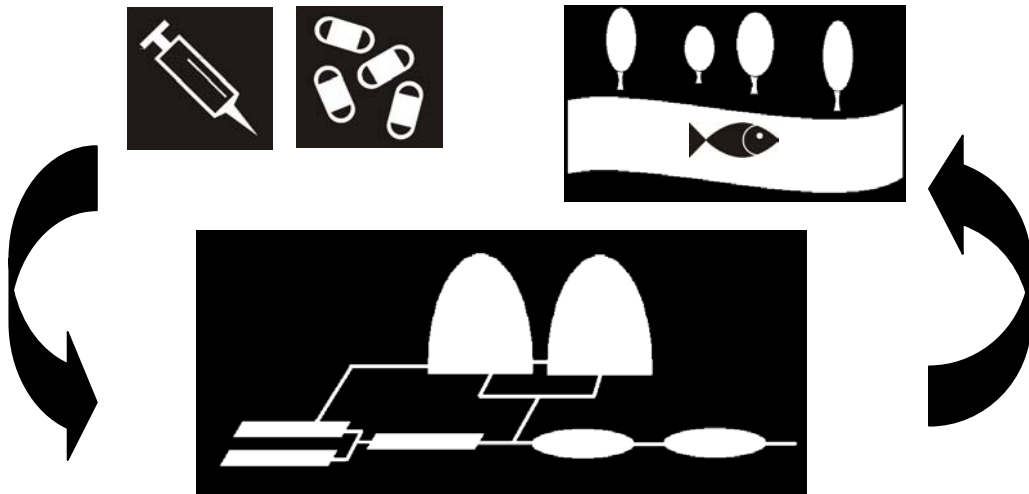


1. Bericht zum Sondermessprogramm

Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser, in Fließgewässern und in Zu- und Abläufen von kommunalen Kläranlagen des Landes Sachsen-Anhalt (Zeitraum 2002 - 2003)



SACHSEN-ANHALT

Landesamt für Umweltschutz
Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft

Bearbeiter:

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
Reideburger Str. 47
06116 Halle/Saale

Bach, Thomas
Fromm, Frank
Hiller, Petra
Janiszewski, Birgit

Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt
Otto- von Guericke- Str. 5
39104 Magdeburg

Barthel, Eike
Kasimir, Petra

Eva Merkel
Landesamt für Umweltschutz
Sachsen-Anhalt

Erwin Becker
Landesbetrieb für Hochwasserschutz
und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt

Mai 2004

1. Veranlassung und Zielstellung

Auf der 51. Umweltministerkonferenz (UMK) am 19./20.11.1998 wurde der Beschluss gefasst, alle bisher durchgeführten und geplanten Untersuchungsprogramme der Länder zu koordinieren und konzeptionelle Rahmenbedingungen zu entwickeln. Im Abstimmungsentwurf des beauftragten Bund/Länderausschusses für Chemikaliensicherheit (BLAC) /2/ wurde zusammenfassend vorgeschlagen, den Informationsstand zu den in der Umwelt eingetragenen Mengen und den möglichen Risiken für die Umwelt zu verbessern. Arzneimittelwirkstoffe sollten, aufbauend auf diese Daten, in Umweltüberwachungsprogramme einbezogen werden.

Die UMK stützte sich bei ihrem Beschluss maßgeblich auf die Empfehlungen des Sondergutachtens des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen /3/, wo auf die Kenntnisdefizite hinsichtlich Verbleib von Arzneimittelwirkstoffen in der Umwelt hingewiesen wird.

Da bisher im Landesmaßstab nur schwerpunktbezogene Daten vorliegen /4/, beinhaltet das Ziel des Sondermessprogrammes sowohl Untersuchungen zum Nachweis von Arzneimittelwirkstoffen in Fließgewässern und dem Grundwasser als auch entsprechende Messungen im Zu- und Ablauf von Kläranlagen, hier auch vor dem Hintergrund der möglichen Wiederverwertung des Abwassers. Mit dem Sondermessprogramm soll ein erster Überblick über das Auftreten von in der Humanmedizin verwendeten Arzneimittelwirkstoffen in der aquatischen Umwelt in Sachsen-Anhalt gegeben werden. In der Veterinärmedizin eingesetzte Arzneimittel wurden bisher noch nicht untersucht.

Diese Sonderuntersuchungen sind Bestandteil des amtlichen Gewässerüberwachungsprogrammes Sachsen-Anhalt.

Arzneimittel werden in der Human- und Veterinärmedizin in großer Menge eingesetzt. Gemäß ihrer positiven Zweckbestimmung, menschliche und tierische Krankheiten zu heilen, wurde daher lange Zeit die Diskussion über Probleme im Zusammenhang mit Arzneimitteln auf deren unerwünschte Nebenwirkungen im Zielorganismus und auf die Frage der Kostenbudgetierung im Rahmen der Gesundheitsreform beschränkt. Die Frage nach den Folgen des Arzneimittelkonsums, insbesondere deren Austragspfade in die aquatische Umwelt, spielten dabei keine Rolle.

Erste Nachweise von Arzneimittelwirkstoffen und deren Metaboliten im Trink- und Grundwasser sowie in Fließgewässern mit Beginn der neunziger Jahre rückten diese Problematik in das wissenschaftliche und öffentliche Interesse. Eine Vielzahl von bisher erfolgten Untersuchungen lassen im Ergebnis erkennen, dass es sich hierbei nicht nur um vereinzelt auftretende Verunreinigungen, sondern um eine bereits „ubiquitär“ vorkommende Kontamination der Gewässer mit Arzneimittelwirkstoffen handelt /2,5,7,8/.

Nach bisherigen Untersuchungen stellen kommunale Abwassereinleitungen den Haupteintragspfad für die in der Humanmedizin eingesetzten Wirkstoffe in Fließgewässer dar. Einträge in das Grundwasser können über schadhafte Kanalisationen erfolgen.

Als Haupteintragspfad für Belastungen des Grundwassers werden die über die landbauliche Verwertung von tierischen Abprodukten (z.B. Gülle, Mist) eingetragenen Wirkstoffe der Veterinärmedizin angesehen /9/.

Eine Beurteilung möglicher Auswirkungen von Arzneimittelwirkstoffen bzw. deren Metaboliten in der Umwelt in Form von Risikoabschätzungen, u.a. direkte toxische Wirkungen, bzw. über Bioakkumulation, auf aquatische Lebensgemeinschaften, ist daher notwendig.

2. Bestandsaufnahme und Vorgehensweise

2.1. Wirkstoffauswahl

Gemäß einem Vorschlag des BLAC (1998) werden Stoffe als **Arzneistoffe** bezeichnet, die der Definition aus dem §2 des Arzneimittelgesetzes (AMG, 2000) „*Stoffe oder Zubereitungen aus Stoffen die dazu bestimmt sind durch ihre Anwendung am oder im menschlichen oder tierischen Körper Krankheiten, Leiden, Körperschäden oder krankhafte Beschwerden zu heilen, zu lindern, zu verhüten oder zu erkennen*“ entsprechen.

Gemäß § 4, Abs.19 AMG sind **Wirkstoffe** Stoffe, die dazu bestimmt sind, bei der Herstellung von Arzneimitteln als arzneilich wirksame Bestandteile verwendet zu werden.

Als **Metaboliten** werden hier Stoffe bezeichnet, die im Zuge der Verabreichung von Arzneimitteln als Ausscheidungsprodukte (ohne weitere Umwandlung in der Umwelt) den Körper des Menschen verlassen.

Die Auswahl der zu bewertenden Wirkstoffe erfolgte zunächst anhand einschlägiger Literaturstudien zu gleichartigen Untersuchungen in anderen Bundesländern und auf der Grundlage des BLAC- Zwischenberichtes /1/.

Einen Schwerpunkt bildeten dabei Erhebungen des Landesumweltamtes Brandenburg /5/. Diese Untersuchungen basieren auf der Erfassung der jährlichen Verbrauchsmengen von Arzneimitteln von >250 kg Wirkstoff auf der Basis einer Apothekerrecherche.

Die Nachfrage bei Apothekerverbänden in Sachsen-Anhalt erbrachte die Bestätigung der Erhebungsmethodik und die Empfehlung zur analogen Anwendung dieser Ergebnisse. Hierbei muss u.a. der historische Aspekt der unterschiedlichen Verschreibungspraxis der Ärzte in den neuen Bundesländern im Vergleich zu den Altbundesländern berücksichtigt werden, sowie die aus Arzneimittelwirkstoffen entstehenden Metaboliten und deren Verhalten in der Umwelt.

Folgende Wirkstoffe wurden unter Berücksichtigung der v.g. Aspekte ausgewählt:

Hauptwirkstoff	Anwendungsgebiet
Phenazon, Acetylsalicylsäure Diclofenac, Ibuprofen Bezafibrat, Clofibrinsäure Carbamazepin	Analgetika (Schmerzmittel) Antirheumatika (Rheumatische Beschwerden) Lipidsenker und Metaboliten (Stoffwechselerkrankungen) Antiepileptika (Epilepsieerkrankungen)

2.2. Messstellenauswahl

Ausgehend von den bekannten Eintragungspfaden von in der Humanmedizin verwendeten Arzneimittelwirkstoffen in die aquatischen Ökosysteme wurden die Messstellen ausgewählt /2,4,5/.

Die **1. Phase** der Untersuchungen im **Jahr 2002** wurde auf eine orientierende Erfassung der Belastungssituation im Grundwasser und in Hauptfließgewässern im Verbund mit Kläranlagen- und -abläufen gerichtet. Für das Grundwasser wurden anthropogen vorbelastete Messstellen (mit erhöhten Bioindikationen) aus dem Landesmessnetz separiert. Für den Bereich kommunales Abwasser wurden die 3 größten Kläranlagen des Landes ausgewählt. Die

Fließgewässer wurden jeweils oberhalb und unterhalb der Einleitstellen der Kläranlagen untersucht.

Die **2. Phase** im **Jahr 2003** sollte das erste Belastungsbild im Bereich der Kläranlagenabläufe weiter vervollständigen. Es wurde jedoch im Zuge der vertiefenden Untersuchungen auf die Auswahl von Kläranlagen an kleineren Fließgewässern orientiert. Die Auswahlkriterien bei den Grundwassermessstellen waren hohe mikrobiologische Indikationen (Koliforme, Keimzahlen). Alle Messstellen sind in der Übersichtskarte (Anlage 1) dargestellt.

2.3. Analytik

Analysemethoden:

Für die Gruppe der Arzneimittel gibt es zur Zeit keine genormten Analysenverfahren. Die hier angewendeten analytischen Verfahren sind im Rahmen von Forschungsarbeiten entstanden und werden z.Z. in einigen Laboratorien im Routinebetrieb angewendet. Auf Veranlassung der Arbeitsgruppe BLAC-AG „Arzneimittel in der Umwelt“ ist für die Stoffgruppe der Arzneimittel ein Ringversuch durchgeführt worden, an dem auch das Labor des LAU erfolgreich teilgenommen hat.

Probenvorbereitung:

Die im Messprogramm festgelegten Wirkstoffe werden in zwei Untersuchungsgruppen gegliedert:

- sauer anreicherbare Pharmaka (Acetylsalicylsäure, Clofibrinsäure, Bezafibrat, Diclofenac, Ibuprofen)
- neutral anreicherbare Pharmaka (Phenazon, Carbamazepin)

Die Stoffe aus den Untersuchungsgruppen werden durch unterschiedliche Probenvorbereitungsverfahren in den Lösungsmittel-extrakt überführt.

Anreicherung und Elution:

Die Wasserproben werden über einen Glasfaserfilter filtriert. Für die Bestimmung der sauer anreicherbaren Pharmaka wird die Wasserprobe auf pH 2, für die Bestimmung der neutral anreicherbaren Pharmaka auf pH 7 eingestellt. Die Anreicherung der Analyten erfolgt über Festphasen. Das Anreicherungs-material besteht aus speziellen Kombinationsphasen zur Extraktion von Pharmaka aus dem Wasser. Nach Elution der Stoffe mit Methanol/Aceton wird zur Bestimmung der sauer anreicherbaren Pharmaka eine Derivatisierung mit Diazomethan durchgeführt.

Detektion:

Die Detektion der Analyten erfolgt mittels Gaschromatographie gekoppelt mit einem Masse-selektiven Detektor (GC-MS) anhand ihrer spezifischen Massen.

Bestimmungsgrenzen:

Eine Übersicht über die Bestimmungsgrenzen (BG) der einzelnen Pharmaka, bezogen auf die jeweilige Matrix, ist in nachfolgender Tabelle zusammengestellt:

Arzneimittelwirkstoff	BG: Fließgewässer und Grundwasser µg/l	BG: Abwasser µg/l
Acetylsalicylsäure	0,005	0,025
Clofibrinsäure	0,005	0,025
Bezafibrat	0,005	0,025
Diclofenac	0,005	0,025
Ibuprofen	0,005	0,025
Phenazon	0,025	0,050
Carbamazepin	0,025	0,050

2.4. Messergebnisse

Generell ist anzumerken, dass in den Anlagen 2 bis 4 für die Analysenergebnisse, die unterhalb der Bestimmungsgrenze lagen, der Wert der Bestimmungsgrenze mit einem „<“ eingetragen wurde. Ergebnisse oberhalb der Bestimmungsgrenze sind fett gedruckt.

2.4.1 Fließgewässer

Die Ergebnisse der Fließgewässeruntersuchungen sind in der Anlage 2 zusammengestellt. Im Jahr 2002 wurden die Elbe ober- und unterhalb der Kläranlagen Dessau und Gerwisch sowie die Saale ober- und unterhalb der KA Halle-Nord jeweils 6 mal beprobt. Im Jahr 2003 waren die Ziehe (ober- und unterhalb KA Köthen), die Bode (ober- und unterhalb KA Staßfurt und KA Hecklingen), die Selke (ober- und unterhalb KA Hoym) und die Eine (ober- und unterhalb KA Aschersleben) 6 mal im Untersuchungsprogramm enthalten.

2.4.2 Kläranlagenzu- und -abläufe

Die Messergebnisse der Zu- und Abläufe der ausgewählten kommunalen Kläranlagen sind in der Anlage 3 dargestellt.

Im Jahr 2002 wurde von 4 kommunalen Kläranlagen jeweils 6 mal am Zu- und Ablauf eine Probe genommen. Während die Anlagen in Halle, Gerwisch und Dessau alle 2 Monate beprobt wurden, erfolgte die Probennahme auf der Kläranlage Bernburg im Rahmen einer in den Monaten Juli und August durchgeführten Tiefenprüfung.

Im Jahr 2003 wurden 5 kommunale Kläranlagen (Aschersleben, Hecklingen, Hoym, Staßfurt, Köthen) ebenfalls 6 mal im Abstand von etwa 2 Monaten beprobt. Die Beprobung der kommunalen Kläranlagen erfolgte, außer bei der Kläranlage Bernburg, parallel zur Beprobung des jeweils betreffenden Fließgewässers in welches die Einleitung erfolgt.

2.4.3 Grundwasser

In den Jahren 2002/2003 wurden erstmalig im Rahmen des Grundmessnetzes Grundwasserbeschaffenheit Sachsen-Anhalt Sonderuntersuchungen auf Arzneimittelwirkstoffe an 12

ausgewählten Messstellen durchgeführt. Die Messstellen vertreten vorrangig den quartären Grundwasserleiter (GWL) mit oberflächennah anstehendem Grundwasser, in Einzelfällen auch den Festgesteins-GWL im Buntsandstein, Karbon und der Kreide.

Die ausgewählten Messstellen wurden im Rahmen der Frühjahrs- und Herbstbeprobung entsprechend 2 mal jährlich untersucht. An 2 Messstellen wurde nur einmalig beprobt.

Eine Übersicht zu den Ergebnissen der Grundwasseruntersuchungen befindet sich in der Anlage 4.

3. Auswertung

3.1. Fließgewässer

Umweltqualitätsnormen bzw. Zielvorgaben zur Bewertung der Fließgewässer hinsichtlich Arzneimittelwirkstoffe liegen bislang nicht vor. Somit sind die nachfolgenden Auswertungen als eine erste Bestandsaufnahme mit Darstellung der gegenwärtigen Belastungssituation zu betrachten.

Ein umfassender Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand zur ökotoxikologischen Bewertung von Humanarzneimitteln in aquatischen Ökosystemen ist in /5/ enthalten. Gegenwärtig sollen im Rahmen eines LAWA-Forschungsvorhabens für 5 Arzneimittelwirkstoffe (Carbamazepin, Bezafibrat, Clofibrinsäure, Diclofenac, Iopamidol) Qualitätsnormen für Oberflächengewässer abgeleitet werden.

3.1.1 Messstellenbezogene Auswertung

In allen untersuchten Fließgewässern wurden sowohl ober- als auch unterhalb von Kläranlageneinleitungen Arzneimittelwirkstoffe nachgewiesen.

Zur Veranschaulichung der Belastung wurde in Anlage 5 die Summe der 7 untersuchten Arzneimittelwirkstoffe jeweils als Mittelwert für die einzelnen Messstellen dargestellt. Dabei gingen Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze mit der halben Bestimmungsgrenze in die Berechnung des Mittelwertes ein.

Die mittlere Summe der Arzneimittelwirkstoffe schwankte in den Fließgewässern zwischen 0,09 und 0,76 µg/l. Erwartungsgemäß traten die höchsten Konzentrationen an Arzneimittelwirkstoffen in leistungsschwachen Gewässern mit einem hohen Abwasseranteil auf. Der größte Belastungsanstieg wurde an der Ziethe unterhalb der KA Köthen festgestellt. Hier nahm die mittlere Summe der Arzneimittelwirkstoffe von 0,09 auf 0,76 µg/l zu. Ebenfalls ein deutlicher Anstieg der Belastung mit Arzneimittelwirkstoffen war in der Eine unterhalb der KA Aschersleben von 0,2 auf 0,35 µg/l und in der Selke unterhalb der KA Hoym von 0,17 auf 0,29 µg/l zu verzeichnen.

In den großen Fließgewässern (Elbe, Saale) fiel die durch die Kläranlageneinleitungen bedingte Zunahme der Konzentration der Arzneimittelwirkstoffe aufgrund der großen Verdünnungswassermenge erwartungsgemäß relativ gering aus.

3.1.2 Wirkstoffbezogene Auswertung

In Anlage 7 sind die Mittelwerte der Konzentrationen der einzelnen Arzneimittelwirkstoffe ober- und unterhalb der KA- Einleitungen dargestellt.

Für die einzelnen Arzneimittelwirkstoffe war in den Fließgewässern insgesamt ein Anstieg der Konzentrationen unterhalb der KA-Einleitungen festzustellen. Die höchsten Belastungen traten unterhalb der KA-Einleitungen für Diclofenac, Bezafibrat und Carbamazepin auf. Für diese Stoffe wurden Maximalgehalte von 0,39 bis 0,58 µg/l festgestellt. Diese Ergebnisse

korrespondieren sehr gut mit den Ergebnissen der Kläranlagenuntersuchungen (s. Punkt 3.2.2). Auch hier waren für Diclofenac, Bezafibrat und Carbamazepin aufgrund ihres Abbauverhaltens die höchsten Belastungen zu beobachten. Am niedrigsten waren in den untersuchten Fließgewässern die Konzentrationen für Acetylsalicylsäure und Clofibrinsäure. Für diese beiden Wirkstoffe wurden häufig Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze von 0,005 µg/l ermittelt. Eine Ausnahme bildet ein sehr hoher Einzelwert für Clofibrinsäure von 0,63 µg/l am 03.03.2003 (Ziethen unterhalb KA Köthen), der wesentlich über dem sonst erreichten Konzentrationsniveau liegt und bei weiteren Messungen nicht bestätigt wurde.

3.2 Kläranlagenzu- und -abläufe

3.2.1 Messstellenbezogene Auswertung

Der Anlage 6 kann entnommen werden, dass in allen untersuchten kommunalen Kläranlagen, sowohl im Zulauf als auch im Ablauf, Arzneimittelwirkstoffe nachweisbar sind. Ebenso ist ersichtlich, dass in allen Anlagen der Konzentrationsbereich von Arzneimittelwirkstoffen im Ablauf deutlich geringer ist als im Zulauf.

Ein Vergleich der Bereiche der Arzneimittelwirkstoffkonzentrationen im Zu- und Ablauf der untersuchten kommunalen Kläranlagen zeigt, dass sowohl die Zu- als auch die Ablaufkonzentrationen von Kläranlage zu Kläranlage sehr unterschiedlich sein können.

3.2.2 Wirkstoffbezogene Auswertung

Der Bereich der gemessenen Konzentrationen des jeweiligen Arzneimittelwirkstoffes im Zu- und Ablauf der untersuchten kommunalen Kläranlagen ist in der Anlage 8 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass im Zulauf der kommunalen Kläranlagen sämtliche Wirkstoffe, zum Teil deutlich oberhalb der Bestimmungsgrenze, im Bereich von einigen µg/l, nachweisbar sind. Die Wirkstoffkonzentrationen im Ablauf der untersuchten Kläranlagen liegen je nach Wirkstoff entweder im Bereich der Bestimmungsgrenze (Ibuprofen, Phenazon, Clofibrinsäure, Acetylsalicylsäure) oder in einem Bereich bis etwa 3 µg/l (Carbamazepin, Diclofenac, Bezafibrat).

Insgesamt ist festzustellen, dass sämtliche untersuchten Wirkstoffe, wenn auch in unterschiedlichem Umfang, in den kommunalen Kläranlagen biologisch abgebaut und/oder mit dem Klärschlamm zurückgehalten werden. Während die Wirkstoffe Ibuprofen, Phenazon, Clofibrinsäure und Acetylsalicylsäure nahezu vollständig durch die Kläranlage aus dem kommunalen Abwasser eliminiert werden, passieren die Wirkstoffe Carbamazepin, Diclofenac und Bezafibrat zu einem vergleichsweise hohen Anteil die Kläranlagen. Der tendenziell geringste Eliminationsgrad ist für Diclofenac festzustellen. Besonders für diesen Wirkstoff liegen auch einige Konzentrationswerte für den Zulauf zu Kläranlagen unterhalb des am jeweiligen Tag für den Ablauf gemessenen Wertes. Dies kann zum Einen auf das Problem einer repräsentativen Probenahme aus dem Zulauf zu den Kläranlagen, zurückgeführt werden. Zum Anderen wurden lediglich Stichproben vom Zu- und Ablauf der Kläranlagen genommen, so dass die einzelnen Messergebnisse nur bedingt zur Einschätzung einer Eliminationsleistung herangezogen werden können (keine korrespondierende Probenahme).

3.3 Grundwasser

Grenz-, Richt- oder Prüfwerte zur Bewertung des Grundwassers hinsichtlich Arzneimittelwirkstoffe liegen bisher nicht vor.

Mit den Messergebnissen ist nur ein erster Einblick in die Thematik für das Grundwasser gegeben.

3.3.1 Messstellenbezogene Auswertung

Die zweimaligen Untersuchungen (jeweils im Frühjahr und Herbst) ergaben an 6 Messstellen Messwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenzen. Hingegen wurden 24 positive Nachweise verteilt auf nachfolgend aufgeführte Messstellen festgestellt:

Messstelle	Anzahl der Nachweise	Bereich von - bis (µg/l)
Schönebeck	2	0,006 - 0,01
Dähre	4	0,006 - 0,09
Reinstedt	3	0,007 - 0,026
Hoym	3	0,015 - 0,029
Trebnitz	8	0,010 - 0,049
Vatterode	4	0,007 - 0,04

Die bei der Erstuntersuchung im Frühjahr ermittelten 22 positiven Nachweise wurden an 2 Messstellen durch wiederholt positive Wirkstoffkonzentrationen im Herbst, wenn auch in geringeren Konzentrationen, bestätigt.

Die im Lockergestein des Quartärs ausgebauten betroffenen Messstellen Dähre (Landkreis Altmarkkreis Salzwedel) und Trebnitz (Landkreis Merseburg- Querfurt) unterliegen vorrangig landwirtschaftlichen- und Siedlungseinflüssen. Inwieweit Möglichkeiten des Eintrags durch Abwasserverrieselung gegeben sind oder ob am Standort Trebnitz mögliche Auswirkungen durch die hydrologische Extremsituation an der Saale (Auswirkungen des Hochwassers August 2002) eine Rolle spielen, bleibt nur zu vermuten.

3.3.2 Wirkstoffbezogene Auswertung

Das Grundwasser wurde an 12 Messstellen auf insgesamt 7 Arzneimittelwirkstoffe untersucht. Eine Gesamtübersicht der wirkstoffbezogenen Auswertung unter Berücksichtigung der Fundhäufigkeit gibt die folgende Darstellung wieder:

Wirkstoff	BG	Anzahl der Nachweise	Spannweite von - bis (µg/l)	Bemerkung
Diclofenac	<0,005	8	0,006 - 0,017	Einzelfunde*
Phenazon	<0,025	5	0,026 - 0,049	Einzelfunde
Bezafibrat	<0,005	4	0,007 - 0,020	Einzelfunde
Ibuprofen	<0,005	3	0,016 - 0,018	Einzelfunde
Acetylsalicylsäure	<0,005	2	0,016 - 0,019	Einzelfunde
Carbamazepin	<0,025	1	0,025	Einzelfunde
Clofibrinsäure	<0,005	1	0,017	Einzelfunde

*Zwei positive Nachweise von Diclofenac wurden mit der Wiederholungsmessung bestätigt.

Die unerwartet hohe Anzahl von Einzelwirkstoffnachweisen im Frühjahr an 6 Messstellen fand im Rahmen der Wiederholungsmessungen zwar nur für 2 Messstellen eine Bestätigung, lässt aber erkennen, dass die Thematik "Arzneimittelwirkstoffe" auch für das Grundwasser eine nicht unbedeutende Rolle spielt bzw. auch zukünftig spielen wird. Daher ist es fachlich

sinnvoll, entsprechende Untersuchungen im Grundmessnetz an ausgewählten Messstellen weiterzuführen. Darüber hinaus sollte angestrebt werden, entsprechende Sonderuntersuchungen gezielt in Gebieten mit hoher Siedlungsstruktur durchzuführen. Hierbei wäre die Einbindung von Messstellen aus Sondermessnetzen (z.B. Stadtmessnetz Halle) zu prüfen.

4. Ausblick und Empfehlungen

Die im Jahr 2004 laufende 3. Untersuchungsphase orientiert sich für den Abwasserpfad an einem Flusseinzugsgebiet (Unstrut/Helme). Die zu untersuchenden Kläranlagen wurden dahingehend ausgewählt und vorgeschlagen. Die Auswahl von Grundwassermessstellen erfolgte nach dem unverändert gleichen Schema. Außerdem sind im Jahr 2004 zur Verbesserung der Datenbasis 3 Messstellen an den Hauptfließgewässern Sachsen-Anhalts (Elbe/Magdeburg, Mulde/Dessau, Saale/Groß Rosenberg) enthalten. Weiterhin wird 2004 die Ziethe, die im Ergebnis der in den Vorjahren durchgeführten Untersuchungen als relativ hoch mit Arzneimitteln belastet identifiziert wurde, an mehreren Messstellen untersucht.

Die bisher im Rahmen des Sondermessprogrammes Arzneimittelwirkstoffe in Sachsen-Anhalt vorliegenden Untersuchungsergebnisse verdeutlichen die vorhandene Belastung der Fließgewässer und der Kläranlagenzu- und -abläufe mit diesen Stoffen. Auch für das Grundwasser ergaben sich Einzelnachweise, wenn auch nicht in dem Umfang und den Größenordnungen wie bei den Fließgewässern und Kläranlagen. Trotz bislang fehlender Bewertungsgrundlagen muss anhand von Literaturrecherchen infolge der Eigenschaften der Arzneimittelwirkstoffe (z.B. Persistenz, Bioakkumulierbarkeit, Mutagenität, Toxizität) mit erheblichen Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme gerechnet werden. Aus diesem Grund und unter Berücksichtigung der Empfehlungen des BLAC /2/ sollten die Untersuchungen von Arzneimittelwirkstoffen im Rahmen der Gewässerüberwachung des Landes Sachsen-Anhalt weitergeführt werden.

Dabei sollten im Rahmen der analytischen Möglichkeiten folgende Erweiterungen des Sondermessprogrammes berücksichtigt werden:

- Erweiterung der untersuchten Wirkstoffe (Röntgenkontrastmittel und Hormone), da diese Stoffe kaum durch konventionelle Abwasserbehandlungstechnik zurückhaltbar sind /8/ und in relevanten Konzentrationen in Gewässern nachgewiesen wurden.
- Einbeziehung häufig verschriebener Antibiotika unter Berücksichtigung der Verschreibungspraxis der neuen Bundesländer, da das Problem der Entstehung von Resistenzen bzw. Multiresistenzen zunehmend Beachtung findet /6/.
- Erweiterung der Untersuchungen auf Arzneimittelwirkstoffe, die in großem Umfang zu DDR- Zeiten verabreicht wurden, um deren Verbreitung und Beständigkeit in der Umwelt zu untersuchen /5/.
- Ausdehnung der Untersuchungen auf Klärschlamm und Boden, um die ubiquitäre Hintergrundbelastung besser beurteilen zu können.

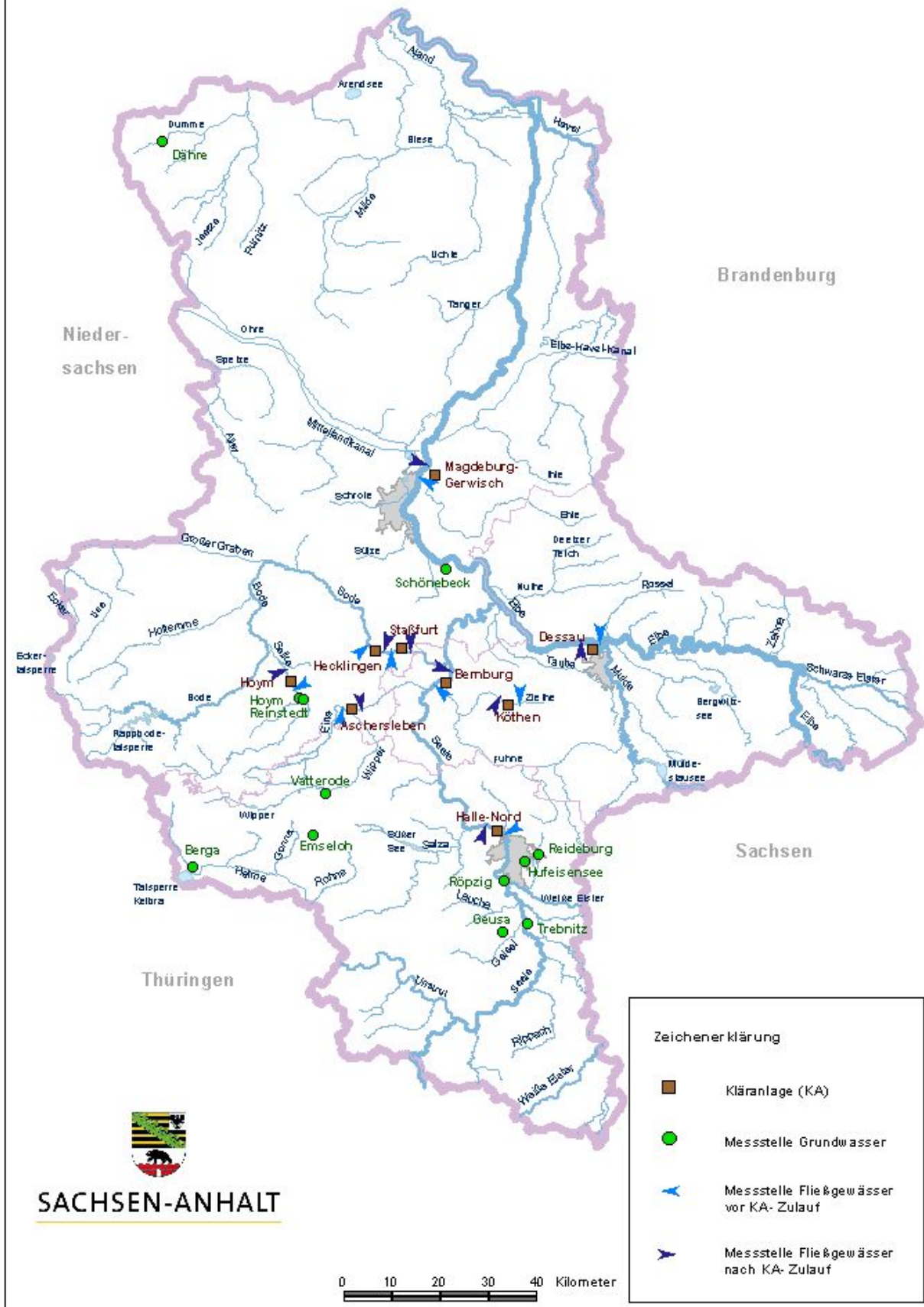
5. Literatur

- /1/ Koordinierungsgruppe zum UMK-Messprogramm Arzneimittel in der Umwelt. 26.03.2002. Zwischenbericht des Bund-/Länderausschusses für Chemikaliensicherheit (BLAC)
- /2/ Arzneimittel in der Umwelt, Auswertung der Untersuchungsergebnisse. Juni 2003. Abstimmungsentwurf des Bund-/Länderausschusses für Chemikaliensicherheit (BLAC)
- /3/ Sondergutachten des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen. 3.03.1998. Flächendeckend wirksamer Grundwasserschutz. Kap. 3.2.1.1.5 Arzneimittelwirkstoffe
- /4/ ARGE Elbe. 2003. Arzneistoffe in Elbe und Saale.
- /5/ Landesumweltamt Brandenburg. 2002. Ökotoxikologische Bewertung von Humanarzneimitteln in aquatischen Ökosystemen. Band 39
- /6/ Bendt, Pehl u.a., 2002. Antibiotikaresistente Keime in einem Klärwerk-Herkunft und Verbleib. KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall (49) Nr. 1
- /7/ EU- Forschungsprojekt POSEIDON. 2003. Optimierung von Trinkwasseraufbereitung und Abwasserbehandlung zur Reduzierung von Pharmaka und kosmetischen Inhaltsstoffen. Internet
- /8/ Kümmerer, Klaus. 2004. Herkunft, Vorkommen, Verhalten und Verbleib von Arzneimitteln in der aquatischen Umwelt. Essener Tagung 2004
- /9/ Dohmann, Max. 2004. Maßnahmen zur Verringerung der Gewässerbelastung durch Arzneimittelrückstände und Umweltchemikalien. Essener Tagung 2004

6. Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtskarte „Messstellen des Sondermessprogrammes Arzneimittelwirkstoffe in Sachsen-Anhalt 2002 und 2003“
- Anlage 2 Messergebnisse „Arzneimittelwirkstoffe in Fließgewässern“
- Anlage 3 Messergebnisse „Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen“
- Anlage 4 Messergebnisse „Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser“
- Anlage 5 Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen in Fließgewässern, Aufsummierung der Mittelwerte der Einzelwirkstoffe
- Anlage 6 Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen im Zu- und Ablauf der untersuchten kommunalen Kläranlagen
- Anlage 7 Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen in Fließgewässern, Mittelwert aller Messergebnisse je Einzelwirkstoff
- Anlage 8 Gegenwart der untersuchten Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen

Messstellen des Sondermessprogrammes Arzneimittelwirkstoffe in Sachsen-Anhalt 2002 und 2003



Arzneimittelwirkstoffe in Fließgewässern

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Saale, vor KA Halle-Nord	04.03.2002	< 0,005	< 0,005	0,022	0,016	< 0,025	0,012	< 0,025
Saale, vor KA Halle-Nord	15.04.2002	0,062	0,056	0,480	0,210	< 0,025	0,110	0,041
Saale, vor KA Halle-Nord	10.06.2002	0,010	0,014	0,068	0,010	< 0,025	0,030	< 0,025
Saale, vor KA Halle-Nord	12.08.2002	< 0,005	0,013	0,018	0,033	< 0,025	0,100	0,043
Saale, vor KA Halle-Nord	15.10.2002	< 0,005	< 0,005	0,008	0,012	< 0,025	0,009	< 0,025
Saale, vor KA Halle-Nord	09.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,006	0,019	< 0,025	0,009	< 0,025
Saale, nach KA Halle-Nord	04.03.2002	< 0,005	< 0,005	0,032	0,014	0,031	0,016	< 0,025
Saale, nach KA Halle-Nord	15.04.2002	0,045	0,034	0,380	0,160	< 0,025	0,130	0,066
Saale, nach KA Halle-Nord	10.06.2002	< 0,005	0,011	0,099	0,080	< 0,025	0,032	< 0,025
Saale, nach KA Halle-Nord	12.08.2002	< 0,005	0,022	0,022	0,082	< 0,025	0,026	0,039
Saale, nach KA Halle-Nord	15.10.2002	< 0,005	< 0,005	0,026	0,014	< 0,025	0,015	< 0,025
Saale, nach KA Halle-Nord	09.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,008	0,019	< 0,025	0,008	< 0,025
Elbe, vor KA Gerwisch	05.03.2002	0,008	0,006	0,011	0,037	< 0,025	0,047	< 0,025
Elbe, vor KA Gerwisch	22.04.2002	0,059	0,010	0,039	0,062	< 0,025	0,036	< 0,025
Elbe, vor KA Gerwisch	18.06.2002	< 0,005	0,005	0,032	0,020	< 0,025	0,012	< 0,025
Elbe, vor KA Gerwisch	21.08.2002	-	-	-	-	-	-	-
Elbe, vor KA Gerwisch	21.10.2002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,011	< 0,025	0,008	< 0,025
Elbe, vor KA Gerwisch	10.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,006	0,013	< 0,025	0,016	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	05.03.2002	< 0,005	< 0,005	0,016	0,014	< 0,025	0,020	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	22.04.2002	0,068	0,011	0,053	0,064	< 0,025	0,028	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	18.06.2002	0,010	0,008	0,079	0,078	< 0,025	0,024	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	21.08.2002	< 0,005	0,005	0,020	0,066	< 0,025	0,011	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	21.10.2002	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,030	< 0,025	0,010	< 0,025
Elbe, nach KA Gerwisch	10.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,005	0,030	< 0,025	0,010	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	12.03.2002	0,012	< 0,005	0,006	0,016	< 0,025	0,021	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	17.04.2002	0,098	0,011	0,130	0,051	< 0,025	0,060	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	12.06.2002	< 0,005	0,012	0,067	0,040	< 0,025	0,006	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	14.08.2002	< 0,005	< 0,005	0,009	0,018	< 0,025	0,008	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	16.10.2002	< 0,005	< 0,005	0,018	0,060	< 0,025	0,020	< 0,025
Elbe, vor KA Dessau	05.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,007	0,034	< 0,025	0,010	< 0,025
Elbe, nach KA Dessau	12.03.2002	0,018	< 0,005	0,005	0,013	< 0,025	0,018	< 0,025
Elbe, nach KA Dessau	17.04.2002	0,046	0,120	0,130	0,077	< 0,025	0,061	0,046
Elbe, nach KA Dessau	12.06.2002	0,006	0,011	0,059	0,041	< 0,025	0,006	< 0,025
Elbe, nach KA Dessau	14.08.2002	-	-	-	-	-	-	-
Elbe, nach KA Dessau	16.10.2002	< 0,005	0,008	0,011	0,022	< 0,025	0,015	< 0,025
Elbe, nach KA Dessau	05.12.2002	< 0,005	< 0,005	0,009	0,018	< 0,025	0,009	< 0,025

Arzneimittelwirkstoffe in Fließgewässern

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Eine, vor KA Aschersleben	05.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,017	0,027	0,075	0,058	0,044
Eine, vor KA Aschersleben	09.04.2003	< 0,005	0,028	0,028	0,033	0,025	0,071	0,028
Eine, vor KA Aschersleben	04.06.2003	0,023	< 0,005	0,032	0,110	0,049	0,020	0,044
Eine, vor KA Aschersleben	20.08.2003	0,048	< 0,005	0,010	0,011	0,043	< 0,005	< 0,025
Eine, vor KA Aschersleben	15.10.2003	0,025	< 0,005	0,015	0,008	0,078	0,018	0,042
Eine, vor KA Aschersleben	19.11.2003	0,059	0,006	0,011	0,038	0,025	< 0,005	0,054
Eine, nach KA Aschersleben	05.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,059	0,280	0,072	0,027	0,049
Eine, nach KA Aschersleben	09.04.2003	< 0,005	0,028	0,023	0,051	< 0,025	0,033	0,074
Eine, nach KA Aschersleben	04.06.2003	< 0,005	< 0,005	0,022	0,100	0,130	0,032	0,078
Eine, nach KA Aschersleben	20.08.2003	0,054	0,008	0,016	0,110	0,097	< 0,005	0,038
Eine, nach KA Aschersleben	15.10.2003	0,051	0,005	0,018	0,090	0,078	0,035	0,057
Eine, nach KA Aschersleben	19.11.2003	0,058	0,018	0,022	0,110	0,045	0,037	0,089
Bode, vor KA Hecklingen	04.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,086	0,100	< 0,025	0,031	0,044
Bode, vor KA Hecklingen	08.04.2003	0,024	0,032	0,055	0,061	0,026	0,041	0,040
Bode, vor KA Hecklingen	03.06.2003	0,006	< 0,005	< 0,005	0,006	< 0,025	< 0,005	0,026
Bode, vor KA Hecklingen	27.08.2003	0,035	< 0,005	0,008	0,029	< 0,025	0,014	< 0,025
Bode, vor KA Hecklingen	13.10.2003	< 0,005	< 0,005	0,008	0,016	< 0,025	< 0,005	< 0,025
Bode, vor KA Hecklingen	24.11.2003	0,012	0,017	0,014	0,071	< 0,025	0,013	< 0,025
Bode, nach KA Hecklingen	04.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,050	0,031	0,043	< 0,005	0,044
Bode, nach KA Hecklingen	08.04.2003	0,022	0,028	0,031	0,039	< 0,025	0,037	0,036
Bode, nach KA Hecklingen	03.06.2003	0,069	0,007	0,014	0,037	0,025	0,009	< 0,025
Bode, nach KA Hecklingen	27.08.2003	0,045	< 0,005	0,009	0,024	0,061	< 0,005	< 0,025
Bode, nach KA Hecklingen	13.10.2003	< 0,005	< 0,005	0,038	0,079	< 0,025	0,007	< 0,025
Bode, nach KA Hecklingen	24.11.2003	0,036	0,018	0,011	0,096	0,067	< 0,005	0,058
Selke, vor KA Hoym	10.03.2003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,014	0,047	< 0,005	0,048
Selke, vor KA Hoym	14.04.2003	< 0,005	0,028	0,030	0,049	< 0,025	0,046	0,025
Selke, vor KA Hoym	11.06.2003	0,040	< 0,005	0,027	0,180	0,064	0,063	0,085
Selke, vor KA Hoym	25.08.2003	0,014	< 0,005	0,006	0,019	0,027	< 0,005	< 0,025
Selke, vor KA Hoym	06.10.2003	< 0,005	< 0,005	0,007	0,021	< 0,025	< 0,005	< 0,025
Selke, vor KA Hoym	18.11.2003	0,043	0,006	< 0,005	0,021	0,052	< 0,005	< 0,025
Selke, nach KA Hoym	10.03.2003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,032	0,032	0,023	0,580
Selke, nach KA Hoym	14.04.2003	< 0,005	0,029	0,038	0,074	< 0,025	0,039	0,045
Selke, nach KA Hoym	11.06.2003	0,037	< 0,005	0,018	0,110	< 0,025	0,024	0,082
Selke, nach KA Hoym	25.08.2003	0,031	< 0,005	0,009	0,046	0,082	0,023	0,065
Selke, nach KA Hoym	06.10.2003	0,014	< 0,005	0,009	0,022	< 0,025	< 0,005	0,026
Selke, nach KA Hoym	18.11.2003	0,046	0,006	< 0,005	0,038	< 0,025	< 0,005	0,066

Arzneimittelwirkstoffe in Fließgewässern

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Bode, vor KA Staßfurt	11.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,009	0,036	0,068	< 0,005	0,050
Bode, vor KA Staßfurt	15.04.2003	0,040	0,032	0,075	0,065	0,170	0,030	0,057
Bode, vor KA Staßfurt	10.06.2003	< 0,005	< 0,005	0,007	0,015	0,035	0,010	0,087
Bode, vor KA Staßfurt	26.08.2003	0,008	< 0,005	0,008	0,039	0,048	< 0,005	0,034
Bode, vor KA Staßfurt	08.10.2003	0,047	0,008	0,018	0,068	< 0,025	0,009	0,025
Bode, vor KA Staßfurt	25.11.2003	0,059	< 0,005	< 0,005	0,037	0,039	< 0,005	0,035
Bode, nach KA Staßfurt	11.03.2003	< 0,005	< 0,005	0,009	0,039	0,072	0,012	0,048
Bode, nach KA Staßfurt	15.04.2003	0,045	0,032	0,060	0,069	0,041	0,033	< 0,025
Bode, nach KA Staßfurt	10.06.2003	< 0,005	0,010	0,007	0,130	< 0,025	0,013	< 0,025
Bode, nach KA Staßfurt	26.08.2003	0,014	0,009	0,009	0,034	0,069	< 0,005	0,050
Bode, nach KA Staßfurt	08.10.2003	0,054	0,010	0,018	0,064	< 0,025	0,024	0,045
Bode, nach KA Staßfurt	25.11.2003	0,021	0,005	0,008	0,048	0,039	< 0,005	< 0,025
Ziethen, vor KA Köthen	03.03.2003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	0,043	< 0,005	0,046
Ziethen, vor KA Köthen	07.04.2003	< 0,005	0,029	0,020	0,023	0,032	0,029	< 0,025
Ziethen, vor KA Köthen	02.06.2003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,045	0,008	< 0,025
Ziethen, vor KA Köthen	18.08.2003	0,016	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,029	< 0,005	< 0,025
Ziethen, vor KA Köthen	14.10.2003	0,025	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,025	< 0,005	< 0,025
Ziethen, vor KA Köthen	20.11.2003	0,019	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,025	0,021	0,026
Ziethen, nach KA Köthen	03.03.2003	< 0,005	0,630	0,220	0,510	0,048	0,008	0,046
Ziethen, nach KA Köthen	07.04.2003	< 0,005	0,092	0,390	0,480	0,063	0,250	0,039
Ziethen, nach KA Köthen	02.06.2003	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,037	0,006	< 0,025
Ziethen, nach KA Köthen	18.08.2003	0,023	0,081	0,044	0,480	0,053	0,100	0,029
Ziethen, nach KA Köthen	14.10.2003	0,026	0,041	0,009	0,052	0,044	< 0,005	0,052
Ziethen, nach KA Köthen	20.11.2003	0,019	0,055	< 0,005	0,350	0,027	0,180	0,076

Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
KA Halle Nord, Zulauf	04.03.2002	2,700	0,680	2,200	1,200	0,210	4,900	0,190
KA Halle Nord, Zulauf	15.04.2002	1,300	0,330	4,300	0,910	0,160	4,300	0,120
KA Halle Nord, Zulauf	10.06.2002	13,600	1,600	6,100	3,500	10,000	10,900	0,300
KA Halle Nord, Zulauf	12.08.2002	0,180	0,220	0,170	2,700	0,065	0,540	0,130
KA Halle Nord, Zulauf	15.10.2002	0,520	0,380	1,800	0,830	0,800	2,300	0,340
KA Halle Nord, Zulauf	09.12.2002	0,790	0,180	0,820	0,880	0,250	4,600	0,360
KA Halle Nord, Ablauf	04.03.2002	0,052	0,160	0,890	0,560	0,091	0,034	0,092
KA Halle Nord, Ablauf	15.04.2002	0,130	0,310	1,200	0,760	< 0,050	0,035	< 0,050
KA Halle Nord, Ablauf	10.06.2002	0,038	0,250	0,900	1,000	0,290	0,250	0,150
KA Halle Nord, Ablauf	12.08.2002	< 0,025	0,120	0,320	0,540	< 0,050	< 0,025	0,074
KA Halle Nord, Ablauf	15.10.2002	< 0,025	0,120	0,110	0,390	< 0,050	< 0,025	0,052
KA Halle Nord, Ablauf	09.12.2002	< 0,025	0,081	0,100	0,710	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Gerwisch, Zulauf	05.03.2002	0,100	0,740	3,500	6,600	0,820	0,047	0,095
KA Gerwisch, Zulauf	22.04.2002	2,100	0,500	4,200	4,200	4,500	0,036	0,350
KA Gerwisch, Zulauf	18.06.2002	0,930	0,290	7,900	5,100	0,057	4,100	0,150
KA Gerwisch, Zulauf	21.08.2002	0,059	0,320	1,200	1,100	0,110	-	0,170
KA Gerwisch, Zulauf	21.10.2002	0,420	0,140	1,300	0,610	0,340	1,500	0,270
KA Gerwisch, Zulauf	10.12.2002	0,370	0,380	1,600	6,400	0,480	2,400	0,300
KA Gerwisch, Ablauf	05.03.2002	0,041	0,140	1,700	0,970	0,050	< 0,025	< 0,050
KA Gerwisch, Ablauf	22.04.2002	< 0,025	0,210	1,400	3,000	0,360	< 0,025	0,240
KA Gerwisch, Ablauf	18.06.2002	< 0,025	< 0,025	0,910	1,800	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Gerwisch, Ablauf	21.08.2002	< 0,025	0,160	0,460	1,900	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Gerwisch, Ablauf	21.10.2002	< 0,025	0,075	0,110	1,000	< 0,050	< 0,025	0,180
KA Gerwisch, Ablauf	10.12.2002	< 0,025	0,073	0,360	1,500	0,075	< 0,025	< 0,050
KA Dessau, Zulauf	12.03.2002	3,700	0,680	1,600	1,100	0,050	5,800	0,051
KA Dessau, Zulauf	17.04.2002	1,400	0,240	1,300	0,840	0,370	2,800	0,098
KA Dessau, Zulauf	12.06.2002	0,770	0,250	1,600	0,560	0,058	3,200	0,058
KA Dessau, Zulauf	14.08.2002	< 0,025	0,350	0,210	1,000	0,110	5,100	0,170
KA Dessau, Zulauf	16.10.2002	0,063	0,079	0,120	0,360	0,380	2,400	0,270
KA Dessau, Zulauf	05.12.2002	0,066	0,160	0,140	0,540	0,380	2,800	0,280
KA Dessau, Ablauf	12.03.2002	< 0,025	0,085	0,100	0,440	0,050	< 0,025	< 0,050
KA Dessau, Ablauf	17.04.2002	0,054	0,210	0,740	0,370	0,054	< 0,025	0,059
KA Dessau, Ablauf	12.06.2002	0,100	< 0,025	0,100	0,032	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Dessau, Ablauf	14.08.2002	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,063	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Dessau, Ablauf	16.10.2002	< 0,025	0,039	0,100	0,310	< 0,050	< 0,025	0,160
KA Dessau, Ablauf	05.12.2002	< 0,025	0,082	< 0,025	0,420	< 0,050	< 0,025	< 0,050

Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
KA Bernburg, Zulauf	01.07.2002	1,590	0,590	0,890	0,727	0,496	2,700	0,092
KA Bernburg, Zulauf	10.07.2002	0,575	0,522	0,355	0,688	0,752	2,860	4,410
KA Bernburg, Zulauf	24.07.2002	0,685	0,351	0,073	0,675	0,413	2,071	2,265
KA Bernburg, Zulauf	01.08.2002	0,963	2,096	2,258	3,305	0,162	6,216	0,198
KA Bernburg, Zulauf	08.08.2002	0,714	0,909	1,397	0,829	0,517	5,142	0,149
KA Bernburg, Zulauf	15.08.2002	0,404	0,166	0,156	0,591	0,250	0,726	0,121
KA Bernburg, Ablauf	01.07.2002	< 0,025	0,082	< 0,025	0,480	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Bernburg, Ablauf	10.07.2002	< 0,025	0,098	< 0,025	0,336	< 0,050	< 0,025	0,100
KA Bernburg, Ablauf	24.07.2002	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,034	< 0,050	< 0,025	0,075
KA Bernburg, Ablauf	01.08.2002	< 0,025	0,190	0,075	1,266	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Bernburg, Ablauf	08.08.2002	< 0,025	0,219	0,178	0,179	< 0,050	0,101	< 0,050
KA Bernburg, Ablauf	15.08.2002	< 0,025	0,088	0,025	0,522	< 0,050	< 0,025	< 0,050
KA Aschersleben, Zulauf	05.03.2003	0,100	0,330	1,000	0,890	0,320	1,300	0,500
KA Aschersleben, Zulauf	09.04.2003	0,140	0,099	1,800	2,100	0,560	3,400	0,400
KA Aschersleben, Zulauf	04.06.2003	0,220	0,280	5,500	2,300	0,230	11,000	0,260
KA Aschersleben, Zulauf	20.08.2003	0,170	0,110	1,200	1,300	2,700	2,400	0,660
KA Aschersleben, Zulauf	15.10.2003	0,290	0,650	2,600	1,800	2,700	2,900	1,300
KA Aschersleben, Zulauf	19.11.2003	0,310	0,072	1,900	1,200	0,780	1,200	3,800
KA Aschersleben, Ablauf	05.03.2003	< 0,025	0,210	0,340	2,400	< 0,050	< 0,025	0,080
KA Aschersleben, Ablauf	09.04.2003	< 0,025	0,057	0,067	0,510	< 0,050	0,039	0,160
KA Aschersleben, Ablauf	04.06.2003	0,048	0,035	0,028	1,800	0,067	< 0,025	0,078
KA Aschersleben, Ablauf	20.08.2003	0,026	< 0,025	0,052	0,250	< 0,050	< 0,025	0,120
KA Aschersleben, Ablauf	15.10.2003	0,032	< 0,025	0,048	0,044	0,100	< 0,025	0,340
KA Aschersleben, Ablauf	19.11.2003	0,084	0,055	< 0,025	1,600	0,100	< 0,025	0,420
KA Hecklingen, Zulauf	04.03.2003	0,430	0,038	0,750	2,000	0,210	4,400	0,170
KA Hecklingen, Zulauf	08.04.2003	0,820	0,220	3,600	6,100	0,064	4,100	0,120
KA Hecklingen, Zulauf	03.06.2003	0,390	< 0,025	0,079	0,370	0,350	0,710	0,300
KA Hecklingen, Zulauf	27.08.2003	0,290	0,069	0,710	1,300	0,650	0,840	0,320
KA Hecklingen, Zulauf	13.10.2003	0,980	< 0,025	0,570	0,260	0,370	6,700	0,620
KA Hecklingen, Zulauf	24.11.2003	0,420	0,030	0,530	0,420	0,880	2,200	0,920
KA Hecklingen, Ablauf	04.03.2003	< 0,025	< 0,025	0,180	1,000	0,180	< 0,025	0,260
KA Hecklingen, Ablauf	08.04.2003	< 0,025	0,028	0,053	0,220	< 0,050	0,037	0,220
KA Hecklingen, Ablauf	03.06.2003	0,045	< 0,025	0,064	2,200	0,089	< 0,025	0,280
KA Hecklingen, Ablauf	27.08.2003	0,190	< 0,025	0,036	0,390	0,063	< 0,025	0,170
KA Hecklingen, Ablauf	13.10.2003	0,250	< 0,025	0,047	0,560	< 0,050	< 0,025	0,110
KA Hecklingen, Ablauf	24.11.2003	0,200	< 0,025	0,044	1,200	0,055	< 0,025	0,110

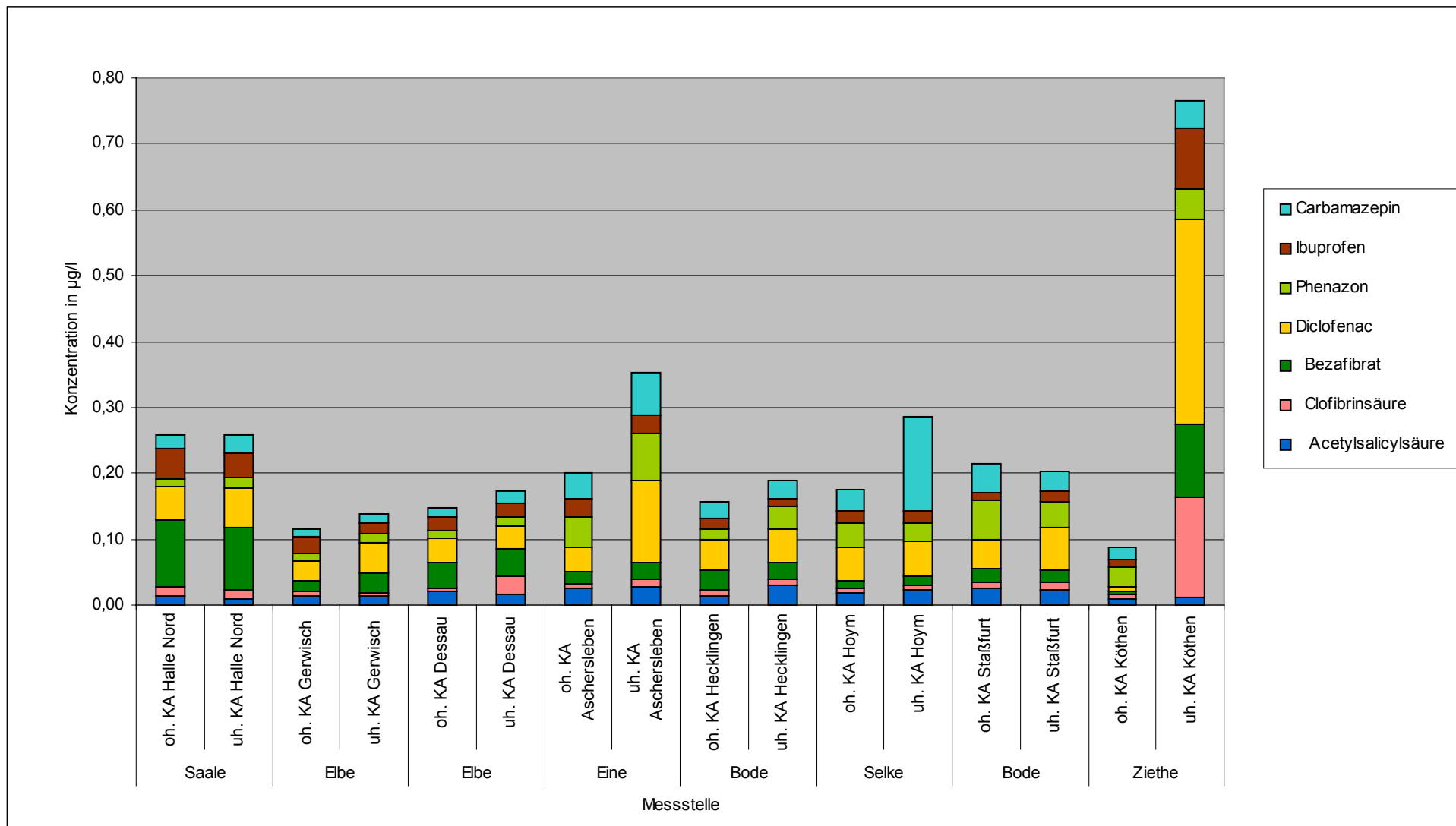
Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
KA Hoym, Zulauf	10.03.2003	1,800	< 0,025	0,720	1,800	0,470	2,100	1,300
KA Hoym, Zulauf	14.04.2003	0,044	0,050	1,800	0,510	0,410	1,100	5,800
KA Hoym, Zulauf	11.06.2003	0,082	< 0,025	0,150	2,200	0,096	0,051	4,700
KA Hoym, Zulauf	25.08.2003	0,240	0,230	0,450	2,600	2,300	1,900	4,300
KA Hoym, Zulauf	06.10.2003	0,420	0,380	0,920	0,970	0,210	1,100	0,320
KA Hoym, Zulauf	18.11.2003	0,990	< 0,025	0,270	1,200	1,600	2,100	1,600
KA Hoym, Ablauf	10.03.2003	0,046	< 0,025	0,093	2,500	0,120	0,043	0,920
KA Hoym, Ablauf	14.04.2003	< 0,025	0,035	0,370	2,500	0,066	0,031	1,600
KA Hoym, Ablauf	11.06.2003	0,048	< 0,025	< 0,025	0,270	< 0,050	0,050	0,960
KA Hoym, Ablauf	25.08.2003	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,910	< 0,050	< 0,025	0,190
KA Hoym, Ablauf	06.10.2003	0,073	< 0,025	0,033	2,900	< 0,050	0,043	0,055
KA Hoym, Ablauf	18.11.2003	< 0,025	< 0,025	< 0,025	1,500	0,130	< 0,025	0,420
KA Staßfurt, Zulauf	11.03.2003	1,300	0,031	1,500	1,600	0,320	3,100	0,740
KA Staßfurt, Zulauf	15.04.2003	0,750	0,068	0,480	0,750	2,100	5,800	2,400
KA Staßfurt, Zulauf	10.06.2003	0,072	0,058	0,140	0,390	-	0,230	-
KA Staßfurt, Zulauf	26.08.2003	0,240	0,140	0,230	0,600	3,500	1,200	4,900
KA Staßfurt, Zulauf	08.10.2003	0,450	0,230	0,390	0,660	3,600	0,640	2,700
KA Staßfurt, Zulauf	25.11.2003	1,300	0,060	0,270	0,430	1,800	0,450	1,000
KA Staßfurt, Ablauf	11.03.2003	0,035	< 0,025	1,000	1,900	0,085	0,043	0,230
KA Staßfurt, Ablauf	15.04.2003	0,064	0,042	0,400	1,800	0,100	0,087	0,830
KA Staßfurt, Ablauf	10.06.2003	< 0,025	< 0,025	0,042	1,800	< 0,050	0,032	< 0,050
KA Staßfurt, Ablauf	26.08.2003	< 0,025	< 0,025	0,060	0,920	0,120	< 0,025	0,240
KA Staßfurt, Ablauf	08.10.2003	0,034	< 0,025	0,048	0,820	0,061	< 0,025	0,160
KA Staßfurt, Ablauf	25.11.2003	0,190	< 0,025	0,039	0,840	< 0,050	< 0,025	0,200
KA Köthen, Zulauf	03.03.2003	2,900	0,067	1,100	1,200	0,380	2,900	0,440
KA Köthen, Zulauf	07.04.2003	3,900	0,170	2,000	3,400	1,500	4,000	0,350
KA Köthen, Zulauf	02.06.2003	0,027	< 0,025	0,900	2,300	1,700	4,300	0,800
KA Köthen, Zulauf	18.08.2003	0,200	0,150	0,590	2,400	0,900	3,100	1,100
KA Köthen, Zulauf	14.10.2003	0,240	0,190	0,480	0,860	0,500	0,470	0,300
KA Köthen, Zulauf	20.11.2003	3,300	0,210	0,440	2,500	0,200	2,700	0,370
KA Köthen, Ablauf	03.03.2003	0,095	0,360	0,980	2,300	< 0,050	0,068	< 0,050
KA Köthen, Ablauf	07.04.2003	< 0,025	0,240	1,500	1,800	0,160	0,840	0,130
KA Köthen, Ablauf	02.06.2003	< 0,025	< 0,025	< 0,025	0,100	0,120	< 0,025	< 0,050
KA Köthen, Ablauf	18.08.2003	0,029	0,069	0,047	0,340	< 0,050	< 0,025	0,084
KA Köthen, Ablauf	14.10.2003	0,078	0,160	< 0,025	1,500	< 0,050	< 0,025	0,069
KA Köthen, Ablauf	20.11.2003	< 0,025	0,089	0,071	1,800	0,065	0,058	0,060

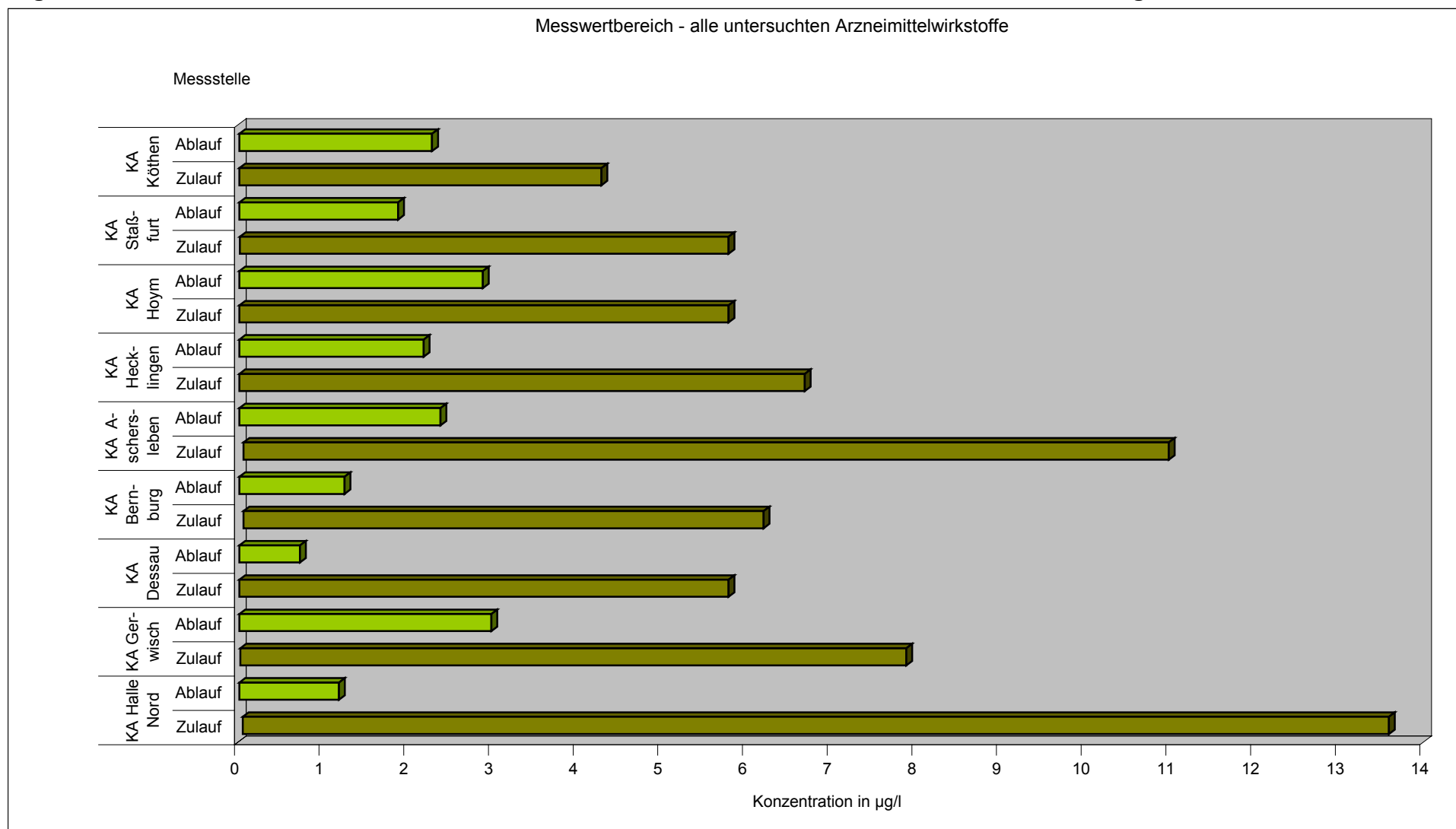
Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser

Messstelle	Datum	Acetylsalicylsäure	Clofibrinsäure	Bezafibrat	Diclofenac	Phenazon	Ibuprofen	Carbamazepin
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Geusa	28.05.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
	04.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Emseloh	-	-	-	-	-	-	-	-
	05.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Röipzig	28.05.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
	11.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Reideburg	28.05.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
	11.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Hufeisensee	-	-	-	-	-	-	-	-
	12.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Schönebeck	18.06.2002	<0,005	<0,005	0,010	0,006	<0,025	<0,005	<0,025
	12.11.2002	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Dähre	26.03.2003	<0,005	<0,005	<0,005	0,010	0,038	0,090	<0,025
	30.09.2003	<0,005	<0,005	<0,005	0,006	<0,025	<0,005	<0,025
Reinstedt	27.05.2003	<0,005	<0,005	0,007	0,016	0,026	<0,005	<0,025
	28.10.2003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Hoym	27.05.2003	0,019	<0,005	<0,005	0,015	0,029	<0,005	<0,025
	28.10.2003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Berga	12.06.2003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
	28.10.2003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025
Trebnitz	07.04.2003	0,016	0,017	0,020	0,017	0,049	0,018	0,025
	29.09.2003	<0,005	<0,005	<0,005	0,010	<0,025	<0,005	<0,025
Vatterode	21.05.2003	<0,005	<0,005	0,007	0,007	0,040	0,016	<0,025
	13.10.2003	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,025	<0,005	<0,025

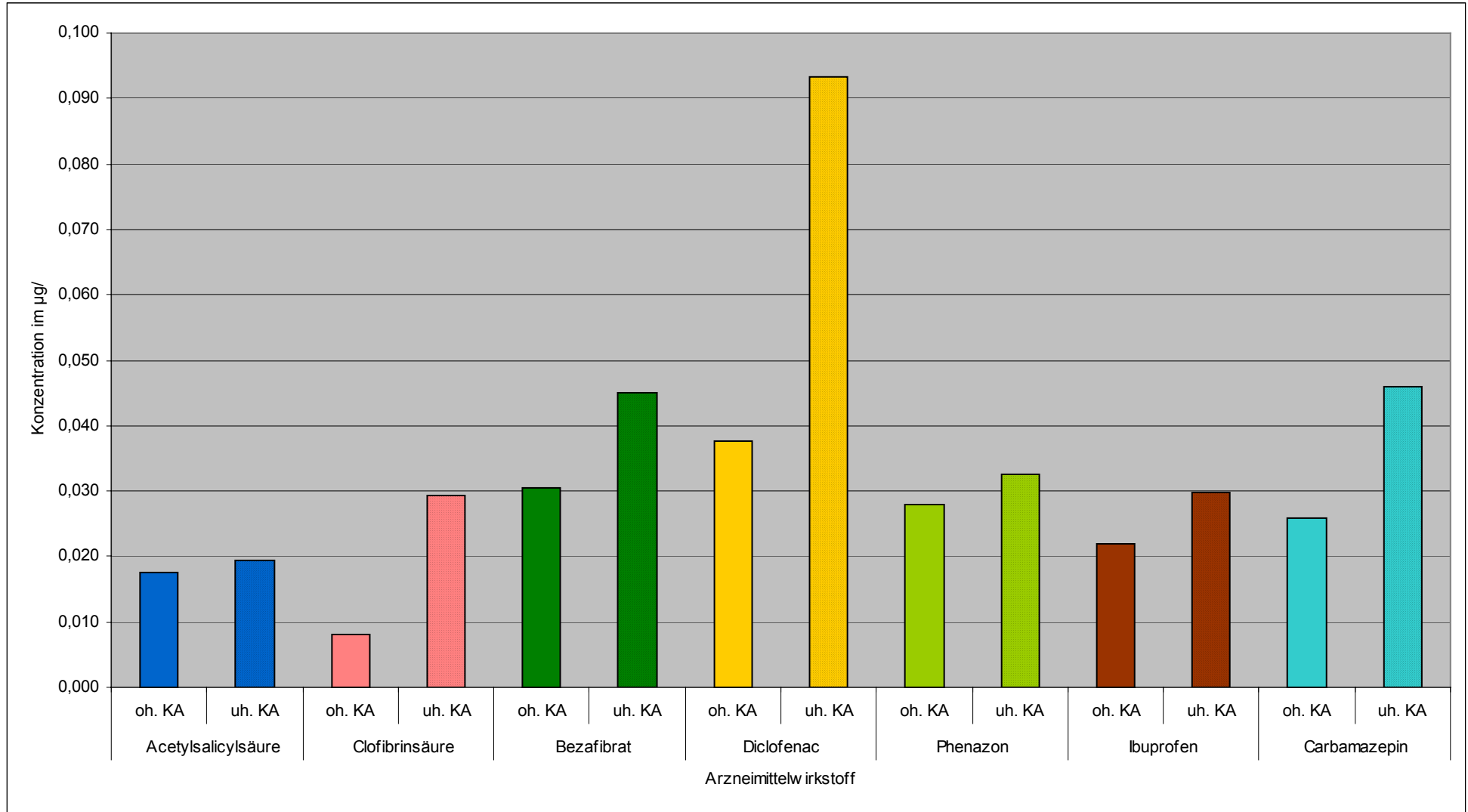
Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen in Fließgewässern, Aufsummierung der Mittelwerte der Einzelwirkstoffe



Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen im Zu- und Ablauf der untersuchten kommunalen Kläranlagen



Gegenwart von Arzneimittelwirkstoffen in Fließgewässern, Mittelwert aller Messergebnisse je Einzelwirkstoff



Gegenwart der untersuchten Arzneimittelwirkstoffe im Zu- und Ablauf von kommunalen Kläranlagen

