

Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
Commission Internationale pour la Protection du Rhin
Internationale Commissie ter Bescherming van de Rijn

Bestandsaufnahme der Phosphor- und Stickstoffeinträge 1996

Koblenz, November 2000

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	3
2. Methoden für die Bestandsaufnahme und Vergleichbarkeit der Resultate	3
3. Struktur des Rheineinzugsgebietes	6
4. Gesamtphosphor (P)-Einträge	8
5. Gesamtstickstoff (N)-Einträge	14
6. Plausibilitätsanalyse der Gesamtphosphor- und –stickstoffeinträge	21
7. Zusammenfassung und Ausblick	24
Anlage 1: Vergleich der bei den verschiedenen Bestandsaufnahmen analysierten Pfade	26
Anlage 2: Einteilung des niederländischen Rheineinzugsgebiets	27
Anlage 3: Erklärungen zu den im Bericht verwendeten Begriffen	28
Anlage 4: Schätzverfahren für die Hintergrundbelastung	30
Anlage 5: Angaben zu den Daten über die Struktur des Rheineinzugsgebiets	34

1. Einleitung

Hohe Konzentrationen der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff können in stehenden und langsam fließenden Binnengewässern (Seen, Talsperren, Flusstauhaltungen) und den Meeren verstärktes Algenwachstum bewirken.

Der enorme Nährstoffeintrag in die Nordsee führte 1988 zu großen Algenteppichen in Teilen der südlichen Nordsee. Die Nordseeanliegerstaaten und die IKSr haben als Folge der im Laufe der 80er Jahre deutlich gewordenen Überdüngungserscheinungen beschlossen, die Stickstoff- und Phosphoreinträge von 1985 bis 1995 je um 50 % zu vermindern.

Eine erste Bestandsaufnahme der diffusen Nährstoffeinträge wurde rückwirkend für das Bezugsjahr 1985 erstellt und 1992 veröffentlicht.

Zwecks Beurteilung des Erreichten und Vorbereitung eventueller zusätzlich in die Wege zu leitender Maßnahmen war es wichtig, eine neue Bilanz der diffusen Nährstoffeinträge für das Jahr 1996 zu ziehen und eine genauere Analyse der Mengen und der wichtigsten Eintragspfade dieser Einträge auszuarbeiten. Dazu wurde eine Gesamtbilanz aller punktuellen Einleitungen aus Kommunen und Industrie sowie der wichtigsten diffusen Quellen erstellt.

Um einen Vergleich der Größenordnungen der Einträge von 1985 und 1996 zu ermöglichen, wurde, wo machbar, aufgrund der Erweiterung des niederländischen Konventionsgebietes im neuen Rheinübereinkommen und wegen der Neueinteilung der zu quantifizierenden Eintragspfade eine Neuschätzung der Einträge von 1985 vorgenommen.

2. Methoden für die Bestandsaufnahme und Vergleichbarkeit der Resultate

Grundsätzlich wurde bei der Bestandsaufnahme der diffusen Nährstoffeinträge für das Jahr 1996 dasselbe Verfahren verwendet, wie bei der Bestandsaufnahme für 1985.

Bei dem vorliegenden Inventar wurde jedoch die Auswahl der betrachteten Eintragspfade an die Erkenntnisse der Bestandsaufnahme der Einträge prioritärer Stoffe 1996 (Schwermetalle und Lindan) angepasst. Abbildung 14 in Anlage 1 gibt eine Übersicht über die bei den verschiedenen Bestandsaufnahmen zugrundeliegende Aufteilung der Eintragswege und die Beziehungen zwischen den verschiedenen betrachteten Eintragspfaden. Zu der Anpassung gehört auch, dass im Rahmen des neuen Rheinübereinkommens das niederländische Vertragsgebiet erweitert wurde. Während das alte niederländische Rheineinzugsgebiet und damit auch das Inventarisierungsgebiet der alten Nährstoffbestandsaufnahme bis zur Einflusszone des Tidegebiets reichte (siehe Abbildung 15 in Anlage 2), reicht das neue niederländische Vertragsgebiet bis an die Küstenlinie. Die Erklärungen zu den im Bericht verwendeten Begriffen sind in Anlage 3 gelistet.

Methode für die Schätzung der diffusen Einträge

Die Quantifizierung der diffusen Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer erfolgte unter Zuhilfenahme der durchschnittlichen Nährstoffkonzentrationen in den betrachteten Nährstoffpfaden (z.B. Niederschlag, Drän- und Grundwasser, Boden, wirtschaftseigene Düngemittel, Sickersäfte) sowie der Zahlen zur Bodennutzung aus den amtlichen Statistiken. Die eigentliche Eintragsabschätzung wurde unter anderem aus Versuchsergebnissen (Erosionsmessungen, Run-off-Experimenten, Abfluss- und Konzentrationsmessungen in definierten Fließgewässern) abgeleitet, wobei die Haupteinflussgrößen des Nährstoffeintrags (z.B. Nährstoffbilanz, Bodennutzung, Topographie) berücksichtigt wurden.

Die Quantifizierung erfolgte vereinbarungsgemäß nicht nur für die reinen "diffusen Quellen" (non point sources), sondern auch für weit verstreut liegende, jeweils kleine punktuelle Belastungsquellen, z.B. Hauskläranlagen, Straßenabläufe, landwirtschaftliche Hofstellen usw., die eigentlich die Nährstoffe punktuell in die Gewässer abgeben. Undichte Abwasserkanäle und defekte Hausanschlüsse wurden dagegen wegen mangelnder Datenlage nur zum Teil berücksichtigt.

Der Ansatz für die Quantifizierung der Nährstoffe wurde gezielt so gewählt, dass für die weitere Verwendung der Ergebnisse die relative quantitative Bedeutung der Eintragspfade (siehe Abbildung 1) deutlich wird. Damit sollten im Hinblick auf die Diskussion ergänzender Maßnahmen zur weiteren Reduktion der Stoffeinträge möglichst optimale Grundlagen geschaffen werden.

Die Schätzmethode für die natürliche Hintergrundbelastung sind in Anlage 4 zusammengefasst.

Angaben über die punktuellen Einleitungen

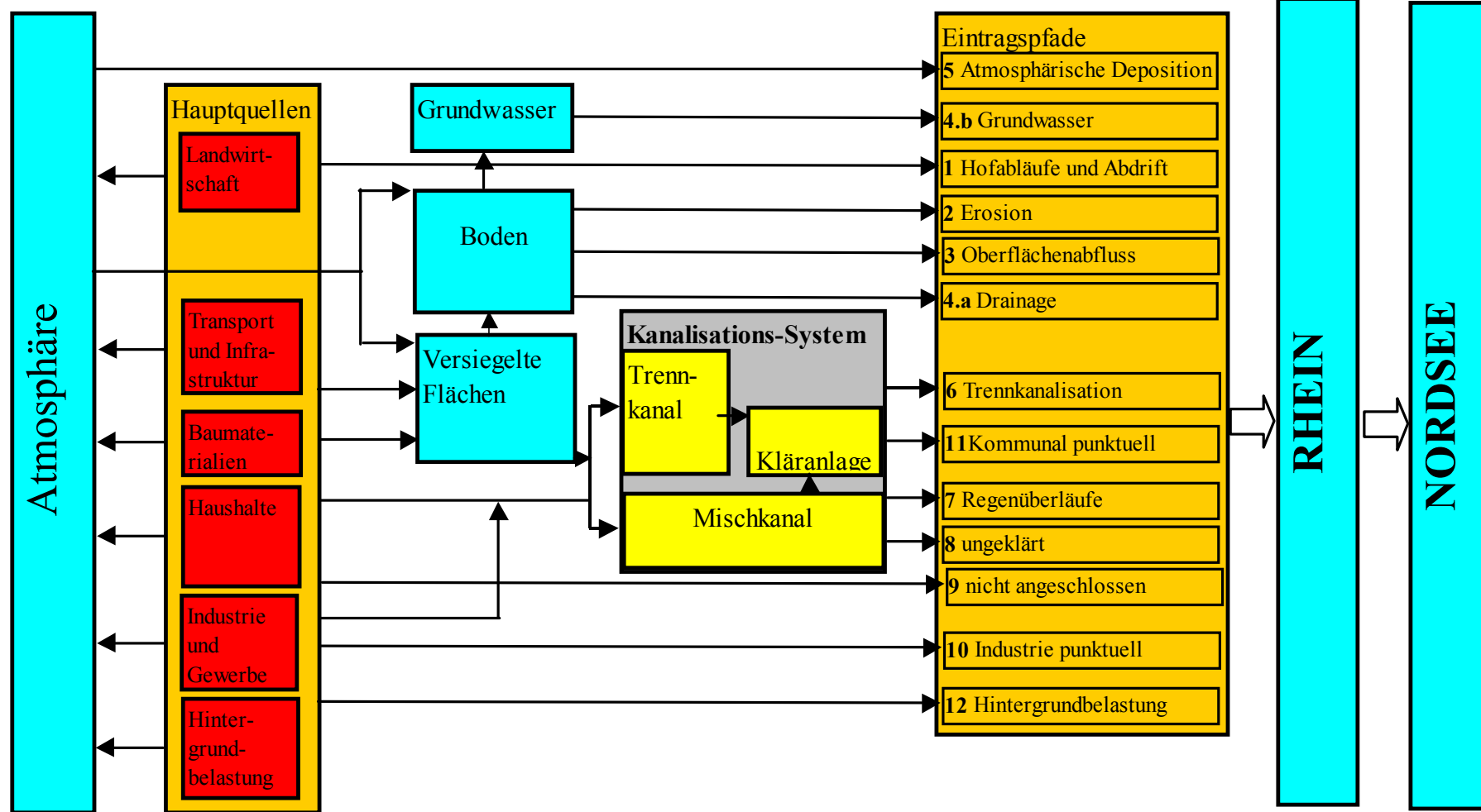
In jedem Staat wurden die punktuellen Einleitungen entweder aufgrund direkter Einleitungsmessungen oder, wo diese fehlten, aufgrund von Schätzungen ermittelt.

In der Rubrik "industrielle Einleitungen" werden jeweils direkte Einleitungen aus der Produktion, der Weiterverarbeitung oder der Anwendung eines jeden Stoffes aufgeführt. Die Angaben betreffen Einleitungen in den Rhein oder in seine Nebenflüsse.

Die Rubrik "kommunale Einleitungen" umfasst Einleitungen aus Haushalten und Industriebetrieben, die an das kommunale Abwassernetz angeschlossen sind (Indirekteinleiter). Dabei ist sowohl behandeltes als auch in sehr geringem Umfang unbehandeltes Abwasser berücksichtigt. Im Gegensatz zu früheren Bestandsaufnahmen werden die Regenüberläufe zu den diffusen Einträgen gezählt.

Die scheinbare Genauigkeit der in den Tabellen angegebenen Zahlen ergibt sich aus der Berechnungsmethode und nicht aus dem Messverfahren.

Abbildung 1: Grundschemata zur Quantifizierung der Eintragsquellen und der wichtigsten Eintragspfade

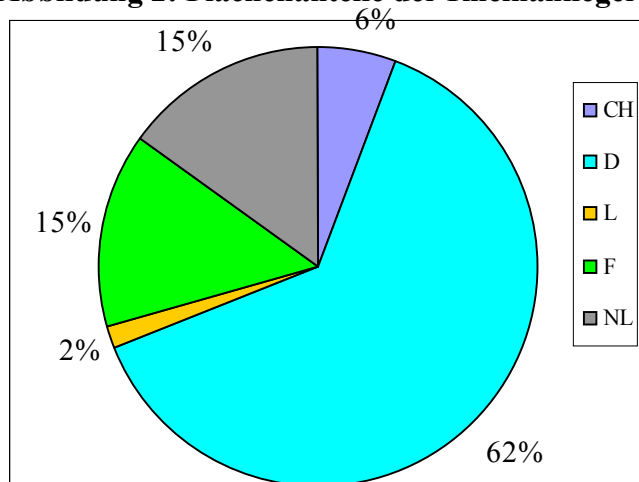


3. Struktur des Rheineinzugsgebietes

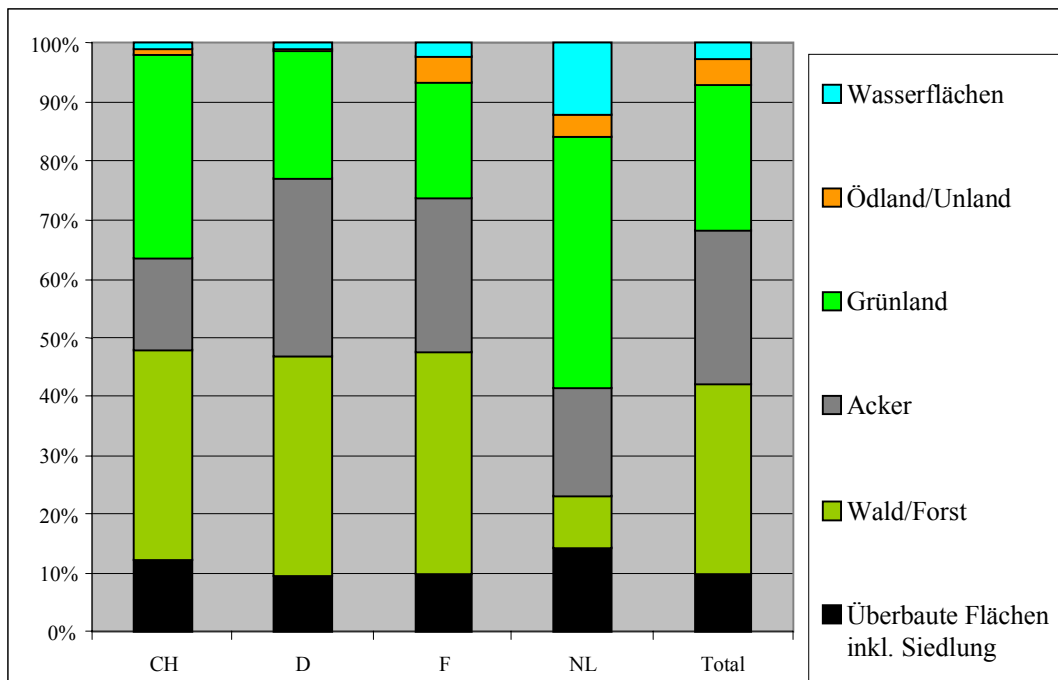
Das auf 9 Staaten verteilte Rheineinzugsgebiet ist mit seinen 185.000 km² eines der größten Flusseinzugsgebiete Europas. In seinem Gesamtverlauf über mehr als 1200 km haben fünf Staaten, die Schweiz, Frankreich, Deutschland, Luxemburg und die Niederlande den Hauptanteil am Einzugsgebiet. Aus hydrologischer Sicht ist der Rhein ein mittelgroßer Fluss. In diesem Gebiet leben aber immerhin ca. 50 Mio. Menschen; es weist intensive Bodennutzung und eine hohe Industriekonzentration auf. Kaum ein anderes Flusssystem der Welt kennt eine vergleichbar hohe Industriedichte. Der Rhein wird intensiv genutzt: zur Schifffahrt, zur Energieerzeugung, zur industriellen Produktion, zu Kühlzwecken für thermische Kraftwerke, für die Landwirtschaft, insbesondere während Trockenzeiten; die Rheinwasserwerke versorgen ca. 20 Mio. Menschen und die Industrie mit Trinkwasser.

Der Anteil jedes Rheinanliegerstaates an der Gesamtbelastung des Rheins mit Nährstoffen muss anhand der Größe, Struktur (siehe Tabelle 1 und Abbildung 3) und der Flächenanteile (siehe Abbildung 2) der nationalen Einzugsgebiete sowie deren Bevölkerungsdichte beurteilt und relativiert werden. Bei den Nährstoffeinträgen aus diffusen Quellen spielen auch Unterschiede in der Ausprägung verschiedener Umgebungsfaktoren in den verschiedenen Rheinanliegerstaaten eine Rolle: z.B. Topographie, Klima/Wetter, Art und Intensität der Bodennutzung und –bearbeitung, Dichte des Netzes oberirdischer Gewässer. Das Quantifizierungsverfahren für diffuse Einträge trägt besonderen länderspezifischen Bedingungen Rechnung.

Im Rahmen des neuen Rheinübereinkommens wurde das niederländische Vertragsgebiet erweitert. Während das alte niederländische Rheineinzugsgebiet bis zur Einflusszone des Tidegebiets reichte (siehe Abbildung 15 in Anlage 2), reicht das neue niederländische Vertragsgebiet bis an die Küstenlinie. Der niederländische Oberflächenanteil am gesamten Vertragsgebiet steigt somit von 5 auf 15 % und der Anteil der niederländischen Einwohner an der gesamten Einwohnerzahl von 7 auf 21 % . Das neu hinzugekommene Gebiet hat im Verhältnis zum alten Gebiet eine höhere Dichte an landwirtschaftlichen Betrieben, eine niedrigere Industriedichte und niedrigere Bevölkerungsdichte. Dieser Sachverhalt wirkt sich dahingehend auf die Bestandsaufnahme 1985 und 1996 aus, dass der Anteil der niederländischen punktuellen kommunalen Einleitungen und der landwirtschaftlichen diffusen Einträge im Verhältnis zu älteren Bestandsaufnahmen überproportional ansteigt. Infolge der unterschiedlichen Größe und Struktur des alten und neuen Vertragsgebiets können die 1992 publizierten, für das alte Gebiet ermittelten niederländischen diffusen Einträge nicht mit der jetzigen Bestandsaufnahmen verglichen werden.

Abbildung 2: Flächenanteile der Rheinanliegerstaaten am Rheineinzugsgebiet**Tabelle 1: Struktur des Reineinzugsgebietes (für Flächen unterhalb der großen Alpenrandseen)**

Land (Einheit = Km ²)	CH		D		L		F		NL		Total	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
Flächenanteile der Rheinanliegerstaaten	9 427	100	102.584	100	2 552	100	23 614	100	24 445	100	162 622	100
Überbaute Flächen inkl. Siedlung	1 145	12	9.421	9	306	12	2 398	10	3 479	14	16 749	10
Wald/Forst	3 383	36	37.703	37	884	35	8 829	37	2 165	9	52 964	33
Landwirtschaftliche Nutzfläche (gesamt)	4 713	50	54.189	52	1 244	48	10 798	46	14 975	61	85 919	53
Acker	1 455	15	30.220	30	543	21	6 153	26	4 435	18	42 806	26
Grünland	3 257	35	21.959	22	701	27	4 645	20	10 436	43	40 998	25
Ödland/Unland	100	1	388	1	103	4	1 011	4	873	4	2 475	2
Wasserflächen	86	1	883	1	15	1	578	2	2 953	12	4 515	3

Abbildung 3 : Struktur des Rheineinzugsgebietes

4. Gesamtphosphor (P)-Einträge

Gesamtphosphor (P)-Einträge 1985

Ein Blick auf die Phosphoremissionen von 1985 (siehe Tabelle 2 und Abbildung 5) zeigt unmittelbar, dass die kommunalen und industriellen punktuellen Einleitungen gegenüber den diffusen Einträgen bei weitem dominierten. Die punktuellen Einleitungen machten insgesamt 75 % der gesamten Einträge inklusive der natürlichen Hintergrundbelastung aus. Die kommunalen Einleitungen waren mehr als doppelt so groß wie die industriellen Einleitungen.

In Deutschland, Frankreich und der Schweiz waren Erosion und Oberflächenabfluss die wichtigsten diffusen Eintragungspfade für Phosphor. In den Niederlanden gelangte dagegen am meisten Phosphor über die Drainage und das Grundwasser in den Rhein. In der Summe aller Rheinanliegerstaaten waren die wichtigsten diffusen Eintragungspfade mit ca. 4 000 t P/a (6 % der Gesamteinträge) wie bei Stickstoff die Drainage und das Grundwasser. Auch die Erosion (4 % der Gesamteinträge) und der Oberflächenabfluss (2 % der Gesamteinträge) machten zusammen etwa 6 % der gesamten P-Einträge in das Rheineinzugsgebiet aus. Beide Eintragungspfade hatten in den flachen Niederlanden keine Bedeutung.

Obwohl die Landwirtschaft in allen Rheinanliegerstaaten die wichtigste diffuse Quelle war, stellten die diffusen Einträge aus der Kanalisation (Trennkanalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation und die nicht an eine Kläranlage angeschlossenen Einwohner) mit ca. 8 % der Gesamteinträge einen nicht zu vernachlässigenden Anteil dar.

Abbildung 4: Anteile der Drainage und des Grundwassers an den jeweiligen gesamten nationalen Einträgen (in % der gesamten nationalen Einträge)

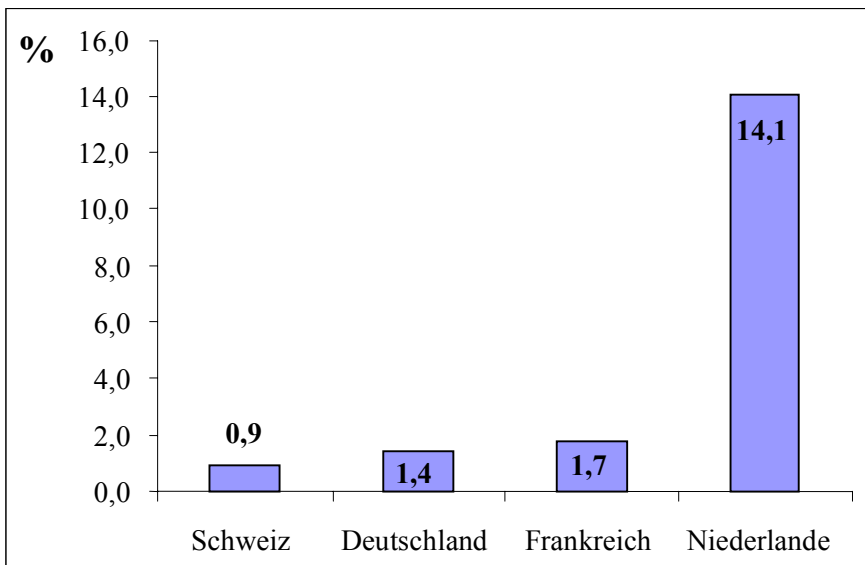


Abbildung 5: Gesamtphosphor (P)-Einträge 1985

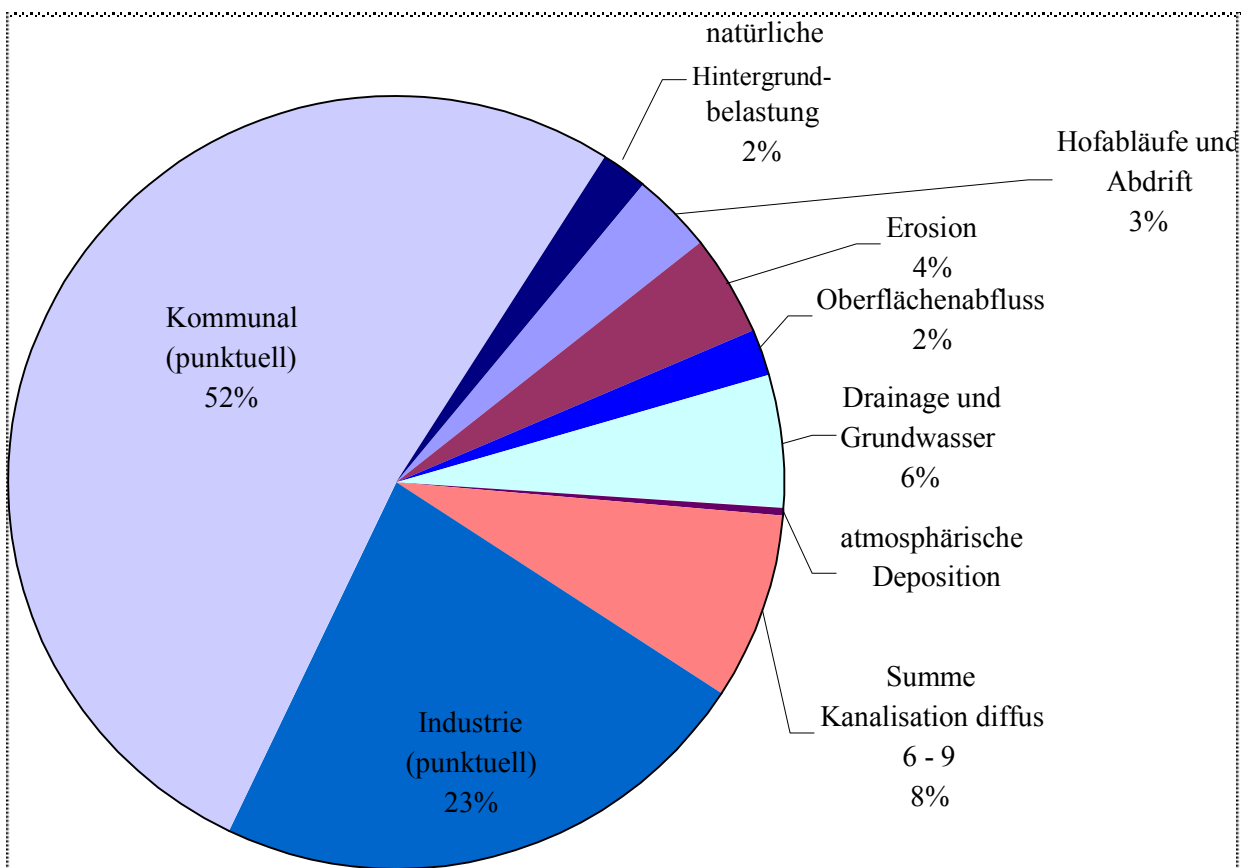


Tabelle 2: Gesamtphosphor (P)-Einträge 1985

Land		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Diffuse Einträge						
1	Hofabläufe und Abdrift	18	1 660	200	602	2 480
2	Erosion	126	2 480	380		2 986
3	Oberflächenabfluss	235	925	270		1 430
4.a	Drainage	15	95	63		
4.b	Grundwasser ¹⁾	12	460	60		
4	Drainage und Grundwasser ⁴⁾	27	555	123	3 480	4 185
5	Atmosphärische Deposition	6	42	10	37	95
6	Trennkanalisation ²⁾	6	110	7		
7	Mischwasserüberläufe bei Regen ³⁾		2 010	500	78	
8	Mischkanalisation Einleitungen ungeklärt	0	1 130	600	828	2 558
9	nicht angeschlossene Einwohner	30	75	100	405	610
6 - 9	Summe Kanalisation diffus	36	3 325	1 207	1 311	5 879
1 - 9	Summe diffus 1-9	448	8 987	2 190	5 430	17 055
Punktuelle Einleitungen						
10	Industrie (punktuell)	150	3 370	1 280	11 989	16 789
11	Kommunal (punktuell)	2 300	25 970	3 520	6 749	38 539
10 - 11	Summe punktuell	2 450	29 340	4 800	18 738	55 328
1 - 11	Summe diffus und punktuell	2 898	38 327	6 990	24 168	72 383
12	natürliche Hintergrundbelastung	98	625	108	524	1 355
1 - 12	Summe diffus, punktuell und Hintergrundbelastung	2 996	38 952	7 098	24 692	73 738
1) CH: inklusive Grünflächen in überbauten Gebieten 2) CH: nur ländlicher Raum berücksichtigt 3) CH: in Kommunal (punktuell) enthalten 4) NL: inklusive 3 "Oberflächenabfluss"						

Gesamtphosphor (P)-Einträge 1996

Die diffusen Einträge (siehe Tabelle 3) entsprechen 1996 mit ca. 12 800 t P/a fast genau den punktuellen Einleitungen mit 12 600 t P/a, wenn die vom Menschen nicht beeinflussbare natürliche diffuse Hintergrundbelastung nicht mitgezählt wird. Die punktuellen industriellen Einleitungen sind etwa halb so groß wie die punktuellen Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen.

Die wichtigsten diffusen Eintragspfade sind mit ca. 4 400 t P/a (16 % der Gesamteinträge) wie bei Stickstoff die Drainage und das Grundwasser. Auch die Erosion (11 % der Gesamteinträge) und der Oberflächenabfluss (5 % der Gesamteinträge) machen zusammen etwa 16 % der gesamten P-Einträge des Rheineinzugsgebiets aus. Beide Eintragspfade haben in den flachen Niederlanden keine Bedeutung. Hier sind andere Eintragswege wichtiger. Einige spezifische, landwirtschaftliche Ursachen (Drainage und Grundwasser) führen in den Niederlanden zu einem deutlich unterschiedlichen Bild der relevanten Eintragspfade als in den anderen Rheinanliegerstaaten.

Die diffusen Einträge aus der Kanalisation (Trennkanalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation und die nicht an Kläranlagen angeschlossenen Einwohner) stellen mit ca. 9 % der Gesamteinträge einen nicht zu vernachlässigenden Eintragspfad dar.

Abbildung 6: Gesamtphosphor (P)-Einträge 1996

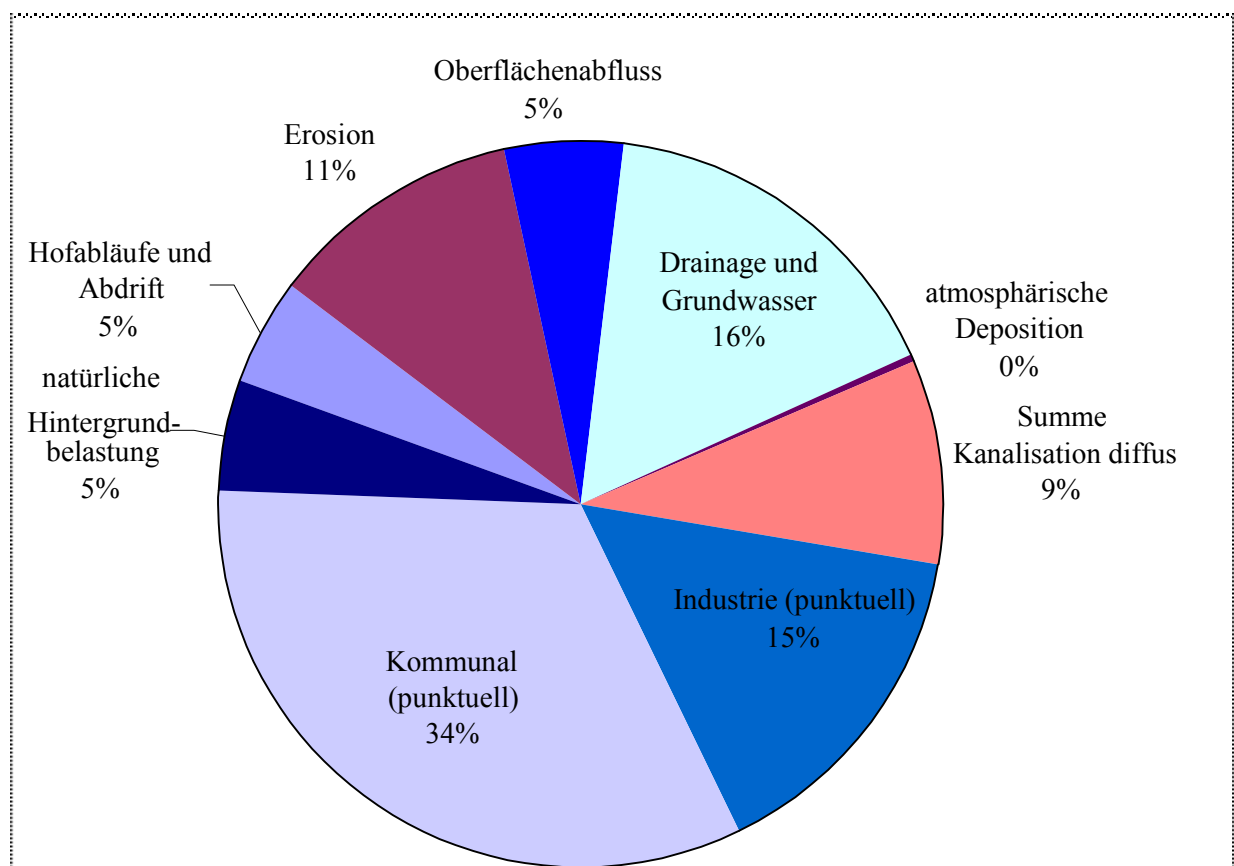


Tabelle 3: Gesamtphosphor (P)-Einträge 1996

Land		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Diffuse Einträge						
1	Hofabläufe und Abdrift	5	830	140	289	1 264
2	Erosion	55	2 685	340	0	3 080
3	Oberflächenabfluss	156	995	240		1 391
4.a	Drainage	39	100	60		
4.b	Grundwasser ¹⁾	17	460	60		
4	Drainage und Grundwasser ³⁾	56	560	120	3 641	4 377
5	Atmosphärische Deposition	5	40	10	56	111
6	Trennkanalisation ²⁾	10	135	7		
7	Mischwasserüberläufe bei Regen	152	990	265	83	1 490
8	Mischkanalisation Einleitungen ungeklärt	0	195	330	99	624
9	nicht angeschlossene Einwohner	10	22	75	61	168
6 - 9	Summe Kanalisation diffus	172	1 342	677	243	2 434
1 - 9	Summe diffus 1-9	449	6 452	1 527	4 229	12 657
Punktuelle Einleitungen						
10	Industrie (punktuell)	35	590	410	3 000	4 035
11	Kommunal (punktuell)	900	4 925	830	2 071	8 726
10 - 11	Summe punktuell	935	5 515	1 240	5 071	12 761
1 - 11	Summe diffus und punktuell	1 384	11 967	2 767	9 300	25 418
12	natürliche Hintergrundbelastung	138	605	108	524	1 375
1 - 12	Summe diffus, punktuell und Hintergrundbelastung	1 522	12 572	2 875	9 824	26 793
1) CH: inklusive Grünflächen in überbauten Gebieten						
2) CH: nur ländlicher Raum berücksichtigt						
3) NL: inklusive 3 "Oberflächenabfluss"						

Vergleich der Gesamtphosphor (P)-Einträge von 1985 und 1996

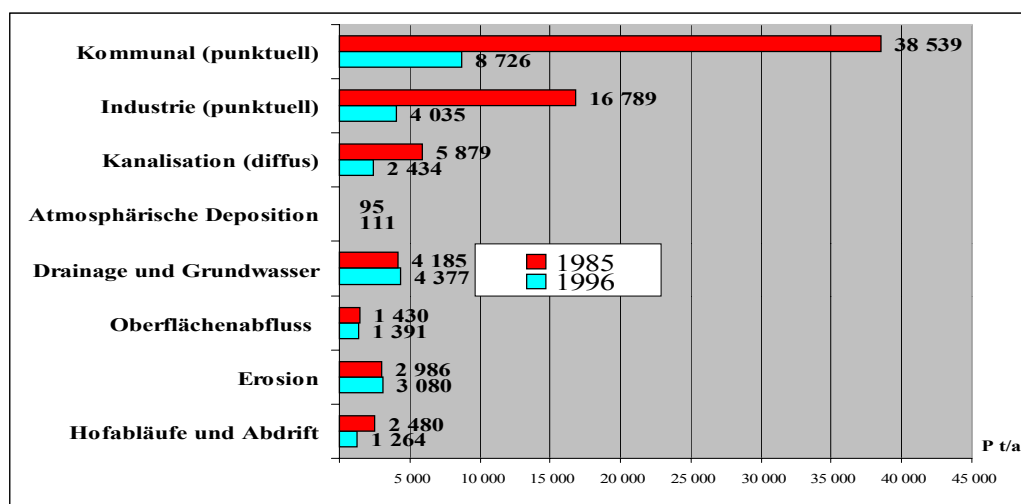
Die gesamten anthropogenen Einträge (siehe Tabelle 4 und Abbildung 7) haben sich von 1985 bis 1996 von insgesamt ca. 72 400 t P/a auf ca. 25 400 t P/a verringert. Diese Abnahme um 65% liegt weit über dem Ziel einer Reduzierung der gesamten Einträge um 50 %. Die Abnahme der gesamten Emissionen des Rheineinzugsgebiets wurde fast nur durch die Reduktion der punktuellen Einleitungen um 77 % (kommunal) bzw. 76 % (industriell) erreicht. Durch diese starke Reduktion hat sich der Anteil der punktuellen Einleitungen an den gesamten Einträgen von 75 % (1985) auf 49 % (1996) verringert. Auch bei den diffusen Einträgen aus der Kanalisation (Trennkanalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation, nicht angeschlossene Einwohner) konnte insgesamt eine große Reduzierung von 59 % erreicht werden, die aber wegen des geringen Beitrags dieser Einträge zu den gesamten Einträgen wenig ins Gewicht fällt.

Die Einträge aus Hofabläufen und Abdrift haben abgenommen. Alle anderen Einträge, die vorwiegend durch die Landwirtschaft geprägt sind, haben leicht zugenommen. Da die punktuellen Einleitungen aber stark reduziert wurden, hat sich der Anteil diffuser Einträge an den gesamten Einträgen stark erhöht.

Tabelle 4: Vergleich der Phosphor (P)-Einträge (in t P/a) von 1985 bis 1996

	1985	1996	Änderung in %
Hofabläufe und Abdrift	2 480	1 264	- 49
Erosion	2 986	3 080	+ 3
Oberflächenabfluss	1 430	1 391	- 3
Drainage und Grundwasser	4 185	4 377	+ 5
Atmosphärische Deposition	95	111	+ 17
Kanalisation (diffus)	5 879	2 434	- 59
Industrie (punktuell)	16 789	4 035	- 76
Kommunal (punktuell)	38 539	8 726	- 77
Summe diffus und punktuell	72 383	25 418	- 65

Abbildung 7: Reduzierung der Gesamtphosphor (P)-Einträge von 1985 bis 1996 in t P/a



5. Gesamtstickstoff (N)-Einträge

Gesamtstickstoff (N)-Einträge 1985

Bei den für das Jahr 1985 neugeschätzten Stickstoffemissionen (siehe Tabelle 5 und Abbildung 9) wird klar, dass 1985 die punktuellen Einleitungen mit ca. 284 000 t N/a gegenüber den diffusen Einträgen mit ca. 249 000 t N/a leicht dominierten, sofern die durch den Menschen nicht beeinflussbare natürliche Hintergrundbelastung nicht mitgezählt wird.

In allen IKSR-Mitgliedstaaten bildete die Landwirtschaft (Drainage und Grundwasser, Hofabläufe und Abdrift) die wichtigste diffuse Stickstoffquelle. Der wichtigste diffuse Eintragsweg für Stickstoff ging über Grundwasser/Drainage. In den Niederlanden ist eine Unterscheidung zwischen Drainage und Grundwasser nicht möglich. Im Vergleich zu den Phosphoreinträgen spielt Stickstoff im Oberflächenabfluss eine geringe Rolle.

Die diffusen Einträge aus der Kanalisation (Trennkanalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation) stellten mit ca. 4 % einen nicht relevanten Eintragspfad dar.

Der mit 1 % ebenfalls unbedeutende Anteil an der direkten Deposition (Ablagerung von Luftinhaltsstoffen über Regen, Tau, Nebel, Staub und Gase) auf die Gewässer ist unter anderem vom Flächenanteil der Gewässer an der Gesamtfläche und von der deponierten Stickstoffmenge abhängig. In den Niederlanden ist der Flächenanteil der Gewässer gegenüber den anderen Staaten relativ hoch (12 %), und somit ist auch die Bedeutung der Deposition als diffuse Stickstoffquelle etwas größer.

Die Hintergrundbelastung (Nährstoffflüsse, die ohne Beeinflussung durch den Menschen in die Gewässer gelangen; Urzustand) ist in der Schweiz wegen der hohen Niederschläge im alpinen Bereich von wesentlicher Bedeutung. In Deutschland und Frankreich gibt es fast keinen Unterschied im Anteil der Hintergrundbelastung.

Abbildung 8: Anteil der Hintergrundbelastung an den jeweiligen gesamten nationalen Einträgen (in Prozent der nationalen Gesamteinträge)

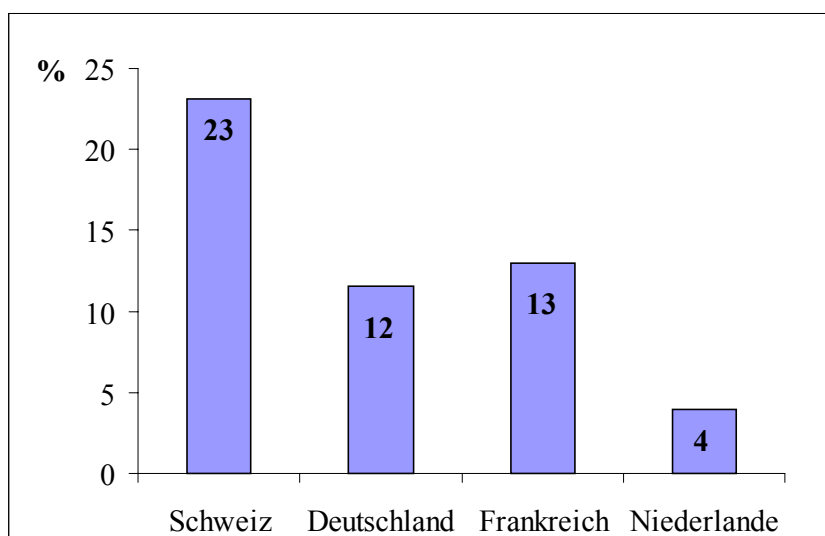
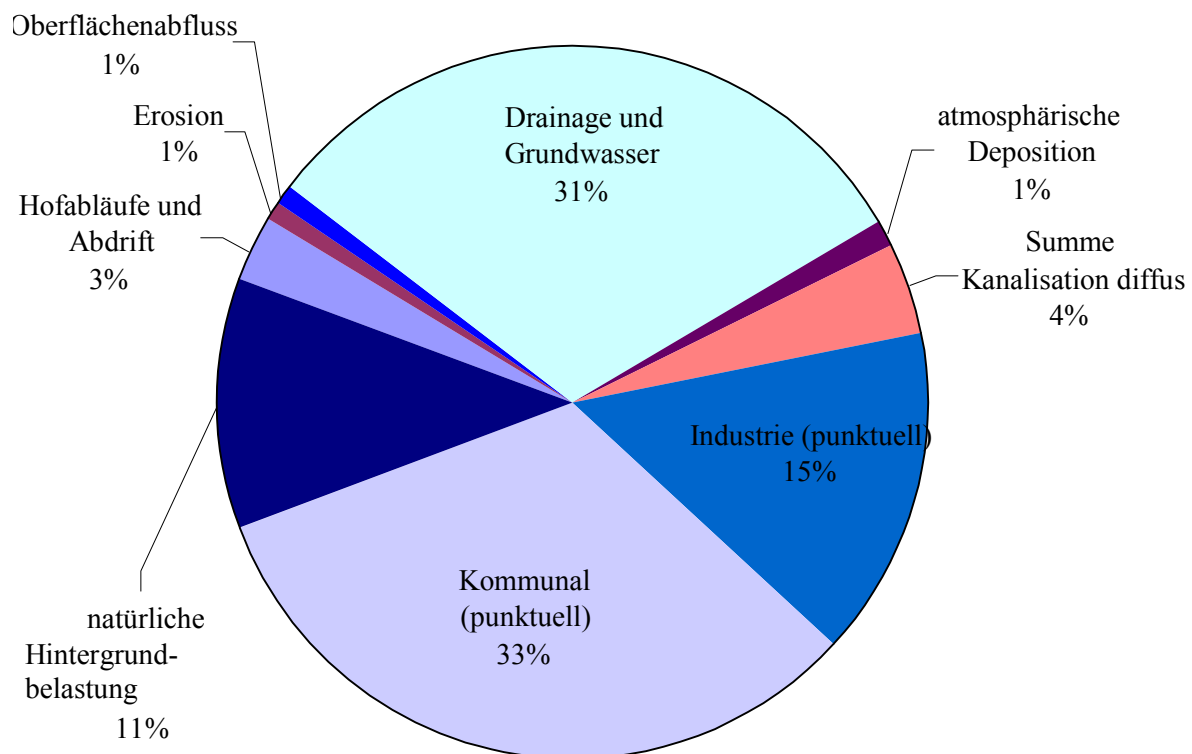


Abbildung 9: Gesamtstickstoff (N)-Einträge 1985

Gesamtstickstoff (N)-Einträge 1996

Die diffusen Einträge (siehe Tabelle 6 und Abbildung 10) dominieren 1996 mit ca. 230 000 t N/a bei weitem gegenüber den punktuellen Einleitungen mit ca. 162 000 t N/a, auch wenn die vom Menschen nicht beeinflussbare natürliche diffuse Hintergrundbelastung nicht mitgezählt wird. Die punktuellen industriellen Einleitungen machen nur einen Bruchteil der punktuellen Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen aus.

In allen IKSR-Mitgliedstaaten bildet auch 1996 die Landwirtschaft (Drainage und Grundwasser, Hofabläufe und Abdrift) eine der wichtigsten diffusen Stickstoffquellen. Der bei weitem wichtigste diffuse Eintragsweg für Stickstoff geht über Grundwasser/Drainage. In den Niederlanden ist eine Unterscheidung zwischen Drainage und Grundwasser nicht möglich. Im Vergleich mit den Phosphoreinträgen spielt Stickstoff im Oberflächenabfluss eine geringe Rolle.

Die diffusen Einträge aus der Kanalisation (Trennkanalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation) stellen mit ca. 3 % einen nicht relevanten Eintragspfad dar.

Der mit 1 % ebenfalls unbedeutende Anteil an der direkten Deposition (Ablagerung von Luftinhaltsstoffen über Regen, Tau, Nebel, Staub und Gase) auf die Gewässer ist unter anderem vom Flächenanteil der Gewässer an der Gesamtfläche und von der deponierten Stickstoffmenge

abhängig. In den Niederlanden ist der Flächenanteil der Gewässer gegenüber den anderen Staaten relativ hoch (12 %), und somit ist auch die Bedeutung der Deposition als diffuse Stickstoffquelle etwas größer.

Die schweizerischen Angaben zur Größe der Hintergrundbelastung (Nährstoffflüsse, die ohne Beeinflussung durch den Menschen in die Gewässer gelangen; Urzustand) haben sich infolge eines neuen Schätzverfahrens im Verhältnis zu 1985 geändert.

Abbildung 10: Gesamtstickstoff (N)-Einträge 1996

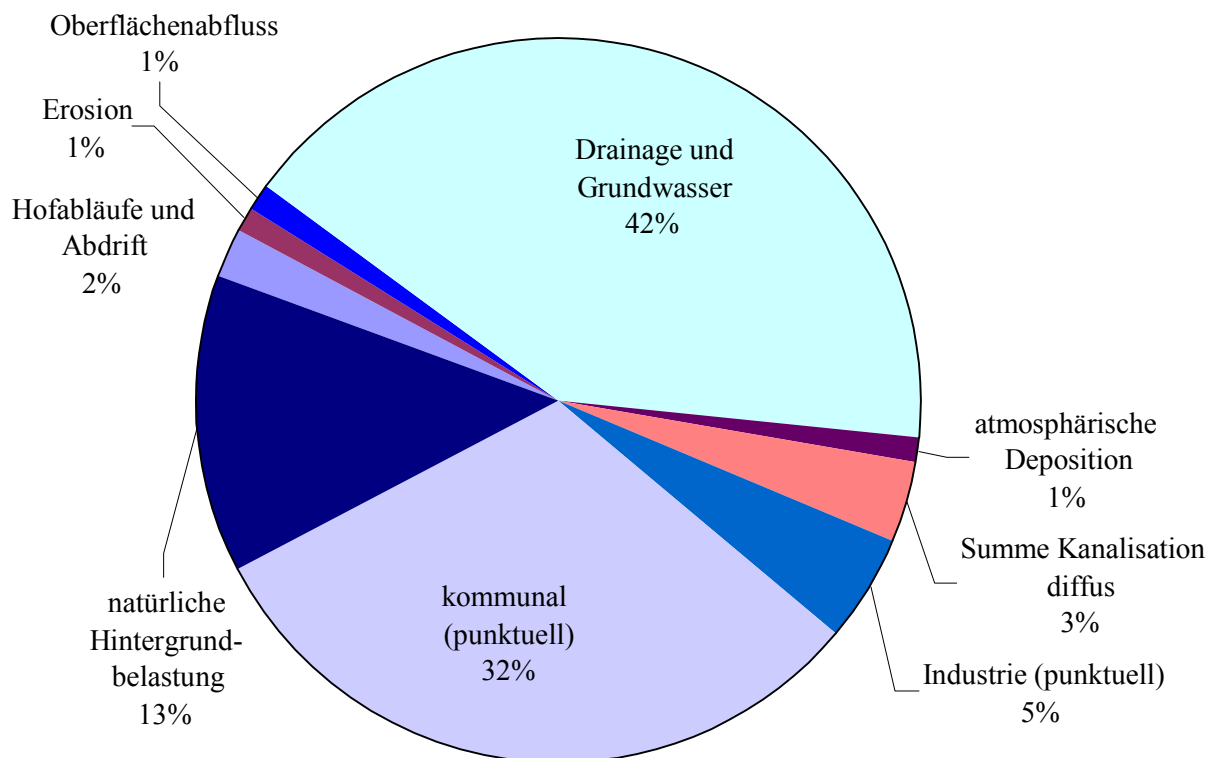


Tabelle 6: Gesamtstickstoff (N)-Einträge 1996

Land		CH	D	F	NL	Total
		t/a	t/a	t/a	t/a	t/a
Diffuse Einträge						
1	Hofabläufe und Abdrift	23	4 200	1 000	4 545	9 768
2	Erosion	150	4 540	300	0	4 990
3	Oberflächenabfluss	224	4 540	600	254	5 618
4.a	Drainage	2 264	17 450	2 500		
4.b	Grundwasser ¹⁾	10 075	82 090	18 500		
4	Drainage und Grundwasser	12 339	99 560	21 000	54 699	187 598
5	Atmosphärische Deposition	162	2 070	150	3 688	6 070
6	Trennkanalisation ²⁾	75	1 600	600	759	3 034
7	Mischwasserüberläufe bei Regen	716	4 830	1 070	699	7 315
8	Mischkanalisation Einleitungen ungeklärt	0	1 700	1 310	928	3 938
9	nicht angeschlossene Einwohner	100	520	310	577	1 507
6 - 9	Summe Kanalisation diffus	891	8 650	3 290	2 963	15 794
1 - 9	Summe diffus 1-9	13 789	123 560	26 340	66 149	229 838
Punktuelle Einleitungen						
10	Industrie (punktuell)	1 000	13 740	4 400	2 160	21 300
11	Kommunal (punktuell)	14 300	95 760	9 510	21 377	140 947
10 - 11	Summe punktuell	15 300	109 500	13 910	23 537	162 247
1 - 11	Summe diffus und punktuell	29 089	233 060	40 250	89 686	392 085
12	natürliche Hintergrundbelastung	4 729	43 120	8 400	3 794	60 043
1 - 12	Summe diffus, punktuell und Hintergrundbelastung	33 818	276 180	48 650	93 480	452 128
1) CH: inklusive Grünflächen in überbauten Gebieten 2) CH: nur ländlicher Raum berücksichtigt						

Vergleich der Gesamtstickstoff (N)-Einträge von 1985 und 1996

Die gesamten anthropogenen Einträge haben sich von 1985 bis 1996 (siehe Tabelle 7 und Abbildung 11) von insgesamt ca. 532 000 t N/a 1985 auf ca. 392 000 t N/a 1996 verringert. Diese Abnahme um 26 % liegt weit unter dem Reduzierungsziel für die gesamten Einträge von 50%.

Die Abnahme der gesamten Einträge wurde hauptsächlich durch die Reduktion der punktuellen Einleitungen, insbesondere der industriellen Einleitungen erreicht. Der Anteil der industriellen Einleitungen an den gesamten Einträgen hat sich von 15 % (1985) auf 5 % (1996) verringert.

Wesentlicher Grund für die relativ geringe Abnahme der gesamten Einträge ist der fast unveränderte Eintrag über Drainage und Grundwasser. Aber auch ohne diesen bedeutenden Eintragspfad (31 % der Gesamteinträge 1985 und 42 % der Gesamteinträge 1996) liegt die Reduzierung der gesamten Einträge mit ca. 40 % unter dem Mindestziel von 50 %.

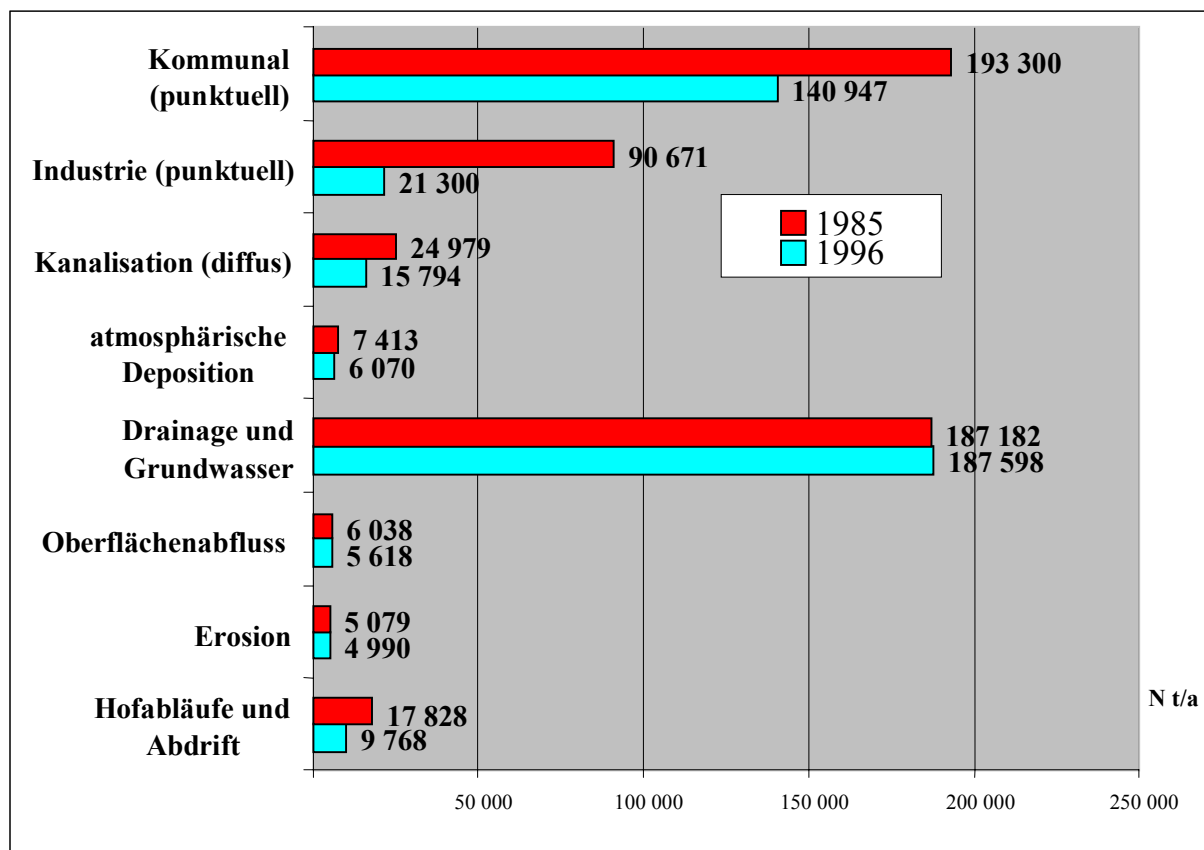
Die langjährige Verzögerung zwischen den Reduzierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und den Effekten auf das Grund-/Drainagewasser (1985 und 1996 ca. 187 000 t N/a) und insbesondere der stark verzögerte Transport des Nitrat-Stickstoffs über das Grund- oder Drainagewasser in den Rhein hat zur Folge, dass die Schätzung dieser Einträge für die Überprüfung der Auswirkungen der Reduzierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft zu wenig genau ist. Ein geeignetes, die aktuellen Eintragsänderungen besser widerspiegelndes Instrument wäre zum Beispiel die Ermittlung der Änderungen der Nährstoffüberschüsse.

Während die Industrie eine Reduzierung ihrer punktuellen Einleitungen um 77 % vorweisen kann, haben sich die punktuellen Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen nur um 27 % reduziert. Auch bei den diffusen Einträgen aus der Kanalisation (Trennkalisation, Mischwasserüberläufe bei Regen, ungeklärte Einleitungen aus der Mischkanalisation, nicht angeschlossene Einwohner) wurde insgesamt eine ungenügende Reduzierung von 37 % erreicht.

Tabelle 7: Vergleich der Gesamtstickstoff (N)-Einträge (in t N/a) von 1985 bis 1996

	1985	1996	Änderung in %
Hofabläufe und Abdrift	17 828	9 768	- 45
Erosion	5 079	4 990	- 2
Oberflächenabfluss	6 038	5 618	- 7
Drainage und Grundwasser	187 182	187 598	
Atmosphärische Deposition	7 413	6 070	- 18
Kanalisation (diffus)	24 979	15 794	- 37
Industrie (punktuell)	90 671	21 300	- 77
Kommunal (punktuell)	193 300	140 947	- 27
Summe diffus und punktuell	532 490	392 085	- 26

Abbildung 11: Abnahme der N-Einträge über die verschiedenen Eintragspfade von 1985 bis 1996 in t N/a



6. Plausibilitätsanalyse der Gesamtposphor- und –stickstoffeinträge

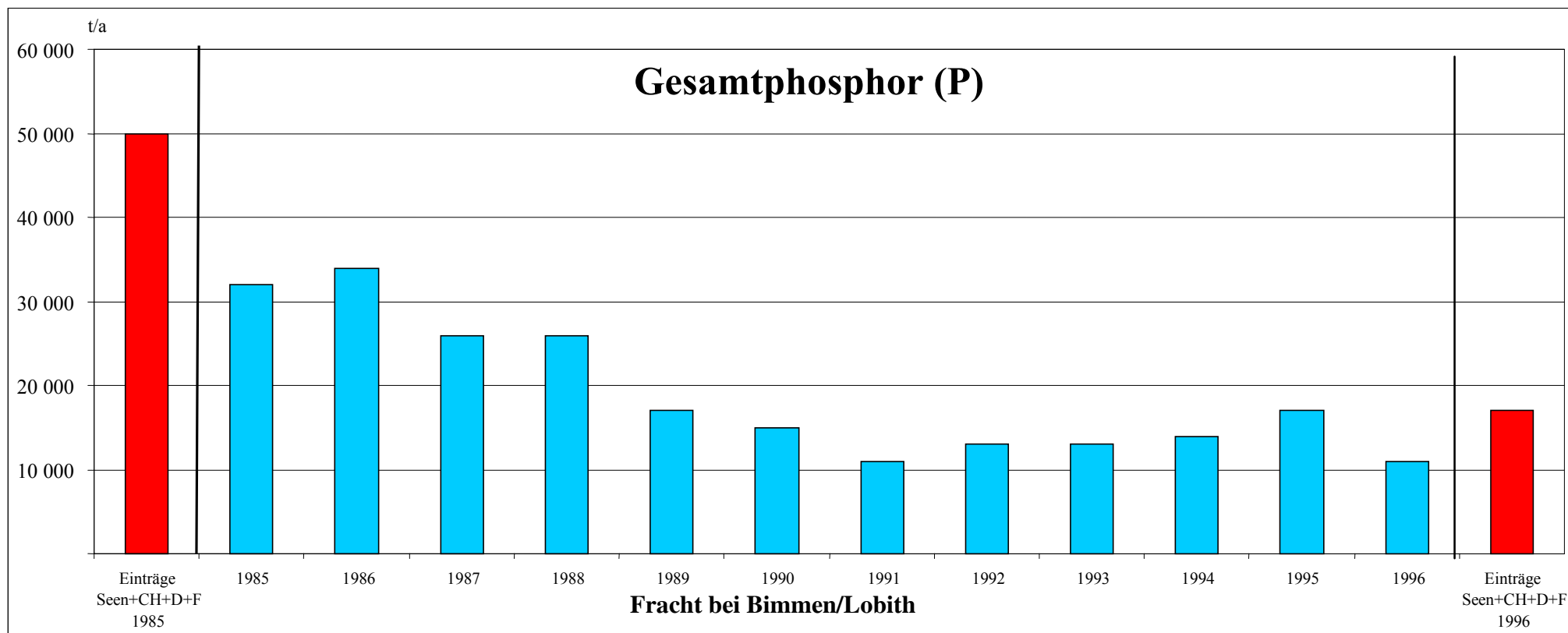
Zur Plausibilitätsanalyse wurden die Eintragsmengen der Schweiz, Frankreichs und Deutschlands im Jahre 1996 mit den geschätzten Frachten im Rhein bei Bimmen/Lobith der Jahre 1985 bis 1996 verglichen. Mit dieser Plausibilitätsanalyse sollte eine Abschätzung der Zuverlässigkeit der Quantifizierung der Einträge, insbesondere jener aus diffusen Quellen, erreicht werden. Die Plausibilitätsanalyse wurde nur für die internationale Messstation Bimmen/Lobith durchgeführt.

Bei Verwendung von Frachtangaben für Trendaussagen, für die Überprüfung von Reduktionsquoten und für den Vergleich mit den punktuellen Einleitungen und diffusen Einträgen oberhalb der jeweiligen Messstation sollte beachtet werden, dass:

- Frachten stark vom Abfluss abhängen und daher für Trendaussagen nur Frachten aus Jahren mit vergleichbaren Abflusssituationen herangezogen werden dürfen;
- 1991 und 1996 relativ trockene Jahre waren (langjähriger mittlerer Abfluss Lobith = $2200 \text{ m}^3/\text{s}$). 1987, 1988, 1994 und 1995 dagegen waren sehr nasse Jahre, mit einem mittleren Abfluss von etwa $2800 \text{ m}^3/\text{s}$, was zu hohen Frachten führte. Wenn der Abfluss niedriger ist, wird die Fracht erwartungsgemäß ebenfalls niedriger sein. Dies ist für 1991 und 1996 der Fall.
- eine Konzentration von $1 \mu\text{g}/\text{l}$ über ein Jahr im Rhein bei Bimmen/Lobith einer Fracht von 70 t entspricht;

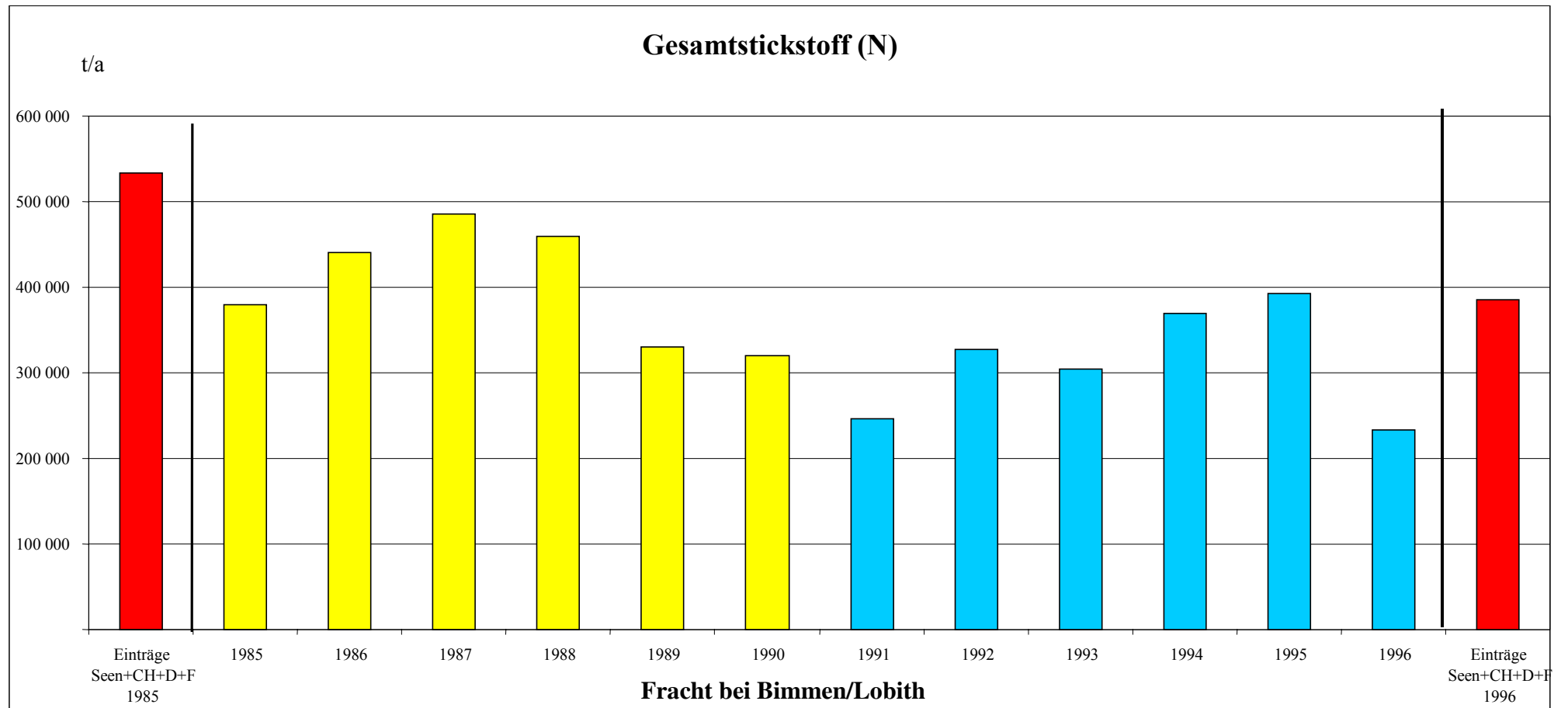
Plausibilitätsanalyse für Gesamtphosphor (P)

Abbildung 12: Gesamtphosphor (P)-Frachten bei Bimmen/Lobith und Gesamteinträge bis Bimmen/Lobith



Plausibilitätsanalyse für Gesamtstickstoff (N)

Abbildung 13: Gesamtstickstoff (N)-Frachten bei Bimmen/Lobith und Gesamteinträge bis Bimmen/Lobith ¹⁾



1) Die Frachten von 1985 bis 1990 wurden auf der Basis der Stickstoffkomponenten grob geschätzt.

Infolge der zum Teil langen Fließwege (besonders bei Stickstoff) werden sich Verminderungen der Nährstoffeinträge erst in einigen Jahren /Jahrzehnten im Rhein auswirken.

Aus diffusen Quellen gelangt der Stickstoff zum größten Teil durch Auswaschung in die Tiefe und durch Quell- sowie Grundwasseraustritte in die Oberflächengewässer und damit in den Rhein. Dieser lange Transportweg erschwert einerseits die Abschätzung der genauen Stickstoffemissionen in den Rhein, weil unterwegs viele, teils noch unbekannte Wechselwirkungen verborgen sind. Andererseits ist mit dem langen Transportweg auch eine zeitliche Verzögerung verbunden, die nur schwer abschätzbar ist. So kann zum Beispiel die Aufenthaltszeit des Wassers in der ungesättigten Bodenzone und im Grundwasser im nordostdeutschen Flachland bis zu 500 Jahre betragen. So stellt sich die Frage, mit welcher Verzögerung der Stickstoff aus diffusen Quellen im Rhein auftaucht, was entscheidend ist für die Abschätzung der Wirkung von Reduktionsmaßnahmen in Zusammenhang mit dem erklärten Reduktionsziel von 50%. Erste, noch sehr unsichere Schätzungen für das deutsche Rheineinzugsgebiet ergeben Verzögerungen von 2 bis 10 Jahren zwischen Änderungen der Stickstoffüberschüsse auf den landwirtschaftlichen Flächen und Änderungen der Stickstoffkonzentrationen im Rhein selbst (Behrendt, 1999).

Aus den Ergebnissen der Plausibilitätsanalyse lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die in der Bestandsaufnahme 1996 ermittelten gesamten Phosphor- und Stickstoffeinträge liegen in derselben Größenordnung, wie die entsprechenden Phosphor- und Stickstofffrachten im Rhein.
- Die verwendeten Methoden zur Ermittlung der Nährstoffeinträge aus punktuellen und diffusen Quellen liefern Resultate, welche den Zweck im Rahmen der Bestandsaufnahme der Nährstoffeinträge in den Rhein voll erfüllen.
- Die erarbeitete Methode zur Abschätzung der diffusen Nährstoffeinträge in den Rhein stellt ein geeignetes Instrument dar, um die relative Bedeutung der vielfältigen Quellen und Eintragswege dieser Stoffe aufzuzeigen.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Phosphor spielt für die Eutrophierungserscheinungen des Rheins, insbesondere in den staugeregelten Teilen und für die großen, durch den Rhein gespeisten niederländischen Seen, z.B. das IJsselmeer, die Hauptrolle; d.h., diese Gewässer sind, im Gegensatz zur Nordsee, Phosphor-limitiert.

Die gesamten anthropogenen Phosphor-Einträge haben sich von 1985 bis 1996 von insgesamt ca. 70 000 t P/a auf ca. 25 000 t P/a verringert. Diese Abnahme um 65 % liegt weit über dem Ziel einer Reduzierung der gesamten Einträge um 50 %. Die Abnahme der gesamten Emissionen des Rheineinzugsgebiets wurde fast nur durch die Reduktion der punktuellen Einleitungen um 77 % (kommunal) bzw. 76 % (industriell) erreicht. Durch diese starke Reduktion hat sich der Anteil der punktuellen Einleitungen an den gesamten Einträgen von 75 % (1985) auf 49 % (1996) verringert.

Die **Stickstoffbelastung** ist für die Eutrophierung flacher Meere, wie zum Beispiel der Nordsee von großer Bedeutung. Die Nordseeanliegerstaaten und die IKSr haben als Folge der im Laufe der 80er Jahre deutlich gewordenen Überdüngungserscheinungen beschlossen, die Stickstoffeinträge von 1985 bis 1995 um 50 % zu vermindern.

Die gesamten anthropogenen Stickstoffeinträge haben sich von 1985 bis 1996 von insgesamt ca. 530 000 t N/a 1985 auf ca. 390.000 t N/a 1996 verringert. Diese Abnahme um 26 % liegt weit unter dem Reduzierungsziel für die gesamten Einträge von 50%. Die Abnahme der gesamten Einträge wurde hauptsächlich durch die Reduktion der punktuellen Einleitungen, insbesondere der industriellen Einleitungen erreicht.

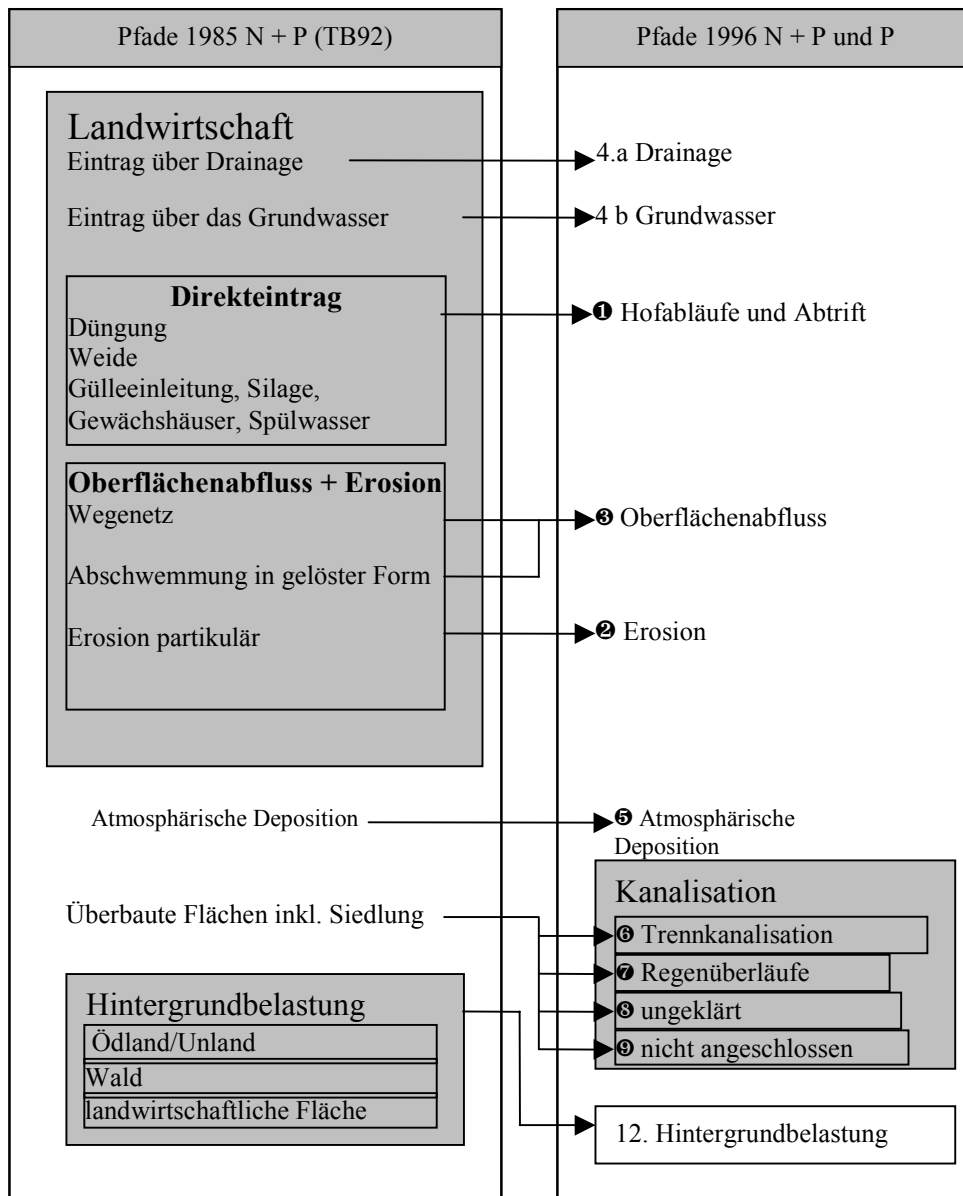
Wesentlicher Grund für die relativ geringe Abnahme der gesamten Einträge ist der fast unveränderte Eintrag über Drainage und Grundwasser. Die langjährige Verzögerung zwischen den Reduzierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und den Effekten auf das Grund-/Drainagewasser (1985 und 1996 ca. 187 000 t N/a) und insbesondere der stark verzögerte Transport des Nitrat-Stickstoffs über das Grund- oder Drainagewasser in den Rhein hat zur Folge, dass die Schätzung dieser Einträge für die Überprüfung der aktuellen Auswirkungen der Reduzierungsmaßnahmen in der Landwirtschaft zu wenig genau ist.

Infolge der zum Teil langen Fließwege werden sich Verminderungen der Stickstoffeinträge erst in einigen Jahren /Jahrzehnten im Rhein auswirken.

Die **Plausibilitätsanalyse** hat gezeigt, dass die verwendeten Methoden zur Ermittlung der Nährstoffeinträge aus punktuellen und diffusen Quellen Resultate liefern, welche den Zweck im Rahmen der Bestandsaufnahme der Nährstoffeinträge in den Rhein voll erfüllen.

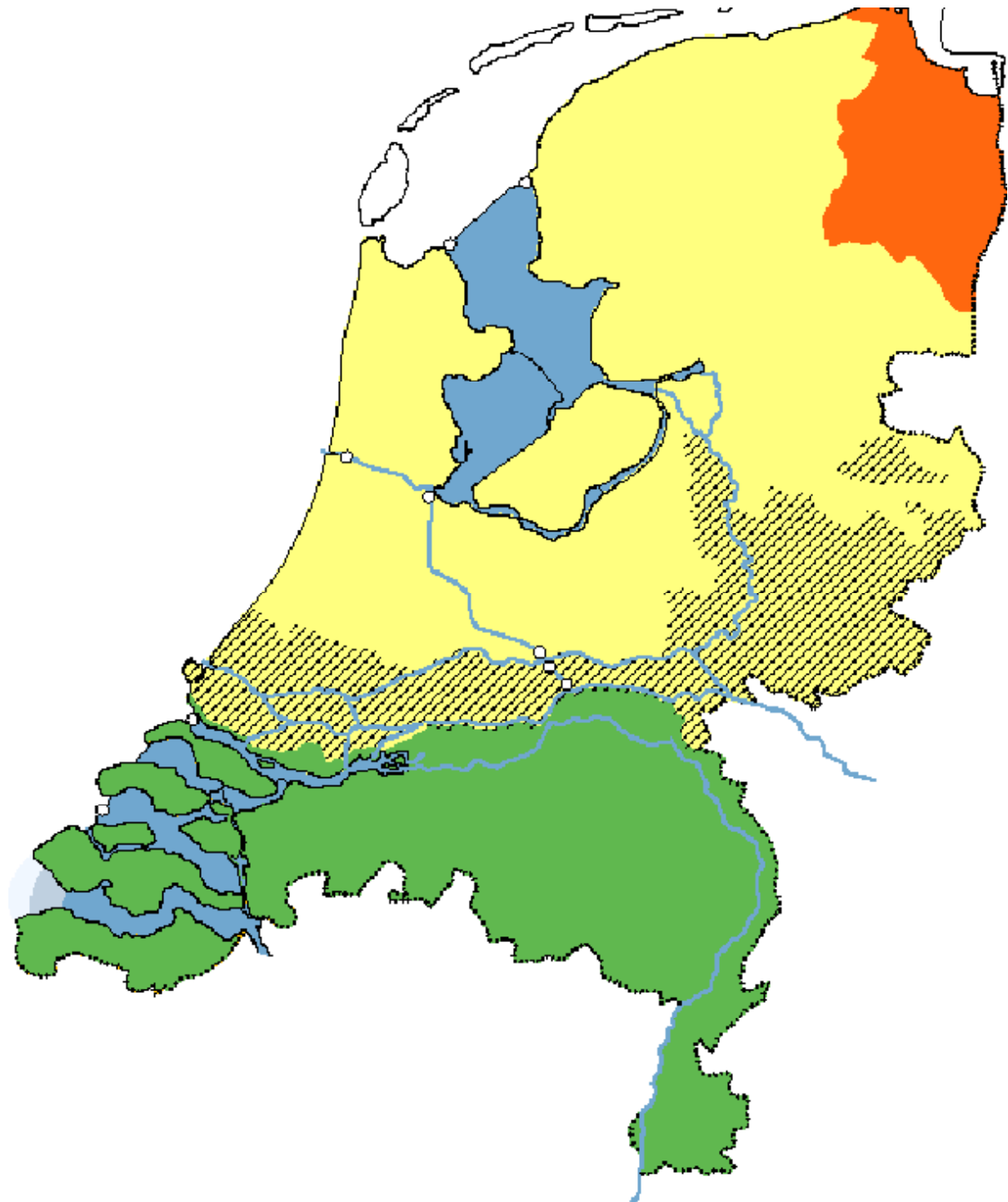
Anlage 1

Abbildung 14: Vergleich der bei den verschiedenen Bestandsaufnahmen analysierten Pfade



Anlage 2**Abbildung 15: Einteilung des niederländischen Rheineinzugsgebiets**

Einzugsgebiete von Ems, Rhein, Maas und Schelde in den Niederlanden. Der schraffierte Teil stellt das (kleinere) Gebiet nach der alten und das gelbe (größere) das Gebiet nach der neuen Definition des niederländischen Rheineinzugsgebiets dar.



Anlage 3**Tabelle 8: Erklärungen zu den im Bericht verwendeten Begriffen**

Ackerland	offenes Ackerland einschließlich Sonderkulturen wie Obst, Gemüse, Wein und Hopfen, aber ohne Wiese und Weiden
Abdrift	Verbreitung durch Wind bei der Anwendung (Verwehen des Sprühnebels)
Abschwemmung	siehe Oberflächenabfluss
Atmosphärische Deposition	nasse: Ablagerung von Luftschadstoffen über Regen oder Tau trockene: Ablagerung von Luftschadstoffen über Stäube gasförmige: Ablagerung von Luftschadstoffen über Gase
Bodenabtrag	siehe Erosion
Diffuse Einträge	Schadstoffeinträge, welche nicht in einer punktförmigen Quelle erfasst werden können (Landwirtschaft, Wald, überbaute Gebiete niederer Dichte, Atmosphäre). Des Weiteren auch Einleitungen aus der Trennkanalisation, durch Regenüberläufe aus der Mischkanalisation und von nicht an eine Kanalisation angeschlossenen Einwohnern.
Drainage	künstliche Entwässerung durch geschlitzte Rohrleitungen und/oder offene Gräben
Düngemittel	Hofdünger und Mineraldünger
Erosion	pro Zeiteinheit auf einer bestimmten Fläche durch oberflächlich abfließendes Wasser abtransportierte Bodenmenge einschließlich der an sie gebundenen Schadstoffe
Geogene Quellen	Stoffeinträge durch Kontakt des abfließenden Wassers mit dem Muttergestein
Hofabläufe	direkt vom landwirtschaftlichen Betrieb in die Oberflächengewässer gelangender Abfluss
Mischkanal	Kanal, welcher häusliches und industrielles Abwasser wie auch Dach- und Straßenabwasser zu einer kommunalen Abwasserrei-

Mischwasserüberläufe	nigungsanlage abführt Mischwasserentlastungen von Mischkanälen bei Regenereignissen
Oberflächenabfluss	Transport von gelösten Schadstoffen mit dem auf der Bodenoberfläche abfließenden Wasser (auch als "Abschwemmung" bezeichnet)
Oberflächengewässer	Fließgewässer und Seen im Rheineinzugsgebiet

Anlage 4**Schätzverfahren für die Hintergrundbelastung****Schweizerisches Schätzverfahren****Hinweise zur Berechnung der natürlichen Hintergrundbelastung im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (Volker Prasuhn (FAL 2000))****Natürliche Hintergrundbelastung**

Die natürliche Hintergrundbelastung wird durch die natürlichen, d.h. nicht auf anthropogene Luftverschmutzung zurückzuführenden Stoffmengen des Niederschlages und durch die Stoffkonzentrationen des abfließenden Wassers, welche unter natürlicher Vegetation (= Wald, unproduktive Vegetation sowie vegetationslose Flächen) durch die Eigenschaften der Boden- und Gesteinsschichten bedingt sind, bestimmt. Die **anthropogene diffuse Belastung** resultiert also aus allen Veränderungen bezüglich Fließwegen, Abflussmengen sowie Stoffkonzentrationen des Wassers gegenüber einem Zustand mit potentieller natürlicher Vegetation. Hierunter sind alle Eingriffe in die natürliche Vegetation durch die landwirtschaftliche Bodennutzung (z.B. Bodenbearbeitung, Düngung und Meliorationen), die forstwirtschaftliche Nutzung, den Siedlungsbau sowie die anthropogene Luftverschmutzung zu verstehen.

Berechnung der Wasserflüsse

Bei der Berechnung der natürlichen Hintergrundbelastung wurde davon ausgegangen, dass in allen Einzugsgebieten die potentiell natürliche Vegetation unterhalb der Waldgrenze Wald ist. Für alle heutigen Grasland-, Ackerland- und Siedlungsflächen wurde deshalb Wald angenommen. Neben dem Wald existieren oberhalb der Waldgrenze liegende Flächen mit unproduktiver Vegetation, die vegetationslosen Flächen sowie die Gewässer. Diese drei Kategorien wurden der Flächenstatistik entnommen und sind mit den Werten der Hauptberechnung identisch. Die Wasserflüsse wurden entsprechend neu berechnet, wobei die Niederschlagsmengen unverändert blieben. Durch das Retentionsverhalten des Waldes (größere Evapotranspiration) gelangt allerdings weniger Wasser zum Abfluss. Unter Wald findet außer in den alpinen und Hochlagen der voralpinen Regionen kein Oberflächenabfluss statt, d.h. nahezu alles Wasser versickert.

Berechnung der Stoffflüsse

Die Berechnung der Stoffflüsse der natürlichen Hintergrundbelastung erfolgte analog zur Hauptberechnung, geht allerdings von folgenden Annahmen bzw. Änderungen aus:

- Berücksichtigung der veränderten Landnutzung (Wald statt Grasland, Ackerland und Siedlungsfläche) und der daraus resultierenden Wasserflüsse.
- Die Stickstoffkonzentrationen im Sickerwasser unter Wald und unproduktiver Vegetation wurden gegenüber den in der Hauptberechnung verwendeten Werten um 50 % reduziert. Damit wurde der anthropogenen Luftverschmutzung und der forstwirtschaftlichen Nutzung Rechnung getragen. Für die Phosphorkonzentrationen im Sickerwasser wurden die gleichen Werte, die in der Hauptberechnung für das Sickerwasser im Wald bzw. bei unproduktiver Vegetation zugrunde gelegt wurden, verwendet. Damit wurde unterstellt, dass die anthropogene Luftverschmutzung und die forstwirtschaftliche Nut-

- zung keinen Einfluss auf die Sickerwasserkonzentrationen von Phosphor im Wald und bei unproduktiver Vegetation ausüben.
- Bei der atmosphärischen Deposition auf Gewässer wurden die Phosphor- und Stickstoffeinträge in allen Gebieten wegen der anthropogenen Luftverschmutzung um 50 % gegenüber den in der Hauptberechnung verwendeten Werten reduziert. Hierbei handelt es sich um sehr grobe Schätzwerte.
 - Außer der atmosphärischen Deposition auf Gewässer gibt es nur noch den Blattfall als Direkteintrag. Der stärkere Laubeintrag und der daraus gelöste Phosphor und Stickstoff wurde insofern berücksichtigt, als der Flächenbezug die Gesamtfläche abzüglich der vegetationslosen und unproduktiven Flächen umfasst und die Werte der "sonstigen diffusen Direkteinträge" gesamthaft aus der Hauptberechnung übernommen wurden.
 - Die Wasserflüsse unter unproduktiver Vegetation und vegetationslosen Flächen wurden wie in der Hauptberechnung ermittelt, bei den Stoffkonzentrationen wurde die veränderte atmosphärische Deposition berücksichtigt.
 - Die 'natürliche Erosion' wurde zunächst aus der Hauptberechnung übernommen, allerdings um den Flächenanteil der Siedlungsfläche erweitert. Anschließend wurde eine Abminderung von 20% in allen Einzugsgebieten vorgenommen. Damit wird unterstellt, dass 20% der als 'natürliche Erosion' bezeichneten Erosion anthropogenen Ursprungs sind (z.B. Erosion auf Skipisten, unbefestigten Wegen etc.).

Deutsches Schätzverfahren

Alle deutschen Schätzungen der Nährstoffeinträge basieren auf dem Modellsystem MONERIS (Behrendt et. al: Nährstoffbilanzierung der Flussgebiete Deutschlands. Deutsch: UBA-Texte, 75/99; englisch: UBA-Texte 23/00; Internet: <http://193.174.169.36/npbilanz>). In MONERIS werden Hintergrundwerte für diejenigen Eintragswege geschätzt, die auch unter natürlichen Bedingungen zu Einträgen in die Oberflächengewässer geführt haben dürften. Folgende Schätzgrundlagen wurden angewandt:

- Bei der Erosion wurde nur diejenige im Hochgebirge als natürlich angesehen. Im deutschen Rheineinzugsgebiet gibt es allerdings keine Hochgebirgsflächen.
- Für die Schneesmelze als Teil des Oberflächenabflusses wurden natürliche Konzentrationen von 10 µg/l Phosphor und 1 mg/l Stickstoff angenommen. Für den übrigen Oberflächenabfluss wurde von den heutigen Konzentrationen in Waldgebieten ausgegangen. Diese betragen etwa 50 µg/l Phosphor und 1 mg/l Stickstoff. Da dränierte Gebiete aufgrund hoher Wassersättigung früher wahrscheinlich zum Teil oberflächlich entwässerten, wurde auch hier eine Hintergrundlast berücksichtigt.
- Für die Ermittlung der Hintergrundkonzentrationen im Grundwasser wurde von 2 mg/l Stickstoff im Sickerwasser ausgegangen. Dieser Wert reduziert sich entsprechend der Denitrifikationsbedingungen auf Grundwasserkonzentrationen zwischen 0,2 und etwas mehr als 1 mg/l. Für Phosphor wurde von einheitlichen Konzentrationen von 10 µg/l P im Grundwasser ausgegangen. Unberücksichtigt blieb, dass besonders im moorigen Flachland höhere Werte wahrscheinlich sind.
- Für die Deposition wurden Konzentrationen von 10 mg/l Phosphor im Regenwasser angenommen. Die Stickstoffdeposition wurde zur Hälfte heutiger Werte angenommen. Das ist wahrscheinlich etwas zu hoch, wegen der geringen Wasserflächen aber nicht bedeutsam.

Französisches Schätzverfahren

Auf der Grundlage der Konzentrationen für Wälder ist der natürliche Eintrag mit 1,3 mg/l N und 0,015 mg/l P geschätzt worden, was auf der Grundlage der betrachteten Gesamtvolumina zu folgenden Zahlen führen würde.

	Volumen in 10 ⁶ m ³ /a	N t/a	P t/a
Pfad 12a Brachland	230	300	3
Pfad 12b Wälder	3 200	4 200	48
Pfad 12c landwirtschaftliche Fläche	3 100	4 000	46
Gesamt		8 500	97
Eingetragene Zahlen		8 400	108

Die Berechnungen erfolgten pro untergeordneten Einzugsgebieten und sind im Prinzip genauer als die oben angeführte Gesamtbeurteilung. Diese Zahlen wurden in die N-Tabellen für 1985 und 1996 eingetragen.

Niederländisches Schätzverfahren

Alte Definition (Tätigkeitsbericht 1992)

Laut Tätigkeitsbericht 1992 wird die natürliche Hintergrundbelastung folgendermaßen definiert:

„Nährstoffflüsse, die ohne Beeinflussung durch den Menschen (Landnutzung, Verbrennung, etc.) in die Gewässer gelangen (Urzustand).“

Situation in den Niederlanden

Bislang konnte keinerlei Informationen zu natürlichen N- oder P-Komponenten in atmosphärischen Depositionen gefunden werden.

Da angenommen wird, dass die Nährstofffracht aus Erosion einen sehr geringen Anteil ausmacht und mit „Null“ angegeben wird, wird auch die natürliche Komponente der Erosion mit „Null“ angegeben.

Die Nährstofffrachten aus dem Grundwasser und aus Oberflächenabfluss in Oberflächengewässern in den Niederlanden werden hauptsächlich durch die Abflusssituation bestimmt. Der Grundwasserstand ist heute nicht natürlich, sondern wird künstlich kontrolliert. Ohne menschliche Einflussnahme wäre der Grundwasserstand in den Niederlanden unmittelbar unter der Erdoberfläche und weite trockengelegte Teile würden überschwemmt. Eine weitere, für das Rheineinzugsgebiet bedeutende Veränderung ist der Bau eines Deichs (der Afsluitdijk), der aus der eingeschlossenen Wasserfläche einen großen Binnensee machte (das IJsselmeer).

Wendet man die oben aufgeführte Definition der Hintergrundbelastung auf niederländische Verhältnisse an, stößt man auf zwei Probleme. Das erste Problem ist, dass es kein hydrologisches Modell gibt, um die Nährstoffeinträge unter natürlichen Umständen (keine anthropogene Beeinflussung) zu berechnen. Zweitens ist die Bedeutung derartiger Berechnungen ge-

ring, da die Daten keine Angaben zur natürlichen Hintergrundbelastung beim derzeitigen Abflussregime machen.

Eingereichte Daten

Aufgrund der besonderen Situation in den Niederlanden weichen die Zahlen für die Hintergrundbelastung von den offiziellen Definitionen ab. Im vorliegenden Inventar haben wir folgendes berichtet:

- Die atmosphärische Deposition wird als Gesamtzahl angegeben und umfasst Nährstoffe anthropogenen und natürlichen Ursprungs.
- Die Werte für die Eintragspfade 3 und 4 stellen die gesamte Grundwasser- und Abflussfracht von landwirtschaftlichen Flächen dar, umfassen also auch Nährstoffe natürlichen Ursprungs.
- Für den Eintragspfad 12a und 12b wird ein Wert angegeben, der die Nährstofffracht im Grundwasser und den Abfluss aus Gebieten ohne landwirtschaftliche Aktivitäten umfasst, die mehr oder minder der Definition „Ödland/Unland“ oder „Wald“ entsprechen.

Neue Definition

Für das niederländische Rheineinzugsgebiet kann die natürliche Hintergrundbelastung entsprechend der Definition im Tätigkeitsbericht 1992 nicht definiert werden. Jedoch weist der Gesamtnährstoffeintrag in die Oberflächengewässer einen Anteil natürlichen/nicht anthropogenen Ursprungs auf. Daten zu den Gehalten der natürlichen Atmosphäre liegen vermutlich vor, sind bislang jedoch nicht gefunden worden. Beim derzeitigen niederländischen Abflussregime wird es schwieriger sein, eine Schätzung der natürlichen Fracht im Grundwasser und Abfluss zu erreichen.

Bevor wir versuchen, die natürliche Komponente zu schätzen, sollten wir die Bedeutung dieser Werte bedenken. Ein Zweck der Unterscheidung zwischen Hintergrundbelastung und Frachten landwirtschaftlichen Ursprungs mag sein klarzustellen, wo und ob Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstofffracht getroffen werden können. Jedoch werden Maßnahmen zur Verringerung der Nährstofffracht landwirtschaftlichen Ursprungs oft die Abflusssituation beeinflussen und damit auch die natürliche Hintergrundbelastung verändern.

Schlussfolgerungen

Anhand der Definition im Tätigkeitsbericht 1992 kann für das niederländische Einzugsgebiet keine natürliche Hintergrundbelastung definiert werden.

Es ist zeitaufwendig, bei den derzeitigen Abflussverhältnissen die natürlichen Frachten zu schätzen, wobei diese Werte von geringer Bedeutung sind. Daher weichen die vorgelegten Daten von der ursprünglichen Definition ab.

Anlage 5

Angaben zu den Daten über die Struktur des Rheineinzugsgebiets

Schweizerische Angaben

Die Daten zur Struktur des schweizerischen **Rheineinzugsgebietes** unterhalb der **Seen** (REZGUS) für die aktuellen Berechnungen stammen aus der schweizerischen Arealstatistik 92/97 (Bundesamt für Statistik, 1999). Diese Arealstatistik basiert auf einer Luftbildauswertung mit einem Stichprobennetz von 100 x 100m Maschenweite unter Zuteilung von 74 Nutzungskategorien für die Jahre 1994 bis 1996. Diese Methode ist nicht direkt vergleichbar mit der Methode der Arealstatistik der Schweiz von 1972, welche für die Berechnung der diffusen P- und N-Einträge des Jahres 1986 verwendet wurde. Diese wurde anhand einer Auswertung von Kartenblättern im Maßstab 1:25'000 und 1:50'000 aus den sechziger Jahren mit visueller Zuteilung von 12 Kategorien dominanter Nutzungsarten in einem 100 x 100m Raster durchgeführt. Veränderungen der Landnutzung im REZGUS zwischen 1986 und 1996 entsprechen somit nicht oder nur zum Teil der realen Landnutzungsveränderung. Im Stoffflussmodell 1996 wird mit einer gesamten Bodenfläche gerechnet, die um 5802 ha größer ist als 1986. Einzig die Ackerfläche stammt aus der landwirtschaftlichen Betriebszählung 1986 bzw. 1996. Da es bei dieser statistischen Erhebung keine methodische Veränderungen gab, können diese Daten verglichen werden. Die Ackerfläche nahm demzufolge zwischen 1986 und 1996 um 6419 ha (4.6 %) zu.

Deutsche Angaben

Die deutschen Werte der Bodennutzungen basieren auf der Erfassung nach CORINE Land Cover (CLC). Diese wurde im GIS mit der Einzugsgebietsgrenze des deutschen Rheineinzugsgebietes unterhalb des Bodensees verschnitten.

Die europaweit abgestimmte Erfassungsvorschrift für CLC berücksichtigt 44 Bodennutzungsklassen, von denen 36 in Deutschland vorkommen. Diese Klassen wurden zu den in Tabelle 1 genannten Klassen zusammengefasst. Die Erfassung in CLC erfolgte im Maßstab 1:100.000 durch Interpretation von Satellitenbildern aus dem Zeitraum 1989 - 1992 und wurden mit topographischen Karten, Luftbildern und Ortsbegehungen abgeglichen. Einzelobjekte werden nur erfasst, wenn sie mindestens 25 ha groß und mindestens 100 m breit sind. Selten und kleinflächig vorkommende Bodennutzungen (z. B. außerörtliche Verkehrswege, Fließgewässer, kleine Siedlungen und Streu-Siedlungen) werden dadurch teilweise nicht erfasst, so dass deren Flächenanteile insgesamt etwas unterschätzt werden. Entsprechend werden landwirtschaftliche Flächen und Wälder überschätzt. Verglichen mit der Bodenhauptnutzungserhebung können sich Fehler von ca. 9 % ergeben.

Französische Angaben

Verfügbare Informationsquellen

Im letzten Jahrzehnt haben die Informationssysteme sich erheblich weiterentwickelt, so dass man heute über 3 Hauptdatenquellen verfügt :

Die Allgemeine Kartographie des „INSTITUT GEOGRAPHIQUE NATIONAL (IGN)“ (Maßstab 1/50 000) mit Ergänzungen der Agence de l'Eau und des Umweltministeriums

Erstellung von Datenbanken (BD CARTO; BD CARTHAGE), die seit 1994 für das Rhein-Maas-Einzugsgebiet einsatzbereit sind.

Allgemeine landwirtschaftliche Erhebung (RGA)

Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen wird systematisch alle 10 bis 15 Jahre (zuletzt 1988) sehr detailliert (Flurmaßstab) erhoben. Die statistische Daten werden jährlich pro Departement aktualisiert. Die Aufteilung der Daten auf Einzugsgebiete ist schwierig, da gewisse Departements sich auf zwei oder drei Einzugsgebiete erstrecken (Rhein, Rhône, Maas) und die Verteilung der Besatzdichte recht heterogen ist.

Die Departements, deren Hauptfläche sich im Rheineinzugsgebiet befindet (die beiden elsässischen Departements und die lothringischen Departements, außer dem Departement Meuse), sind repräsentativ für der Bodennutzung in diesem Einzugsgebiet.

Da die Fläche der 5 betroffenen Departements etwas größer als die Fläche des Rheineinzugsgebietes in Frankreich ist, wurde ein Koeffizient von 0,916 auf die erlangten Ergebnisse angewendet.

CORINE LAND COVER

Für den nördlichen Teil Frankreichs hat das IFEN (Institut français de l'environnement) auf der Grundlage der SPOT-Bilder von 1989 bis 1994 die Daten interpretiert. Verschiedene exogene Daten werden verwendet, insbesondere die BD Carto des IGN und das nationale forstwirtschaftliche Inventar.

Die allgemeine Präzisierung scheint bei einer Kartographie im Maßstab 1/100.000 bis 1/200.000 zu liegen. Das Gebiet wird integral abgedeckt, jedoch werden kleine Elemente noch weniger erfasst als es beim BD Carthage der Fall ist und Strukturen wie Wasserflächen können stark unterbewertet werden.

Außerdem umfasst die Rubrik « Heterogene landwirtschaftliche Bereiche » (codes 24...) landwirtschaftliche Flächen und Naturgebiete mit Bereichen komplexer Parzellierung.

Schlussfolgerungen

Um ausreichend repräsentativ zu sein, muss auf die drei verfügbaren Informationssysteme zurückgegriffen werden. Für große Flächen (Einzugsgebiet, landwirtschaftliche Nutzflächen und Wälder) sind die Daten direkt anwendbar. Für kleine, verstreut liegende Flächen liegen die Daten systematisch unter den wirklichen Gegebenheiten und eine Korrektur ist erforderlich.

Untenstehende Tabelle gibt eine schematisierte Darstellung des Ursprungs der Daten für 1992 und 1996 und für die verstreut liegenden Flächen die Bruttodaten sowie die korrigierten Daten :

	1992	1996
1. Fläche Einzugsgebiet		SIG BD Carthage 23 614 km ²
2. Landwirtschaftliche Nutzflächen	RGA 10 900	RGA 10 798 km ²
3. Wälder	SIG BD Carto provisorisch 8 822	Corine Land Cover 8 829
4. Brachland, Naturgebiete	RGA 628 → 1 073	RGA 659 → 1011
5. Wasserflächen	SIG BD Carthage provisorisch 363 → 518	(SIG BD Carthage) 377 → 578
6. Stadt- und Industriegebiete	SIG BD Carto provisorisch 1 347 → 2 301	(Corine Land Cover)1564 → 2 398
Nicht erklärte	1 614 (7 %)	1 387 (6 %)

Niederländische Angaben

Die „Struktur des Rheineinzugsgebiets“ basiert sich auf der niederländischen LGN-Karte (Landelijk Gebruik bestand Nederland). Diese Karte zeigt die Landnutzung in den Niederlanden in einer Auflösung von 25x25 m anhand von 40 Kategorien. Die Karte wurde auf der Basis von Satellitenbildern aus den Jahren 1995 und 1997 ausgearbeitet.