

RHEINGÜTESTATION WORMS

im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz

als
Gütestelle Rhein

Bericht Nr. 2/04

Die Messdaten der Rheingütestation Worms ermöglichen eine Transport-Bilanzierung

Bearbeiter: Dipl.-Biol. Dr. Peter Diehl

Worms, November 2004

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Zusammenfassung	3
1. Anlass der Untersuchung	4
2. Methodisches Vorgehen	5
2.1 Untersuchte Messstellen und Datengrundlage	5
2.2 Untersuchungszeitraum	5
2.3 Kenngrößen	5
2.4 Berechnungen und Vergleiche	5
3. Ergebnisse und Diskussion	
3.1 Vollständigkeit der Daten	7
3.2 Transport-Differenzen	7
3.3 Zusammenfassende Betrachtung	11
3.3.1 Kenngrößen	11
3.3.2 Messstellen	12

Die Messdaten der Rheingütestation ermöglichen eine Transport-Bilanzierung

Zusammenfassung

Auf nationaler und internationaler Ebene wird derzeit geprüft, wie die künftigen Untersuchungsprogramme zur Gewässerqualität am Rhein gestaltet werden sollen, damit sowohl die Anforderungen der Wasserrahmenrichtlinie als auch darüber hinausgehende Aufgaben erfüllt werden können. Neben der Frage, welche Kompartimente und welche Kenngrößen untersucht werden sollen sowie in welchen Rhythmen die geschehen soll, ist zu entscheiden, welche Gewässer-Untersuchungsstationen in die Programme einbezogen werden sollen.

Die Rheingütestation Worms (RGS Worms) wäre ggf. eine neu aufzunehmende Station. Für die drei Messjahre 2000, 2001 und 2002 wurde in der vorliegenden Studie untersucht, ob die Messergebnisse der RGS Worms in der gleichen Art wie andere etablierte Stationen geeignet sind, an ihrem Standort, der stark durch Abwasser- und Nebenflussfahnen geprägt ist, trotz dieser komplizierten Verhältnisse, eine Transport- bzw. Frachtbilanzierung zu ermöglichen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Mess- und Analysenergebnisse der RGS mit hinreichender Genauigkeit eine Transport-Bilanzierung ermöglichen. Dies gilt in erster Linie für Substanzen, die auf der Fließstrecke nicht oder nur in geringem Ausmaß abgebaut werden. Leicht abbaubare Substanzen wie z. B. Ammonium-Stickstoff ermöglichen eine Bilanzierung erwartungsgemäß nicht, was jedoch für jeden Standort einer Untersuchungsstation in gleichem Maße gilt.

Demnach kann die RGS Worms ohne weiteres in die künftigen Messprogramme aufgenommen werden. Aufgrund ihrer besonderen Lage im Grenzbereich von drei Bundesländern kann sie dabei sogar eine besondere Rolle spielen.

1. Anlass der Untersuchung

Die Rheingütestation Worms war bislang nicht in die offiziellen Messprogramme wie Deutsches Untersuchungsprogramm Rhein (DUR) oder LAWA-Messprogramm eingebunden. Einer der Gründe dafür war die weit verbreitete Annahme, dass die Messergebnisse keine ausreichend genauen Frachtbilanzierungen ermöglichen sollten.

Hauptgrund dafür war die große räumliche Nähe zu Einleitern. Es wurde erwartet, dass in Worms regelmäßig Konzentrationsspitzen gemessen würden, die nicht repräsentativ für die Situation am Rhein insgesamt seien. Mit zunehmender Qualität der Abwasserreinigung ist diese Einschränkung mehr und mehr in den Hintergrund getreten.

Ein weiterer Grund für diese Annahme wurde angeführt, dass der Standort Worms durch die Abwasserfahnen (BASF, Mannheim, Südhessische Direkteinleiter) sowie durch die Fahne des Neckars so stark beeinflusst sei, dass die sich daraus ergebenden sehr heterogenen Verhältnisse der Konzentrationen der Wasserinhaltsstoffe über den Querschnitt nicht erlaubten, mit hinreichender Genauigkeit Durchschnittswerte für den Gesamtquerschnitt zu errechnen und damit Frachtbilanzen zu ziehen.

Seit der Aufnahme ihres Messbetriebs 1995 hat die RGS regelmäßig durch entsprechend gestaltete Vergleichsuntersuchungen ermittelt, mit welchen Wichtungsfaktoren („Abflussfaktoren“) ihre Messwerte versehen werden müssten, um dem Ideal eines korrekten Durchschnittswerts möglichst nahe zu kommen. Aufgrund dieser Ergebnisse wurden die Faktoren $MWL1:MWL2:MWL3:MWL4=20:40:30:10$ ermittelt. Dabei bedeutet MWL1 bis MWL4 Messwasserleitung 1 (links) bis 4 (rechts). Einzelheiten dazu sind einem Sonderbericht der RGS zu entnehmen¹.

Im Zuge der Diskussion über die zukünftigen Messprogramme am Rhein gilt es auch zu entscheiden, ob die RGS Worms eine Rolle in diesen Programmen spielen kann. Der Standort wäre als Bilanzmessstelle wichtig, da er einerseits den Austrag aus Baden-Württemberg und den Eintrag nach Hessen erfasst, andererseits den Einfluss des bedeutendsten industriellen Einleiters beobachtet.

Es galt nun also zu prüfen, ob die in Worms erhaltenen Messwerte, insbesondere die berechneten Transporte mit den an anderen Orten ermittelten Werten konsistent sind und eine sinnvolle Bilanzierung ermöglichen.

¹ Steffen Luckas, Peter Diehl (2000): Optimierung der Abflussfaktoren für die Berechnung der Konzentrationen und Transporte an der Messstelle Worms.

2. Methodisches Vorgehen

2.1 Untersuchte Messstellen und Datengrundlage

Karlsruhe/Rhein (Fluss-km 359,2 rechts)	Zahlentafeln Rhein
Mannheim/Neckar (Fluss-km 3,2 links)	Zahlentafeln Rhein
Ablauf Kläranlage BASF (Fluss-km 433,2 links)	auf Anfrage gelieferte Daten ²
Worms/Rhein (Fluss-km 443,3 links bis rechts)	Tätigkeitsberichte
Mainz/Rhein (Fluss-km 498,5 links bis rechts)	Zahlentafeln Rhein
Bischofsheim/Main (Fluss-km 4,0 links bis rechts)	Zahlentafeln Rhein

Außer der quantitativ bedeutsamen BASF wurden die Direkteinleiter nicht berücksichtigt.

2.2 Untersuchungszeitraum:

Es wurden die Messjahre betrachtet, für die es schon ausgewertete Daten der Zahlentafeln Rhein gibt. Aus Gründen der Effizienz gab es dabei zunächst eine Beschränkung auf die Messjahre 2000-2002.

2.3 Kenngrößen:

Im Fluss biologisch abbaubare Substanzen: $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, ortho- $\text{PO}_4\text{-P}$, Gesamt-P, DOC;

Im Fluss biologisch nicht abbaubare Substanzen: Chlorid, Sulfat, Kalium

Weil nicht für jede Messstelle für den gesamten Zeitraum Daten aller Kenngrößen zur Verfügung standen, konnten Gesamt-P und Kalium nicht in vollem Umfang in die Betrachtungen miteinbezogen werden.

2.4 Berechnungen und Vergleiche

- Berechnung der gewichteten Durchschnittswerte für die Messstelle Worms (nähere Erläuterungen s. u.)
- Ermittlung der Transporte (kg/s) für jede Messstelle
- Vergleich Summe Transporte Karlsruhe+Mannheim+BASF vs. Worms
- Vergleich Summe Transporte Worms+Bischofsheim vs. Mainz
- Vergleich Summe Transporte Karlsruhe+Mannheim+BASF+Bischofsheim vs. Mainz

² Wir danken der BASF-AG für die freundliche Überlassung der Daten.

Nähere Erläuterungen zu a):

Ermittlung der Abflussfaktoren:

Die Teilergebnisse aus den vier Entnahmestellen in Worms müssen mit Faktoren gewichtet werden, die dem jeweiligen Teilabfluss entsprechen, der durch die Entnahmestelle repräsentiert wird. Um diese „Abflussfaktoren“ ermitteln zu können, benötigt man Untersuchungen mit Wasserinhaltsstoffen, die folgenden Anforderungen genügen:

- Unterschiedliche Konzentration an den vier Messstellen.
- Keine weiteren bedeutenden Einträge auf der Fließstrecke bis Mainz.
- Kein Abbau im Fluss.

Diese Voraussetzungen erfüllen u. a. die Substanzen Chlorid, Sulfat, Natrium und Kalium.

Regelmäßig (bislang rund achtzig mal) werden deshalb an den vier Messstellen der RGS Worms Einzelproben gesammelt und auf die genannten Kenngrößen untersucht. Aufgrund einer aktuellen Berechnung der Fließzeit mit dem Fließzeitprogramm der IKSR bis zu Rheinkm 490, wo der Rhein wieder weitgehend durchmischt ist, wird festgelegt, wann an dieser Stelle das Laborschiff „MS Burgund“ eine Mischprobe über den gesamten Flussquerschnitt zieht. Die in dieser Mischprobe gemessene Konzentration muss nun mit gewissen Fehlertoleranzen einer adäquat berechneten „Durchschnittskonzentration“ in Worms entsprechen. Die Faktoren erhält man mit einem entsprechend programmierten „Solver-Makro“ des Tabellenkalkulationsprogramms MS Excel. In Abhängigkeit von der Qualität der Analysen, vor allem aber vom Abfluss gibt es etwas unterschiedliche Ergebnisse. Eine statistische Auswertung der Ergebnisse im Rahmen des in Kap. 1 erwähnten Sonderberichts führte zu dem Resultat, dass sämtliche Abflussverhältnisse mit hinreichender Genauigkeit durch nur einen Satz von Abflussfaktoren widergespiegelt werden können:

$$\text{MWL1} : \text{MWL2} : \text{MWL3} : \text{MWL4} = 20 : 40 : 30 : 10$$

Ermittlung der für die Messstelle Worms repräsentativen Analysenergebnisse:

Die „Durchschnittswerte“ für die Messstelle Worms können bei den nun bekannten Abflussfaktoren auf zweierlei Weise ermittelt werden:

Bei Kenngrößen, die an allen vier Entnahmestellen (MWL 1 - MWL4) gemessen oder analysiert werden, sind zunächst die Teilergebnisse mit den Faktoren (angegeben als Prozentsätze) zu multiplizieren, die erhaltenen Zwischenergebnisse dann zu addieren. Bei Kenngrößen, die aus einer Querschnitts-Mischprobe bestimmt werden, wird diese Mischprobe gemäß der ermittelten Faktoren zusammengestellt und dann analysiert.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vollständigkeit der Daten

Aus den Zahlentafeln Rhein 2000-2002 sowie den Tätigkeitsberichten der RGS Worms wurden die mittleren Transporte für alle untersuchten Kenngrößen zusammengestellt. Die BASF AG konnte freundlicherweise für die meisten Kenngrößen Daten über die Jahresfrachten im Ablauf ihrer Betriebskläranlage liefern. Diese wurden in Transporte umgerechnet. Dabei war zu berücksichtigen, dass außer für Chlorid alle Daten der BASF als sog. „Brutto-Werte“ vorlagen, d. h. von den Ablaufwerten war die Vorbelastung aus dem Rhein noch nicht abgezogen. Um dies nachträglich zu ermöglichen, wurden die Transporte für den Standort Karlsruhe herangezogen und entsprechend der Wassermengen im Kläranlagenablauf ein „Teiltransport“ errechnet, der dann vom Transport im KA-Ablauf subtrahiert wurde. Tabelle 3.1 zeigt ein Beispiel für eine derartige Berechnung

Tab. 3.1: Berechnung des Netto-Transports aus der BASF-Kläranlage

Sulfat						
Transport-Mittel Karlsruhe	mittl. Abfluss Karlsruhe	Transport-Mittel BASF-KA (brutto)	mittl. Abfluss BASF-KA		Teiltransport Rheinvorbelastung	Transport-Mittel BASF-KA (netto)
kg/s	m³/s	kg/s	m³/s	% von Ges.Abfl.	kg/s	kg/s
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (1) x (5)	(7) = (3) - (6)
39	1440	5,84	4,502	0,31%	0,12	5,72

Für die Kenngrößen Gesamt-Phosphor und Kalium lagen keine Daten der BASF vor, für Gesamt-Phosphor gab es darüber hinaus für Karlsruhe und Mannheim nicht durchgehend Werte. Diese Kenngrößen konnten deshalb nur für die Vergleiche der RGS Worms mit Mainz und Bischofsheim verwendet werden.

3.2 Transport-Differenzen

Beispielhaft für 2002 wird in der Tabelle 3.2 dokumentiert, wie die drei in Kap. 2.5 aufgeführten Vergleichsberechnungen gemacht wurden.

positive Werte der Differenzen bedeuten: Der Einzelwert ist *größer* als die Summe
negative Werte der Differenzen bedeuten: Der Einzelwert ist *kleiner* als die Summe

Tab. 3.2: Berechnung der Transport-Vergleiche 2002: die Summe der Transporte der oberhalb liegenden Messstellen wurde jeweils vom Transport an der betrachteten Messstelle subtrahiert. Vergleichsmaßstab für die Qualität des Ergebnisses war dann die prozentuale Abweichung des Einzelwerts von der Vergleichssumme (= Differenz in %).

	Karlsruhe+Mannheim			
	+BASF	Worms	Differenz	Differenz in %
Abflussmittel über 28 Tage	1745	1816	71	4,1%
Abflussmittel über 14 Tage	1745	1815	70	4,0%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	1652	1752	100	6,1%
NH ₄ -N-Transport	0,133	0,083	-0,050	-37,8%
NO ₃ -N-Transport	3,0	3,4	0,4	13,3%
o-PO ₄ -P-Transport	0,078	0,074	-0,004	-5,2%
ges.-P-Transport		0,14		
DOC-Transport	3,67	4,5	0,83	22,7%
Chlorid-Transport	59,1	72	12,9	21,9%
Sulfat-Transport	62,7	68	5,3	8,4%
Kalium-Transport		5,9		

	Worms			
	+Bischofsheim	Mainz	Differenz	Differenz in %
Abflussmittel über 28 Tage	2146	2100	-46	-2,1%
Abflussmittel über 14 Tage	2145	2100	-45	-2,1%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	2048	2020	-28	-1,4%
NH ₄ -N-Transport	0,117	0,085	-0,032	-27,4%
NO ₃ -N-Transport	5,0	4,8	-0,2	-4,0%
o-PO ₄ -P-Transport	0,091	0,100	0,009	9,9%
ges.-P-Transport	0,193	0,190	-0,003	-1,6%
DOC-Transport	5,35	5,60	0,25	4,7%
Chlorid-Transport	84	82	-2	-2,4%
Sulfat-Transport	90	84	-6	-6,7%
Kalium-Transport	7,5	8,5	1	13,3%

	Karlsruhe+Mannheim			
	+BASF+Bischofsheim	Mainz	Differenz	Differenz in %
Abflussmittel über 28 Tage	2075	2100	25	1,2%
Abflussmittel über 14 Tage	2075	2100	25	1,2%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	1948	2020	72	3,7%
NH ₄ -N-Transport	0,167	0,085	-0,082	-49,3%
NO ₃ -N-Transport	4,6	4,8	0,2	4,3%
o-PO ₄ -P-Transport	0,095	0,100	0,005	5,2%
ges.-P-Transport		0,19		
DOC-Transport	4,52	5,60	1,08	24,0%
Chlorid-Transport	71,1	82,0	10,9	15,4%
Sulfat-Transport	84,7	84,0	-0,7	-0,8%
Kalium-Transport		8,5		

Die Tabelle 3.3 fasst die Berechnungen für alle drei Jahre zusammen. Aufgeführt werden nun nur noch die Prozentsätze der Abweichungen.

Tab. 3.3: Transport-Vergleiche: Differenzen der berechneten Transporte in Prozent für alle betrachteten Kenngrößen und Messjahre

Transport-Bilanzierung Messstationen im nördlichen Oberrheingebiet

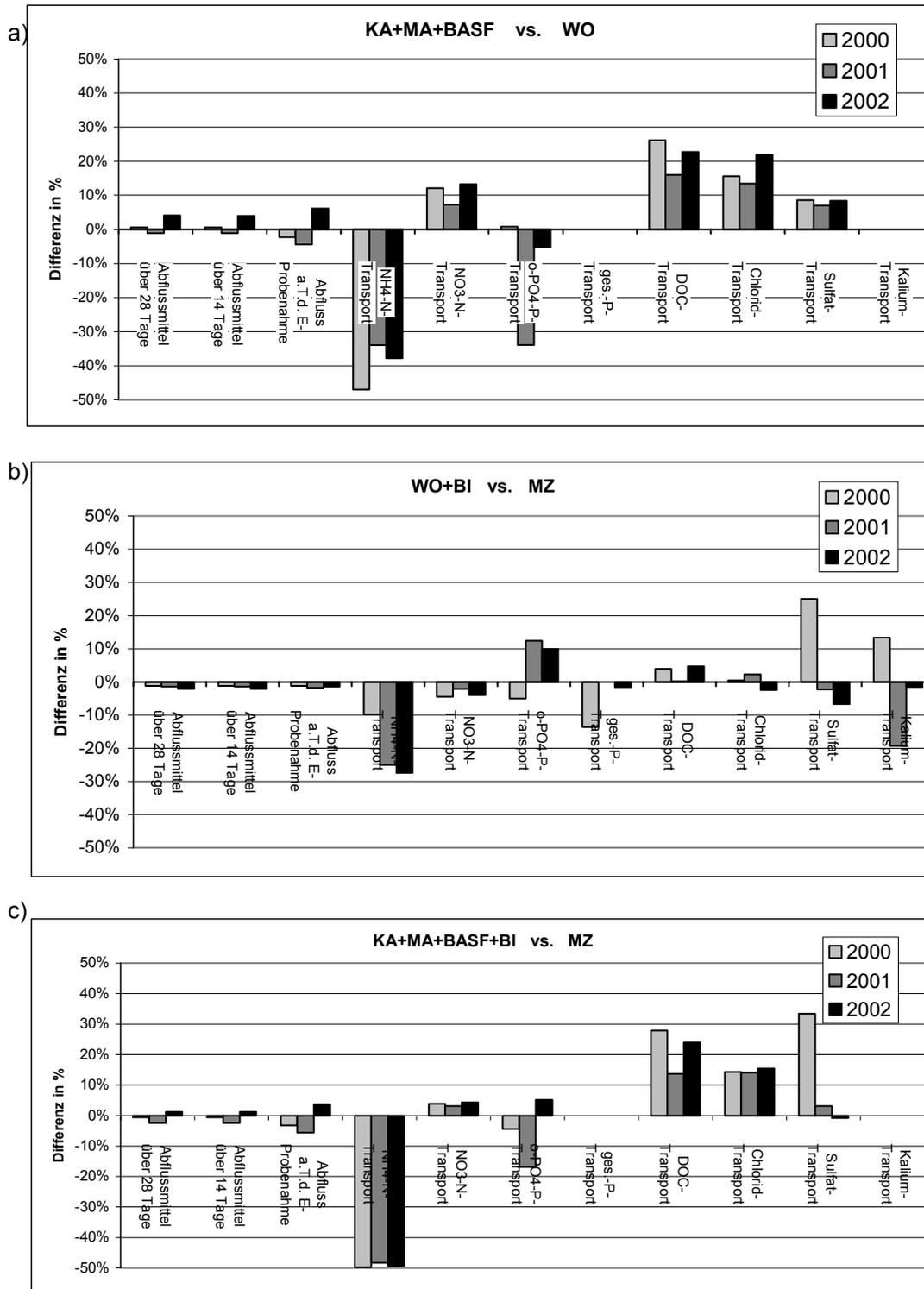
Karlsruhe+Mannheim +BASF vs. Worms	Differenz in % *	Differenz in % *	Differenz in % *
	2000	2001	2002
Abflussmittel über 28 Tage	0,6%	-1,1%	4,1%
Abflussmittel über 14 Tage	0,6%	-1,1%	4,0%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	-2,3%	-4,4%	6,1%
NH ₄ -N-Transport	-47,0%	-34,0%	-37,8%
NO ₃ -N-Transport	12,1%	7,2%	13,3%
o-PO ₄ -P-Transport	0,8%	-33,9%	-5,2%
ges.-P-Transport			
DOC-Transport	26,2%	16,0%	22,7%
Chlorid-Transport	15,6%	13,4%	21,9%
Sulfat-Transport	8,6%	7,0%	8,4%
Kalium-Transport			

Worms+Bischofsheim vs. Mainz	2000	2001	2002
	Abflussmittel über 28 Tage	-1,2%	-1,4%
Abflussmittel über 14 Tage	-1,2%	-1,4%	-2,1%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	-1,2%	-1,8%	-1,4%
NH ₄ -N-Transport	-9,8%	-25,0%	-27,4%
NO ₃ -N-Transport	-4,5%	-2,1%	-4,0%
o-PO ₄ -P-Transport	-5,0%	12,4%	9,9%
ges.-P-Transport	-13,6%	0,0%	-1,6%
DOC-Transport	4,0%	0,2%	4,7%
Chlorid-Transport	0,5%	2,3%	-2,4%
Sulfat-Transport	25,0%	-2,3%	-6,7%
Kalium-Transport	13,3%	-19,3%	-1,5%

Karlsruhe+Mannheim +BASF+Bischofsheim vs. Mainz	2000	2001	2002
	Abflussmittel über 28 Tage	-0,6%	-2,4%
Abflussmittel über 14 Tage	-0,6%	-2,4%	1,2%
Abfluss a.T.d. E-Probenahme	-3,2%	-5,6%	3,7%
NH ₄ -N-Transport	-49,8%	-48,3%	-49,3%
NO ₃ -N-Transport	3,9%	3,1%	4,3%
o-PO ₄ -P-Transport	-4,4%	-16,9%	5,2%
ges.-P-Transport			
DOC-Transport	27,9%	13,7%	24,0%
Chlorid-Transport	14,3%	14,1%	15,4%
Sulfat-Transport	33,4%	3,1%	-0,8%
Kalium-Transport			

Die folgende Abbildung 3.1 a-c fasst die Ergebnisse graphisch zusammen.

Transport-Bilanzierung Messstationen im nördlichen Oberrheingebiet



positive Werte bedeuten: Der Einzelwert ist größer als die Summe
 negative Werte bedeuten: Der Einzelwert ist kleiner als die Summe

Abb. 3.1 Transport-Vergleiche: Differenzen der berechneten Transporte in Prozent für alle betrachteten Kenngrößen und Messjahre

3.3 Zusammenfassende Betrachtung

3.3.1 Kenngrößen

Die *Abflüsse* weichen erwartungsgemäß am wenigsten voneinander ab. Dass es überhaupt Abweichungen der Einzelwerte von Summen der Oberlieger gibt, vor allem bei den Werten für die Tage der Einzelprobenahme, hängt wahrscheinlich damit zusammen, dass die Proben am jeweils gleichen Tag genommen wurden, eventuell oberhalb zu registrierende Abflussveränderungen jedoch erst einige Stunden (bis zu einem Tag) später bei den Unterliegern erkennbar werden. Diese Abweichungen haben dann allerdings Einfluss auf die Transportrechnungen und insbesondere die Abweichungen. Es handelt sich also für die Vergleichsuntersuchung um einen kleinen systematischen Fehler.

Bei den *Stickstoffverbindungen* ergibt sich ein uneinheitliches Bild.

Ammonium-N: Erwartungsgemäß sind die Werte für eine betrachtete Messstelle immer deutlich niedriger als für die Summe der Werte der Oberlieger. Dies liegt mit Sicherheit an der raschen Nitrifizierung im Fluss, durch die Ammonium in Nitrat umgewandelt wird.

Nitrat-N: Folgerichtig ist der Nitrat-Transport an den Einzelmessstellen jeweils etwas höher (2000, 2002) bzw. nur unbedeutend verschieden (2001) von der Summe.

Auch bei *Phosphor* ist das Bild etwas uneinheitlich. Es gibt bei den Werten der Einzelmessstellen jeweils Abweichungen nach oben und unten im Vergleich zu den Summen. In der Regel liegen die Abweichungen bei höchstens rd. 15 %, häufig sogar unter 5 %, wobei die große Abweichung beim Vergleich Worms mit der Summe Karlsruhe+Mannheim+BASF im Jahr 2001 auffällt, die zunächst nicht erklärt werden kann. Möglicherweise hängt sie mit dem großen Umsatz zusammen, dem Phosphor in und unterhalb von staugeregelten Flussabschnitten (Neckar!) unterliegt.

Für *DOC* ist zu beobachten, dass die Messwerte an den Einzelmessstellen systematisch höher liegen als die Summen. Dies mag damit zusammenhängen, dass es auf der Fließstrecke weitere Direkteinleiter gibt, die vor allem bedeutendere Mengen an C-Verbindungen emittieren (kommunale Kläranlagen) und somit die Fracht weiter erhöhen.

Der Einfluss der diversen weiteren Kläranlagen erklärt auch die gegenüber den Summen fast durchgehend etwas höheren *Chlorid-* und *Sulfat-*Werte.

3.3.2 Messstellen

Die in Worms ermittelten Konzentrationen weisen in der Regel nicht mehr die postulierten und in der ferneren Vergangenheit sicherlich auch regelmäßig aufgetretenen Spitzenwerte auf. Für das Jahr 2002 und die in diesem Bericht betrachteten Kenngrößen ist dies in Abb. 3.2 illustriert.

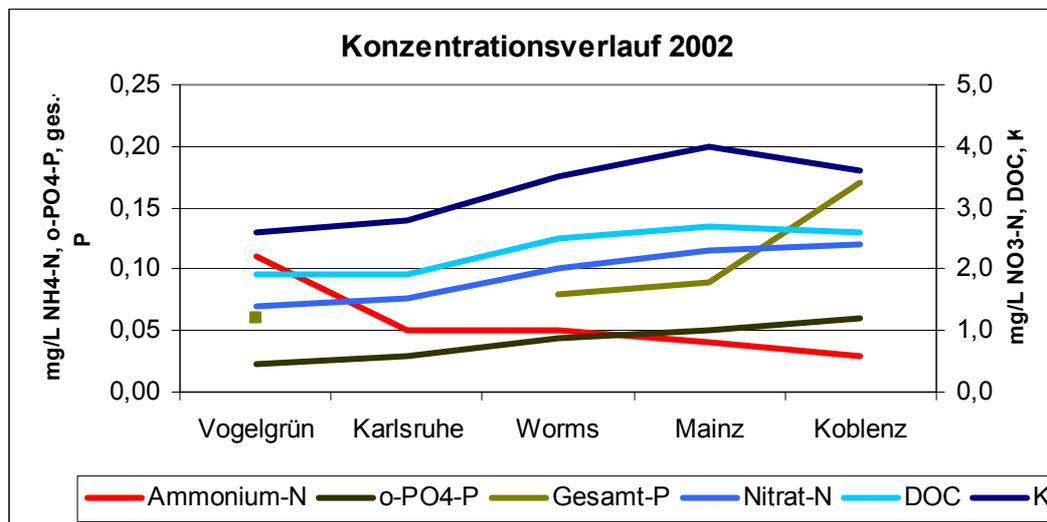
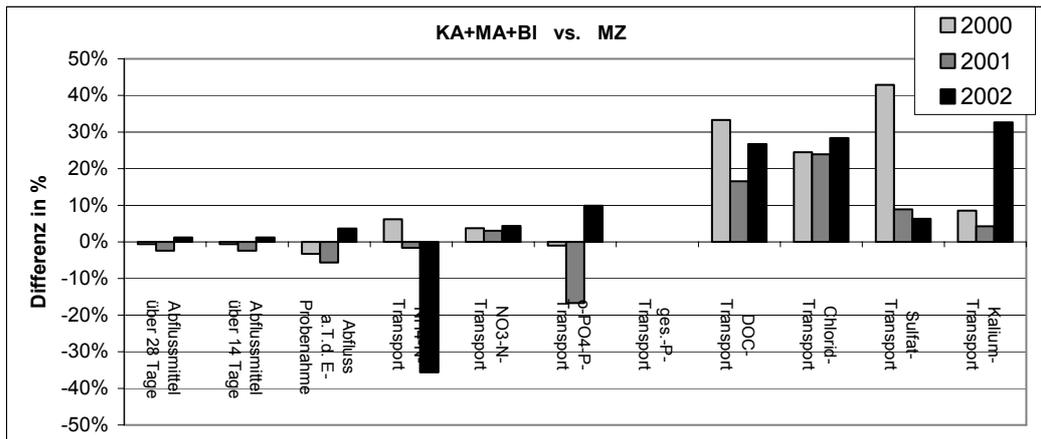


Abb. 3.2 Konzentrationswerte an den Messstellen Vogelgrün/Rhein, Karlsruhe/Rhein, Worms/Rhein, Mainz/Rhein und Koblenz/Rhein. Die Messstelle Worms fällt entgegen mancher Erwartungen nicht durch besondere Spitzenwerte auf. Vielmehr passen sich die Ergebnisse gut in den allgemeinen Trend der Zu- bzw. Abnahme der Konzentrationen ein.

Der Vergleich der Summen *Worms+Bischofsheim* mit den Einzelwerten von *Mainz* (Abb. 3.1 b) ergibt recht deutlich kleinere Abweichungen als sie für den Vergleich der Summe *Karlsruhe+Mannheim+BASF* mit *Worms* (Abb. 3.1.a) zu registrieren sind. Dies liegt mit Sicherheit an der größeren Anzahl hier nicht berücksichtigter Direkteinleiter auf der Strecke zwischen Karlsruhe und Worms.

Das Deutsche Untersuchungsprogramm Rhein (DUR) ist so gestaltet, dass man erwartet, mit den Daten von Karlsruhe, Bischofsheim und Mainz eine ausreichend konsistente Bilanzierung zu erreichen. Wie die Abb. 3.3 und deren Vergleich mit Abb. 3.1c jedoch zeigt, ergeben sich größere Abweichungen gegenüber der Einbeziehung der RGS Worms und (damit) des BASF-Einflusses. Lediglich für Ammonium-Stickstoff scheint es 2000 und 2001 eine Verbesserung der Ergebnisse zu geben. Dies ist jedoch ein Artefakt, da sich hier offensichtlich die nicht berücksichtigten Einträge und der Abbau so die Waage halten, dass es scheinbare Abweichungen um „0“ gibt.



positive Werte bedeuten: Der Einzelwert ist *größer* als die Summe
 negative Werte bedeuten: Der Einzelwert ist *kleiner* als die Summe

Abb. 3.3 Transport-Vergleiche: Differenzen der berechneten Transporte in Prozent für alle betrachteten Kenngrößen und Messjahre ohne Berücksichtigung der RGS Worms und der BASF. Die Abbildung ist im Vergleich mit Abb. 3.1 c zu bewerten.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Mess- und Analysenergebnisse der RGS Worms mit hinreichender Genauigkeit eine Transport-Bilanzierung ermöglichen. Dies gilt in erster Linie für Substanzen, die auf der Fließstrecke nicht oder nur in geringem Ausmaß abgebaut werden. Leicht abbaubare Substanzen wie z. B. Ammonium-Stickstoff ermöglichen zwar für Worms eine Transport- und Frachtermittlung, erwartungsgemäß nicht jedoch eine Bilanzierung, was jedoch für jeden Standort einer Untersuchungsstation in gleichem Maße gilt.

Die hohe Qualität der Ergebnisse war möglich durch die exakte und immer wieder überprüfte Festlegung von Abflussfaktoren, mit denen die über den Querschnitt ermittelten Teilmessergebnisse gewichtet werden, bevor aus ihnen ein für die Messstelle Worms repräsentatives Gesamtergebnis ermittelt wird. Gleichzeitig lässt es die Mess- und Analysenstrategie der RGS Worms aber auch zu, für jeden beprobten Teilabschnitt des Flussquerschnitts eigene Ergebnisse zu ermitteln, was einerseits im Rahmen der Intensivüberwachung die Zuordnung von Immissionsdaten zu Verursachern, andererseits im Rahmen der Trendüberwachung die Suche nach Schwerpunkten des Handlungsbedarfs erleichtert.

Demnach wäre zu empfehlen, die RGS Worms in die künftigen Messprogramme aufzunehmen. Aufgrund ihrer besonderen Lage im Grenzbereich von drei Bundesländern kann sie dabei sogar eine besondere Rolle spielen. Genauere Betrachtungen der Transport-Verhältnisse im Bereich des Drei-Länder-Ecks Baden-Württemberg/Hessen/Rheinland-Pfalz sind ohne die Messergebnisse der RGS Worms gar nicht möglich.