

Tagungsberichte

Umweltprobenbank-Workshop zum Monitoring prioritärer Stoffe und „emerging pollutants“



in Klärschlämmen (24./25. Juni 2009 in Schmallenberg)

Motivation und Hintergrund

Jedes Monitoring untersucht nur einen Ausschnitt der Stoffbelastung einer Probe, zumeist eine begrenzte Anzahl aktuell interessierender Stoffe. Idealerweise folgt auf ein Monitoring deshalb die Archivierung der Proben. Diese ermöglicht ein retrospektives Monitoring von solchen Stoffen, deren Relevanz bei der Durchführung der direkten Untersuchungen nicht bekannt war oder für die keine validen Analyseverfahren vorlagen. Aufgrund solcher Überlegungen wurde die Umweltprobenbank des Bundes (UPB) aufgebaut, in der regelmäßig und nach standardisierten Verfahren Proben der Umwelt und des Menschen gesammelt und für spätere Untersuchungen archiviert werden. Beispiele für retrospektive Monitoring-Untersuchungen und die Umsetzung der Ergebnisse in Stoffbewertung und regulatorisches Handeln liegen für Biota- sowie menschliche Proben der UPB vor.

Die UPB prüft regelmäßig, ob zusätzliche Probenarten erforderlich sind, um ihren Aufgaben nachzukommen. Ein Großteil der heutigen Umweltbelastungen erfolgt über den Abwasserpfad und somit über Kläranlagen. Da in den letzten Jahren eine Reihe von Untersuchungen zu Belastungen von Klärschlämmen durchgeführt wurde, rückte diese Matrix in den Fokus der UPB. Vor diesem Hintergrund wurde im Juni 2009 am Fraunhofer IME in Schmallenberg im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) ein UPB-Workshop organisiert, auf dem Erfahrungen von Fachleuten aus Monitoring-Programmen für Klärschlamm präsentiert, der Stand von Wissenschaft und Technik bilanziert und der behördliche Bedarf für Klärschlamm-Untersuchungen diskutiert wurde. Am Workshop beteiligten sich über 30 Fachleute mit unterschiedlichem Hintergrund (z.B. Probenahme und Analytik, Umweltchemie, Chemikalienbewertung, Toxikologie). 11 ReferentInnen stellten ihrer Ergebnisse und Ideen zur Diskussion.

Rahmenbedingungen eines Klärschlamm-Monitoring im Kontext der UPB

Moderiert von M. Kolossa-Gehring (UBA) wurden die Rahmenbedingungen beleuchtet. J. Koschorreck (UBA) stellte die Konzeption der UPB vor, die „Trends für die Chemikaliensicherheit“ erarbeiten soll. In den 1980er Jahren begann die UPB systematisch Proben des Menschen und der Umwelt zu sammeln und zu archivieren. Ein Netz von 13 Probenahmeflächen deckt die Nord- und Ostsee ab, die großen Flüsse Rhein, Elbe und Donau mit ihren Zuflüssen sowie verschiedene ländliche Gebiete mit Agrar-, Wald- und

stadtnahem Charakter. Umweltprobenbanken werden zunehmend wichtig, da sie das Chemikalienmanagement im Rahmen von REACH unterstützen können. So können mit Hilfe der archivierten Proben Daten generiert werden, die z.B. die Modellierung der Wege der Chemikalien aus der Umwelt zum Menschen hin ermöglichen. Ein Beitrag von J. Pinnekamp (RWTH Aachen) zur „Eliminierung von organischen Spurenstoffen in Kläranlagen“ gab einen Überblick über die gegenwärtig eingesetzte Kläranlagentechnik. Als Eliminationsmechanismen spielen in Kläranlagen im Wesentlichen Adsorption an Schlamm, biologischer Abbau sowie Strippung eine Rolle. Zusätzliche Reinigungsstufen mit Techniken wie Filtration, Adsorption an Aktivkohle oder Oxidation werden erprobt, können aber zumindest in nächster Zeit aufgrund hoher Kosten und technischer Herausforderungen nicht flächendeckend eingesetzt werden. S. Hahn (Fraunhofer ITEM) ging in seiner Präsentation auf die „Einsatzmöglichkeiten eines (retrospektiven) Klärschlamm-Monitoring für die Bewertung von Chemikalien im Kontext von Biozid-Richtlinie und REACH“ ein. Besonders für Haushaltsprodukte (z.B. „personal care products“, Wasch- und Reinigungsmittel), die eine Vielzahl von chemischen Stoffen enthalten, ist der übliche Eintrag in die Umwelt meist „down-the-drain“ über kommunale Kläranlagen und damit potentiell in Oberflächengewässer. Bislang erfolgt eine Bewertung des Risikos für die Umwelt weitestgehend auf Basis von modellierten Werten (Konzentration im Kläranlagenzufluss, Auslauf und Schlamm), die abhängig sind von der Unsicherheit der zugrunde gelegten substanzinhärenten Eigenschaften (Adsorption, biologischer Abbau usw.). Gemessene Konzentrationen können aber deutlich abweichen, wenn die Modelle an ihre Grenzen stoßen. Neue Regulationen wie Biozid-Richtlinie und REACH beeinflussen die Verwendung und Verbreitung chemischer Stoffe und Produkte langfristig. Auswirkungen getroffener Maßnahmen zur Risikominimierung (z.B. der Erfolg einer Anwendungsbeschränkung) sowie von Substitutionen wären mit der Archivierung von Klärschlamm-Proben und späterem retrospektiven Monitoring überprüfbar. In einem weiteren Beitrag stellte B. Gawlik (EU Joint Research Centre, JRC, Ispra) ein „Monitoring-Konzept zur Bestimmung des Hintergrundgehaltes von prioritären und aufkommenden Stoffen am Beispiel Klärschlamm“ vor. In den letzten 30 Jahren hat die Europäische Union eine Reihe umweltbezogener Richtlinien implementiert. Dies ging einher mit dem Festsetzen harmonisierter Grenz- oder Richtwerte für klassische Schadstoffe in unterschiedlichen Medien. Parallel zur Regulierung „konventioneller“ Schadstoffe, wie im Kontext der Wasserrahmenrichtlinie, wurde in den Mitgliedsstaaten eine Überwachungs-Infrastruktur aufgebaut. Im Vergleich dazu lässt der Informationsstand zu neuen oder nicht-regulierten Stoffen („emerging pollutants“) häufig keinen europaweiten Überblick zu. So fehlt die Basis, um über eventuelle Risiken, Folgen und Schutzmechanismen auf europäischer Ebene zu entscheiden. Das JRC hat deshalb ein nicht-probabilistisches Konzept zum Erstellen von europaweiten „Momentaufnahmen“ zum Auftreten von „emerging pollutants“

in verschiedenen Matrices entwickelt. Erste Erfahrungen der Anwendung im aquatischen Bereich sind vielversprechend und sollen auf ein entsprechendes Monitoring-Konzept für Klärschlämme und Kläranlagenausläufe übertragen werden.

Erfahrungen mit dem Klärschlamm-Monitoring

Im zweiten Vortragsblock, der von B. Schwarz-Schulz (UBA) moderiert wurde, berichtete zunächst M. Oberdörfer (LANUV NRW) über die „Erfahrungen mit dem Klärschlamm-Monitoring in Nordrhein-Westfalen“. In den Jahren 2001/2002 wurden im Auftrag des zuständigen Ministeriums 158 Kläranlagen beprobt, davon 15 bis zu 5mal. Analysiert wurden 72 organische Stoffe, die bis auf 18 auch nachweisbar waren. Die Auswertung der Daten ergab: ubiquitär vorhandene Schadstoffe weisen im Unterschied zu Stoffen aus Punktquellen nur eine geringe zeitliche Variation der Konzentration auf und die Charakteristik des Einzugsgebiets der Kläranlage, das eingesetzte Klärverfahren oder die Art der Schlammbehandlung haben überwiegend nur einen geringen Einfluss auf die Schadstoffgehalte. Dagegen wurde für einige Stoffe festgestellt, dass das Verfahren der Schlammstabilisierung (aerob bzw. anaerob) eine wichtige Einflussgröße für die Konzentration im Schlamm ist. Am Beispiel der perfluorierten Verbindungen (PFC), die zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht ausreichend sicher analysiert werden konnten, zeigte Herr Oderdörfer auf, dass die Archivierung von Klärschlammproben durchaus wünschenswert ist. T. Kupper (Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Bern) schilderte die „Erfahrungen aus dem Klärschlamm-Monitoring in der Schweiz“. Im Rahmen eines mehrjährigen Programms wurde ein Beobachtungsnetz mit 20 repräsentativen Kläranlagen typisiert nach Größe, Trenn-/Mischkanalisation usw. aufgebaut. Die durchgeführten Untersuchungen belegen, dass Klärschlamm eine Vielzahl von Schadstoffen enthält und eine geeignete Matrix zur Beobachtung anthropogener Emissionen ist. Mittlere Gehalte im stabilisierten Klärschlamm sind in Tabelle 1 dargestellt.

Konzentrationsbereich	Stoffgruppen
2 g/kg TS	lineare Alkylbenzolsulfonate
40 - 50 mg/kg TS	Nonylphenoethoxylate, Phthalate (z.B. DEHP)
2 - 20 mg/kg TS	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffen (Summe 16 PAK), UV-Filterstoffe (z.B. Methylbenzyliden-campher), synthetische Duftstoffe (z.B. polycyclischen Moschus-Verbind. wie HHCb, AHTN)
10 - 500 µg/kg TS	polychlorierte Biphenyle (Summe von 7 PCB), Organochlorpestizide (z.B. HCB, Lindan), Biozide (z.B. Carben-dazim, Tributylzinn), polybromierte Flammschutzmittel (PBDE, HBCD)

Tabelle 1: Mittlere Gehalte (Bezug Trockensubstanz, TS) im Klärschlamm in der Schweiz (T. Kupper)

Herr Kuch (ISWA, Universität Stuttgart), der über „Neue Schadstoffe in Klärschlämmen - Erfahrungen aus Untersuchungen in Baden-Württemberg“ referierte, betonte, dass in das Monitoring insbesondere die Stofffraktion erfasst, die stark an den Schlamm adsorbiert. Eine Repräsentativität ist bei Klärschlämmen nicht immer gegeben, da Besonderheiten der Schlammstabilisierung oder Punktbelastungen eine Rolle spielen können (z.B. polybromierte Verbindungen). Fast immer nachweisbar waren so genannte Xenoestrogene wie Bisphenol A, Alkylphenole, und Hydroxybiphenyle, deren Aktivität über ein in-vitro-Testsystem quantifiziert wurde. Als weitere, bislang weniger untersuchte Schadstoffe in Klärschlämmen, waren Phosphorflammschutzmittel wie Tris(chlorethyl)phosphat, Benzothiazol-Derivate, Biozide wie Terbutryn und Propiconazol, phenolische Verbindungen und Stabilisatoren (z.B. Irganox 1076), Benzophenon-Derivate sowie Substanzen aus Waschmitteln (z.B. Nonacosanon-15) nachweisbar. Im Beitrag von M. Letzel (Bayerisches Landesamt für Umwelt) ging es um das „Monitoring organischer Spurenstoffe im Klärschlamm in Bayern“. Um repräsentative Daten zur Schadstoffbelastung zu erarbeiten, werden Klärschlämme aus Kläranlagen verschiedener Ausbaugröße sowie unterschiedlicher technischer Konzeption untersucht. Das Parameterspektrum umfasst PCB (einschließlich dioxinähnlicher PCB), PFC und mögliche Ersatzstoffe, polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzo-furane, PAK, Biozide wie Triclosan, Organo-zinnverbindungen, bromierte Flammschutzmittel, DEHP und Ersatzstoffe wie Diisononylphthalat, sowie Alkylphenole. Für PFC liegt eine breitere Datenbasis vor, da Schlämme zur Verwertung darauf routinemäßig untersucht werden. Von über 800 untersuchten Klärschlammproben überschritten ca. 6 % den PFC-Vorsorgegrenzwert von 125 µg/kg TS. Frau Letzel machte deutlich, dass die aus den Untersuchungen insgesamt erkennbare Belastungssituation die bisherige bayerische Linie stützt, Klärschlamm als Schadstoffsänke zu nutzen und die enthaltenen Stoffe durch thermische Behandlung aus dem Umweltkreislauf zu entfernen.

Aspekte der praktischen Umsetzung eines Klärschlamm-Monitoring für die UPB

Der dritte Vortragsblock war als Grundlage für die danach vorgesehenen Arbeitsgruppen (AGs) konzipiert. U. Eckhoff (LANUV NRW) referierte über die „Probenahme von Klärschlämmen“. Seine Bemerkung „bei den Untersuchungsergebnissen ist der Probennehmer für die Zahlen vor dem Komma, der Analytiker für die Nachkommastellen verantwortlich“ macht den Stellenwert der Probenahme deutlich. Grundlage für die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung ist die Klärschlammverordnung, über die geregelt ist, dass die Probenahme nach EN ISO 5667-13 (1997) durchzuführen ist. Ergebnisse im Rahmen des Monitoring-Programms in NRW zeigten, dass die aus Faultürmen entnommenen Klärschlammproben eine relativ gute Homogenität aufwiesen. Bei retrospektiven Analysen „neuer“ Parameter ist in jedem Fall zu prüfen ist, ob die Bedingungen der ursprünglichen Proben-

nahme auch für diese Stoffe geeignet waren. K. Weinfurter (Fraunhofer IME) stellte dann die „Probenaufarbeitung und -lagerung für die UPB am Beispiel von Schwebstoffen“ vor. Wie Klärschlamm stellen solche Proben mit Wassergehalten von ca. 50-80 % besondere Anforderungen an die Aufarbeitung. Für die Aufbereitung und Einlagerung von Schwebstoffproben wurde ein Verfahren entwickelt, das die Verluste von flüchtigen organischen Substanzen minimiert. Dazu wird das in Schwebstofffallen gesammelte Material am Ort der Probenahme über Flüssigstickstoff als dünne Schicht eingefroren und im Labor in einer Gefriertrocknung mit aktiver Kühlung schonend getrocknet. Das so gewonnene pulverförmige Material wird unter tiefkalten Bedingungen homogenisiert. Begleituntersuchungen bestätigten die Homogenität der daraus gebildeten Teilproben. H. Rüdell (Fraunhofer IME) fasste für die weitere Diskussion die „Anforderungen an ein Klärschlamm-Monitoring im Rahmen der UPB“ zusammen. Bei den strategischen Überlegungen zur Rolle einer möglichen Probenart Klärschlamm für die UPB steht weniger die Repräsentativität des beprobten Klärschlammes im Vordergrund, sondern die exemplarische Beprobung kommunaler Kläranlagen in den Flusseinzugsgebieten, in denen auch andere UPB-Proben gesammelt werden. Wesentlich erscheint eine standardisierte Probenahme unter jeweils ähnlichen Betriebsbedingungen sowie eine reproduzierbare Aufbereitung, die möglichst ohne Beeinträchtigung der „Stoffinformation“ in den Proben erfolgt. Die langfristige Beprobung hätte das Ziel, in Zeitreihen vergleichbarer Klärschlammproben Trends für Stoffe (z.B. aus ‚personal care products‘ usw.) identifizieren zu können.

Arbeitsgruppen-Diskussionen zur möglichen Umsetzung eines UPB-Klärschlamm-Monitoring

W. Kördel (Fraunhofer IME) moderierte die AG zur „Probenahme von Klärschlämmen“. Erster Diskussionspunkt war hier die Auswahl von Kläranlagen für eine im Rahmen der UPB angemessene repräsentative Beprobung. In Anbetracht der UPB-Probenahmestellen in großen Flüssen sollten möglichst dort auch Kläranlagen beprobt werden. Die vorgeschlagene Anzahl von maximal ca. 10 Anlagen würde zwar keinen vollständigen repräsentativen Überblick über die Situation in Deutschland insgesamt geben, aber einen guten Einblick. Gemäß den Erfahrungen in der Schweiz werden folgende Kläranlagen-Kategorien empfohlen: kleine Kläranlagen mit Einleitung aus Mischkanalisation, kleine Kläranlagen mit Einleitung aus Trennkanalisation, große Kläranlagen in Ballungsräumen. Um möglichst vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, sollten die gewählten Kläranlagen immer mit Standardtechnik arbeiten. Zur Probenahme selbst wurde betont, dass eine routinemäßige Beprobung ausschließlich durch qualifizierte Probenehmer erfolgen sollte. Bezüglich der zu beprobenden Fraktionen zeichnete sich in der AG die Tendenz ab, dass es nicht ausreichend sei, nur eine Klärschlamm-Fraktion alleine zu beproben. Stattdessen wurde vorgeschlagen, dass die „Endprodukte“, also fertiger Schlamm (nach anaerober bzw. aerober Behandlung) und

möglichst auch das Ablaufwasser, beprobt werden, um eine Bilanz aller Einträge einer Kläranlage in die Umwelt aufstellen zu können. Um mögliche Eintragungsschwankungen über das Jahr auszugleichen, sollten halbjährliche Beprobungen durchgeführt und zu einer Jahresprobe zusammengeführt werden. Zuletzt diskutierte die AG den Umfang der notwendigen Dokumentation relevanter Parameter. Für Informationen zu Kläranlagen-Betriebsparametern ist die Kooperation mit dem Anlagenbetreiber unerlässlich.

Die zweite AG behandelte unter Moderation von B. Gawlik (JRC) das Themenfeld „Probenaufbereitung“. Da eine direkte Aufbereitung der Klärschlammproben nicht durchführbar ist, wurde diskutiert, ob und wann die Proben eingefroren werden sollen. Von den Teilnehmern wurde einvernehmlich ein sofortiges Einfrieren der Proben nach der Probenahme empfohlen, da auch bei Kühlung biologische Prozesse weiterlaufen und eine Veränderung der Stoffzusammensetzung nicht ausgeschlossen werden kann. Ein weiterer Diskussionspunkt war die Frage, wie eine Reduktion des Wassergehaltes am besten durchzuführen ist. Erfahrungen bei der Aufbereitung von Schwebstoffen und Klärschlämmen zeigen, dass sich mit einer gekühlten Gefriertrocknung die Verluste an organischen Stoffen reduzieren lassen. Die Alternativen Filtration oder Zentrifugation erschienen nicht praktikabel. Da die ursprüngliche Planung nur eine Klärschlamm-Beprobung vorsah, wurde in dieser AG keine Diskussion zur Aufbereitung von Kläranlagenabläufen geführt. Zwar ist auch hier eine Gefriertrocknung prinzipiell möglich, aber der Aufwand wäre wesentlich höher (größeres Volumen, längere Trocknungszeiten). Alternativ erscheint eine Aufarbeitung durch Festphasenextraktion direkt vor Ort als machbar.

Die dritte AG zum Thema „Anforderungen an ein Klärschlamm-Monitoring“ wurde von J. Koschorreck (UBA) moderiert und diskutierte den Nutzen einer Archivierung im Hinblick auf die einzigartige Möglichkeit retrospektiver Betrachtungen. Kostenüberlegungen wurden dazu außer Acht gelassen. Grundsätzlich wird ein Klärschlamm-Monitoring als Thema der UPB angesehen, da eine wesentliche Aufgabe der UPB die Kontrolle von Stoff-Gesetzen ist (REACH, Biozid-Richtlinie). Das Kläranlagen-Monitoring ist als Ergänzung zu den routinemäßigen Biota-Probenahmen zu sehen, um die Bedeutung des Abwasserpfades für Stoffeinträge in die Umwelt besser abzubilden. Großer Nutzen wird für die Stoffgruppe der Arzneimittel erwartet (optimalerweise auch unter Berücksichtigung der Wasserphase). Als Vorteil des Kläranlagen-Monitoring im Rahmen der UPB wird auch die Möglichkeit des non-target-Screening auf unbekannte Stoffe genannt. Bei UPB-Probenahmestellen, die durch flussaufwärts gelegene große Kläranlagen beeinflusst sind (z.B. Saar, Saale), bestände die Möglichkeit, im Klärschlamm identifizierte Stoffe dann auch auf mögliche Anreicherungen in Biota zu untersuchen (Priorisierung des Biota-Monitoring). Erkenntnisse des Klärschlamm-Monitoring könnten im Sinne vorsorglicher Umweltpolitik die Priorisierung behördlicher Aktivitäten

unterstützen (z.B. Identifizierung von Stoffen mit Handlungsbedarf). Dies böte die Chance einer schnelleren Erkennung möglicher Problemstoffe mit früherer Möglichkeit zum Handeln. Abschließend wurde überlegt, welcher Zeitraumen für die mögliche Implementierung von Klärschlamm als neue Probenart für die UPB anzusetzen ist. Auf Basis bisheriger Erfahrungen erscheinen zwei bis drei Jahre als realistisch, wobei vorab in einer Machbarkeitsstudie die bisherigen Erfahrungen ausgewertet und dann Pilotuntersuchungen durchgeführt werden sollten. Für die Erfassung der aktuell durch REACH ausgelösten Veränderungen von Stoffanwendungen (durch Nicht-Anmeldung und Substitutionen) wäre eine möglichst schnelle Implementierung wünschenswert.

Ergebnisse des Workshops zum Klärschlamm-Monitoring

Nach der Präsentation der Ergebnisse der AGs erfolgte die Abschlussdiskussion. Entgegen den ursprünglichen Überlegungen empfahlen die AGs die zusätzliche Beprobung von Kläranlagenabläufen. In der Diskussion zeigte sich aber, dass das Plenum auch eine Entscheidung für die ausschließliche Beprobung von Klärschlamm nachvollziehen kann. Insgesamt wird der Nutzen vor allem darin gesehen, dass auf diese Weise sowohl potentielle Einträge in Gewässer als auch in Böden erfasst und so auch Bilanzen über Einträge in die Umwelt erstellt werden können. Außerdem lässt sich auf Basis von Klärschlamm- und Biotaprobenarten der UPB in Gewässern herstellen als dies über Abschätzung der Einträge auf Basis von Verteilungsrechnungen der Fall ist. Die direkte Quantifizierung der Einträge in die Gewässer hätte zudem den Vorteil, dass eine Modellierung von Stoffflüssen möglich ist, wenn Stoffdaten zur Sorption vorliegen. Hervorgehoben wurde, dass durch die hohen Stoffkonzentrationen in der Kläranlage ein Monitoring auch als Frühwarnsystem für stoffliche Umwelteinträge genutzt werden könnte. Die Entscheidung, welche Rolle Klärschlammproben für die künftigen Arbeiten der Umweltprobenbank haben sollen, wird aus Beratungen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit sowie des Umweltbundesamtes hervorgehen.

In der Abschlussrunde wurde der Workshop einhellig als erfolgreich angesehen. Begrüßt wurden insbesondere die konstruktiven Diskussionen in den AGs, aber auch in gemüthlicher Atmosphäre beim gemeinsamen Abendessen. Die Ergebnisse des Workshops werden demnächst auf der Internetseite der Umweltprobenbank veröffentlicht.

Heinz Rüdell und Karlheinz Weinfurter, Fraunhofer IME, 57392 Schmallenberg

Jan Koschorreck, Umweltbundesamt, 06813 Dessau-Rosslau

Kurznachrichten

UBA-Texte 04/2009: Berücksichtigung aktueller Konzepte zur Bioverfügbarkeit in der Umwelt- risikobewertung von Metallen

Berichtsnummer UBA FB 001249

W. Ahlf, S. Heise

Kurzfassung.

Inwiefern Metalle für Organismen verfügbar sind, hängt unter anderem von den geochemischen Gegebenheiten ab, welche die Metallspeziation bestimmen. Das Bioligandenmodell (BLM) und das Konzept von sulfid-gebundenen und somit nicht verfügbaren Metallen (SEM/AVS) wurden entwickelt, um die Bioverfügbarkeit von Metallen abzuschätzen. Basierend auf einer Literaturstudie mit besonderem Augenmerk auf unterschiedliche Herangehensweisen, diskutiert dieses Gutachten die Einbeziehung der Bioverfügbarkeit von Metallen in der Risikoabschätzung im Kontext der Altstoffbewertung und Bestimmung von Umweltqualitätszielen. Hierzu wurden die vom Internationalen Metallverband (ICMM) verfasste Anleitung zur Risikoabschätzung von Metallen (MERAG) und die Wasserrahmenrichtlinie herangezogen. Das Gutachten geht der Frage nach, was die Hauptaufnahmewege von Metallen in den Kompartimenten Wasser, Sediment und Boden sind, ob diese Aufnahmepfade durch die vorgeschlagenen Modelle und Konzepte hinreichend abgedeckt werden und was zu berücksichtigen ist, wenn die Bioverfügbarkeit von Metallen in der Regulation einbezogen wird.

Das Gutachten zieht den Schluss, dass Metallkonzentrationen durch adäquate Bioverfügbarkeitsfaktoren berücksichtigt werden sollten, dass aber die vorgeschlagenen Modelle und Konzepte BLM und SEM/AVS dies nur unzureichend abdecken, da hier angenommen wird, dass die freie Ionenkonzentration die wichtigste ist. Neben dem geochemischen Zustand, welcher die freie Ionenkonzentration bestimmt, fallen jedoch ebenfalls partikulär oder labil gebundene und komplexierte Metallionen ins Gewicht. Außerdem ist das Verhalten des jeweiligen Organismus in der Umwelt, z.B. durch das Fressverhalten und die Bioturbation im Sediment bei der Betrachtung der Bioverfügbarkeit relevant. Die Berücksichtigung der Bioverfügbarkeit sollte deshalb durch diese Optionen erweitert werden. Das Gutachten schlägt als Alternative eine Erweiterung des DYNBAM vor, welches als ein biodynamisches Modell zusätzlich zu freigelösten Metallionen auch die Aufnahme von Metallen über die Nahrung mit berücksichtigt. Das vorgeschlagene erweiterte konzeptionelle Modell bezieht bei der Bioverfügbarkeit auch labil gebundene und komplexierte Metalle mit in die Betrachtung ein. Anhand von Fallbeispielen erläutert das Gutachten, wie wichtig bei der Herleitung von Umweltqualitätszielen im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie die Einbeziehung der Sedimente ist; dass allgemeine Umweltqualitätsziele unsicher sind und daher das Metallo-Region Konzept bevorzugt werden sollte.