

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Mit dem Schwermetallbericht 1979/1980 der ARGE ELBE wurde ein erster Überblick über die Schwermetallbelastung des Elbwassers, der Elbsedimente und ausgewählter Bio-Indikatoren (Brassen) gegeben.

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden die Meßstrategien, die Probenentnahmetechniken und die eingesetzten Analysemethoden weiterentwickelt. Im Rahmen eines vom Umweltbundesamt geförderten Forschungsvorhabens wurde eine getrennte Bestimmung des gelösten und partikulären Anteils der Schwermetallbelastung der Wasserproben eingeführt. In Verbindung mit einer besonderen Meßstrategie (Querprofilmischproben) erfolgte eine systematische Ermittlung des Schwermetalleintrags in die Nordsee (entsprechend der Pariser Konvention). Dadurch konnten grundlegende Erkenntnisse über die Entwicklung des Schwebstoffgehaltes und der spezifischen Schwermetallbelastung der Schwebstoffe in Abhängigkeit des Oberwasserabflusses gewonnen werden. Die Erfassung der spezifischen Belastung der Schwebstoffe ermöglichte auch für die Längsprofiluntersuchungen eine weitergehende Interpretation der räumlichen Verteilung über das Längsprofil bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen.

Mit der Einrichtung von selbst entwickelten Sedimentationsbecken wurde eine systematische Überwachung der zeitlichen Entwicklung der Schwermetallbelastung "frischer, schwebstoffbürtiger Sedimente" an ausgewählten Meßstationen erreicht.

Das Elbeästuar von Glückstadt bis zur seewärtigen Hoheitsgrenze im Elbmündungsgebiet wurde seit 1986 als Beitrag der Bundesrepublik Deutschland in das internationale JOINT MONITORING PROGRAM eingebracht. Für diesen Elbbereich wurde ergänzend zur Untersuchung von Wasserproben auch eine Untersuchung von Sediment- und Organismenproben (Flundern und Miesmuscheln) durchgeführt.

In diesem Bericht sind die Ergebnisse der umfangreichen Meßprogramme ausführlich erläutert und bewertet.

Zusammenfassend ist die Belastungssituation der Elbe folgendermaßen zu bewerten:

- Die Elbe weist beim Eintritt in das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland bei Schnackenburg bereits eine erhebliche anthropogene Vorbelastung auf. Als extrem hoch ist die Quecksilberbelastung einzustufen. Die Quecksilberjahresfrachten in der Größenordnung von 20 - 25 t/a Hg sind um das 50- bis 100fache über das natürliche Grundniveau erhöht. Auch für Cadmium, Blei, Kupfer und Zink besteht eine starke Vorbelastung. Die Höhe der Vorbelastung, als Konzentration und als Fracht betrachtet, ist nicht konstant, sondern weist für die verschiedenen Schwermetalle aufgrund der Überlagerung vielschichtiger Einflußfaktoren eine sehr komplexe zeitliche Struktur auf. Eine Beurteilung der Belastungsentwicklung auf der Basis weniger Stichprobenmessungen ist nicht möglich. Die systematische Überwachung der Vorbelastung muß deshalb fortgeführt werden.
- Die Schwermetallgehalte des Elbwassers, bezogen auf die Gesamtprobe, weisen, sowohl innerhalb eines Querprofiles als auch über das Längsprofil betrachtet, erhebliche Konzentrationsunterschiede auf. Diese Variabilität wird in starkem Maße durch den jeweils zufällig mit erfaßten Schwebstoffgehalt geprägt. Die Bestimmung der Schwermetallbelastung der Schwebstoffe

(spezifische Beladung) ermöglicht eine zuverlässige Beurteilung der Konzentrationsverteilungen. Die gemessene spezifische Beladung der Schwebstoffe zeigt im Verhältnis zur natürlichen Grundbelastung sehr zuverlässig den Grad der anthropogenen Belastung an. Die höchsten Quecksilberkonzentrationen in den Schwebstoffen wurden im Bereich Schnackenburg mit Werten von 40 - 60 mg/kg TS festgestellt. Die Quecksilberbelastung der Elbschwebstoffe ist damit gegenüber der natürlichen Grundbelastung von 0,3 - 0,5 mg/kg TS um mehr als das 100fache erhöht. Auch für die übrigen Schwermetalle wie Cadmium, Kupfer, Zink und Blei ergaben sich die höchsten Belastungen im Bereich Schnackenburg.

- Die spezifische Beladung an der Süßwassergrenze im Bereich Glückstadt/Grauerort zeigt für die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Blei, Zink, Kupfer und Chrom jeweils eine systematische Abhängigkeit vom Abflußgeschehen. Bei erhöhten Oberwasserabflüssen werden hochbelastete Schwebstoffe aus dem oberen Elbeinzugsgebiet nahezu vollständig durch das Stromspaltungsgebiet/Hamburger Hafen hindurchtransportiert und führen zu sehr hohen Belastungen der Schwebstoffe an der Süßwassergrenze. Besonders ausgeprägt wirkt sich auch in der Unterelbe die hochgradige Quecksilberbelastung aus. Für den Bereich Glückstadt/Grauerort wurden Quecksilberkonzentrationen im Schwebstoff von 5 - 20 mg/kg TS gemessen, die eine 20- bis 50fache Erhöhung gegenüber der natürlichen Grundbelastung anzeigen.
- Die Auswertung der systematischen Längsprofiluntersuchungen verdeutlicht die sehr komplexen Transportmechanismen in der Trübungszone. In Phasen mit anhaltend niedrigen bis mittleren Oberwasserabflüssen bildet sich im Bereich Glückstadt/Otterndorf eine ausgeprägte Trübungswolke mit großen Schwebstoffmengen, die zu einem erheblichen Anteil aus dem oberen Einzugsgebiet stammen und eine entsprechende Schadstoffbelastung aufweisen, aus. In dieser Phase findet in erster Linie nur ein Weitertransport der gelösten Schwermetallanteile in die Nordseeküstengewässer statt. Beim Abfluß von ausgeprägten Hochwasserwellen wird diese Schwebstoff-Trübungswolke mit dem Schadstoffinventar innerhalb kurzer Zeit seewärts verlagert und zu einem erheblichen Anteil aus der Elbmündung in die Nordseeküstengewässer ausgespült. Die aus der hochgradigen Belastung der Elbe resultierende Belastung der Nordsee ist also nicht konstant, sondern erfolgt, insbesondere für die Schwermetalle, die in hohem Maße in an Schwebstoffen angelagerter Form vorliegen (wie Quecksilber, Blei, Chrom, aber auch Cadmium, Zink und Kupfer), in der Phase der Ausspülung der Trübungswolke aus der Elbmündung infolge erhöhter Oberwasserabflüsse. Auch im Gebiet der Außenelbe unterhalb von Cuxhaven zeigen die spezifischen Beladungen der Schwebstoffe eine deutlich erhöhte anthropogene Belastung an. Dies gilt insbesondere für Quecksilber. Die höchsten Belastungen treten in dieser Region bei erhöhten Oberwasserabflüssen auf.
- Die spezifische Beladung der Schwebstoffe aus den Unterläufen der Elbnebenflüsse zeigt ein im Vergleich zur Elbe deutlich niedrigeres Belastungsniveau an. Die von den Elbnebenflüssen eingetragenen Schwebstoffe wirken somit auf die Belastungssituation des Systems Elbe "verdünnend".
- Mit der Untersuchung "frischer, schwebstoffbürtiger Sedimente" an Monatsmischproben wird die zeitliche Entwicklung der Sedimentbelastung überwacht. Ein straffer, funktionaler Zusammenhang mit dem Abflußgeschehen ist bisher nicht erkennbar. Die höchsten Belastungen wurden jeweils an der

Meßstation Schnackenburg gemessen. Ein vergleichbares Konzentrationsniveau mit gedämpfter Variabilität ergibt sich für die Meßstation Bunthaus. Für den Bereich unterhalb des Hamburger Hafens (Meßstation Seemannshöft und Blankenese) zeigen die Schwermetallkonzentrationen bei hohen Oberwasserabflüssen jeweils hohe Belastungen an, die in etwa dem Niveau von Bunthaus entsprechen. Bei anhaltend niedrigen Oberwasserabflüssen liegen die Konzentrationen unterhalb des Hamburger Hafens im Vergleich zur Meßstation Bunthaus deutlich niedriger. Bei anhaltend niedrigen Oberwasserabflüssen wird ein erheblicher Anteil der von oberstrom zugeführten Schwebstoffmengen und der daran angelagerten Schwermetalle im Hamburger Hafen durch Sedimentation zurückgehalten; gleichzeitig findet durch den verstärkten Flutstrom eine verstärkte Einmischung von geringer belasteten Schwebstoffen aus dem Unterelberaum in den Bereich Blankenese/Seemannshöft statt. Im Vergleich zur natürlichen Grundbelastung der Sedimente zeigen die Befunde für Quecksilber eine extrem hohe anthropogene Belastung an. Auch für Cadmium, Blei, Zink und Kupfer liegen deutlich erhöhte, anthropogene Belastungen vor.

- Die hochgradige Schwermetallbelastung der Elbe strahlt bereits bis in das Elbmündungsgebiet von Glückstadt bis seewärts von Scharhörn aus. Die Sedimente aus diesem Bereich weisen insbesondere für Quecksilber, aber auch für Cadmium, Blei, Kupfer und Zink gegenüber der natürlichen Grundbelastung deutlich erhöhte (Faktor 5 bis 10) anthropogene Belastungen auf.
- Auch in den Organismen des Elbmündungsgebietes (Flundern und Miesmuscheln) spiegelt sich die hochgradige Schwermetallbelastung wieder. Die in der Muskulatur der Flundern gemessenen Quecksilberkonzentrationen von rd. 200 bis 1000 µg/kg Frischgewicht sind bereits Ausdruck einer besorgniserregenden anthropogenen Belastung. Auch für die Elemente Cadmium, Blei, Zink, Kupfer und Arsen zeigen die in den Organismenproben gemessenen Konzentrationen eine deutliche anthropogene Belastung an.

Eine zusammenfassende Bewertung der Befunde ergibt, daß die hochgradige Belastung der Elbe mit Schwermetallen seit der ersten systematischen Bestandsaufnahme 1979/1980 nicht abgenommen hat, sondern sich zunehmend auf das Gebiet der Außenelbe und die Nordseeküstengewässer auswirkt. Der weitaus überwiegende Anteil der Schwermetallbelastung stammt aus dem oberhalb von Schnackenburg gelegenen Einzugsgebiet. Eine nachhaltige Verbesserung der Belastungssituation der Elbe und ein wirkungsvoller Schutz der Nordsee kann deshalb nur durch eine drastische Verringerung der Schwermetalleinträge im oberhalb Schnackenburg gelegenen Einzugsgebiet erreicht werden.