

RHEINGÜTESTATION WORMS

im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

als
Gütestelle Rhein

Bericht Nr. 1/08

Stickstoff im Rhein 1985-2005 Konzentrationen und Frachten

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Dr. Peter Diehl

Worms, März 2008

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	3
1. Anlass der Untersuchung	4
2. Methodisches Vorgehen	5
2.1 Untersuchte Messstellen und Datengrundlage	5
2.1.1 Berechnungen mit allen vorhandenen Daten	5
2.1.2 Berechnungen mit Daten bei mittleren Abflüssen	5
2.2 Untersuchungszeitraum	6
2.3 Untersuchte Kenngrößen	6
2.4 Berechnungen und Vergleiche	6
2.4.1 Berechnungen mit allen vorhandenen Daten	6
2.4.2 Berechnungen mit Daten bei mittleren Abflüssen	7
2.4.3 Vergleiche	7
3. Ergebnisse	7
3.1 Ergebnisse in Zahlen	7
3.2 Konzentrationen im Rhein	8
3.2.1 Auswertung aller ermittelten Werte	8
3.2.2 Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte	9
3.3 Konzentrationen in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet	11
3.3.1 Auswertung aller ermittelten Werte	11
3.3.2 Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte	12
3.4 Frachten im Rhein	13
3.5 Frachten in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet	15
Anhänge:	
1.1 - 1.3	Konzentrationen: Auswertung aller ermittelten Werte
1.4 - 1.6	Konzentrationen: Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte
2.1 - 2.3	Frachten: Auswertung aller ermittelten Werte
2.4 - 2.6	Frachten: Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte

Stickstoff im Rhein 1985-2005 Konzentrationen und Frachten

Zusammenfassung

Die Gütestelle Rhein wurde auf der 132. DK-Sitzung beauftragt, die Anforderungen/Empfehlungen bezüglich des Stickstoffeintrags in den Rhein und damit in die Nordsee dem derzeit erreichten Umsetzungsstand gegenüberzustellen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Konzentrationen

Die Konzentrationen für Gesamtstickstoff liegen an den deutschen Messstellen am Rhein seit etwa 2000 unter oder im Bereich des diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwerts von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert. An der rechtsrheinischen niederländischen Messstelle Lobith wurde dieser Bewirtschaftungszielwert bis 2004 noch nicht ganz eingehalten (Abb. 3.2.1). Die in den Neunziger Jahren formulierte LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil, mit der die chemische Gewässergüteklasse II (mäßige Belastung) gekennzeichnet ist, wurde dagegen ab der Messstelle Mainz mehr oder weniger deutlich überschritten (Abb. 3.2.2).

Unter den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet weisen lediglich Neckar (Abb. 3.3.1) und Saar (3.2.4) einen Trend zur Verringerung der mittleren Stickstoff-Konzentrationen auf, der vor allem zwischen 1985 und 2000 ausgeprägt war. Wie am Hauptstrom stagnieren seitdem die Konzentrationen bzw. haben sogar eine leichte Tendenz nach oben. Es werden in der Regel weder die LAWA-Zielvorgabe noch der BLMP-Bewirtschaftungszielwert eingehalten.

Frachten

Insbesondere ab der Messstelle Mainz gibt es seit 1985 einen Trend zu niedrigeren Frachten. Die schon für 1995 angestrebte Reduktion auf 50 % des Vergleichsjahres 1985 (OSPAR-Zielsetzung) wird auch 2005 bei weitem nicht erreicht (Abb. 3.4.1 und 3.4.2).

Auch in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet ist mit Ausnahme der Saar keine Tendenz zu niedrigeren Frachten erkennbar (Abb. 3.5.1). Eine Betrachtung der „abflussbereinigten“ Frachten (vgl. Kap. 3.4) bestätigt den Eindruck, dass die Stickstofffrachten in den letzten Jahren nicht geringer wurden.

1. Anlass der Untersuchung

Innerhalb der IKSР gibt es bislang keine eingehende und umfassende Diskussion der Umweltziele am Rhein. Die Deutsche Rheinschutzkommission (DK) stellte auf ihrer 132. Sitzung im Mai 2007 fest, dass die Umweltziele am Rhein sowohl national als auch international zu spät definiert und diskutiert werden. Sehr wohl lassen sich für einige Teilbereiche derzeit Ziele für den Rhein bestimmen, z. B. für die Durchgängigkeit. Auch für die chemisch-physikalische Gewässerqualität gibt es erste Beschlüsse auf nationaler Ebene. So hat der LAWA-AO bei der 133. LAWA-Vollversammlung eine Aufstellung von Orientierungswerten zur Erreichung des guten Zustands in Gewässern in Bezug auf die chemisch-physikalischen Parameter vorgelegt. Diese Orientierungswerte sind auch auf den Rhein anzuwenden, beinhalten aber keine Angabe zu TN in Fließgewässern.

Bezüglich der Anforderungen zum Stickstoffgehalt werden verschiedene Ansätze verfolgt:

1. Erfüllung des OSPAR-Ziels der Reduzierung der Stickstofffrachten um 50 % im Zeitraum 1985-1995. Dieses Ziel ist auch heute, mehr als 10 Jahre nach Ablauf des Zeitraumes, noch nicht erreicht.
2. Es existiert vom Bund/Länder-Messprogramm für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee für die deutschen Übergangs- und Küstengewässer (hier: BLMP AG WRRL) ein erstes Papier, das eine Konzentration von 3 mg/L N in Fließgewässern vorschlägt. Dieses Papier befindet sich zur Zeit in Überarbeitung.
3. Die Niederlande haben angekündigt, dass sich aufgrund des Interkalibrationsprozesses der WRRL Vorgaben für Stickstoffwerte für den Rhein aus den Anforderungen der Küstengewässer bzw. des Wattenmeeres ergeben werden. Diese Anforderungen stehen derzeit noch aus.

Auf Seiten der Länder bestehen jedoch noch einige Unklarheiten (a) bezüglich der Anforderungen und (b) hinsichtlich des derzeitigen Standes der Zielerreichung. Deshalb sollten diese Anforderungen dem derzeitigen Umsetzungsstand unter Berücksichtigung der Leistungen der vergangenen Jahre im deutschen Teil des Einzugsgebietes gegenübergestellt werden.

Die Gütestelle Rhein wurde deshalb auf der 132. DK-Sitzung beauftragt, die Anforderungen/Empfehlungen bezüglich des Stickstoffeintrags in den Rhein und damit in die Nordsee unter Berücksichtigung der Diskussion innerhalb der IKSР dem derzeit erreichten Umsetzungsstand gegenüberzustellen.

2. Methodisches Vorgehen

2.1 Untersuchte Messstellen

2.1.1 Berechnungen mit allen vorhandenen Daten (Grundlage: Zahlentafeln Rhein DUR)

1. Öhningen/Rhein (Fluss-km 22,9 rechts)
2. Weisweil/Rhein (Fluss-km 248,3 links, bis 1996)
3. Vogelgrün/Rhein (Fluss-km 225,1 links, ab 1997)
4. Karlsruhe/Rhein (Fluss-km 359,2 rechts)
5. Mainz/Rhein (Fluss-km 498,5 links bis rechts)
6. Koblenz/Rhein (Fluss-km 590,3 links)
7. Bad Honnef/Rhein (Fluss-km 640,0 rechts)
8. Kleve-Bimmen/Rhein (Fluss-km 865,0 links)
9. Lobith/Rhein (Fluss-km 862,3 rechts)
10. Mannheim/Neckar (Fluss-km 3,2 links)
11. Kahl am Main/Main (Fluss-km 67,0 rechts)
12. Bischofsheim/Main (Fluss-km 4,0 links bis rechts)
13. Saarbrücken/Saar (Fluss-km 91,9 links)
14. Kanzem/Saar (Fluss-km 6,7 rechts)
15. Palzem/Mosel (Fluss-km 229,9 rechts)
16. Koblenz/Mosel (Fluss-km 2,0 rechts)

2.1.2 Berechnungen mit Daten bei mittleren Abflüssen¹⁾ (Grundlage: s. 2.1.1)

1. Öhningen/Rhein (Fluss-km 22,9 rechts)
2. Weisweil/Rhein (Fluss-km 248,3 links, bis 1996)
3. Vogelgrün/Rhein (Fluss-km 225,1 links, ab 1997)
4. Karlsruhe/Rhein (Fluss-km 359,2 rechts)
5. Mainz/Rhein (Fluss-km 498,5 links bis rechts)
6. Koblenz/Rhein (Fluss-km 590,3 links)
7. Bad Honnef/Rhein (Fluss-km 640,0 rechts)
8. Kleve-Bimmen/Rhein (Fluss-km 865,0 links)
9. Lobith/Rhein (Fluss-km 862,3 rechts)
10. Mannheim/Neckar (Fluss-km 3,2 links)
11. Bischofsheim/Main (Fluss-km 4,0 links bis rechts)
12. Koblenz/Mosel (Fluss-km 2,0 rechts)

2.2 Untersuchungszeitraum

Messjahre 1985, 1990, 1995, 2000, 2002, 2003, 2004 und 2005 (2005 ohne Lobith).

2.3 Untersuchte Kenngrößen

Jahresmittel der Abflüsse 1975-2005. Daraus Berechnung eines 31-Jahres-Mittelwerts +/- Standardabweichung für jede Messstelle. Quelle: Zahlentafeln Rhein.

¹⁾ Erläuterungen Kap. 2.4.2 und 3.2.2

Abflusswerte für den Tag der Einzelprobennahme (bei 14-täglicher Einzelprobe) bzw. 14-Tages-Mittelwert (bei 14-Tages-Mischproben).

Wenn entsprechende Messwerte vorlagen, bevorzugt: Gesamt-Stickstoff (Ges.-N).

Falls es keine Ges.-N-Daten gab: Summe aus Ammonium-Stickstoff (NH₄-N), Nitrit-Stickstoff (NO₂-N) und Nitrat-Stickstoff NO₃-N aus 14-täglichen Einzelproben bzw. 14-Tages-Mischproben. Die teilweise vorliegenden täglichen Messwerte wurden bis auf weiteres nicht berücksichtigt.

2.4 Berechnungen und Vergleiche

2.4.1 Berechnungen mit allen vorhandenen Daten

- a) Dokumentation der Einzelwerte, Jahresmittelwerte und 90-Perzentile der Konzentrationen;
- b) Falls nicht vorhanden und möglich:
Neuberechnung der 90-Perzentile der Konzentrationen;
- c) Dokumentation der Jahresmittelwerte für die Transporte (Angabe in kg/s);
- d) Unter Verwendung der unter a) und c) ermittelten Daten:
→ Berechnung der Jahresfrachten (Angabe in t).

Da sich die Frachten in Lobith und Bimmen tlw. nicht unerheblich unterscheiden, wurde zusätzlich eine mittlere Fracht für Bimmen/Lobith berechnet.

2.4.2 Berechnungen mit Daten bei mittleren Abflüssen

- a) Berechnung des 31-Jahre-Mittelwerts der mittleren Abflüsse 1975-2005 +/- Standardabweichung;
- b) Gesonderte Dokumentation der Einzelwerte nur bei Abflüssen innerhalb der Grenzen der Standardabweichung (Zweck: Elimination von Daten bei Niedrigwasser bzw. Hochwasserlage);
- c) Unter Verwendung der unter b) ermittelten Daten:
Neuberechnung der Jahresmittelwerte und ggf. 90-Perzentile der Konzentrationen;
- d) Neuberechnung der mittleren Transporte (Angabe in kg/s);
- e) Unter Verwendung der unter b) und d) ermittelten Daten:
→ Neuberechnung der hypothetischen Jahresfrachten bei durchgehend mittlerem Abfluss (Angabe in t).

Da sich die Frachten in Lobith und Bimmen tlw. nicht unerheblich unterschieden, wurde zusätzlich eine mittlere Fracht für Bimmen/Lobith berechnet.

2.4.3 Vergleiche

- a) Vergleich der nach 2.4.1 bzw. 2.4.2 ermittelten Frachten mit dem Reduzierungsziel nach OSPAR
- b) Vergleich der nach 2.4.1 bzw. 2.4.2 ermittelten Mittelwerte der Konzentrationen mit dem Orientierungswert nach LAWA
- c) Vergleich der nach 2.4.1 bzw. 2.4.2 ermittelten 90-Perzentilen der Konzentrationen mit der LAWA-Zielvorgabe (= chemische Gewässergüteklasse II)

3. Ergebnisse

3.1 Ergebnisse in Zahlen

Alle Ergebnisse der vorgenommenen Erhebungen und Berechnungen sind in den Anhängen 1.1 bis 1.6 (Konzentrationen) und 2.1 bis 2.6 (Transporte und Frachten) zu finden.

Von 1985 bis 2005 hat sich die Stickstofffracht an der deutsch-niederländischen Grenze von rd. 310.000 Tonnen auf rd. 220.000 Tonnen und damit um knapp 30 % verringert.

3.2 Konzentrationen im Rhein

3.2.1 Auswertung aller ermittelten Werte

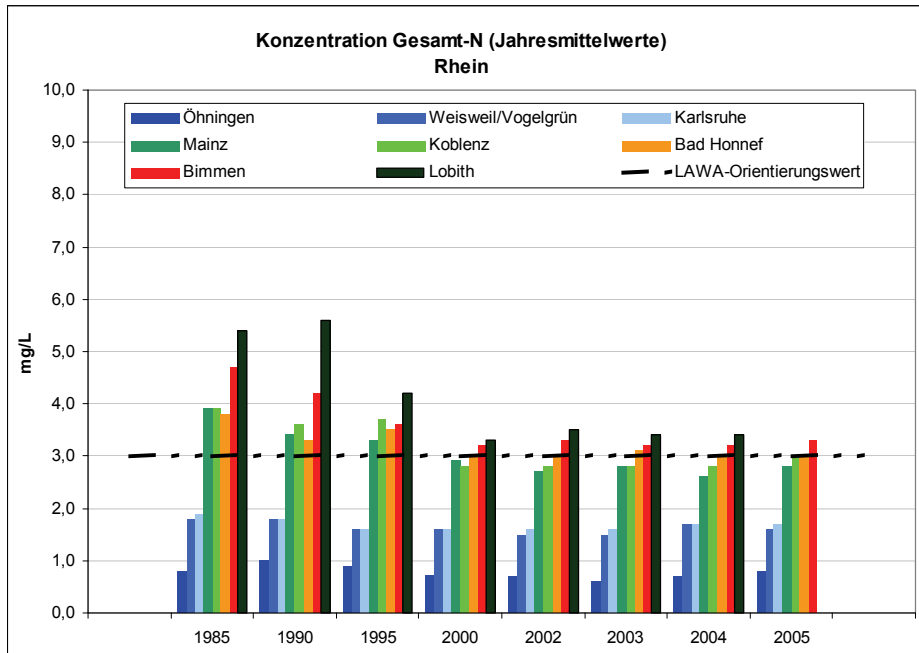


Abb. 3.2.1: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert.

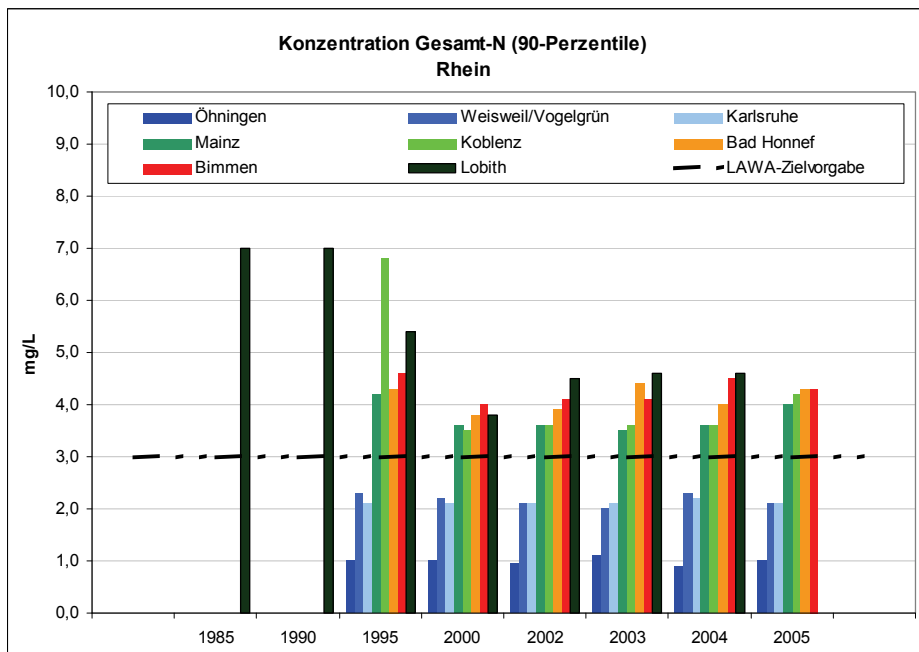


Abb. 3.2.2: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil der Jahresmesswerte.

Während die Gesamtstickstoff-Konzentration am Hochrhein und südlichen Oberrhein seit 1985 weitgehend konstant auf niedrigem Niveau blieb, ist an den Messstellen des nördlichen Oberrheins, des Mittel- und des Niederrheins bis 2000 ein Rückgang zu verzeichnen. Danach stagnieren die gemessenen Konzentrationen (Abb. 3.2.1 und 3.2.2).

Die Konzentrationen für Gesamtstickstoff liegen an den deutschen Messstellen seit etwa 2000 unter oder im Bereich des diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert. An der rechtsrheinischen niederländischen Messstelle Lobith, die durch die Abwässer aus dem rheinisch-westfälischen Industriegebiet beeinflusst wird, wurde dieser Orientierungswert bis 2004 noch nicht ganz eingehalten (Abb. 3.2.1).

Die in den Neunziger Jahren formulierte LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil, mit der die chemische Gewässergüteklasse II (mäßige Belastung) gekennzeichnet ist, wurde dagegen ab der Messstelle Mainz mehr oder weniger deutlich überschritten (Abb. 3.2.2).

3.2.2 Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte

Die Stickstoffkonzentration wird in nicht unerheblichem Maße durch die Abflussverhältnisse beeinflusst. Einerseits finden sich durch die stark erhöhten diffusen (z. B. Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Flächen) und punktuellen (z. B. Ansprechen von Regenentlastungen der Kanalisationen) Einleitungen in einer auflaufenden Hochwasserwelle nach Starkregenereignissen erhöhte Stickstoffkonzentrationen. Andererseits wird die Konzentration der Inhaltsstoffe bei Hochwasser in der Regel verdünnt. Schließlich gibt es Wechselwirkung mit den Mikroorganismen und den planktischen und benthischen Pflanzen, die Stickstoffverbindungen in vielfältiger Weise ab- und umbauen. Deren Aktivität wiederum ist u. a. von der Belichtung abhängig, die sich mit der Hoch- oder Niedrigwasserlage (Trübung) verändert.

Um den Einfluss dieser zahlreichen Wechselwirkungen auf die hier vorgenommene Auswertung zu verringern, wurden die Berechnungen für ausgewählte Messstellen, insbesondere am Hauptstrom und an den Mündungen der Nebenflüsse, noch einmal mit einer Auswahl von Datensätzen vorgenommen, die aus Phasen mittleren Wasserstands stammen. Die „mittleren Wasserstände“ wurden so definiert, dass der jeweilige Abfluss innerhalb eines Fensters lag, der dem Mittelwert der Abflüsse 1975-2005 +/- dessen Standardabweichung (vgl. Kap. 2.3).

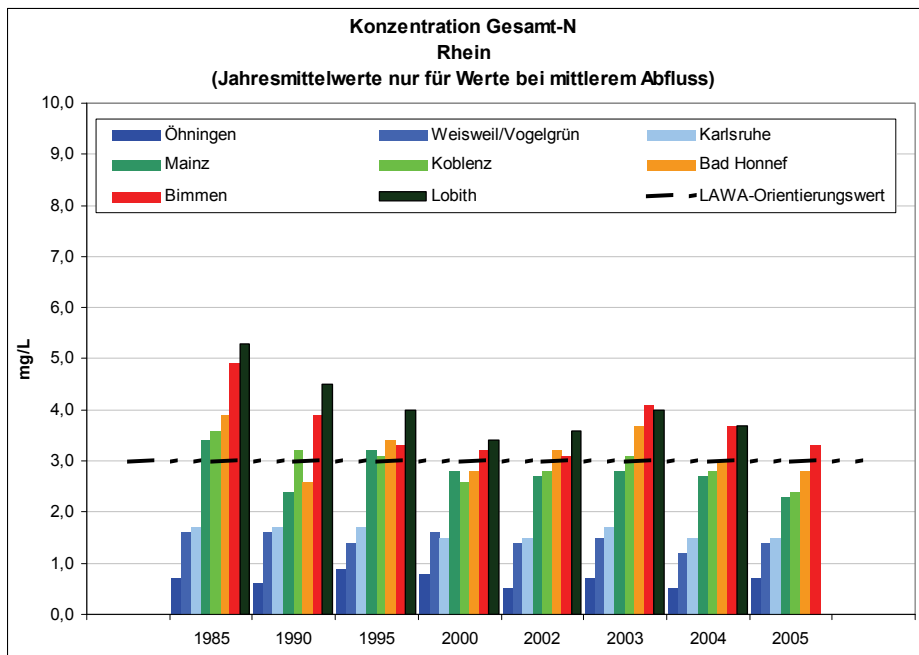


Abb. 3.2.3: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert. Ausgewertet wurden nur Messwerte, die bei einem mittleren Abfluss gewonnen wurden (nähere Erläuterung s. Text).

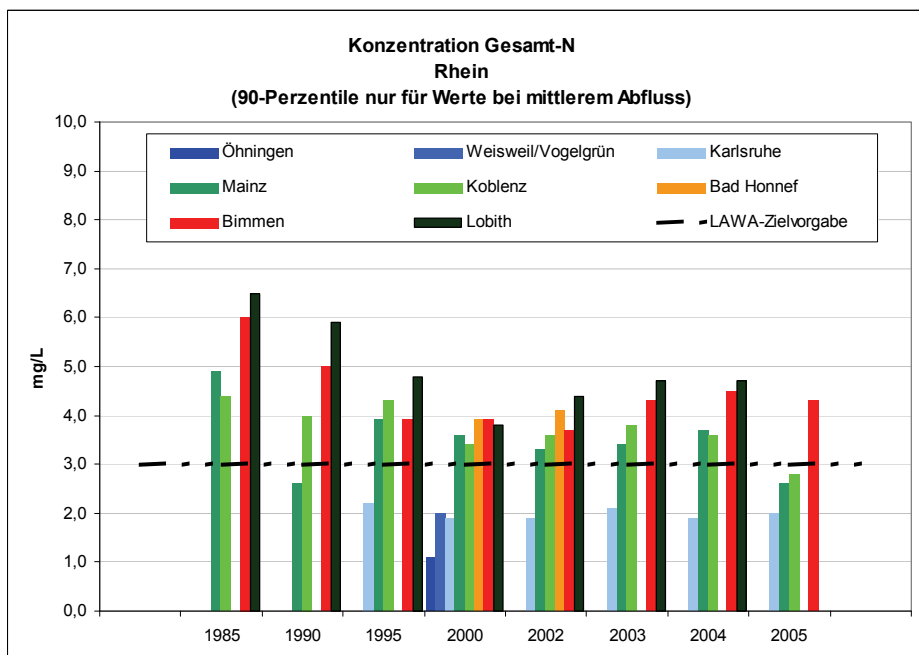
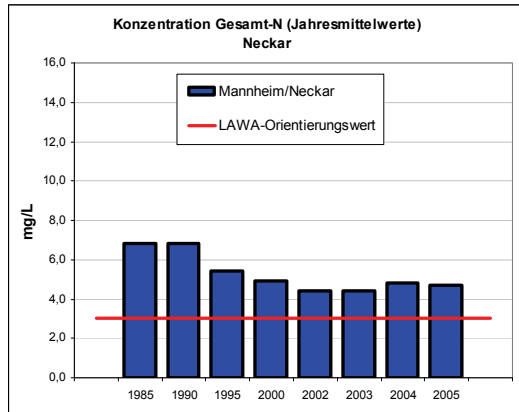


Abb. 3.2.4: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil der Jahresmesswerte. Ausgewertet wurden nur Messwerte, die bei einem mittleren Abfluss gewonnen wurden (nähere Erläuterung s. Text).

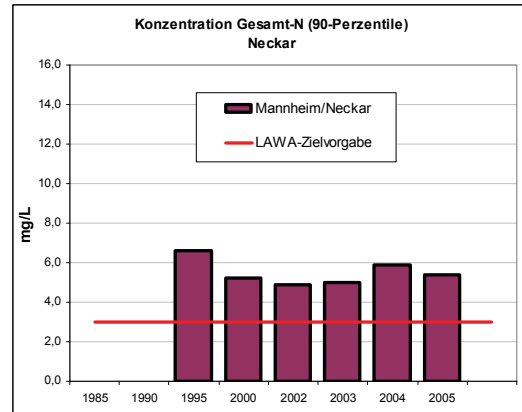
Die Kernaussagen aufgrund der Auswertung aller verfügbaren Daten (Kap. 3.2.1) werden durch diese selektive Auswertung bestätigt: eine wesentliche Reduktion der Stickstoffkonzentration gab es zwischen 1985 und 2000. Seitdem stagnieren die Werte. Der BLMP-Bewirtschaftungszielwert wird am Ober- und Mittelrhein klar, am Niederrhein nicht oder nur knapp eingehalten.

3.3 Konzentrationen in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet

3.3.1 Auswertung aller ermittelten Werte

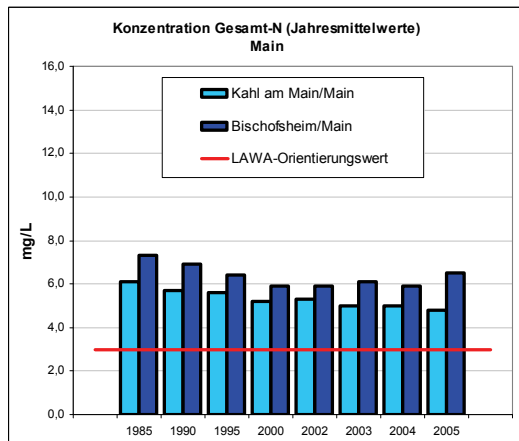


a)

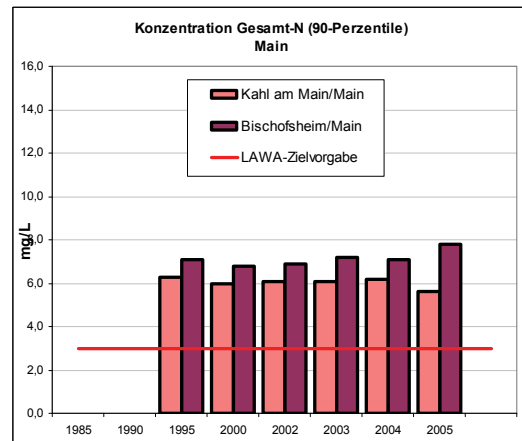


b)

Abb. 3.3.1: **Neckar**: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich a) mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert, b) mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil.

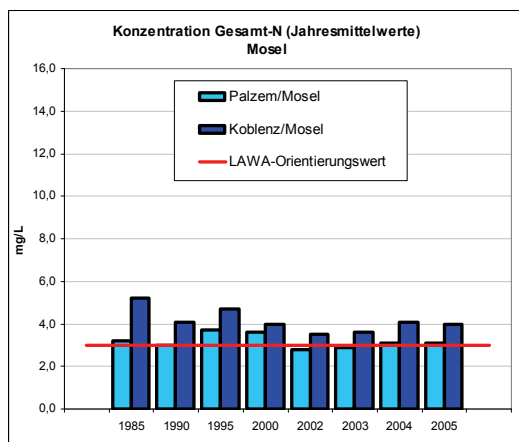


a)

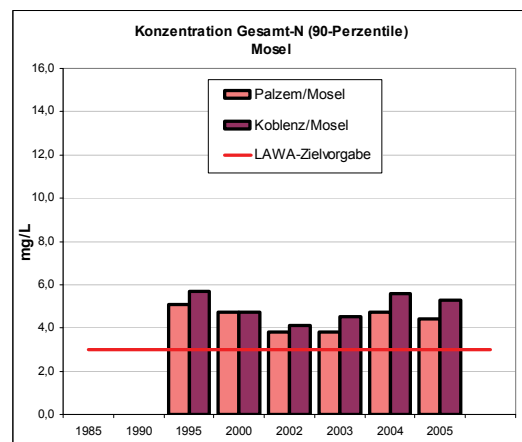


b)

Abb. 3.3.2: **Main**: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich a) mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert, b) mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil.



a)



b)

Abb. 3.3.3: **Mosel**: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich a) mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert, b) mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil.

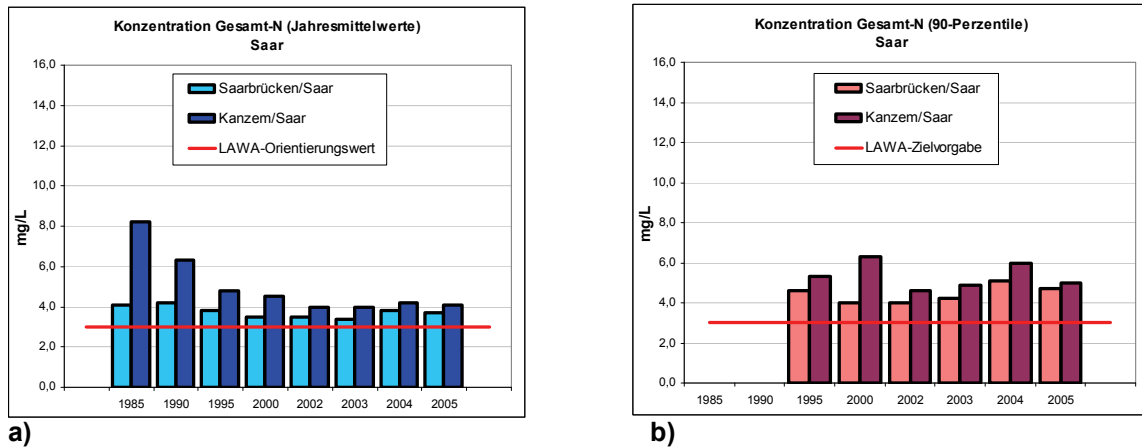


Abb. 3.3.4: **Saar**: Gesamtstickstoff-Konzentration im Vergleich a) mit dem diskutierten BLMP-Bewirtschaftungszielwert von 3,0 mg/L für den Jahresmittelwert, b) mit der alten LAWA-Zielvorgabe von 3,0 mg/L für das 90-Perzentil.

Unter den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet weisen lediglich Neckar (Abb. 3.3.1) und Saar (3.3.4) einen Trend zur Verringerung der mittleren Stickstoff-Konzentrationen auf, der vor allem zwischen 1985 und 2000 ausgeprägt war. Wie am Hauptstrom stagnieren seitdem die Konzentrationen bzw. haben sogar eine leichte Tendenz nach oben.

Anders als im Rhein selbst werden weder die LAWA-Zielvorgabe noch der BLMP-Bewirtschaftungszielwert eingehalten. Lediglich die Messstelle Palzem/Mosel erreicht in den letzten Jahren den Orientierungswert knapp (Abb. 3.3.3 a).

3.3.2 Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Werte

Weil die Kernaussagen, die aufgrund der Auswertung aller verfügbaren Daten getroffen werden können (Kap. 3.3.1) durch diese selektive Auswertung bestätigt werden, wird hier auf eine nähere Darstellung verzichtet.

3.4 Frachten im Rhein

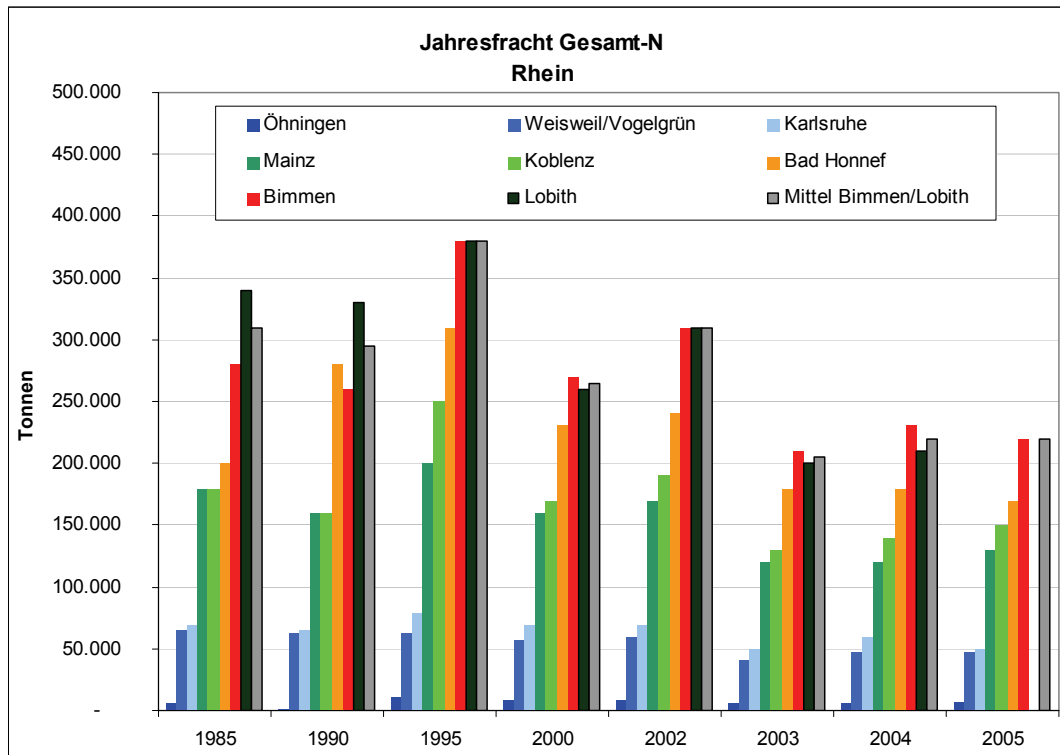


Abb. 3.4.1: Gesamtstickstoff-Fracht im Rhein 1985-2005. Ausgewertet wurden alle verfügbaren Messwerte aus dem im 14-Tages-Rhythmus durchgeführten Untersuchungsprogramm.

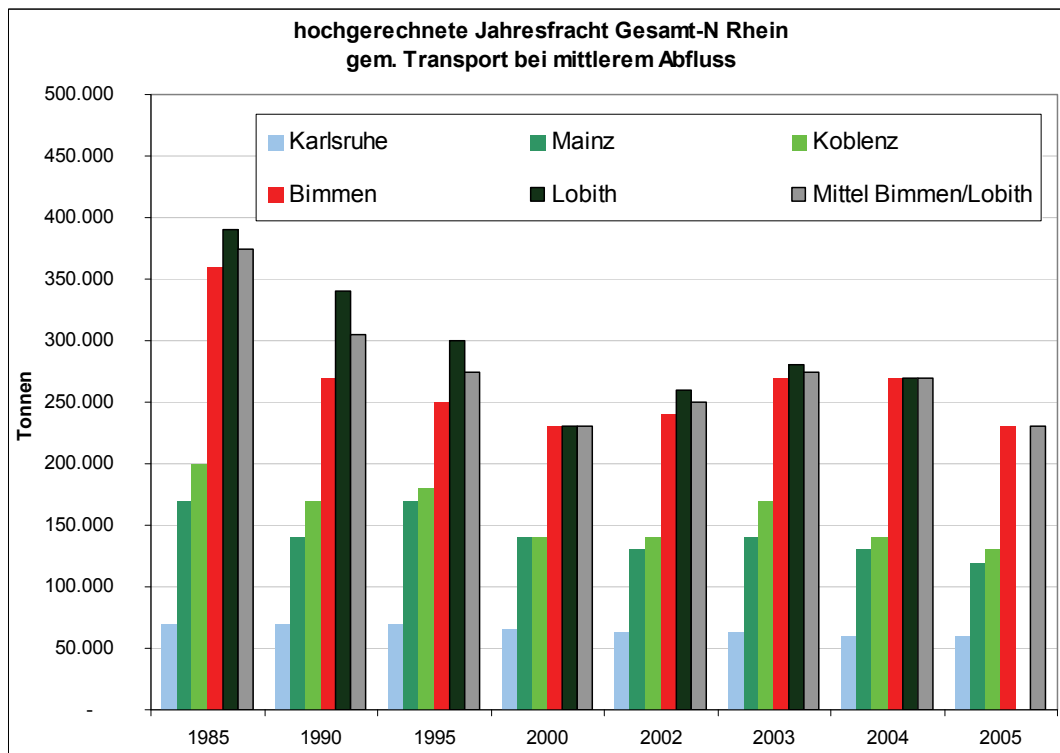


Abb. 3.4.2: Hypothetische Gesamtstickstoff-Fracht im Rhein 1985-2005. Ausgewertet wurden nur die Messwerte aus dem im 14-Tages-Rhythmus durchgeführten Untersuchungsprogramm, bei denen ein „mittlerer Abfluss“ (vgl. Kap. 3.2.2) herrschte.

Noch stärker als die Konzentrationen (vgl. Kap. 3.2.2) sind Frachten vom Abfluss abhängig. Dementsprechend ergeben sich in besonders abflussreichen Jahren (z. B. 1995, Abb. 3.4.1) verhältnismäßig hohe Frachten, während in abflussarmen Jahren (z. B. 2003, Abb. 3.4.1) vergleichsweise niedrige Frachten transportiert werden. Eventuell auftretende Trends zu niedrigeren oder höheren Werten werden durch derartige Schwankungen der hydrologischen Verhältnisse bis hin zur Unkenntlichkeit überlagert. Die Abb. 3.4.1 spiegelt somit zwar einen leichten Trend zu niedrigeren Frachten zwischen 1985 und 2005 wider, es treten aber große Schwankungen auf.

Für die Eutrophierung der Nordsee sind die tatsächlich auftretenden Frachten entscheidend. Es muss also konstatiert werden, dass es zwar insbesondere ab der Messstelle Mainz einen Trend zu niedrigeren Frachten gibt. Die schon für 1995 angestrebte Reduktion auf 50 % des Vergleichsjahres 1985 (OSPAR-Zielsetzung) wird auch 2005 bei weitem nicht erreicht.

Betrachtet man nur die Transporte bei mittleren Abflüssen (vgl. Erläuterung in Kap. 2.3, 2.4 und 3.2.2), rechnet aus diesen auf hypothetische Jahresfrachten hoch, betrachtet also gewissermaßen abflussbereinigte Frachten, in welcher Verbesserungen bei Einleitungen eher erkennbar werden, so wird noch deutlicher, dass es vor allem an Mittel- und Niederrhein zwischen 1985 und 2000 eine recht deutliche Reduzierung der Frachten gab, dass sich jedoch seitdem kein weiterer Trend zeigt.

Zusammengefasst ist festzustellen, dass die angestrebte Reduzierung der Stickstofffracht im Rhein nicht erreicht wurde (vgl. auch BLMP AG WRRL 2007 (in Vorbereitung) „Eutrophierung in den deutschen Küstengewässern von Nord- und Ostsee“, sowie die darin zitierte Sekundärliteratur).

3.5 Frachten in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet

Auch in den großen Flüssen im Rheineinzugsgebiet ist mit Ausnahme der Saar keine Tendenz zu niedrigeren Frachten erkennbar (Abb. 3.5.1). Eine Betrachtung der hypothetischen „abflussbereinigten“ Frachten (zur Erläuterung vgl. Kap. 3.4) erweckt den Eindruck, dass die Stickstofffrachten in den letzten Jahren nicht geringer wurden. Scheinbare Frachterhöhungen (z. B. im Main) sind vor dem Hintergrund der bei dieser hypothetischen Betrachtung dünneren Datenlage nur mit großer Vorsicht zu interpretieren..

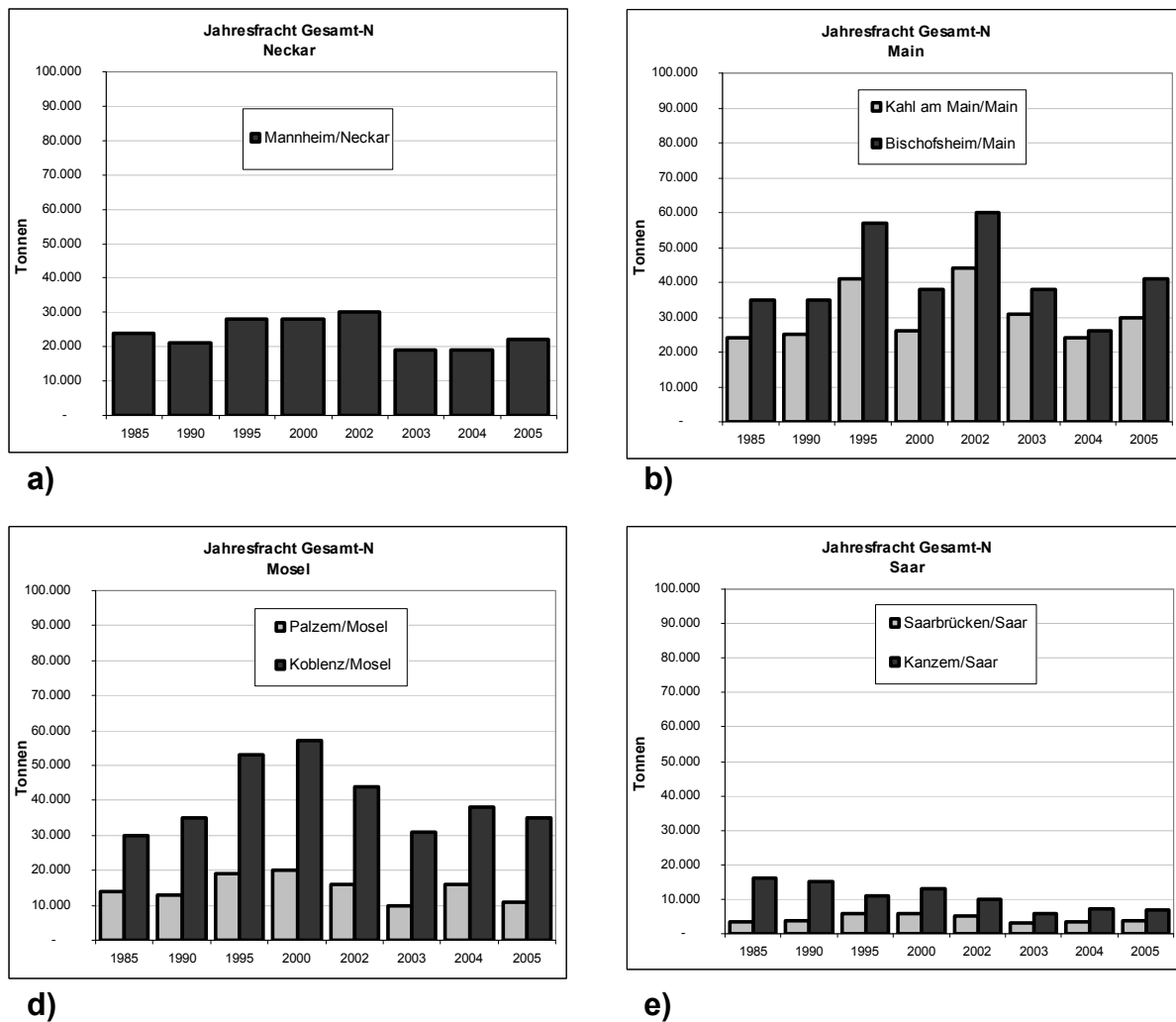
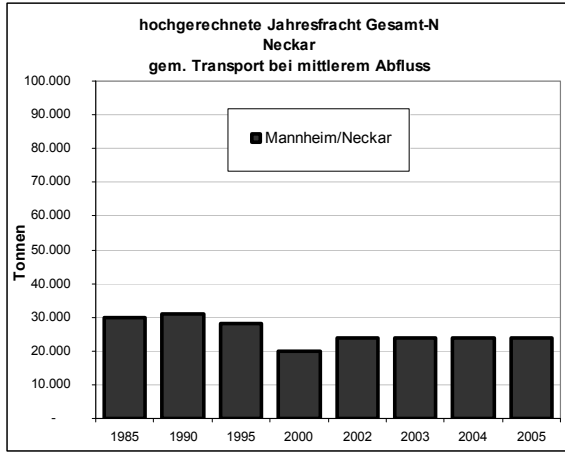
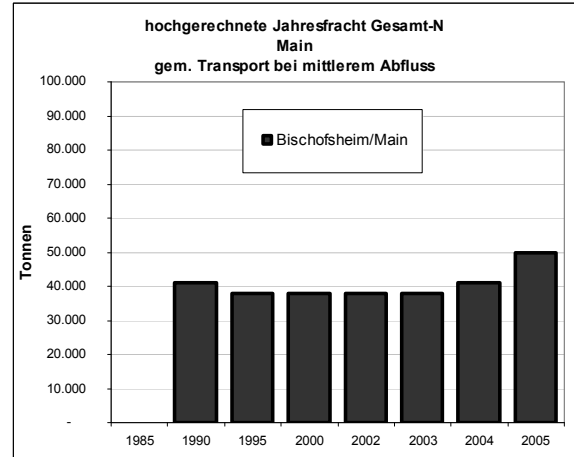


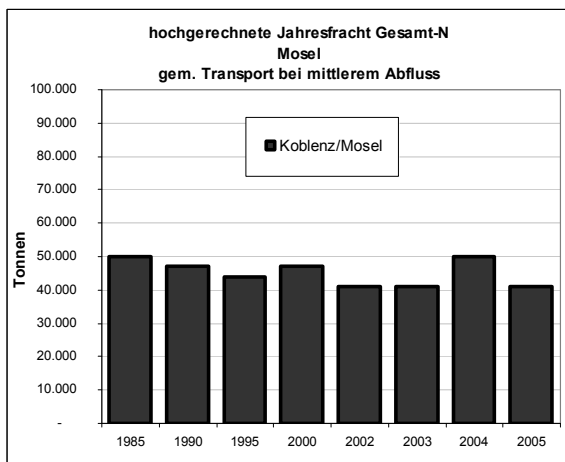
Abb. 3.5.1: Gesamtstickstoff-Frachten der großen Flüsse im Rheineinzugsgebiet Neckar, Main, Mosel und Saar 1985-2005. Ausgewertet wurden alle verfügbaren Messwerte aus dem im 14-Tages-Rhythmus durchgeführten Untersuchungsprogramm.



a)



b)



c)

Abb. 3.5.2: Hypothetische Gesamtstickstoff-Frachten der Rhein-Nebenflüsse 1985-2005. Ausgewertet wurden für ausgewählte Messstellen nur die Messwerte aus dem im 14-Tages-Rhythmus durchgeführten Untersuchungsprogramm, bei denen ein „mittlerer Abfluss“ (vgl. Kap. 3.2.2) herrschte.

Anhänge

**Stickstoffkonzentrationen an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte**

Anhang 1.1

Konzentration mg/l	1985			1990			1995			2000									
	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Gesamt-N ¹⁾ Mittel	Gesamt-N ¹⁾ 90%il					
	< 0,1	-	0,8	< 0,1	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,1	0,9	1,0	0,9	1,0	0,03	< 0,01	0,01	0,68	0,99	0,71	1,0
Ohningen/Rhein	< 0,1	-	0,8	< 0,1	< 0,1	< 1	< 0,1	< 0,1	0,9	1,0	0,9	1,0	0,03	< 0,01	0,01	0,68	0,99	0,71	1,0
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,14	-	1,7	< 0,1	1,8	1,8	< 0,1	0,15	1,6	2,1	1,6	2,3	0,16	0,17	0,06	1,4	1,9	1,6	2,2
Karlsruhe/Rhein	0,17	-	1,7	0,1	1,7	1,8	< 0,1	0,11	1,6	2,0	1,6	2,1	0,06	0,1	0,02	1,5	1,9	1,6	2,1
Mainz/Rhein	0,52	-	3,4	0,26	3,1	3,4	0,12	0,22	2,8	3,4	3,3	4,2	0,07	0,13	0,02	2,4	3,2	2,9	3,6
Koblenz/Rhein	0,39	-	3,5	0,24	3,4	3,6	< 0,1	0,13	2,8	4,0	3,7	6,8	0,05	0,09	0,02	2,4	3,0	2,8	3,5
Bad Honnef/Rhein	0,27	-	3,5	0,19	3,1	3,3	0,07	0,16	2,9	3,8	3,5	4,3	0,04	0,08	< 0,03	2,5	3,2	3,0	3,8
Kleve-Bimmen/Rhein	0,52	-	4,2	0,27	3,9	4,2	0,15	0,34	3,1	4,1	3,6	4,6	0,05	0,13	< 0,03	2,8	3,5	3,2	4,0
Lobith/Rhein	0,74	1,45	4,6	0,40	4,2	5,4	0,15	0,30	3,3	4,1	4,2	5,4	0,09	0,15	0,018	2,9	3,4	3,3	3,8
Mannheim/Neckar	0,37	-	6,4	0,22	6,2	6,8	0,10	0,20	5,3	6,4	5,4	6,6	0,06	0,12	0,03	4,5	5,0	4,9	5,2
Kahl a. Mann/Main	0,39	-	5,7	< 0,1	5,7	5,7	0,08	0,19	5,2	6,1	5,6	6,3	0,07	0,12	0,03	4,8	5,6	5,2	6,0
Bischofsheim/Main	0,91	-	6,35	0,32	6,53	6,9	< 0,1	0,17	5,8	6,6	6,4	7,1	< 0,07	0,11	0,05	4,9	5,5	5,9	6,8
Saarbrücken/Saar	0,78	-	3,32	0,50	3,73	4,2	0,35	0,55	3,0	3,6	3,8	4,6	0,29	0,41	0,08	2,8	3,3	3,5	4,0
Kanzem/Saar	4,6	-	3,6	1,25	5,0	6,3	0,37	0,59	3,7	4,2	4,8	5,3	0,22	0,43	0,1	3,3	3,8	4,5	6,3
Palzem/Mosel	0,22	-	3,0	0,21	2,8	3,0	0,17	0,29	2,8	3,6	3,7	5,1	0,12	0,20	0,05	2,7	3,5	3,6	4,7
Koblenz/Mosel	0,36	-	4,7	0,13	4,0	4,1	< 0,1	0,15	3,7	4,6	4,7	5,7	0,07	0,14	0,03	3,5	4,0	4,0	4,7

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N + Nitrat-N
* wenn gemessen

**Stickstoffkonzentrationen an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte**

Anhang 1.1

Konzentration mg/l	2002				2003				2004				2005															
	Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N					
	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il	Mittel	90%il				
Ohningen/Rhein	0,03	0,04	< 0,01	0,01	0,70	0,90	0,94	0,70	0,02	0,04	< 0,01	0,02	0,6	1,1	0,03	0,05	0,01	0,11	0,7	0,9	0,02	0,03	0,007	0,01	0,76	1,0	0,8	1,0
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,11	0,19	0,04	0,06	1,4	1,8	2,1	1,5	0,14	0,19	0,05	0,06	1,4	2,0	0,15	0,21	0,04	0,05	1,5	2,1	0,10	0,16	0,04	0,06	1,5	1,9	1,6	2,1
Karlsruhe/Rhein	0,05	0,09	0,03	0,04	1,5	2	2,1	1,6	0,05	0,07	0,03	0,04	1,6	2,1	0,06	0,1	0,03	0,04	1,6	2,1	0,05	0,09	0,02	0,04	1,6	2,0	1,7	2,1
Mainz/Rhein	0,04	0,09	< 0,02	0,03	2,3	2,9	3,6	2,7	0,05	0,08	0,02	0,03	2,4	3,2	0,04	0,09	0,02	0,03	2,4	3,4	0,04	0,09	0,02	0,03	2,5	3,6	2,8	4,0
Koblenz/Rhein	0,03	0,06	0,017	0,032	2,4	3,1	3,6	2,8	0,03	0,05	0,015	0,029	2,4	3,3	0,03	0,08	0,017	0,034	2,4	3,2	0,03	0,06	0,014	0,03	2,5	3,5	3,0	4,2
Bad Honnef/Rhein	< 0,05	0,12	< 0,05	0,05	2,5	3,2	3,9	3,0	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	2,5	3,4	< 0,05	0,09	< 0,05	< 0,05	2,5	3,6	< 0,05	0,06	< 0,05	< 0,05	2,6	3,7	3,0	4,3
Kleve-Bimmen/Rhein	< 0,05	0,08	< 0,05	0,05	2,7	3,5	4,1	3,3	0,06	0,14	< 0,05	< 0,05	2,7	3,7	< 0,05	0,12	< 0,05	< 0,05	2,6	4,0	< 0,05	0,08	< 0,05	< 0,05	2,8	3,9	3,3	4,3
Lobith/Rhein	0,08	0,14	0,04	0,06	3,9	3,4	4,5	3,5	0,08	0,15	0,025	0,04	2,6	3,2	0,06	0,14	0,023	0,05	2,7	4,0	0,06	0,14	0,023	0,05	2,7	4,0	3,4	4,6
Mannheim/Neckar	0,08	0,16	0,03	0,04	4,3	4,8	4,4	4,4	0,06	0,11	0,02	0,04	4,5	5,2	0,07	0,16	0,03	0,06	4,7	5,7	0,06	0,12	0,02	0,04	4,6	5,3	4,7	5,4
Kahl a. Mann/Main	0,07	0,17	0,02	0,04	4,8	5,9	5,3	5,3	0,10	0,20	0,02	0,04	4,5	5,7	0,09	0,15	0,033	0,068	4,6	6,3	0,08	0,15	0,025	0,042	4,3	5,1	4,8	5,6
Bischofsheim/Main	0,10	0,18	0,05	0,08	4,8	5,5	5,9	5,9	0,11	0,21	0,06	0,09	4,8	5,6	0,071	0,17	0,055	0,08	4,8	6,1	0,07	0,12	0,06	0,09	4,4	5,2	6,1	7,8
Saarbrücken/Saar	0,26	0,49	0,058	0,09	2,7	3,2	3,5	3,5	0,24	0,39	0,07	0,10	2,6	3,3	0,21	0,31	0,05	0,11	3,0	3,9	0,26	0,43	0,056	0,076	2,8	3,5	3,7	4,7
Kanzem/Saar	0,19	0,40	0,05	0,08	3,1	3,4	4,0	4,0	0,20	0,43	0,08	0,15	3,2	3,9	0,22	0,48	0,08	0,15	3,7	4,9	0,18	0,42	0,06	0,08	3,4	4,4	4,1	5,0
Palzem/Mosel	0,13	0,20	0,04	0,06	2,4	3,3	2,8	2,8	0,15	0,20	0,04	0,07	2,3	3,3	0,13	0,26	0,04	0,06	2,7	4,3	0,12	0,18	0,03	0,05	2,7	3,9	3,1	4,4
Koblenz/Mosel	0,06	0,16	0,026	0,046	2,9	3,6	3,5	3,5	0,06	0,15	0,023	0,047	3,1	3,7	0,05	0,11	0,024	0,048	3,6	5,3	0,06	0,15	0,020	0,044	3,5	4,7	4,0	5,3

**Stickstoffkonzentrationen an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte**

Anhang 1.4

Konzentration mg/l	1985			1990			1995			2000			Gesamt-N ¹⁾							
	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N 90%il	Nitrat-N Mittel					
	< 0,01		0,7	< 0,01		0,6	< 0,1		0,9	0,03	< 0,01	0,02	0,04	< 0,01	0,02	0,78	0,98	0,81		
Ohningen/Rhein																				
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,11		1,5	0,13		1,5	< 0,1		1,4	0,11	0,04	0,05	0,14	0,04	0,05	1,4	1,8	1,55	2	
Karlsruhe/Rhein	0,14	0,26	1,5	< 0,1	0,18	1,6	< 0,1	0,12	1,6	0,05	0,07		0,05	0,07		1,5	1,8	1,5	1,9	
Mainz/Rhein	0,17	0,7	3,1	0,16	0,23	2,2	0,12	0,2	2,6	0,06	0,12		0,06	0,12		2,2	3	2,8	3,6	
Koblenz/Rhein	0,25	0,34	3,3	0,29	0,5	3,0	< 0,1	0,12	2,3	0,04	0,08		0,04	0,08		2,2	2,9	2,6	3,4	
Bad Honnef/Rhein	0,25	0,51	3,6	0,09		2,5	0,07		2,7	0,03	0,08	< 0,03	0,03	0,08	< 0,03	0,04	2,4	3,0	2,8	3,5
Kleve-Bimmen/Rhein	0,55	1,1	4,3	0,23	0,52	3,7	0,1	0,18	2,8	0,04	0,06		0,04	0,06		2,7	3,2	3,2	3,9	
Lobith/Rhein	0,89	1,6	4,5	0,38	0,57	4,1	0,13	0,20	3,2	0,07	0,11	0,02	0,07	0,11	0,02	0,036	2,8	3,3	3,4	3,8
Mannheim/Neckar	0,32	0,79	5,7	0,23	0,43	5,6	0,10	0,12	5,2	0,06	0,11		0,06	0,11		4,6	5,0	4,7	5,1	
Kahl a. Mann/Main																				
Bischofsheim/Main				0,4	0,59	6,8	< 0,1	0,15	5,9	< 0,07	0,11		< 0,07	0,11		5,1	5,8	6	7,1	
Saarbrücken/Saar																				
Kanzem/Saar																				
Palzem/Mosel																				
Koblenz/Mosel	0,17	0,35	4,6	0,18	0,25	4,5	< 0,1	< 0,1	3,6	0,08	0,17		0,08	0,17		3,6	4,0	4,1	4,5	

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N + Nitrat-N
* wenn gemessen

**Stickstoffkonzentrationen an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte**

Anhang 1.4

Konzentration mg/l	2002				2003				2004				2005			
	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N Mittel	Nitrat-N Mittel	Gesamt-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N Mittel	Nitrat-N Mittel	Gesamt-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N Mittel	Nitrat-N Mittel	Gesamt-N Mittel	Ammonium-N Mittel	Nitrit-N Mittel	Nitrat-N Mittel	Gesamt-N Mittel
	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il	90%il
Ohningen/Rhein	0,03	0,01	0,50	0,54	0,03	< 0,01	0,7	0,73	0,03	< 0,01	< 0,01	0,5	0,02	0,007	0,68	0,69
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,1	0,04	1,3	1,4	0,13	0,04	1,4	1,5	0,1	0,03	0,03	1,1	0,07	0,03	1,3	1,4
Karlsruhe/Rhein	0,05	0,02	0,03	1,5	0,06	0,03	1,6	1,7	0,06	0,1	0,03	1,4	0,04	0,02	1,5	1,5
Mainz/Rhein	0,03	0,05	< 0,02	2,3	0,05	0,03	2,5	2,8	0,06	0,11	0,04	2,4	0,03	0,01	2	2,3
Koblenz/Rhein	0,03	0,04	0,013	2,4	0,04	0,022	2,7	3,1	0,04	0,1	0,019	2,5	< 0,02	0,005	1,9	2,4
Bad Honnef/Rhein	0,05	0,12	0,04	2,6	0,06	< 0,05	3,2	3,7	< 0,05	< 0,05	< 0,05	2,5	< 0,05	< 0,05	2,6	2,8
Kleve-Bimmen/Rhein	< 0,05	0,07	< 0,05	3,1	0,08	< 0,05	3,5	4,1	< 0,05	0,06	< 0,05	2,6	< 0,05	< 0,05	2,8	3,3
Lobith/Rhein	0,08	0,15	0,05	2,7	0,09	0,03	3	4	0,08	0,12	0,03	3				4,3
Mannheim/Neckar	0,05	0,08	0,03	4,4	0,09	0,03	5,1	4,8	0,06	0,15	0,04	5	0,07	0,03	4,6	4,7
Kahl a. Mann/Main																
Bischofsheim/Main	0,11	0,2	0,07	5,9	0,2	0,07	4,9	6,4	0,11	0,22	0,06	5,3	0,09	0,05	4,7	6,8
Saarbrücken/Saar																
Kanzem/Saar																
Palzem/Mosel																
Koblenz/Mosel	0,06	0,13	0,031	3	0,08	0,039	3,8	4,2	0,1	0,15	0,039	4,7	0,05	0,030	4	4,6

**Stickstoff-Transporte an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte**

Anhang 2.1

Transport kg/s	1985			1990			1995			2000				
	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss		
	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss	Gesamt-N ¹⁾ Abfluss		
Öhningen/Rhein	B 0,02 328	328 0,20	328 0,20	B 0,02 286	286 0,04	286 0,04	B 0,02 406	406 0,34	406 0,34	0,012 425	B 0,0026 425	425 0,27	425 0,28	425 1,80
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,10 968	968 2,1	968 2,1	B 0,06 947	947 2,0	947 2,0	B 0,1 1300	1300 2,0	1300 2,0	0,13 1180	0,046 1180	1,6 1180	1,8 1180	1,80 1180
Karlsruhe/Rhein	0,20 1110	1110 2,2	1110 2,2	0,1 1100	1100 2,1	1100 2,1	B 0,095 1550	1550 2,5	1550 2,5	0,085 1400	0,034 1400	2,1 1400	2,2 1400	2,20 1400
Mainz/Rhein	0,60 1410	1410 5,0	1410 5,0	0,36 1410	1410 5,0	1410 5,0	0,24 2040	2040 5,5	2040 5,5	0,12 1740	0,042 1740	4,2 1740	5,1 1740	5,10 1740
Koblenz/Rhein	0,60 1480	1480 5,6	1480 5,6	0,35 1470	1470 5,2	1470 5,2	B 0,17 2170	2170 6,2	2170 6,2	0,099 1880	0,038 1880	4,7 1880	5,5 1880	5,50 1880
Bad Honnef/Rhein	0,40 1780	1780 6,4	1780 6,4	3,4 1770	1770 8,9	1770 8,9	0,22 2590	2590 8,1	2590 8,1	0,1 2360	B 0,057 2360	6,2 2360	7,3 2360	7,30 2360
Kleve-Bimmen/Rhein	1,0 1990	1990 9,0	1990 9,0	0,53 1930	1930 8,2	1930 8,2	0,46 2850	2850 9,2	2850 9,2	0,15 2590	B 0,067 2590	7,4 2590	8,6 2590	8,60 2590
Lobith/Rhein	1,5 1990	1990 10,7	1990 10,7	0,76 1920	1850 10,7	1920 10,7	0,44 2910	2910 9,7	2910 9,7	0,23 2500	0,046 2500	7,2 2500	8,2 2500	8,20 2500
Mannheim/Neckar	0,05 122	122 0,75	122 0,75	0,03 125	125 0,68	125 0,68	0,019 185	185 0,87	185 0,87	0,015 187	0,0066 187	0,85 187	0,88 187	0,880 187
Kahl a. Main/Main	0,05 127	127 0,75	127 0,75	B 0,01 139	139 0,8	139 0,8	0,019 249	249 1,2	249 1,2	0,013 173	0,0056 173	0,86 173	0,84 173	0,840 173
Bischofsheim/Main	0,10 155	155 1,1	155 1,1	0,07 177	177 1,1	177 1,1	B 0,03 290	290 1,6	290 1,6	B 0,013 211	0,011 211	1,1 211	1,2 211	1,20 211
Saarbrücken/Saar	0,02 30,9	30,9 0,11	30,9 0,11	0,02 33,6	33,6 0,12	33,6 0,12	0,016 62,1	62,1 0,15	62,1 0,15	0,015 56,2	0,0038 56,2	0,15 56,2	0,19 56,2	0,190 56,2
Kanzem/Saar	0,30 65,5	65,5 0,50	65,5 0,50	0,09 69,9	69,9 0,49	69,9 0,49	0,026 102	102 0,27	102 0,27	0,024 96,7	0,0084 96,7	0,32 96,7	0,42 96,7	0,420 96,7
Paizem/Mosel	0,03 113	113 0,43	113 0,43	0,02 123	123 0,42	123 0,42	0,024 202	202 0,48	202 0,48	0,021 181	0,0079 181	0,51 181	0,65 181	0,650 181
Koblenz/Mosel	0,1 264	264 1,1	264 1,1	0,04 281	281 1,1	281 1,1	B 0,036 450	450 1,4	450 1,4	0,034 438	0,014 438	1,6 438	1,8 438	1,80 438

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N* + Nitrat-N
* wenn gemessen

Stickstoff-Transporte an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte

Anhang 2.1

Transport kg/s	2002			2003			2004			2005			Gesamt-N																				
	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N		Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N																	
Öhningen/Rhein	0,01	377	B 0,0032	377	0,24	377	0,25	377	0,0067	281	B 0,0021	281	0,19	281	0,20	321	0,0089	321	0,024	321	0,20	321	0,0085	303	0,0021	303	0,22	303	0,22	303			
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	0,12	1210	0,047	1210	1,6	1210	1,9	1210	0,11	819	0,036	819	1,1	819	1,3	819	0,14	970	0,038	970	1,4	970	1,5	970	0,094	991	0,035	991	1,4	991	1,5	991	
Karlsruhe/Rhein	0,073	1440	0,037	1440	2,1	1440	2,2	1440	0,047	904	0,024	904	1,4	904	1,6	904	0,069	1090	0,032	1090	1,8	1090	1,9	1090	0,045	1010	0,02	1010	1,6	1010	1,6	1010	
Mainz/Rhein	0,085	2020	B 0,032	2020	4,8	2020	5,5	2020	0,064	1350	0,029	1350	3,4	1350	3,9	1350	0,058	1400	0,027	1400	3,4	1400	3,8	1400	0,062	1450	0,025	1450	3,6	1450	4,1	1450	
Koblenz/Rhein	0,063	2170	0,038	2170	5,2	2170	6,1	2170	0,041	1420	0,026	1420	3,6	1420	4,2	1420	0,056	1510	0,028	1510	3,7	1510	4,4	1510	0,042	1550	0,026	1550	4,0	1550	4,8	1550	
Bad Honnef/Rhein	B 0,099	2510	B 0,077	2510	6,5	2510	7,7	2510	B 0,085	1660	B 0,041	1660	4,5	1660	5,6	1660	B 0,081	1750	B 0,044	1750	4,8	1750	5,6	1750	B 0,062	1790	B 0,045	1790	4,9	1790	5,5	1790	
Kleve-Bimmen/Rhein	B 0,14	2860	B 0,082	2860	7,9	2860	9,8	2860	0,15	1890	B 0,052	1890	5,4	1890	6,6	1890	B 0,12	1990	B 0,051	1990	5,8	1990	7,2	1990	B 0,086	2030	B 0,055	2030	6,0	2030	7,1	2030	
Lobith/Rhein	0,23	2810	0,14	2810	7,7	2810	10	2810	0,15	1870	0,047	1870	4,8	1870	6,3	1870	0,12	1980	0,045	1980	5,4	1980	6,8	1980									
Mannheim/Neckar	0,025	212	0,0068	212	0,90	212	0,94	212	0,0080	112	0,0033	112	0,50	112	0,59	112	0,011	114	0,0043	114	0,58	114	0,59	114	0,0090	151	0,0039	151	0,68	151	0,70	151	
Kahl a. Main/Main	0,020	258	0,0078	258	1,2	258	1,4	258	0,016	179	0,0054	179	0,83	179	1,0	179	0,012	138	0,0062	138	0,68	138	0,75	138	0,016	190	0,0045	190	0,82	190	0,94	190	
Bischofsheim/Main	0,034	296	0,017	296	1,6	296	1,9	296	0,022	214	0,013	214	0,92	214	1,2	214	0,013	133	0,0078	133	0,67	133	0,82	133	0,017	176	0,010	176	0,88	176	1,3	176	
Saarbrücken/Saar	0,012	44,4	0,0021	44,4	0,12	44,4	0,16	44,4	0,0063	28,7	0,0014	28,7	0,076	28,7	0,094	28,7	0,0059	26,6	0,0012	26,6	0,090	26,6	0,11	26,6	0,0080	30,6	0,0013	30,6	0,091	30,6	0,12	30,6	
Kanzem/Saar	0,022	77,2	0,0038	77,2	0,24	77,2	0,32	77,2	0,012	54,3	0,0029	54,3	0,15	54,3	0,19	54,3	0,017	49,2	0,0035	49,2	0,19	49,2	0,23	49,2	0,013	49,6	0,0028	49,6	0,18	49,6	0,22	49,6	
Paizem/Mosel	0,021	156	0,0059	156	0,43	156	0,50	156	0,014	110	0,0040	110	0,27	110	0,33	110	0,021	119	0,0046	119	0,44	119	0,52	119	0,015	102	0,0037	102	0,31	102	0,36	102	
Koblenz/Mosel	0,036	381	0,013	381	1,2	381	1,4	381	0,022	249	0,0079	249	0,82	249	1,0	249	0,020	253	0,0080	253	1,1	253	1,2	253	0,020	240	0,0079	240	0,96	240	1,1	240	

Stickstoff-Frachten an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte

Anhang 2.2

Fracht Tonnen	1985			1990			1995			2000					
	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N	Ammonium-N	Nitrit-N	Nitrat-N			
	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss	Ablfluss			
Öhningen/Rhein	328	6300	328	286	286	1300	286	406	11000	406	425	8500	425	8600	425
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	3100	66000	968	947	63000	947	63000	1300	63000	1300	1180	50000	1180	57000	1180
Karlsruhe/Rhein	6300	69000	1110	1100	61000	1100	66000	1550	79000	1550	1400	66000	1400	69000	1400
Mainz/Rhein	19000	180000	1410	1410	150000	1410	160000	2040	170000	2040	1740	130000	1740	160000	1740
Koblenz/Rhein	19000	180000	1480	1470	150000	1470	160000	2170	190000	2170	1880	150000	1880	170000	1880
Bad Honnef/Rhein	13000	200000	1780	1770	170000	1770	280000	2590	250000	2590	3100	190000	2360	230000	2360
Kleve-Bimmen/Rhein	31000	280000	1990	1930	240000	1930	260000	2850	290000	2850	4700	230000	2590	270000	2590
Lobith/Rhein	47000	340000	1990	1920	250000	1850	340000	2910	310000	2910	7200	230000	2500	260000	2500
Mannheim/Neckar	1600	24000	122	125	20000	125	21000	185	27000	185	470	27000	187	28000	187
Kahl a. Main/Main	1600	24000	127	139	25000	139	25000	249	38000	249	410	27000	173	26000	173
Bischofsheim/Main	3100	35000	155	177	31000	177	35000	290	50000	290	211	35000	211	38000	211
Saarbrücken/Saar	630	3500	30,9	33,6	3100	33,6	3800	62,1	4700	62,1	470	4700	56,2	6000	56,2
Kanzern/Saar	9400	16000	65,5	69,9	13000	69,9	15000	102	8500	102	750	10000	98,7	13000	98,7
Palzem/Mosel	940	14000	113	123	13000	123	13000	202	15000	202	660	16000	181	20000	181
Koblenz/Mosel	3000	30000	264	281	31000	281	35000	450	44000	450	1100	50000	438	57000	438

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N* + Nitrat-N
* wenn gemessen

Stickstoff-Frachten an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung aller verfügbaren Messwerte

Anhang 2.2

Fracht Tonnen	2002				2003				2004				2005													
	Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N		Nitrit-N		Nitrat-N		Gesamt-N			
	Abfluss								Abfluss								Abfluss									
Öhningen/Rhein	310	377	377	7500	377	7900	377	6300	281	281	321	6300	321	321	6300	321	280	321	280	321	66	303	6900	303	6900	
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	3800	1210	1500	50000	1210	60000	1210	41000	819	1100	1200	44000	970	44000	47000	970	4400	4400	4400	1100	991	44000	991	47000	991	
Karlsruhe/Rhein	2300	1440	1200	66000	1440	69000	1440	50000	904	750	1000	57000	1090	57000	60000	1090	2200	2200	2200	630	1010	50000	1010	50000	1010	
Mainz/Rhein	2700	2020	2020	150000	2020	170000	2020	120000	1350	910	850	110000	1400	110000	120000	1400	1800	1800	1800	790	1450	110000	1450	130000	1450	
Koblenz/Rhein	2000	2170	1200	160000	2170	190000	2170	130000	1420	820	880	120000	1510	120000	140000	1510	1800	1800	1800	820	1550	130000	1550	150000	1550	
Bad Honnef/Rhein		2510		200000	2510	240000	2510	180000	1660			150000	1750	150000	180000	1750										1790
Kleve-Bimmen/Rhein		2860		250000	2860	310000	2860	210000	1890			180000	1990	180000	230000	1990										2030
Lobith/Rhein		7200	4400	240000	2810	310000	2810	200000	1870		1400	170000	1980	170000	210000	1980										
Mannheim/Neckar	790	212	210	28000	212	30000	212	19000	112	100	140	18000	114	18000	19000	114	350	350	350	114	120	151	21000	151	22000	
Kahl a. Main/Main	630	268	250	38000	268	44000	268	31000	179	170	190	21000	138	21000	24000	138	380	380	380	138	140	190	26000	190	30000	
Bischofsheim/Main	1100	296	530	50000	296	60000	296	38000	214	410	250	21000	133	21000	26000	133	410	410	410	133	310	176	28000	176	41000	
Saarbrücken/Saar	380	44,4	66	3800	44,4	5000	44,4	3000	28,7	44	38	2800	26,6	2800	3500	26,6	190	190	190	26,6	41	30,6	2900	30,6	3800	
Kanzern/Saar	690	77,2	120	7500	77,2	10000	77,2	6000	54,3	91	110	6000	49,2	6000	7200	49,2	530	530	530	49,2	88	49,6	5700	49,6	6900	
Palzem/Mosel	660	156	190	14000	156	16000	156	10000	110	130	140	14000	119	14000	16000	119	660	660	660	119	120	102	9700	102	11000	
Koblenz/Mosel	1100	381	410	38000	381	44000	381	31000	249	250	250	35000	253	35000	38000	253	630	630	630	253	250	240	30000	240	35000	

Gesamt-N **Fracht in Tonnen**
Auswertung aller verfügbaren Messwerte

	1985	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005
Öhningen/Rhein	6.300	1.300	11.000	8.800	7.900	6.300	6.300	6.900
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	66.000	63.000	63.000	57.000	60.000	41.000	47.000	47.000
Karlsruhe/Rhein	69.000	66.000	79.000	69.000	69.000	50.000	60.000	50.000
Mainz/Rhein	180.000	160.000	200.000	160.000	170.000	120.000	120.000	130.000
Koblenz/Rhein	180.000	160.000	250.000	170.000	190.000	130.000	140.000	150.000
Bad Honnef/Rhein	200.000	280.000	310.000	230.000	240.000	180.000	180.000	170.000
Kleve-Bimmen/Rhein	280.000	260.000	380.000	270.000	310.000	210.000	230.000	220.000
Lobith/Rhein	340.000	330.000	380.000	260.000	310.000	200.000	210.000	
Mittel Bimmen/Lobith	310.000	295.000	380.000	265.000	310.000	205.000	220.000	220.000

	1985	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005
Mannheim/Neckar	24.000	21.000	28.000	28.000	30.000	19.000	19.000	22.000
Kahl am Main/Main	24.000	25.000	41.000	26.000	44.000	31.000	24.000	30.000
Bischofsheim/Main	35.000	35.000	57.000	38.000	60.000	38.000	26.000	41.000
Saarbrücken/Saar	3.500	3.800	5.700	6.000	5.000	3.000	3.500	3.800
Kanzem/Saar	16.000	15.000	11.000	13.000	10.000	6.000	7.200	6.900
Palzem/Mosel	14.000	13.000	19.000	20.000	16.000	10.000	16.000	11.000
Koblenz/Mosel	30.000	35.000	53.000	57.000	44.000	31.000	38.000	35.000

**Stickstoff-Transporte an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte**

Anhang 2.4

Transport kg/s	1985				1990				1995				2000												
	Ammonium-N Abfluss		Nitrat-N Abfluss		Gesamt-N ¹⁾ Abfluss		Ammonium-N Abfluss		Nitrit-N Abfluss		Nitrat-N Abfluss		Gesamt-N ¹⁾ Abfluss		Ammonium-N Abfluss		Nitrit-N Abfluss		Nitrat-N Abfluss		Gesamt-N ¹⁾				
	B 0,025	374	0,26	0,26	B 0,017	349	0,017	0,21	B 0,018	355	0,018	0,33	B 0,018	355	0,018	0,33	B 0,018	355	0,018	0,33	B 0,0028	364	0,028	0,30	
Öhningen/Rhein																									
Weisweil/Vogelgrün/Rhein	0,12	1100	1,6	1,8	0,15	1140		1,7	B 0,070	1170		1,7	B 0,070	1170		1,7	B 0,070	1170		1,7	0,046	1120	1,6	1,8	
Karlsruhe/Rhein	0,18	1290	2,0	2,2	B 0,11	1290		2,1	B 0,087	1290		2,1	B 0,087	1290		2,1	B 0,087	1290		2,1		1360	2	2,1	
Mainz/Rhein	0,28	1600	4,9	5,5	0,29	1410		4	0,21	1740		4,5	0,21	1740		4,5	0,21	1740		4,5		1680	3,7	4,6	
Koblenz/Rhein	0,45	1770	5,9	6,3	0,49	1680		5	B 0,13	1810		4,2	B 0,13	1810		4,2	B 0,13	1810		4,2		1730	3,8	4,5	
Bad Honnef/Rhein	0,56	2240	8,0	8,6	0,19	2170		5,5	0,15	2260		6,0	0,15	2260		6,0	0,15	2260		6,0		2110	5,1	6,0	
Kleve-Bimmen/Rhein	1,3	2340	10,1	11,4	0,51	2180		8	0,25	2380		6,7	0,25	2380		6,7	0,25	2380		6,7		2300	6,1	7,3	
Lobith/Rhein	2,0	2300	10,2	12,3	0,78	2050		8,7	0,3	2370	0,1	7,5	0,3	2370	0,1	7,5	0,3	2370	0,1	7,5		2210	6,1	7,4	
Mannheim/Neckar	0,05	158	0,90	0,95	0,041	174		0,97	0,017	168		0,88	0,017	168		0,88	0,017	168		0,88		138	0,64	0,65	
Kahl a. Main/Main																									
Bischsheim/Main					0,0074	187		1,3	B 0,014	185		1,1	B 0,014	185		1,1	B 0,014	185		1,1		B 0,011	192	1	1,2
Saarbrücken/Saar																									
Kanzem/Saar																									
Palzern/Mosel																									
Koblenz/Mosel	0,056	322	1,5	1,6	0,058	317		1,4	B 0,016	321		1,1	B 0,016	321		1,1	B 0,016	321		1,1		0,03	364	1,3	1,5

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N* + Nitrat-N
* wenn gemessen

**Stickstoff-Transporte an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte**

Anhang 2.4

Transport kg/s	2002			2003			2004			2005		
	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N	Nitrat-N	Gesamt-N
Öhningen/Rhein	0,012 376	0,0038	0,19	0,20	0,011 355	B 0,0024	0,24	0,25	0,011 347	B 0,0026	0,18	0,19
Weisweil/Vogelgrün/Rhein	0,11 1160	0,043	1,6	1,6	0,15 1190	0,05	1,6	1,8	0,12 1120	0,038	1,2	1,4
Karlsruhe/Rhein	0,062 1300	0,03	1,9	2	0,075 1170	0,037	1,9	2	0,07 1280	0,032	1,8	1,9
Mainz/Rhein	0,048 1590	B 0,018	3,6	4,2	0,079 1540	0,034	3,9	4,3	0,084 1520	0,032	3,7	4,1
Koblenz/Rhein	0,05 1560	0,021	3,9	4,6	0,064 1710	0,037	4,7	5,3	0,062 1610	0,03	4	4,5
Bad Honnef/Rhein	0,11 2190	0,078	5,7	7,0	0,13 2100	B 0,052	6,6	7,8	B 0,079 1970	B 0,049	4,8	5,8
Kleve-Bimmen/Rhein	B 0,10 2460	B 0,068	6,3	7,6	B 0,11 2160	B 0,054	7,6	8,7	B 0,099 2330	B 0,058	6,1	8,7
Lobith/Rhein	0,19 2310	0,093	6,2	8,3	0,2 2200	0,058	6,6	8,8	0,18 2290	0,063	6,9	8,5
Mannheim/Neckar	0,062 168	0,0043	0,74	0,75	0,0140 157	0,0054	0,80	0,75	0,0096 151	0,0054	0,75	0,77
Kahl a. Main/Main												
Bischsheim/Main	0,024 208	0,014	1	1,2	0,037 189	0,014	0,9	1,2	0,022 201	0,013	1,1	1,3
Saarbrücken/Saar												
Kanzem/Saar												
Palzern/Mosel												
Koblenz/Mosel	0,019 340	0,011	1	1,3	0,023 308	0,012	1,2	1,3	0,030 314	0,0120	1,5	1,6
									0,015 282	0,0087	1,2	1,3

Stickstoff-Frachten an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte

Anhang 2.5

Fracht Tonnen	1985			1990			1995			2000			Gesamt-N ¹⁾			
	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss	Ammonium-N Abfluss	Nitrit-N Abfluss	Nitrat-N Abfluss				
			Gesamt-N ¹⁾ Abfluss													
Öhningen/Rhein	374		8200	349		7200	355		10000		11000	350	364	8800		9400
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	3800	1100	57000	4700	1140	60000	1170		53000		57000	4100	1120	50000		57000
Karlsruhe/Rhein	5700	1290	69000	1290		69000	1290		66000		69000	2200	1360	63000		66000
Mainz/Rhein	9000	1600	170000	9000	1410	140000	6600	1740	140000		170000	3500	1680	120000		140000
Koblenz/Rhein	14000	1770	200000	15000	1680	170000	1810		130000		180000	2300	1730	120000		140000
Bad Honnef/Rhein	18000	2240	270000	6000	2170	180000	2260		190000		240000	2100	2110	160000		190000
Kleve-Bimmen/Rhein	41000	2340	360000	20000	2180	270000	8000	2380	210000		250000	3000	2300	190000		230000
Lobith/Rhein	63000	2300	390000	20000	2050	340000	9000	2370	240000	3100	300000	4700	2210	190000	1000	230000
Mannheim/Neckar	1600	122	30000	1290	125	31000	530	185	28000		28000	250		20000		20000
Kahl a. Main/Main																
Bischofsheim/Main		155		200	177	41000	290		35000		38000			31000		38000
Saarbrücken/Saar																
Kanzern/Saar																
Palzem/Mosel																
Koblenz/Mosel	2000	264	50000	1800	281	47000	450		35000		44000	900		41000		47000

¹⁾ kursiv: Summe Ammonium-N + Nitrit-N* + Nitrat-N
* wenn gemessen

Stickstoff-Frachten an ausgewählten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet 1985-2005
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte

Anhang 2.5

Fracht Tonnen	2002				2003				2004				2005					
	Ammonium-N Abfluss		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N Abfluss		Nitrat-N		Gesamt-N		Ammonium-N Abfluss		Nitrat-N		Gesamt-N	
Öhningen/Rhein	380	376	6000	7900	350	347	7900	350	347	5700	6000	260	346	7500	7500	7500	7500	7500
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	3500	1160	50000	57000	4700	1190	57000	3800	1120	38000	44000	2600	1130	44000	44000	44000	44000	47000
Karlsruhe/Rhein	1900	1300	60000	63000	2400	1170	63000	2200	1280	57000	60000	1500	1208	57000	57000	57000	60000	60000
Mainz/Rhein	1500	1590	110000	140000	2500	1540	140000	2600	1520	120000	130000	1400	1710	110000	110000	110000	120000	120000
Koblenz/Rhein	1600	1560	120000	170000	2000	1710	170000	1900	1610	130000	140000		1710	100000	100000	100000	130000	130000
Bad Honnef/Rhein	3500	2190	180000	220000	4100	2100	250000		1970	150000	180000		2100	170000	170000	170000	190000	190000
Kleve-Bimmen/Rhein	2460	2460	200000	240000	#WERT!	2160	270000		2330	190000	270000		2280	200000	200000	200000	230000	230000
Lobith/Rhein	6000	2310	190000	280000	6300	2200	280000	5700	2290	220000	270000							
Mannheim/Neckar	260	140	23000	24000	440	440	24000	300		24000	24000	380	380	23000	23000	23000	24000	24000
Kahl a. Main/Main																		
Bischofsheim/Main	800	440	31000	38000	1160	440	38000	690	410	35000	41000	690	380	35000	35000	35000	50000	50000
Saarbrücken/Saar																		
Kanzern/Saar																		
Palzem/Mosel																		
Koblenz/Mosel	600	350	31000	41000	720	380	38000	940	380	47000	50000	470	270	38000	38000	38000	41000	41000

Gesamt-N **hochgerechnete Fracht in Tonnen**
Auswertung der bei mittlerem Abfluss ermittelten Messwerte

	1985	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005
Öhningen/Rhein	8.200	7.200	11.000	9.400	6.300	7.900	6.000	7.500
Weisweil/Vogelgrün /Rhein	57.000	60.000	57.000	57.000	50.000	57.000	44.000	47.000
Karlsruhe/Rhein	69.000	69.000	69.000	66.000	63.000	63.000	60.000	60.000
Mainz/Rhein	170.000	140.000	170.000	140.000	130.000	140.000	130.000	120.000
Koblenz/Rhein	200.000	170.000	180.000	140.000	140.000	170.000	140.000	130.000
Bad Honnef/Rhein	270.000	180.000	240.000	190.000	220.000	250.000	180.000	190.000
Kleve-Bimmen/Rhein	360.000	270.000	250.000	230.000	240.000	270.000	270.000	230.000
Lobith/Rhein	390.000	340.000	300.000	230.000	260.000	280.000	270.000	
Mittel Bimmen/Lobith	375.000	305.000	275.000	230.000	250.000	275.000	270.000	230.000

	1985	1990	1995	2000	2002	2003	2004	2005
Mannheim/Neckar	30.000	31.000	28.000	20.000	24.000	24.000	24.000	24.000
Kahl am Main/Main								
Bischofsheim/Main		41.000	38.000	38.000	38.000	38.000	41.000	50.000
Saarbrücken/Saar								
Kanzem/Saar								
Palzem/Mosel								
Koblenz/Mosel	50.000	47.000	44.000	47.000	41.000	41.000	50.000	41.000