

# Anforderungen an die Gestaltung von chemisch-physikalischen Monitoringprogrammen am Rhein

Peter Diehl

Eingegangen: 1. März 2010/Akzeptiert: 25. März 2010/Online veröffentlicht: 20. April 2010  
© Springer-Verlag 2010

**Zusammenfassung** Der Artikel basiert auf einem Vortrag des Autors auf dem Festkolloquium zum 50-jährigen Bestehen der „Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke (ARW)“ am 18. September 2007 in Köln (Diehl 2007). In fünf Thesen werden die Grundzüge dargelegt, nach denen die Monitoringprogramme zur chemisch-physikalischen Gewässerüberwachung am Rhein angelegt sind und ausgewertet werden.

These 1: Dem Gesetz muss Genüge getan werden. These 2: Planung muss ermöglicht werden. These 3: Überprüfung muss möglich sein. These 4: Der Schutz des Gewässers und des Menschen muss gewährleistet werden. These 5: Neue Fragen müssen beantwortet werden können.

Jede These wird mit Beispielen aus der Praxis untermauert. Die Beschlüsse der am Rhein verantwortlichen Staaten, Bundesländer und Gremien IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheins) und DK (Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins) in den vergangenen Jahren tragen allen diesen Anforderungen Rechnung. Das Internationale Rheinmessprogramm Chemie gewährleistet über die Parameterliste, die Zahl der eingebundenen Messstellen, den Rhythmus der Untersuchungen und schließlich die formale und inhaltliche Plausibilisierung der Daten vor ihrer Publikation einen umfassenden und verlässlichen Überblick über den Zustand des Rheins. Die Methoden der zeitnahen Intensivüberwachung ergänzen das Bild mit Erkenntnissen, die gegebenenfalls rasches Handeln bei Gefahr im Verzug erfordern.

**Schlüsselwörter** Datenhaltung · Datenplausibilisierung · Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DK) · Gewässerschutz · Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) · Messprogramme · Rhein

## Basics of the chemical-physical monitoring programmes for the river Rhine

**Abstract** This article is based on the author's presentation at the colloquium for the 50th anniversary of the „Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke (ARW)“, in Cologne, Germany, September 18th, 2007 (Diehl 2007). Five theses are presented to explain the basics of the chemical-physical monitoring programmes for the river Rhine.

Thesis 1: Statutory provisions have to be fulfilled. Thesis 2: Planning has to be provided. Thesis 3: Review has to be provided. Thesis 4: Protection of water and population have to be ensured. Thesis 5: Upcoming questions have to be answered.

Each thesis is illustrated by examples from the daily work. During the last years, the member states of the International Commission and the German Commission for the Protection of the Rhine made several decisions to make the monitoring programmes fit to these requirements. The International Rhine Monitoring Programme Chemistry guarantees a consistent overview of the water quality of the river, due to the list of parameters, the number of monitoring sites, the rhythms of examinations, and the validation of the raw data by experts. Several methods for an alarm monitoring complete the set of monitoring techniques in order to react in cases of emergency.

**Keywords** Data storage · Data validation · Monitoring programmes · River Rhine · Surface water protection

---

P. Diehl (✉)  
Gütestelle Rhein, im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft  
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz,  
Am Rhein 1, 67547 Worms, Deutschland  
E-Mail: peter.diehl@luwg.rlp.de



**Abb. 1** Messschiff für eine Rheinwasseruntersuchung bei Worms Anfang des 20. Jahrhunderts (Quelle: Stadtarchiv Worms)

### 1 Wozu werden chemische Monitoringprogramme betrieben?

Die Gewässerverschmutzung am Rhein war bereits im 15. Jahrhundert ein Thema, als die „Straßburger Ordnung der Rheinfischerei“ erlassen wurde, weil „an vischen und vogeln uff dem Rine ettewas mercklicher abgang entstanden sin“ (zitiert in Tschanz 2002). Anfang des 20. Jahrhunderts wurde dann die erste systematische Rheinuntersuchung durchgeführt, bei der auch chemische Daten erhoben wurden (Abb. 1). Mit der zunehmenden Verschmutzung des Rheins in den Fünfziger- und Sechzigerjahren des 20. Jahrhunderts wurden von der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) und von den in der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DK) zusammengeschlossenen Bundesländern länder- und staatenübergreifende Überwachungsprogramme aufgelegt, die im Laufe der Jahre zunehmend komplexer wurden. Nach der großen Brandkatastrophe bei der Firma Sandoz in Schweizerhalle bei Basel im November 1986 und durch das in der Folge entwickelte Aktionsprogramm Rhein wurden die Überwachungsprogramme noch einmal – insbesondere hinsichtlich der Palette der zu untersuchenden Stoffe – ausgeweitet. Durch die deutschen Bundesländer und die IKSR wurden in dieser Zeit auch Kriterien entwickelt, nach denen die Überwachungsergebnisse bewertet werden sollten: chemische Gewässergüteklasse der LAWA und Zielvorgaben der IKSR.

Mit Inkrafttreten der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Dezember 2000 und deren Tochterrichtlinien (Europäische Union 2000, 2008, 2009) wurden erneut veränderte Anforderungen an die Gewässerüberwachung gestellt. Die Frage der Bewertung gewann nicht zuletzt mit den rechtlich verbindlichen Umweltqualitätsnormen an weiterer Bedeutung.

Die folgenden Ausführungen fassen zusammen, wozu die chemischen Monitoringprogramme am Rhein dienen

**Tab. 1** Wichtige rechtliche Meilensteine für die Gewässerüberwachung am Rhein

Gesetze	Jahr des Inkrafttretens (ggf. der Novellierung)
Europäische Wasserrahmenrichtlinie	2000
Tochterrichtlinie Umweltqualitätsnormen	2008
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	1963, 2002
16 × Landeswassergesetze (LWG)	1964, 1990, 2002
Abwasserabgabengesetz (AbwAbgG)	1978, 1994, 2005
Übereinkommen	Jahr der Unterzeichnung
Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR)	1950
Neues Rhein-Übereinkommen (im Rahmen der IKSR)	2003
Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DK)	1963

und mit welchen Werkzeugen und Strukturen sie so gestaltet und ausgewertet werden können, dass sie allen Anforderungen gerecht werden.

### 2 These 1: Dem Gesetz muss Genüge getan werden

Die Monitoringprogramme müssen so gestaltet sein und ausgewertet werden, dass die in den Richtlinien, Gesetzen und Übereinkommen festgelegten Qualitätsnormen oder Zielvorgaben sicher überprüft werden können.

In Tab. 1 sind die wichtigsten gesetzlichen Grundlagen zusammengefasst, die in Deutschland bzw. am Rhein gelten.

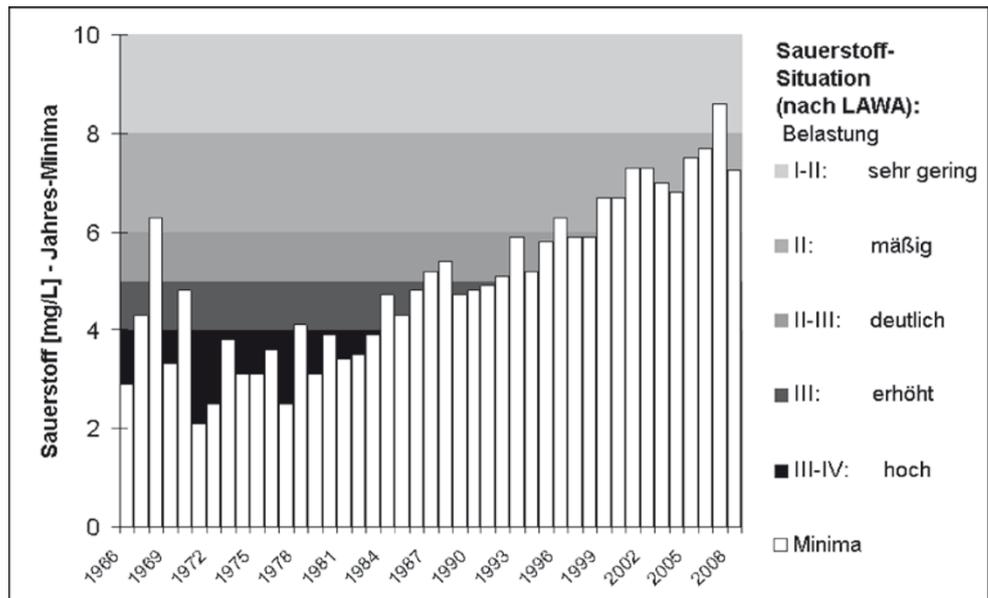
An den Beispielen einer Auswertung nach den inzwischen nicht mehr angewandten Regeln der LAWA zur Bestimmung der chemischen Gewässergüte (LAWA 1989) sowie einer weiteren Auswertung, bei der Messwerte mit den Umweltqualitätsnormen der Wasserrahmenrichtlinie verglichen wurden, wird deutlich, welche Form und welchen Inhalt Auswertungen zur Überprüfung der Einhaltung von Zielvorgaben oder Normen haben können bzw. müssen (Abb. 2 und 3).

### 3 These 2: Planung muss ermöglicht werden

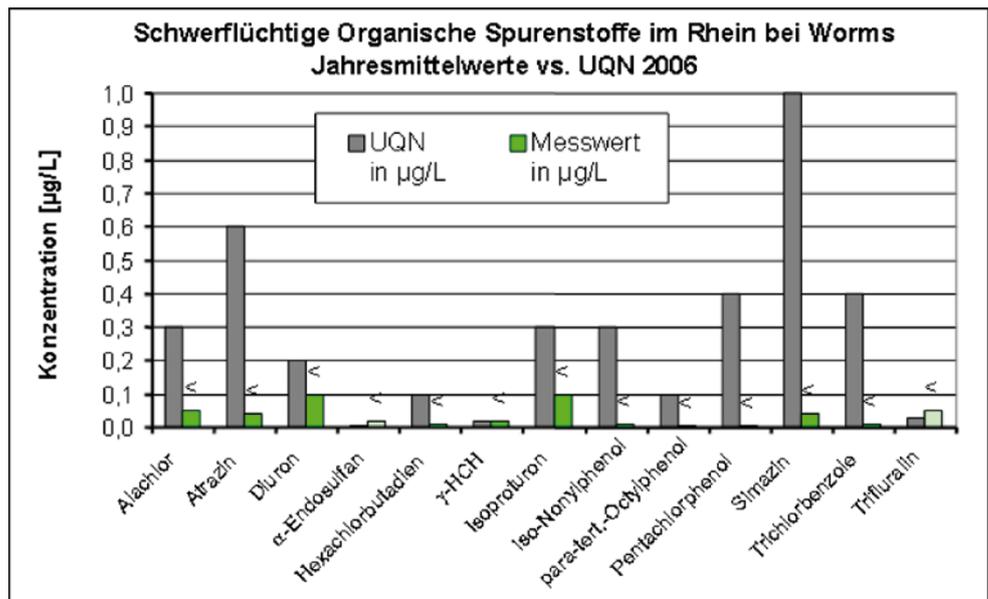
Die Monitoringprogramme müssen so gestaltet sein und ausgewertet werden, dass die Ergebnisse eine sichere Grundlage für die notwendigen Planungen sind.

Die DK stellte auf ihrer 132. Sitzung am 9.5.2007 fest, dass „bezüglich der Anforderungen [zum Stickstoffgehalt] auf Seiten der Länder Unklarheiten auch hinsichtlich des derzeitigen Zielerreichungsgrades bestehen“. Deshalb

**Abb. 2** Bewertung des Sauerstoffgehalts im Rhein bei Mainz auf der Grundlage der Chemischen Gewässergüteklassen nach LAWA 1998. Die sommerlichen Sauerstoffdefizite traten spätestens seit der Jahrtausendwende nicht mehr auf (Originalfarben der chemischen Gewässergüteklassifikation: I–II hellblau, II dunkelgrün, II–III hellgrün, III gelb, III–IV orange)



**Abb. 3** Vergleich der Messwerte im Rhein bei Worms für die als in der Wasserrahmenrichtlinie bzw. deren Tochterrichtlinie als „prioritäre Stoffe“ festgelegten Substanzen mit den Umweltqualitätsnormen (UQN). Die meisten Stoffe unterschritten 2006 die UQN deutlich. Bei zwei Stoffen ( $\alpha$ -Endosulfan und Trifluralin) lag die Bestimmungsgrenze allerdings über der jeweiligen UQN



„müssten die Anforderungen dem derzeitigen Umsetzungsstand ... im deutschen Teil des Einzugsgebietes gegenübergestellt werden.“ Die Gütestelle Rhein in Worms wurde deshalb von der DK damit beauftragt, die Anforderungen/Empfehlungen bezüglich des Stickstoffeintrags in den Rhein und damit in die Nordsee unter Berücksichtigung der Diskussion innerhalb der IKSR dem derzeit erreichten Umsetzungsstand gegenüberzustellen.

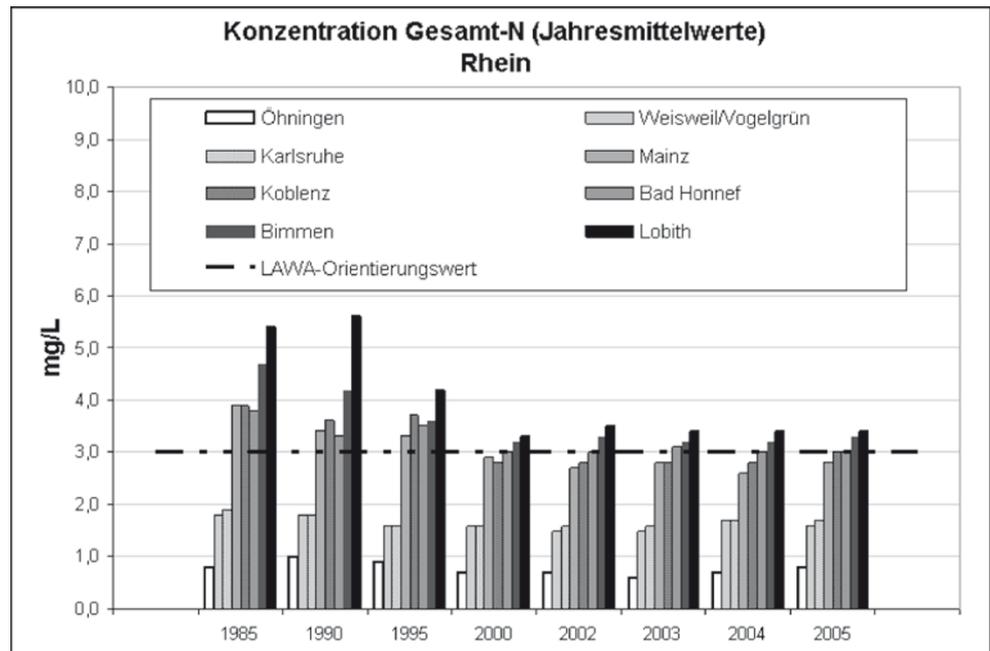
Der im Sommer 2007 vorgestellte Bericht (Gütestelle Rhein 2007, Abb. 4) zeigte, dass der in Deutschland (LAWA) vereinbarte Orientierungswert von 3,0 mg/L ab dem Mittelrhein nur noch knapp oder gar nicht mehr eingehalten wurde. Er bildete damit eine der Grundlagen für effiziente und

effektive Maßnahmen im Rahmen des Bewirtschaftungsplans für die Flussgebietseinheit Rhein.

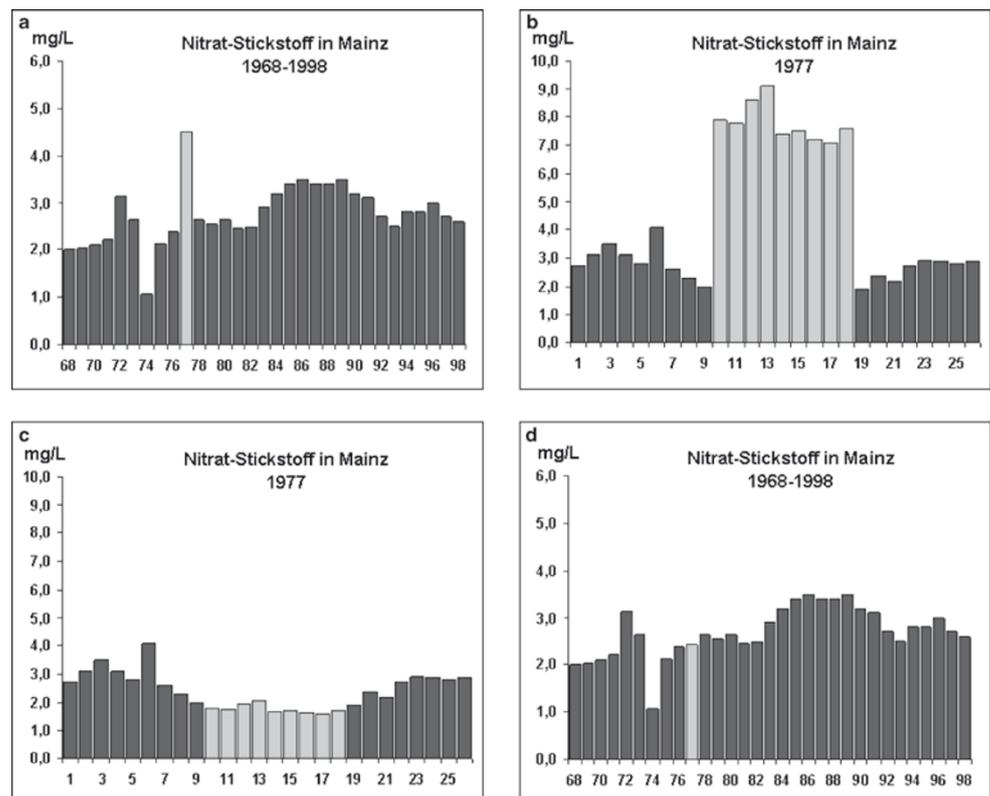
Bei derartigen Auswertungen kann sich herausstellen, dass die Datengrundlage nicht zuverlässig oder nicht valide ist. So wurde im Zuge der Recherchen zu dem Bericht aufgedeckt, dass die Hydrologische Datenbank des Bundes für das Messjahr 1977 teilweise fehlerhafte Daten für Nitratstickstoff enthielt (Abb. 5).

Eine weitere, davon unabhängige Prüfung ergab für Gesamtphosphor Unplausibilitäten beim Unterschied der Frachten zwischen Koblenz und Bad Honnef (Abb. 6, vgl. auch These 3). Hier wären die Ursachen für die Abweichungen ab 2002 noch näher zu untersuchen.

**Abb. 4** Konzentration von Gesamtstickstoff im Längsverlauf des Rheins (Öhningen-Weisweil-Karlsruhe-...-Lobith) bzw. im zeitlichen Verlauf 1985–2005. Die Stickstoffbelastung nahm bis 2000 ab, blieb ab dann etwa konstant. Der in Deutschland (LAWA) vereinbarte Orientierungswert von 3,0 mg/L wurde ab dem Mittelrhein nur noch knapp oder gar nicht mehr eingehalten



**Abb. 5 a** Bei den Recherchen zum Bericht der Gütestelle Rhein (2007) fielen die hohen Nitrat-Stickstoff-Werte 1977 auf. **b** Eine nähere Betrachtung des Jahresverlaufs (Abszisse: Nummerierung der 14-Tages-Messperioden) anhand der in der Hydrologischen Datenbank des Bundes (HyDaBa) gespeicherten Daten zeigte, dass offenbar die im Sommer gemessenen Werte fehlerhaft dokumentiert waren: Hier standen Nitrat- statt Nitrat-N-Werte in der Datenbank. Nach der Umrechnung und Korrektur des Datenbestandes fügen sich die Messwerte plausibel in den Jahresverlauf (c) und den langjährigen Verlauf (d) ein

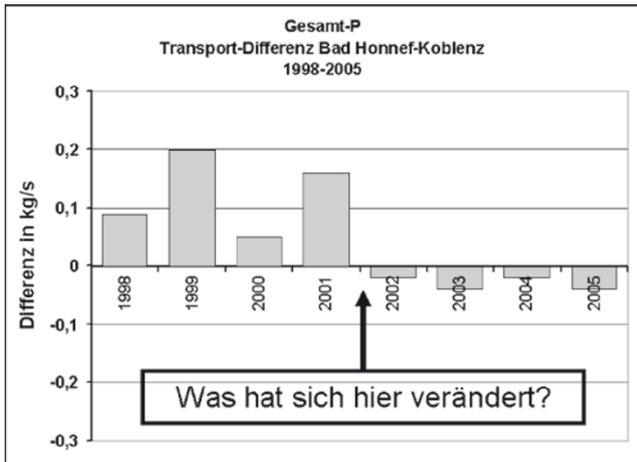


#### 4 These 3: Überprüfung muss möglich sein

Die Monitoringprogramme müssen so gestaltet sein und ausgewertet werden, dass die Ergebnisse eine zuverlässige Überprüfung z. B. der Monitoringprogramme selbst sowie

gesetzlicher oder infrastruktureller Maßnahmen ermöglichen.

Auswertungsergebnisse wie das zuvor für Gesamtphosphor geschilderte (These 2) erlauben die Überprüfung des Zuschnitts der Monitoringprogramme selbst. Den Proble-



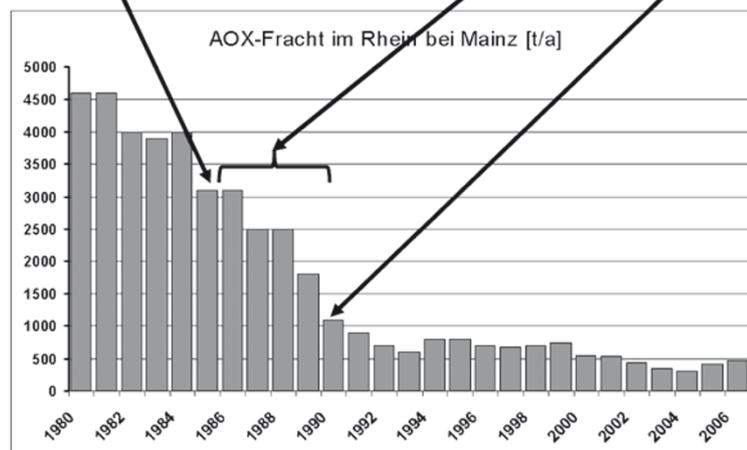
**Abb. 6** Die Transport-Differenz (kg/s) für Gesamtphosphor war bis zwischen Koblenz (Rheinkilometer 590) und Bad Honnef (Rheinkilometer 640) bis 2001 positiv, d. h. die transportierte Menge an P war rheinabwärts höher. Ab 2002 ist diese Differenz negativ, was einem scheinbar geringeren Transport entspricht. Das ist angesichts der zusätzlichen P-Quellen unterhalb von Koblenz (u. a. Moselmündung) unplausibel (vgl. auch These 3)

men, die sich an der Messstelle Bad Honnef durch die ausgeprägte Fahnenbildung der Mosel ergeben, wird seit geraumer Zeit dadurch begegnet, dass Nordrhein-Westfalen auch auf der linken Rheinseite bei Bad Godesberg eine Messstelle eingerichtet hat und deren Ergebnisse in die Auswertungen für Bad Honnef einbezieht.

Am Beispiel der Veränderung der AOX-Konzentrationen (AOX: an Aktivkohle adsorbierbare organische Halogenverbindungen) im Rhein wird deutlich, welchen Erfolg die Entwicklung, Normung, Einführung in die Abwasserbescheide und schließlich die Kontrolle dieses Parameters

**Abb. 7** Abnahme der AOX-Konzentration im Rhein bei Mainz. Wichtige Schritte der Regelung schlagen sich unmittelbar in der Abnahme der Konzentrationen nieder. Quellen: AWBR (2007), Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins (1976–2007)

1970er Jahre: W. Kühn entwickelt AOX  
 1985: AOX wird genormt  
 1986: AOX wird Parameter im AbwAbgG  
 1986-91: Investitionen werden (indirekt) gefördert  
 1990: AOX kostet Abwasserabgabe



hatte. Die einzelnen administrativen Schritte spiegeln sich nach nur kurzer Verzögerung unmittelbar in den Messwerten wider. AOX bereitet heute im Rhein keine Probleme mehr (Abb. 7).

**5 These 4: Der Schutz des Gewässers und des Menschen muss gewährleistet werden**

Die Monitoringprogramme müssen so gestaltet sein und ausgewertet werden, dass die Methoden und Ergebnisse eine rasche und zuverlässige Information über auffällige Zustände im Gewässer ermöglichen.

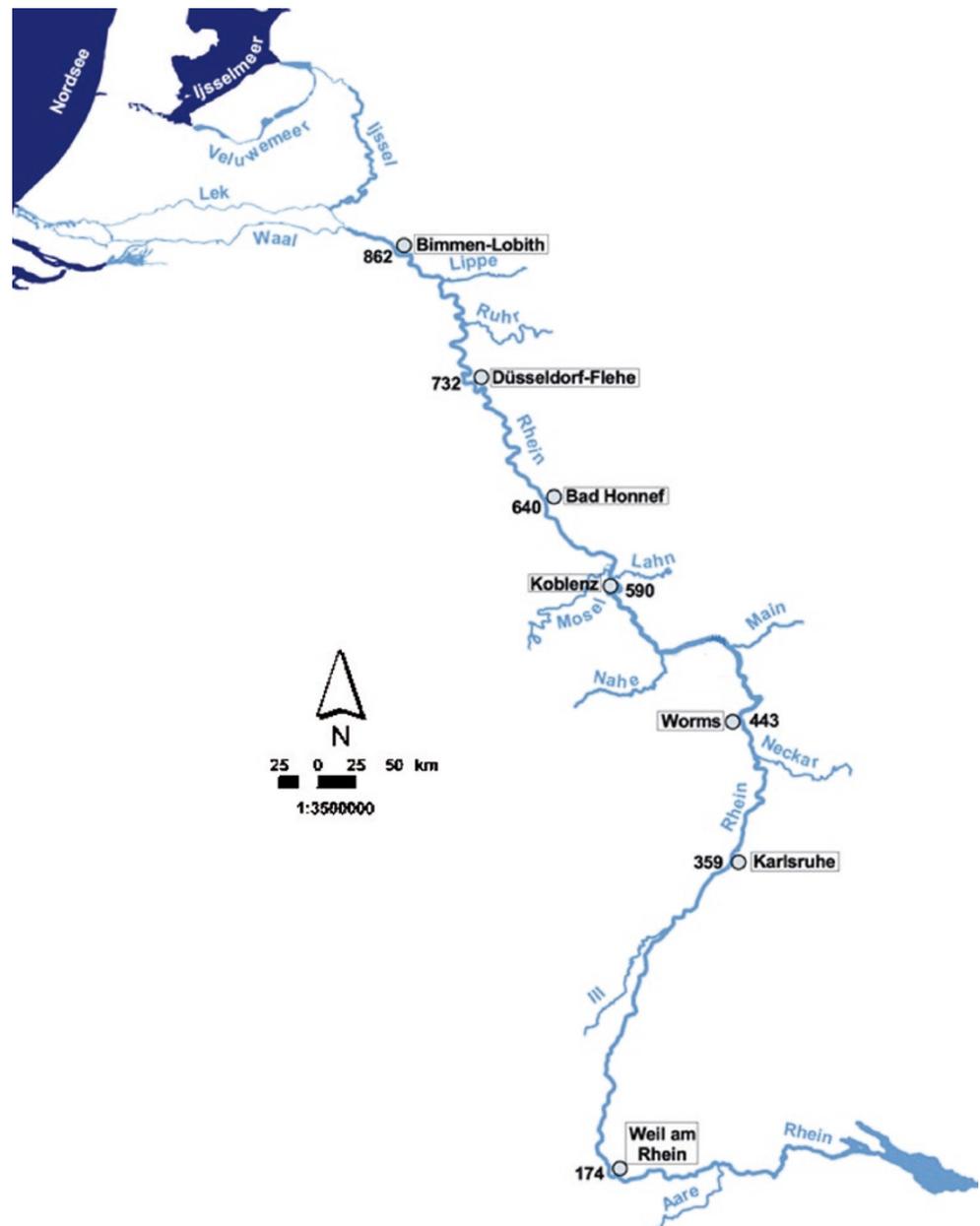
An acht Überwachungsstationen entlang des Rheins wird mit besonderem, standortangepasst unterschiedlichem Aufwand eine zeitnahe Intensivüberwachung („Alarmüberwachung“) betrieben, die folgende Elemente enthält (Abb. 8):

- Onlinemonitoring von chemisch-physikalischen Parametern,
- Suche nach gefährlichen Industriechemikalien und Pestiziden („Screening“) und
- fakultativ: Registrierung der akuten Toxizität mit kontinuierlichen Biotestverfahren („Biomonitoring“).

Näheres zu den Methoden der Alarmüberwachung ist Diehl et. al. (2006) zu entnehmen.

Insbesondere das mit verschiedenen Methoden betriebene Screening von organischen Spurenstoffen, aber auch die Überwachung mit kontinuierlichen Biotestverfahren ist entlang des Rheins teilweise noch recht uneinheitlich. Daraus ergeben sich u. U. Schwierigkeiten bei der Interpretation der Resultate und bei der Übertragbarkeit auf andere Messstellen. Da die Ergebnisse bei Bedarf in den Internationalen Warn- und Alarmplan Rhein eingespeist werden, ergibt sich hier die Anforderung an eine stärkere Harmonisierung. Diesem Bedarf hat die IKSR

**Abb. 8** Kette der für die zeitnahe Intensivüberwachung („Alarmüberwachung“) besonders ausgestatteten Gewässerüberwachungsstationen am Rhein



2009 durch die Gründung der Expertengruppe „Sana“ Rechnung getragen, zu deren Mandat eine weitergehende Vereinheitlichung der Screeningmethoden gehört.

Moderne Methoden der Rheinüberwachung werden beispielsweise in der Rheingütestation Worms angewandt. Die erste länderübergreifende Kooperation zwischen Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz auf dem Gebiet der Gewässerkontrolle wurde bereits 1990 durch den Beschluss über die Errichtung einer gemeinsamen Gewässeruntersuchungsstation am Rhein besiegelt. Seit April 1995 betreiben die Bundesländer zusammen an der Wormser Nibelungenbrücke die Rheingütestation Worms, die an das Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbe-

aufsicht Rheinland-Pfalz angeschlossen ist. Hiermit wurde die bis dahin bestehende Lücke im Überwachungsnetz für den Ballungsraum Rhein-Neckar geschlossen. Seit dem 1. 1. 1998 fungiert die Rheingütestation auch als Gütestelle Rhein der Deutschen Kommission zur Reinhaltung des Rheins (DK), d. h. als zentrale Institution zur Auswertung von Daten der wichtigsten Messstellen im deutschen Rheineinzugsgebiet. Die technische Ausstattung der Station ist in Tab. 2 zusammengefasst. Die wichtigsten Parameter der kontinuierlichen Messungen sind alle online über [www.rheinguetestation.de](http://www.rheinguetestation.de) abrufbar.

Einen wichtigen Stellenwert hat in der Rheingütestation auch die Öffentlichkeitsarbeit, z. B. bei Führungen für rund

**Tab. 2** Technische Ausstattung der Rheingütestation Worms (Stand 2010)

Lage:	Rheinkilometer 443,3
Probenentnahme	Tauchmotorpumpen an zwei* Messstellen an beiden Rheinufern; Förderleistung je ca. 3,5 L/s An jeder Messwasserleitung ein Routineprobenehmer und ein Ereignisprobenehmer, zusätzlich 1 Alarmprobenehmer, automatische Anreicherung für GC/MS-Screening auf organische Spurenstoffe
Kontinuierliche Messung	Wassertemperatur, Sauerstoff, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Trübung, SAK 254 nm
Kontinuierliche Biotests	2 bbe-Daphnientoximeter, 1 DF-Algentest
Laboraausstattung:	3 Laborräume mit Photometer, GC/MS-System, Algen- und Daphnienzucht
Computersysteme	SPS und PC-Netzwerk zur Prozesssteuerung und -visualisierung, sowie Datenauswertung und Datenfernübertragung; Netzwerk zur Bürokommunikation

\* Vorübergehende Stilllegung von zwei der ursprünglich vier Leitungen über den gesamten Flussquerschnitt, weil die Nibelungenbrücke saniert wird.

70 Besuchergruppen jährlich oder als „Außerschulischer Lernort“ für Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7 bis 10.

### 6 These 5: Neue Fragen müssen beantwortet werden können

Die Monitoringprogramme müssen so gestaltet sein und ausgewertet werden, dass sie auf alle Fragen eine Antwort ermöglichen.

Selbst wenn man den Katalog der Zwecke der Monitoringprogramme von vorneherein weit auslegt, ergeben sich in der Regel immer wieder ad hoc neue Fragestellungen, denen man – oft unter Zeitdruck – gerecht werden muss. Die dann geforderte rasche Auswertung vorliegender Daten kann nur gelingen, wenn die Datengrundlagen zuverlässig sind. Deshalb ist vor aller Auswertung eine umfassende Prüfung und Plausibilisierung der Daten erforderlich.

*Ein Beispiel:* Kleine Anfrage der Abgeordneten Nicole Maisch, Sylvia Kotting-Uhl, Winfried Hermann, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN vom 22.5.2007 – Drucksache 16/5189 – Stand der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland.

Frage 61: Wie hoch waren die Spitzentemperaturen in den vergangenen 10 Jahren in den verschiedenen Flussgebieten, und welche Temperaturen hält die Bundesregierung für nachhaltig?

Antwort der Bundesregierung:

Innerhalb der vergangenen 10 Jahre ragt das Jahr 2003 bei allen Flussgebieten mit Spitzentemperaturen von 25 bis 28 °C heraus. Das langjährige Mittel, bezogen auf die Daten im Juli und August, wurde dabei 2003 im Rheingebiet um etwa 6 °C, im Elbegebiet um rund 5 °C und im Wesergebiet um knapp 7 °C übertroffen. Die zweithöchsten Spitzentemperaturen wurden 2006 gemessen. Diese lagen nur wenig tiefer oder auf gleichem Niveau wie die Werte von 2003.

Damit wird die Grenze für eine nachhaltige Wärmebelastung der Gewässer erreicht.

Für die Bundesregierung wurde diese Frage von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bearbeitet. Diese erhielt den Auftrag an einem Donnerstag. Die Antwort war für den darauffolgenden Montag erbeten. Die BfG konnte ihre kompetente fachliche Stellungnahme nur deshalb abgeben, weil sie sehr schnell auf einen durch vorhergehende Plausibilisierung zuverlässigen und auf schnellen Zugriff optimierten zentral für alle Flussgebiete gehaltenen Datenbestand zurückgreifen konnte.

### 7 Folgerungen

Aus den fünf Thesen (dem Gesetz muss genüge getan werden, Planung muss ermöglicht werden, Überprüfung muss möglich sein, der Schutz des Gewässers und des Menschen muss gewährleistet werden, neue Fragen müssen beantwortet werden können) und den Beispielen ergeben sich folgende Anforderungen für die Gestaltung chemisch-physikalischer Monitoringprogramme am Rhein:

- möglichst einheitliche Messmethoden,
- formale und inhaltliche Plausibilisierung vor der Datenspeicherung,
- zentrale Datenhaltung der dann sofort auswertbaren Daten mit raschen Zugriffsmöglichkeiten und
- regelmäßiger Erfahrungsaustausch der mit der Auswertung befassten Experten.

Die Beschlüsse der am Rhein verantwortlichen Staaten, Bundesländer und Gremien IKSR und DK in den vergangenen Jahren tragen allen diesen Anforderungen Rechnung.

- Das Internationale Rheinmessprogramm Chemie gewährleistet, dass alle wichtigen Kenngrößen, insbesondere solche, für die es gesetzliche Umweltqualitätsnormen gibt, flächendeckend im gesamten Rheineinzugsgebiet sowie in ausreichender Häufigkeit gemessen werden. Damit sind problemlos statistische Auswertungen und in

der Folge Antworten auf allgemeine und spezielle Fragestellungen möglich.

- Die Bestimmungen der Wasserrahmenrichtlinie, aber auch landesinterne Vorschriften gewährleisten, dass Messungen und Analysen gemäß den einschlägigen Normen erfolgen (Wasserchemische Gesellschaft 2009). Um auch eine Vereinheitlichung bei Analyseverfahren zu erreichen, die bislang nicht genormt sind oder für die keine Normung möglich ist (z. B. Screening), wird mittels der IKSR-Expertengruppe Sana international eine Harmonisierung angestrebt.
- Die Messwerte werden bei der Gütestelle Rhein in Worms inhaltlich plausibilisiert, bevor sie in die zentrale Datenerhaltung bei der BfG (Hydrologische Datenbank HyDaBa) eingespeist werden. Von dieser aus werden die Daten im Internet veröffentlicht oder auch auf Anfrage extrahiert.
- Auf Staaten- und Länderebene, vor allem aber innerhalb der Flussgebietskommissionen, gibt es einen regelmäßigen Erfahrungsaustausch der Fachleute, der zum Teil in Arbeitsgruppen mit fest umrissenem Arbeitsauftrag stattfindet.

Die chemisch-physikalische Gewässertüberwachung am Rhein steht damit auf einem zukunftsfähigen Fundament und ist weiterhin beispielgebend für vergleichbare Aktivitäten überall auf der Welt.

## Literatur

- AWBR (2007) Jahresbericht 2006 der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein.
- Deutsche Kommission zur Reinhaltung des Rheins (1976–2007) Zahlentafeln Rhein, 1976–1998 als Broschüre, 1999–2007 als CD-ROM
- Diehl P (2007) Anforderungen an die künftige Auswertung von Monitoringprogrammen. In: Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke (Hrsg) 50 Jahre ARW – Jubiläumsbericht. Köln, S 121–124
- Diehl P, Gerke T, Jeuken A, Lowis J, Stehen R, van Steenwijk J, Stoks P, Willemsen HG (2006) Early warning strategies and practices along the river Rhine. In: Knepper TP (Hrsg) The Handbook of Environmental Chemistry, Bd 5L. The Rhine, Springer, Berlin Heidelberg, S 99–124
- Europäische Union (2000) Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik
- Europäische Union (2008) Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG
- Europäische Union (2009) Richtlinie 2009/90/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
- Gütestelle Rhein (2007) Stickstoff im Rhein 1985–2005, Konzentrationen und Frachten. Worms
- LAWA (1989) Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland – Chemische Gewässergüteklassifikation. Kulturbuchverlag, Berlin
- Tschanz R (2002) Gewässerschutz am Rhein: Grenzüberschreitende Zusammenarbeit zur Lösung von Umweltproblemen. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. [http://www.eawag.ch/research\\_e/apec/seminars/pdf\\_seminars/Tschanz\\_Rhein.pdf](http://www.eawag.ch/research_e/apec/seminars/pdf_seminars/Tschanz_Rhein.pdf) (Zugriff am 26. 2. 2010)
- Wasserchemische Gesellschaft (2009) Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. Wiley-VCH, Weinheim