



Gewässerchemische Untersuchungen an Ahr und Rhein nach der Hoch- wasserkatastrophe vom 14./15.07.2021



Messkampagne vom 02./03.08. – 13./14.09.2021

Referat 53 Gewässerchemie

Abteilung 5 Gewässerschutz

Stand: 04.10.2021

Inhaltsverzeichnis

Sondererhebung des LfU Rheinland-Pfalz und der SGD-Nord	2
Abflusssituationen an den untersuchten Gewässern.....	2
Untersuchter Parameterumfang und Stoffgruppen.....	3
Ergebnisse	4
Gesamtfazit	6
Betrachtung der Belastungspfade im Einzelnen - Ahr	7
Einträge kommunaler Abwässer	7
Nährstoffeinträge	9
Mineralölrückstände	9
Pestizide.....	10
Schwermetalle	10
Sonstige Schadstoffe.....	11
Betrachtung der Belastungspfade im Einzelnen - Rhein.....	12
Gesamtfazit für den Rhein	12
Einträge kommunaler Abwässer	12
Nährstoffeinträge	13
Mineralölprodukte	13
Pestizide.....	14
Schwermetalle	14
Sonstige Schadstoffe.....	14

Sondererhebung des LfU Rheinland-Pfalz und der SGD-Nord

Im Rahmen eines Sondermessprogramms werden Wasserproben in zweiwöchigem Turnus an 14 Messstellen im Längsverlauf der Ahr für eine gewässerchemische Untersuchung erhoben (Abb. 1). Jeder Probenahmedurchgang erstreckt sich über zwei Tage. Die Probenahmetermine sind in Tabelle 1 dargestellt. Der größte Teil der Proben wird im Umweltlabor des LfU untersucht. Nährstoffe und Abwasserparameter werden in der SGD Nord analysiert. Es liegen nunmehr Ergebnisse von vier Durchgängen vor, die sich über einen Zeitraum von acht Wochen nach dem Hochwasserereignis erstrecken (02./03.08. – 13./14.09.2021).

Darüber hinaus führte das LfU am 10.08. und am 16.09.2021 Beprobungen mit dem Mess- und Laborschiff MS Burgund im Rhein im Bereich der Ahrmündung durch.

Hochwassermessstellen im Verlauf der Ahr bzw. vor und nach der Ahrmündung



Rheinland-Pfalz
LANDESAMT FÜR UMWELT

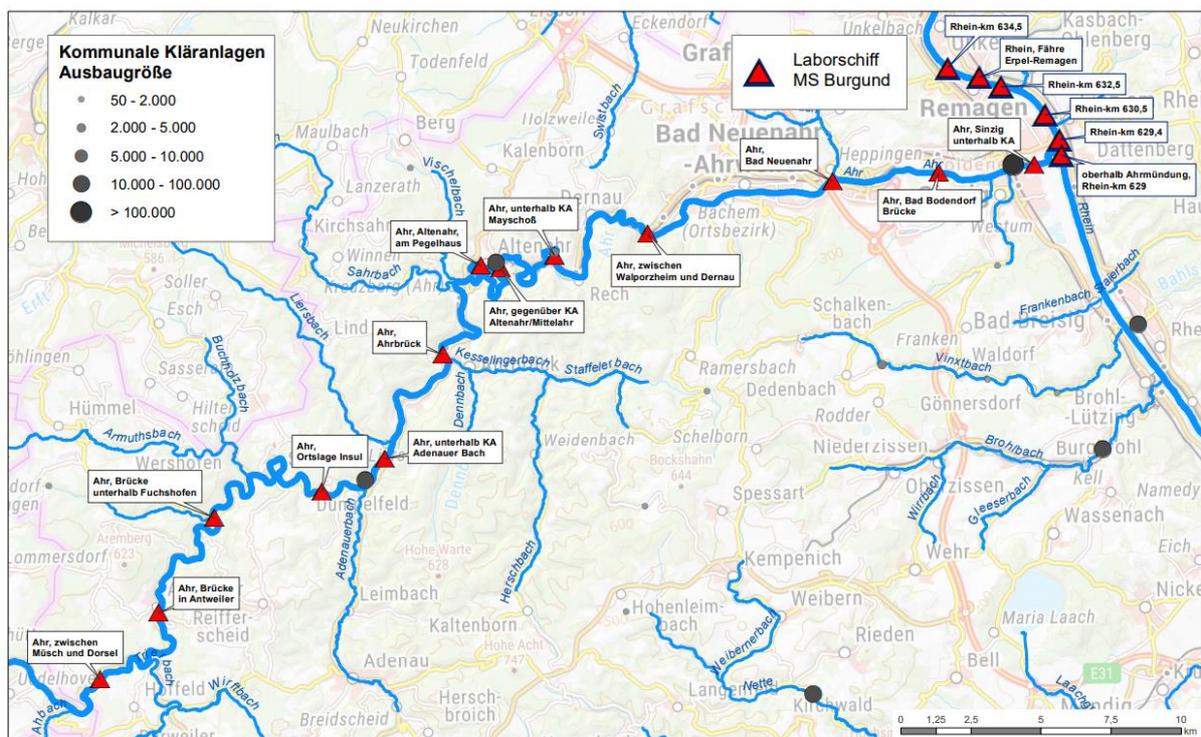


Abbildung 1: Messstellen zur Beprobung der Ahr und des Rheins im Mündungsbereich der Ahr. Die Mündungsmessstelle an der Ahr bei Sinzig ist überdeckt.

Abflusssituationen an den untersuchten Gewässern

Zur Einordnung der gemessenen Stoffkonzentrationen spielen die Abflussverhältnisse der untersuchten Gewässer eine große Rolle (Tab. 1). Zum einen werden Abwassereinleitungen je nach Gewässerabfluss unterschiedlich stark verdünnt, zum anderen können schadstoffbelastete Sedimentablagerungen bei hoher Wasserführung und starker Strömung auch remobilisiert werden.

Bei der Probenahme im Rhein mit dem Mess- und Laborschiff MS Burgund am 10.08.2021 ist zu berücksichtigen, dass das Verhältnis von Ahr- zu Rheinabfluss etwa 1:1163 betrug, so dass die „Ahrfahne“ im Rhein sehr stark verdünnt wurde. Am 16.09.2021 lag dieses Verhältnis bei 1:255.

Tabelle 1: Abflussverhältnisse an den untersuchten Gewässern im Vergleich zu den mittleren Abflüssen im hydrologischen Sommerhalbjahr.

	Ahr	Rhein
	Abfluss Pegel Altenahr in m ³ /s	Abfluss Pegel Andernach in m ³ /s
MQ Sommer	3,52	1830
02.08.2021	3,26	
03.08.2021	3,30	
10.08.2021	2,52	2930
16.08.2021	1,72	
17.08.2021	1,88	
30.08.2021	15	
31.08.2021	9,77	
14.09.2021	2,55	
15.09.2021	3,04	
16.09.2021	5,30	1350

Untersuchter Parameterumfang und Stoffgruppen

Die Proben wurden im Wasserlabor des LfU auf 194 Parameter untersucht, darunter:

Chemisch-organischen Spurenstoffe:

- 71 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) und einiger ihrer Abbauprodukte
- 26 halogenierte Kohlenwasserstoffen
- 26 Aromate und polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoff (PAK)
- 7 Komplexbildner
- 3 Arzneimittelwirkstoffe
- 12 sonstigen chemisch-organische Spurenstoffe

Metalle, anorganische Stoffe und Summenparameter:

- 28 Metalle und Schwermetalle
- 11 Nährstoffparameter
- 3 Summen- bzw. Gruppenparametern
- sowie weitere Basisparameter (Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit)

Die Konzentrationen von 341 zusätzlichen chemisch-organischen Spurenstoffe (darunter weitere Pflanzen- und Arzneimittelwirkstoffe sowie Korrosionsschutzmittel und ein Süßstoff) wurden in der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LfU) in Speyer bestimmt. Von diesen liegt aber nur ein kleiner Teil über der Bestimmungsgrenze.

Bei den hier aufgeführten Betrachtungen steht die Relevanz für die Umwelt und die aquatischen Lebensgemeinschaften im Vordergrund (Gewässerqualität und Ökotoxikologie). **Human-toxikologische und humanpathologische Gefährdungen durch hygienischen Belastungen können durch das LfU nicht beurteilt werden.** Gleichwohl kann die Untersuchung von Fäkalkeimen im Gewässer ein Indikator für eine Abwasserbelastung sein.

Ergebnisse

Die Analysenergebnisse sind in den Anlage 1 (Ahr) und 2 (Rhein) tabellarisch zusammengefasst. Um eine leichtere Einordnung der Werte zu ermöglichen, werden die einzelnen Parameter, soweit möglich, den jeweiligen Mittelwerten der Analysen der letzten drei Jahre (Jahrgänge 2018 bis 2020) bzw. den Umweltqualitätsnormen (UQN) und Orientierungswerten der Oberflächengewässerordnung (OGewV 2016) gegenübergestellt.

Um die Interpretation der Analysewerte zu strukturieren, orientiert sich die Darstellung der Gewässerbelastung an den in der Diskussion stehenden, hochwasserbedingten Gefahren- und Eintragsquellen. Betrachtet wurden hierbei mögliche Gewässerverunreinigungen durch:

- Abwasser: geschädigte oder zerstörte Kanalisationen und Kläranlagen
- Nährstoffe: verstärkte Nitrat- und Phosphatausträge aus der Landwirtschaft (Bodenabtrag) und aus zerstörten Abwasseranlagen
- Mineralölrückstände: ausgelaufenen Heizöltanks, Treibstoffe aus zerstörten Tankstellen und ausgelaufenen Benzintanks
- Pestizide: zerstörte landwirtschaftliche Betriebe, Abschwemmungen aus Weinbergen und landwirtschaftlichen Nutzflächen
- Schwermetalle: Austräge aus geschädigten metallverarbeitenden Betrieben, Autobatterien
- sonstige Schadstoffe mit auffälligen Konzentrationen: Deponien, geschädigte Betriebe, Stäube.

Die auf dieser Betrachtung beruhenden synoptische Bewertungen der Daten sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Synoptische Bewertung der gewässerchemischen Untersuchungen an der Ahr (Stand 27.09.2021).

	geringe Belastung: Die Umweltqualitätsziele werden eingehalten. Es ist keine Gefährdung für die Gewässerumwelt zu erwarten.
	mäßige Belastung: Die Umweltqualitätsziele werden leicht überschritten. Um eine langfristige Gefährdung für die Gewässerumwelt auszuschließen sollte auf Dauer die Einhaltung der Umweltqualitätsziele erreicht werden.
	erhöhte Belastung: Die Umweltqualitätsziele werden deutlich überschritten. Langfristig ist ohne Gegenmaßnahmen eine Gefährdung der Gewässerumwelt zu erwarten. Eine Reduzierung der Stoffeinträge sollte gezielt angegangen werden.
	kritische Belastung: Eine Gefährdung der Gewässerumwelt ist akut möglich. Die Reduzierung der Stoffeinträge muss rasch erfolgen.
	derzeit keine Bewertung möglich

Beurteilung der chemischen Belastung der Ahr																								
Messstelle/	Abwasser				Nährstoffe				Mineralölrückstände				Pestizide				Schwermetalle				Sonstige Schadstoffe			
Datum/	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.	02./03.08.	16./17.08.	30./31.08.	13./14.09.
Abfluss in m ³ /s	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8	Ø 3,3	Ø 1,8	Ø 12,4	Ø 2,8
Sinzig				Daten													?	?	?					
Sinzig unterhalb KA Untere Ahr				Daten													?	?	?					
Bad Bodendorf Brücke				Daten													?	?	?					
Bad Neuenahr				Daten																				
Zw. Walporzheim und Dernau				Daten													?	?	?					
Unterhalb von KA Mayschoss				Daten													?	?	?					
gegenüber KA Altenahr/Mittelahr	Keine Probe			Daten	Keine Probe				Keine Probe				Keine Probe				Keine Probe		?		Keine Probe			
Altenahr am Pegelhaus		Daten	Daten	Daten													?		?					
Ahrbrück			Daten	Daten													?		?					
Unterhalb Kläranlage Adenauer Bach			Daten	Daten													?	?	?					
Insul			Daten	Daten													?		?					
Brücke unterhalb Fuchshofen			Daten	Daten													?	?	?					
Brücke in Antweiler			Daten	Daten		Daten											?		?					
Zwischen Müsch und Dorsel			Daten	Daten													?		?					

Gesamtfazit

Nachdem umfangreiche Datensätze von vier Untersuchungsdurchgängen vorliegen, lassen sich Muster und räumliche-zeitliche Differenzierungen der Gewässerbelastung erkennen (Tab. 2):

- 1. Räumliche Differenzierung:** Die synoptische Betrachtung der Bewertungsmatrix zeigt, dass die Belastungen der Ahr vom Oberlauf zum Unterlauf zunehmen. Oberhalb von Ahrbrück sind die Belastungen nur gering bis mäßig. In den Siedlungsgebieten von Bad Neuenahr und Sinzig steigen sie dagegen stark an. Insbesondere die abwasserbürtigen Belastungen und die Nährstoffkonzentrationen sind erhöht. Die Sauerstoffversorgung des Gewässers ist aufgrund der guten Strömungsverhältnisse aber auch hier noch unkritisch (physikalische Sauerstoffeintrag durch turbulentes Fliesen).
- 2. Zeitliche Differenzierung:** Bei der Gesamtschau der Ergebnisse muss bedacht werden, dass extreme Abflüsse und Fließgeschwindigkeiten bei dem Hochwasserereignis aufgetreten sind. Es ist daher anzunehmen, dass viele Schadstoffe bereits mit der Hochwasserwelle in den ersten Tagen nach der Katastrophe ausgespült wurden und sich folglich nicht mehr in größeren Mengen im Gewässersystem befinden (Mineralölrückstände, Treibstoffe). Deutlich angestiegen gegenüber dem ersten Probenahmetermin sind dagegen die Abwasserparameter und der Phosphorgehalt (Nährstoffe). Das erklärt sich mit den Fortschritten bei der Reparatur der Wasserleitungen im Gebiet und des dadurch bedingten höheren Abwasseraufkommens. Da die Kläranlagen und Kanäle wegen der starken Zerstörungen in ihrer Funktion aber noch eingeschränkt sind, steigt die Gewässerbelastung durch häusliche Abwässer an. Dies manifestiert sich insbesondere in der starken Abwasserpilzentwicklung in der Ahr unterhalb der Kläranlage von Sinzig (s. Bericht Gewässerökologie).
- 3. Räumlich-zeitliche Muster der stofflichen Belastung:** Hinsichtlich der gewässerbiologischen Relevanz rückt deshalb die **Abwasser- und Nährstoffbelastung** derzeit in den Vordergrund. Belastungen durch Pestizide spielen dagegen keine Rolle. Indifferent sind die Muster bei **Mineralölrückständen**. Diese treten vor allem in den Abschnitten der unteren Ahr auf (mehr Verkehrs- und Siedlungsflächen). Auch die **sonstigen chemisch-organischen Schadstoffe** mit auffälligen Konzentrationen zeigen indifferente Muster. Die Betrachtung fokussiert sich nach den ersten Messreihen fast ausschließlich auf die **Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)**. Sie entstehen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen und werden als luftbürtige Schadstoffe an Partikel gebunden, auf Flächen abgelagert und mit Niederschlägen in die Gewässer eingetragen. Sie kommen aber auch in Straßenbelägen vor und könnten demnach auch durch Ablagerungen von zerstörten Verkehrsflächen in die Ahr eingetragen worden sein. Die Umweltqualitätsnormen für diese Stoffgruppe liegen im Nanogramm-bereich und werden an mehreren Stellen der unteren und mittleren Ahr überschritten (v. a. Benzo[g,h,i]pyren). Dabei fällt auf, dass in den ersten vier Wochen nach dem Hochwasserereignis geringere Belastungen durch diese Stoffe auftraten als an den letzten beiden Probenahmeterminen (30./31.08. und 13./14.08.2021) (stärkere Akkumulation von Stäuben?).
- 4. Rolle von Niederschlag und Abfluss:** Am 28.08.2021 kam es zu einem Regenereignis mit 25 Liter/m² wodurch der Abfluss der Ahr bei Altenahr von 1,5 (27.08.) auf 15 m³/s (30.08.) anstieg. In diese Zeit fiel der dritte Untersuchungsdurchgang, bei dem

ein auffälliger Anstieg der meisten der untersuchten Schadstoffparameter beobachtet wurde. Staubabschwemmungen von Oberflächen und die Remobilisierung von partikelgebundenen Schadstoffen im Gewässer können eine Ursache für den Anstieg der Belastungen am 30./31.08.2021 gewesen sein (Metalle, PAK u. a.).

5. Die Beurteilung der **Schwermetallbelastung** war nach den ersten Probenahmeterminen aus methodischen Gründen nicht oder nur eingeschränkt möglich. Es konnten nur Gesamtmetallbestimmungen nach Aufschluss durchgeführt werden, die nur bedingt Aussagen über die tatsächlich gelösten und damit bioverfügbaren Metallkonzentrationen zulassen. Für Cadmium, Blei, Quecksilber und Nickel beziehen sich die Umweltqualitätsnormen nach OGeV auf den gelösten Anteil (filtrierte Probe) und sind folglich aus der Gesamtmetallbestimmung nicht herzuleiten. Diese Metalle zeigen nämlich die Tendenz sich adsorptiv fest an Bodenpartikel zu binden. Diese Bindungen werden durch den der Analytik für die Gesamtmetallbestimmung vorgeschalteten Schritt des Aufschlusses aufgebrochen, wobei die Metalle gelöst werden. In den Gesamtmetallproben traten hohe Konzentrationen bei Metallen auf, die typische Bausteine von Tonmineralen (z. B. Aluminium) oder anderer Bodenbestandteile (z. B. Eisen) sind.

Bei der Probenahme am 30./31.08.2021 traten hohe Bleikonzentrationen von bis zu 65 µg/L (Bad Neuenahr) in den unfiltrierten Proben auf. Der gelöste Anteil ist aber unbekannt. Ab dem 13.09.2021 liegen die Werte nun als Gesamtmetall (unfiltriert mit Aufschluss) und zusätzlich als filtrierte Probe vor. Die filtrierten Proben waren in Bezug auf die Schwermetallbelastung alle unkritisch.

Die beobachteten Muster bei der stofflichen Gewässerbelastung zeigen, dass es wichtig ist, das Sondermessprogramm sanierungsbegleitend fortzuführen, um die weiteren Entwicklungen zu dokumentieren.

Betrachtung der Belastungspfade im Einzelnen - Ahr

Einträge kommunaler Abwässer

Ökologische Wirkung

Bei nicht oder nur ungenügend gereinigten kommunalen Abwässern ist in erster Linie der Eintrag von leicht abbaubaren biologisch-organischen Stoffen zu befürchten (hohe TOC- und CSB-Werte), in deren Folge die Sauerstoffgehalte durch Zehrungsprozesse in kritische Bereiche absinken können. Darüber hinaus sind hohe Ammoniumgehalte ein Anzeichen für Abwasserbelastungen und bewirken eine starke Sauerstoffzehrung. Unter bestimmten Bedingungen (v. a. bei hohen pH-Werten) können dabei fischgiftige Konzentrationen an Ammoniak im Gewässer entstehen.

Schließlich sind auch erhöhte Konzentrationen von Arzneimittelwirkstoffen ein Hinweis auf kommunale Abwässer. Ihre Wirkung auf Gewässerorganismen kann ganz unterschiedlicher Natur sein und ist z. T. nur ungenügend bekannt.

Ergebnisse

Die Gewässerbelastung durch ungenügend gereinigte häusliche Abwässer hat vor allem in den dicht besiedelten Gebieten der unteren Ahr (ab Bad Neuenahr abwärts) deutlich zugenommen. Unterhalb der **Kläranlage in Sinzig** (115.000 EW) hat sich ein flächendeckender Abwasserpilzbestand durch das koloniebildende Bakterium *Sphaerotilus* ausgebildet. Dieser

zeigt die anhaltende Zufuhr leicht abbaubarer, organischer Substanzen aus der zurzeit nur mechanisch betriebenen Kläranlage an. Das Erscheinungsbild entspricht der schlechtesten Güteklasse im Saprobiensystem. Durch den permanenten physikalischen Sauerstoffeintrag aufgrund des turbulenten Fließens der Ahr, ist die Sauerstoffversorgung des Gewässers aber derzeit noch unkritisch. Die Sauerstoffwerte liegen oberhalb von 7 mg/L. Messungen während der gewässerökologischen Untersuchungen zeigen aber, dass es bedingt durch die Aktivität der Algen höchstwahrscheinlich Tag-Nachtschwankungen gibt, mit Sauerstoffübersättigungen am Tag und Untersättigungen in der Nacht (Photosynthese am Tag, Dunkelatmung in der Nacht). Wie stark dieser nächtliche Abfall des O₂-Gehaltes ausfällt, müssen kontinuierliche Sauerstoffmessungen zeigen.

An der Messstelle unterhalb der **Kläranlage Mayschoss** war die Abwasserbelastung während der ersten beiden Probenahmetermine gering. Am 30.08.2021 wurden dagegen erhöhte TOC Werte (15 mg/L) und hohe P-gesamt-Werte (0,59 mg/L) gemessen. Für die Probenahme am 13.09.2021 liegen die Messwerte noch nicht vor.

Für die Bewertung der Situation unterhalb der **Kläranalgen in Dümpelfeld** ist die Datenlage ebenfalls noch unvollständig. Bei den ersten beiden Messungen traten erhöhte Ammonium und CSB-Werte auf (bis zu 0,36 mg/L NH₄-N und 43 mg/L CSB) bei gleichzeitig sehr guter Sauerstoffversorgung (> 9 mg/L).

Von den drei untersuchten Arzneimittelwirkstoffen (Clofibrinsäure, Carbamazepin, Diclofenac) fällt lediglich Diclofenac in einer Probe unterhalb der Kläranlage Sinzig mit einer über den Vergleichswerten der Vorjahre liegenden Konzentration auf (0,12 µg/L). Ansonsten findet man den Stoff in deutlich geringeren Konzentrationen v. a. an den Messstellen in Bad Neuenahr und unterhalb der Kläranlage Adenauer Bach (Dümpelfeld). Unterhalb der Kläranlage in Sinzig trat noch Carbamazepin in geringer Konzentration auf. Zu den „kläranlagengängigen Indikatorstoffen“ (geringe Abbaufähigkeit) kann auch der Süßstoff Acesulfam gezählt werden, der unterhalb der KA Sinzig mit 2,6 bzw. 3,2 µg/L auftrat (02. und 16.08.2021). In dieselbe Kategorie gehört auch 1 H Benzotriazol (Korrosionsschutzmittel in Reinigungsmitteln), das an der Messstelle „Sinzig“ mit 2,7 µg/L auftrat.

Fazit

Die Belastungen durch häusliche Abwässer hat insbesondere in der unteren Ahr zugenommen. Grund hierfür ist das gestiegene Abwasseraufkommen, seit die Wasserversorgung und damit auch die Abwasserentsorgung der Haushalte wiederhergestellt werden konnte. Kritisch ist die Situation an der Kläranlage in Sinzig mit 115.000 EW. Hier übersteigt der Eintrag an biologisch-organischem Material die Selbstreinigungskraft des Gewässers bei weitem, was sich in der Entwicklung eines ausgeprägten Abwaspilzbestandes zeigt. Im oberen Abschnitt der Ahr (oberhalb der Kläranlage Adenauer Bach in Dümpelfeld) treten die Belastungsindikatoren (mit wenigen Ausnahmen) in der Größenordnung der Vergleichswerte aus den Vorjahren auf. Die Sauerstoffversorgung der Ahr ist hier gut, so dass eine Erholung bzw. Wiederbesiedlung der geschädigten Biozönosen besser eingeschätzt wird, als in den unterhalb gelegenen Abschnitten der Ahr.

Nährstoffeinträge

Ökologische Wirkung

Nitrat und Phosphor gelangen bei der Siedlungsentwässerung (Kläranlagen, Mischwassereinträge) sowie aus diffusen Quellen (Abschwemmungen aus landwirtschaftlichen Nutzflächen) in die Gewässer. Hohe Phosphoreinträge bewirken ein starkes Algenwachstum im Gewässer (Eutrophierung).

Ergebnisse

Die **Nitratkonzentrationen** liegen nach den Ergebnissen der beiden ersten Durchgänge an fast allen Messstellen im Bereich der Jahresdurchschnittskonzentrationen der (sehr trockenen) Vergleichsjahre 2018 bis 2020, teilweise sogar deutlich darunter. Dies trifft auch auf die Messstellen mit Kläranlagenbezug und den Siedlungsbereich Bad Neuenahr zu. Anders sind dagegen die Verhältnisse beim **Gesamtphosphor**. Fast durchgängig treten sehr hohe Werte am 30./31.08.2021 in der mittleren und unteren Ahr mit Höchstwerten bis zu 1 mg/L auf (Bad Neuenahr). Durch das vorangegangene Regenereignis am 28.08. scheint es zu höheren Stoßbelastungen aus der Kanalisation und den Kläranlagen und zu Einträgen von Bodenmaterial gekommen zu sein. Bei der darauffolgenden Probenahme (13./14.09.) haben sich die Werte mit Ausnahme der Stellen unterhalb der Kläranlage Sinzig wieder normalisiert und halten sogar den Orientierungswert der OGWV von $\leq 0,1$ mg/L ein.

Fazit

Erhöhte Nährstoffeinträge erfolgen nur für Phosphor. Die Belastung können bei Niederschlägen durch Einschwemmungen von Abwasser oder Bodenmaterial erheblich ansteigen und damit das Algenwachstum forcieren. In den oberen Ahrabschnitten sind die Werte durchweg niedrig und halten den Orientierungswert der OGWV ein.

Mineralölrückstände

Ökologische Wirkung

Durch zerstörte Heizöltanks und austretendes Benzin aus abgeschwemmten Fahrzeugen können Mineralölrückstände in die Gewässer gelangt sein. Diese meist leichtflüchtigen Substanzen (z. B. MTBE [Antiklopfmittel]) sind analytisch oft nur schwer zu fassen. Mitunter sind sie durch sichtbare Schlierenbildung und den Geruch besser zu detektieren als über chemische Nachweise. Mineralölrückstände schädigen auf Grund ihrer toxischen Inhaltsstoffe die Lebensgemeinschaften von aquatischen Ökosystemen.

Ergebnisse

Zur Untersuchung von Mineralölrückständen in den Gewässern wurden der Kohlenwasserstoff-Index (Summenparameter aus langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen) sowie die leichtflüchtigen MTBE und ETBE betrachtet. Erhöhte Werte des Kohlenwasserstoff-Index traten insbesondere zu Beginn der Messreihe und hier vor allem in den unteren Bereichen der Ahr auf. Der höchste Wert mit $1,5 \mu\text{g/L}$ wurde am 03.08.2021 in Bad Neuenahr gemessen. Alle anderen Werte lagen unter $0,4 \mu\text{g/L}$. Unterhalb der Kläranlage Sinzig wurde das Antiklopfmittel MTBE mit $0,29 \mu\text{g/L}$ gemessen. Der Nachweis dieser Stoffe zeigt, dass im Umfeld der Siedlungsbereiche noch Mineralölrückstände nachgewiesen werden können. Die Konzentrationen nehmen jedoch ab und liegen in der oberen Ahr meist unterhalb der Bestimmungsgrenze.

Fazit

Mit dem Hochwasser wurden Öltanks zerstört und Fahrzeuge mitgerissen, wodurch Mineralölrückstände in die Gewässer gelangt sind. Ein großer Teil davon ist aber vermutlich mit den hohen Abflüssen bereits aus dem Ahrsystem ausgetragen worden oder hat sich verflüchtigt (Leichtflüchter).

Pestizide

Ökologische Wirkung

Durch zerstörte Vorratslager in landwirtschaftlichen Betrieben, Abschwemmungen von landwirtschaftlichen Nutzflächen (z. B. Felder, Wiesen und Weinbergen) können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe (PSM) in die Gewässer eingetragen worden sein. Sie sind in ihrer Wirkung auf die aquatischen Lebensgemeinschaften vielfältig. Insbesondere Insektizide können große Schäden unter den aquatischer Wirbellosen hervorrufen.

Ergebnisse

Von den 71 untersuchten PSM bzw. deren Metabolite wurde nur wenige Substanzen oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden. Auch hier ist die Messstelle Bad Neuenahr mit sieben Wirkstoffen am auffälligsten. Allerdings tritt hier nur Dimethomorph in einer Konzentration oberhalb von 0,1 µ/L auf (0,12 µg/L). Alle anderen Stoffe treten in Konzentrationen deutlich unterhalb von 0,1 µg/L auf.

Fazit

Nach den bisherigen Messergebnissen haben keinen nennenswerte PSM-Einträge in die Ahr stattgefunden.

Schwermetalle

Ökologische Wirkung

Der Eintrag von Schwermetallen in Gewässer kann vielfältige Ursachen haben. Ein Teil dieser Metalle ist auch geogenen Ursprungs und wird mit Bodenabschwemmungen eingetragen. Grundsätzlich sind im Zusammenhang mit dem Hochwasser aber auch Austräge aus geschädigten Betrieben oder aus defekten Autobatterien denkbar. Viele Schwermetalle haben eine toxische Wirkung auf Organismen.

Ergebnisse

Bei der Betrachtung der Verteilungsmuster bei den Metall- und Schwermetallwerten lässt sich ein grober Zusammenhang mit den Trübungswerten herstellen. Diese sind in den Siedlungsbereichen Bad Neuenahr und unterhalb der Kläranlage Sinzig am höchsten, wo auch hohe Schlammeinträge vermutet werden. Dies legt nahe, dass mit der Einschwemmung von mineralischen Sedimenten die Konzentrationen der Metalle wie Aluminium, Eisen und Mangan beim chemischen Aufschluss der Proben freigesetzt wurden. Die Gesamtmetallbestimmungen am 02./03.08. und vor allem am 30./31.08. geben Hinweise auf mögliche erhöhte Bleieinträge in einigen Bereichen der unteren und mittleren Ahr. Die Werte können jedoch nicht sicher interpretiert werden, da der relevante gelöste Metallanteil in den Proben nicht bekannt ist. Die Messungen ab dem 13./14.09.2021, bei denen gelöste und gebundene Metalle untersucht wurden, zeigen keine Überschreitungen von Umweltqualitätsnormen für Schwermetalle an.

Fazit

Für die Bewertung der Umweltrelevanz der Schwermetalle sind die im Wasser gelösten und damit bioverfügbaren Anteile entscheidend, die nur in vor Ort filtrierten Proben bestimmt werden können (s. auch Gesamtfazit). Neuere Untersuchungen geben hierbei keine Hinweise auf eine Schwermetallbelastung. Der Niederschlag und die damit eingetragenen Sedimente und Stäube haben jedoch einen Einfluss auf die Werte.

Sonstige Schadstoffe

Ökologische Wirkung

Durch unvollständige Verbrennungsprozesse (Verkehr, Haushalte, Industrie) entstehen Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Gebunden an Staubteilchen in der Luft, werden diese großflächig verteilt und auf der Erdoberfläche abgelagert (atmosphärische Deposition). Dort können sie durch Niederschläge mobilisiert werden und als Abschwemmungen in die Gewässer gelangen. Sie sind in geringen Konzentrationen toxisch und daher in der OGewV geregelt.

Ergebnisse

Das Überschreiten der zulässigen Jahreshöchstkonzentrationen (ZHK) einiger PAK nach OGewV trat bei den ersten beiden Probenahmeterminen nur an einzelnen Stellen auf wie etwa im Siedlungsgebiet von Bad Neuenahr am 03.08.2021: Fluoranthen (ZHK UQN: 0,12 µg/L), Benzo(b)fluoranthen und Benzo(k)fluoranthen (ZHK UQN: je 0,017 µg/L) und Benzo(g,h,i)fluoranthen (ZHK UQN: 0,0082 µg/L). Die Messwerte für Fluoranthen lagen dort bei 0,19 µg/L, für Benzo(b)fluoranthen bei 0,089 µg/L und für Benzo(k)fluoranthen bei 0,052 µg/L und für Benzo(g,h,i)fluoranthen bei 0,084 µg/L. Bei den beiden letzten Probenahmen (30./31.08.2021 und 13./14.09.2021) waren die Überschreitungen der zulässigen Jahreshöchstkonzentrationen (ZHK) einiger PAK deutlich weiträumiger im Ahrgebiet verbreitet (Tab. 2). Zwar sind Überschreitungen der ZHK UQN auch in anderen Gewässern in RP zu beobachten, doch sind diese meist größer als die Ahr. Möglicherweise spielen hier Akkumulationsprozesse von Stäuben eine Rolle, die mit Niederschlägen in die Gewässer gelangen.

Fazit

Einträge von partikelgebunden Schadstoffen aus der Luft (Stäube, Ruß) sind ubiquitär und können durch wasserwirtschaftliche Maßnahmen kaum beeinflusst werden. Sie können durch Niederschläge mobilisiert und von befestigten Flächen und Straßen lokal in die Gewässer eingespült werden. Durch die Aufräumarbeiten werden im Ahrgebiet großräumig Stäube umgelagert. Möglicherweise beeinflusst dies das räumlich-zeitlichen Verteilungsmuster der PAK-Belastungen in der Ahr. Auch Ablagerungen zerstörter Straßenbeläge, die ebenfalls PAK enthalten, können zu der erhöhten Belastung mit beitragen.

Betrachtung der Belastungspfade im Einzelnen - Rhein

Gesamtfazit für den Rhein

Der Einfluss der Hochwasserkatastrophe in der Ahr auf die Gewässerchemie des Rheins ist auf Grund der großen Verdünnungseffekte im Rhein (s. Tab. 1) während der Probenahme am 10.08.2021 nur im Nahbereich der Ahrmündung messbar. Besondere Gewässerbelastungen ergeben sich daraus bisher nicht. Diese Tendenz setzt sich auch während der zweiten Probenahme der MS Burgund, welche am 16.09.2021 auf dem Rhein im Bereich der Ahrmündung stattgefunden hat, fort. Trotz eines deutlich geringeren Abflusses im Rhein im Vergleich zur ersten Probenahmekampagne, lässt sich keine erhöhte Gewässerbelastung im Rhein feststellen.

Einträge kommunaler Abwässer

Ergebnisse im Rhein

An allen im Rhein beprobten Stationen war die biologisch-organische Belastung (TOC und DOC) während beider Probenahmen mit der MS Burgund gering und lag im Bereich der Vergleichswerte der voran gegangenen Jahre. Die Sauerstoffgehalte lagen mit Werte von 8,5 bis 8,8 mg/l in einem für die Jahreszeit und die Witterung typischen Bereich. Auch die Ammoniumgehalte lagen deutlich unterhalb der von der Oberflächengewässerverordnung als Umweltqualitätsnorm vorgegebenem Wert von 0,1 mg/l NH₄-N. Die höchste Ammoniumkonzentration wurde am 10.08.2021 mit 0,059 mg/l NH₄-N direkt vor der Ahrmündung gemessen.

Von den drei untersuchten Arzneimittelwirkstoffen lag am 10.08.2021 keiner über der Nachweisgrenze, während der Probenahme am 16.09.2021 wurden in den Proben unterhalb der Ahrmündung geringe Konzentrationen des Medikaments Carbamazepin (Antiepileptikum) nachgewiesen, wobei die Maximalkonzentration bei 0,034 µg/l lag. Da dies jedoch nicht nur auf den Bereich der linken Rheinseite beschränkt war, sondern über den gesamten Rheinquerschnitt nachgewiesen werden konnte, ist die Ahr als Eintragsweg auszuschließen.

Wie oben erwähnt, können **humanpathologische Gefährdungen durch hygienischen Belastungen durch das LfU nicht beurteilt werden**. Gleichwohl können mikrobiologische Untersuchung nach den Vorgaben der Badegewässerverordnung (BgewV) als Indikator für die Abwasserbelastung genutzt werden. Die Tabellen 3a und b zeigen, dass die Fäkalkeimbelastung sowohl am 10.08. als auch am 16.09.2021 am linken Ufer des Rheins (rosa) unterhalb der Ahrmündung deutlich über denen in der Flussmitte und am rechten Ufer liegen. Damit lässt sich die „Abwasserfahne“ der Ahr am linken Rheinufer aufzeigen.

Fazit

Eine erhöhte chemische Belastung für den Rhein durch das Ahrwasser und seiner abwasserbürtigen Inhaltsstoffe ist nicht zu beobachten. Allerdings lassen sich Fäkalkeime aus der Ahr am linken Rheinufer aufzeigen. Mit diesen Messungen lassen sich aber keine Aussagen über die generelle Gefährdung durch pathogene Keime im Gewässer treffen.

Tabelle 3: Mikrobiologische Untersuchungen der Fäkalkeimbelastung im Rhein nach der Badegewässerverordnung; links a) 10.08.2021, rechts b) 16.09.2021.

Rheinseite links	
Rheinmitte	
Rheinseite rechts	
Ahrmündung	

Vergleichswerte BgewV nicht eingehalten	
Vergleichswerte BgewV eingehalten	

Mikrobiologische Untersuchung MS Burgund 10.08.2021					Mikrobiologische Untersuchung MS Burgund 16.09.2021				
Vergleichswerte § 7, (2) Badegewässerverordnung		Escherichia coli	Intestinale Enterokokken		Vergleichswerte § 7, (2) Badegewässerverordnung		Escherichia coli	Intestinale Enterokokken	
		1.800 KbE/100 ml	700 KbE/100 ml				1.800 KbE/100 ml	700 KbE/100 ml	
Probenahmestelle	Uhrzeit:	Escherichia coli	Intestinale Enterokokken	Einheit	Probenahmestelle	Uhrzeit:	Escherichia coli	Intestinale Enterokokken	Einheit
oberhalb Ahrmündung					oberhalb Ahrmündung				
Rhein-km 629,0 links	09:33	943	46	KbE/100 ml	Rhein-km 629,0 links	11:50	1007	30	KbE/100 ml
unterhalb Ahrmündung					unterhalb Ahrmündung				
Rhein-km 629,4 links	10:15	4573	312	KbE/100 ml	Rhein-km 629,4 links	12:50	1154	61	KbE/100 ml
Rhein-km 629,4 mitte	10:32	94	30	KbE/100 ml	Rhein-km 629,4 mitte	11:20	397	15	KbE/100 ml
Rhein-km 629,4 rechts	10:32	215	15	KbE/100 ml	Rhein-km 629,4 rechts	12:05	872	< 15	KbE/100 ml
Rhein-km 630,5 links	11:10	13860	834	KbE/100 ml	Rhein-km 630,5 links	14:00	8329	559	KbE/100 ml
Rhein-km 630,5 mitte	11:28	179	15	KbE/100 ml	Rhein-km 630,5 mitte	14:15	504	15	KbE/100 ml
Rhein-km 630,5 rechts	11:43	127	<15	KbE/100 ml	Rhein-km 630,5 rechts	14:30	568	< 15	KbE/100 ml
Rhein-km 632,5 links	12:28	7683	434	KbE/100 ml	Rhein-km 632,5 links	14:50	5352	375	KbE/100 ml
Rhein-km 634,5 links	13:18	5712	480	KbE/100 ml	Rhein-km 634,5 links	15:15	3693	176	KbE/100 ml

Nährstoffeinträge

Ergebnisse im Rhein

Die Nitrat- und Phosphorkonzentrationen liegen im Allgemeinen im Bereich der mittleren Vergleichswerte der Vorjahre.

Fazit

Es ergeben sich keine Hinweise auf übermäßige Nährstoffeinträge aus der Ahr in den Rhein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mit dem hohen Sedimenteintrag auch an Partikel gebundener Phosphor in die Gewässer gelangte, der aber vermutlich mit der Hochwasserwelle ausgebracht oder im Umland abgelagert wurde.

Mineralölprodukte

Ergebnisse im Rhein

Zur Untersuchung von Mineralölrückständen in den Gewässern wurden der Kohlenwasserstoff-Index (Summenparameter aus langkettigen Kohlenwasserstoffverbindungen) sowie die Leichtflüchter MTBE und ETBE betrachtet. Sowohl der Kohlenwasserstoffindex als auch die ETBE-Konzentration lag bei allen Proben aus dem Rhein unterhalb der Nachweisgrenze. MTBE konnte in den Proben vom 10.08.2021 nur direkt vor der Ahrmündung mit einer Konzentration von 0,02 µg/l nachgewiesen werden. Dieser Wert liegt jedoch nur minimal oberhalb der Nachweisgrenze von < 0,02 µg/l. In den Proben vom 16.09.2021 wurde MTBE an allen beprobten Stationen mit einer Maximalkonzentration von 0,03 µg/l gefunden. Auch hier lässt sich ein übermäßiger Eintrag von MTBE über die Ahr ausschließen, da die Substanz über den gesamten Rheinquerschnitt nachweisbar war.

Fazit

Es ist davon auszugehen, dass durch zerstörte Öltanks und mitgerissenen Fahrzeugen, Mineralölprodukte in die Gewässer gelangt sind. Ein großer Teil davon ist aber vermutlich mit den hohen Abflüssen bereits aus der Ahr und dem Mittelrhein ausgebracht worden oder hat sich verflüchtigt (Leichtflüchter).

Pestizide

Ergebnisse im Rhein

Von den 71 untersuchten PSM bzw. deren Metaboliten konnten vier Wirkstoffe (Tebuconazol, Terbutylazin, Metazachlor und Metolachlor-ESA) nachgewiesen werden. Da die Terbutylazin und Metolachlor-ESA-Werte jedoch über alle untersuchten Messstellen relativ gleichmäßig verteilt sind, ist nicht davon auszugehen, dass es zu einem übermäßigen Eintrag dieser Stoffe aus der Ahr kommt. Tebuconazol wurde nur an einer Station am rechtsrheinischen Ufer (der Ahrmündung gegenüberliegend) nachgewiesen. Metazachlor wurde lediglich am 16.09.2021 in sehr geringer Konzentration (0,0092 µg/l) linksrheinisch bei Rheinkilometer 634,5, ungefähr 5 km unterhalb der Ahrmündung gemessen.

Fazit

Für diese Stoffgruppe gibt es keine Befunde, die auf einen übermäßigen Eintrag aus der Ahr schließen lassen.

Schwermetalle

Ergebnisse im Rhein

Die Proben aus dem Rhein wurden analog zum Messprogramm an der Ahr bearbeitet, so dass für die erste Probenahmekampagne am 10.08.2021 nur Gesamtmetallgehalte vorliegen. Sie machen die gewässerökologische Interpretation schwierig. Die Ergebnisse sind nicht dargestellt. Es zeigt sich aber auch hier, dass durch den Aufschluss von mineralischen Trübstoffe ganz ähnliche Konzentrationsmustern wie an der Ahr auftreten, allerdings auf niedrigerem Niveau. Hinweise auf außergewöhnlich Belastungen liegen nicht vor. Während der zweiten Probenahme am 16.09.2021 wurden neben den Gesamtmetallgehalten auch die Metallkonzentrationen in der filtrierten Phase bestimmt. Auch hier gibt es keine Hinweise auf außergewöhnliche Belastungen.

Sonstige Schadstoffe

Die Konzentrationen der Polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) liegen zu beiden Probenahmeterminen in einem unkritischen Bereich unterhalb oder nahe der Bestimmungsgrenze. In keinem Fall wurde die in der OGeV angegebene zulässige Höchstkonzentration (UQN-ZHK) überschritten. Lediglich die Konzentration von Benzo(a)pyren liegt mit einer maximalen Konzentration von 0,003 µg/l über dem zulässigen Jahresdurchschnittswert (JD-UQN). Da sich vergleichbare Konzentrationen von Benzo(a)pyren jedoch über den gesamten Rheinquerschnitt messen lassen kann auch in diesem Fall nicht von einem übermäßigen Eintrag über die Ahr ausgegangen werden.

Aufgestellt, Abt. 5: Dr. Michael Engel / Dr. Barbara Deutsch / Dr. Jochen Fischer

Anlage 1a-n: Analysewerte der Gewässeruntersuchungen an der Ahr

Anlage 2a-i: Analysewerte der Gewässeruntersuchungen im Rhein am 10.08. und 16.09.2021 (Messungen durch das Mess- und Laborschiff MS Burgund)