Aufrechterhaltung des Schiffsverkehrs notwendige Baggern der Fahrrinne eine kostenaufwendige Deponierung

des Baggerguts erfordert. Letzlich ist die Untersuchung der Schwebstoffe auch notwendig, um den Eintrag von schwebstoffgebundenen Schadstoffen in die Ästuare zu ermitteln.

Tab. 2.2: Verteilungskoeffizienten ($\log K_{oc}$) organischer Schadstoffe zwischen der Feststoffphase und der Wasserphase sowie die prozentualen Anteile der schwebstoffgebundenen organischen Stoffe im Wasserkörper ($\% C_{Wpartikulär}$) bei einer Schwebstoffkonzentration (C_{Schweb}) von 25 mg/l in Abhängigkeit vom Anteil an organischen Kohlenstoff in der Feststoffmatrix (f_{oc}) [16]

Stoff	$\log K_{oc}$	$C_{partikulär}(\%)$	
		$f_{oc}=0,1$	$f_{oc}=0,05$
Fluoranthren	6,30	83,3	71,4
Benzo(k)fluoranthren	7,00	96,2	92,6
Benzo(a)pyren	8,30	99,8	99,6
Indeno(1,2,3-cd)pyren	8,00	99,6	99,2
Benzo(ghi)perylen	7,40	98,4	96,9
PCB 28	5,49	43,6	27,9
PCB 52	5,89	66,0	49,2
PCB 77	6,03	72,82	57,25
PCB 101	6,72	92,9	86,8
PCB 126	6,47	88,06	78,67
PCB 138	7,11	97,0	94,2
PCB 153	7,55	98,9	97,8
PCB 169	7,08	96,78	93,76
PCB 180	7,39	98,4	96,8
α -HCH	4,10	3,1	1,5
γ -HCH	4,30	4,8	2,4
Hexachlorbenzol	7,26	97,8	95,8
p,p'-DDT	6,16	78,3	64,4
p,p'-DDD	5,82	62,3	45,2
p,p'-DDE	6,00	71,4	55,6
Bis(1,3-dichlor-2-propyl)ether	2,40	0,06	0,03
Bis(2,3-dichlor-1-propyl)ether	2,90	0,20	0,10
1,3-Dichlor-2-propyl- 2,3-dichlor-1-propylether	2,80	0,16	0,08
Di-(2-ethylhexyl)phthalat	7,30	98,0	96,1
Tributylzinn	4,80	13,6	7,3
PCDD/F (Cl ₄ -Cl ₈ -Kongenere)	7,75	99,29	98,60

Abb. 2.3: Schwebstoffgebundener Anteil (%) einiger Substanzen bei unterschiedlichen organischen Kohlenstoffgehalten in der Feststoffphase



Die Ableitung von **Qualitätskriterien** für Schwebstoffe und Sedimente, v.a. hinsichtlich des Schutzes der aquatischen Lebensgemeinschaften ist derzeit ein wissenschaftlich intensiv bearbeitetes, aber noch nicht abgeschlossenes Thema.

Im Bund/Länder-Arbeitskreis „Qualitätsziele“, dem Vorgänger des heutigen LAWA-Arbeitskreises „**Zielvorgaben**“, wurden Zielvorgaben für Schwermetallkonzentrationen im Schwebstoff und Sediment abgeleitet [4, 18]. In Ermangelung ausreichender ökotoxikologischer Daten wurde für das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“ der doppelte obere Wert des bundesweit gemittelten Hintergrundwerts als Zielvorgabe festgelegt. Für das Schutzgut „Schwebstoffe und Sedimente“ wurden die in der Klärschlammverordnung festgelegten Schwermetall-Grenzwerte für Böden als Zielvorgabe herangezogen, um die gefahrlose Verwendung von Baggergut zur Aufbringung an Land sicherzustellen (s. Tabelle 2.3).

Für andere, überwiegend schwebstoffgebundene Schadstoffe (z. B. Hexachlorbenzol) werden Zielvorgaben für die Wasserphase abgeleitet, deren Einhaltung nur mit den Schwebstoffergebnissen überprüft werden kann.

Tab. 2.3: Zielvorgaben für Schwermetalle im Kompartiment Schwebstoff für die Schutzgüter Aquatische Lebensgemeinschaften (A) und Schwebstoffe/Sedimente (S)

Schwermetall	Zielvorgaben in mg/kg	
	Schutzgut A	Schutzgut S
Blei	100	100
Cadmium	1,2	1,5
Chrom	320	100
Kupfer	80	60
Nickel	120	50
Quecksilber	0,8	1
Zink	400	200

Mit den grundlegenden Zielen eines vorsorgenden Gewässerschutzes und einer vorausschauenden Gesamtplanung lassen sich für Schwebstoffuntersuchungen also folgende **Aufgabenschwerpunkte** definieren:

- Nachweis von partikelgebundenen Schadstoffen, die in der Wasserphase nur mit erheblichem analytischen Aufwand bestimmt werden können
- Ermittlung des aktuellen Standes sowie des zeitlichen und örtlichen Trends der Schwebstoffbelastung zur Feststellung und Bewertung der Gewässerbelastung
- Überwachung der Einhaltung festgelegter Anforderungen (Zielvorgaben) an die Gewässerbeschaffenheit ergänzend zu den Wasseruntersuchungen
- Ermittlung des Schadstoffpotentials in schwebstoffbürtigem Sediment und Baggergut in Hinblick auf Sedimentbelastungen in Häfen und Sedimentationsbereichen
- Abschätzung der schwebstoffgebundenen Schadstofffrachten, v. a. zur Kontrolle auf Erfüllung der Meeresschutzvereinbarungen
- Ermittlung und Bilanzierung der Schadstoffbelastung von Schwebstoffen bei Hochwasser
und
- Zuordnung von schwebstoffgebundenen Gewässerbelastungen zu vermuteten Emissionsquellen.

Während die erstgenannten Punkte den Aufgabenstellungen für die Überwachung der Wasserphase entsprechen oder sich bereits aus dem einleitenden Text begründen, sind für die beiden letzten Punkte einige weitere Anmerkungen zu machen:

Bedingt durch die in den vergangenen Jahren gehäuft auftretenden Hochwasserereignisse haben die Länder und Flußgebietsarbeitsgemeinschaften spezielle **Hochwasser-Untersuchungsprogramme** entwickelt. Zur Ermittlung der dabei auftretenden überproportionalen Transporte und Frachten von partikulär gebundenen Schadstoffen sind häufige Schweb-

stoffuntersuchungen in hoher zeitlicher Auflösung erforderlich. Die Ergebnisse erlauben eine Differenzierung zwischen gewässerbürtiger Herkunft, Direkteinleitungen und dem Eintrag aus der Fläche des Einzugsgebiets. Auf dieser Grundlage sind zielgerichtete Maßnahmen zur Schadstoff-Minimierung abzuleiten.

In besonderen Fällen ist mit Schwebstoffuntersuchungen auch die **Ermittlung von Belastungsursachen** möglich. Über einen längeren Zeitraum im Gewässer ausgelegte Sedimentationskästen, z. B. oberhalb und unterhalb einer vermuteten Einleitung, erlauben Aussagen zu Schadstoffeinträgen, die durch Untersuchungen der Sedimente, Abwasser- oder Sickerwasserproben zumeist nicht abgeleitet werden können.

Beispielsweise konnte durch Untersuchungen an Schwebstoffen, schwebstoffbürtigen Sedimenten und Oberflächensedimenten im Elblängsprofil gezeigt werden, daß die Dioxinkontamination der Elbe und ihrer Überschwemmungsbereiche sowie des Hamburger Hafens wesentlich durch die Dioxinbelastung im Raum Bitterfeld mitverursacht wurde [19].

Zur Erfüllung der diversen genannten Aufgaben müssen verschiedenen **Strategien** bei der Schwebstoffprobenahme angewendet werden. Die notwendigen Randbedingungen für eine optimale Probenahmestrategie (vgl. Kap. 5) variieren dabei bezüglich

- der Auswahl der Meßstellen,
- der Art, Dauer und Häufigkeit der Probenahme,
- des geplanten Untersuchungsumfangs und
- der Auswahl des Schwebstoffgewinnungsverfahrens.

Wichtig zur Erfassung der Dynamik des Schwebstofftransportes (z. B. bei Hochwasser) sowie zur Absicherung der Repräsentativität (z. B. der Zentrifugenproben) für die Probenahmestelle/Probenahmezeitpunkt ist die Unterstützung durch häufige Bestimmung des Schwebstoffgehalts bzw. durch kontinuierliche Trübungsmessung (Anlage 3).

Sollen Frachten für Stoffe abgeschätzt werden, die nicht überwiegend an Schwebstoff gebunden vorliegen, darf die analytische Bestimmung dieser Schadstoffe in der Wasserphase nicht vernachlässigt werden.

3. Verfahren zur Schwebstoffgewinnung

3.1. Zentrifugationsverfahren

Zur Schwebstoffgewinnung können Durchflußzentrifugen eingesetzt werden, die bis zu 1000 Liter Wasser pro Stunde im Durchfluß zentrifugieren können (z. B. Padberg Z41, Z61; Heraeus Laborzentrifugen).

Prinzip des Verfahrens

Flußwasser wird mit einer Pumpe bzw. Tauchpumpe direkt aus dem fließenden Gewässer durch einen Schlauch der Zentrifuge am unteren Teil zugeführt. Durch die Zentrifugalkraft werden die Feststoffteilchen an der Innenwand des Separators (Klärzylinders), der mit einer Teflonfolie ausgekleidet ist, abgeschieden und so von der flüssigen Phase getrennt.

Durchflußzentrifugen können in verschiedenen Weisen eingesetzt werden:

- Gewinnung vor Ort (Wasserzufuhr direkt aus dem Gewässer)
- Gewinnung im Labor (Wasserzufuhr aus einem Reservoir)
- stationärer Einsatz (Einbau einer Durchflußzentrifuge in einer Meßstation)
- mobiler Einsatz (Montage einer Durchflußzentrifuge auf einem Schiff, Autoanhänger etc.).

Beschreibung des Verfahrens

Der Betrieb und die Wartung der Zentrifuge müssen gemäß Betriebsanleitung durchgeführt werden (siehe u. a. auch beispielhafte Standardarbeitsanweisung in Anlage 1). Es ist darauf zu achten, daß

- die Probenahmedauer je nach Schwebstoffgehalt im zu untersuchenden Gewässer entsprechend angepaßt wird
- Materialien verwendet werden, die Kontaminationsfreiheit gewährleisten (z. B. PVC-freier Schlauch, Edelstahltauchpumpe)
- der Schlauchdurchmesser und die Pumpenleistung so dimensioniert sind, daß sich während der Probenahme keine Feststoffteilchen im Schlauch absetzen

- der Wasserzufluß so geregelt wird, daß eine maximale Abscheidung der Schwebstoffe gewährleistet ist (auch bei Beprobung von Hochwasser). Die Durchflußgeschwindigkeit des Wassers sollte so bemessen sein, daß die Aufenthaltszeit der Schwebstoffteilchen im Separator ca. 20 – 25 Sekunden beträgt
- der Wasserdurchsatz gemessen wird, da er zur Berechnung des Schwebstoffgehaltes (getrockneter Schwebstoff/Gesamtwasserdurchsatz) benötigt wird
- die Probe unmittelbar nach erfolgter Probenahme aus dem Zylinder entnommen und der weiteren Probenbehandlung unterzogen wird (ggf. Kühlung)
- für eine Korngrößenbestimmung bei Entnahme der Schwebstoffe aus dem Separator eine repräsentative nasse Teilprobe entnommen wird.

Vorteile

- zeitnahe Auflösung der Probenahme für außergewöhnliche Ereignisse (Hochwasser- und Schadstoffwellen)
- variable Probenahmestellung in Abhängigkeit der Schwebstoffführung möglich
- die Schwebstoffmassen, die mit dieser Methode gesammelt werden können, sind groß (ausreichend für umfassende chemische und physikalische Messungen)
- gute Separierung zwischen Schwebstoff und Wasser, d. h. hohe Abscheiderate zwischen 91 – 98 % [20]
- Frachtabschätzung von überwiegend schwebstoffgebundenen Schadstoffen möglich
- gewässerkundliche Bewertung der Schwebstoffbelastung durch direkten Bezug zum Abfluß möglich
- Probe verändert sich nach der Gewinnung nicht mehr (wird sofort gekühlt bzw. tiefgefroren)
- Beprobung mehrerer Probenahmestellen je nach geographischer Lage in wenigen Tagen möglich
- bei mobilem Einsatz auf einem Schiff sind Quer- und Tiefenfilmmessungen möglich.

Nachteile

- hohe Beschaffungskosten
- hoher Wartungsaufwand bei Dauerbetrieb
hohe Ersatzteilkosten
- personalintensiv bei mobilem Einsatz
- die Gewinnung von Schwebstoffen mit einer Durchflußzentrifuge im Labor ist nur für ortsnahe Probenahmestellen sinnvoll; die Schwebstoffmasse ist beschränkt durch die Transportkapazität der Wasserbehälter, Veränderungen der Schwebstoffe während des Transportes sind möglich, quantitative Gewinnung der Schwebstoffe aus den Transportbehältern ist zu gewährleisten
- hat keinen integrierenden Charakter, sondern kann nur Momentaufnahme sein
- das Flußufer ist bei unzugänglichem Gelände nicht überall zu erreichen
- bei Frost keine Probenahme am Gewässer möglich.

Einsatzbereich und Aussagekraft

Mit einer Zentrifuge lassen sich einzelne gewässerkundliche Ereignisse (z. B. Hochwasserbeprobung oder räumliche Schwebstoffverteilungen) zeitnah erfassen.

Die Analysenbefunde der Schwebstoffuntersuchungen lassen eine Überprüfung der Zielvorgaben zu und zeigen den aktuellen Stand der Belastung der Schwebstoffe mit Schadstoffen. Bei einer Meßreihe über mehrere Jahre lassen sich Trends von Schadstoffkonzentrationen in Schwebstoffen ermitteln.

Durch den Einzelprobencharakter einer Zentrifugenprobenahme ist eine direkte Korrelation zum Abfluß zum Zeitpunkt der Probenahme gegeben, so daß mit einer genügend großen Anzahl von Probenahmen im Jahr (14-tägliche Probenahmen) auch Frachtabätzungen durchgeführt sowie weitergehende gewässerkundliche Bewertungen (z. B. Herkunft von Belastungen) vorgenommen werden können.

Die Zentrifugen der Firma Padberg werden mit Durchflußraten von 300 – 1000 l/h betrieben, so daß nach wenigen Stunden ausreichende Schwebstoffmassen für Schadstoffanalysen und physikalische Untersuchungen gewonnen werden. Änderungen der technischen Betriebsparameter wie Durchflußleistung und Drehzahl im Bereich von 20 % haben keinen Einfluß auf die erzielten Ergebnisse [20]. Es liegt somit eine robuste Probenahmetechnik vor, die für den Probenahmezeitraum ein repräsentatives Bild liefern kann.

Die Laborzentrifugen mit Durchflußraten von 40 l/h müssen zur Gewinnung vergleichbarer Massen einige Tage betrieben werden. Das zu zentrifugierende Wasser (u. U. mehrere m³ je nach Schwebstoffgehalt) muß dazu ins Labor gebracht werden. Auch wenn gewährleistet ist, daß die Schwebstoffe quantitativ ins Labor überführt werden, ist dies nur für ortsnahe Probenahmestellen sinnvoll. Bei eingeschränkter Transportkapazität der Wasserbehälter ist auch die Schwebstoffmasse, die gewonnen werden kann, beschränkt, so daß u. U. nicht alle chemischen und physikalischen Messungen durchgeführt werden können.

Andererseits kann man beim Einsatz von Schwebstoffzentrifugen, die im Labor betrieben werden, auch bei Frost Schwebstoffprobenahmen durchführen.

Bei Bewertungen der Ergebnisse der Schadstoffanalysen und Korngrößenverteilungen ist zu beachten, daß durch die Probenahmeart (Zentrifugieren) der ursprüngliche Zustand des Schwebstoffs verändert werden kann. Die teilweise in den Gewässern als Flocken vorliegenden Schwebstoffe können durch die großen Zentrifugalkräfte, die während der Probenahme auf die Teilchen wirken, zerschlagen werden. Dies ist bei einer Bewertung der spezifischen Schadstoffbelastung definierter Korngrößenfraktionen zu berücksichtigen.

3.2 Absetzverfahren

Prinzip des Verfahrens

Als Absetzen wird das Absinken von Schwebstoffen in strömungsberuhigten Zonen geeigneter Sammelsysteme aufgrund der auf sie wirkenden Schwerkraft bezeichnet, ähnlich wie es in Hafenbecken und Bühnenfeldern geschieht. Frei schwebende und schwimmende Teilchen mit einem spezifischen Gewicht von annähernd oder kleiner 1 g/cm^3 werden durch dieses Verfahren deswegen nicht mit erfaßt. In der Literatur wird bei dem gesammelten Material von frischem, schwebstoffbürtigem Sediment gesprochen.

Die Absetzverfahren unterteilen sich in stationär, stets an eine Meßstation gebundene, und mobil einsetzbare Systeme, die ortsunabhängig verwendbar sind. Im Gegensatz zum Rhein-Einzugsgebiet, wo hauptsächlich Zentrifugationsverfahren zur Gewinnung von Schwebstoffen eingesetzt werden, werden an der Elbe in allen Meßstationen Sedimentationsbecken durch die ARGE-Elbe favorisiert. Mobile Sammelsysteme kommen vor allen Dingen durch die Bundesanstalt für Gewässerkunde und in den Ländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern zum Einsatz.

Einsatzbereich und Aussagekraft

Aufgrund der einfachen Handhabung der einzusetzenden Gerätschaften läßt sich relativ leicht ausreichend Probenmaterial von frischen, schwebstoffbürtigen Sedimenten für die Untersuchung von mehreren Kenngrößengruppen (Schwermetalle, Chlorkohlenwasserstoffe, PAK, zinnorganische Verbindungen, Radionuklide und weitere) sammeln. Die Untersuchungsergebnisse der gewonnenen, mehrwöchigen Mischprobe spiegeln die mittlere Belastung über einen größeren Zeitraum wider. Beim Einsatz von Sedimentationsbecken in Meßstationen läßt sich übers gesamte Jahr eine lückenlose Überwachung von Belastungen bewerkstelligen.

In erster Linie dienen die gewonnenen Daten einer Überprüfung von Zielvorgaben und der Einstufung der jeweiligen Gewässerabschnitten in ein Klassifizierungsschema. Neben

Aussagen zu aktuellen Belastungszuständen lassen sich zusätzlich, insbesondere dann, wenn eine lückenlose Probenahme über Jahre gegeben ist, Trendermittlungen führen.

3.2.1 Stationäre Absetzverfahren

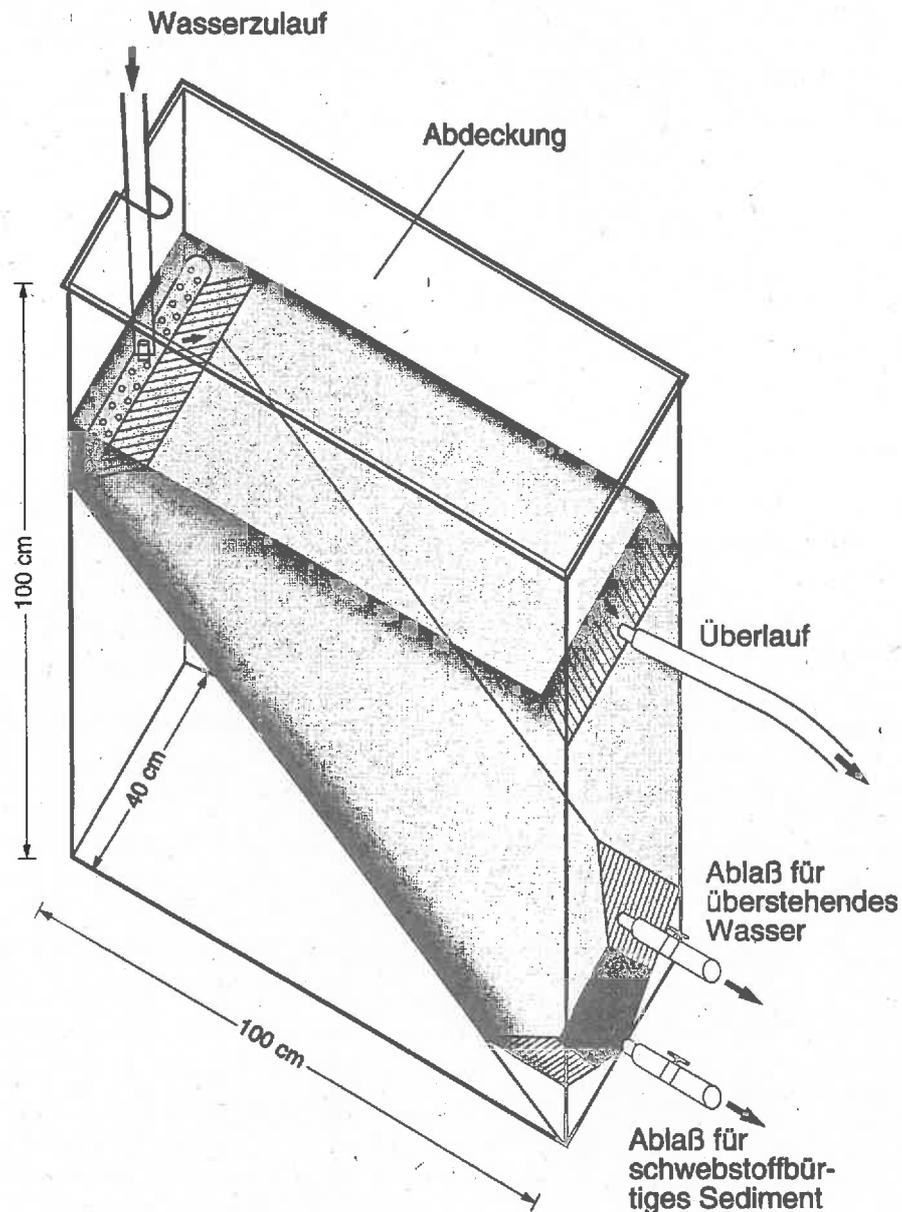
3.2.1.1 Sedimentationsbecken

Beschreibung

An der Elbe wurden Ende der 70er, Anfang der 80er Jahre vom Niedersächsischen Wasseruntersuchungsamt (heutiges NLÖ) und von der Wassergütestelle Elbe (WGE) Sedimentationsbecken zum Einsatz in den vorhandenen Meßstationen entwickelt. Beispielhaft soll die Funktionsweise an den von der WGE eingesetzten Becken erläutert werden. Angefertigt werden die Becken aus Plexiglas, um die Sedimentationsvorgänge und insbesondere das Abziehen des überstehenden Wassers und die Gewinnung des Probengutes beobachten zu können. Ein Teilstrom des in die Meßstation geförderten Wassers wird über den Wasserzulauf durch das Sedimentationsbecken geleitet. Über einen Zuflußhahn im Zulauf wird die Strömungsgeschwindigkeit im Becken auf ca. $0,01 \text{ m/s}$ reduziert, so daß auf der 1 m langen Fließstrecke ein Teil der Schwebstoffe auf die Schräge absedimentieren kann und in den Sammelraum im unteren Bereich des Beckens rutscht. Am Ende des Sammelzeitraumes wird das überstehende Wasser abgelassen, das verbleibende Wasser-Schwebstoff-Gemisch mittels eines Rührers homogenisiert und direkt über den zweiten Ablaufhahn in die für die Untersuchung vorbereiteten Probenahmeflaschen abgefüllt.

Innerhalb des Probenahmezeitraums, der etwa einen Monat beträgt, werden bis zu 5 Litern Feuchtsubstanz gesammelt. Feinstschwebstoffe mit geringer Dichte und freischwebende Planktonorganismen passieren das Becken. Der Wirkungsgrad der Sedimentationsbecken liegt in Abhängigkeit vom Schwebstoffangebot zwischen 20 und 40% . In Stationen mit natürlichem Lichteinfall sollten die Becken wegen der dadurch intensiveren Bildung von Bewuchsorganismen an den Wänden mit einer lichtundurchlässigen Folie gänzlich abgedeckt

Abb. 3.1: Sedimentationsbecken für die Gewinnung von schwebstoffbürtigen Sedimenten



werden. Die Wasserführung erfolgt normalerweise über die Wasserversorgung der jeweiligen Meßstation. Im Bereich der tidefreien Elbe werden Exzenter-Schnecken- bzw. Schlauchpumpen und im Tidebereich Kreiselpumpen eingesetzt. Bei der Untersuchung der Schwebstoffe auf Schwermetalle ist bei einem Einsatz von Exzenter- und Kreiselpumpen allerdings eine mögliche Kontamination durch Abrieb nicht auszuschließen und bei der Qualitätssicherung und Interpretation der Daten entsprechend zu berücksichtigen.

Vorteile

- äußerst wartungsfreier und wenig personalintensiver Betrieb. In der Regel beschränkt sich der Personaleinsatz im monatlichen Rhythmus auf das Reinigen des Beckens und der Zuflußleitungen sowie das Abfüllen des Probengutes selbst
- sehr geringe Anschaffungs- und Betriebskosten
- außer in den Wintermonaten zu Zeiten geringer Bioproduktion von Schwebstoffen fällt eine ausreichendes Probenvolumen (5 – 8 l Feuchtsubstanz) für ein umfassendes Untersuchungsspektrum an

- eine lückenlose, kontinuierliche Überwachung der Schwebstoff-Belastung über das gesamte Jahr ist gewährleistet
- in den Sedimentationsbecken wird ein ähnliches Absetzverhalten der Schwebstoffe wie in Hafenbecken und Bühnenfeldern erreicht.

Nachteile

- es wird nur ein geringer Teil der Schwebstoffe erfaßt (20 - 40 % je nach Schwebstoffangebot und Korngrößenverteilung)
- für Frachtbetrachtungen sind zusätzliche tägliche Untersuchungen der Schwebstoffkonzentrationen und des Abflusses notwendig
- mögliche Alterung der Schwebstoffe und Veränderung der Inhaltsstoffe im Laufe des Probenahmezeitraumes bei Raumtemperatur
- eine Wasserzuführung durch Kreisel- oder Exzenterpumpen bei Untersuchung der Schwebstoffe auf Schwermetalle sollte wegen eines möglichen Abriebes vermieden werden.

3.2.2 Mobile Absetzverfahren

3.2.2.1 Sedimentationskasten

Beschreibung

In den Ländern Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Bayern werden zur Schwebstoffsammlung Sedimentationskästen einge-

setzt. Bei den in den einzelnen Ländern verwendeten Kästen handelt es sich um abgedeckte Gefäße mit Außenmaßen von ca. 0,5 • 0,3 • 0,4 m. Durch mehrere Eintrittsöffnungen gelangt das Wasser in das Innere des Kastens, wird dort durch senkrecht angebrachte Platten so umgelenkt, daß die Schwebstoffe in den dadurch entstehenden Absetzräumen sedimentieren können. Das Wasser verläßt den Sedimentationskasten wieder durch die Austrittsöffnungen. Die Kästen werden direkt in das Gewässer ausgebracht und an einer Boje oder landseitig verankert. Im Prinzip läßt dieses Verfahren einen Einsatz an jedem Ort im Gewässer zu, doch sollte die Fließgeschwindigkeit des Gewässers nicht über 1 m/s liegen. Der Probenahmezeitraum ist variabel zwischen ein bis vier Wochen je nach Schwebstoffangebot.

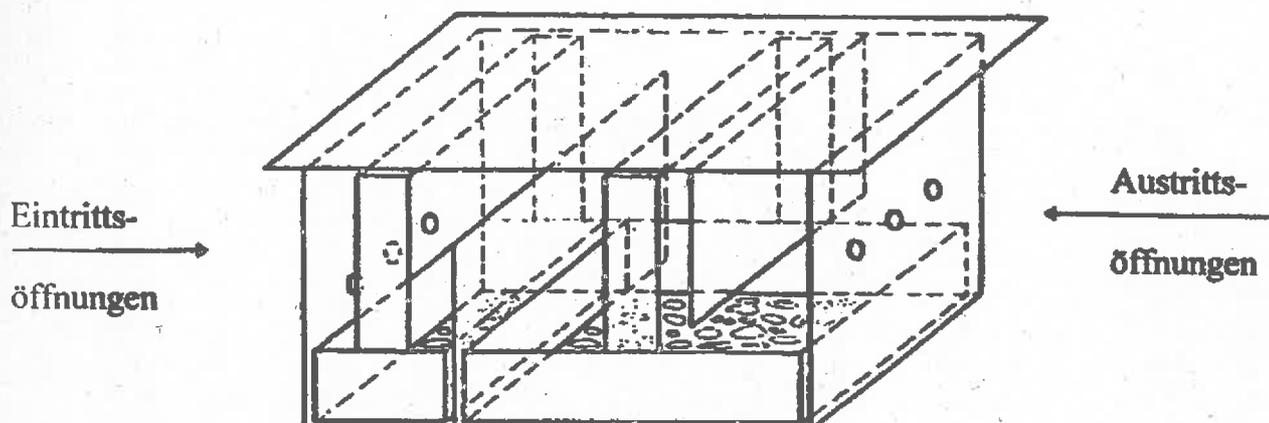
Vorteile

- geringer Personalaufwand und leichte Handhabung der Gerätschaften
- niedrige Anschaffungskosten.

Nachteile

- unvollständige Schwebstoffeffassung
- mögliche Alterung der Schwebstoffe im Laufe des Probenahme-Zeitraums
- bei Fließgeschwindigkeiten im Gewässer von über 1 m/s schlechte Sammelergebnisse

Abb. 3.2: Sedimentationskasten



- geringe Anzahl von Einsätzen, da relativ hoher Verschleiß der Gerätschaften
- Verlust durch Vandalismus sowie bei Hochwasser
- Aufwand für die Sicherung vor der Schifffahrt
- eingeschränkte Einsatzmöglichkeit, da z. B. bei Eisgang der Einsatz nicht möglich ist.

3.2.2.2 „Schwimmende Sammler“ SESAM / BISAM

Beschreibung

Die von der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz entwickelten Schwebstoffsammler wurden zum Einsatz direkt im Gewässer konzipiert [21]. Die zwei Varianten dieses Sammel-systems unterscheiden sich durch ihre äußeren Abmessungen, wobei der größere, SESAM (Seesammler, Gesamtlänge 2 m) für den Einsatz bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten verwendet wird, während BISAM (Binnensammler, Gesamtlänge 1,05 m) im limnischen Bereich eingesetzt wird. Die Sammler werden an eine Trägerboje gehängt und direkt in das Gewässer ausgebracht. Durch die Einlaufdüse, über die der Durchfluß variiert werden kann, strömt das Wasser in den trichterförmigen Innenraum, der als Sedimentationsbecken dient. Durch die Umlenkung der horizontalen in

eine kreisförmige Fließbewegung wird die Verweil- bzw. Aufenthaltsdauer zum Absetzen der Schwebstoffe erhöht. Die Schwebstoffe fallen in die Probenahmeflaschen, die als Auffangbehälter dienen. Je nach Schwebstoffangebot liegt der Probenahmezeitraum, um ein Feuchtvolumen von 1 bis 2 l Schwebstoff zu gewinnen, zwischen zwei bis vier Wochen.

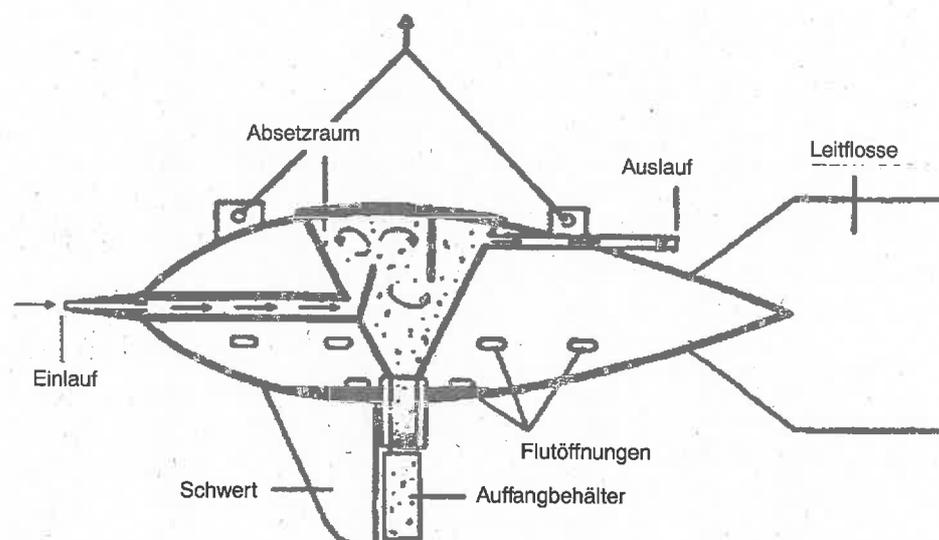
Vorteile

- geringer Personalaufwand und einfache Handhabung
- bei den in diesem Kapitel beschriebenen Probenahmegeräten ist der Schwebstoffsammler zwar die teuerste Variante, im Vergleich zum Einsatz einer Zentrifuge aber eine günstige Alternative
- Einsatzmöglichkeit des Gerätes in verschiedenen Meßtiefen.

Nachteile

- zum Auswechseln der Probenbehälter ist stets ein Schiffseinsatz notwendig
- Sichern des Schwebstoffsammlers vor der Schifffahrt
- keine Einsatzmöglichkeit bei Eisgang
- nur ein geringer Teil der Schwebstoffe wird erfaßt (etwa 35 %).

Abb. 3.3: Schwimmender Schwebstoffsammler „BISAM“



3.3 Filtrationsverfahren

Prinzip des Verfahrens

Eine weitere Möglichkeit zur Schwebstoffprobengewinnung stellt das Filtrationsverfahren dar. Als Filtration wird die physikalische Trennung von Feststoffteilchen aus Flüssigkeiten (Suspensionen) mittels eines geeigneten Filters bezeichnet. Voraussetzung für das Filtrieren ist stets ein Druckunterschied zwischen Zu- und Ablauf des Filtersystems, so daß in der Praxis entweder Überdruck- oder Vakuumfiltrationsgefäße eingesetzt werden. In der Wasserchemie werden üblicherweise Filter einer Porenweite von 0,45 µm verwendet.

Beschreibung des Verfahrens

Die mittels einer Stichprobe (oder aus mehreren Stichproben erstellten Mischprobe) entnommene Wasserprobe muß möglichst rasch gefiltert werden, um eine Veränderung des Gleichgewichtes zwischen den gelöst und partikulär gebunden vorliegenden Untersuchungsanteilen zu minimieren (evtl. Nachfällungen etc.). Dabei sollte die Filtration unter Reinraumbedingungen, z. B. in einer Clean-bench, durchgeführt werden. Es ist darauf zu achten, daß

- die entnommene Wasserprobe unmittelbar vor dem Füllen des Trichters des Filtrationsgerätes homogenisiert wird
- die verwendeten Membranfilter (z. B. Celluloseacetat) gereinigt (vorgespült) und vorgewogen sind
- das Material des Filtrationsgefäßes so gewählt wird, daß die Analysenbefunde nicht beeinflusst werden (Kontamination vermeiden, deshalb z. B. Glas, Teflon verwenden)
- der Filtrationsvorgang nicht zu lange dauert. Das Volumen der zu filtrierenden Wasserprobe sollte so gewählt sein, daß der Filtrationsvorgang in wenigen Stunden bewältigt werden kann, weil es sonst wiederum zu einer Verschiebung des Gleichgewichtes kommen kann (siehe oben)
- bei Anwendung der Druckfiltration das zur Druckerzeugung eingesetzte Gas blindwertfrei und inert ist (z. B. gereinigter Stickstoff)

- von der Charge der verwendeten Membranfilter regelmäßig Blindwerte ermittelt werden, da sie vom Gesamtanalysenwert subtrahiert werden müssen
- die verwendeten Membranfilter einen nicht zu großen Durchmesser aufweisen, da sonst der Blindwert – im Vergleich zum Analysenwert – relativ hoch wäre.

Nach der Filtration wird das Filtrat (gelöster Anteil) mit Säure stabilisiert und die Schwebstoffprobe (Filterrückstand) mit entionisiertem Wasser vorsichtig nachgewaschen, getrocknet und ausgewogen. Bis zur Analyse sollten die Filterrückstände luftdicht verschlossen aufbewahrt werden (z. B. PE-Beutel mit Verschuß).

Vorteile

- gute zeitliche Auflösung („Momentaufnahme“)
- der Aufwand für die Entnahme der Wasserprobe ist relativ gering
- gute Auftrennung Schwebstoff/Wasser
- relativ preisgünstig
- für Frachtenberechnung vorteilhaft, daß bei der Filtration der gelöste Anteil, der bei Frachternormierungen nicht vernachlässigt werden sollte, unmittelbar verfügbar ist
- die Entnahme der Wasserproben sehr variabel gestaltet werden kann (z. B. Aufnahme von Quer- und Längsprofilen).

Nachteile

- der Filter verstopft schnell
- die gewonnene Schwebstoffmasse ist sehr gering (bis etwa 100 mg bei 49 mm Filterdurchmesser), dadurch z. T. relativ großer analytische Fehler
- die Filtration dauert z. T. sehr lange (bei Vakuumfiltrationen teilweise bis zu Tagen), so daß es zu Verschiebungen des ursprünglichen Gleichgewichtes von gelöst zu partikulär gebunden kommen kann
- das System hinsichtlich einer Kontamination (Filter, Trocknung) relativ anfällig ist, da schon geringe von außen eingetragene Verunreinigungen das Ergebnis stark beeinträchtigen können

- nicht für organische Problemstoffe geeignet
- aufgrund der relativ geringen Schwebstoffmasse sind weitergehende Untersuchungen, wie z. B. Korngrößenanalyse, Analyse der Feinkornfraktion, nicht möglich
- aufgrund der Entnahme von Stichproben (kurzes Zeitintervall) sind für eine repräsentative Aussage mindestens 26 Untersuchungen pro Jahr notwendig.

Einsatzbereich und Aussagekraft

Da dem Filtrationsvorgang die Entnahme von Wasserproben vorausgeht, ist der Einsatzbereich vielfältig. Es können innerhalb eines Gewässers Querprofile aufgenommen werden, wobei die Entnahmetiefe – bei Verwendung entsprechender Wasserschöpfer – leicht variiert werden kann. Eine Probenentnahme ist sowohl von Land, Schiffen als auch von Hubschraubern aus möglich, so daß dieses Verfahren auch hinsichtlich der Aufnahme von Längsprofilen eingesetzt werden kann. Zudem können die Wasserproben natürlich auch in den Meßstationen entnommen werden.

Die Analysenbefunde lassen eine Überprüfung der Zielvorgaben zu, geben den aktuellen

Stand der Belastung wider und sind für Frachtbilanzierungen verwendbar.

Die Filtrationsmethode ist allerdings lediglich für Untersuchungen auf Schwermetalle geeignet, organische Problemstoffe lassen sich hiermit nicht erfassen. Hierzu wäre die zur Verfügung stehende Schwebstoffmasse (im mg-Bereich) viel zu gering, außerdem würden die verwendeten (aus organischem Material bestehenden) Membranfilter die Analysenbefunde stark beeinträchtigen (Kontamination, Adsorption).

Da die Wasserproben i. d. R. als Stichproben entnommen werden, sind die Schwebstoff-Befunde einem sehr kurzen Zeitintervall zuzuordnen. Bei einer entsprechen häufigen Untersuchung können die bei Schwebstoffen beobachteten starken Schwankungen innerhalb z. B. eines Untersuchungsjahres (Hochwasser etc.) aufgrund der guten zeitlichen Auflösung erfaßt werden (Extremwerte).

Da die für eine Analyse zur Verfügung stehende Schwebstoffmasse allerdings sehr gering ist und die Qualität der Membranfilter mit einbezogen werden muß, sind die analytischen Schwankungen größer.

3.4 Vergleich der Verfahren

Ein wichtiger Gesichtspunkt bei einem Vergleich der drei angegebenen Verfahren ist die **Gewinnung einer ausreichenden Schwebstoffmasse**. Mit dem Filtrationsverfahren werden so geringe Massen (unterer mg-Bereich) Schwebstoff erhalten, daß man damit nur die Schwermetallanalytik durchführen kann, die wegen der kleinen Schwebstoffmasse u. U. auch noch mit einem relativ großen Fehler behaftet ist. Die Schwebstoffmasse reicht nicht aus für umfangreiche Untersuchungen (Analyse von organischen Spurenstoffen, Ermittlung von summarischen Kenngrößen und Charakterisierungskenngrößen wie TOC und Korngrößenverteilung, Durchführung ökotoxikologischer Testverfahren). Die Anwendung des Filtrationsverfahrens ist deshalb stark eingeschränkt. Da in zeitgemäßen Untersuchungsprogrammen die organische Analytik immer mehr in den Vordergrund tritt, dürfte das Filtrationsverfahren an Bedeutung verlieren. Mit den beiden anderen Verfahren hingegen lassen sich in vertretbarer Zeit genügend große Schwebstoffmassen gewinnen, um umfassende Untersuchungen an Schwebstoffen durchzuführen.

Zur **Trennleistung** verschiedener Methoden bei der Abtrennung von Schwebstoff aus der Wasserphase liegen Ergebnisse des Kernforschungszentrums Karlsruhe vor [22]. Die Trennleistung wurde durch Trübungsmessung im Rheinwasser vor und nach der Isolierung von Schwebstoffen festgestellt. Die Schwebstoffe wurden durch Zentrifugation mit einer Durchflußzentrifuge, mit dem Absetzverfahren und durch Filtration von der Wasserphase getrennt. Bei der angewandten Absetzmethode ließ man Rheinwasser-Schwebstoff in einem Glasbehälter absetzen. Im Ergebnis zeigte die Filtration mit 0,1- μm -Filtern die besten Ergebnisse. Mit der Zentrifugation ließen sich aber schon bessere Ergebnisse erzielen als mit der Filtration durch 0,45- μm -Filter. Erwartungsgemäß lieferte die Absetzmethode die schlechtesten Werte.

Die von der ARGE-Elbe eingesetzten Sedimentationsbecken für Monatsmischproben besitzen lediglich einen Abscheidegrad von 20 – 40 % des durchlaufenden Schwebstoffs

[23]. Für den auf diese Art gewonnenen Schwebstoff hat sich der Ausdruck „schwebstoffbürtige Sedimente“ eingebürgert. Man muß davon ausgehen, daß sich das feinkörnige Material nicht absetzt. Dies ist aber der Teil des Schwebstoffs, von dem angenommen wird, daß er besonders gut Schwermetalle und organische Spurenstoffe adsorbiert. Insbesondere bei den organischen Spurenstoffen ist es fraglich, ob die Analysenergebnisse von schwebstoffbürtigen Sedimenten und von Zentrifugen-Schwebstoffen vergleichbar sind. Sie wären nur dann vergleichbar, wenn – gleiche Zeitdauer der Probenahme vorausgesetzt – die Analysenergebnisse im wesentlichen übereinstimmen. Zu diesem Problem gibt es erste grundlegende Untersuchungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde am Beispiel der Elbe bei Dresden [24]. Dabei wurden bei einer Probenahmedauer von sechs Stunden vier Schwebstoffentnahmetechniken miteinander verglichen (Druckfiltration, Sedimentationsbecken, Schwebstoffsammler BISAM und Durchflußzentrifuge). Der Feinanteil (< 63 μm) in der Probe aus der Durchflußzentrifuge ist dabei gegenüber der Druckfiltration um 10 %, dem Sammler um 20 % und dem Sedimentationsbecken um 30 % erhöht.

Ein weiterer Punkt bei einem Vergleich ist die **Dauer der Probenahme** mittels der verschiedenen Verfahren. Mit dem Filtrationsverfahren können Stichproben und Kurzzeit-Mischproben (24h-Mischproben, evtl. auch Mischproben über wenige Tage) erfaßt werden.

Bei dem Zentrifugationsverfahren können sowohl Stichproben (stichprobenartig kann ein großes Wasservolumen in einen Vorratsbehälter abgefüllt und von da durch die Durchflußzentrifuge gepumpt werden) entnommen als auch Mischproben über eine Zeit bis zu 48 Stunden hergestellt werden. Bei letzterem ist allerdings zu beachten, daß bei hoher Schwebstoffführung im Gewässer die Aufnahmekapazität des Separators sehr viel früher erreicht ist.

Mit den Sedimentationsbecken der ARGE-Elbe werden Langzeit-Mischproben entnommen, im Normalfall Monatsmischproben.

Bedingt durch das Untersuchungsziel ergeben sich Einschränkungen in der Anwendung der

Verfahren. Für die Abdeckung von Belastungsspitzen und die Untersuchung der Belastung bei Hochwasserwellen ist das Zentrifugationsverfahren gut, das Sedimentationsbecken dagegen nicht geeignet. Für langfristige Fracht- und Trendermittlungen ist mit der Zentrifuge eine ausreichende Probenahmefrequenz erforderlich. Diese Untersuchungszwecke sind auch mit dem Sedimentationsbecken (günstige Anschaffungs- und Betriebskosten) zu verwirklichen, wenn die tatsächliche Schwebstoffführung über den Untersuchungszeitraum gesondert ermittelt wird.

Bei den Langzeitproben der Sedimentationsbecken stellt sich das Problem der chemischen und biologischen Veränderung (Abbau von Schadstoffen; evtl. Bildung neuer Stoffe) und die Frage der möglichen Ausgasung leichtflüchtiger organischer Spurenstoffe. Auch dieser Problembereich bedarf noch der eingehenden Klärung.

Effektive Schwebstoffgewinnung ist notwendig, um die Verteilung von organischen Spurenstoffen zwischen Schwebstoff und Wasser zu ermitteln. Die Bestimmung dieser Verteilungen gewinnt an Bedeutung. Bei der Aufstellung von chemischen Gewässeruntersuchungsprogrammen geht man immer mehr dazu über, organische Spurenstoffe nur in den für diese Stoffe relevanten Matrices zu untersuchen. Spurenstoffe, die zum allergrößten Teil partikulär gebunden vorliegen, untersucht man daher sinnvollerweise im Schwebstoff; Stoffe, die sich nahezu vollständig im gelösten Zustand befinden zumeist in der Wasserphase. Wie sich ein organischer Spurenstoff im Wasserkörper zwischen der Wasserphase (gelöster Anteil) und der Schwebstoffphase (partikulär gebundener Anteil) verteilt (s. Kap. 2), ist vor allem abhängig von der Schwebstoffkonzentration im Wasserkörper, der Zusammensetzung des Schwebstoffmaterials und der Adsorptionsfähigkeit (als Maß dafür wird der Octanol-Wasser-Verteilungskoeffizient genommen) des organischen Spurenstoffes an den Schwebstoff. Bei der praktischen Ermittlung der Vertei-

lung muß man die Konzentration des organischen Spurenstoffes sowohl im Schwebstoff als auch im filtrierten Wasser messen. Für die hierzu erforderliche Schwebstoffanreicherung ist nur das Zentrifugationsverfahren geeignet:

Man erhält eine ausreichende Probenmasse für die organische Analytik; die Abtrennung der Schwebstoffphase ist fast vollständig; und die Probenahme ist in einem kurzen Zeitraum realisierbar, so daß chemische und biologische Veränderungen nahezu ausgeschlossen werden können. Mit einem automatischen Probenahmegerät werden zeitgleich Wasserproben entnommen, die für die Analyse der gelösten Stoffe filtriert werden. Dazu kann auch das Zentrifugat mit nachgeschalteter Filtration benutzt werden.

Trotz der sehr hohen Drehzahlen der Schwebstoffzentrifuge, die grundsätzlich eine entsprechende Standfestigkeit des Gerätes erfordern, hat sich gezeigt, daß ein **mobiler Einsatz der Zentrifuge auf einem Meßschiff** – sogar während der Fahrt – möglich ist.

Dies hat erhebliche Vorteile. Neben dem Ansteuern speziell interessierender Meßpunkte, z. B. in definierten Abständen zu einem Einleiter, können Proben aus der Strommitte entnommen werden. Ferner ist es möglich, auf diese Art Schwebstoff-Tiefenprofile aufzunehmen, um die Gesamtbelastung besser erfassen zu können. Fest auf Meßschiffen installierte Durchflußzentrifugen werden seit mehreren Jahren erfolgreich auf Rhein, Mosel und Saar eingesetzt.

Bei einigen Fragestellungen besteht weiterhin Forschungsbedarf. So fehlen weitere Untersuchungen, die Aussagen über die Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse von Schwebstoffproben nach Gewinnung durch Zentrifugation bzw. von schwebstoffbürtigen Sedimenten aus Sedimentationsbecken erlauben. Ebenfalls unzureichend untersucht sind die chemischen und biologischen Veränderungen sowie die Ausgasungsvorgänge bei Langzeit-Schwebstoffmischproben.

4. Schwebstoffuntersuchungsprogramme der Bundesländer

In den folgenden 16 Unterkapiteln sind die Untersuchungsprogramme der Bundesländer einschließlich der Untersuchungen der Bundesanstalt für Gewässerkunde dargestellt. Dabei werden chronologisch die landesweiten Zuständigkeiten, Schwerpunkte und Untersuchungsprogramme beschrieben.

In der anschließenden Tabelle 4.1 werden die Meßstellen nach Lage, Art der Probenahme und Probenahmefrequenz beschrieben. Tabelle 4.2 enthält die Kenngrößen, die in den verschiedenen Meßprogrammen der Bundesländer untersucht werden.

Die Lage der Meßstellen nach Tabelle 4.1 geht auch aus der Übersichtskarte hervor, die als Beilage angefügt ist. Man sieht, daß in der Bundesrepublik Deutschland zwischenzeitlich an zahlreichen Meßstellen Schwebstoffmessungen erfolgen. Die Auflistung mit Stand 1996 belegt, daß die meisten großen und mittelgroßen Fließgewässer einschließlich der Ästuare beprobt werden.

Die Gesamtzusammenstellung der in den einzelnen Meßprogrammen der Bundesländer analysierten Kenngrößen in Tabelle 4.2 ermöglicht eine anschauliche Übersicht. Man erkennt allgemeine Schwerpunkte der Messungen, die praktisch von allen Bundesländern durchgeführt werden sowie Sondermeßprogramme, deren Durchführung auf einige wenige Bundesländer beschränkt ist.

Zu den allgemein durchgeführten Meßprogrammen gehören die Analysen auf Schwermetalle. In einem Großteil der Bundesländer werden TOC, Chlorbenzole, PCB, PAK und an Schwebstoff adsorbierende Pflanzenschutzmittel untersucht. Mit weitaus geringerer Häufigkeit erfolgt die Analyse von organischen Zinnverbindungen und Radionukliden.

Tabelle 4.2 enthält auch die Kenngrößen, die in einigen Ländern in problemorientierten Sondermeßprogrammen bestimmt werden und in den länderspezifischen Texten erläutert sind.

4.1 Schleswig-Holstein



4.1.1 Zuständigkeiten

Das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU) führt nach § 107 des Landeswassergesetzes (LWG) mit den Staatlichen Umweltämtern den gewässerkundlichen Meß- und Beobachtungsdienst in den oberirdischen Gewässern durch. Ferner ermittelt und entwickelt das LANU die technischen und naturwissenschaftlichen Grundlagen für die Ordnung des Wasserhaushalts. Die chemischen Gewässeruntersuchungen werden vom Zentrallabor des LANU durchgeführt.

4.1.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Seit einigen Jahren werden vom LANU Schwebstoffe im Rahmen des ARGE-Elbe-Meßprogramms in Proben der Elbe untersucht. Bestimmt werden Schwermetalle im Filtrat und im Schwebstoff.

Schwebstoffe für die Bestimmung organischer Schadstoffe wurden versuchsweise mittels einer stationären Durchflußzentrifuge gewonnen. Da sich dieses Verfahren als zu zeit- und aufwendig erwies, wird vom LANU 1998 ein mobiler Schwebstoffsammler (Sedimentationskasten) für die Gewinnung mehrwöchiger Mischproben entwickelt. Damit soll künftig die Probenahme auch in kleinen Fließgewässern ermöglicht werden.

4.1.3 Untersuchungsprogramme

Der Untersuchungsschwerpunkt in Schwebstoffen liegt derzeit bei der Schwermetallbestimmung. In der Elbe wird zweiwöchentlich von der Wassergütestelle Elbe ein Querprofil bei Seemannshöft beprobt. Jährlich werden 52 Proben untersucht. Das LANU gewinnt aus den Proben Schwebstoffe und bestimmt die Schwermetallgehalte. Diese Daten dienen zur Eintragungsermittlung im Rahmen des OSPAR-Abkommens.

Viermal jährlich werden im Längsprofil der Tideelbe an vier Meßstellen und dreizehn mal jährlich an drei über die Mittel- und Unterelbe verteilten Meßstellen Proben gezogen. Die Proben werden vom Hubschrauber oder Schiff aus als Stichproben gewonnen und im Labor filtriert (Porenweite 0,45 µm).

Ab 1998 ist eine Ausdehnung des Meßprogramms bezüglich Meßstellen (Nebengewässer der Elbe in Schleswig-Holstein) und Untersuchungsumfang (chlororganische Schadstoffe) vorgesehen.

4.2 Hamburg



4.2.1 Zuständigkeiten

Nach der Zuständigkeitsregelung gemäß Hamburger Wassergesetz (HWaG) ist für die Gewässer- und Einleiterüberwachung die Umweltbehörde Hamburg zuständig. Gewässeruntersuchungen obliegen dem Fachamt für Umweltuntersuchungen.

4.2.2 Landesspezifische Schwerpunkte

An zwei Meßstellen an der Elbe werden im Rahmen eines Pilotprojektes Zentrifugenschwebstoffe entnommen und auf Schwermetalle und organische Spurenstoffe untersucht. Für Untersuchungen auf Organozinn- und Organoquecksilberverbindungen werden Proben aus Sedimentationsbecken gewonnen.

Die Pilotuntersuchungen dienen dazu

- eine grobe Trendabschätzung vorzunehmen
- aktuelle Umweltmeßgrößen zu untersuchen (z. B. dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle, Organozinnverbindungen)
- bei Bedarf Schwebstoffuntersuchungen bei Hochwasserwellen zur Erfassung von Belastungsspitzen durchzuführen.

4.2.3 Untersuchungsprogramme

4.2.3.1 Meßprogramm 1:

ARGE-Elbe-Meßprogramm (Sedimentationsbecken)

Die an der Elbe gelegenen Hamburger Meßstellen Bunthaus und Seemannshöft sind in das ARGE-Elbe Meßprogramm integriert. Mit Hilfe stationärer Sedimentationsbecken werden Monatsmischproben gewonnen und auf bestimmte Schadstoffe bzw. radiologische Kenngrößen untersucht.

4.2.3.2 Meßprogramm 2:

ARGE-Elbe Meßprogramm (Filterrückstand)

Im Rahmen des ARGE-Elbe-Meßprogramms werden im Filterrückstand von Stichproben an den Meßstellen Zollenspieker und Seemannshöft die Schwermetall- und Arsengehalte bestimmt. Darüber hinaus werden zur Bilanzierung des Stoffeintrags der Elbe in die Nordsee an der Meßstelle Seemannshöft im Rahmen internationaler Verpflichtungen (OSPARCOM) im horizontalen und vertikalen Profil für Schwermetalluntersuchungen Einzelproben entnommen, die zu Querprofilmischproben vereinigt werden.

4.2.3.3 Meßprogramm 3:

Pilotuntersuchungsprogramm

Im Pilotuntersuchungsprogramm werden Untersuchungen von Zentrifugenschwebstoffen (mit „Z“ in Tabelle 4.2 gekennzeichnet) auf Schwermetalle, Metalloide und organische Spurenstoffe durchgeführt. Die Proben für Untersuchungen auf Organozinn- und Organoquecksilberverbindungen werden aus Sedimentationsbecken („S“) entnommen.

4.3 Niedersachsen



4.3.1 Zuständigkeiten

Die Überwachung der Gewässerbeschaffenheit wird als Teil des Gewässerkundlichen Landesdienstes vom Niedersächsischen Landesamt für Ökologie (NLÖ) und den Bezirksregierungen wahrgenommen. Gesetzliche Grundlage der Überwachung ist der § 52 des Niedersächsischen Wassergesetzes.

Die Untersuchungen von Schwebstoffen werden dagegen grundsätzlich von NLÖ durchgeführt, die Ausnahme bilden die ARGE-Elbe-Untersuchungen.

4.3.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Die Schwerpunkte der Schwebstoffuntersuchungen des Landes Niedersachsen liegen in der Ermittlung von Schadstoffgehalten (Schwermetalle und organische Problemstoffe), die zur Überprüfung der Zielvorgaben („Qualität des Gewässers“ und zur Ermittlung von Stofffrachten herangezogen werden. Liegen langjährige Meßreihen vor, können auch Trendbeobachtungen angestellt werden.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in den radiologischen Untersuchungen.

4.3.3 Untersuchungsprogramme

4.3.3.1 Meßprogramm 1: Programm zur Überprüfung von Zielvorgaben

Im Vordergrund der Untersuchungen stand von 1993 bis 1995 die Meßstation Boffzen (Oberweser) und ab 1995 wird die Aller bei Verden intensiv untersucht.

Dazu wurden bzw. werden im Abstand von etwa 14 Tagen, also 26 mal pro Jahr, Schwebstoffproben mittels einer stationären Durchlaufzentrifuge gewonnen und sowohl auf Schwermetalle als auch auf bestimmte organische Problemstoffe untersucht.

Die Daten fließen teilweise (mit 4 Untersuchungen pro Jahr) auch in das ARGE-Weser-Meßprogramm ein.

4.3.3.2 Meßprogramm 2: Frachtenprogramm

Innerhalb der PARCOM-Messungen, bei denen u. a. für die Weser und Ems entsprechende Jahres-Stoff-Frachten für die Nordsee zu formulieren sind, ist vorgesehen, die bisher durchgeführten Wasseruntersuchungen hinsichtlich der PCB und PAK durch die Einbeziehung von Schwebstoffuntersuchungen zu ergänzen bzw. zu substituieren. Deshalb werden an den beiden PARCOM-Meßstellen ab März 1996 in der Weser bei Farge (Bremen) und ab Juni 1997 in der Ems bei Herbrum (Tidewehr) mit Hilfe stationärer Absetzbecken Monatsmischproben entnommen und entsprechend untersucht.

4.3.3.3 Meßprogramm 3: ARGE-Elbe-Meßprogramm

Die an der Elbe gelegenen niedersächsischen Meßstationen Schnackenburg, Grauerort und Cuxhaven sind in das ARGE-Elbe-Meßprogramm integriert. Mittels stationärer Sedimentationsbecken werden Monatsmischproben gewonnen und auf bestimmte Schadstoffe bzw. radiologische Kenngrößen untersucht.

4.3.3.4 Meßprogramm 4: Radiologisches Programm

In Niedersachsen werden die radiologischen Schwebstoffuntersuchungen im Rahmen des „Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen - Radioaktivität“ durchgeführt. Die Untersuchung erfolgt auf gewisse γ -Spektrometrie-Meßgrößen, die in Tabelle 4.2 nicht weiter aufgeführt sind.

4.4 Bremen



4.4.1 Zuständigkeiten

Zuständig für den Vollzug der Bremischen Wassergesetze im Gebiet der Stadtgemeinde Bremen ist die Abteilung Wasserwirtschaft des Senators für Frauen, Gesundheit, Jugend, Soziales und Umweltschutz. Im Gebiet der Stadtgemeinde Bremerhaven überwacht der Magistrat der Stadt Bremerhaven den Zustand der Gewässer.

4.4.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Schwebstoffuntersuchungen werden schwerpunktmäßig im Rahmen des ARGE-Weser-Meßprogrammes in der Wesermeßstation Bremen-Hemelingen durchgeführt. Die abweichend vom ARGE-Meßprogramm erhöhte Meßfrequenz erlaubt die Überprüfung von Zielvorgaben und Trendbeobachtungen sowie die Ermittlung von Schadstofffrachten.

4.4.3 Untersuchungsprogramme

Seit 1988 werden die Schwebstoffe der Weser auf Schadstoffe untersucht. Anfangs wurden die Schwebstoffe mittels stationärer Sedimentationsbecken gewonnen. Ab 1994 wurde in der Meßstation Bremen-Hemelingen eine stationäre Laborzentrifuge eingesetzt und seit 1997 steht hier eine stationäre Durchlaufzentrifuge zur Verfügung.

Der Schwerpunkt der Schwebstoffuntersuchungen lag bis 1995 bei der Ermittlung der Schwermetallbelastung. Ab 1995 wurde der Untersuchungsumfang auch auf organische Problemstoffe wie Pflanzenschutzmittel und schwerflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe (z.B. PCB) erweitert. Der Parameterumfang orientiert sich dabei am ARGE-Weser-Meßprogramm. Abweichend davon ist in Bremen die Probenahmefrequenz höher.

Zusätzlich wird im Auftrag der ARGE-Weser alle drei Jahre in der Weser ein Längsprofil (1996; von km 47,1 bis km 351,8) mit einem Laborschiff aufgenommen. Im Rahmen der Weseruntersuchungsfahrt 1996 veranlaßte Bremen die Untersuchung der Schwebstoffproben auf Schwermetalle, TOC, PAK, PCB und zinnorganische Verbindungen.

4.5 Nordrhein-Westfalen



4.5.1 Zuständigkeiten

Das Landesumweltamt (LUA) und die zwölf Staatlichen Umweltämter (StUÄ) sind gemäß Landeswassergesetz (LWG 1995) für die Überwachung der Fließgewässer zuständig.

Zielsetzungen und Aufgabenverteilung wurden mit Erlaß des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft (MURL) festgelegt und als Gewässergüteüberwachungssystem NRW (GÜS, 2. überarbeitete Fassung 1997) eingeführt.

Bei der Immissionsüberwachung nehmen die StUÄ die Aufgaben innerhalb ihrer Dienstbezirke wahr. Die Überwachung des Rheins und seiner Nebenflußmündungen, die Durchführung der zeitnahen Überwachung (Alarmsystem) sowie spezielle landesweite Untersuchungsprogramme (z. B. Sedimentuntersuchungen, westdeutsches Kanalnetz) sind Aufgaben des LUA. Darüber hinaus übernimmt das LUA koordinierende Funktionen in der landesweiten Gewässerüberwachung.

4.5.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Schwebstoffuntersuchungen werden vorwiegend zur Ermittlung der aktuellen Belastung und des Belastungstrends, zur Abschätzung der schwebstoffgebundenen Schadstofffrachten und zur Überprüfung der schwebstoffbezogenen Zielvorgaben durchgeführt.

In variablen Sondermeßprogrammen werden der Stand der Belastung im Längsschnitt der kleineren Fließgewässer sowie an einleitungsbedingt problematischen Gewässerabschnitten ermittelt.

Abgestimmte und koordinierte Hochwassermeßprogramme mit hoher zeitlicher Auflösung dienen der Untersuchung von Herkunft, Gehalt und Fracht der Schadstoffe in Schwebstoffen während größerer Hochwasserereignisse.

Zur Beantwortung grundsätzlicher Fragen werden im Schwebstoff neben der regelmäßigen Analytik auf eine breite Palette von Meßgrößen und Meßgrößengruppen zusätzliche Sonderuntersuchungen (korngrößenabhängige Verteilung der Schadstoffe, Schadstoffkorrelationen im Schwebstoff, vergleichende Untersuchungen zur Schwebstoffprobenahme) durchgeführt.

4.5.3 Untersuchungsprogramme

4.5.3.1 Meßprogramm 1: Trendmeßprogramm

Seit 1989 werden am Rhein und – seit 1996 – an seinen sechs größeren Nebenflußmündungen regelmäßige Schwebstoffprobenahmen durchgeführt. Dazu stehen dem LUA zwei stationäre Durchflußzentrifugen in den Rheinwasserkontrollstationen Bad Honnef und Kleve-Bimmen sowie seit 1996 eine mobile Durchflußzentrifuge auf dem Laborschiff „MAX PRÜSS“ zur Verfügung.

Die Schwebstoffuntersuchungen an den zwei Rhein-Meßstellen sind in die Untersuchungsprogramme der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DK) und der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (IKSR) integriert. Dort werden auch die Schwebstoffe aus vierteljährlichen Sammelproben nach dem Untersuchungsprogramm zur Radioaktivität in der Umwelt gemäß Strahlenschutzvorsorgegesetz nach bundeseinheitlichen Verfahren radiologisch (g-Spektrometrie, Einzelnuklide) überwacht.

In den zwei NRW-Stationen an der Weser werden im monatlichen Abstand Schwebstoff-Sammelproben aus Sedimentationskästen entnommen und untersucht. Die StUÄ haben Ende 1996 landesweit drei weitere mobile

Durchflußzentrifugen zur kostensparenden gemeinsamen Nutzung angeschafft, die ebenfalls im Trendmeßprogramm, vorzugsweise an den weiteren 14 LAWA-Meßstellen in NRW eingesetzt werden sollen.

4.5.3.2 Meßprogramm 2: Sondermeßprogramme

Zur Ermittlung der Belastung und deren Ursachen setzt das LUA seit 1988 in kleineren Flüssen bis zu vier Sedimentationskästen ein. Dabei werden an ausgewählten Gewässerabschnitten 1 – 3 × jährlich Schwebstoffuntersuchungen im Gewässerlängsschnitt oder in belasteten Gewässerbereichen durchgeführt; zwei StUÄ führen ebenfalls derartige Sonderprobenahmen mit Sammelkästen durch.

Mit der dezentralen Beschaffung der mobilen Zentrifugen durch die StUÄ (s. o.) kann der Untersuchungsumfang künftig ausgedehnt werden; ebenso erlaubt die Zentrifuge auf der „MAX PRÜSS“ eine Ausweitung des Meßstellennetzes auf alle schiffbaren Bereiche in NRW.

4.5.3.3 Meßprogramm 3: Hochwassermeßprogramm

Aufbauend auf die Erfahrungen mit den Jahrhunderthochwasserereignissen 1993/1994 und 1995 am Rhein haben die deutsche und internationale Rheinschutzkommission koordinierte Strategien zur Verfolgung und Charakterisierung der Schwebstoffgehalte in Hochwasserwellen entwickelt. Absprachegemäß werden dabei in den Rheinwasserkontrollstationen in Bad Honnef und Kleve-Bimmen neben der Wasserprobenahme auch tägliche Schwebstoffprobenahmen (am Hochwasserscheitel bis zu 2 ×) mit der Durchflußzentrifuge durchgeführt. Die gehäufte Probenahme in den bis zu 14 Tagen andauernden Hochwasserwellen soll fundierte Aussagen über Herkunft und Transport des Schwebstoffs sowie eine spezifische Schadstoffbelastung ermöglichen.

Das Hochwassermeßprogramm wird nur ausgelöst, wenn die Hochwasservorhersage am Rhein den Scheitelabfluß eines etwa fünfjährigen Hochwassers ($> 6000 \text{ m}^3/\text{s}$) voraussagt. Der erste Einsatz erfolgte im Februar/März 1997.

4.6 Hessen



4.6.1 Zuständigkeiten

Nach § 97 des Hessischen Wassergesetzes (HWG) ist die Hessische Landesanstalt für Umwelt für die Wahrnehmung der Aufgaben der Gewässerüberwachung in Hessen zuständig. Dies schließt die Konzeption und Durchführung von Schwebstoffuntersuchungen ein.

4.6.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Der Schwerpunkt der hessischen Schwebstoffuntersuchungen liegt bei den Ermittlungen von Spurenstoffgehalten zum Zweck von Trendbeobachtungen. Daneben werden Sonderuntersuchungen zur Feststellung von Belastungsschwerpunkten und zu den Ursachen der Belastung durchgeführt.

4.6.3 Untersuchungsprogramme

4.6.3.1 Meßprogramm 1: Trendmeßprogramm

Das Trendmeßprogramm, welches Auskunft über die Entwicklung der Gewässerbelastung von sich an Schwebstoffen anreichernden relevanten Stoffen geben soll, umfaßt in der Regel die in der Tabelle 4.2 aufgeführten Kenngrößen in den jeweiligen Probenahmefrequenzen (1 bis 13). Die Kenngrößen der Tabelle 4.2 werden 1 bis 2 mal jährlich an wasserwirtschaftlich wichtigen Gewässern untersucht.

4.6.3.2 Meßprogramm 2: Belastungsschwerpunkte

Bei den Meßprogrammen zur Feststellung von Belastungsschwerpunkten richten sich die Probenahmefrequenzen sowie Kenngrößen nach den jeweiligen Anlässen.

4.7 Rheinland-Pfalz



4.7.1 Zuständigkeiten

Gemäß § 93 LWG überwachen die Staatlichen Ämter für Wasser- und Abfallwirtschaft (StÄWA) und das Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz den Zustand und die Benutzung der Gewässer.

Durch die Arbeitsteilung dieser beiden Institutionen bei der Immission- und Emissionsüberwachung obliegt dem Landesamt für Wasserwirtschaft grundsätzlich die Gewässerüberwachung (Immission). Damit konzipiert dieses auch die Schwebstoffmeßprogramme und setzt diese um.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) betreibt zusätzlich im Rahmen des Untersuchungsprogrammes der IKSR zwei Meßstationen in Koblenz an Rhein und Mosel. Diese sind zugleich LAWA- und EU-Meßstellen. Das Schwebstoffmeßprogramm der IKSR wird an diesen beiden Meßstationen seit 1990 durchgeführt.

4.7.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Die Schwerpunkte der Schwebstoffuntersuchungen im Lande Rheinland-Pfalz liegen hauptsächlich bei der Ermittlung von Spurenstoffgehalten in den Schwebstoffen zur Trendbeobachtung.

Die Meßfrequenzen erlauben nur näherungsweise Frachtberechnungen, so daß die Schwebstoffmessungen nur zur Frachtabschätzung dienen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Ermittlung der Gesamtbelastung des Wassers, indem zusammengehörige Wasserproben und Schwebstoffproben parallel untersucht werden. Dies gilt insbesondere für die Probenahme bei Hochwasser.

Hierbei sind durch die tägliche Probenahme auch sehr genaue Frachtermittlungen möglich.

4.7.3 Untersuchungsprogramme

4.7.3.1 Meßprogramm 1: Trendmeßprogramm

An den großen Fließgewässern Rhein, Mosel und Saar werden regelmäßig Schwebstoffuntersuchungen auf anorganische und organische Spurenstoffe durchgeführt, die Auskunft über die Entwicklung der Gewässerbelastung geben sollen. Dies ist besonders relevant für Stoffe, deren Konzentration im Wasser in der Regel unterhalb der Nachweisgrenze liegt und die sich an Schwebstoffen anreichern.

Die Messungen an Rhein, Mosel und Saar werden im Rahmen des Deutschen Untersuchungsprogrammes Rhein der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DUR) sowie der Meßprogramme der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) sowie der Mosel und der Saar gegen Verunreinigung (IKSMS) durchgeführt und dort dokumentiert.

Hinzu kommen Schwebstoffuntersuchungen an Lahn und Nahe, die sich in der Meßfrequenz und im Kenngrößenkatalog an den oben genannten Meßprogrammen orientieren, jedoch zum Teil auch gewässerspezifische Untersuchungen beinhalten.

Des Weiteren werden Schwebstoffuntersuchungen im Längsschnitt mittels des Meßschiffes MS BURGUND auf den schiffbaren Gewässern durchgeführt.

4.7.3.2 Meßprogramm 2: Hochwassermeßprogramm

Veranlaßt durch die häufigen starken Hochwasser in den letzten Jahren wurde seitens des Landes eine intensivierte Probenahme und Analytik während der Hochwasser durchgeführt. Das primäre Ziel war hierbei die Transport- und Frachtermittlung, da während

eines Hochwassers teilweise ein Mehrfaches der mittleren Jahresfracht insbesondere von schwebstoffgebundenen Spurenstoffen transportiert werden. Die alleinigen Untersuchungen in der Wasserphase reichen für eine differenzierte Aussage hierzu nicht aus. Durch die tägliche Probenahme wird die Fracht über den Hochwasserzeitraum sehr genau ermittelt.

Im Rahmen der Deutschen Kommission wurde nunmehr ein abgestimmtes gemeinsames Hochwassermeßprogramm unter Einbezie-

hung umfangreicher Schwebstoffmessungen vereinbart, das einer Gesamtbilanzierung der relevanten Wasserinhaltsstoffe und ihrer Herkunft dienen soll. Das Programm ist so konzipiert, daß zwischen gewässerbürtiger Herkunft, Direkteinleitungen und dem Eintrag aus der Fläche differenziert werden kann.

An diesem Meßprogramm beteiligt sich Rheinland-Pfalz und die BfG mit mehreren Meßstellen.

4.8 Baden-Württemberg



4.8.1 Zuständigkeiten

Die qualitative Überwachung der Fließgewässer in Baden-Württemberg umfaßt die emissionsorientierten Eigenkontrollen der Betreiber, die amtliche Überwachung der Emittenten sowie die immissionsorientierte Beobachtung und Überwachung der Fließgewässer.

Während die Emissionsüberwachung in Baden-Württemberg eine Aufgabe der Regierungspräsidien und der Unteren Verwaltungsbehörden ist, unterhält das Land Baden-Württemberg zur Immissionsüberwachung einen gewässerkundlichen Dienst. Zu dessen Teilaufgabe gehört die Durchführung der qualitativen Fließgewässerüberwachung. Die Aufgaben des gewässerkundlichen Dienstes sind mit Erlaß des Umweltministeriums vom 27.02.1996 über die „Zusammenarbeit und Aufgabenverteilung im Gewässerkundlichen Meßnetz (Meßwesen und Monitoring)“ geregelt. In der Novellierung des Wassergesetzes des Landes wird der gewässerkundliche Dienst und dessen Aufgaben unter § 82 a im gleichen Sinne verankert werden.

Demgemäß wird die Immissionsüberwachung der Fließgewässer von der Landesanstalt für Umweltschutz (LfU) durchgeführt. Diese konzipiert im Einvernehmen mit dem Ministerium für Umwelt und Verkehr die Meßprogramme, also auch die Schwebstoffuntersuchungen, und setzt diese um.

4.8.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Der Schwerpunkt der Schwebstoffuntersuchungen im Lande Baden-Württemberg liegt in der Erfassung der qualitativen Beschaffenheit der Schwebstoffe, also vorwiegend bei der Ermittlung des Konzentrationsniveaus anreicherungsfähiger, anthropogener Schadstoffe zur Trendbeobachtung.

Aufgrund der vergleichsweise geringen Meßfrequenz (in der Regel monatlich) sowie der ereignisabhängig zeitlich hohen Variabilität der Schwebstoffkonzentrationen im Gewässer, erlauben die Untersuchungen nur annäherungsweise Frachtberechnungen.

Für differenzierte wasserwirtschaftliche Fragestellungen werden Sondererhebungen durchgeführt. So erfolgen Untersuchungen mittels Sedimentationskästen zur Feststellung von Belastungsschwerpunkten. Darüber hinaus werden bei extremen Abflußereignissen (Hochwasser) intensivere Untersuchungen zur Gesamtbelastung des Wassers durchgeführt, wobei die im Arbeitsausschuß „Gewässerqualität“ der Deutschen Kommission (DK-A) erarbeitete Empfehlung, zusammengehörige Wasserproben und Schwebstoffproben parallel zu untersuchen, berücksichtigt werden. Zusätzlich werden die Schwebstoffmessungen mittels Durchlaufzentrifuge je nach Hochwasserlage an einer Meßstelle des Rheins oder des Neckars zeitlich verdichtet (Probenahme in einem Intervall mehrerer Stunden bis täglich), um die Schwebstoffbeschaffenheit während der Hochwasserwelle differenziert zu erfassen. Hierdurch werden genauere Frachtermittlungen für den betreffenden Zeitraum möglich.

4.8.3 Untersuchungsprogramme

4.8.3.1 Meßprogramm 1: Trendmeßprogramm

An den großen Fließgewässern Baden-Württembergs – dem Rhein, dem Neckar und der Donau – werden regelmäßig Schwebstoffuntersuchungen durchgeführt, um die Belastungssituation mit anreicherungsfähigen anorganischen und organischen Spurenstoffen und deren zeitliche Entwicklung zu erfassen.

In Baden-Württemberg werden an insgesamt sechs repräsentativen Meßstellen der Hauptgewässer im Bereich der Landesgrenzen sowie unterhalb der Ballungszentren am Rhein und im mittleren Neckarraum Schwebstoffuntersuchungen, die sich an den nationalen und internationalen Programmen orientieren, durchgeführt. Zwei Meßstellen werden permanent betrieben (Iffezheim/Rhein und Mannheim/Neckar). Diese sind Bestandteil des Deutschen Untersuchungsprogrammes Rhein der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DUR). Dort werden die Untersuchungsergebnisse auch dokumentiert. Die restlichen 4 Meßstellen werden jährlich alternierend beprobt, wobei in jedem Jahr insgesamt 4 Meßstellen (2 permanente Meßstellen plus 2 alternierend beprobte Meßstellen) untersucht werden.

4.8.3.2 Meßprogramm 2: Hochwassermeßprogramm

Das Land Baden-Württemberg hat – nachdem die technischen Voraussetzungen geschaffen waren – in den vergangenen Jahren mit der detaillierten Untersuchung von Hochwasser-

ereignissen begonnen. Das primäre Ziel war hierbei eine genaue Transport- und Frachtermittlung. Es ist bekannt, daß während eines Hochwassers beträchtliche Anteile der Jahresfracht schwebstoffgebundener Spurenstoffe transportiert werden können und stoßartige Belastungen aus Altablagerungen nicht auszuschließen sind. Im Rahmen der routinemäßig durchgeführten Fließgewässerüberwachung, die in der Regel mit ein- bis zweiwöchigen Mischproben bzw. Stichproben arbeitet, werden solche Ereignisse nicht adäquat erfaßt.

Im Rahmen der Deutschen Kommission wurde nun ein abgestimmtes gemeinsames Hochwassermeßprogramm unter Einbeziehung umfangreicher Schwebstoffmessungen vereinbart. Ziel dieser Untersuchungen ist eine Gesamtbilanzierung der relevanten Wasserinhaltsstoffe und die Klärung ihrer Herkunft. Das Programm ist so konzipiert, daß zwischen gewässerbürtiger Herkunft, Direkteinleitungen und dem Eintrag aus der Fläche differenziert werden kann.

An diesem Meßprogramm beteiligt sich Baden-Württemberg mit den Meßstellen Iffezheim/Rhein, Mannheim/Neckar und gegebenenfalls Poppenweiler/Neckar.

4.9 Freistaat Bayern



4.9.1 Zuständigkeiten

Die dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen nachgeordneten Fachbehörden überwachen nach Art. 68 BayWG den Zustand der Gewässer und ermitteln die für die Wasserwirtschaft notwendigen Daten und Grundlagen (Gewässerkundlicher Dienst). Auf Landesebene ist das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft zuständig für das Landesmeßnetz Gewässerbeschaffenheit Fließgewässer.

4.9.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Der Schwerpunkt der Schwebstoffuntersuchungen liegt bei der Ermittlung der Schwermetallgehalte in den Schwebstoffen zur Trendbeobachtung und bei der Beobachtung der allgemeinen Umweltradioaktivität. Ergänzend werden Schwermetallgehalte in Wasserproben untersucht, so daß Rückschlüsse auf die Gesamtbelastung des Wassers mit Schwermetallen möglich sind.

4.9.3 Untersuchungsprogramme

Die Gewässerbeschaffenheit der bayerischen Fließgewässer wird im Landesmeßnetz durch regelmäßig untersuchte Wasser- und Schwebstoffproben sowie wiederholte biologisch-ökologische Untersuchungen in physikalisch-chemischer, biologischer-ökologischer und auch bakteriologischer Hinsicht langfristig beobachtet. Die Schwebstoffuntersuchung ist Teil der **Meßprogramme Schwermetalle und Radioaktivität.**

An insgesamt 25 der bayerischen 105 Hauptmeßstellen werden von den zuständigen Wasserwirtschaftsämtern in Ergänzung zur Wasseruntersuchung zweimal jährlich (Frühjahrs- und Herbstuntersuchung) die Schwermetallgehalte bestimmt. Dabei wird der Probenahmezeitpunkt für die Frühjahrsuntersuchung nach dem Abklingen der Frühjahrshochwasser, der Probenahmezeitpunkt für die Herbstuntersuchung am Ende einer Periode mit niedrigen Abflüssen gewählt. Die Schwebstoffe werden mit dem Sedimentationskasten gewonnen. Dieser Kasten wird mehrere Tage an der Probenahmestelle in den Fluß eingebracht, bis die benötigte Probenahmemasse an Schwebstoffen im Kasten sedimentiert ist. Der Kasten wird entweder frei schwimmend verankert oder im Gewässer angebracht. Das sedimentierte Material wird abgesiebt; untersucht wird routinemäßig die getrocknete Siebfraction < 0,063 mm. Die Expositionszeit ist abhängig von den örtlichen Verhältnissen, soll jedoch 2 Wochen nicht überschreiten. Für jede Probe werden die Entnahmetiefe und der Sammelzeitraum erfaßt.

An insgesamt 22 der bayerischen Hauptmeßstellen wird vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz Schwebstoff in Ergänzung zur Wasseruntersuchung auf radioaktive Stoffe untersucht. Die Proben werden mit dem Sedimentationskasten viermal jährlich (quartalsweise) gesammelt.

4.10 Saarland



4.10.1 Zuständigkeiten

Die Gewässeraufsicht obliegt im Saarland nach § 83 des Saarländischen Wassergesetzes den Wasserbehörden und dem Landesamt für Umweltschutz, soweit ihm nach diesem Gesetz Entscheidungs- und Eingriffsbefugnisse übertragen sind.

Im Auftrag der Wasserbehörden führt das Staatliche Institut für Gesundheit und Umwelt (SIGU) u.a. Gewässeruntersuchungen durch.

Das Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr konzipiert die Meßprogramme, so auch das Schwebstoffmeßprogramm und setzt dieses in Zusammenarbeit mit dem SIGU um.

4.10.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Derzeit werden keine Schwebstoffmessungen aufgrund landesspezifischer Schwebstoffmeßprogramme durchgeführt.

4.10.3 Untersuchungsprogramme

4.10.3.1 Meßprogramm 1: Trendmeßprogramm

Lediglich an der Saar werden regelmäßig an zwei Meßstellen Schwebstoffuntersuchungen auf anorganische und organische Stoffe durchgeführt, die die Entwicklung der Gewässerbelastung aufzeigen sollen. Insbesondere ist der Nachweis der Stoffe relevant, die in der Wasserphase in der Regel unterhalb der Nachweisgrenze liegen und an Schwebstoffe gebunden sind.

Diese Untersuchungen werden im Rahmen des Meßprogrammes der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins und des Internationalen Meßprogrammes der Internationalen Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar gegen Verunreinigung durchgeführt und dokumentiert.

4.11 Berlin



4.11.1 Zuständigkeiten

Nach § 67 des Berliner Wassergesetzes (BWG) gehört es zu den Aufgaben der Wasserbehörde der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie, den Zustand und die Benutzung der Gewässer zu überwachen.

Die Untersuchung und Beurteilung der Wasserbeschaffenheit der Fließgewässer erfolgt über Auftragsvergabe überwiegend an das Institut für Umweltanalytik und Humantoxikologie (ITOX) des Berliner Landesbetriebes für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben (BBGes). Hierzu gehört auch der Betrieb der Wassergütemeßstationen.

4.11.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Der Schwebstofftransport hat in den rückgestauten, langsam fließenden Gewässern Berlins nur eine untergeordnete Bedeutung.

Die Schwebstoffe bestehen überwiegend aus Phytoplankton. Mittels Durchflußzentrifuge werden Schwebstoffmessungen nur an einer Meßstelle an der Spree durchgeführt.

Aus den abgeleiteten Schwebstoffdaten werden Frachtermittlungen ermöglicht.

4.11.3 Untersuchungsprogramme

Die Untersuchungen dienen der Schaffung von wasserwirtschaftlichen Grundlagen zur Ermittlung des Schwebstofftransportes und der Schwebstoffbelastung mit organischen und anorganischen Schadstoffen (Trendmeßprogramm).

Parallel dazu werden an der gleichen Stelle Wasserproben untersucht, um die Gesamtbelastung zu ermitteln.

4.12 Brandenburg



4.12.1 Zuständigkeiten

Nach dem Brandenburgischen Wassergesetz ist das Landesumweltamt für die Ermittlung der Grundlagen des Wasserhaushalts nach Menge und Güte zuständig (§ 23 BbgWG):

4.12.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Turnusmäßige Schwebstoffuntersuchungen werden nur an der Landesmeßstelle Cumlosen durchgeführt. Die Untersuchungen sind Bestandteil des Untersuchungsprogramms der ARGE-Elbe.

Im Rahmen von Forschungsprogrammen an der Oder werden gleichfalls Schwebstoffe untersucht. Sie sind aber nicht Bestandteil laufender Meßprogramme und werden deshalb hier nicht berücksichtigt.

4.12.3 Untersuchungsprogramme

Proben aus Sedimentationsbecken in der Meßstation Cumlosen werden monatlich entnommen und untersucht. Die Untersuchungen werden von folgenden Laboratorien durchgeführt:

- Schwermetalle und Arsen (< 20 µm)
LUA Brandenburg
- halogenierte Kohlenwasserstoffe (ges.)
WGSt Elbe
- Radionuklide (ges.)
BfG
- AOX, TOC (ges.)
StAWA Stade.

4.13 Mecklenburg-Vorpommern



4.13.1 Zuständigkeiten

Gemäß § 110 LwaG Mecklenburg-Vorpommern hat das Landesamt für Umwelt und Natur (LAUN) die naturwissenschaftlichen und gewässerkundlichen Grundlagen für die Ordnung des Wasserhaushaltes zu ermitteln. Für die Aufstellung des Schwebstoffmeßprogrammes ist das LAUN zuständig.

4.13.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Die 1996 begonnenen Untersuchungen dienen der Ermittlung der Schadstoffbelastung von Schwebstoffen in Fließgewässern und Flußmündungsgebieten, der Überprüfung von Zielvorgaben für gefährliche Stoffe sowie der Ermittlung von Schadstofffrachten.

4.13.3 Untersuchungsprogramme

Seit 1996 wird die Schwermetallbelastung von Schwebstoffen untersucht. Die zu untersuchenden Elemente sind in Tabelle 4.2 aufgelistet. Die Schwebstoffe werden mittels stationärer Zentrifuge gewonnen. Für die Bestimmung der Schwermetallbelastung der Schwebstoffe ist ein Wasservolumen von etwa 60 Litern ausreichend, welches in entsprechend großen Behältern in die Untersuchungseinrichtung transportiert wird.

Voraussichtlich ab 1998 wird das Untersuchungsprogramm um organische Problemstoffe erweitert. Dazu wird die Gewinnung einer größeren Schwebstoffmasse erforderlich.

4.14 Freistaat Sachsen



4.14.1 Zuständigkeiten

Nach § 10 des Sächsischen Wassergesetzes hat das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Umweltfachämtern die Aufgabe, hydrologische Daten zu ermitteln, zu sammeln und aufzubereiten.

Die Untersuchungen werden im Auftrag der LfUG durch die Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft (UBG) durchgeführt.

4.14.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Im Landesmeßprogramm wurde bisher keine Schwebstoffgewinnung zur Schadstoffbestimmung durchgeführt.

Im Rahmen des ARGE-Elbe-/IKSE-Meßprogrammes werden in den automatischen Meßstationen (AMB) der Elbe in Schmilka, Zehren und Dommitzsch in den von der Wassergütestelle der ARGE-Elbe entwickelten Sedimen-

tationsbecken Schwebstoffe abgeschieden und untersucht.

Gegenwärtig erfolgt die Schwebstoffgewinnung auch in den automatischen Meßstationen Bad Düben / Vereinigte Mulde und Görlitz / Lausitzer Neiße.

4.14.3 Untersuchungsprogramme

Die in den AMB gewonnenen Schwebstoffe werden als Monatsmischproben analysiert.

Das Untersuchungsprogramm umfaßt Schwermetalle, ausgewählte organische Verbindungen und Radionuklide. Die Festlegung der zu untersuchenden Kenngrößen erfolgt für die AMB an der Elbe im jährlichen Meßprogramm der ARGE-Elbe / IKSE.

4.15 Sachsen-Anhalt



4.15.1 Zuständigkeiten

Gemäß § 54 WG LSA ist das Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (LAU) in Zusammenarbeit mit den Staatlichen Ämtern für Umweltschutz für die Gewässerüberwachung im Rahmen des gewässerkundlichen Landesdienstes zuständig. Für die Aufstellung und Fortschreibung der Schwebstoffmeßprogramme ist das LAU zuständig. Die Meßprogramme werden mit der ARGE-Elbe abgestimmt. Für die Realisierung der Meßprogramme sind die Staatlichen Ämter für Umweltschutz in den Regierungsbezirken zuständig. Die Untersuchung einiger Kenngrößen erfolgt durch die Wassergütestelle Hamburg der ARGE-Elbe.

4.15.2 Landesspezifische Schwerpunkte

Die Untersuchungen der in den Meßstationen gewonnenen Monatsmischproben sedimentierter

Schwebstoffe dienen folgenden Aufgabenschwerpunkten:

- Ermittlung der aktuellen Schwebstoff/Sedimentbelastung mit anorganischen und organischen Spurenstoffen

- Trendaussagen zur Schwebstoff/Sedimentbelastung
- Bewertung/Klassifizierung der Schwebstoff/Sedimentbelastung
- Frachtberechnung des partikulär gebundenen Anteils von Schadstoffen.

4.15.3 Untersuchungsprogramme

Die Messungen an der Elbe und deren Hauptnebenflüssen Schwarze Elster, Mulde und Saale sind Bestandteil des Informationsnetzes Elbe-Sanierung (INES), dessen Daten der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) zur Verfügung gestellt werden. Von den in den Meßstationen mittels stationärer Sedimentationsbecken gewonnenen Monatsmischproben sedimentierter Schwebstoffe werden Untersuchungen auf Schwermetalle, organische Spurenstoffe und radiologische Kenngrößen durchgeführt mit dem Ziel, den aktuellen Stand sowie den zeitlichen Trend der Schwebstoffbelastung zu ermitteln. Es werden speziell partikelgebundene Schadstoffe untersucht, deren Konzentrationen in der Wasserphase im Bereich der Bestimmungsgrenze liegen.

4.16 Freistaat Thüringen



4.16.1 Zuständigkeiten

Die Zuständigkeit für das Meßprogramm liegt bei der Thüringer Landesanstalt für Umwelt Jena.

4.16.2 Landesspezifische Schwerpunkte

In Thüringen werden Schwebstoffuntersuchungen mit folgender Zielstellung vorgenommen:

- Ermittlung des aktuellen Standes der Schwebstoffbelastung zur Feststellung und Bewertung der Gewässerbelastung (chemische Klassifizierung)
- Feststellen einer Trendentwicklung durch vergleichende Jahresreihen
- Überprüfung auf Einhaltung festgelegter Anforderungen (Zielvorgaben) der Gewässerbeschaffenheit ergänzend zu den Wasseruntersuchungen
- Erfassung von Emittenten mit Hilfe schwebstoffgebundener Gewässerbelastungen.

4.16.3 Untersuchungsprogramme

Da für Thüringer Fließgewässer bisher nur sehr wenige Ergebnisse von Schwebstoffuntersuchungen vorliegen, werden diese ab 1997 kontinuierlich an den 8 LAWA-Meßstellen durchgeführt. Für die Folgejahre ist eine Ausdehnung der Untersuchungen auf das Landesmeßnetz und in besonderen Fällen auf das Regionalmeßnetz vorgesehen.

Das Untersuchungsprogramm Schwebstoffe wird an den 8 Thüringer LAWA-Meßstellen mit einer Probenahmehäufigkeit von 6/a mit Hilfe des mobilen Einsatzes der Durchflußzentrifuge durchgeführt (Tabelle 4.1). Die Schwebstoffe werden auf anorganische und organische Spurenstoffe untersucht (Tabelle 4.2).

Die automatische Güteüberwachung der Werra erfolgt im Rahmen des ARGE-Weser-Programmes an der Gütemeßstation Werra Gerstungen.

Die Schwebstoffmessung wird mit einer Probenahmehäufigkeit von 4/a durchgeführt (Tabelle 4.1). Untersucht werden die Schwebstoffe ebenfalls auf anorganische und organische Spurenstoffe (Tabelle 4.2).

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen

Vorbemerkungen und Erläuterungen:

PN Probenahme

Die Abkürzungen in der Spalte „Lage/Ort, Fluß-km“ bedeuten:

l linkes Ufer

r rechtes Ufer

m Flußmitte

Die Abkürzungen in der Spalte „PN-Frequenz“ bedeuten:

E x Einzelprobe alle x Tage

y M kontinuierliche Mischproben über jeweils y Tage

y M z Mischprobe über y Tage, Probenahmebeginn alle z Tage.

In der Spalte „Bemerkungen“ ist die Einbindung der Meßstelle in verschiedene nationale und / oder internationale Meßprogramme vermerkt.

Die Abkürzungen bedeuten:

ARGE-Elbe Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe

ARGE-Weser Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Weser

DK Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins

EG EG-Informationsaustausch (Entscheidung des Rates zur Einführung eines gemeinsamen Verfahrens zum Informationsaustausch über die Qualität des Oberflächensüßwassers in der Gemeinschaft 86/574/EWG)

GG D/CR Grenzgewässerkommission Deutschland / Tschechische Republik

IKSE Internationale Kommission zum Schutz der Elbe

IKSMS Internationale Kommissionen zum Schutz der Mosel und Saar gegen Verunreinigung

IKSR Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung

LAWA Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (mit Landes-Kürzel und Landes-Nr.)

OSPARCOM Übereinkommen über den Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks.

Weitere Erklärungen und Erläuterungen ergeben sich aus den landesbezogenen Texten.

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
SH	1	Elbe	Seemannshöft 628,8	Wasser-PN / Filtration	E 14	1 / ARGE-Elbe	Querprofil Eintragsermittlung für OSPAR
SH	2	Elbe	Tideelbe	Wasser-PN / Filtration	E 90	1 / ARGE-Elbe	Längsprofil
SH	3	Pinnau Mühlenau Krückau Stör	Pinneberg Pinneberg Elmshorn Heiligenstedten	Sedimentations- kästen	ca. 30 M 90	1 / ARGE-Elbe	Erprobungsphase

HH	1	Elbe	Bunthaus 609,8	Sedimentations- becken stationäre Durch- flußzentrifuge Sedimentations- becken	30 M 1 M 90 E 14	1 / ARGE-Elbe 3 / Pilot- programm (Z) 3 / Pilot- programm (S)	Verbundmeßstelle Bunthaus/Zollen- speiker, EG, IKSE, ARGE-Elbe
			Zollenspieker 598,7	Filtration	E 14	2 / ARGE-Elbe	
HH	2	Elbe	Seemannshöft 628,8 (Querprofil)	Sedimentations- becken Filtration stationäre Durch- flußzentrifuge Filtration (Misch- probe)	30 M E 14 1 M 90 E 14	1 / ARGE- Elbe 2 / ARGE-Elbe 3 / Pilot - programm (Z) 2 / ARGE-Elbe	LAWA HH 01, IKSE, ARGE-Elbe, Bilanzierung für Eintrag in Nordsee

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
NI	1	Aller	Verden 113,48	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 14	1 / Zielvorgaben	LAWA NI 09, ARGE-Weser
NI	2	Weser	Farge 26,8 (UW)	Sedimentations- becken	30 M	2 / Frachten	OSPARCOM
NI	3	Ems	Leschede 73,5	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	4	Ems	Hanekenfähr 84,7	Sedimentations- becken	90 M	4 / Radiologie	
NI	5	Ems	Altenlingen 96,6	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	6	Ems	Dalum 106,3	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	7	Vechte	Laar 96,0	Sedimentations- becken	90 M	4 / Radiologie	LAWA NI 16
NI	8	Ems	Gandesum 32,0	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	9	Weser	Hehlen 116,4	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	10	Weser	Kirchohsen 126,5	Wasser-PN / Labor-Zentrifuge	E 90	4 / Radiologie	
NI	11	Große Aue	Steyerberg 72,0	mobiles Sedi- mentationsbecken	90 M	4 / Radiologie	
NI	12	Aller	Grafhorst 43,0	mobiles Sedi- mentationsbecken	90 M	4 / Radiologie	LAWA NI 07
NI	13	Oker	Groß Schwülper 89,0	Sedimentations- becken	90 M	4 / Radiologie	LAWA NI 13
NI	14	Leine	Leineturm 75,0	Sedimentations- becken	90 M	4 / Radiologie	
NI	15	Jeetzel	Teplingen 40,0	mobiles Sedi- mentationsbecken	90 M	4 / Radiologie	
NI	16	Ems	Herbrum 212,0	Sedimentations- becken	30 M	2 / Frachten	LAWA NI 15, OSPARCOM
NI	17	Elbe	Schnackenburg 474,5	Sedimentations- becken	30 M	3 / ARGE-Elbe	LAWA NI 01
NI	18	Elbe	Grauerort 660,5	Sedimentations- becken	30 M	3 / ARGE-Elbe	LAWA NI 03
NI	19	Elbe	Cuxhaven 725,2	Sedimentations- becken	30 M	3 / ARGE-Elbe	
HB	1	Weser	Bremen- Hemelingen 361,1	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA HB 01, ARGE-Weser, EG

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
NW	1	Rhein	Kleve-Bimmen 865 l	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 28 (E 14)	1 / Trend	LAWA NW 02, DK, IKSR, EG
NW	2	Rhein	Bad Honnef 640 r	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 28 (E 14)	1 / Trend	LAWA NW 01, DK
NW	3	Sieg	Menden 0,1 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA NW 03
NW	4	Wupper	Opladen 0,1 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA NW 06
NW	5	Erfurt	Eppinghoven 0,1 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA NW 07
NW	6	Ruhr	Duisburg 0,1 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA NW 09
NW	7	Lippe	Wesel 0,2 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA NW 13
NW	8	Emscher	Dinslaken 0,1 m	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
NW	9	Weser	Porta 261 l	Sedimentations- becken	30 M 30	1 / Trend	ARGE-Weser
NW	10	Weser	Petershagen 239 l	Sedimentations- becken	30 M 30	1 / Trend	LAWA NW 16, ARGE-Weser
NW	11	weitere Gewässer	variabel	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	restliche 15 LAWA
NW	12	Lippe, Wupper, Niers, Erfurt	variabel	Sedimentations- kästen	30 M 180	2 / Sondermeß- programm	variable Sonder- meßprogramme, siehe Text
NW	13	Rhein	Kleve-Bimmen 865 l	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 1 (E 0,5)	3 / Hochwasser	bei bedeutenden Hochwasserereig- nissen am Rhein (6000 m ³ /s, Pegel Rees)
NW	14	Rhein	Bad Honnef 640 r	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 1 (E 0,5)	3 / Hochwasser	

HE	1	Rhein	Geinsheim 480,0	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
HE	2	Main	Bischofsheim 4,0	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA HE 01, DK
HE	3	Main	Seligenstadt 67,6	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	
HE	4	Nidda	Frankfurt/M Nähe Mdg.	mobile Durch- flußzentrifuge	E 45	1 / Trend	LAWA HE 05
HE	5	Kinzig	Hanau Nähe Mdg.	mobile Durch- flußzentrifuge	E 180	1 / Trend	LAWA HE 07
HE	6	Schwarz- bach	Trebur-Astheim Nähe Mdg.	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA HE 04
HE	7	Modau	Stockstadt/ Rhein-Mündung	mobile Durch- flußzentrifuge	E 90	1 / Trend	

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Frequenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
HE	8	Gersprenz	Babenhausen-Harreshausen Nähe Mdg.	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	9	Mümling	Breuberg-Hainstadt	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	10	Nidder	Bad Vilbel-Gronau Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	11	Nidda	Niddatal-Assenheim	mobile Durchflußzentrifuge	E 60	1 / Trend	
HE	12	Lahn	Limburg-Staffel	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA HE 06
HE	13	Dill	Wetzlar (Mündung)	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	14	Lahn	Lahnau-Atzbach	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
HE	15	Lahn	Coelbe-Bernsdorf	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
HE	16	Ohm	Coelbe-Bürgeln Nähe Mdg.	mobile Durchflußzentrifuge	E 365	1 / Trend	
HE	17	Haune	Bad Hersfeld (Mündung)	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	18	Fulda	Bad Hersfeld	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	19	Eder	Niedermöllrich	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
HE	20	Schwalm	Felsberg-Altenburg Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	
HE	21	Fulda	Hann. Münden Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA HE 02
HE	22	Werra	Witzenhausen-Blickerhausen Nähe Mdg.	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA HE 03
HE	23	Diemel	Bad Karlshafen Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	24	Weschnitz	Biblis-Wattenheim Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 90	1 / Trend	LAWA HE 08
HE	25	Rodau	Mühlheim/M. Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 180	1 / Trend	
HE	26	Usa	Friedberg Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 60	1 / Trend	
HE	27	Wetter	Friedberg-Ossenheim Mündung	mobile Durchflußzentrifuge	E 60	1 / Trend	
HE	28	wechselnd	nach Bedarf	mobile Durchflußzentrifuge	nach Bedarf	2 / Belastungsschwerpunkte	

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
RP	1	Rhein	Koblenz 590,31	stationäre Durch- flußzentrifuge	E 14	1 / Trend 2 / Hochwasser	LAWA RP 01, DK, IKS R, Betreuung BfG
RP	2	Mosel	Koblenz 2,0 r	mobile Durch- flußzentrifuge, Filtration	E 14	1 / Trend	LAWA RP03, DK, IKSR, EG IKSMS, Betreuung BfG
RP	3	Rhein	Mainz 499,5	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA RP 02, DK, EG
RP	4	Mosel	Palzem 229,2	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA RP 04, DK, IKSMS
RP	5	Saar	Kanzern 6,7	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA RP 05, DK, IKSMS
RP	6	Nahe	Grolsheim 3,5	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA RP 06
RP	7	Lahn	Lahnstein 136,2	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	
RP	8	Rhein	Mainz 499,5	mobile Durch- flußzentrifuge	E 1	2 / Hochwasser	Im Fall eines allge- meinen Hochwas- sers würden Mainz und Grolsheim mit der Zentrifuge beprob, während an den übrigen Meßstellen Filtrationen durch- geführt werden, soweit Personal- kapazität vorhanden.
RP	9	Mosel	Palzem 229,2	mobile Durch- flußzentrifuge, Filtration	E 1	2 / Hochwasser	
RP	10	Saar	Kanzern 6,7	mobile Durch- flußzentrifuge, Filtration	E 1	2 / Hochwasser	
RP	11	Nahe	Grolsheim 3,5	mobile Durch- flußzentrifuge	E 1	2 / Hochwasser	
RP	12	Lahn	Lahnstein 136,2	Filtration	E 1	2 / Hochwasser	
BW	1	Rhein	Iffezheim 333,8	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 04, DK
BW	2	Rhein	Mannheim 424,7	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 05, alle 2 Jahre beprob
BW	3	Neckar	Mannheim 3,0	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 06, DK
BW	4	Neckar	Kochendorf 104	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 07, alle 2 Jahre beprob
BW	5	Neckar	Poppenweiler 165	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 08, alle 2 Jahre beprob
BW	6	Donau	Ulm 2589,0	mobile Durch- flußzentrifuge	E 30	1 / Trend	LAWA BW 12, alle 2 Jahre beprob
BW	7	Rhein	Iffezheim 333,8	mobile Durch- flußzentrifuge	E 1	2 / Hochwasser	Bei Hochwasser würden Iffezheim bzw. Mannheim mit der Zentrifuge beprob und in Poppenweiler Filtrationen durch- geführt
BW	8	Neckar	Mannheim 3,0	mobile Durch- flußzentrifuge	E 1	2 / Hochwasser	
BW	9	Neckar	Poppenweiler 165	Filtration	E 1	2 / Hochwasser	

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
BY	1	Donau	Neu-Ulm 2581,4	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	
BY	2	Donau	Dillingen 2538,3	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	LAWA BY 09
BY	3	Donau	Kelheim 2414,8	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	LAWA BY 24
BY	4	Donau	Deggendorf 2284,6	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	5	Donau	Jochenstein 2203,8	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 11
BY	6	Iller	Wiblingen 2,1	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	LAWA BY 12
BY	7	Illerkanal	Ludwigsfeld 4,9	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	
BY	8	Zusam	Donauwörth 0,9	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	9	Lech	Feldheim 1,5	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 13
BY	10	Wertach	Ettringen 40,2	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	11	Altmühl	Grögling 36,0	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	12	Naab	Unterköblitz 87,2	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	13	Naab	Heitzenhofen 18,0	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 16
BY	14	Schwarz- bach	Warnbach 8,0	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	15	Vils	Dietldorf 6,2	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	16	Regen	Regenstauf 15,9	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	17	Isar	Plattling 9,1	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 17
BY	18	Inn	Kirchdorf 194,5	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 21
BY	19	Inn	Passau-Ingling 4,2	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 20
BY	20	Salzach	Laufen 47,2	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 22
BY	21	Ilz	Kalteneck 18,3	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	22	Main	Hallstadt 388,2	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	LAWA BY 04
BY	23	Main	Viereth 381,0	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	LAWA BY 03
BY	24	Main	Schweinfurt 333,0	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	25	Main	Randersacker 259,4	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Frequenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
BY	26	Main	Erlabrunn 241,2	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	LAWA BY 02
BY	27	Main	Rothenfels 186,1	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	28	Main	Kleinheubach 122,4	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	29	Main	Kahl a. Main 67,0	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 01, DK
BY	30	Regnitz	Hausen 32,4	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 07
BY	31	Rednitz	Neumühle 7,0	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	32	Pegnitz	Nürnberg 6,5	Sedimentations- kasten	14 M 90	2 / Radioaktivität	
BY	33	Sächsische Saale	Joditz 24,1	Sedimentations- kasten	14 M 180 14 M 90	1 / Schwermetalle 2 / Radioaktivität	LAWA BY 08
BY	34	Eger	Fischern 0,3	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	
BY	35	Röslau	Fischern 0,3	Sedimentations- kasten	14 M 180	1 / Schwermetalle	

SL	1	Saar	Saarbrücken 91,8	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA SL 01, IKSMS, DK
SL	2	Saar	Fremersdorf 48,2	mobile Durch- flußzentrifuge	E 28	1 / Trend	LAWA SL 02, IKSMS

BE	1	Spree	Sophienwerder 0,6 l	Durchfluß- zentrifuge	E 7	1 / Trend	LAWA BE 01
----	---	-------	------------------------	--------------------------	-----	-----------	------------

BB	1	Elbe	Cumlosen 470,0	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE-Elbe	IKSE
----	---	------	-------------------	---------------------------	------	---------------	------

MV	1	Warnow	Kessin 15,0	Filtration bzw. Durchflußzentrifuge (Labor)	E 120 - E 60	1 / Schwermetalle	LAWA MV 03
MV	2	Tollense	Demmin 0,5	Filtration bzw. Durchflußzentrifuge (Labor)	E 120 - E 60	1 / Schwermetalle	LAWA MV 04
MV	3	Peene	Anklam 8,0	Filtration bzw.) Durchflußzentrifuge (Labor)	E 120 - E 60	1 / Schwermetalle	LAWA MV 05
MV	4	Uecker	Ueckermünde 0,5	Filtration bzw. Durchflußzentrifuge (Labor)	E 120 - E 60	1 / Schwermetalle	LAWA MV 06
MV	5	Recknitz	Ribnitz 1,5	Filtration bzw. Durchflußzentrifuge (Labor)	E 120 - E 60	1 / Schwermetalle	LAWA MV 07

Tab. 4.1: Beschreibung der Meßstellen (Fortsetzung)

Land	lfd. Nr.	Gewässer	Lage/Ort Fluß-km	Art der PN / PN-Verfahren	PN-Fre- quenz	Nr./Name des Meßprogramms	Bemerkungen
SN	1	Elbe	Schmilka 4,1	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA SN 04, EG, ARGE-Elbe, IKSE, GG D/CR
SN	2	Elbe	Zehren 89,6	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	ARGE-Elbe, IKSE
SN	3	Elbe	Dommitzsch 172,6	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA SN 05, ARGE-Elbe

ST	1	Elbe	Magdeburg 318,1	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA ST 02, EG, IKSE, ARGE-Elbe
ST	2	Schwarze Elster	Gorsdorf 0,5	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA ST 03, IKSE, ARGE-Elbe
ST	3	Mulde	Dessau 7,6	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA ST 04, IKSE, ARGE-Elbe
ST	4	Saale	Rosenburg 4,5	Sedimentations- becken	30 M	1 / ARGE - Elbe	LAWA ST 07, IKSE, ARGE-Elbe

TH	1	Steinach	Mupperg	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 01
TH	2	Werra	Gerstungen	mobile Durch- flußzentrifuge Sedimentations- becken	E 60 30 M 90	1 / Trend 2 / ARGE-Weser	LAWA TH 02
TH	3	Unstrut	Straußfurt	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 03
TH	4	Wipper	Hachelbich	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 04
TH	5	Ilm	Niedertreba	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 05
TH	6	Saale	Camberg-Stöben	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 06
TH	7	Weißer Elster	Gerauh	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 07
TH	8	Pleißer	Gößnitz	mobile Durch- flußzentrifuge	E 60	1 / Trend	LAWA TH 08

Tab. 4.2: Kenngrößen der Schwebstoff-Meßprogramme

Stoffname	Bundesland																							
	SH			HH			NI			HB			NW			HE			RP			BW		
	Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm					
anorg. Kenngrößen																								
1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			1 2 3			
Abfluß				x	x		x	x					x	x	x	x			x	x		x	x	x
Trübung				x												x			x	x				
Korngrößenverteilung													x	x	x	(x)			x	x				
abfiltrierbare Stoffe	x												x	x										
Calcium													x	x										
Aluminium													x	x	x	x			x	x		x	x	
Magnesium													x	x										
Barium													x	x										
Blei	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Chrom	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Kupfer	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Zink	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Cadmium	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Quecksilber	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Mangan	x			x	x	Z		x	x				x	x	x	x			x	x		x	x	x
Eisen	x			x	x	Z		x	x				x	x	x	x			x	x		x	x	x
Cobalt													x	x					x	x				
Nickel	x			x	x	Z	x	x		x			x	x	x	x			x	x		x	x	x
Uran																								
Arsen	x			x	x	Z	x	x	x	x			x	x	x	x			x	x		x	x	
Gesamtstickstoff													x	x	x	x								
Gesamtphosphor													x	x	x	x			x	x		x	x	x
TC oder TOC, TIC				x			x	x	x				x	x	x	x			x	x		x	x	x
Kohlenwasserstoffe (IR-Verfahren)																								
AOX				x				x								x			(x)	(x)		x	x	
EOX													x	x	x									
Glühverlust (%)				x		Z																		
Radiologische Kenngrößen																								
Gesamt-β-Aktivität													x											
Kalium-40-Aktivität				x									x											
Gesamt-γ-Aktivität									x															
Beryllium 7				x					x				x	x										
Cobalt 60				x					x															
Ruthenium 106				x					x															
Jod 131				x					x															
Caesium 134 und 137				x					x				x											
Blei 214				x					x															
Actinium 228				x					x				x											
Radium 226													x											

SH Schleswig-Holstein
 HH Hansestadt Hamburg
 NI Niedersachsen
 HB Hansestadt Bremen

NW Nordrhein-Westfalen
 HE Hessen
 RP Rheinland-Pfalz und BfG
 BW Baden-Württemberg

BY			SL			BE			BB			MV			SN			ST			TH			Bundesland	Stoffname							
Meß-Programm						Allgemeine und																										
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	anorg. Kenngröße		
			x	x		x			x			x			x			x			x	x								Abfluß		
			x	x		x									x															Trübung		
									x												x	x								Korngrößenverteilung		
																								x						abfiltrierbare Stoffe		
																														Calcium		
															x															Aluminium		
																														Magnesium		
																														Barium		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Blei		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Chrom		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Kupfer		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Zink		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Cadmium		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Quecksilber		
x			x	x					x						x			x	x		x	x		x	x					Mangan		
x			x	x					x						x			x	x		x	x		x	x					Eisen		
						x						x															x			Cobalt		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x	x					Nickel		
															x															Uran		
x			x	x		x			x			x			x			x	x		x	x		x						Arsen		
																														Gesamtstickstoff		
			x	x																										Gesamtphosphor		
			x	x					x						x			x	x											TC oder TOC, TIC		
																														Kohlenwasserstoffe (IR-Verfahren)		
									x						x			x	x											AOX		
																														EOX		
																								x						Glühverlust (%)		
																														Radiologische Kenngrößen		
																														Gesamt-β-Aktivität		
x									x						x			x												Kalium-40-Aktivität		
																														Gesamt-γ-Aktivität		
x									x						x			x												Beryllium 7		
x									x						x			x												Cobalt 60		
x									x						x			x												Ruthenium 106		
x									x						x			x												Jod 131		
x									x						x			x												Caesium 134 und 137		
x									x						x			x												Blei 214		
x									x						x			x												Actinium 228		
x																														Radium 226		

BY Freistaat Bayern
 SL Saarland
 BE Berlin
 BB Brandenburg

MV Mecklenburg-Vorpommern
 SN Freistaat Sachsen
 ST Sachsen-Anhalt
 TH Freistaat Thüringen

Tab. 4.2: Kenngrößen der Schwebstoff-Meßprogramme (Fortsetzung)

Stoffname	Bundesland																									
	SH			HH			NI			HB			NW			HE			RP			BW				
Aromatische Halogen- Kohlenwasserstoffe	Meß- Programm			Meß- Programm			Meß- Programm			Meß- Programm																
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Chlorbenzol				x	Z			x																		
1,2-Dichlorbenzol				x	Z			x	x				x	x	x	x										
1,3-Dichlorbenzol				x	Z			x					x	x	x	x										
1,4-Dichlorbenzol				x	Z			x	x				x	x	x	x										
Dichlorbenzonitril																	x									
1,2,3-Trichlorbenzol				x	Z		x	x	x				x	x	x	x							x	x		
1,2,4-Trichlorbenzol				x	Z		x	x	x				x	x	x	x							x	x		
1,3,5-Trichlorbenzol				x	Z		x	x	x				x	x	x	x							x	x		
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol				x	Z		x	x					x	x	x	x										
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol				x	Z								x	x	x	x										
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol				x	Z		x	x					x	x	x	x										
Pentachlorbenzol				x	Z		x	x					x	x	x	x								x	x	
Hexachlorbenzol (HCB)				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
2-Chlortoluol																	x									
3-Chlortoluol																	x									
4-Chlortoluol																	x									
2,4-Dichlortoluol													x			x										
2,3,4-Trichlorphenol				x													x									
2,3,5-Trichlorphenol				x													x									
2,3,6-Trichlorphenol				x													x									
2,4,5-Trichlorphenol				x													x									
2,4,6-Trichlorphenol				x													x									
3,4,5-Trichlorphenol																	x									
2,3,4,6-Tetrachlorphenol																	x									
2,3,5,6-Tetrachlorphenol																	x									
2,3,4,5-Tetrachlorphenol																	x									
Pentachlorphenol (PCP)				x					x	x							x									
Octachlorstyrol								x	x					x	x	x								x	x	
TCBT 21														x	(x)	x										
TCBT 27														x	(x)	x										
TCBT 28														x	(x)	x										
TCBT 52														x	(x)	x										
TCBT 74														x	(x)	x										
TCBT 80														x	(x)	x										
PCB 28				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
PCB 52				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
PCB 101				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
PCB 138				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
PCB 153				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	
PCB 180				x	Z		x	x	x	x			x	x	x	x				x	x			x	x	

SH Schleswig-Holstein
 HH Hansestadt Hamburg
 NI Niedersachsen
 HB Hansestadt Bremen

NW Nordrhein-Westfalen
 HE Hessen
 RP Rheinland- Pfalz und BfG
 BW Baden-Württemberg

Bundesland																								Stoffname					
BY			SL			BE			BB			MV			SN			ST			TH								
Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Aromatische Halogen-					
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Kohlenwasserstoffe		
									X							X			X	X					Chlorbenzol				
									X							X			X	X		X			1,2-Dichlorbenzol				
									X							X			X	X					1,3-Dichlorbenzol				
									X							X			X	X		X	X		1,4-Dichlorbenzol				
																									Dichlorbenzotrifluorid				
									X							X			X	X		X			1,2,3-Trichlorbenzol				
									X							X			X	X		X			1,2,4-Trichlorbenzol				
									X							X			X	X		X			1,3,5-Trichlorbenzol				
										X						X			X	X					1,2,3,4-Tetrachlorbenzol				
																X									1,2,3,5-Tetrachlorbenzol				
																X			X	X					1,2,4,5-Tetrachlorbenzol				
																X			X	X					Pentachlorbenzol				
																X			X	X		X	X		Hexachlorbenzol (HCB)				
																									2-Chlortoluol				
																									3-Chlortoluol				
																									4-Chlortoluol				
																									2,4-Dichlortoluol				
																X			X	X					2,3,4-Trichlorphenol				
																X			X	X					2,3,5-Trichlorphenol				
																X			X	X					2,3,6-Trichlorphenol				
																X			X	X					2,4,5-Trichlorphenol				
																X			X	X					2,4,6-Trichlorphenol				
																X									3,4,5-Trichlorphenol				
																X									2,3,4,6-Tetrachlorphenol				
																									2,3,5,6-Tetrachlorphenol				
																									2,3,4,5-Tetrachlorphenol				
																X			X	X		X			Pentachlorphenol (PCP)				
																X			X	X					Octachlorstyrol				
																									TCBT 21				
																									TCBT 27				
																									TCBT 28				
																									TCBT 52				
																									TCBT 74				
																									TCBT 80				
																X			X	X		X			PCB 28				
																X			X	X		X			PCB 52				
																X			X	X		X			PCB 101				
																X			X	X		X			PCB 138				
																X			X	X		X			PCB 153				
																X			X	X		X			PCB 180				

BY Freistaat Bayern
 SL Saarland
 BE Berlin
 BB Brandenburg

MV Mecklenburg-Vorpommern
 SN Freistaat Sachsen
 ST Sachsen-Anhalt
 TH Freistaat Thüringen

Tab. 4.2: Kenngrößen der Schwebstoff-Meßprogramme (Fortsetzung)

Stoffname	Bundesland																									
	SH			HH			NI			HB			NW			HE			RP			BW				
Aromatische Halogen-	Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm																
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
Kohlenwasserstoffe (Fortsetz.)																										
PCB 8																										
PCB 18																										
PCB 20																										
PCB 35																										
PCB 44																										
PCB 49																										
PCB 66																										
PCB 70																										
PCB 77						Z																				
PCB 79																										
PCB 90																										
PCB 105																										
PCB 110																										
PCB 118								X	X					X	X	X					X	X		X	X	
PCB 126						Z																				
PCB 128																										
PCB 149																										
PCB 169						Z																				
PCB 170																									X	X
PCB 187																										
PCB 194																									X	X
polychlorierte Dibenzodioxine						Z								X	(X)	X	X								X	
polychlorierte Dibenzofurane						Z								X	(X)	X	X								X	
Organische Metallverbindungen																										
Dibutylzinn-Kation						X	S	X	X					X	(X)	X	X								X	(X)
Tributylzinn-Kation						X	S	X	X					X	(X)	X	X								X	(X)
Triphenylzinn-Kation						X	S	X	X					X	(X)	X	X								X	(X)
Tetrabutylzinn						X	S	X	X					X	(X)	X	X								X	(X)
Monobutylzinn-Kation							S							X	(X)	X	X									
Monooctylzinn-Kation							S							X	(X)	X										
Diocetylzinn-Kation							S							X	(X)	X	X									
Tricyclohexylzinn-Kation							S							X	(X)	X										
Methylquecksilber							S																			
Methoxyethylquecksilber							S																			
Ethylquecksilber							S																			
Ethoxyethylquecksilber							S																			
Benzoesäurequecksilber							S																			
Phenylquecksilber							S																			

SH Schleswig-Holstein
 HH Hansestadt Hamburg
 NI Niedersachsen
 HB Hansestadt Bremen

NW Nordrhein-Westfalen
 HE Hessen
 RP Rheinland- Pfalz und BfG
 BW Baden-Württemberg

BY			SL			BE			BB			MV			SN			ST			TH			Bundesland	Stoffname				
Meß-Programm			Aromatische Halogen-																										
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Kohlenwasserstoffe (Fortsetz.)		
																								PCB 8					
						X																		PCB 18					
						X																		PCB 20					
						X																		PCB 35					
						X																		PCB 44					
						X																		PCB 49					
						X																		PCB 66					
						X																		PCB 70					
						X																		PCB 77					
						X																		PCB 79					
						X																		PCB 90					
						X																		PCB 105					
						X																		PCB 110					
			X	X		X																		PCB 118					
						X																		PCB 126					
						X																		PCB 128					
						X																		PCB 149					
						X																		PCB 169					
						X																		PCB 170					
						X																		PCB 187					
						X																		PCB 194					
																								polychlorierte Dibenzodioxine					
																								polychlorierte Dibenzofurane					
																								Organische Metallverbindungen					
														X		X								Dibutylzinn-Kation					
														X		X								Tributylzinn-Kation					
														X		X								Triphenylzinn-Kation					
														X		X								Tetrabutylzinn					
																X								Monobutylzinn-Kation					
																X								Monooctylzinn-Kation					
																X								Diethylzinn-Kation					
																X								Tricyclohexylzinn-Kation					
																								Methylquecksilber					
																								Methoxyethylquecksilber					
																								Ethylquecksilber					
																								Ethoxyethylquecksilber					
																								Benzoessäurequecksilber					
																								Phenylquecksilber					

BY Freistaat Bayern
 SL Saarland
 BE Berlin
 BB Brandenburg

MV Mecklenburg-Vorpommern
 SN Freistaat Sachsen
 ST Sachsen-Anhalt
 TH Freistaat Thüringen

Tab. 4.2: Kenngrößen der Schwebstoff-Meßprogramme (Fortsetzung)

Stoffname	Bundesland																										
	SH			HH			NI			HB			NW			HE			RP			BW					
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe	Meß-Programm																										
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Naphthalin				x	Z		x	x					x	x	x	x											
Fluoranthren				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Benzo(b)fluoranthren				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Benzo(k)fluoranthren				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Perylen				x	Z																						
Benzo(g,h,i)perylen				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Pyren				x	Z		x	x					x	x	x	x								x	x		
Benzo(a)pyren				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Dibenz(a,h)anthracen				x	Z		x	x					x	x	x	x								x	x		
Indeno(1,2,3-cd)pyren				x	Z		x	x					x	x	x	x				x	x		x	x			
Anthracen				x	Z		x	x					x	x	x	x											
Benzo(a)anthracen					Z		x	x					x	x	x	x								x	x		
1 - Methylnaphthalin					Z								x														
2 - Methylnaphthalin					Z								x														
Acenaphthen					Z								x			x											
Acenaphthylen					Z											x											
Fluoren					Z								x			x											
Phenanthren					Z								x			x											
Chrysen					Z								x			x											
Benzo(j)fluoranthren					Z											x											
Benzo(e)pyren					Z																						
1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-(g)-2-benzopyren																	x										
Chlor-Pestizide																											
Dichlobenil													x														
α-Endosulfan								x	x		x					x								x	x		
β-Endosulfan								x	x		x					x								x	x		
Heptachlor													x												x	x	
Heptachlorepoxyd								x	x								x										
Methoxychlor													x				x										
4,4'-DDE					x	Z		x	x	x	x		(x)			x								x	x		
4,4'-DDD					x	Z		x	x	x			(x)			x								x	x		
4,4'-DDT					x	Z		x	x	x	x		(x)			x								x	x		
2,4'-DDE						Z							(x)			x											
2,4'-DDD						Z							(x)			x											
2,4'-DDT						x	Z		x	x	x	x	(x)			x									x	x	

SH Schleswig-Holstein
 HH Hansestadt Hamburg
 NI Niedersachsen
 HB Hansestadt Bremen

NW Nordrhein-Westfalen
 HE Hessen
 RP Rheinland-Pfalz und BfG
 BW Baden-Württemberg

BY	SL			BE			BB			MV			SN			ST			TH			Bundesland	Stoffname						
	Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm										
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe					
																							Naphthalin						
																								Fluoranthren					
																								Benzo(b)fluoranthren					
																								Benzo(k)fluoranthren					
																								Perylen					
																								Benzo(g,h,i)perylene					
																								Pyren					
																								Benzo(a)pyren					
																								Dibenz(a,h)anthracen					
																								Indeno(1,2,3-cd)pyren					
																								Anthracen					
																								Benzo(a)anthracen					
																								1 - Methylnaphthalin					
																								2 - Methylnaphthalin					
																								Acenaphthen					
																								Acenaphthylen					
																								Fluoren					
																								Phenanthren					
																								Chrysen					
																								Benzo(j)fluoranthren					
																								Benzo(e)pyren					
																								1,3,4,6,7,8-Hexahydro-4,6,6,7,8,8-hexamethylcyclopenta-(g)-2-benzopyren					
																								Chlor-Pestizide					
																								Dichlobenil					
																								α-Endosulfan					
																								β-Endosulfan					
																								Heptachlor					
																								Heptachlorepoxyd					
																								Methoxychlor					
																								4,4'-DDE					
																								4,4'-DDD					
																								4,4'-DDT					
																								2,4'-DDE					
																								2,4'-DDD					
																								2,4'-DDT					

BY Freistaat Bayern
 SL Saarland
 BE Berlin
 BB Brandenburg

MV Mecklenburg-Vorpommern
 SN Freistaat Sachsen
 ST Sachsen-Anhalt
 TH Freistaat Thüringen

Tab. 4.2: Kenngrößen der Schwebstoff-Meßprogramme (Fortsetzung)

Stoffname	Bundesland	SH			HH			NI			HB			NW			HE			RP			BW					
		Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Chlor-Pestizide (Forts.)																												
Aldrin					x			x	x		x			(x)			x									x	x	
Dieldrin					x			x	x		x			(x)			x											
Endrin					x			x	x		x			(x)			x											
Isodrin					x									(x)			x									x	x	
Telodrin														(x)														
α-Hexachlorcyclohexan					x		Z	x	x	x	x			(x)			x									x	x	
β-Hexachlorcyclohexan					x		Z	x	x	x				(x)			x									x	x	
δ-Hexachlorcyclohexan					x		Z							(x)			x											
γ-Hexachlorcyclohexan (Lindan)					x			x	x	x	x			(x)			x									x	x	
ε-Hexachlorcyclohexan							Z																					
Quintozen																										x	x	
weitere Schadstoffe																												
Moschus-Xylol																			x									
Moschus-Ambrette																			x									
Moschus-Keton																			x									
Bromocyclen																			x									
Benzothiophen						x																						
Benzo[b]naphtho(1,2-d)thiophen						x																						
Benzo[b]naphtho(2,1-d)thiophen						x																						
Benzo[b]naphtho(2,3-d)thiophen						x																						
7-Acetyl-1,1,3,4,4,6-hexamethyltetralin																			x									
Mersalylsäure							S																					
Nitromersol							S																					

SH Schleswig-Holstein
 HH Hansestadt Hamburg
 NI Niedersachsen
 HB Hansestadt Bremen

NW Nordrhein-Westfalen
 HE Hessen
 RP Rheinland-Pfalz und BfG
 BW Baden-Württemberg

Bundesland																								Stoffname
BY			SL			BE			BB			MV			SN			ST			TH			
Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm			Meß-Programm						
1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
																								Chlor-Pestizide
																								Aldrin
																								Dieldrin
																								Endrin
																								Isodrin
																								Telodrin
																								α -Hexachlorcyclohexan
																								β -Hexachlorcyclohexan
																								δ -Hexachlorcyclohexan
																								γ -Hexachlorcyclohexan (Lindan)
																								ϵ -Hexachlorcyclohexan
																								Quintozen
																								weitere Schadstoffe
																								Moschus-Xylol
																								Moschus-Ambrette
																								Moschus-Keton
																								Bromocyclen
																								Benzothiophen
																								Benzo[b]naphtho(1,2-d)thiophen
																								Benzo[b]naphtho(2,1-d)thiophen
																								Benzo[b]naphtho(2,3-d)thiophen
																								7-Acetyl-1,1,3,4,4,6-hexamethyltetralin
																								Mersalylsäure
																								Nitromersol

BY Freistaat Bayern
 SL Saarland
 BE Berlin
 BB Brandenburg

MV Mecklenburg-Vorpommern
 SN Freistaat Sachsen
 ST Sachsen-Anhalt
 TH Freistaat Thüringen

5. Zusammenfassende Empfehlungen

Auf Grundlage der ausführlichen fachlichen Erörterungen in den Kapiteln 2 – 4 lassen sich folgende zusammenfassende Empfehlungen für Schwebstoffuntersuchungen aufstellen:

Bei der **Auswahl der Meßstellen** wird in der Regel die Repräsentanz für einen größeren Gewässerabschnitt ausschlaggebend sein. Dabei ist das vorhandene Meßnetz zur Probenahme von Wasserproben mit heranzuziehen, um korrespondierende und ergänzende Ergebnisse für beide Kompartimente zu erzielen.

Bei der Ermittlung von Belastungsursachen sind dagegen die Probenahmestellen örtlich den zu überprüfenden Emissionsquellen anzupassen. Vielfach müssen auch praktische Gründe wie die Zugänglichkeit des Gewässers, die Erreichbarkeit der Probenahmestelle und der Schutz der Probenahmeeinrichtung vor Vandalismus etc. berücksichtigt werden.

Grundsätzlich sind die Probenahmen oberflächennah durchzuführen, um die Miterfassung eines größeren Anteils an sandigem Material zu vermeiden. Eine zumindest stichprobenhafte Korngrößenanalyse in den gesammelten Schwebstoffproben ist dringend zu empfehlen (Anlage 4).

Die optimale Wahl von **Art, Dauer und Häufigkeit der Probenahme** hängt wie bei den Wasseruntersuchungen von vielen zusammenwirkenden Faktoren, v. a. aber von der spezifischen Aufgabenstellung des Untersuchungsprogramms ab. So erfordern Untersuchungen zur Variabilität von Meßgrößen im Schwebstoff oder zeitlich hoch aufgelöste Hochwasser-Meßprogramme die Bestimmung aus Einzelproben; Mischproben sind dagegen zur Frachtermittlung und zur Abschätzung des Belastungspotentials für Baggergut und sedimentbewohnende Organismen besser geeignet.

Die Dauer der Probenahme hängt auch direkt von dem ausgewählten Probenahmeverfahren ab. Während die Schwebstoffgewinnung mittels großvolumiger Durchflußzentrifugen relativ schnell (mehrere Stunden) eine für das geplante **Untersuchungsspektrum** ausreichende **Schwebstoffmasse** separieren kann,

sind bei Sedimentfallen hierfür längere Zeiträume (bis zu einigen Wochen) anzusetzen. Dabei sind dann allerdings Untersuchungen auf biologisch veränderbare Substanzen nur noch bedingt auswertbar.

Die Häufigkeit der Probenahme sollte – wie bei den Wasseruntersuchungen im LAWA-Meßstellennetz – bei Einzelproben einen Mindestumfang von 13 mal pro Jahr aufweisen. Für die Abschätzung von Frachten oder die Ableitung von Trendausagen, besonders bei Meßgrößen mit höheren Gehaltsschwankungen ist eine ausreichend abgesicherte Aussage erst bei 26 Untersuchungen pro Jahr zu erzielen.

Zur Einschätzung der Repräsentanz von Schwebstoffprobenahmen und zur Frachtermittlung sind neben der Kenntnis des Abflusses begleitende Untersuchungen zum Schwebstoffgehalt im Wasser erforderlich. Anstelle von regelmäßigen und häufigen Bestimmungen des Gehalts an abfiltrierbaren Stoffen im Wasser bietet sich alternativ die unaufwendigere Trübungsmessung zur Abschätzung des suspendierten Feststoffgehalts an (Anlage 3).

Die Auswahl der **Kenngroßen** ergibt sich aus den jeweiligen Zielen des Untersuchungsprogramms. Eine Auswahl gängiger Verfahren zur Bestimmung der Kenngroßen, die in den routinemäßig durchgeführten Meßprogrammen der Gewässerüberwachung angewendet werden, ist in Anlage 2 beigefügt.

Das **Probenahmeverfahren** hängt entscheidend vom Untersuchungsziel ab und ist ausschlaggebend für die Aussagekraft der Meßergebnisse. Fehler, die bei der Probenahme gemacht werden, sind auch bei bester Analytik später nicht mehr wett zu machen.

In der Tabelle 5.1 sind die drei in Kapitel 3 beschriebenen Probenahmeverfahren im Hinblick auf die in Kapitel 2 aufgelisteten Aufgabenstellungen bewertet.

Die Bewertungskriterien sind:

- ++ gut geeignet
- + bedingt geeignet
- nicht geeignet.

Tab. 5.1: Eignung der Probenahmeverfahren für unterschiedliche Aufgabenstellungen

Aufgabe	Verfahren		
	Zentrifugation	Sedimentation	Filtration
Nachweis von partikelgebundenen Schadstoffen, die in der Wasserphase nicht mehr bestimmbar sind	++	++	++
Ermittlung von zeitlichen und örtlichen Trends	++	++	+
Überwachung von Grenzwerten und Zielvorgaben	++	+	+
Abschätzung des Schadstoffpotentials von Sedimenten und Baggergut	+	++	-
Abschätzung von schwebstoffgebundenen Schadstofffrachten	++	+	+
Ermittlung und Bilanzierung der Schadstoffbelastung der Schwebstoffe bei Hochwasser	++	-	+
Zuordnung von schwebstoffgebundenen Belastungen zu Emissionsquellen	++	++	+

Anzumerken ist ferner, daß sich die Eignung der Filtration ausschließlich auf die Bestimmung von Schwermetallen bezieht. Für andere Kenngrößen, insbesondere organische Mikroverunreinigungen, wird die Filtration schon aufgrund der geringen Probemasse für nicht geeignet angesehen.

Man sieht, daß die **Zentrifugation** praktisch für alle Fragestellungen gut geeignet ist.

Auch durch die **Sedimentationsverfahren** lassen sich bei allen Problemen, die keine differenzierte zeitliche Auflösung erfordern, angepaßte Ergebnisse erzielen. Bei vergleichbarer Eignung sollte daher der Gesichtspunkt des Aufwandes mit berücksichtigt werden.

Die **Filtration** stellt sich in fast allen Fällen als nur bedingt geeignet heraus. Die Nichteignung zur Abschätzung des Schadstoffpotentials von Sedimenten und Baggergut resultiert daher, daß hierbei der zeitliche Bezug verloren geht.

Ferner ist anzumerken, daß die Einstufung der „bedingten Eignung“ bei den Aufgabenstellungen „Überwachung von Grenzwerten und Zielvorgaben“ und „Abschätzung von schwebstoffgebundenen Schadstofffrachten“ auf bis dato vorliegenden Erkenntnissen beruht. Die Ergebnisse der derzeit laufenden Vergleichsuntersuchungen zwischen den einzelnen Verfahren können zu einer anderen Einstufung führen.

Abschließend läßt sich sagen, daß für alle Aufgabenstellungen geeignete Schwebstoffgewinnungsverfahren verfügbar sind. Insbesondere ist darauf zu achten, daß an den LAWA-Meßstellen vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Die letztendliche Auswahl muß der Meßstellenbetreiber treffen, wobei die zuvor genannten Gesichtspunkte wie Probenahme, Untersuchungsspektrum und der Aufwand eine wesentliche Rolle spielen.

Der LAWA-Arbeitskreis „QHF“ wird einen intensiven Erfahrungsaustausch über die angeschnittenen Probleme fortführen.

6. Ausgewählte Literatur

- [1] LAWA (1993): Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland – Karten der Wasserbeschaffenheit 1982 – 1991 (Fort-schreibung 1982 - 1996, im Druck)
- [2] LAWA (1995): Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland – Bestandsauf-nahme der Untersuchungsprogramme zur Gewässergüteüberwachung – Stand 1993
- [3] LAWA (1997): Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland Empfehlungen für die regelmäßige Untersuchung der Be-schaffenheit der Fließgewässer/LAWA-Untersuchungsprogramm
- [4] LAWA (1997): Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer
- Band I: Teil I:
Konzeption zur Ableitung von Zielvor-gaben zum Schutz oberirdischer Binnen-gewässer vor gefährlichen Stoffen
- Teil II:
Erprobung der Zielvorgaben von 28 ge-fährlichen Wasserinhaltsstoffen in Fließ-gewässern
- Band II:
Ableitung und Erprobung von Zielvor-gaben zum Schutz oberirdischer Binnen-gewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Queck-silber und Zink
- [5] LAWA (1996): Gewässergüteatlas der Bundesrepublik Deutschland Biologische Gewässergütekarte 1995
- [6] LAWA (1996): Empfehlungen zum Einsatz von kontinuierlichen Biotestverfahren für die Gewässerüberwachung
- [7] LAWA (1996): Die Hauptströme der Fluß-gebiete Deutschlands – Überwachung, Zustand und Entwicklung ihrer Beschaf-fenheit –
- [8] HELLMANN, H. (1986): Analytik der Ober-flächengewässer, G. Thieme-Verlag, Stutt-gart
- [9] IKSR/KHR (1995): Schwebstoffverteilung im Rheinquerschnitt, Zwischenbericht (un-veröffentlichter Entwurf), Koblenz
- [10] BfG (1987): Schwebstofftransport in Bun-deswasserstraßen, BfG-Bericht 0371, Kob-lenz
- [11] STEFFEN, D. et al. (1995): Zinnorganische Verbindungen in den Kornfraktionen von Gewässersedimenten der Elbe, Weser, Ems und Aller, DGM 39, 6, 200 – 206, Koblenz
- [12] KARICKHOFF, S.W. (1984): Organic pol-lutantsorption in aquatic systems, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 10, No. 6, p. 707-735
- [13] GREISER, N. et al. (1996): Biogener Einfluß auf den partikulären Schadstofftransport unter besonderer Berücksichtigung der Elbe, DGM 40, 4, 154-163, Koblenz
- [14] SCHWARZENBACH, R.P.; Gschwend, P.M. und Imboden, D.M. (1993): Environmental Organic Chemistry, Kapitel 7. John Wiley & Sons
- [15] KARICKHOFF, S.W.; BROWN, D.S. und T. A. SCOTT, T.A. (1979): Sorption of hydro-phobic pollutants on natural sediments, Water Res.13, 241-248
- [16] GÖTZ, R. in Vorbereitung
- [17] HELLMANN, H. (1996): Adsorption und Re-mobilisierung von organischen Schad-stoffen in Gewässern – Modellunter-suchungen, Ergebnisse aus der Praxis, Analytik, DGM 40, 3, 125-132, Koblenz
- [18] SCHUDOMA, D. (1994): Ableitung von Ziel-vorgaben zum Schutz oberirdischer Bin-nengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Queck-silber und Zink, UBA-Texte 54/94
- [19] GÖTZ, R., STEINER, P., FRIESEL, P., ROCH, K., WALKOW, F., MAAß, V., REINECKE, H., und STACHEL, B. (1998): Dioxin (PCCD/F) in the river Elbe – investigations of their origin by multivariate statistical methods, Chemosphere, im Druck

- [20] BREITUNG, V. (1997): Probenahme mit einer Durchflußzentrifuge zur Gewinnung von Schwebstoffen für die Schadstoffanalyse aus fließenden Gewässern, DGM 41, 113-117
- [21] REINEMANN, L. UND SCHEMMER, H. (1994): Neuartige Schwebstoffsammler zur Gewinnung von Schwebstoffen aus fließenden Gewässern, DGM 38, 1/2, 22-26
- [22] DEHNAD, F. (1984): Charakterisierung der Schwebstoffe im Rheinwasser und deren Stoffaustausch mit der flüssigen Phase, KFK 3759, Kernforschungszentrum Karlsruhe
- [23] STACHEL, B.; ELSHOLZ, O. UND REINCKE, H. (1995): Investigation on sample pretreatment for the determination of selected metals and organochlorine compounds in suspended particulate matter of the River Elbe, Fresenius J. Anal. Chem. 353: 21-27
- [24] HEININGER, P. in Vorbereitung

Anlagen 1 - 5

Anlage 1

Zentrifugen-Standardarbeitsanweisung und technische Anmerkungen

1. Beispiel einer Standardarbeitsanweisung (SAA) aus dem Landesumweltamt NRW:

Probenahme von Schwebstoffen mit der Zentrifuge

Inhalt

- 1 Geltungsbereich
- 2 Aufgabenstellung
- 3 Grundlagen des Verfahrens
- 4 Geräte
- 5 Arbeitsablauf
 - 5.1 Zusammenbau der Zentrifuge
 - 5.2 Inbetriebnahme und Laufzeit der Zentrifuge
 - 5.3 Entnahme der Schwebstoffprobe
- 6 Dokumentation der Probenahme
- 7 Wartung
- 8 Störung
- 9 Literaturangaben
- 10 Anhang (Abbildungen)

Verfasser:	Fr. Franz Herr Schiebach		
Prüfung:			
Freigabe:			
Stillegung:			
Datei:	F:\DATA\SAAI ZENTRI97.DOC		01'97
	Name	Sichtvermerk	Datum

1. Geltungsbereich

Diese Standardarbeitsanweisung gilt für das Dezernat 313.3 und ist von den mit der Aufgabe betreuten Sacharbeiter/-innen und weiteren Mitarbeiter/-innen zu beachten.

2. Aufgabenstellung

Gewinnung von Schwebstoffen mit Hilfe der Durchflußzentrifuge.

3. Grundlagen des Verfahrens

Zugrunde liegende Normen: –

4. Geräte

Carl Padberg CEPA -Schnellzentrifuge Type Z 61

Teflonfolie

Probenahmeprotokoll

1 l Glasgefäß

Gummischaber

Halter für Zylinder

5. Arbeitsablauf

5.1 Zusammenbau der Zentrifuge

Teflonfolie, wie in Abb. 1 gezeigt, einlegen. Sonst kann das einlaufende Flußwasser die Folie anheben und so eine Unwucht entstehen und dadurch Schäden am Lager verursachen.

Wenn die Folie korrekt eingelegt ist, wird der Zylinder verschlossen (siehe Abb.2).

Nun wird der Zylinder in die Zentrifuge eingebaut, indem man diesen vorsichtig (nicht hineinfallen lassen!) von oben in das konische Zentrifugegehäuse gibt und darauf achtet, daß sich der auswechselbare Spurzapfenring am aufgeschraubten Zylinderboden das Fußlagers einsetzt (siehe Abb. 3).

Ablaufteil (Teil 14 Abb.3) und Deckel (Teil 12 Abb.3) einbauen.

Ablaufschlauch am oben genannten Ablaufteil anschließen.

Antrieb (Teil 2 Abb.3), an dieser Stelle den freien Lauf des Zylinders, prüfen. Nun die Schutzhülse (Teil 3 Abb.3) verschrauben und mit dem Schlüssel (Teil 17 Abb.3) verriegeln.

5.2 Inbetriebnahme und Laufzeit der Zentrifuge

Vor der Inbetriebnahme muß die aktuelle Probenleitung ca. 5 min ohne Anschluß an die Zentrifuge gespült werden.

Nach Zusammenbau der Zentrifuge und Spülvorgang wird jetzt der Hauptschalter am Steuerkasten (hinter der Zentrifuge an der Wand) eingeschaltet.

Jetzt wird der Durchfluß am Drehventil der Probenleitung auf 1000 l/h eingestellt. Falls in der Anlaufzeit eine Unwucht entsteht, muß die Zentrifuge am Hauptschalter wieder ausgeschaltet werden; dabei nicht vergessen, die Probenleitung ebenfalls abzustellen.

Die Störung muß nun beseitigt werden und die Zentrifuge erneut in Betrieb genommen werden. Läßt sich keine Störung finden ist der Kundendienst, nach Absprache mit dem Dezernenten, zu benachrichtigen.

Die Laufzeit der Zentrifuge richtet sich nach dem Schwebstoffgehalt des Gewässers und der gewünschten Menge an Schwebstoffprobe für die Untersuchungen.

Anhand der abfiltrierbaren Stoffe aus der Tagesstichprobe errechnet man sich die ungefähre Laufzeit.

z.B.: Abfiltrierbare Stoffe = 10 mg/l = 0,01 g/l
gewünschte Masse Schwebstoffe =
50 g (Naßgewicht)
1 h = 1000 l = 10 g Schwebstoffe
(Naßgewicht)

also

50 g = 5 h Laufzeit.

So ergibt sich eine Laufzeit von 5 h, die man sicherheitshalber etwas erhöhen sollte, um Verluste beim Verbringen der Probe von der Teflonfolie in das Glasgefäß auszugleichen.

5.3 Entnahme der Schwebstoffprobe

Nach der gewünschten Laufzeit wird am Hauptschalter die Zentrifuge ausgeschaltet und die Probenleitung zuge dreht.

Ist die Zentrifuge, nach ungefähr 1/4 h Nachlaufzeit, zum Stillstand gekommen, öffnet man die Verriegelung mit dem in 5.1 beschriebenen Schlüssel (Teil 17 Abb.3). Nun wird die Schutzhülse entfernt und der Antrieb vom Zylinder und der Ablaufschlauch vom Ablaufteil getrennt. Der Deckel und das Ablaufteil wird nun abgebaut.

Nun kann der Zylinder entnommen und, nachdem man ihn auf der Werkbank in den dafür vorgesehenen Halter gelegt hat, geöffnet werden.

Die Folie kann jetzt vorsichtig entnommen werden; mit einem Gummischaber wird

die Schwebstoffprobe von der Folie in das 1 l-Glasgefäß verbracht. Das Gefäß wird nun verschlossen und bis zum Weitertransport kühl aufbewahrt.

Nun muß die Folie mit Leitungswasser gründlich abgewaschen werden. Nach dem Trocknen kann sie für den nächste Lauf der Zentrifuge wieder, wie in 5.1 beschrieben, eingebaut werden.

6. Dokumentation der Probenahme

Bei jeder Probennahme muß ein Protokoll geführt werden.

In diesem muß das Probenahmedatum, die Laufzeit, der Probenehmer, die Meßstelle, der Durchfluß, das Nassgewicht und eventuelle Besonderheiten während der Probenahme notiert werden.

7. Wartung

Es ist ein Gerätebuch für die Zentrifuge zu führen, in dem sämtliche Arbeiten und Besonderheiten zu dokumentieren sind. Die Angaben sind mit Datum und Angabe der Bearbeiterin/des Bearbeiters zu notieren.

Einmal im Jahr muß die Zentrifuge vom Hersteller geprüft werden; dies wird ebenfalls im Gerätebuch eingetragen und vom Wartungsdienst eine Plakette auf das Zentrifugengehäuse geklebt.

8. Störungen

Alle Störungen und Abweichungen vom üblichen Verfahren müssen im Gerätehandbuch und im Probenahmeprotokoll vermerkt werden.

Eine Unwucht könnte durch das nicht sachgemäße Einlegen der Folie in den Zylinder entstehen.

Sollte nach erfolgter Probenahme nicht genug Schwebstoff vorhanden sein muß die Zentrifuge mit der gereinigten Teflonfolie erneut zusammengebaut und gestartet werden.

Die zusätzliche Laufzeit ist im Gerätehandbuch und Probenahmeprotokoll zu vermerken.

9. Literaturangaben

- Betriebsanweisung Zentrifuge Type Z 61 von Firma Carl Padberg

Abbildung 1: Einlegen der Teflonfolie

10. Anhang (Abbildungen 1 - 3)

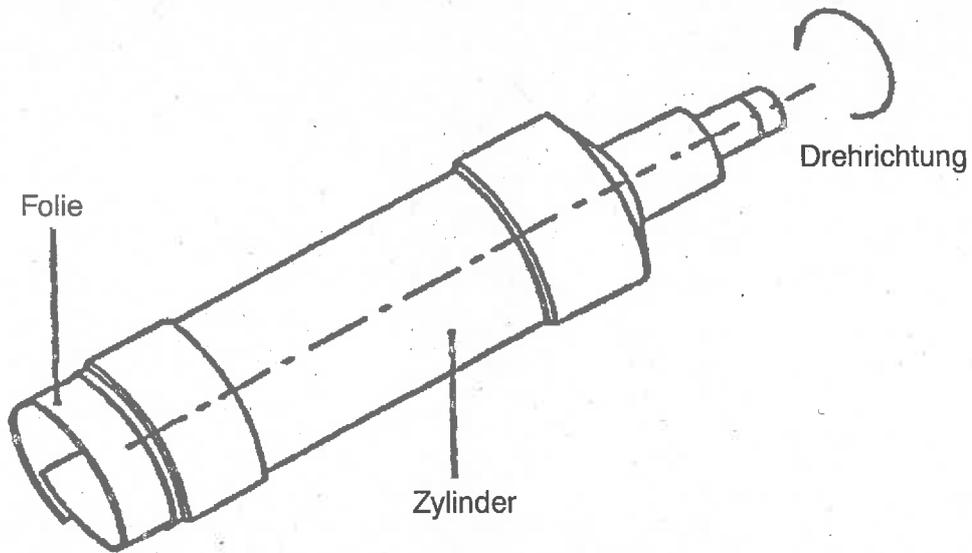
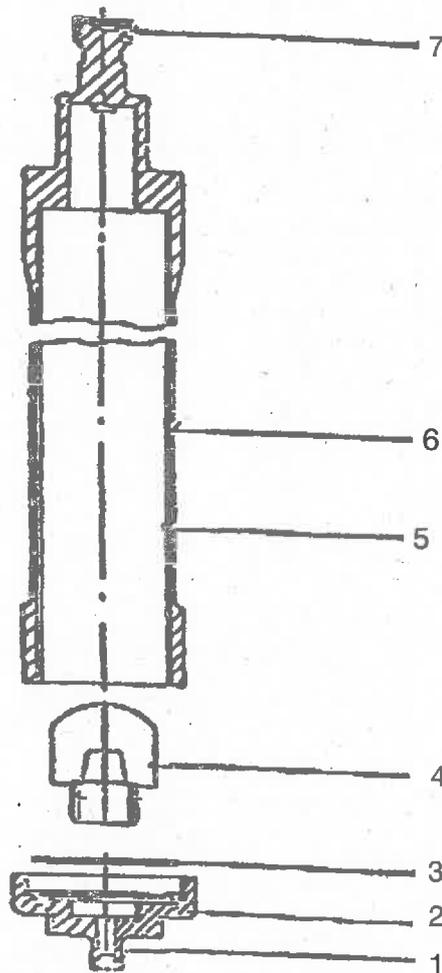


Abbildung 2: Klärzylinder Z 61



2. Technische Anmerkungen

Kfz-Anhänger:

Bei der Anschaffung eines Autoanhängers zur Montage einer Zentrifuge gibt es mehrere Anbieter. Der Hersteller der Padbergzentrifuge bietet einen Anhänger an, der den Ansprüchen genügt. Aber auch die Montage durch Firmen vor Ort kann empfohlen werden. Wartungs- und Reparaturarbeiten am Anhänger können in diesem Fall in viel kürzerer Zeit und in der Regel kostengünstiger erledigt werden.

Zudem kann die Zentrifuge auch direkt auf das Fahrzeug montiert werden, was die Mobilität stark erhöht.

Anlage 2

Analysenverfahren

Trocknung und Lagerung:

Zur Analyse von schwerflüchtigen Verbindungen kann die Probe getrocknet werden (z. B. Gefriertrocknung (DIN 38414 S22), Trocknung bei 105 °C, Lufttrocknung). Sind die zu untersuchenden Kenngrößen temperaturempfindlich oder flüchtig, dann sollte der Schritt der Trocknung vermieden werden. Eine Lagerung der Schwebstoffproben kann entweder im getrocknetem Zustand oder tiefgefroren vorgenommen werden.

Bestimmung der Schwebstoffkonzentration:

Zur Bestimmung der Schwebstoffkonzentration wird die Masse des gewonnenen Schwebstoffs (trocken, ggf. wird zur Bestimmung des Trockengehaltes nur ein Aliquot des Schwebstoffes getrocknet) durch das durchgelaufene Wasservolumen während der Probenahme (errechenbar aus Durchfluß/Zeit und Dauer der Probenahme) dividiert.

Gängige Analysenverfahren:

Schwermetalle:	DIN 38406 E22
Quecksilber:	DIN 38406 E12-4/-3
Gesamt-P:	DIN 38405 D11-4 analog
für TC/TOC:	DIN 38409 H3 analog
PCB:	DIN 38414 S20 (7 PCB)
SHKW:	DIN 38407 F2 analog *
PAK:	DIN 38414 S 21 (6 PAK); DIN 38407 F18 analog (EPA PAK)
Dioxine:	BGBl. Jg. 1992 Teil I AbklärV v. 15.4.92, Anhang 1 S. 923 ff DIN 38414 S24 (Entwurf)
Zinn-Organyle:	DIN 38407 Teil 13 analog, Entwurf *

* = Wassernorm ohne Hinweise auf Extraktion und clean-up

Anlage 3

Trübungsmessung

Die Trübung des Wassers entsteht durch ungelöste feindisperse Stoffe unterschiedlicher Zusammensetzung und Korngröße. Im Rahmen der Europäischen Norm EN 27027 von 1994 [1] werden zur Bestimmung der Trübung quantitative Verfahren unter Verwendung optischer Trübungsmeßgeräte eingesetzt. Hier unterscheidet man zwischen dem Verfahren zur Messung der gestreuten Strahlen und dem Verfahren zur Messung der Schwächung der durchgehenden Strahlen. Das Streulichtverfahren wird in der Regel zur Messung von Gewässern mit geringer Trübung verwendet. Die Messung der Schwächung der durchgehenden Strahlen eignet sich gut für Gewässer mit hohen Schwebstoffgehalten. Eine Beeinträchtigung der Trübungsmessung durch die Gegenwart lichtabsorbierender Substanzen kann durch Messungen mit einer Wellenlänge oberhalb von 880 nm minimiert werden.

Da verschiedene Faktoren die Intensität der Lichtstreuung beeinflussen, ist es schwierig, Streulichtmessungen direkt zur Konzentration suspendierter Feststoffe in Beziehung zu setzen. Eine direkte Verbindung kann nur hergestellt werden, wenn Faktoren der suspendierten Feststoffe, wie Größenverteilung, Formen, Refraktionsindices und Absorptionsvermögen konstant bleiben und sich nur die Konzentration ändert. Ein Vergleich von Meßwerten verschiedener Geräte ist nur möglich wenn gleiche Meßverfahren (siehe Vorgabe nach EN 27027, Kapitel 3.3.1) und Kalibrierfunktionen zugrunde liegen.

Die Eichung der Meßgeräte erfolgt mit einem Formazinstandard von 4000 FNU, welcher wiederholt mit einer Genauigkeit von $\pm 1\%$ hergestellt werden kann und nach entsprechender Verdünnung zur Kalibrierung der verschiedenen Meßbereiche herangezogen wird. Die zur Zeit im Handel erhältlichen Trübungsmeßgeräte werden vom Werk mit Formazinstandardlösungen kalibriert. Die Messung der Trübung erfolgt in Trübungseinheiten, wobei nach Anerkennung von Formazin als Primärstandard die Einheiten der Trübungsmessung Formazin-

Trübungseinheiten (formazin turbidity units = FTU oder Trübungseinheiten Formazin = TE/F) genannt werden. Nach EN 27027 erfolgt die Angabe der Ergebnisse bei der Messung der Streustrahlung in Formazin-Nephelometrieinheiten = FNU und bei der Messung der Schwächung in Formazinschwächungseinheiten = FAU.

Obwohl die kritischen Komponenten eines Trübungsmeßgerätes spezifiziert wurden und mit gleichem Standardmaterial kalibriert wird, ergeben sich durch den verbleibenden Spielraum noch wesentliche Abweichungen zwischen Geräten [2]. Ein direkter Vergleich von Meßdaten verschiedener Trübungsmeßstationen ist möglich, wenn jede Station mit dem gleichen Gerät arbeitet, oder die Schwebstoffzusammensetzung konstant ist und eine Beziehung der ungelösten Stoffe zur Trübungsmessung über eine Kalibrierfunktion erstellt werden kann.

Im Rahmen von Labormessungen [3] wurde der Zusammenhang zwischen der Trübungsmessung und den Korngrößen suspendierter Feststoffe bei jeweils bekannten Konzentrationen untersucht. Die Kalibrierkurven für jede Korngrößengruppe zeigten Korrelationsfaktoren zwischen 0,98 und 1,0 und somit eine enge Beziehung zwischen der Trübung und dem Schwebstoffgehalt. Allerdings liegen erhebliche Differenzen der einzelnen Korngrößen untereinander vor und bestätigen deutlich den Einfluß der Kornzusammensetzung auf die Kalibrierfunktion.

Je nach Zusammensetzung der suspendierten Stoffe eines Gewässers in Abhängigkeit vom Abfluß, den Einleitungen und der Jahreszeit ermöglicht die Messung der Trübung eine sofortige Einschätzung der relativen Menge der suspendierten Feststoffe. Anhand von Laboruntersuchungen des Schwebstoffgehaltes sind an spezifischen Meßstellen gute Korrelationen möglich und ergeben gewässerspezifische Bezugskurven unterschiedlicher Genauigkeit, welche für die Berechnung von Schwebstofffrachten, Betrachtung von kurzfristigen Schwebstoffspitzen und Aufnahme der räum-

lichen Schwebstoffverteilung herangezogen werden können.

Literatur:

- [1] Europäische Norm EN 27027 vom Januar 1994, DEV – 31.Lieferung 1994.
- [2] Clifford C. Hach, Richard D. Vanous und John M. Heer: Verständnis der Trübungsmessung, Technische Informationsreihe, Heft Nr.11, August 1992, Erste Ausgabe, HACH Technical Center für angewandte analytische Chemie.
- [3] Reinemann, L., H. Schemmer und M. Tippner: Trübungsmessungen zur Bestimmung des Schwebstoffgehaltes, Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 26.1982, H.6, S. 167-174.

Anlage 4

Bestimmung der Korngrößenverteilung

Vorbemerkung:

Unterschiedliche Methoden der Korngrößenbestimmung führen trotz vorschriftsmäßiger Durchführung u. U. zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen. Für kohesive Sedimente mit einem hohen Anteil an Ton und Schluff bzw. organischer Substanz führt z.B. die Ultraschallsiebung systematisch zu einem höheren Anteil feinkörniger Fraktionen (Fein-/Mittelschluff und Ton) als die normale Naß- oder Trockensiebung, bzw. das Laser- oder das Aräometer-Verfahren.

Je nach Untersuchungsziel wird die eine oder andere Methode geeigneter sein:

- für die Untersuchung des Transportverhaltens von Schwebstoffen sollten die natürlichen Kornaggregate bei der Bestimmung der Kornverteilung möglichst nicht verändert oder zerstört werden. Methoden, die z. B. mittels Ultraschall eine vollkommene Auftrennung der Kornaggregate durchführen, führen in diesem Falle zu unbrauchbaren Ergebnissen.
- Für die Bestimmung der Korngrößenverteilung zur Beurteilung von Schadstoffgehalten in Schwebstoffen oder Sedimenten muß die besonders hoch mit Schadstoffen angereicherte Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ („Trägerfraktion für Schadstoffe“) von den schadstoffarmen bzw. -freien gröberen mineralischen Fraktionen (Grobschluff, Sand) getrennt werden. Dies erfolgt mittels einer modifizierten Ultraschallsiebung besonders wirkungsvoll, ohne daß dabei die gröberen ($> 20 \mu\text{m}$) mineralischen Fraktionen signifikant zerstört würden.
- Für die Gewinnung einzelner Kornfraktionen ($< 20 \mu\text{m}$, $20 \dots 63 \mu\text{m}$, $63 \dots 200 \mu\text{m}$, etc) zum Zwecke der Schadstoffanalyse ist ebenfalls die Methode der Ultraschallsiebung anzuwenden. Nur sie gewährleistet eine ausreichende Trennung der einzelnen Fraktionen bzw. eine genügende „Reinheit“ der gröberen Fraktionen $> 20 \mu\text{m}$.

Ist allerdings nur die Gewinnung der Fraktion $< 20 \mu\text{m}$ (ohne Bestimmung der Korngrößenverteilung) gefordert, so kann hierfür auch die konventionelle Naßsiebung benutzt werden.

- Zur Beurteilung von Schadstoffgehalten in terrestrischen Böden (z. B. Spülfeldern) werden meist die Bodengrenzwerte der Klärschlammverordnung herangezogen. Diese Grenzwerte unterscheiden sich für die Schwermetalle Cd und Zn für „leichte“ und „schwere“ Böden. Als „leichter Boden“ gilt hierbei ein solcher mit einem Tonanteil $< 5 \%$, der nach AbfklärV mittels Aräometer zu bestimmen ist.
- Ist die Korngrößenverteilung auch unterhalb von $20 \mu\text{m}$ (Fein- bzw. Mittelschluff und Tone) zu bestimmen, so kommen hierfür Sedimentations-, Laser- oder Aräometerverfahren infrage. Alle Siebverfahren (trocken oder naß, mit oder ohne Ultraschall) sind hierfür nicht geeignet.

1. Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Laser

Es sind unbedingt die Vorschriften des Herstellers zu beachten. Verschiedene physikalische Prinzipien sind in Anwendung. Überwiegend werden Laser-Beugungsspektrometer für Serienanalysen eingesetzt.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Probenvorbereitung zu legen. Die Probe wird im Becherglas mittels Magnetrührer resuspendiert unter Zugabe eines Dispergiermittels, z. B. Natriumdiphosphat-Decahydrat $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$. Anschließend wird die Probe nach visueller Einschätzung der größten Körnungen durch ein oder zwei Siebe gegeben mit dem Ziel, die verschiedenen Meßbereiche der Laseranalyse (geräteabhängig) vorzuzwählen. Gleichzeitig erreicht man die Eliminierung von groben organischen Teilchen, z. B. Anteile von Gräsern, Blättern o. ä. (Schutzsiegung). Unmittelbar vor der Analyse wird die vorgesiebte Probe im Dispergiergerät, bestehend aus Ultraschallbad mit Rührwerk in der Weise behandelt, daß

keine Agglomerate mehr vorhanden sind, andererseits aber auch keine mineralischen Einzelkörner zerstört werden. Eine Behandlungszeit von ca. 90 Sekunden ist hierfür ausreichend.

2. Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Siebung

Trockensiebung:

Die Trockensiebung ist nur bei gering kohäsi-
vem Material mit einer Körnung $> 63 \mu\text{m}$ (Fein-
sand) anzuwenden.

Die Siebanalyse kann entweder von Hand
oder mit einer Siebmaschine durchgeführt wer-
den. Siebmaschinen müssen so beschaffen
und eingestellt sein, daß die Ergebnisse mit
denen der Siebung von Hand innerhalb festge-
legter Grenzen übereinstimmen.

Es sind nur Normsiebe mit Maschenweiten
nach DIN 4188 zu verwenden. Aus Gründen
der Vergleichbarkeit sind nur Quadratlochsiebe
einzusetzen.

Naßsiebung (ohne Ultraschall):

Bei der Siebung wird ein Siebsatz (Siebturm)
von Normsieben nach DIN 4188 verwandt, mit
dem es möglich ist, den Meßbereich oberhalb
 $20 \mu\text{m}$ abzudecken. Dieser Siebturm steht auf
einer Vibrationssiebmaschine, bei der die
Schwingungen angepaßt werden können. Die
Siebzeit kann durch eine Intervallautomatik
jederzeit verkürzt oder verlängert werden. Der
hier eingesetzte spezielle Siebkopf verfügt an
seiner Oberseite über drei Düsen, die Flüssig-
keit gleichmäßig versprühen, das Siebgut auf-
schlänmen und durch die Siebe waschen. Am
Siebfuß befindet sich eine Pfanne mit einem
Auslauf, in der die durchgehende Suspension
aufgefangen werden kann. Sie steht für weite-
re Analysen zur Verfügung. Während des
Siebvorganges sollte zur Schonung der Siebe
und zur Vermeidung von Zerstörungen einzel-
ner Partikel auf Siebhilfen mittels Achatkugeln,
Bürsten o.ä. verzichtet werden. Aus Gründen
der Vergleichbarkeit sind nur Quadratlochsiebe
einzusetzen.

**Für die Trocken- und Naßsiebung sind Qua-
dratlochsiebe mit den folgenden Maschen-
weiten zu verwenden:**

90, 80, 63, 50, 40, 31.5, 20, 16, 10, 8, 6.3, 4, 2,
1, 0.63, 0.5, 0.25, 0.2, 0.125, 0.063, 0.032,
0.02 mm.

Der Siebdurchgang des letzten Siebes (Rest)
sowie die Summe der Siebrückstände sind
anzugeben. Des weiteren sind die Korndurch-
messer bei d_{10} , d_{16} , d_{30} , d_{50} , d_{70} , d_{84} , d_{90} ,
dm in mm zu ermitteln.

Der Sortierungskoeffizient sowie die Schiefe
sind zu berechnen.

$$\text{Beispiel: Sortierung} = S_o = \sqrt{d_{84}/d_{16}}$$

$$\text{Schiefe} = S_k = (d_{84} \cdot d_{16}) / (d_{50} \cdot d_{50})$$

**Für die Naß- oder Trockensiebung sind die
folgenden Normen zu beachten:**

Messen disperser Systeme	DIN 66160 (1990)
Partikelgrößenanalyse; Formelzeichen, Einheiten	DIN 66161 (1985)
Siebböden; Drahtsiebböden für Analysensiebe, Maße	DIN 4188-T1 (1977)
Siebböden; Drahtsiebböden für Analysensiebe, Anforde- rungen und Prüfung	DIN 4188-T2 (1977)
Siebböden; Siebgewebe aus Seide oder Chemie-fasern	DIN 4195 (1976)
Siebböden; Runde Monofil- garne einschließlich Chemie-Drähte; Bezeichnung, Maße, Anforderungen, Prüfung	DIN 4196 (1984)
Siebböden; Siebgewebe aus rundem Chemie-Monofilgarn (-Draht)	DIN 4197 (1976)
Partikelgrößenanalyse; Sieb- analyse (Grundlagen)	DIN 66165-T1 (1987)
Partikelgrößenanalyse; Sieb- analyse; Durchführung Dar- stellung und Auswertung	DIN 66165-T2 (1987)
Darstellung von Korn-/ Teilchengrößen und -verteilungen	DIN 66141 (1974)

3. Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Aräometer

Es ist die DIN 18 123 „Baugrund, Untersuchung von Bodenproben, Korngrößenverteilung“ anzuwenden.

4. Bestimmung der Korngrößenverteilung mittels Ultraschallsiebung

(ohne Gewinnung einzelner Teil-Fractionen)

Es ist die DIN 22019, Teil 2 „Bestimmung der Korngrößenverteilung < 60 μm durch Ultraschall-Mikrosiebanalyse“ anzuwenden.

Literatur:

BMV/BfG (1994): Arbeitshilfe für die Vergabe von Entnahmen und Untersuchungen von Boden-, Schwebstoff-, und Wasserproben sowie von Bestandserhebungen der Faune der Gewässersohle (AVEU), Anlage 21, Seite 11-13.

Anlage 5**Mitglieder des
LAWA-Arbeitskreises „Qualitative Hydrologie der Fließgewässer“ (QHF)
und der beauftragten Expertengruppe****Mitglieder des Arbeitskreises QHF:**

Dipl.-Ing. Erwin Bach
Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

Dipl.-Chem. Alexander Bachor
Landesamt für Umwelt und Natur
Mecklenburg-Vorpommern

Dipl.-Ing. Hartwig Berger
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

Dr. Ulrich Irmer, Umweltbundesamt, Berlin

Dr. Martin Keller
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Dr. Hans Reiner Kirn
Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt,
Saarland

Dr. Helmut Klose
Landesumweltamt Brandenburg

Dr. Irene Krauß-Kalweit
Ministerium für Umwelt und Forsten des
Landes Rheinland-Pfalz

Dr. Bernd Kröber
Hessische Landesanstalt für Umwelt

Dipl.-Ing. Roswita Kühn
Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt

Dipl.-Chem. Klaus Jobsky
Institut für Umweltanalytik und
Humantoxikologie, Berlin

Dipl.-Ing. Petra Martin
Thüringer Landesamt für Umwelt

Dipl.-Geoökologin Irene Mözl
Ministerium für Umwelt und Verkehr, Baden-
Württemberg

Dr. Peter Pfeiffer
Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und
Landesentwicklung

Dr. Klaus Roch
Umweltbehörde der Freien und Hansestadt
Hamburg

Dr. Werner Rocker (Obmann)
Ministerium für Umwelt, Raumordnung und
Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen

Dr. Fred Schulz
Landesamt für Natur und Umwelt des Landes
Schleswig-Holstein

Dr. Klaus Vogt
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Mitglieder der Expertengruppe:

Dr. Vera Breitung
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

Dr. Rainer Götz
Umweltbehörde der Freien und Hansestadt
Hamburg

Dr. Heike Herata (zeitweise)
Umweltbundesamt, Berlin

Dr. Martin Keller (zeitweise Obmann)
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz

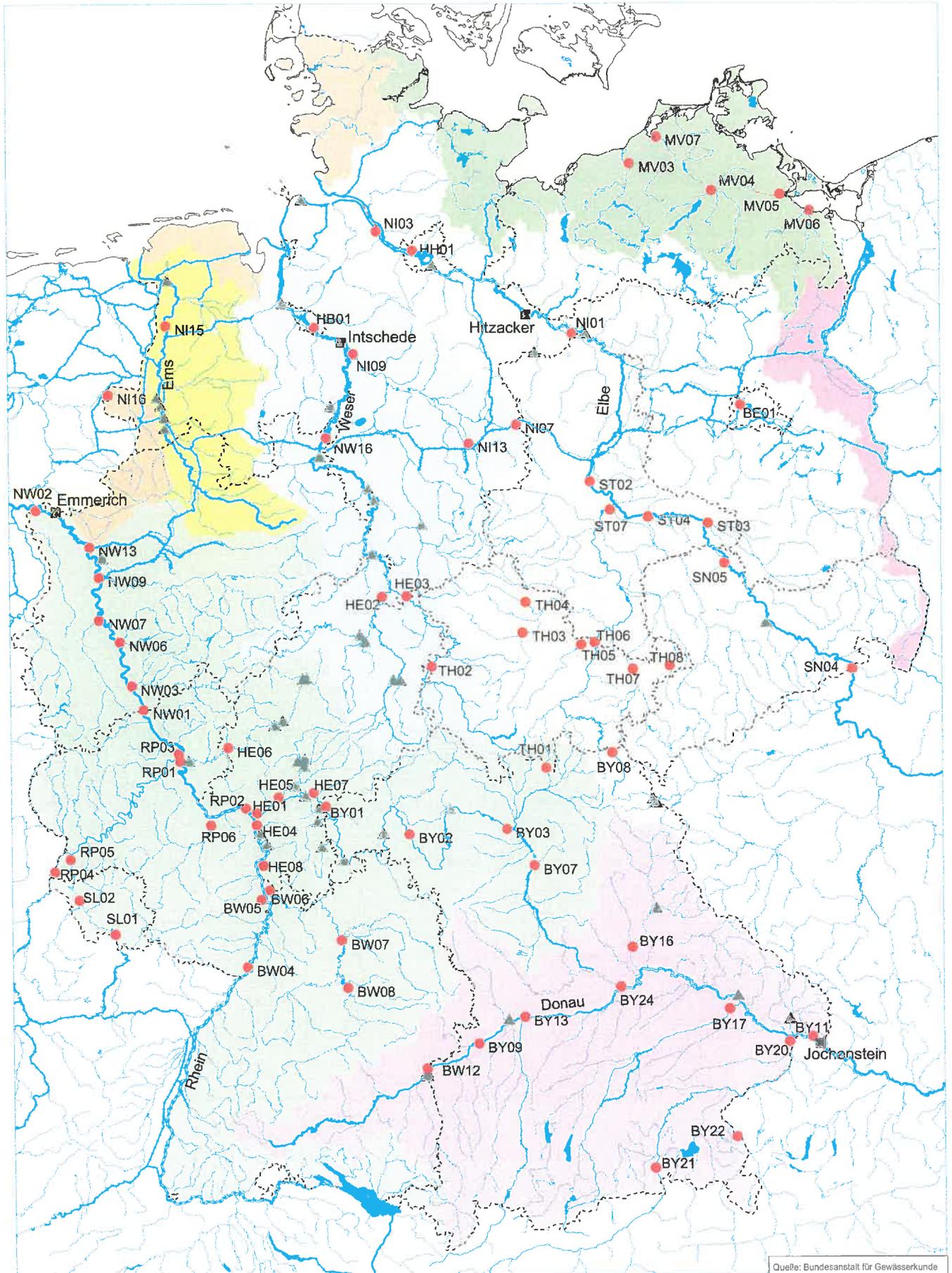
Dr. Irene Krauß-Kalweit
Ministerium für Umwelt und Forsten des Lan-
des Rheinland-Pfalz

Dipl.-Ing. Dieter Steffen
Niedersächsisches Landesamt für Ökologie

Dr. Klaus Vogt (Obmann)
Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Dipl.-Ing. Stefan Wolff
Wassergütestelle Elbe

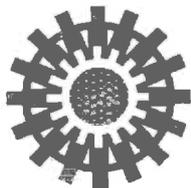
Schwebstoffmeßstellen (Stand 1996)



● LAWA-Meßstellen und

▲ Sonstige Landesmeßstellen laut Tabelle 4.1

■ Schwebstoffmeßstellen laut Tabelle 2.1



Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern

Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser wurde 1956 als „Zusammenschluß der für die Wasserwirtschaft und das Wasserrecht zuständigen Ministerien der Länder“ gebildet. Ziel der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser ist es auftauchende Fragestellungen gemeinsam zu erörtern, Lösungen zu erarbeiten und Empfehlungen zur Umsetzung zu initiieren. Aber auch aktuelle Fragen im nationalen, supranationalen und internationalen Bereich werden aufgenommen, auf breiter Basis diskutiert und die Ergebnisse bei den entsprechenden Organisationen eingebracht. Zur Erfüllung dieser Ziele hat die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) fünf Arbeitsgruppen und themenspezifische Arbeitskreise eingerichtet, die die Themenfelder Wasserrecht, Gewässerkunde, Gewässer- und Meeresschutz, Ökologie, Hochwasserschutz, Küstenschutz, Grundwasser, Wasserversorgung, Kommunal- und Industrieabwasser und den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen bearbeiten. Die Ergebnisse aus dieser Arbeit sind Grundlage für einen einheitlichen wasserwirtschaftlichen Vollzug in den Ländern. Trotzdem lassen die erarbeiteten Muster noch ausreichend Raum für die Berücksichtigung regionaler Besonderheiten. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser informiert die Öffentlichkeit mit einer Vielzahl von Schriften fortlaufend und aktuell über die Ergebnisse aus den Arbeitsgruppen, über Erfolge und Ansprüche der Wasserwirtschaft und des Wasserrechts der Länder. Die Schriften können über die Geschäftsstelle bezogen werden.

Fließgewässer der Bundesrepublik Deutschland

Schwebstoffuntersuchungen

Bestandsaufnahme 1996 – Empfehlungen

Wasserinhaltsstoffe in Fließgewässern verteilen sich aufgrund chemisch-physikalischer Gesetzmäßigkeiten zwischen der wässrigen Phase und Feststoffen. Dabei werden auch Schadstoffe adsorptiv an Schwebstoff gebunden und angereichert. Die Untersuchung der Schwebstoffe in Fließgewässern ist daher eine wesentliche Voraussetzung zur Auswertung und Bewertung von Ergebnissen zur Gewässerqualität.

Aufgrund unterschiedlicher Aufgabenstellungen und fehlender Normen werden von den Ländern und Flußgebietsarbeitsgemeinschaften verschiedene Verfahren insbesondere bei der Probenahme von Schwebstoffen angewendet. Deshalb hat der LAWA-Arbeitskreis „Qualitative Hydrologie der Fließgewässer“ eine Expertengruppe beauftragt, den aktuellen Stand des Wissens zusammenzutragen und auszuwerten.

Der vorliegende Bericht beschreibt die in den Bundesländern verfolgten Aufgaben und Ziele der Schwebstoffuntersuchungen, dokumentiert die unterschiedlichen Verfahren zur Schwebstoffgewinnung, erhebt eine Bestandsaufnahme der mit Stand 1996 durchgeführten Untersuchungsprogramme und stellt aufgabenbezogene Empfehlungen auf.

Diese Dokumentation der derzeitigen Praxis und Erfahrungen soll die bundesweite Harmonisierung der Untersuchungsprogramme fördern und somit auf der Grundlage zuverlässiger und vergleichbarer Daten eine weitergehende Bewertung auch auf nationaler und internationaler Ebene unterstützen.

