



**INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN**

AKTIONSPROGRAMM RHEIN

Vergleich der Gewässergüte des Rheins

mit den Zielvorgaben

1990 - 1993

- Zwischenbilanz -



**INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN**

AKTIONSPROGRAMM RHEIN

Vergleich der Gewässergüte des Rheins

mit den Zielvorgaben

1990 - 1993

- Zwischenbilanz -

Impressum

Herausgeber: Internationale Kommission zum Schutze des Rheins (IKSR)
Technisch-wissenschaftliches Sekretariat
Postfach 309
D - 56003 Koblenz
Telefon: (0261) 1 24 95
Telefax: (0261) 3 65 72

Erscheinungsdatum: Dezember 1994

Druck: Druckerei Ohlenmacher & Meurer GmbH
Hans-Böckler-Straße 3, D - 56070 Koblenz

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung und Ausblick	5
I Einleitung	11
II Methodische Hinweise	12
III Zusammenstellung der Kenntnisse pro Stoff oder Stoffgruppe	14
III.1 Quecksilber	14
III.1.1 Vorkommen im Rhein	14
III.1.2 Einleitungen und diffuse Einträge	15
III.1.3 Beurteilung und Ausblick	16
III.2 Cadmium	17
III.2.1 Vorkommen im Rhein	17
III.2.2 Einleitungen und diffuse Einträge	18
III.2.3 Beurteilung und Ausblick	19
III.3 Kupfer	20
III.3.1 Vorkommen im Rhein	20
III.3.2 Einleitungen und diffuse Einträge	21
III.3.3 Beurteilung und Ausblick	22
III.4 Zink	23
III.4.1 Vorkommen im Rhein	23
III.4.2 Einleitungen und diffuse Einträge	24
III.4.3 Beurteilung und Ausblick	25
III.5 Blei	26
III.5.1 Vorkommen im Rhein	26
III.5.2 Einleitungen und diffuse Einträge	27
III.5.3 Beurteilung und Ausblick	28
III.6 γ -HCH	29
III.6.1 Vorkommen im Rhein	29
III.6.2 Einleitungen und diffuse Einträge	30
III.6.3 Beurteilung und Ausblick	31
III.7 HCB	32
III.7.1 Vorkommen im Rhein	32
III.7.2 Einleitungen und diffuse Einträge	33
III.7.3 Beurteilung und Ausblick	34

	Seite
III.8 PCB	35
III.8.1 Vorkommen im Rhein	35
III.8.2 Einleitungen und diffuse Einträge	36
III.8.3 Beurteilung und Ausblick	37
III.9 Ammonium-Stickstoff	38
III.9.1 Vorkommen im Rhein	38
III.9.2 Einleitungen und diffuse Einträge	39
III.9.3 Beurteilung und Ausblick	39

Zusammenfassung und Ausblick (Executive Summary)

Im Rahmen des Aktionsprogramms Rhein wurden 1991 Anforderungen an die Gewässerqualität, sogenannte Zielvorgaben festgelegt. Die Belastung des Rheinwassers bzw. der Schwebstoffe wurde im Zeitraum 1990-1993 auf die Einhaltung dieser Zielvorgaben hin untersucht. 1990 konnten die Zielvorgaben für 10 Stoffe bzw. Stoffgruppen mindestens an einer der internationalen Meßstationen noch nicht erreicht werden. Nach einem aktualisierten Vergleich für das Jahr 1993 wurden diese bei Quecksilber, Cadmium, Kupfer, Zink, Blei, Gamma-Hexachlorcyclohexan (Lindan), Hexachlorbenzol und PCB sowie Ammonium an mindestens einer Meßstelle am Rhein nicht erreicht. Auf letztgenannte Stoffe bezieht sich der vorliegende Bericht, da hierbei Defizite gegenüber den Zielvorgaben festzustellen sind.

Über die Betrachtung der Zielvorgaben hinaus wurde die für 1992 erstellte Zwischenbilanz zur Reduktion der punktuellen Einträge (1985-1992) für die Bewertung hinzugenommen. Bei den punktuellen Einträgen dieser Stoffe liegen die erforderlichen Daten zur Beurteilung der Emissionsverminderung vor. Demgegenüber stehen keine ausreichenden Daten über die diffusen Einträge dieser Stoffe zur Verfügung. Somit läßt sich die prozentual erzielte Reduzierung der Stoffeinträge bezogen auf die gesamten Stoffeinträge nicht quantifizieren und auch keine abschließende Erfolgskontrolle vornehmen, weil sich das Reduzierungsziel auf die gesamten Einträge (punktuelle und diffuse) bezieht.

Der Vergleich der Gewässerbelastung mit den Zielvorgaben als Bewertungsmaßstab dient dazu, die Maßnahmen der Emissionsverminderung sowie weitere Maßnahmen und die dadurch erreichte Entlastung der Gewässer sowie die Verbesserung des ökologischen Systems Rhein zu beurteilen. Diese Analyse soll somit offenlegen, ob unter Berücksichtigung aller wesentlichen Gesichtspunkte weitere Sanierungsanstrengungen erforderlich sind.

Die Internationalen Kommissionen für die Mosel und die Saar haben die IKSR-Zielvorgaben bis auf wenige, für diese beiden Flüsse nicht relevante Parameter übernommen. Die Festlegung von Zielvorgaben für die übrigen Nebenflüsse des Rheins liegt in nationaler Verantwortung.

Für die einzelnen Stoffe ergibt sich folgende Beurteilung:

● **Quecksilber**

An den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith liegen die Quecksilberwerte 1993 noch ca. um das 2- bis 4-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 60 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 70 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 1.100 kg/a, stammen etwa 2/5 aus kommunalem Abwasser (ca. 500 kg/a) und etwa 3/5 aus industriellen Einleitungen (ca. 600 kg/a). Das Reduktionspotential für punktuelle Quecksilbereinleitungen im industriellen Bereich ist durch Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Weitere Maßnahmen im industriellen Bereich können bei kleineren Einleitungen erforderlich sein; diese liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob das Reduktionsziel für die Gesamteinträge und die Zielvorgabe durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht werden. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist einerseits eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und es ist eine Gesamtbilanz aller Quecksilbereinträge für 1995 zu erstellen. Andererseits müssen die Auswirkungen der laufenden Aktionen bewertet und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

● Cadmium

An den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith sowie an der Mosel liegen die Cadmiumwerte 1993 noch ca. um das 2- bis 4-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 80 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 70 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 4.000 kg/a, stammen etwa 2/5 aus kommunalem Abwasser (ca. 1.800 kg/a) und etwa 3/5 aus industriellen Einleitungen (ca. 2.200 kg/a). Das Reduktionspotential für punktuelle Cadmiumeinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik (z.B. Düngemittelherstellung) bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Zwei wichtige Einleiter befinden sich unterhalb von Bimmen/Lobith. Weitere Maßnahmen im industriellen Bereich können bei kleineren Einleitern erforderlich sein; diese liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob die Zielvorgabe durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht wird. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist einerseits eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und es ist eine Gesamtbilanz aller Cadmiumeinträge für 1995 zu erstellen. Andererseits müssen die Auswirkungen der laufenden Aktionen bewertet und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

● Kupfer

Die Kupferwerte liegen 1993 bei den Meßstellen im Oberrhein (Lauterburg), im Mittelrhein (Koblenz) und im Niederrhein (Bimmen/Lobith) sowie an der Mosel um ca. das 2- bis 3-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 65 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 170.000 kg/a, stammen ca. je die Hälfte aus kommunalem Abwasser und aus industriellen Einleitungen. Maßnahmen zur Kupferreduzierung in kommunalen Kläranlagen sind wegen des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht sinnvoll. Das Reduktionspotential für punktuelle Kupfereinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen.

Die Frachtaberschätzung bei Bimmen/Lobith gibt Hinweise dafür, daß die Anteile der diffusen Quellen bei der im Jahre 1985 durchgeführten Bestandsaufnahme unterschätzt wurden.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse wird in den kommenden Jahren die Zielvorgabe mit Sicherheit nicht erreicht. Der Grund liegt in dem langsamen Austrag von Kupfer aus bestehenden Installationen im kommunalen Bereich (z.B. Dächer, Dachrinnen, Stromversorgung von Bahnen, Strom- und Überlandleitungen, Wasserleitungen etc.) und aus anderen Quellen (kupferhaltige Antifouling-Farben, kupferhaltiges Viehfutter). Auch hat die Verwendung von Kupfer, beispielsweise als Ersatz für bedenklichere Stoffe, zugenommen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßte die Verwendung dieses Metalls stark eingeschränkt werden, was für schwierig gehalten wird. Da es fraglich bleibt, ob das gewünschte Ziel mit anderen Maßnahmen (z.B. Eliminierung in kommunalen Kläranlagen) erreicht werden kann und diese Maßnahmen zweifelsohne teuer wären, sollten die Auswirkungen der laufenden Aktionen - emissionsvermindernde Maßnahmen bei Punktquellen und im diffusen Bereich - bewertet werden und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

● Zink

Die Zinkwerte liegen 1993 bei den Meßstellen im Mittelrhein (Koblenz) und im Niederrhein (Bimmen/Lobith) um ca. das 2- bis 5-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 65 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 800 t/a, stammen rund 2/3 (ca. 550 t/a) aus kommunalem Abwasser und 1/3 (ca. 250 t/a) aus industriellen Einleitungen. Maßnahmen zur Zinkreduzierung in kommunalen Kläranlagen sind wegen des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht sinnvoll. Das Reduktionspotential für punktuelle Zinkeinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen.

Die Frachtaberschätzung bei Bimmen/Lobith gibt Hinweise dafür, daß die Anteile der diffusen Quellen bei der im Jahre 1985 durchgeführten Bestandsaufnahme unterschätzt wurden.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse wird in den kommenden Jahren die Zielvorgabe mit Sicherheit nicht erreicht. Der Grund liegt in dem langsamen Austrag von Zink aus bestehenden Installationen im kommunalen Bereich (z.B. Dächer, Dachrinnen, Leitplanken etc.) und aus anderen Quellen (Zink in Autoreifen und Motorölen, zinkhaltiges Viehfutter, Klärschlamm).

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßte die Verwendung dieses Metalls stark eingeschränkt werden, was für schwierig gehalten wird. Da es fraglich bleibt, ob das gewünschte Ziel mit anderen Maßnahmen (z.B. Eliminierung in kommunalen Kläranlagen) erreicht werden kann und diese Maßnahmen zweifelsohne teuer wären, sollten die Auswirkungen der laufenden Aktionen - emissionsvermindernde Maßnahmen bei Punktquellen und im diffusen Bereich - bewertet werden und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

● Blei

An der Meßstelle Koblenz/Mosel liegen die Bleigehalte 1993 ca. um das 2-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 70 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 70 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 90.000 kg/a, stammen etwa 2/3 (ca. 60.000 kg/a) aus kommunalem Abwasser und etwa 1/3 (ca. 30.000 kg/a) aus industriellen Einleitungen. Das Reduktionspotential für punktuelle Bleieinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Weitere Maßnahmen im industriellen Bereich können bei kleineren Einleitungen erforderlich sein; diese liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob das Reduktionsziel für die Gesamteinträge durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht werden. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor weitergehende Maßnahmen vorgeschlagen werden, sind daher die Auswirkungen der laufenden Aktivitäten zur Reduzierung der Bleibelastung zu bewerten. Dafür ist eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und eine Gesamtbilanz aller Bleieinträge ist für 1995 zu erstellen.

● Gamma-Hexachlorcyclohexan (γ -HCH, Lindan)

Die γ -HCH-Werte lagen 1993 bei fast allen Meßstellen am Rhein um ca. das 5- bis 16-fache über der Zielvorgabe (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 100 kg/a, stammen rund 70 kg/a aus kommunalem Abwasser und 30 kg/a aus industriellen Einleitungen.

Die derzeitige Belastung des Rheins mit γ -HCH ist aufgrund der Persistenz überwiegend auf diffuse Einträge und möglicherweise auf belastete Rhein-Sedimente zurückzuführen.

Da keine Bestandsaufnahmen für die Jahre 1985 und 1990 vorliegen, läßt sich nicht ermitteln, ob das von der Internationalen Nordseeschutzkonferenz übernommene Reduktionsziel von 50 Prozent für die Gesamteinträge erreicht werden kann. Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist offen, ob die Zielvorgabe bis 1995 bzw. 2000 erreicht wird. Eine Tendenzaussage ist für die Gehalte im Rhein derzeit nicht möglich.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und eine Gesamtbilanz aller Einträge ist für 1995 zu erstellen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die diffusen Einträge verringert und die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

● Hexachlorbenzol (HCB)

1993 lagen die HCB-Werte an zwei Meßstellen am Rhein (Lauterburg und Bimmen) bis zum 10-fachen über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 95 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, 9 kg/a, stammen 1 kg/a aus kommunalem Abwasser und 8 kg/a aus industriellen Einleitungen.

Ein konsequenter Verzicht auf die Herstellung, Abgabe und Gebrauch dieser Stoffe läßt eine nicht quantifizierbare Reduktion der Belastung erwarten.

Die sehr hohen HCB-Gehalte in der Nähe von Rheinfeldern sind auf eine seit September 1986 stillgelegte Produktionsstätte für Pentachlorphenol (PCP) sowie die in diesem Werk anschließend durchgeführte Chlorsilan-Produktion zurückzuführen. In diesen Produktionsstätten fällt heute in geringen Mengen HCB als Nebenprodukt an.

Maßgebend dafür, daß die Zielvorgabe nicht erreicht wurde, sind allerdings die im Rhein vorhandenen verunreinigten Sedimente durch frühere Einleitungen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

● Polychlorierte Biphenyle (PCB)

1993 lagen die PCB-Werte an den Meßstellen um ca. das 2- bis 8-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 90 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 280 kg/a, stammen ca. 30 kg/a aus kommunalem Abwasser und ca. 250 kg/a aus industriellen Einleitungen.

Die PCB sind hoch persistente Verbindungen und können daher noch sehr lange Zeit im Rhein nachgewiesen werden, ohne daß weitere Einträge in den Rhein erfolgen.

Die verbleibende Belastung des Rheins mit PCB ist hauptsächlich auf Altlasten und belastete Sedimente im Rhein selbst und in seinen Nebenflüssen zurückzuführen.

Altlasten sind zu sanieren, dort wo es verhältnismäßig und ökologisch sinnvoll ist.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

● Ammonium-Stickstoff

1993 lagen die Ammoniumwerte an den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith um ca. das 2- bis 3-fache über der Zielvorgabe. Die punktuellen Einleitungen wurden zwischen 1985 und 1992 um rund 45 Prozent reduziert (Ziel für die Gesamtreduktion: 50 Prozent).

Von den verbleibenden punktuellen Einleitungen, rund 100.000 t/a, stammen rund 4/5 (ca. 80.000 t) aus dem kommunalen Bereich und 1/5 (ca. 20.000 t) aus industriellen Einleitungen. Die IKSR hat bereits 1988 Mindestanforderungen für kommunale Kläranlagen (Emissionsgrenzwerte für Ammonium von 10 mg/l N ab 5.000 EW) festgelegt. Diese befinden sich zur Zeit in der Umsetzung. Das Reduktionspotential für punktuelle Ammonium-Stickstoffeinträge im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen.

Es ist zu erwarten, daß durch die laufenden Maßnahmen eine Verringerung der Ammoniumbelastung bis zum Jahr 2000 eintreten wird, so daß die Zielvorgabe mit großer Wahrscheinlichkeit erreicht wird. Dies ist 1995 nochmals anhand der Bestandsaufnahme zu prüfen.

I. Einleitung

Die IKSR hat 1991 Zielvorgaben für die prioritären Stoffe des Aktionsprogramms Rhein festgelegt. Zielvorgaben sind Zielwerte für anzustrebende Gehalte im Rheinwasser oder Schwebstoff, die sich an den Schutzgütern aquatische Lebensgemeinschaften, Fischerei, Trinkwasserversorgung, Schwebstoff- und Sedimentqualität orientieren und sind damit Bewertungsmaßstäbe. Die internationalen Kommissionen für die Mosel und die Saar haben diese Zielvorgaben bis auf wenige, für diese beiden Flüsse nicht relevante Parameter übernommen. Die Festlegung von Zielvorgaben für die übrigen Nebenflüsse des Rheins liegt in nationaler Verantwortung.

Ein erster Ist-Soll-Vergleich der 1990er Gütedaten des Rheins mit den Zielvorgaben wurde 1993 im "Statusbericht Rhein" der IKSR veröffentlicht. Das Ergebnis lautete, daß 1990 die Zielvorgaben von 10 Stoffen oder Stoffgruppen an mindestens einer internationalen Meßstation am Rhein noch nicht erreicht wurden. Dabei handelte es sich um die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Kupfer und Zink, um die organischen Verbindungen γ -HCH, Trichlormethan (Chloroform), Hexachlorbenzol und PCB (6 Isomere) sowie um die Nährstoffe Gesamtphosphor und Ammonium. Bei rund 2/3 der weiteren im Aktionsprogramm Rhein festgelegten prioritären Stoffe oder Stoffgruppen bestehen 1990 im Vergleich zu den Zielvorgaben keine Probleme mehr. Dieser Vergleich sollte verdeutlichen, ob durch die Gewässerschutzaktivitäten in der 2. Phase des Aktionsprogramms Rhein (1990-1995) die gesteckten Ziele pro Stoff erreicht werden oder ob in der 3. Phase (1996-2000) weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen. Dabei gilt, daß unabhängig von der Gewässergüte der Stand der Technik und die beste Umweltpraxis im kommunalen und industriellen Bereich anzuwenden sind.

Für die aufgeführten Stoffe und Stoffgruppen war also einerseits zu prüfen, ob alle Einleitungs- und Eintragsquellen genügend bekannt sind und andererseits, ob durch die bereits in die Wege geleiteten Sanierungsmaßnahmen die Reduktionsquoten von 50 oder 70 Prozent für Quecksilber, Cadmium und Blei im Zeitraum 1985-1995 eingehalten werden können. Die sich an diese Prüfung anschließende Frage ist, ob die Auswirkungen der Reduzierungen pro Stoffeinleitung bzw. -eintrag dergestalt sind, daß im Gewässer selbst die als Zielvorgabe definierten Gehalte eingehalten werden. Schlußfolgerungen dieser Art sind per se mit vielen Unsicherheiten behaftet, da nach Einleitung oder Eintrag einer Substanz in ein Gewässer vielfältige Ausgasungs-, Abbau-, Adsorptions- und Remobilisierungsprozesse ablaufen, die in ihrer Gesamtheit äußerst schwierig zu erfassen sind.

Die Ist-Soll-Vergleiche für die Jahre 1991-1993 wurden wiederholt, um die Entwicklung der Parameter verfolgen zu können. Die Ergebnisse des Jahres 1990 wurden dabei im wesentlichen bestätigt. Allerdings haben die Gehalte der Substanzen Trichlormethan (Chloroform) und Gesamtphosphor bereits derart abgenommen, daß sie jetzt in der Nähe der Zielvorgaben liegen und somit nicht mehr als Problemstoffe "Zielvorgaben nicht erreicht" eingestuft werden. Hingegen kommt im Vergleich zu 1990 das Schwermetall Blei neu hinzu.

Im folgenden wird daher besonders auf diejenigen Stoffe eingegangen, bei denen nach heutigem Kenntnisstand Defizite gegenüber den Zielvorgaben aufgefallen sind. Dies sind also die Schwermetalle Quecksilber, Cadmium, Kupfer, Zink und Blei, die organischen Verbindungen γ -HCH, Hexachlorbenzol und PCB (6 Isomere) sowie Ammoniumstickstoff.

II. Methodische Hinweise

Pro Stoff oder Stoffgruppe wurden alle zur Verfügung stehenden Angaben zum Vorkommen im Rhein inklusive des Vergleichs mit der Zielvorgabe, ggf. zur natürlichen Hintergrundbelastung, zu industriellen und kommunalen Einleitungen sowie - soweit bekannt oder geschätzt - zu diffusen Einträgen zusammengetragen. Anschließend wurden die zur Verfügung stehenden Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft beurteilt.

Zum besseren Verständnis der im Hauptteil folgenden stoffbezogenen Analyse werden einige Erläuterungen vorangestellt:

● Zum Vorkommen im Rhein

Bei den im Rheinwasser gemessenen Schwermetallgehalten wird neben dem anthropogen bedingten Anteil auch die geogene Hintergrundbelastung miteinbezogen. Bei den Schwermetall- und Hexachlorbenzolgehalten in Schwebstoffen muß in die Betrachtung einbezogen werden, daß hochbelastete ältere Sedimente (Altlasten) bei Hochwässern aufgewirbelt, weiter stromabwärts transportiert werden und somit die an den Meßstationen ermittelten Frachten dieser Substanzen wesentlich beeinflussen können. Für die geogene Hintergrundbelastung von Schwermetallen wurden von der IKSR festgelegte "konventionelle geogene Schwermetallgehalte der Rheinschwebstoffe < 20 µm Fraktion" eingesetzt. Bei Frachtvergleichen zwischen verschiedenen Jahren ist der starken Abflußabhängigkeit Rechnung zu tragen.

● Zum Vergleich der gemessenen Werte mit den Zielvorgaben

Das IKSR-Bewertungsverfahren für den Ist-Soll-Vergleich basiert auf der Übereinkunft, die Ergebnisse in drei Gruppen einzuteilen, die folgendermaßen definiert wurden:

1. Ergebnisgruppe: "Die Zielvorgaben werden nicht erreicht"

In diese Gruppe fallen alle prioritären Stoffe, deren 90-Perzentilwert größer als die doppelte Zielvorgabe ist. Wenn die Anzahl der Meßwerte eines Jahres für die Festlegung des 90-Perzentilwertes (13 Meßwerte) nicht ausreicht, wird ersatzweise der doppelte 50-Perzentilwert zum Vergleich mit der Zielvorgabe herangezogen. Für Phosphor gilt der Mittelwert und nicht der 90-Perzentilwert.

2. Ergebnisgruppe: "Die Meßwerte liegen in der Nähe der Zielvorgaben"

In diese Gruppe fallen alle prioritären Stoffe,

- deren errechneter 90-Perzentilwert (oder doppelter 50-Perzentilwert bzw. für Gesamtphosphor-P Mittelwert) kleiner als die doppelte und größer als die halbe Zielvorgabe ist;
- deren Zielvorgabe unter der Bestimmungsgrenze liegt.

3. Ergebnisgruppe: "Die Zielvorgaben werden erreicht"

In diese Gruppe fallen alle prioritären Stoffe, deren 90-Perzentilwert (oder doppelter 50-Perzentilwert bzw. für Gesamtphosphor-P Mittelwert) kleiner als die halbe Zielvorgabe ist.

● Industrielle und kommunale Punkteinleitungen

Die Angaben wurden insbesondere der Bestandsaufnahme der punktuellen Einleitungen prioritärer Stoffe 1992 entnommen, die im August 1994 publiziert wurde. Einige weitere Angaben, z.B. zu diffusen Anteilen, entstammen der Bestandsaufnahme für 1985

● Diffuse Einträge

Unter diffuse Einträge fallen alle Belastungen, die entweder aus der Verwendung prioritärer Stoffe und Stoffgruppen außerhalb der Produktionsprozesse in Industrie und Gewerbe oder aus ihrem Gebrauch, z.B. in der Landwirtschaft, herrühren. Ferner sind unter diffusen Belastungen solche zu verstehen, die aus Einträgen über die Atmosphäre in die Gewässer gelangen. Aus den Erhebungen der IKSR liegen zu einigen Stoffen Schätzwerte vor.

Hinzu kommt, daß ein Teil der diffusen Belastung, die in die Kanalisation gerät und über den Weg der Kläranlage in die Gewässer gelangt, bei Bilanzierungen als kommunale Punktquelle bewertet wird. Weitere Schwierigkeiten bereiten z.B. Starkregen- oder Hochwasserereignisse, bei denen in Mischkanalisationen die häuslichen Abwasser zusammen mit abfließendem Niederschlagswasser abgeführt werden. Vielerorts gelangt das Abwasser unter diesen Bedingungen zusammen mit Niederschlagswasser aufgrund des zu geringen Fassungsvermögens der Kanalnetze und der Kläranlagen ungeklärt in die Gewässer. Noch immer bestehen im Bereich der diffusen Belastung große Kenntnislücken.

Für 1985 wurden die diffusen Anteile an den Stoffbelastungen sehr grob geschätzt. Auf der Basis heutiger Kenntnisse und wegen der hohen Fehlerwahrscheinlichkeit unterblieb eine erneute Schätzung für 1992.

III. Zusammenstellung der Kenntnisse pro Stoff oder Stoffgruppe

III.1 Quecksilber

III.1.1 Vorkommen im Rhein

Quecksilber liegt im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf den Schwebstoffgehalt in mg/kg. Die Quecksilbergehalte von Schwebstoffen sind seit Mitte der siebziger Jahre stark rückläufig, der Rückgang hat sich seit Mitte der achtziger Jahre verlangsamt.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
0,5 mg/kg	0,2 mg/kg	Village-Neuf	2		2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	2		2(L)	1(L)
		Koblenz/Rhein	1	1	2	2
		Koblenz/Mosel		2	3	2
		Bimmen	1	1	1	1
		Lobith	1	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 - 1993 zeigt im Grundsatz eine positive Entwicklung: an der Meßstelle Koblenz/Rhein liegen die Werte 1993 in der Nähe der Zielvorgabe (2. Ergebnisgruppe). Bei Bimmen und Lobith sind die Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 0,5 mg/kg noch in einem Bereich von 1,06 mg/kg (90-Perzentil) bis 1,98 mg/kg (doppeltes 50-Perzentil); die Zielvorgaben sind somit nicht erreicht.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 6 t	ca. 3,3 t	ca. 3,2 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die mittlere jährliche Gesamtquecksilber-Konzentration im Wasser bei Bimmen/Lobith von rund 0,12 µg/l auf rund 0,05 µg/l verringert.

III.1.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

QUECKSILBER	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	30	1.248	< 506	59
Industrie (I)	40	1.442	< 639	56
K + I	70	2.690	<1.145	57
Diffus (D)	* 30	* 1.075	**	***
K + I + D	100	3.765	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 70 41

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 70% der Hauptteil der gesamten Quecksilbereinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 30%, I ca. 40%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 57% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Quecksilbereinträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 41 % erzielt. Das Ziel von 70 % für die Verringerung der gesamten Einträge konnte somit bis 1992 nicht erreicht werden.

Die punktuellen Resteinleitungen von 1.145 kg/Jahr stammen zu 44% aus kommunalem Abwasser und zu 56% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Punktförmige Luftemissionen aus Müllverbrennungsanlagen und der Industrie (z.B. Metallindustrie, Verbrennung in Kohlekraftwerken) bilden die Hauptquellen für die Luftemission. Grob geschätzte Eintragsmengen über die Atmosphäre in Gewässer liegen unter 1.000 kg/Jahr. Die Prognose für die Quecksilberreduzierungen zwischen 1985 - 1995 via Atmosphäre liegt bei 50%.

Die gesetzlichen Minderungsmaßnahmen beziehen sich in den Anrainerstaaten auf verschärfte nationale Emissionsbegrenzungen und auf die EG-Richtlinie 89/369/EWG für neue Müllverbrennungsanlagen. Hinzu kommen Maßnahmen zur Verringerung der Quecksilbergehalte im Müll (z.B. Batterien).

- alte Sedimente im Gewässer

Für Quecksilber in Pflanzenschutzmitteln, die aus der landwirtschaftlichen Anwendung stammen, lagen die geschätzten Eintragsmengen für 1988/89 unter 10 kg/Jahr. Im Jahr 1992 waren diese Mittel in keinem Rheinanliegerstaat mehr zugelassen, so daß derartige Einträge heute keine Rolle mehr spielen können.

III.1.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Quecksilber bis 1992 nicht erfüllt werden.

Durch die erhebliche Reduktion bei den Punktquellen hat sich im Vergleich zu 1985 der relative Anteil der diffusen Einträge am Gesamteintrag erhöht.

Jedoch haben die diffusen Quecksilbereinträge tendenziell ebenfalls abgenommen, insbesondere im atmosphärischen Bereich, so daß die wirkliche Reduktionsquote höher als 41 % liegen wird. Bei der auf das Jahr 1985 bezogenen Bilanzierung bleiben die immensen Sanierungsanstrengungen vor 1985 in bezug auf Schwermetallreduzierungen unberücksichtigt, werden hiermit aber in Erinnerung gerufen.

Die Zielvorgabe auf der Immissionsseite ist an den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith 1993 sowie an der Oberrhein-Meßstelle Lauterburg noch nicht erfüllt. Die an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch ca. um das 2 bis 4-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen etwas mehr als 2/5 aus kommunalem Abwasser. Die Verringerung der atmosphärisch bedingten Quecksilbereinträge wird sich auch im kommunalen Bereich positiv auswirken. Sollen die Einleitungen von Quecksilber aus diesem Bereich weiter verringert werden, hat dies über Maßnahmen an der Quelle, d.h. am Ort des Anfalls zu erfolgen.

Das Reduktionspotential für punktuelle Quecksilbereinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Weitere Maßnahmen können bis zur Jahrtausendwende bei kleineren Einleitungen erforderlich sein. Diese Maßnahmen liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob das Reduktionsziel für die Gesamteinträge und die Zielvorgabe durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht werden. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist einerseits eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und es ist eine Gesamtbilanz aller Quecksilbereinträge für 1995 zu erstellen. Dabei sind auch die Ergebnisse bereits bestehender anderer Studien über die diffuse Quecksilberbelastung im Rheineinzugsgebiet zu überprüfen. Andererseits müssen die Auswirkungen der laufenden Aktionen bewertet und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

III.2 Cadmium

III.2.1 Vorkommen im Rhein

Cadmium liegt im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf den Schwebstoffgehalt in mg/kg. Die Cadmiumgehalte von Schwebstoffen sind seit Mitte der siebziger Jahre stark rückläufig, der Rückgang hat sich seit Mitte der achtziger Jahre verlangsamt.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
1,00 mg/kg	0,3 mg/kg	Village-Neuf	1		2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	2		1(L)	2(L)
		Koblenz/Rhein	2	2	2	2
		Koblenz/Mosel		1	1	1
		Bimmen	1	1	1	1
		Lobith	1	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 - 1993 zeigt nicht an allen Meßstellen eine positive Entwicklung: an den Meßstellen Village-Neuf, Lauterburg und Koblenz/Rhein liegen die Werte 1993 in der Nähe der Zielvorgabe (2. Ergebnisgruppe). Bei Bimmen und Lobith lagen die Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 1 mg/kg noch in einem Bereich von 2,1 mg/kg (90-Perzentil) bis 4,5 mg/kg (doppeltes 50-Perzentil). Dies zeigt, daß die Zielvorgaben 1993 noch nicht erreicht wurden. Dasselbe gilt für die Meßstelle Koblenz/Mosel, wo der 1993er Meßwert bei 1,1 mg/kg (50-Perzentil), der Vergleichswert somit bei 2,2 mg/kg liegt, d.h. Einstufung in Ergebnisgruppe 1.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 9 t	ca. 6,6 t	ca. 5,9 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die mittlere jährliche Gesamtcadmium-Konzentration im Wasser bei Bimmen/Lobith von rund 0,2 auf rund 0,1 µg/l verringert.

III.2.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

CADMIUM	Anteile 1985		Antelle 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	15	3.689	< 1.811	51
Industrie (I)	75	17.805	< 2.284	87
K + I	90	21.494	< 4.095	81
Diffus (D)	* 10	* 2.430	**	***
K + I + D	100	23.924	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 70 73

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 90% der Hauptteil der gesamten Cadmиеinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 15%, I ca. 75%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 81% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Cadmиеinträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 73 % erzielt. Das Ziel von 70 % für die Verringerung der gesamten Cadmиеinträge wurde somit bis 1992 bereits übertroffen.

Die punktuellen Resteinleitungen von 4.095 kg/Jahr stammen zu 44% aus kommunalem Abwasser und zu 56% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragungspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Abluft aus Verbrennungsanlagen
Gebrauchsgüter (Batterien, PVC, Bleche, Farben)

Eine Quantifizierung der diffusen Einträge wurde in der IKSР bisher nur für den Weg über die Atmosphäre vorgenommen. Die Menge wird mit weniger als ca. 1.000 kg/Jahr geschätzt.

- Oberflächenabfluß

Korrosion Cadmium-haltiger Bleche und Metalle
Landwirtschaft (Erosion landw. Böden, Cadmium aus cadmiumhaltigen Phosphatdüngern)
Verkehr (Cadmium in Autoreifen)

- alte Sedimente im Gewässer

III.2.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Cadmium bereits 1992 erfüllt werden (unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge).

Durch die erhebliche Reduktion bei den Punktquellen hat sich im Vergleich zu 1985 der relative Anteil der diffusen Einträge am Gesamteintrag erhöht.

Obwohl das Reduzierungsziel auf der Emissionsseite 1992 bereits erreicht war und die Messungen im Rhein zwischen 1990 und 1992 auf eine positive Entwicklung schließen lassen, ist die Zielvorgabe auf der Immissionsseite an der Mosel und an den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith 1993 noch nicht erfüllt. Die an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch ca. um das 2 bis 4-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen etwas mehr als 2/5 aus kommunalem Abwasser. Sollen die Einleitungen von Cadmium aus dem kommunalen Bereich weiter verringert werden, hat dies über Maßnahmen an der Quelle, d.h. am Ort des Anfalls zu erfolgen.

Das Reduktionspotential für punktuelle Cadmiumeinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik (z.B. Düngemittelindustrie) bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Zwei wichtige Einleiter befinden sich unterhalb von Bimmen/Lobith. Weitere Maßnahmen können bis zur Jahrtausendwende bei kleineren Einleitungen erforderlich sein. Diese Maßnahmen liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob die Zielvorgabe durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht wird. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist einerseits eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und es ist eine Gesamtbilanz aller Cadmiumeinträge für 1995 zu erstellen. Dabei sind auch die Ergebnisse bereits bestehender anderer Studien über die diffuse Cadmiumbelastung im Rheineinzugsgebiet zu überprüfen. Andererseits müssen die Auswirkungen der laufenden Aktionen bewertet und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

III.3 Kupfer

III.3.1 Vorkommen im Rhein

Kupfer liegt im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf den Schwebstoffgehalt in mg/kg. Die Kupfergehalte von Schwebstoffen sind seit Mitte der siebziger Jahre stark rückläufig, der Rückgang hat sich seit Mitte der achtziger Jahre verlangsamt.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
50,0 mg/kg	20 mg/kg	Village-Neuf	1		2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	1		1(L)	1(L)
		Koblenz/Rhein	2	1	1	1
		Koblenz/Mosel		1	1	1
		Bimmen	1	1	1	2
		Lobith	1	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt nicht an allen Meßstellen im Rhein eine positive Entwicklung. Der Meßwert für 1993 in Lauterburg lag bei 133 mg/kg (90-Perzentil), in Koblenz/Rhein bei 141 mg/kg (90-Perzentil) und in Koblenz/Mosel bei 67 mg/kg (50-Perzentil), der Vergleichswert entsprechend bei 134 mg/kg. Bei Bimmen und Lobith lagen die Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 50 mg/kg noch in einem Bereich von 87 mg/kg (90-Perzentil) bis 152 mg/kg (doppeltes 50-Perzentil). Dies zeigt, daß die Zielvorgaben 1993 an vier Meßstellen noch nicht erreicht wurden.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 600 t	ca. 490 t	ca. 470 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die mittlere jährliche Gesamtkupfer-Konzentration im Wasser bei Bimmen/Lobith von rund 10 auf rund 8 µg/l verringert.

III.3.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

KUPFER	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	60	293.720	< 88.258	70
Industrie (I)	35	180.595	< 81.378	55
K + I	95	474.315	< 169.636	64
Diffus (D)	* 5	* 21.100	**	***
K + I + D	100	495.415	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 50 61

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 95% der Hauptteil der gesamten Kupfereinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 60%, I ca. 35%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 64% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Kupfereinträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 61 % erzielt. Das Ziel von 50 % für die Verringerung der gesamten Einträge wurde somit bis 1992 bereits übertroffen.

Die punktuellen Resteinleitungen von < 169.636 kg/Jahr stammen zu 52% aus kommunalem Abwasser und zu 48% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Grob geschätzte Eintragsmengen über die Atmosphäre in Gewässer liegen bei 1.000 bis 5.000 kg/Jahr.

- Oberflächenabfluß

Korrosion von Kupfer-Installationen (z.B. Dächer, Dachrinnen)
Verkehr (Straßenverkehr, Bahnen)

- Landwirtschaft

Erosion landw. Böden;
Kupfer in Wirtschafts-, Mineraldünger und Klärschlamm;

Kupfer in Viehfutter;
kupferhaltige Pflanzenschutzmittel; für Kupfer in Pflanzenschutzmitteln, die aus der landwirtschaftlichen Anwendung stammen, liegen die geschätzten Eintragsmengen unter 5.000 kg/Jahr

- Wasserleitungen aus Kupfer
- Schifffahrt (kupferhaltige Antifoulings)
- alte Sedimente im Gewässer

III.3.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Kupfer bereits 1992 erfüllt werden.

Durch die erhebliche Reduktion bei den Punktquellen hat sich im Vergleich zu 1985 der relative Anteil der diffusen Einträge am Gesamteintrag erhöht.

Obwohl das Reduzierungsziel auf der Emissionsseite 1992 bereits erreicht war, ist die Zielvorgabe auf der Immissionsseite an vier Meßstellen noch nicht erfüllt. Die an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch ca. um das 2 bis 3-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen rund die Hälfte aus kommunalem Abwasser. Maßnahmen zu Kupferreduzierungen in Kläranlagen sind wegen des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht sinnvoll.

Das Reduktionspotential für punktuelle Kupfereinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Es ist nicht zu erwarten, daß weitere Maßnahmen in diesem Bereich zu einer bedeutenden Verringerung der verbleibenden Kupferbelastung des Rheins führen.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse wird in den kommenden Jahren die Zielvorgabe mit Sicherheit nicht erreicht. Der Grund liegt in dem langsamen Austrag von Kupfer aus bestehenden Installationen im kommunalen Bereich (z.B. Dächer, Dachrinnen, Stromversorgung von Bahnen, Strom- und Überlandleitungen, Wasserleitungen etc.) und aus anderen Quellen (kupferhaltige Antifouling-Farben, kupferhaltiges Viehfutter). Auch hat die Verwendung von Kupfer, beispielsweise als Ersatz für bedenklichere Stoffe, zugenommen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßte die Verwendung dieses Metalls stark eingeschränkt werden, was für schwierig gehalten wird. Da es fraglich bleibt, ob das gewünschte Ziel mit anderen Maßnahmen erreicht werden kann und diese Maßnahmen zweifelsohne teuer wären, sollten die Auswirkungen der laufenden Aktionen - emissionsvermindernde Maßnahmen bei Punktquellen und im diffusen Bereich - bewertet werden und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

III.4 Zink

III.4.1 Vorkommen im Rhein

Zink liegt im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf den Schwebstoffgehalt in mg/kg. Die Zinkgehalte von Schwebstoffen sind seit Mitte der siebziger Jahre stark rückläufig, der Rückgang hat sich seit Mitte der achtziger Jahre verlangsamt.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
200,0 mg/kg	100 mg/kg	Village-Neuf	1		2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	1		2(L)	2(L)
		Koblenz/Rhein	1	2	2	2
		Koblenz/Mosel		1	1	1
		Bimmen	1	1	1	1
		Lobith	1	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt eine positive Entwicklung: an drei Meßstellen im Rhein liegen die Werte 1993 in der Nähe der Zielvorgabe (2. Ergebnisgruppe). Bei Bimmen und Lobith sind die Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 200 mg/kg noch in einem Bereich von 564 mg/kg (90-Perzentil) bis 1060 mg/kg (doppeltes 50-Perzentil). Dies zeigt, daß die Zielvorgaben 1993 noch nicht erreicht wurden. Die Meßwerte an der Mosel sind ähnlich zu bewerten.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 3.600 t	ca. 2.100 t	ca. 1.900 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die mittlere jährliche Gesamtzink-Konzentration im Wasser bei Bimmen/Lobith von rund 64 auf rund 33 µg/l verringert.

III.4.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

ZINK	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	65	1.460.920	< 545.543	63
Industrie (I)	30	705.850	< 246.750	65
K + I	95	2.166.770	< 792.293	63
Diffus (D)	* 5	* 43.000	**	***
K + I + D	100	2.209.770	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 50 62

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 95% der Hauptteil der gesamten Zinkeinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 65%, I ca. 30%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 63% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Zinkeinträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 62 % erzielt. Das Ziel von 50 % für die Verringerung der gesamten Einträge wurde somit bis 1992 bereits übertroffen.

Die punktuellen Resteinleitungen von 792.293 kg/Jahr stammen zu 69% aus kommunalem Abwasser und zu 31% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Abluft aus Verbrennungsanlagen

Eine Quantifizierung der diffusen Einträge wurde in der IKSR bisher nur für den Weg über die Atmosphäre vorgenommen. Die Menge wird mit weniger als 15.000 kg/Jahr geschätzt und daher im Vergleich zu den punktuellen Einleitungen als vernachlässigbar eingestuft.

- Oberflächenabfluß

Korrosion verzinkter Oberflächen (Dächer, Dachrinnen, Leitplanken etc.)
Verkehr (Zink in Autoreifen und Motorölen)

- **Landwirtschaft**

Erosion landw. Böden
Zink aus zinkhaltigem Viehfutter
Klärschlamm

- **alte Sedimente im Gewässer**

III.4.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Zink bereits 1992 erfüllt werden.

Durch die erhebliche Reduktion bei den Punktquellen hat sich im Vergleich zu 1985 der relative Anteil der diffusen Einträge am Gesamteintrag erhöht.

Obwohl das Reduzierungsziel auf der Emissionsseite 1992 bereits erreicht war und die Messungen im Rhein zwischen 1990 und 1992 auf eine positive Entwicklung schließen lassen, ist die Zielvorgabe auf der Immissionsseite an den Niederrhein-Meßstellen Bimmen und Lobith sowie an der Mosel noch nicht erfüllt. Die 1992 an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch ca. um das 2 bis 5-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen etwas mehr als 2/3 aus kommunalem Abwasser. Maßnahmen zu Zinkreduzierungen in Kläranlagen sind wegen des ungünstigen Kosten-Nutzen-Verhältnisses nicht sinnvoll.

Das Reduktionspotential für punktuelle Zinkeinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Weitere Maßnahmen in diesem Bereich können bis zur Jahrtausendwende bei kleineren Anlagen erforderlich sein. Diese Maßnahmen liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse wird in den kommenden Jahren die Zielvorgabe mit Sicherheit nicht erreicht. Der Grund liegt in dem langsamen Austrag von Zink aus bestehenden Installationen im kommunalen Bereich (z.B. Dächer, Dachrinnen, Leitplanken etc.) und aus anderen Quellen (Zink in Autoreifen und Motorölen, zinkhaltiges Viehfutter, Klärschlamm).

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßte die Verwendung dieses Metalls stark eingeschränkt werden, was für schwierig gehalten wird. Da es fraglich bleibt, ob das gewünschte Ziel mit anderen Maßnahmen erreicht werden kann und diese Maßnahmen zweifelsohne teuer wären, sollten die Auswirkungen der laufenden Aktionen - emissionsvermindernde Maßnahmen bei Punktquellen und im diffusen Bereich - bewertet werden und die Effektivität der laufenden und ergänzenden Maßnahmen abgeklärt werden.

III.5 Blei

III.5.1 Vorkommen im Rhein

Blei liegt im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf den Schwebstoffgehalt in mg/kg. Die Bleigehalte von Schwebstoffen sind seit Mitte der siebziger Jahre stark rückläufig, der Rückgang hat sich seit Mitte der achtziger Jahre verlangsamt.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
100 mg/kg	25 mg/kg	Village-Neuf	2		2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	1		2(L)	2(L)
		Koblenz/Rhein	2	2	2	2
		Koblenz/Mosel		1	1	1
		Bimmen	2	1	1	2
		Lobith	2	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt eine positive Entwicklung an der Meßstelle Seltz (Lauterburg). Da die Meßwerte an den Meßstationen Bimmen und Lobith im Vergleich zur Zielvorgabe seit mehreren Jahren zwischen der 1. und 2. Ergebnisgruppe pendeln, ist die Zuordnung zur Ergebnisgruppe 1 nicht eindeutig. Hinzu kommen Auswertungsprobleme, d.h. liegt eine genügend hohe Meßfrequenz (13 Meßwerte pro Jahr) an einer Meßstation vor, so daß das 90-Perzentil mit der Zielvorgabe verglichen werden kann, ist die Zuordnung zur Ergebnisgruppe 2 gegeben.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 550 t	ca. 400 t	ca. 330 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die mittlere jährliche Gesamtblei-Konzentration im Wasser bei Bimmen/Lobith von rund 9 µg/l auf rund 5 µg/l verringert.

III.5.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

BLEI	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	40	167.940	< 62.705	63
Industrie (I)	30	112.730	< 27.707	75
K + I	70	280.670	< 90.412	68
Diffus (D)	* 30	* 111.380	**	***
K + I + D	100	392.050	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 70 49

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 72% der Hauptteil der gesamten Bleieinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 40%, I ca. 30%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 68% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Bleieinträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 49 % erzielt. Das Ziel von 70 % für die Verringerung der gesamten Einträge konnte somit bis 1992 nicht erreicht werden.

Die punktuellen Resteinleitungen von 90.412 kg/Jahr stammen zu 69% aus kommunalem Abwasser und zu 31% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Punktförmige Luftemissionen aus Verkehr, Großfeuerungsanlagen sowie aus der Industrie bilden die Hauptquellen für die Luftemission: Grob geschätzte Eintragsmengen über die Atmosphäre lagen 1985 bei 22 t. Die Prognosen für die Bleireduzierungen zwischen 1985 und 1995 via Atmosphäre liegen in den Mitgliedstaaten zwischen 50 und 80 %.

Die gesetzlichen Minderungsmaßnahmen beziehen sich im Bereich des motorisierten Verkehrs auf die Einführung bleifreien Normalbenzins und des 3-Wege-Katalysators in Kraftfahrzeugen. Weitere Minderungsmaßnahmen beziehen sich in den Anrainerstaaten auf verschärfte nationale Emissionsbegrenzungen und auf die EG-Richtlinie 89/369/EWG für neue Müllverbrennungsanlagen.

- alte Sedimente im Gewässer

III.5.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Blei bis 1992 nicht erfüllt werden. Jedoch haben die diffusen Bleieinträge tendenziell stark abgenommen, insbesondere im atmosphärischen Bereich, so daß die wirkliche Reduktionsquote wesentlich höher als 49 % liegt.

Die Zielvorgabe auf der Immissionsseite wird 1993 an der Meßstelle Koblenz/Mosel nicht eingehalten. Die an dieser Stelle gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe um etwa das 2-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen etwas mehr als 2/3 aus kommunalem Abwasser. Die Verringerung der wichtigen atmosphärisch bedingten Bleieinträge wird sich auch im kommunalen Bereich positiv auswirken. Sollten die Einleitungen von Blei aus dem kommunalen Bereich weiter verringert werden, hat dies über Maßnahmen an der Quelle, d.h. am Orte des Anfalls zu erfolgen.

Das Reduktionspotential für punktuelle Bleieinleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen. Weitere Maßnahmen im industriellen Bereich können bei kleineren Einleitungen erforderlich sein, diese Maßnahmen liegen in nationaler Verantwortung.

Aufgrund der derzeitigen Kenntnisse ist noch offen, ob das Reduktionsziel für die Gesamteinträge durch die laufenden Maßnahmen bis 1995 bzw. 2000 erreicht werden. Die Tendenz ist allerdings positiv.

Bevor weitergehende Maßnahmen vorgeschlagen werden, sind daher die Auswirkungen der laufenden Aktivitäten zur Reduzierung der Bleibelastung zu bewerten. Dafür ist eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragungspfade erforderlich und eine Gesamtbilanz aller Bleieinträge ist für 1995 zu erstellen. Dabei sind auch die Ergebnisse bereits bestehender anderer Studien über die diffuse Bleibelastung im Rheineinzugsgebiet zu überprüfen.

III.6 Hexachlorcyclohexan (γ -HCH, Lindan)

III.6.1 Vorkommen im Rhein

γ -HCH liegt im Rhein vorwiegend in gelöster Form vor. Daher beziehen sich die Zielvorgaben auf die Gehalte im Wasser in $\mu\text{g/l}$. Die Gehalte im Wasser gehen langfristig gesehen langsam zurück, die mittleren Jahresgehalte weisen jedoch starke Schwankungen auf. Die immer noch zu hohen Gehalte im Rheinwasser sind wahrscheinlich diffusen Ursprungs. Lindan ist hoch persistent und stark bioakkumulierbar.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
0,002 $\mu\text{g/l}$		Village-Neuf		1	1	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	[2*]		1(L)	1(L)
		Koblenz/Rhein		1	1	1
		Koblenz/Mosel		1	1	1
		Bimmen	[2*]	[2*]	[2*]	[2*]
		Lobith	1	2	1	1

Eine natürliche Hintergrundbelastung existiert für synthetisch hergestellte organische Substanzen nicht.

[2*] Die Zielvorgabe ist gleich der Bestimmungsgrenze oder liegt unter der Bestimmungsgrenze. Diese Werte blieben bei der Auswertung unberücksichtigt.

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt, daß an fast allen Meßstationen die Meßergebnisse in die Ergebnisgruppe "Zielvorgaben nicht erreicht" eingestuft wurden. Das 90-Perzentil als Vergleichswert zur Zielvorgabe von 0,002 $\mu\text{g/l}$ liegt 1993 in Lauterburg bei 0,016 $\mu\text{g/l}$, in Koblenz/Rhein bei 0,038 $\mu\text{g/l}$ und in Lobith bei 0,009 $\mu\text{g/l}$. Maximal liegen die Meßwerte somit sechzehnmal höher als die Zielvorgabe. Dabei muß jedoch vermerkt werden, daß die Gehalte stark schwanken.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
-	ca. 340 kg	ca. 250 kg

III.6.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

γ -HCH	Anteile 1992*
	kg
Kommune (K)	70
Industrie (I)	30
K + I	100
Diffus (D)	**
K + I + D	**
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$	

- * Keine Bestandsaufnahme 1985, daher nur Anteile 1992 angegeben
** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

Kommentar

Da γ -HCH erst 1991 durch die Übernahme der Beschlüsse der 3. Internationalen Nordseeschutzkonferenz (INK) prioritärer Stoff für die IKSR wurde, bestehen für das Jahr 1985 bzw. 1990 keine Schätzungen der punktuellen Einleitungen. Allerdings hatte die IKSR schon 1988 festgestellt (vgl. Tätigkeitsbericht 1988, Anlage II 1.6), daß die für die Reduzierung der punktuellen Einträge erforderlichen Massnahmen bereits zum damaligen Zeitpunkt realisiert waren.

Die punktuellen Resteinleitungen von rund 100 kg/Jahr stammen zu 70% aus kommunalen Kläranlagen und zu 30% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

Eine Quantifizierung der diffusen Einträge wurde in der IKSR bisher nur für den Weg über die Atmosphäre vorgenommen. Die Menge wird mit weniger als 1.000 kg/Jahr geschätzt und ist damit im Vergleich den punktuellen Einträgen bedeutend. Diese entstammen lindanhaltigen Pflanzenschutz-, Bodenbehandlungs- und Holzkonservierungsmitteln.

- Oberflächenabfluß aus der Landwirtschaft:

Reinigung von Geräten mit Spritzmittelrückständen
Bodenbehandlung
Kleingärten

- Holzkonservierung
- alte Sedimente im Gewässer und Altlasten

γ -HCH ist in den Rheinanliegerstaaten für wenige Anwendungen zugelassen, so daß Emissionen aus dieser diffusen Quelle gering sein müßten.

III.6.3 Beurteilung und Ausblick

γ -HCH wurde erst durch die Übernahme der Beschlüsse der 3. Internationalen Nordseeschutzkonferenz (INK) prioritärer Stoff. Daher liegt für diesen Stoff für 1985 bzw. 1990 keine Bestandsaufnahme vor und es konnte keine Abschätzung der bisher erreichten Reduktion der Einträge erfolgen.

Eine verbleibende Belastung des Rheins mit γ -HCH ist aufgrund der Persistenz hauptsächlich auf diffuse Einträge und möglicherweise auf belastete Rhein-Sedimente zurückzuführen.

Obwohl Herstellung, Abgabe und Gebrauch von γ -HCH in einigen Rheinanliegerstaaten entweder stark eingeschränkt oder verboten sind, übertreffen die 1993 gemessenen Werte an fast allen Meßstellen im Rhein die Zielvorgabe noch ca. um das 5-bis 16-fache.

Da keine Bestandsaufnahmen für die Jahre 1985 und 1990 vorliegen, läßt sich nicht ermitteln, ob das von der 3. INK übernommene Reduktionsziel von 50 % für die Gesamteinträge erreicht werden kann. Aufgrund der Kenntnisse ist noch offen, ob die Zielvorgabe bis 1995 bzw. 2000 erreicht wird. Eine Tendenzaussage ist für die Gehalte im Rhein derzeit nicht möglich.

Bevor zusätzliche Maßnahmen vorgeschlagen werden, ist eine sorgfältige Analyse der diffusen Quellen und Eintragspfade erforderlich und eine Gesamtbilanz aller Einträge ist für 1995 zu erstellen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die diffusen Einträge verringert und die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

III.7 Hexachlorbenzol (HCB)

III.7.1 Vorkommen im Rhein

HCB liegt im Rhein gelöst und teilweise adsorbiert vor. Die Zielvorgabe bezieht sich auf den Gehalt im Wasser in $\mu\text{g/l}$. Der Vergleich basiert jedoch auf aus Schwebstoffwerten berechneten Werten. Die HCB-Gehalte der Rheinschwebstoffe gehen deutlich zurück.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
0,001 $\mu\text{g/l}$ = 1 ng		Village-Neuf		1		
		Seltz-(Lauterburg=L)	2			1(L)
		Koblenz/Rhein	1	1	1	2
		Koblenz/Mosel	3	3	3	3
		Bimmen	1		1	1
		Lobith	1	1	1	2

Eine natürliche Hintergrundbelastung existiert nicht.

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt an zwei Meßstationen eine positive Entwicklung: an der Meßstation Koblenz/Rhein lag das 90-Perzentil 1993 bei 1,97 ng/l, so daß eine Einstufung in Ergebnisgruppe 2 erfolgte. Bei Lobith und Bimmen lagen die aus Schwebstoffwerten berechneten Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 1 ng/l noch in einem Bereich von 0,91 (50-Perzentil) bis 1,93 ng/l (50-Perzentil). Die Vergleichswerte für die Zielvorgabe liegen somit im Bereich zwischen 1,81 und 3,86 ng/l. An der Meßstation Seltz-Lauterburg, die sich unterhalb des Belastungsschwerpunktes am Oberrhein befindet, lag das 90-Perzentil 1993 bei 9,94 ng/l. Die hier gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe um das 10-fache.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 240 kg	ca. 100 kg	ca. 100 kg

III.7.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

HCB	Antelle 1985		Antelle 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	1	1	1	0
Industrie (I)	97	195	8	96
K + I	98	196	9	95
Diffus (D)	* 2	* 4	**	***
K + I + D	100	200	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 50 94

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 98% der Hauptteil der gesamten HCB-Einträge aus punktuellen Quellen (K ca. 1%, I ca. 97%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 95% gesenkt. Bezogen auf die gesamten HCB-Einträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 94 % erzielt. Das Ziel von 50 % für die Verringerung der gesamten Einträge wurde somit bis 1992 weit übertroffen.

Die punktuellen Resteinleitungen von 9 kg/Jahr stammen zu 12% aus kommunalem Abwasser und zu 88% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- atmosphärische Einträge

punktförmige Emissionen in die Atmosphäre (z.B. industrielle Herstellung von polychlorierten Kohlenwasserstoffen, Müllverbrennungsanlagen). In den vergangenen Jahren sind jedoch die industriellen HCB-Emissionen in die Atmosphäre drastisch zurückgegangen.

- Oberflächenabfluß

Landwirtschaft: Die Verwendung von HCB als Schädlingsbekämpfungsmittel ist in allen Rheinanaliegerstaaten seit geraumer Zeit verboten.

- alte Sedimente im Gewässer

Von Bedeutung für die Belastung des Rheins mit HCB sind heute Altlasten in Form von HCB-kontaminierten Sedimenten. Diese werden durch Hochwasserwellen und Baggerarbeiten aufgewirbelt und weiter rheinabwärts transportiert. Altlasten sind hauptsächlich noch im unteren Hochrhein und Oberrhein vorhanden. Die sehr hohen HCB-Gehalte in der Nähe von Rheinfeldern sind auf eine seit September 1986 stillgelegte Produktionsstätte für Pentachlorphenol (PCP) sowie die in diesem Werk anschließend durchgeführte Chlorsilan-Produktion zurückzuführen. In diesen Produktionsstätten fällt auch heute in geringen Mengen HCB als Nebenprodukt an.

III.7.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von HCB bereits 1992 erfüllt werden.

Obwohl das Reduzierungsziel auf der Emissionsseite 1992 bereits deutlich übertroffen wurde und Herstellung, Abgabe und Gebrauch von HCB in den Rheinanliegerstaaten entweder stark eingeschränkt oder verboten sind, ist die Zielvorgabe auf der Immissionsseite an den Meßstellen Lauterburg und Bimmen noch nicht erfüllt. Die 1993 an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch bis zum 10-fachen.

Maßgebend dafür, daß die Zielvorgabe nicht erreicht wurde, sind allerdings die im Rhein vorhandenen verunreinigten Sedimente durch frühere Einleitungen.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

III.8 Polychlorierte Biphenyle (PCB)

III.8.1 Vorkommen im Rhein

Die PCB liegen im Rhein vorwiegend an Schwebstoff/Sedimente gebunden vor. Die Zielvorgabe bezieht sich auf den Gehalt im Wasser in $\mu\text{g/l}$. Der Vergleich basiert jedoch auf aus Schwebstoffgehalten berechneten Werten. Die PCB-Gehalte der Schwebstoffe gehen nur langsam zurück.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
0,0001 $\mu\text{g/l}$ = 0,1 ng/l		Village-Neuf				
		Seltz-(Lauterburg=L)	1			1(L)
		Koblenz/Rhein	1	1	1	1
		Koblenz/Mosel	1	1	1	1
		Bimmen	1	1	1	1
Lobith	1	1	1	1		

Eine natürliche Hintergrundbelastung existiert nicht.

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 bis 1993 zeigt keine positive Entwicklung. An den Meßstellen Koblenz/Rhein und Koblenz/Mosel liegen die 90-Perzentilwerte der verschiedenen PCB als Vergleichswert zur Zielvorgabe von 0,1 ng/l zwischen 0,07 und 0,62 ng/l. Bei Bimmen und Lobith befinden sich die aus Schwebstoffwerten berechneten Meßwerte der einzelnen PCB noch in einem Bereich von 0,08 ng/l (50-Perzentil) bis 0,39 ng/l (50-Perzentil), die Vergleichswerte liegen somit zwischen 0,16 ng/l bis 0,78 ng/l.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 390 kg	ca. 160 kg	ca. 90 kg

III.8.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

PCB	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	2	102	< 27	74
Industrie (I)	63	3.201	250	92
K + I	65	3.303	277	92
Diffus (D)	* 35	* 1.904	**	***
K + I + D	100	5.207	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 50 58

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammten 1985 mit rund 65% ca. 2/3 der gesamten PCB-Einleitungen aus punktuellen Quellen (K ca. 2%, I ca. 63%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 92% gesenkt. Bezogen auf die gesamten PCB-Einträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 58 % erzielt. Das Ziel von 50 % für die Verringerung der gesamten Einträge wurde somit bis 1992 erreicht.

Die punktuellen Resteinleitungen von 277 kg/Jahr stammen zu 10% aus kommunalen Kläranlagen und zu 90% aus industriellen Einleitungen.

Wesentliche Eintragspfade und Quellen der diffusen Einträge:

- Leckagen

PCB wird als Isolator-Flüssigkeit (in Kondensatoren, Transformatoren) noch verwendet, aber ausgetauscht. Es wurde von der IKSr geschätzt, daß 1985 durch Leckagen diffus 1.900 kg in den Rhein gelangten. Aufgrund der perfekten Erfassung und Entsorgungsmöglichkeiten sind derartige Leckagen deutlich zurückgegangen.

- Oberflächenabfluß

Die Identifizierung der restlichen Verunreinigungsquellen (Altlasten) und die Erhebung der verunreinigten Gebiete ist schwierig.

- alte Sedimente

III.8.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von PCB bereits 1992 erfüllt werden.

Durch die erhebliche Reduktion bei den Punktquellen dürfte sich im Vergleich zu 1985 der relative Anteil der diffusen Einträge am Gesamteintrag erhöht haben. Dieser Anteil für 1992 kann in der Größenordnung weder gemessen noch vernünftig abgeschätzt werden.

Die verbleibende Belastung des Rheins mit PCB ist hauptsächlich auf Altlasten und auf belastete Sedimente im Rhein selbst und seinen Nebenflüssen zurückzuführen.

Die PCB sind hoch persistente Verbindungen und können daher noch sehr lange Zeit im Rhein nachgewiesen werden, ohne daß weitere Einträge in den Rhein erfolgen. PCB-kontaminierte Sedimente im Rhein selbst werden durch Hochwasserwellen und Baggararbeiten aufgewirbelt und weiter rheinabwärts transportiert.

Obwohl das Reduzierungsziel auf der Emissionsseite 1992 bereits deutlich übertroffen wurde, ist die Zielvorgabe auf der Immissionsseite an allen Meßstationen im Rhein noch nicht erfüllt. Die 1993 gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch ca. um das 2- bis 8-fache.

Die IKSR hat 1984 Empfehlungen zur Entsorgung und Reduktion der Verwendung von PCB festgelegt, die bereits 1987 von den Rheinanliegerstaaten weitgehend umgesetzt worden sind (vgl. Tätigkeitsbericht 1987, S. 104).

Laut Beschluss der 3. INK sind bis 1995, spätestens jedoch 1999 Maßnahmen zur möglichst baldigen schrittweisen Einstellung der Verwendung und der umweltverträglichen Vernichtung aller identifizierbaren PCB zu ergreifen.

Der Grund dafür, daß die Zielvorgabe nicht erreicht wird, sind Altlasten und belastete Sedimente im Rhein selbst. Infolge der extremen Langlebigkeit kann die Belastung aber nur sehr langsam abnehmen.

Altlasten sind zu sanieren, dort wo es verhältnismäßig und ökologisch sinnvoll ist.

Damit die Zielvorgabe erreicht werden kann, müßten die verunreinigten Sedimente aus dem Rhein entfernt werden. Ob diese Maßnahmen technisch durchgeführt werden können und zum Erfolg führen, ist unsicher. Außerdem sind sie sehr teuer und daher unter ökologischen und Kosten-Nutzen-Aspekten abzuwägen.

III.9 Ammonium-Stickstoff

III.9.1 Vorkommen im Rhein

Ammonium-Stickstoff liegt im Rhein vorwiegend in gelöster Form vor. Die Zielvorgaben gelten für die Wasserphase.

Ist-Soll-Vergleich an den Meßstationen

Zielvorgabe	geogene Hintergrundbelastung	Meßstation	Ergebnisgruppe			
			1990	1991	1992	1993
200 µg/l	unbekannt	Village-Neuf	2	2	2	2
		Seltz-(Lauterburg=L)	2	2	2(L)	2(L)
		Koblenz/Rhein	1	2	2	2
		Koblenz/Mosel	1	2	1	2
		Bimmen	1	1	1	1
		Lobith	1	1	1	1

Eine Betrachtung der Meßergebnisse in den Jahren 1990 - 1993 zeigt eine positive Entwicklung: an vier Meßstellen im Rhein kommen die Werte 1993 in die Nähe der Zielvorgabe zu liegen (2. Ergebnisgruppe). Bei Bimmen und Lobith lagen die Meßwerte gegenüber der Zielvorgabe von 200 µg/l noch in einem Bereich von 401 bis 539 µg/l (90-Perzentil). Die Ergebnisse zeigen, daß für Bimmen die Einstufung in Ergebnisgruppe 2 nur ganz knapp verfehlt wurde.

Frachtabschätzung bei Bimmen/Lobith

1985	1990	1992
ca. 37.000 t	ca. 19.700 t	ca. 16.800 t

Im gleichen Zeitraum hat sich die jährliche mittlere Ammonium-Stickstoff-Konzentration bei Bimmen/Lobith von 630 µg/l auf 270 µg/l reduziert.

III.9.2 Einleitungen und diffuse Einträge

Gesamtübersicht

AMMONIUM-STICKSTOFF	Anteile 1985		Anteile 1992	Reduktion 1985 - 1992
	%	kg	kg	%
Kommune (K)	55	124.135.000	< 82.652.278	33
Industrie (I)	25	56.650.000	< 18.626.274	67
K + I	80	180.785.000	< 101.278.552	44
Diffus (D)	* 20	* 42.350.000	**	***
K + I + D	100	223.135.000	**	***
$\Delta(K+I)/(K+I+D)$				Ziel: 50 35

* Diffuser Anteil für 1985 geschätzt

** Vollständige Abschätzungen der diffusen Einträge und somit der Gesamteinträge liegen nicht vor.

*** Abschätzung der effektiven Reduktion der Gesamteinträge aufgrund unvollständiger Angaben über die diffusen Einträge nicht möglich.

Kommentar

Laut den Schätzungen in der 1. Bestandsaufnahme der Einleitungen stammte 1985 mit rund 80% der Hauptteil der gesamten Ammonium-Stickstoffeinträge aus punktuellen Quellen (K ca. 55%, I ca. 25%).

Bis 1992 wurden die Einleitungen aus Punktquellen (K + I) um 44% gesenkt. Bezogen auf die gesamten Ammonium-Einträge (K + I + D) - unter der Annahme gleichbleibender diffuser Einträge - wurde damit eine Verringerung von 35 % erzielt. Das Ziel von 50 % für die Verringerung der gesamten Einträge konnte somit bis 1992 nicht erreicht werden.

Die punktuellen Resteinleitungen von rund 100.000 t in 1992 stammen zu 81% aus kommunale Abwasser und zu 19% aus industriellen Einleitungen.

III.9.3 Beurteilung und Ausblick

Mit der erreichten Verringerung bei den punktuellen Einleitungen konnte bezogen auf 1985 das Reduktionsziel bei den Gesamteinträgen von Ammonium-Stickstoff bis 1992 nicht erfüllt werden.

Die Zielvorgabe auf der Immissionsseite ist an den Niederrhein-Meßstationen Bimmen und Lobith und Koblenz/Mosel noch nicht erfüllt. Die 1992 an diesen Stellen gemessenen Werte übertreffen die Zielvorgabe noch um das 2 bis 3-fache.

Von den verbleibenden Einleitungen aus Punktquellen stammen etwas mehr als 4/5 aus kommunalen Kläranlagen.

Die IKSR hat bereits 1988 Mindestanforderungen für kommunale Kläranlagen (Emissionsgrenzwerte für Ammonium von 10 mg/l N ab 5.000 EW) festgelegt. Diese befinden sich zur

Zeit in der Umsetzung in den Rheinanliegerstaaten; die Schweiz ergreift adäquate Maßnahmen.

Das Reduktionspotential für punktuelle Ammonium-Stickstoff-Einleitungen im industriellen Bereich ist mit der Umsetzung des Standes der Technik bis zum Jahr 2000 auszuschöpfen.

Es ist zu erwarten, daß durch die laufenden Maßnahmen im kommunalen Bereich die Zielvorgabe erreicht wird. Dies ist 1995 nochmals anhand der Bestandsaufnahme zu prüfen.

