

# ERFASSUNG VON BELASTUNGSPROFILIEN DURCH KONTINUIERLICHE SAK - MESSUNGEN IM RAHMEN DES INFORMATIONSNETZES ELBESANIERUNG (INES - MESSKONZEPTION)

**J. Löffler - H. Reincke - R. de Vries**

## INTERNATIONALES MESSPROGRAMM DER IKSE

Der nachhaltige Schutz der Nordsee und die Reinhaltung der Elbe verlangen von den Elbeanliegerstaaten ein gemeinsames und abgestimmtes Handeln. Mit der Gründung der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE) im Jahre 1990 wurde dieses ermöglicht.

Eine erste, wichtige Maßnahme war der Aufbau eines Wassergütemeßnetzes am gesamten Lauf der Elbe und den Einmündungen ihrer Hauptnebenflüsse, um den Zustand der Wasserbeschaffenheit und deren Veränderung zu dokumentieren. Dieses Wassergütemeßnetz besteht aus 16 Wassergütemeßstationen, den Laboratorien und einem mehrstufigen Informationsnetz (INES), in dem die Daten regional, national und international erfaßt, übertragen und verarbeitet werden. Die einzelnen Komponenten von INES und ihre Vernetzung sind in Abbildung 1 dargestellt

### Meßstationen

Die Meßstationen im IKSE-Meßnetz sind generell mit kontinuierlich arbeitenden Meßgeräten zur Erfassung von Wassertemperatur, gelöstem Sauerstoff, pH-Wert, elektrischer Leitfähigkeit, Trübung sowie Lufttemperatur und Globalstrahlung ausgestattet. Zur Ermittlung weiterer Meßgrößen werden in jeder Station mittels automatischer Probenahmegeräten Wochenmischproben entnommen. Diese Ergebnisse werden zur Frachtenberechnung und zur Trendermittlung an den einzelnen Querschnitten herangezogen. Von besonderer Bedeutung aus deutscher Sicht sind hier die Stationen Schmilka, Schnackenburg und Seemannshöft.

In Schmilka, unterhalb der Tschechisch-Deutschen Grenze wird die Vorbelastung der Elbe aus der Tschechischen Republik erfaßt. In Schnackenburg an der ehemaligen deutsch-deutschen Grenze bestehen lange Datenreihen, hier lassen sich Verbesserungen der Gewässerqualität (Tabelle 1) gegenüber der Vorwendezeit beurteilen. In Seemannshöft unterhalb Hamburgs wird der Eintrag aus der Elbe in die Nordsee bestimmt.

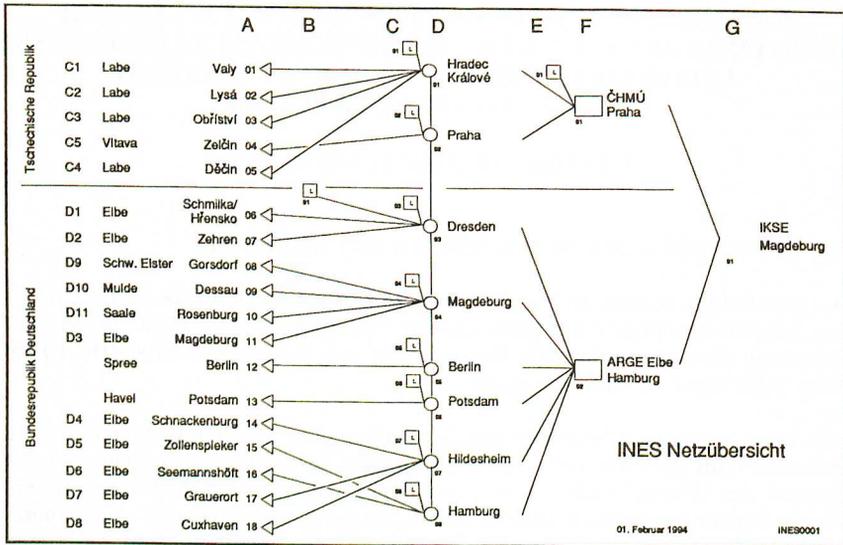


Abb. 1 INES - Netzübersicht

Wochenmischproben sind für Frachtermittlungen und langfristige Trenderkennung allgemein ausreichend, kurzfristige Belastungsspitzen können aber nicht erkannt werden. Aus diesem Grund wurden alle neu errichteten Meßstationen in der Tschechischen Republik und in den neuen deutschen Bundesländern mit kontinuierlich oder quasikontinuierlich arbeitenden Analyseautomaten zur Bestimmung von Nährstoffen und Summenparametern ausgestattet. Einige der bestehenden Meßstationen in den alten Bundesländern wurden nachgerüstet. Zur Erkennung akuter toxischer Wirkungen von Wasserinhaltsstoffen sind 8 Stationen mit biologischen Testgeräten ausgestattet. Einen Überblick über die Meßstationen gibt Tabelle 2, der Ausbauzustand ist in Tabelle 3 zusammengestellt.

Für den zeitnahen Zugriff auf die gemessenen Werte sind alle Stationen mit der für den Betrieb zuständigen Dienststelle über Telefon-Wählleitung und entsprechendem Modem verbunden. Die Daten werden täglich nachts übertragen. Für länder- bzw. staatenübergreifende Auswertungen werden die zu Tagesmitteln und Tagesextrema verdichteten Daten zu den jeweiligen nationalen Zentralen in Prag und Hamburg und von dort weiter zum Sekretariat der IKSE in Magdeburg übertragen.

Wird anhand der physikalischen, chemischen Meßgrößen oder des Biomonitorings eine Störfallsituation erkannt, erfolgt in der Regel sofort eine automatische Probenahme zur Beweissicherung in der Station. Die Meldung wird außerdem

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Abfluß (MQ) (Neu Darchau)	m <sup>3</sup> /s									
BSB 21	558	716	1130	874	520	447	384	515	510	861
CSB	-	570 000	620 000	590 000	430 000	310 000	210 000	220 000	220 000	240 000
Ammonium (filtr.)	1 000 000	1 100 000	1 300 000	1 100 000	760 000	640 000	420 000	510 000	450 000*	780 000*
Nitrat (filtriert)	54 000	49 000	53 000	42 000	32 000	23 000	11 000	7 700	6 900	6 800
Gas-N (Koroleff)	54 000	97 000	180 000	140 000	75 000	69 000	58 000	88 000	81 000	150 000
o-Phosphat (filtr.)	140 000	190 000	280 000	230 000	140 000	110 000	82 000	110 000	100 000	180 000
Ges.-Phosphor	3 400	3 500	4 100	2 800	2 200	2 300	1 500	1 600	<1 500	1 500
	12 000	10 000	15 000	12 000	9 100	9 100	4 200	4 100	6 400	5 400
Quecksilber	t/a	23	26	16	12	6,5	6,9	4,2	1,9	4,7
Cadmium	t/a	13	16	9,7	6,4	6,0	4,9	5,3	5,0	6,0
Blei	t/a	110	120	130	180	110	70	76	75	52
Kupfer	t/a	260	380	760	880	240	150	150	110	100
Zink	t/a	1 900	2 400	4 000	4 000	2 400	1 300	1 500	1 100	2 600
Chrom	t/a	150	260	560	510	190	110	130	81	110
Nickel	t/a	190	270	420	210	200	110	130	93	150
Arsen	t/a	99	110	110	74	52	36	65	67	120
Trichlormethan	kg/a	14 000	24 000	22 000	21 000	13 000	5 300	2 000	860*	430*
Trichlorethen	kg/a	40 000	31 000	28 000	9 600	7 300	1 200	1 900	1 100*	1 800*
Tetrachlorethen	kg/a	13 000	22 000	20 000	7 700	8 300	1 500	1 600	790*	1 200*
Hexachlorbutadien	kg/a	300	150	250	150	96	<12	<15	<15	<50
α-HCH	kg/a	200	230	250	140	140	83	110	150	130
β-HCH	kg/a	86	56	130	94	88	55	100	110	140
γ-HCH	kg/a	570	670	970	560	490	180	320	440	520
1,2,4-Trichlorbenzen	kg/a	2 600	610	2 200	950	570	320	50	50	<80
Hexachlorbenzen	kg/a	110	130	190	140	150	40	50	90	110
p,p'-DDT	kg/a	-	-	<35	<28	<15	110	<15	<15	<80
p,p'-DDE	kg/a	-	-	<35	<28	<15	<12	<15	<15	<80
p,p'-DDD	kg/a	-	-	57	40	30	<12	<15	<15	<80
PCB Nr.138	kg/a	79	64	72	47	29	<6	<8	<8	<30
PCB Nr.153	kg/a	55	60	74	64	36	<6	<8	<8	<30
Pentachlorphenol	kg/a	2 400	3 000	2 700	2 900	1 800	340	480	<150	<80
AOX	kg/a Cl	2 600 000	3 000 000	3 600 000	2 400 000	1 600 000	890 000	760 000	760 000	1 100 000

\* Einzelproben

**Tabelle 1: Jahresfrachten der Elbe 1985 - 1994**  
**Meßstation Schnackenburg (Strom-km 474,5)**  
 (aus Wochenmischproben (1993 Zweiwochenmischproben) berechnet)

Nr.	Meßstelle	Strom-km	Abfluß / hydrod. Pegel	Besonderheiten der Gütesituation durch	Verantwortlicher Betreiber
C-1	Valy rechtes Ufer	227,2 *	Valy (Strom-km 227,2)	Erfassung der Einleitungen aus dem Gebiet Pardubice	Povodí Labe a. s., Hradec Králové
C-2	Lysá nad Labem linkes Ufer	150,7 *	Lysá nad Labem (Strom-km 149,9)	Erfassung der Einleitungen unterhalb des Gebietes Kolín	Povodí Labe a. s., Hradec Králové
C-3	Obříství rechtes Ufer, Gemeinde Křij	114,0 *	Obříství (Strom-km 114,0)	Erfassung der Einleitungen aus der chemischen Industrie in Neratovice	Povodí Labe a. s., Hradec Králové
C-4	Děčín linkes Ufer zwischen den Gemeinden Dobkovice und Choratice	21,3 *	Ústí nad Labem (Strom-km 38,9)	Erfassung der Einleitungen aus dem Industriekomplex Ústí n. L. und dem Nebenfluß Blšina	Povodí Labe a. s., Hradec Králové
C-5	Zelčín/Moldau linkes Ufer vor der Einmündung in die Elbe	5,0	Vraňany (Strom-km 11,5)	Erfassung der Belastung durch die Moldau (Vltava) - Schlußprofil	Povodí Vltavy a. s., Praha
D-1	Schmilka/Hřensko Meßstation am rechten Ufer unterhalb der tschechisch-deutschen Grenze	4,1	Dresden (Strom-km 55,6)	Erfassung der Belastung aus dem tschechischen Gebiet, Bilanzierungsmeßstelle der IKSE	Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft Radebeul
D-2	Zehren Meßstation am linken Ufer in Höhe der Ortsgrenze Zehren - Niedermuschütz	89,6	Dresden (Strom-km 55,6)	Erfassung der Einleitungen aus dem industriellen Ballungsgebiet Pirna-Dresden-Meißen	Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft Radebeul
D-3	Magdeburg Meßstation am linken Ufer oberhalb Magdeburgs	318,1	Magdeburg (Strom-km 326,7)	Erfassung der Belastung durch die Saale und die Mulde	Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg
D-4	Schnackenburg Meßstation und wöchentliche Meßstelle am linken Ufer	474,5	Neu Darchau (Strom-km 536,4) Gebietskorrekturfaktor 0,933	Bilanzierungsmeßstelle der IKSE	Staatliches Amt für Wasser und Abfall Lüneburg
D-5	Zollenspieker wöchentliche Meßstelle am rechten Ufer auf Höhe des Fähranlegers Zollenspieker Bunthaus Meßstation am linken Ufer der Nordereibe	598,7 * 609,6	Neu Darchau (Strom-km 536,4) Gebietskorrekturfaktor 1,025	erste Meßstelle im tidebeeinflussten Bereich	Umweltbehörde Hamburg Amt für Umweltuntersuchungen
D-6	Seemannshöft Meßstation und wöchentliche Meßstelle am linken Ufer unterhalb des Hamburger Hafens	628,8	Neu Darchau (Strom-km 536,4) Gebietskorrekturfaktor 1,077	Einfluß der Einleitungen aus dem Ballungsraum Hamburg, Bilanzierungsmeßstelle der IKSE (seit 1994)	Umweltbehörde Hamburg Amt für Umweltuntersuchungen
D-7	Grauerort Meßstation und wöchentliche Meßstelle am linken Ufer unterhalb des Stader Industriegebietes	660,5	Neu Darchau (Strom-km 536,4) Gebietskorrekturfaktor 1,100	Bilanzierungsmeßstelle der IKSE (bis 1993)	Staatliches Amt für Wasser und Abfall Stade
D-8	Cuxhaven Meßstation am linken Ufer auf Höhe des Cuxhavener Hafens	725,2	Neu Darchau (Strom-km 536,4) Gebietskorrekturfaktor 1,210	letzte Meßstelle im Mündungsgebiet	Staatliches Amt für Wasser und Abfall Stade
D-9	Gorsdorf/Schwarze Elster Meßstation am linken Ufer der Schwarzen Elster an der Straßenbrücke in Richtung Gorsdorf	3,8	Löben (Strom-km 24,6)	Erfassung der Belastung durch die Schwarze Elster	Staatliches Amt für Umweltschutz Dessau/Wittenberg
D-10	Dessau/Mulde Meßstation am linken Ufer der Mulde in der Nähe des Muldewehres	7,6	Priorau (Strom-km 24,0)	Erfassung der Belastung durch die Mulde	Staatliches Amt für Umweltschutz Dessau/Wittenberg
D-11	Rosenburg/Saale Meßstation an der Saale rechts oberhalb der Einmündung der Saale	4,5	Calbe UP (Strom-km 19,9)	Erfassung der Einträge aus der Saale in die Elbe	Staatliches Amt für Umweltschutz Magdeburg

- \* - Angabe von der Grenze Bundesrepublik Deutschland/Tschechische Republik an gerechnet - wasserwirtschaftliche Kilometrierung
- - Die der Meßstelle Zollenspieker zugeordnete "kontinuierliche Meßwerterfassung" erfolgt in der Meßstation Bunthaus.

Tabelle 2: Übersicht der Meßstationen und Meßstellen des internationalen Meßprogramms der IKSE

Tabelle 3:  
Ausrüstung der Wasser-  
gütemeßstationen

Parameter	Einheit	Meßstation	C-1	Valy	C-2	Lyá nad Labem	C-3	Orbitál <sup>1)</sup>	C-4	Dácin	C-5	Zeliv/Třava	D-1	Schmilka/Hřensko	D-2	Zelhren	D-3	Magdeburg	D-4	Schnackenburg	D-5	Bunthaus <sup>1)</sup>	B-6	Seemannshörn	D-7	Graverot	B-8	Cuxhaven	E-9	Gordorf/Schw. Elbe	D-10	Dessaumühle	D-11	Rosenburg/Saale				
<b>Probenaufzüge:</b>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
		Kühlpriehnehmer	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
		Gefrierpriehnehmer	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
		Probenehmer für flucht. Stoffe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
		Probenehmer für flucht. Stoffe	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Sedimentationsbecken	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Off-line-Muschelmonitoring	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
<b>Physikalische und chemische Parameter:</b>			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
		Wassertemperatur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Geloster Sauerstoff	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		pH-Wert	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Elektrische Leitfähigkeit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Trübung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		UV-Absorption 254 nm	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Ammonium-Stickstoff	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Nitrat-Stickstoff	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Nitrit-Stickstoff	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Gesamt-Stickstoff	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Orthophosphat-Phosphor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		DOC	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
		Chlorid	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<b>On-line-Biolesteig.</b>																																						
		Algenest																																				
		Bakterientest																																				
		Dynamischer Daphnientest																																				
		Muscheltest																																				
<b>Hydrologische Parameter:</b>																																						
		Wasserstand																																				
		Durchfluß	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Meteorologische Parameter:</b>																																						
		Lufttemperatur	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Strahlung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Windgeschwindigkeit	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Windrichtung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Luftdruck	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Relative Luftfeuchte	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Niederschlag	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Stationsrechner mit DFU	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

<sup>1)</sup> Meßstelle Zollenspieker

an den Betreiberrechner übertragen, die zuständigen Bediensteten entscheiden über die weitere Behandlung der Situation. Bei gewichtigen Störfällen werden die internationalen Hauptwarnzentralen gemäß dem Internationalen Warn- und Alarmplan der IKSE informiert.

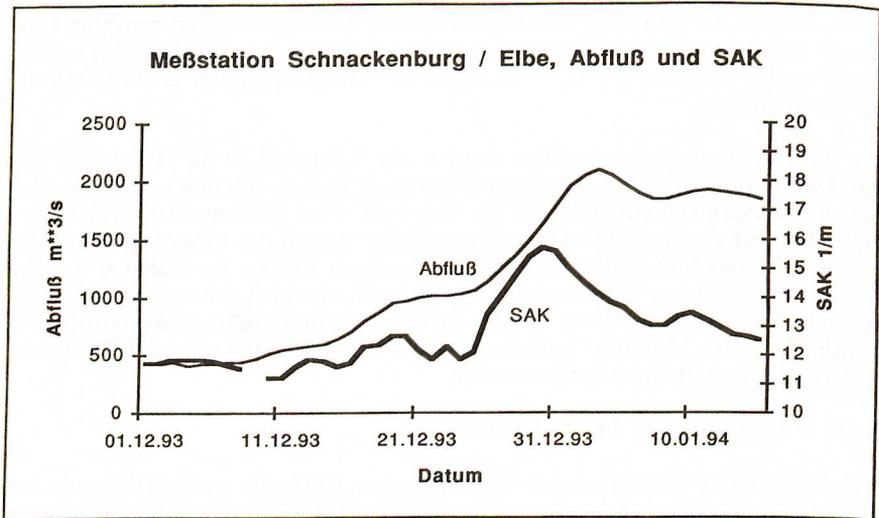
### **Betriebserfahrungen**

Mit dem Aufbau des IKSE-Meßnetzes wurde 1990 begonnen. Die neuen Meßstationen wurden zwischen 1991 und 1993 fertiggestellt und den Betreibern übergeben. Nach Inbetriebnahme und folgendem einjährigen Probebetrieb sollte der Routinebetrieb aufgenommen werden. Gemessen an den Daten, die an die nationale Zentrale geliefert wurden, funktioniert auf deutscher Seite die Datenkommunikation flächendeckend ab 1994. In den neuen Meßstationen laufen zuverlässig die Meßgeräte für die allgemeinen und die meteorologischen Meßgrößen sowie die Probenahme.

Erhebliche Probleme gibt es nach wie vor bei den Analyseautomaten. Von den auf deutscher Seite damit bestimmten Meßgrößen liegen der Wassergütestelle nur wenige Ergebnisse für das Jahr 1994 vor. Ein weiterer Punkt sind die hohen Betriebskosten dieser Geräte mit einem Anteil von 50 bis 75% an den Gesamtbetriebskosten der Stationen. Das Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen ist also ungünstig, zumal in dieser Kostenschätzung die Personalkosten für die Gerätebetreuung noch nicht eingerechnet sind. Zur Zeit werden kostengünstigere Alternativlösungen untersucht.

### **SAK-Messungen in der Meßstation Schnackenburg**

In der schon lange betriebenen Meßstation Schnackenburg wird seit 1993 zu Testzwecken eine UV-Sonde zur SAK-Messung eingesetzt. Der Betrieb war bislang weitgehend problemlos. Die Belastungssituation der Elbe hat sich hier seit der Wende entspannt, größere Industriebetriebe wurden stillgelegt. Bei normalen Abflüssen war der SAK nahezu konstant. Während des Hochwassers zur Jahreswende 1993/94 wurden SAK-Werte beobachtet und zwar jeweils bei zunehmenden Abfluß. Die maximale Konzentration gelöster organischer Stoffe liegt noch vor dem Hochwasserscheitel. Dieses Verhalten ist aus früheren Untersuchungen für die ungelösten Stoffe bekannt. Die maximale Konzentration der abfiltrierbaren Stoffe, die aus einigen Stichproben untersucht wurden, lag während dieses Hochwassers zeitlich vor dem SAK-Maximum.



**Abb. 2: Hochwasserwelle in der Elbe bei Schnackenburg**

## NATIONALES MESSPROGRAMM DER ARGE-ELBE

In der Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe (ARGE-ELBE) haben sich die Bundesländer Sachsen, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein und Hamburg zusammengeschlossen. Das Meßprogramm der ARGE-ELBE ist Grundlage für die im deutschen Bereich der Elbe und im Mündungsgebiet ausgewählter Nebenflüsse durchzuführenden Immissionsmessungen. Es umfaßt kontinuierliche Messungen und Entnahme von Mischproben in Meßstationen, Quer- und Längsprofiluntersuchungen sowie Einzelbeprobungen an Meßstellen. Untersucht werden die Kompartimente Wasser, Sedimente und Biota.

### Längs- und Querprofilmessungen im Tidegebiet

In der tidebeeinflussten Elbe sind die Meßstrategien den veränderten hydrologischen Verhältnissen angepaßt. Frachtberechnungen können nicht auf der Basis von Wochenmischproben durchgeführt werden. Die durch die Tide bewegten Wasserkörper pendeln mit dem Flut- und Ebbstrom laufend stromauf und stromab und werden nur allmählich durch die Menge des von Oberstrom in die Tideelbe einströmenden Oberwassers seewärts verschoben. Mit einem Probenahmegerät und zeitproportionaler Probenahme würde ein bestimmter Wasserkörper mehrfach beprobt werden. Aus diesem Grund werden zur Eintragsbi-

lanzierung in die Nordsee wöchentlich an der Meßstation Seemannshöft vom Schiff bei ausgeprägtem Ebbstrom jeweils 2,5 Stunden vor Tideniedrigwasser mehrere über das Profil verteilte Einzelproben entnommen und zu einer Mischprobe vereinigt.

Zur Aufnahme von Längsprofilen werden alle 2 Monate an 36 Meßstellen von der See bis zur Tidegrenze am Wehr Geesthacht Proben entnommen. Wegen der hohen Fortschrittsgeschwindigkeit der Tidewelle wird die Beprobung von einem Hubschrauber durchgeführt. Diese Längsprofile dienen der Erfassung der Stoffgradienten vom limnischen Bereich zum marinen Milieu. Im Rahmen der Querprofilmessungen werden zusätzlich alle 2 Wochen bei der Anfahrt des Meßschiffes von der Meßstation Grauerort nach Seemannshöft Längsprofile mit kontinuierlicher Messung von Sauerstoff, Wassertemperatur, pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit aufgenommen.

### **SAK - Längsprofile im Tidegebiet**

Bei einer dieser Fahrten wurde im September 1994 mit einer UV-Sonde der SAK kontinuierlich gemessen. Auf dem Meßschiff "Tümmeler" des Staatlichen Amtes für Wasser und Abfall Stade wurde aus etwa 1m Wassertiefe mit einer Pumpe kontinuierlich Wasser der UV-Sonde zugeführt. Nach den Erfahrungen aus der Station Schnackenburg wurde die Schichtdicke von 50mm beibehalten.

Die Fahrt begann an der Meßstation Grauerort (Strom-km 660,5), Richtung Hamburg bei voll ausgebildetem Ebbstrom, etwa 2 Stunden nach Tideniedrigwasser. Alle 10 km wurde zur routinemäßigen Probenahme gestoppt. Das Resultat der SAK-Messung ist in Abbildung 3 zu sehen. Ab km 657,5 sind im Abstand von etwa 10 km starke Erhöhungen des SAK zu beobachten, teilweise wurde der Meßbereich der Sonde überschritten. Der nachträgliche Vergleich zeigt, daß diese deutlichen Erhöhungen im Bereich von Abwassereinleitungen liegen, und zwar in Höhe des

- Elbenebenflusses Schwinge (Einleitung der Kläranlage Stade) bei km 655
- Auslaufes der Kläranlage Hetlingen bei km 648
- Auslaufes der Kläranlage Stellinginger Moor mit Einleitungen bei km 630, deren Abwasser bereits verdünnt ist.

Die Werte der ebenfalls kontinuierlich während der Fahrt bestimmten Meßgrößen Sauerstoffgehalt, pH-Wert, Leitfähigkeit und Wassertemperatur zeigten im Gegensatz zum SAK keine Besonderheiten, der DOC der Routineproben lag um 6 mg C/l.

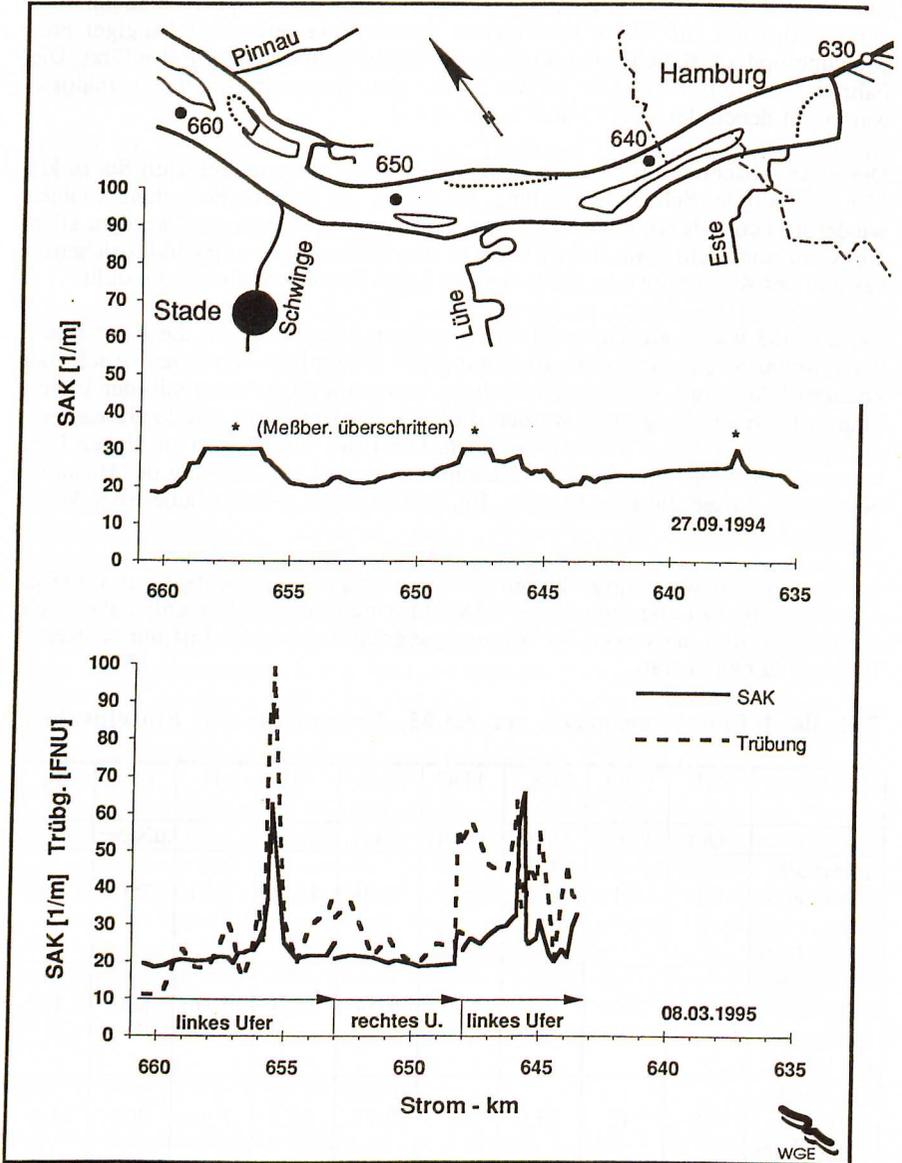


Abb. 3: Elbe - Längsprofile, SAK und Trübung

Zur Absicherung dieser Ergebnisse wurde im März 1995 eine zusätzliche Sondermeßfahrt mit auf 20mm verringerter Schichtdicke, ereignisabhängiger Probenahme und zusätzlicher kontinuierlicher Trübungsmessung durchgeführt. Die Fahrt begann um 10:10 Uhr an der Meßstation Grauerort, die Tideverhältnisse waren mit denen der ersten Fahrt vergleichbar.

Der erste Abschnitt führte nahe dem linken Ufer stromauf bis zum Strom-km 653 oberhalb der Schwingemündung. Unterhalb der Schwingemündung konnten wiederum deutlich erhöhter SAK- und Trübungswerte gemessen werden, allerdings nur unmittelbar am linken Ufer. In den Einleitungen eines Industriebetriebes und des Kernkraftwerks Stade wurden keine Besonderheiten festgestellt.

Bei km 653 wurde ein Querprofil zum rechten Ufer gefahren, die Fahrt führte dann weiter stromauf bis zur Einleitung der Kläranlage Hetlingen. Auch hier konnten SAK- und Trübungserhöhungen nur unmittelbar unterhalb der Einleitung in Ufernähe festgestellt werden. In Höhe der Einleitung wurde ein weiteres Querprofil zu linken Ufer aufgenommen. Die Fahrt führte dann am linken Ufer stromauf mit Stops unterhalb der Lühemündung und am Ausgang der Hahnöfer Nebelnelbe, in die die Este mündet. Bei beiden Stops wurden hohe SAK-Werte gemessen.

An den in Tabelle 4 aufgeführten Stellen wurden Einzelproben zur weiteren Untersuchung in Labor entnommen. Das Maximum des SAK wurde dabei nicht immer getroffen, da wegen der Strömungsverhältnisse das Schiff nur schwer in Position zu halten war.

**Tabelle 4 Elbe-Längsprofil am 8.3.95, Ergebnisse der Einzelproben**

Meßstelle	SAK	Trbg.	DOC	TOC	NH <sub>4</sub> -N	O <sub>2</sub>	pH	Lf <sub>25</sub>	T <sub>w</sub>
	1/m	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l		µS/cm	°C
unterhalb Schwingemdg, linkes Ufer	47	84	10,9	15,8	0,40	11,8	7,40	750	5,1
Uh. Einleitung KA Hetlingen, re. Ufer	29	56	6,1	9,6	0,54	13,0	8,0	830	4,8
unterhalb Lühemdg, linkes Ufer	65	42	15,6	18,7	0,17	12,2	7,35	700	4,5

Als Unterschiede zur ersten Fahrt wurden festgestellt:

- SAK-Erhöhungen nur in unmittelbarer Ufernähe unterhalb der Einleitungen bzw. Einmündungen
- SAK an der Einleitung der Kläranlage Hetlingen in gleicher Größenordnung wie in Strommitte bei der ersten Fahrt
- SAK-Erhöhung auch in der Mündung der Lühe, in die keine größeren Kläranlagen entwässern

Bei der zweiten Fahrt war der Oberwasserabfluß mit 1.248 m<sup>3</sup>/s mehr als doppelt so hoch wie bei der ersten Fahrt mit 500 m<sup>3</sup>/s, außerdem wehte der Wind aus südöstlicher Richtung mit der Fließrichtung und Geschwindigkeiten um 10 m/s. Die dadurch veränderten Strömungsverhältnisse erklären die SAK-Erhöhungen nur in unmittelbarer Ufernähe unterhalb der Einmündungen und Einleitungen.

Die hohen SAK-Werte in der Lühemündung lassen sich auf Huminsäuren zurückführen, das Einzugsgebiet ist moorig, der pH-Wert des Lühwassers ist geringer als in der Elbe. Der Gehalt an Ammonium-Stickstoff ist wegen fehlender Abwassereinleitungen deutlich geringer als in der Schwingemündung und im Auslauf der Kläranlage Hetlingen. Da auch die Einzugsgebiete von Schwinge und Este moorig sind, lassen sich auch hier die SAK-Werte in der gemessenen Höhe mehr auf Huminsäuren als auf Abwassereinleitungen zurückzuführen. Bemerkenswert ist das unterschiedliche Verhalten der Trübung in den Mündungen der Nebenflüsse. In Schwinge- und Estemündung (Ausgang Hahnöfer Nebelbe) ist ein Anstieg, in der Lühemündung ein Rückgang der Trübung zu verzeichnen.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse aus der zweiten Fahrt lassen sich die Ergebnisse der ersten Fahrt auch anders interpretieren. Der Wind wehte seinerzeit quer zum Strom aus südwestlicher Richtung mit Geschwindigkeiten um 8 m/s. Die SAK-Erhöhungen in Strommitte könnten dann auch von den Huminsäuren aus den Schwinge-, Lühe- und Estemündungen verursacht sein. Es zeigt sich, daß meteorologische und hydrologische Randbedingungen das Einmischverhalten von Einleitungen und Nebenflüssen erheblich beeinflussen. Die kontinuierliche SAK-Messung hat sich für diese Untersuchungen als einfach zu handhabendes Werkzeug erwiesen.

### **SAK - Querprofile im Tidegebiet**

Von den aufgenommenen Querprofilen sind zwei in Abb. 4 dargestellt. Bei beiden Profilen ist die Tendenz von SAK und Trübung gleich. Während bei km 648 SAK und Trübung von den Ufern zur Strommitte hin abnehmen, liegen bei km

653 die Minima etwa an den Fahrwasserrändern, in Strommitte ist wieder ein Anstieg zu verzeichnen. Mögliche Ursache sind unterschiedliche Strömungsverteilungen in den Querschnitten. An dem bereits erwähnten Bilanzprofil bei Seemannshöft war der SAK in der vom Schiff bestimmten Entnahmetiefe über die gesamte untersuchte Breite konstant.

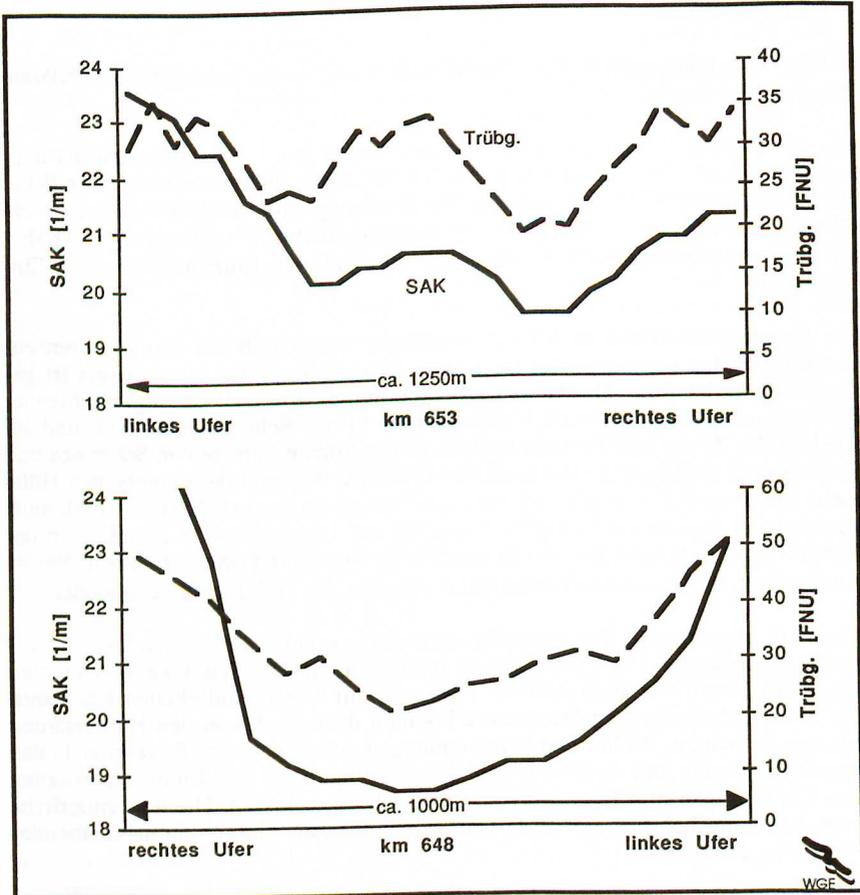


Abb. 4 Elbe-Querprofile bei Strom-km 653 und km 648

## WEITERE AKTIVITÄTEN

Aufgrund der bisher positiven Erfahrungen ist geplant, die UV-Sonde als kostengünstige Erfolgskontrolle an einem Gewässer einzusetzen, an dem die Abwasserreinigung eine hohen Stand erreicht hat. Weiterhin ist geplant, den SAK künftig bei den Längsprofilfahrten im Rahmen des ARGE-ELBE-Meßprogrammes kontinuierlich zu messen.

Verfasser:

Prof. Dr. Heinrich Reincke  
Leiter der Wassergütestelle Elbe  
Dipl.-Ing. Joachim Löffler  
Wassergütestelle Elbe  
der Arbeitsgemeinschaft für die Reinhaltung der Elbe  
Neßdeich 120 - 121  
D 21129 Hamburg

Dipl.-Kfm. Rolf de Vries  
Leiter der Unterarbeitsgruppe INES  
der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE)  
Nachtigallenweg 42a  
D 22926 Ahrensburg